



magazin für  
computer  
technik

23. 12. 2017 1



Gaming-Highlights  
des Jahres

PC-Schutzfunktionen verstehen

# Was wirklich schützt

Antivirus, Tor, VPN, Verschlüsselung,  
Adblocker, Secure Boot ...

IM  
TEST

- Fotoviewer für Windows und macOS
- Riesig: 49-Zoll-Monitor von Samsung
- Smarte Ohrhörer Google Pixel Buds
- Netzwerküberwachung mit Fingbox

Test: Mobiler Sound von 50 bis 200 Euro

## Bluetooth-Lautsprecher

All-in-One-PC • Threadripper-Monster

## Luxus-PCs mit AMD Ryzen

Raspi-Projekt: Mobiler Feinstaubsensor

Mit Open Streetmap eigene Karten bauen

Die Technik für 100-TByte-Platten



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

# Upgrades für Ihren Körper

Biohacking vom Chip-Implantat bis zum Exoskelett

Selbstversuch: NFC unter der Haut



Anzeige



Lieber Tim,

Dein Vorgänger Steve hat einmal gesagt: Gelegentlich passieren bei schöpferischen Prozessen Fehler. Dann ist es am besten, sie schnell zuzugeben.

In diesem Sinne wäre es gut zuzugeben, dass der App Store in seiner monopolistischen Form ein Fehler war. Denn so ist der Store nicht nur mal eben der erfolgreichste Laden für iOS-Software geworden – ohne Konkurrenz ist das kein Ruhmesblatt –, sondern auch der erste, der Software-Zensur ermöglicht. Jede Regierung der Welt kann Dir vorschreiben, was sie darin sehen will und was nicht.

Als erstes hat Dir China aufgedrückt, alle Apps der missliebigen New York Times aus dem chinesischen Teil Deines Shops zu verbannen. Inzwischen kann man dort Skype und fast 700 weitere verschlüsselnde Apps auch nicht mehr installieren. Indien hat Dich dazu gebracht, bei der Entwicklung einer Software mit erheblichen Zugriffsrechten auf private Nutzerdaten mitzuhelpen. Welche Ideen brütet wohl Dein Landsmann Donald aus? Lässt er Dich eines Tages den Löschknopf für alle Apps von Medien drücken, die er als "Fake News" diffamiert?

Außerdem sind die Zulassungsprozesse Deines Konzerns intransparent und funktionieren nicht mal zuverlässig. Deine Mitarbeiter lassen faule

Äpfel in den Store durchrutschen. Jüngstes Beispiel: Wieder mal eine gefälschte Wallet-App für eine Kryptowährung im App Store. Es sind schon mehr als zehn vermeintliche Bitcoin-Wallets, die erst rausflogen, nachdem Nutzer um Bitcoins betrogen wurden.

Und Verbraucher in den USA werfen Deinem Unternehmen in einer Sammelklage vor, mittels der Monopolstellung höhere Preise für Apps zu erzielen.

Kritik von außen hast Du bisher immer gekontert. Dabei untersagt Dein Konzern Entwicklern sogar ausdrücklich, ihre Software selbst und direkt für iPhone und iPad anzubieten.

Aber warum solltest Du etwas verteidigen, das Du noch nicht einmal selbst ausgefressen hast? Denn Steve hat auch gesagt: Der reichste Mann auf dem Friedhof zu sein bedeutet mir nichts. Abends ins Bett zu gehen und zu sagen, wir haben etwas Wunderbares geschaffen ... das ist mir wichtig.

Monopole verhindern, dass Wunderbares entsteht.

Dan Živadinović

Dušan Živadinović

Anzeige

Anzeige

# Inhalt 1/2018

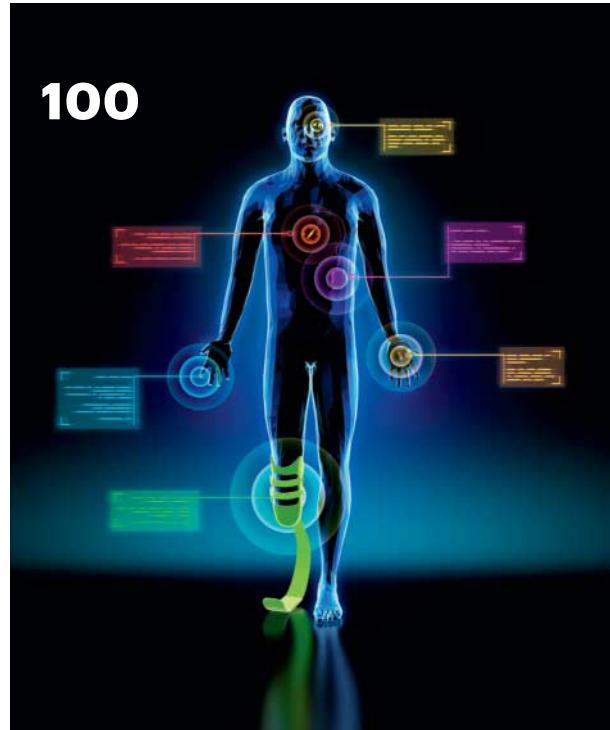
## Trends & News

- 16** Das Ende der Netzneutralität
- 17** Galileo: Vier neue Satelliten im All
- 18** Sicherheit: Chaos Communication Congress, Webtraffic in Gefahr
- 20** Netze: Fritzbox mit Let's Encrypt, Time Sensitive Networking über Ethernet
- 21** E-Auto: Vollelektrische Sportwagen von Porsche
- 22** Always Connected PCs: Windows-10-Mobilrechner mit ARM-Chips
- 23** Hardware: AMD Secure Processor manchmal abschaltbar, Nvidia Titan V
- 24** Gefälschte USB-Sticks bei Amazon
- 26** Server & Storage: Erste 14-TByte-Festplatte, Microsoft Azure mit AMD Epyc, Power9-Server
- 27** Embedded Systems: Amazon FreeRTOS für AWS
- 28** Windows: Update-Störung in Windows 7, Classic Shell wird Open Source
- 29** Linux: CrossOver 17 mit Support für MS Office 2016, Raspbian Stretch für x86
- 30** Apple: iMac Pro, Kritik an Software-Zensur
- 32** Wichtige Termine 2018
- 34** Forschung: 27-PFlops-Supercomputer
- 35** Internet: Milliardenbetrug mit Werbung, Apple veröffentlicht KI-Framework
- 36** Anwendungen: Capture One 11, Magix Foto & Grafik Designer 15, TextGrabber für Android
- 37** Technische Software: 3DViewStation, Microsoft GDS, Konverter für CAD-Modelle
- 38** Android: Erstes Oreo-Update, Android Go für schwache Hardware
- 39** iOS 11.2 als schnelle Notlösung
- 40** Musik: Neil Young öffnet kostenloses Archiv, E-Ink-Tablet für Partituren
- 41** Peripherie: Platzsparender A3+-Fotodrucker, Schutzfolien für gewölbte Smartphones
- 178** Web-Tipps

## Test & Kaufberatung

- 42** Luxus-PCs mit Ryzen: All-in-One-PC
- 44** High-End-Gaming-PC
- 46** Riesig: 49-Zoll-Monitor von Samsung
- 48** 17,3-Zoll-Notebook mit Mittelklasse-GPU: Medion Erazer P7652

- 48** Stylus für Samsung-Geräte: Staedtler Noris digital
- 48** Bluetooth-Findehelfer: Tile Sport
- 50** **Smarte Ohrhörer Google Pixel Buds**
- 52** **Netzwerküberwachung mit Fingbox**
- 54** USB-Server: SEH myUTN-2500
- 54** Wireless-Gamepad: 8bitdo NES30 Pro
- 56** Selbstorganisation: meineZIELE Standard 18
- 56** Dateipacker: WinZip Pro 22
- 58** PDF-Editor: Foxit PhantomPDF
- 60** Software-Limiter für Musikproduktionen: Fabfilter Pro-L 2
- 60** Elektronik-CAD: Eagle 8.4.3
- 86** **Bluetooth-Lautsprecher**
- 94** **Fotoviewer für Windows und macOS**
- 118** **Gaming-Highlights des Jahres**
- 180** Spieletipps
- 182** Buchtipps



## Upgrades für Ihren Körper

Bereits Herzschrittmacher, Cochlea-Implantate oder Prothesen machen aus Menschen Cyborgs. Moderne Biohacker gehen aber einen Schritt weiter: Sie beseitigen keine Defekte, sondern verbessern den Körper – mit Mikrochip-Implantaten, Magneten und anderen Gadgets. Wir haben den Selbstversuch gewagt.

**66**



## Was wirklich schützt

Wer sich gegen Viren, Trojaner, Abhören und Datenverlust schützen will, sollte maßvoll vorgehen – denn maximale Vorsicht verleidet schnell den Umgang mit dem PC. Wir sagen Ihnen, was wovor schützt, was nicht und mit welchen Risiken und Nebenwirkungen die Maßnahmen verbunden sind.

## Wissen

- 62** Vorsicht, Kunde: Lenovo bekommt Fehler nicht in den Griff
- 100 Upgrades für Ihren Körper**
- 108** NFC-Implantat: Ein Selbstversuch
- 112** NFC-Implantate in der Praxis
- 114** Körperupgrades, Transhumanismus, Ethik
- 142** Recht: BGH schränkt den Käuferschutz von PayPal ein
- 164 Die Technik für 100-TByte-Platten**
- 172** Sichere und geheime Wahlen übers Internet

## Praxis & Tipps

- 66 Was wirklich schützt**
- 68** Schutzmechanismen gegen Erpressungstrotaner & Co.
- 72** Wie Sie Ihre Internetkommunikation gegen Lausch- und andere Angriffe schützen

- 76** Was sensible Dateien vor fremden Augen verbirgt und gegen Verlust absichert
- 82** Was welche Authentifizierungsmethoden bringen
- 126** Experimentieren mit der Physik-App phyphox
- 130** Color Grading bei Videoaufnahmen in Log-Profilen
- 138** E-Books bequem durchsuchen und lesen
- 144** Tipps & Tricks
- 148** FAQ: Audioeditor Audacity
- 150 Mit OpenStreetMap eigene Karten bauen**
- 154** Anmeldung am Windows-Notebook sicher oder bequem
- 158 Raspi-Projekt: Mobiler Feinstaubsensor**

## Rubriken

- 3** Editorial: Lieber Tim
- 10** Leserforum
- 15** Schlagseite
- 184** Story: Realraum von Stephan Becher
- 193** Seminare
- 194** Stellenmarkt
- 200** Inserentenverzeichnis
- 201** Impressum
- 202** Vorschau



## Bluetooth-Lautsprecher

Im Garten, am Schreibtisch oder unter der Dusche: Tragbare Bluetooth-Lautsprecher leisten in vielen Alltagssituationen musikalisch Gesellschaft. Wir zeigen, wie vielseitig die aktuellen Boxen sind, wie lange die Akkus halten und welche Klangqualität man erwarten darf.

Anzeige

Anzeige

# Leserforum



Bitcoin erhitzt nicht nur Grafikkarten und PCs, sondern auch die Gemüter.

## Heizen mit Bitcoin

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

Über Bitcoin kann man gerne geteilter Meinung sein, aber sich über den Stromverbrauch aufzuregen ist witzlos, solange ganze Nationen elektrisch heizen. Können wir nicht einfach den Briten Mining-Racks als Heizung verkaufen?

Andreas Krey

## Erschreckende Bilanz

Seit ich zum ersten Mal von Bitcoin gehört habe, warte ich darauf, dass endlich mal jemand die ökologische Seite der Bitcoin-Medaille anspricht. Dass der Energieverbrauch pro Transaktion aber bereits jetzt im dreistelligen kWh-Bereich liegt, erschreckt selbst mich.

Christoph Lipka

## Ganzheitliche Betrachtung

Die Diskussion über die klimatische Belastung von Bitcoin-Transaktionen ist wichtig, Bitcoins stellen aber eine Alternative zur konservativen Währung und deren Transaktionen dar. Für eine Bewertung des Stromverbrauchs müsste dieser dem konventionellen Bankensystem mit Filialen, Geldautomaten sowie der Herstellung und dem Vertrieb von Bargeld gegenübergestellt werden. Bereits eine

Energiebetrachtung des Betriebs der Rechenzentren der Banken und Sparkassen dürfte interessante Werte liefern.

Ulrich Alt

## Zahlen müssen andere

Gier hat zwar ihren Preis, der wird aber erst langfristig sichtbar und infolgedessen von den Falschen beglichen. Wie so oft werden hier wichtige Kosten kurzerhand zu externen Kosten und tauchen somit in der unmittelbaren Rechnung nicht mehr auf. Damit unterscheidet sich Bitcoin in nichts vom Personen-Individualverkehr, unserem Umgang mit fossilen Brennstoffen, dem Hype/Crash von 2008 etc. pp. Da das rationale und verantwortliche Denken der Bevölkerung offensichtlich nicht ausreicht, muss hier der Staat seiner Aufgabe nachkommen und die Rahmenparameter richtig setzen, und da gehört die Miteinbeziehung sämtlicher aktuell noch externer Kosten mit dazu – dann hat sich das Problem ruckzuck von selber erledigt. Man wird ja wohl noch träumen dürfen ...

Dirk Heinen

## Soylent Green

Ganz klar von Gefahren und Kosten des Kapitalismus in der c't zu lesen hätte ich nicht erwartet. Ob allerdings der Durchschnittsleser etwas mit Soylent Green

anfangen kann? Es gibt immerhin Google, und bis 2022 ist ja nicht mehr so lange ;-)

Andi Stern

## Software besser als Richter

*Lesermail „Zukunftswetter“ in c't 26/2017, S. 6*

Silja v. Graberg ist entrüstet, dass Richter die Entscheidung Software überlassen würden. Das kommt ihr unmenschlich vor. Verkannt werden dabei Erkenntnisse aus der Verhaltenspsychologie/Ökonomie. Daniel Kahnemann und weitere Forscher in seinem Gefolge wissen schon lange aus Studien und Experimenten, dass viele „hochausgebildete Spezialisten“ mit ihren Einschätzungen und Expertenentscheidungen oft einfach vorhersagbaren Zusammenhängen folgen (z. B. Richter, wie hungrig/satt sie gerade sind) oder schlechtere als zufällige Entscheidungen treffen (z. B. Aktienfondsmanager) oder von Laien durch eine kurze Google-Suche übertroffen werden (z. B. Hausärzte).

Herr Schmid

## Staat muss selbst programmieren

*Münchens Rückfall auf Windows wird zum Milliengrab, c't 26/2017, S. 20*

Wien war Open Source, Freiburg, Schwäbisch-Hall und natürlich München. Übrig geblieben ist nur Schwäbisch-Hall. Vielleicht war Lobbyismus im Spiel. Manchmal aber auch ganz praktische Probleme oder – wie in München – offenbar organi-

## Wir freuen uns über Post

redaktion@ct.de

c't Forum

c't magazin

@ctmagazin

Ausgewählte Zuschriften drucken wir ab. Bei Bedarf kürzen wir sinnwährend.

Antworten sind kursiv gesetzt.

Anzeige

satorische Mängel, die im Übrigen auch die 30 Millionen Euro nicht beheben werden, die, nach dem Wechsel auf Windows, nun nach Redmond überwiesen werden.

Der größte Pferdefuß sind die Spezialprogramme, die für die vielen Bereiche einer Stadtverwaltung geschrieben wurden: Fachanwendungen. Für jeden Bereich, für den eine Stadt zuständig ist, vom Baumschutz über Rattenplagen bis zur Verhinderung der Kindeswohlgefährdung. Und die laufen eben unter Windows und mit Microsoft Office. Inzwischen sind fast alle Fachverfahren kommerzielle Produkte.

Also müsste der Staat seine Programme wieder selbst schreiben. Die Rechenzentren sind (noch) voller Fachleute und viele RZ programmieren auch selbst. Glücklicherweise sind heute eher PHP und MySQL bereits in Gebrauch als Visual Basic und Access. Aber außer den Werkzeugen ist leider eben nichts Open Source.

Hier fehlt eine bundesweite Bewegung! Adressat ist die Innenminister-Konferenz (IMK), denn dort werden a) bundesweite Beschlüsse gefasst, die b) auch alle Kommunen betreffen. Die IMK sollte also beschließen, auf Open-Source-Software umzusteigen in einem angemessenen Rahmen.

Tiefgang 

## Bock und Gärtner

„Die Zahlen beruhen auf einem Accenture-Gutachten von 2016“. Was genau erwartet man eigentlich bei einem solchen Projekt als Ergebnis, wenn man einen Berater einsetzt, der nicht nur intern komplett auf Microsoft setzt, sondern dessen gesammeltes „Wissen“ in Form von MS-Office-Tools in einem zentralen Portal gesammelt wird? Von dem Budget hätte man sicherlich leicht die Probleme beim Druck und Dokumentenaustausch lösen können. Aber warum, wenn es auch teurer geht?

Frank Schmidt 

## Böse Überraschung

*Firefox Quantum: Neustart für Mozillas Browser, c't 26/2017, S. 112*

Die Performance hat sich auf meinem Notebook (mittlere Leistungsklasse, Windows) nicht merklich verbessert. Wichtiger ist für mich da schon eher, dass meine zwei einzigen Erweiterungen nicht mehr laufen. Für mich Benutzer kam das Abschalten der alten Plug-in-Schnittstelle überraschend,

ich wurde beim Update nicht deutlich darauf hingewiesen, dass alte Plug-ins möglicherweise nicht mehr funktionieren. Bin gerade dabei, alternative Browser zu testen und eventuell umzusteigen.

Arne Haeckel 

## Neuester Stand

*FAQ LTE: Antworten auf die häufigsten Fragen, c't 26/2017, S. 163*

Zwei Details sind vielleicht nicht mehr ganz aktuell. Zum einen bin ich mir nicht sicher, wie gut GSM in der Praxis noch in den USA funktioniert. AT&T hat ja sein Netz dieses Jahr abgeschaltet und bei Verizon und Sprint gibt es sowieso kein GSM. Nur T-Mobile USA hat noch ein GSM-Netz laufen, aber laut Wikipedia nur für Industrieanwendungen und Roaming.

Zweitens hat mich ehrlich gesagt gewundert, dass Band 8 bei uns in Deutschland „nur für künftige Erweiterungen“ empfohlen wird, es aber im Frühjahr eine Mitteilung in den News gab, dass die Telekom damit angefangen hat, einen Teil ihrer Kanäle in Band 8 von GSM auf LTE umzuschalten.

Tobias Laas 

*Die UMTS-Abdeckung ist in den USA tatsächlich erheblich besser als die von GSM. Auf reine GSM-Geräte sollte man sich dort nicht verlassen. Das wichtigste LTE-Band für die Nutzung in Deutschland ist weiterhin Band 20 (800 MHz). Band 8 wird nur bei der Telekom und bislang nur stellenweise für LTE genutzt, der Ausbau soll erst Ende 2019 abgeschlossen sein.*

## Fehlende SAR-Werte

*Neun High-End-Smartphones mit Android und das iPhone X im Vergleich, c't 26/2017, S. 100*

Wie kann es sein, dass eine Zeitung von diesem Format den SAR-Wert bei Tests komplett (immer!) unter den Tisch fallen lässt? Aus meinem Bekanntenkreis weiß ich, dass dies für viele eins der ausschlaggebenden Kauf-Kriterien ist. Wer weiß, wie viel ein iPhone 7 strahlt, greift schon reflexartig zum Galaxy S8 ...

T. Trepte 

*Hauptsächlich lassen wir die SAR-Werte meist weg, weil wir sie gerade für topaktuelle Smartphones nicht rechtzeitig zusammengebracht haben.*

*kommen. Nicht alle Hersteller geben sie an, und wenn, sagen sie nicht immer, ob sie den Wert nach EU- oder US-Norm ermittelt haben und ob es sich um den Kopf- oder Körper-Wert handelt. Eine laufend aktualisierte Liste führt das Bundesamt für Strahlenschutz unter [http://www.bfs.de/SiteGlobals/Forms/Suche/BfS/DE/SARsuche\\_Formular.html](http://www.bfs.de/SiteGlobals/Forms/Suche/BfS/DE/SARsuche_Formular.html)*

*Der SAR-Wert trifft keine Aussage über die Strahlenbelastung im Normalbetrieb, sondern er beschreibt die maximale Sendeleistung unter besonders schlechten Empfangsbedingungen. Alle Handys unterschreiten dabei die hierzulande gesetzlich geforderten 2 W/kg. Dieser Grenzwert gilt nach derzeitigem Forschungsstand als unbedenklich, selbst wenn man ihm 24 Stunden täglich ausgesetzt wäre.*

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Radeon-Linux-Treiber als Open Source

*Kaufberatung: Aktuelle Prozessoren für Desktop-PCs, c't 26/2017, S. 66*

Anders als im Text beschrieben, nimmt man für AMD-Radeon-Grafikkarten besser den Open-Source-Treiber. Allerdings haben wir in den Bauvorschlägen außer der Intel HD Graphics nur Nvidia-GeForce-Grafikkarten eingesetzt.

### Display-Anschlüsse beim MSI Z370-A Pro

*Bauvorschlag für einen effizienten Allround-Rechner mit Intel Core i5-8400, c't 26/2017, S. 74*

Das Mainboard MSI Z370-A Pro besitzt entgegen unseren Angaben einen Display-Port. Ihm fehlt allerdings ein HDMI-Ausgang für die On-Board-Grafik.

### LTE-Angaben fehlen, Motorola statt Lenovo

*Neun High-End-Smartphones mit Android und das iPhone X im Vergleich, c't 26/2017, S. 100*

Bei den ersten vier Geräten in der Tabelle fehlen die Angaben zum Mobilfunk. LTE beherrschen iPhone X (maximal LTE-Kategorie 12), Pixel 2 XL (Kategorie 15), Mate 10 Pro (Kategorie 18) und Moto Z2 Force (Kategorie 16) ebenso wie UMTS mit HSPA. Beim Moto Z2 Force lautet der Herstellername offiziell Motorola, nicht Lenovo.

Anzeige

Anzeige



Weitere Schlagseiten auf [ct.de/schlagseite](http://ct.de/schlagseite)

# Überholspuren

## Die Netzneutralität wird ausgehöhlt

**Mit einer wegweisenden Entscheidung hat die US-Regulierungsbehörde einem Zwei-Klassen-Internet den Weg geebnet. Kritiker befürchten, dass nun auch in Europa die Netzneutralität ins Wanken gerät.**

Von Holger Bleich

Am 14. Dezember hat die US-Regierung von Donald Trump ein für sie wichtiges Vorhaben umgesetzt, das sie seit einem Jahr vorbereitet hatte: die Abschaffung der Netzneutralität. Die US-Regulierungsbehörde FCC – in der Trump-Befürworter neuerdings die Mehrheit haben – beschloss einen 210-seitigen Entwurf, der die Priorisierung bestimmter Datenströme in Breitbandnetzen gegen Bezahlung zulässt.

Umgekehrt wird Netzbetreibern gestattet, Datendurchleitung zu drosseln und Inhalte zu blockieren. Einige Bedingung: Sie müssen jede Maßnahme öffentlich machen. Mit ihrer Entscheidung entmachtet sich die FCC außerdem nun de facto selbst: Sie zieht sich aus der Breitbandregulierung heraus und überlässt die Kontrolle künftig der schwächeren US-Handelsbehörde FTC.

Ajit Pai, der von Trump eingesetzte FCC-Vorsitzende, hielt die bisher gültigen Regeln zur Netzneutralität stets für zu kompliziert. Seiner Meinung nach lähmen sie die Innovationsfähigkeit der Provider. Laut Pai ist die vom vorigen US-Präsidenten Barack Obama manifestierte Netzneutralität in den USA sogar für einen Rückgang der Investitionen in die Breitband-Infrastruktur um mehr als 5,6 Prozent verantwortlich.

Kritiker wie die Verbraucherschützer der Electronic Frontier Foundation (EFF) prognostizieren, dass sich in den USA nun allmählich ein Zwei-Klassen-Internet herausbilden wird. Finanzstarke Konzerne wie Google, Facebook oder Amazon könnten sich in den Breitbandnetzen Überholspuren sichern, so die Befürchtung. YouTube-Videos etwa kämen weiterhin

ruckelfrei und in bester HD-Qualität zu den Kunden, nicht aber die Clips von kleineren, alternativen Inhalte-Anbietern. Die Entscheidung der FCC könnte folglich zu weniger Meinungsvielfalt und Innovation führen. Start-ups werden es vielleicht bald schwerer haben, ihre neuen Dienste in guter Qualität auszuliefern.

Viele große Anbieter sind empört über Trumps regulatorischen Rückzug – kein Wunder, sollen sie doch künftig zur Kasse gebeten werden. Twitter etwa will den „Kampf zur Verteidigung des freien Internets fortsetzen, um die fehlgeleitete Entscheidung rückgängig zu machen“. Netflix kündigte an: „Das ist der Beginn eines langen Rechtsstreits.“

### Steigender Lobby-Druck

Welche Auswirkungen die Entscheidung hierzulande haben wird, ist noch nicht absehbar. EU-Digitalkommissar Andrus Ansip beeilte sich zu versichern, dass man trotz des Schwenks in den USA „die Netzneutralität in Europa weiter schützen“ werde. „Das Recht, einen offenen Zugang zum Internet ohne Diskriminierung oder



Vodafone leitet bestimmte Partner-Dienste ohne Traffic-Berechnung an Mobilfunkkunden.

Beeinträchtigung (wie Blockade oder Verlangsamung) zu erhalten, ist im EU-Recht verankert“, teilte er via Twitter mit. Erst 2015 hatte die EU in ihrer „Verordnung über Maßnahmen zum Zugang zum offenen Internet“ Regeln zum Erhalt der Netzneutralität verabschiedet.

Zumindest dürfte die US-Trendwende den Lobby-Druck auf die europäischen Regulierer in Richtung Liberalisierung erhöhen. Klaus Müller, Vorstand des Verbraucherzentrale Bundesverbands (vzbv), zeigte sich sicher, dass die europäischen Verbraucher die Entscheidung „indirekt zu spüren bekommen“. Die Marktmacht großer US-Anbieter werde wachsen, die Auswahl werde auch hierzulande schrumpfen.

Ohnehin bietet die EU-Regulierung schon heute Schlupflöcher, die die Netzneutralität aushöhlen. In der Kritik stehen momentan insbesondere „Zero-Rate“-Tarife von Mobilfunk-Anbietern: Die Telekom etwa leitet Inhalte bestimmter „Partner“ gegen Bezahlung ohne Traffic-Berechnung zu ihren Kunden. Bei der Tarifoption „StreamOn“ sind das Dienste wie Apple Music, Spotify, Netflix oder Amazon Prime Video.

Kritiker sprechen von „positiver Diskriminierung“, also einer De-facto-Benachteiligung von Nicht-Partnern. Seit April 2017 bietet die Telekom StreamOn an. Und seitdem prüft die Bundesnetzagentur, ob der Konzern gegen EU-Recht verstößt. Am 15. Dezember – also einen Tag nach der FCC-Entscheidung – gab sie ihr Ergebnis bekannt: Zwar darf die Telekom StreamOn weiterhin anbieten. „Im Interesse der Verbraucher sind aber Anpassungen bei der Ausgestaltung notwendig“, erläuterte Behördenpräsident Jochen Homann. So muss die Option künftig nicht nur im Inland, sondern aufgrund der Roaming-Verordnung in ganz Europa bereitstehen. Die Telekom hat nun bis zum 1. März 2018 Zeit, die regulatorischen Vorgaben umzusetzen. Sie hat angekündigt, Widerspruch einzulegen.

Bei Vodafone wird man die Entscheidung mit Interesse zur Kenntnis genommen haben. Die Ende September gestartete Option „Vodafone Pass“ befindet sich gerade in der Netzagentur-Prüfung. Sie ermöglicht Vertragskunden, bestimmte Services von „Partnern“ ohne Traffic-Berechnung zu nutzen; im „Chat-Pass“ etwa WhatsApp oder Facebook Messenger. Auch hier handelt es sich um positive Diskriminierung. (hob@ct.de) **ct**

# Europa hat Spaß an neuen Satelliten

## Satelliten für Galileo, erste Bilder von Sentinel-5P

**Langsam tragen die Milliarden-investitionen Früchte. Ein Raketenstart mit vier neuen Satelliten für Galileo ist geglückt und der Erdbeobachtungssatellit Sentinel-5B liefert aufschlussreiche erste Bilder der Atmosphäre.**

Von Michael Link

**V**on der Raumfahrt als boomender Branche zu schreiben, zeugte immer schon von einem doppelbödigen Humor, denn Rückschläge in Form spektakulärer Explosionen sind in der Raumfahrt verbreitet. Gerade das europäische Navigationssatelliten-Projekt Galileo hatte einige verkraften müssen.

Am 12. Dezember war es so weit: Um exakt 19:36 Uhr und sieben Sekunden hob die Ariane 5 ES vom europäischen Weltraumzentrum (ELA-3) in Kourou, Franzö-

sisch Guayana, ab und brachte vier neue Galileo-Navigationssatelliten (19 bis 22) in ihre Umlaufbahnen in 23.222 Kilometer Höhe.

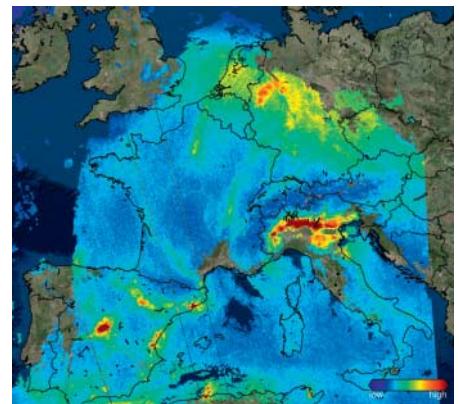
Die vier mit dem Flug VA240 gestarteten Galileo-Satelliten besetzen allesamt die Bahnebene A, die dann nach dem elften Galileo-Start voll besetzt sein wird. Mit 19 regulär arbeitenden Galileos kommt das europäische Navigationssystem seinem Endausbau von 24 plus sechs Reservesatelliten schon recht nahe. Im Jahr 2020 soll er abgeschlossen sein. Die nächsten vier Satelliten sollen im Juli 2018 gestartet werden, noch mit einer Ariane 5. Die neuen Ariane-6-Raketen sollen die letzten in ihre Bahnen befördern.

Die vier Satelliten des jüngsten Starts werden Schritt für Schritt in Betrieb gehen und dann vermutlich Ende Februar oder Anfang März in den Regelbetrieb geschaltet. Damit werden beinahe jederzeit genügend Galileo-Satelliten im Sichtbereich sein, um damit Positionen zu bestimmen.

### Schadstoffbilder aus dem All

Der Erdbeobachtungssatellit Sentinel-P hat spektakuläre Bilder der Luftverschmutzung über Europa geschickt. Sie zeigen detailliert und großflächig die Stickstoffdioxidverteilung. Einige der gewonnenen Daten tragen auch zur globalen Kohlenmonoxidkarte bei.

Offiziell ist der am 13. Oktober gestartete erste Satellit speziell für die Beobachtung der Atmosphäre noch immer im Testmodus, doch zeigten die ersten Bilder schon, was man da noch für das europäische Copernicus-Projekt und erst recht für den noch bevorstehenden Start von Sentinel 5 in etwa drei Jahren erwarten kann. Das an Bord befindliche Spektrometer Tropomi wurde in den Niederlanden entwickelt und erfasst unter anderem Stickstoffverbindungen, Methan, Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid und Aerosole, welche die Luftqualität verschlechtern



Je roter, desto Mief. Der Sentinel-5B-Satellit sammelt Daten über die Luftverschmutzung.

und das Klima beeinflussen. Sentinel-5P erfasst jeweils 2600 Kilometer breite Streifen, so dass die Erdoberfläche täglich komplett damit erfasst wird. ([mil@ct.de](mailto:mil@ct.de))

### Weltraum-SchnippeL

Am 6. April 2019 fallen viele Uhren aus, wenn man den Überlegungen von Ed Powers vom US Naval Observatory folgt. Denn alle 1024 Wochen endet ein GPS-Epochen-Übergang, und damit kommen viele GPS-Geräte nicht zu rechten. Problematisch ist daran, dass viele Geräte GPS-gesteuerte Uhrzeiten verwenden. Davon abhängende Prozesse könnten dann versagen. Das wäre übrigens nicht das erste Mal, dass Rechenfehler GPS-Geräte in Schwierigkeiten gebracht haben: Am 22. Juli 2017 fielen etliche Novatel-Empfänger aus, am 14. August 2016 sponnen Motorola Oncore UT+.

Der erste digitale Amateurfunk-satellit DStar One ging Ende November beim Start der Sojus-Fregat-Rakete durch einen Startfehler verloren. Der vier Kilo schwere Satellit auf der CubeSat-3U-Plattform enthielt vier Funk-module, die hälftig für Funkamateure gedacht waren.



Die Verkleidung (oben) hüllt die Galileo-Satelliten ein.

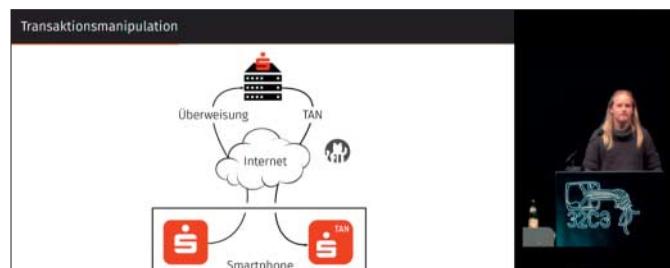
# Hacker-Tagung: 34CE

In diesem Jahr findet der Chaos Communication Congress zum 34. Mal statt. Erstmals tagt der 34CE in Leipzig auf dem Messegelände. Dort kann man vom 27. 12. bis 30. 12. Vorträgen lauschen und an Workshops teilnehmen. Primär geht es dabei um - oft politisch angehauchte - IT-Sicherheitsthemen. 2017 lautet das Motto „tuwat“.

Dieses Jahr sind 160 Vorträge geplant. Darunter finden sich spannende Titel wie „Humans as software extensions“, „Unleash your smart home device, vacuum cleaning robot hacking“, „Cryptocurrencies, Smart Contracts, etc.: Revolutionary Tech?“ und „Regulating Autonomous Weapons“. Geplant ist auch ein Vortrag über die Sicherheitsmechanismen von Nintendos aktueller Spielkonsole Switch. Details dazu sind noch nicht bekannt. Gerüchten zufolge könnten die Vortragenden einen kompletten Hack der Konsole inklusive Tools präsentieren. Das passierte 2015 schon einmal, als Hacker Exploits und tiefgehende Infos zum Hack der Vorgängerkonsole 3DS und Wii U vorstellten.

Vergangenes Jahr waren 12.000 Besucher dabei. Tickets bekommt man jedoch nur schwierig – die international angesehene Veranstaltung ist oft nach wenigen Minuten ausverkauft. Man kann viele Vorträge aber bequem vom Sofa aus als Videostream verfolgen – teilweise sogar live. Die Streams finden sich unter [media.ccc.de](http://media.ccc.de)

(des@ct.de)



Nur eines von vielen spannenden Themen:  
Sicherheitsforscher Vincent Haupert demonstriert erneut die Unsicherheit beim Online-Banking via TAN-Apps.

# Verschlüsselter Webtraffic in Gefahr

Unter gewissen Voraussetzungen könnten Angreifer die Transportverschlüsselung TLS attackieren und verschlüsselten Datenverkehr zwischen einem Webbrowser und einer Internetseite entschlüsseln und mitlesen. So sind etwa Log-in-Daten gefährdet. Dafür waren unter anderem Facebook und PayPal anfällig.

Das funktioniert auf Basis der 1998 vorgestellten Breitenbach-Attacke. Viele Server sind immer noch für Varianten der Attacke anfällig – ROBOT (Return of Bleichenbacher's Oracle Threat) ist die aktuelle Modifikation. Erdacht haben sie die Sicherheitsforscher Hanno Böck, Juraj Somorovsky und Craig Young. Die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Angriff sind wie vor 19 Jahren: Ein Server muss auf TLS in Verbindung mit RSA-Verschlüsselung beim Schlüsselaustausch inklusive PKCS #1 1.5 setzen. Ist das der Fall, könnten Angreifer den Session Key via Brute-Force-Attacke erraten. Der private Schlüssel ist nicht gefährdet.

Böck et al. zufolge sind unter anderem die TLS-Implementierungen der Netzwerkausrüster Cisco, Citrix und F5 für die ROBOT-Attacke anfällig. Sicherheitspatches sind zum Teil schon erschienen. Es ist zu hoffen, dass alle Geräte Sicherheitspatches bekommen. Zum Beispiel die ACE-Serie von Cisco fällt schon mal raus, da die Reihe sich nicht mehr im Support befindet. Heikel: Den Sicherheitsforschern zufolge setzt Cisco ACE-Produkte für die eigene Domain cisco.com ein.

Online gibt es einen ROBOT-Test (siehe [ct.de/yq7t](http://ct.de/yq7t)), mit dem Admins ihre eigenen Server auf Anfälligkeit testen können. Wer anfällige Technik einsetzt, für die keine Patches verfügbar sind, sollte die RSA-Verschlüsselung deaktivieren. Darunter fallen alle Ciphers mit der Bezeichnung TLS\_RSA. Systeme, die den Schlüsselaustausch mit Diffie Hellmann (DHE, ECDHE) realisieren, sind nicht anfällig. Diese Verfahren haben zusätzlich den Vorteil, dass sie Forward Secrecy bieten. (des@ct.de)

**ROBOT-Test, 34C3-Programm:** [ct.de/yq7t](http://ct.de/yq7t)

## Sicherheitsnotizen

Die Entwickler des CMS **WordPress** haben in der aktuellen Version 4.9.1 vier Sicherheitslücken geschlossen.

Im **RSA Authentication Agent SDK for C** klafft eine kritische Sicherheitslücke. Die abgesicherten Versionen 8.5.1 und 8.6.1 sind ab sofort verfügbar.

Die Webbrowser **Firefox** und **Firefox ESR** sind in den fehlerbereinigten Ausgaben 57.0.1 und 52.5.1 erschienen.

In der Version 63.0.3239.84 von **Chrome** haben die Entwickler 37 zum Teil kritische Schwachstellen geschlossen.

Der Hersteller von betriebswirtschaftlicher Software **SAP** hat Sicherheitsupdates für verschiedene Produkte aus seinem Portfolio veröffentlicht. Das Sicherheitsrisiko von einigen Lücken ist mit „hoch“ eingestuft.

Aufgrund eines möglichen Angriffes auf **TeamViewer**-Sessions sollten Nutzer die aktuelle Version installieren. Unter Windows ist das 13.0.5640.0.

Für die Android-Geräte der **Nexus-** und **Pixel-**Serie von Google sind diverse Sicherheitsupdates erschienen. Darunter unter anderem welche, die die KRACK-Lücke schließen.

Anzeige

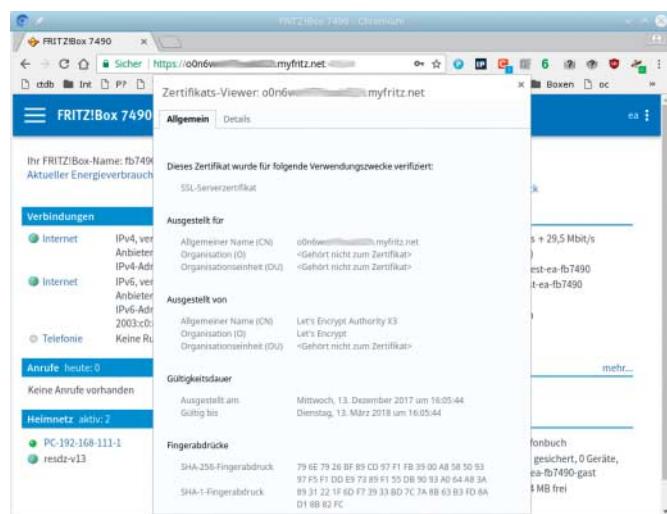
# AVM-Labor: Let's Encrypt und flotteres NAS

Die im Dezember im „Labor“ erschienene Beta-Firmware 48254 für die Fritzbox 7490 enthält eine optionale Anbindung an den kostenlosen Zertifikatsdienst Let's Encrypt. Das soll den sicheren Fernzugriff erleichtern, weil Browser dann kein selbsterstelltes Zertifikat mehr bemängeln. So kann man laut AVM leichter Dateien wie etwa Urlaubsfotos für Freunde bereitstellen, ohne auf einen Cloud-Dienst unter fremder Regie zurückgreifen zu müssen.

Let's Encrypt ist einfach per Klick auf der Konfigurationsseite im Browser zu aktivieren, wofür die Fritzbox bei AVMs Dyndns-Dienst myfritz.net registriert sein muss. Voraussichtlich kommt diese Verbesserung nebst weiteren bis Weihnachten auch für das aktuelle Topmodell Fritzbox 7590. Leider kann man bei der Zertifikatsanforderung zusätzlich zu dem an die Box gebundenen individuellen myfritz-Namen (noch) keine eigenen Domännamen einschließen. Das Let's-Encrypt-Zertifikat ist für 90 Tage gültig, die Fritzbox soll es automatisch kurz vor Ablauf aktualisieren.

Wer die Fritzbox mit einer USB-Festplatte als NAS-Ersatz betreibt, dürfte sich über eine Detailverbesserung für NTFS und EXT4 freuen. Mit der Labor-Firmware 48254 kletterte in unserem Versuch der Schreibdurchsatz auf ein Windows-Share gegenüber der Firmware 6.92 bei beiden Dateisystemen um die Hälfte. Nun flossen immerhin 12 statt 8 MByte/s. Mit FTP ergab sich nur beim Lesen von NTFS eine Steigerung (27 statt 19 MByte/s).

Zwar wird aus der 7490 kein NAS-Rennpferd, aber das Schreiben großer Dateien ist deutlich früher beendet. Tritt der Effekt bei anderen Boxen in gleicher Höhe auf, dann sollte der NTFS-Schreibdurchsatz bei der 7590 auf 25 (SMB) beziehungsweise 33 MByte/s (FTP) klettern. Bedauerlicherweise hat AVM bei der Gelegenheit nicht auch den Samba-Server selbst renoviert: Es läuft immer noch die acht Jahre alte Version 3.0.37, die nur das anfällige Protokoll SMB1 anbietet. (ea@ct.de)

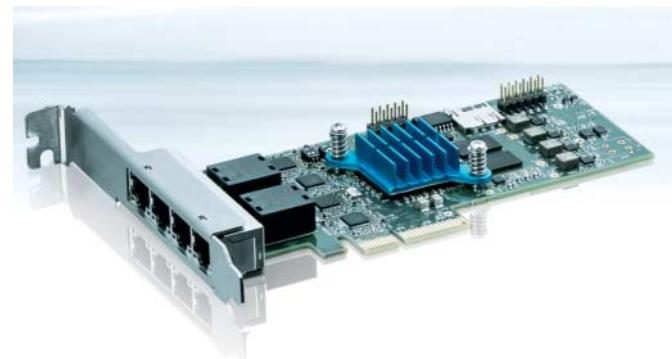


AVMs Fritzbox 7490 kann mit der Beta-Firmware 48254 Zertifikate bei Let's Encrypt anfordern und automatisch vor Ablauf erneuern.

# Time Sensitive Networking über Ethernet

Mit mehreren Erweiterungen im Netzwerkstandard IEEE 802.1 soll Ethernet fähig werden, Zeitschränken bei der Frame-Zustellung garantiert einzuhalten. Solch deterministisches Verhalten ist beispielsweise für Echtzeitanwendungen in der Industrie wichtig, damit Produktionsstraßen nicht aus dem Takt geraten. Für dieses Time Sensitive Networking stellt der Industrie-PC-Spezialist Kontron die Karten PCIE-0200-TSN beziehungsweise PCIE-0400-TSN mit 2 oder 4 Gigabit-Ethernet-Ports vor.

Die PCI-Express-2.0-Karten für einen x8-Slot unterstützen die Norm-Erweiterungen IEEE 802.1as (Timing and Synchronization), Qbv (Traffic Scheduling, Qbu (Frame Preemption) und Qcc (Stream Reservation Enhancements). Weitere Funktionen sollen später per Firmware-Update für den Kernbaustein – einen Intel/Altera-FPGA Cyclone V – folgen. (ea@ct.de)



Die PCI-Express-Netzwerkkarte Kontron PCIE-0400-TSN soll helfen, proprietäre Feldbusse in der Industrie durch Ethernet zu ersetzen.

## Netz-Notizen

QNAPs IoT-Serverboard QBoat Sunny ist nun für 189 Euro erhältlich. Das mit einem mit 1,7 GHz getakteten ARM-Quad-Core AL-314 bestückte und mit drei Gigabit-Ethernet-Ports ausgestattete Platinchen soll als Embedded-Server Internet-of-Things-Anwendungen antreiben.

Tiptel hat seine VoIP-Telefonanlage tiptel 8010/8020 an das Spamverzeichnis Tellows angebunden. Der optionale Filter soll lästige Werbeanrufe unterdrücken. Tellows ermittelt anhand von Nutzerbewertungen einen Spamscore.

Der Lancom VPN Client für macOS steht für die Betriebssystemversion High Sierra (10.13) bereit. Er beherrscht nun IKEv2 und IKEv2 Redirect, womit der VPN-Tunnel-Endpunkt automatisch auf ein anderes Gateway wandern kann. Das soll in größeren Firmen mit mehreren Internetanschlüssen bessere Lastverteilung ermöglichen.

# Porsches Mission E

Porsche ist auf einer Mission – auf „Mission E“, um genau zu sein. Am Rande des E-Performance Workshops auf Sylt präsentierte das Unternehmen seine Strategie für das E-Auto der Zukunft und beruft sich dabei auf eine lange Tradition: Bereits 1900 bestaunten die Besucher der Pariser Weltausstellung den voll-elektrischen Lohner-Porsche, dessen vier Radnabenmotoren von 1,8 Tonnen schweren Bleiakkus gespeist wurden. Das Akkuproblem löste Ferdinand Porsche, indem er wenig später eine Hybridversion mit Verbrennungsmotor vom Kollegen Daimler vorstellte. Die nächsten rund 100 Jahre war vom E-Antrieb nicht mehr viel zu hören.

Das wird sich mit dem Mission E ändern. Ab 2019 soll der vollelektrische Sportwagen aus Zuffenhausen erhältlich sein. Eine Reichweite von mindestens 500 Kilometer soll er ebenso mitbringen wie Schnellladefähigkeit, um ihn in rund 15 Minuten wieder zu 80 Prozent aufzuladen. Aber in der Ladeinfrastruktur liegt das Kernproblem, denn das schnellste E-Auto nützt nichts, wenn man nicht mit einem kurzen Tankstopp von München nach Sylt kommt.

Während E-Pionier Tesla ganz auf das eigene Netz aus Superchargern setzt, verlässt sich Porsche auf Ionity, ein Joint Venture, in dem sich neben dem Volkswagenkonzern auch Daimler, BMW und Ford eingebracht haben. Ionity will schon im Laufe des nächsten Jahres ein europaweites Netz aus 400 Schnellladepunkten knüpfen, dessen Knotenpunkte maximal 120 Kilometer voneinander entfernt sind.

„Im Mission E wird der Fahrer durch das Navi einen Routenvorschlag mit Tankmöglichkeiten erhalten. Der Ladeservice soll dem Kunden den Ladestress vollkommen abnehmen, indem er Ladestationen auf der Route reserviert“, erklärt Dr. Frank Weberbauer, Leiter Mobilitätskonzepte und -infrastruktur bei Porsche. Ionity setzt auf den CCS-Standard und will Ladeströme bis 350 kW ermöglichen. Ebenfalls im Gespräch: Das bequeme Aufladen per Wireless Charging in der heimischen Garage. „Wir gehen davon aus, dass 90 Prozent der Aufladenvorgänge daheim stattfinden werden“, so Weberbauer. Bei einem selten gefahrenen Sportwagen mag das hinkommen.

Zusätzlich zu den von Ionity installierten Ladestationen arbeitet Porsche an einem Konzept für „gebrandete Destination-Charger“ – unter der Marke Porsche geführte Ladestationen an ausgewählten Lokalitäten. In Kooperation mit acht Partnern sollen 2018 insgesamt 14 Ladepunkte entstehen, an denen man seinen Porsche-Hybrid mit bis zu 22 kW laden kann. Bis zur Einführung des Mission E sollen weitere Destination-Charger an ausgewählten Hotels, Golfplätzen oder Skigebieten folgen.

Noch bis Ende des Jahres können Interessenten den derzeitigen Stand der Elektrifizierung bei Porsche persönlich „erfahren“. Im Rahmen der E-Performance-Wochen bietet das Unternehmen auf Sylt kostenlose Probefahrten mit aktuellen Fahrzeugen seiner Hybrid-Flotte an.

(sha@ct.de)

Bei Porsche auf Sylt kann man Fahrzeuge auch außerhalb der E-Performance-Wochen für längere Probefahrten mieten. Unterm neuen Solar-Carport parkt der 918 Spyder Hybrid.



Anzeige

# Schlanke Dauerläufer

**Always Connected PCs:**  
Windows-10-Mobilrechner mit ARM-Chips angekündigt

**Asus und HP bringen Tablets und schlanke Notebooks mit Windows 10 S auf den Markt, die statt AMD- oder Intel-Prozessoren den Smartphone-Chip Qualcomm Snapdragon 835 mit Gigabit-LTE-Modem enthalten.**

**Von Christof Windeck**

**B**is zu 22 Stunden Betriebszeit und mehrere Wochen Standby mit einer Akkufüllung, schnelles Internet unterwegs per Gigabit-LTE, leicht und preiswert: Die neuen Tablets und Notebooks mit Smartphone-Prozessoren nennt Microsoft „Always Connected PCs“. Sie sind für Studenten, Außendienst-Mitarbeiter und andere Windows-Nutzer mit großem Bedürfnis nach Mobilität gedacht. Bisher sind erst zwei konkrete Produkte angekündigt, die Microsoft jedoch als Vorboten einer neuen Gerätegeneration sieht.

Herzstück der neuartigen Windows-10-Mobilrechner ist der Smartphone-Prozessor Qualcomm Snapdragon 835, der auch in vielen High-End-Smartphones

wie dem Samsung Galaxy Note 8 oder dem Google Pixel 2 XL steckt. Der Snapdragon 835 enthält acht 64-Bit-ARM-Kerne, von denen je vier gleichzeitig arbeiten können: Vier schnellere und vier sparsamere. Wichtiger ist aber, dass im Snapdragon 835 ein eingebautes LTE-Cat-16-Modem steckt. Außerdem ist er im Leerlauf extrem sparsam.

Ein Always Connected PC soll wie ein Smartphone sofort aus dem „Modern Standby“ aufwachen und auch im Tiefschlaf erreichbar sein, etwa für E-Mails und andere Push-Nachrichten. Das Konzept erinnert an die glücklosen Windows-RT-Tablets aus dem Jahr 2013 – aber auf den neuen ARM64-Windows-Systemen laufen auch Win32-Programme mit x86-Code. Dafür hat Microsoft einen Emulator eingebaut, den x86-Platzhirsch Intel bereits deutlich kritisiert hat.

Nach vorab entschlüpferten Geekbench-3-Ergebnissen ist die x86-Emulation nicht besonders schnell, der Benchmark liefert ähnliche Werte wie die Intel-Billigprozessoren der Baureihe Celeron N3000. Doch bei wichtigen Office-Anwendungen und Firmen-Software kommt es weniger auf die Geschwindigkeit an als darauf, dass sie

überhaupt laufen. Das soll der Vorteil des Always Connected PC im Vergleich zu einem iPad (Pro), einem Chromebook oder einem Android-Tablet sein.

## Windows 10 S vorinstalliert

Auf den Always Connected PCs ist die abgespeckte Windows-Version 10 S vorinstalliert, die nur Apps aus dem Microsoft Store erlaubt – das soll besonders sicher sein. Wer andere Windows-Programme aufspielen möchte, kann kostenlos auf Windows 10 Pro wechseln. 64-Bit-Windows-Software läuft auch dann nicht: Der Emulator führt nur 32-Bit-x86-Code aus.

Als erstes Gerät dürfte das Notebook Asus NovaGo TP370QL mit 13,3-Zoll-Display und 360-Grad-Scharnier auf den Markt kommen. Der Touchscreen zeigt Full-HD-Auflösung und lässt sich außer mit den Fingern auch mit einem optionalen Stift (Pen) bedienen. Ein Touchpad ist ebenfalls eingebaut. Die Webcam ermöglicht die Anmeldung mit Gesichtserkennung per Windows Hello. Das NovaGo ist knapp 1,5 Zentimeter dick und wiegt 1,4 Kilogramm. Asus plant drei Varianten: mit 4 GByte RAM und 64 GByte UFS-Massen Speicher, mit 6/128 sowie mit 8/256 GByte. Die Preise sollen bei 599, 699 und 799 US-Dollar liegen. Universal Flash Storage (UFS) ist eine schnellere Alternative zu dem in Smartphones und Billig-Notebooks gängigen eMMC-Flash, ähnelt also einer SSD. An externen Schnittstellen gibt es HDMI, USB 3.0 (USB 3.1 Gen 1), eine Audio-Klinkenbuchse und einen Micro-SD-Kartenleser, kombiniert mit einem SIM-Fach. Eine eSIM ist zusätzlich integriert. Im Frühjahr 2018 will HP dann das Envy x2 in Tablet-Bauform bringen.

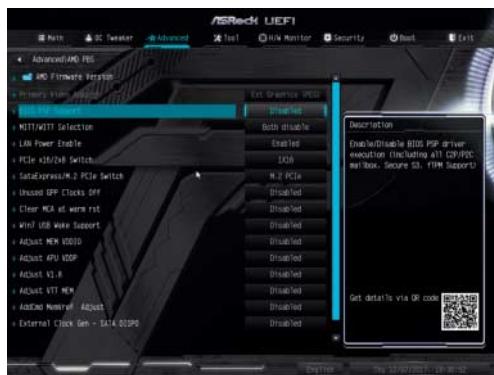
In Deutschland betreibt bisher nur Vodafone einige Gigabit-LTE-Mobilfunkmasten. Diese verwenden LTE Cat 18 – das Cat-16-Modem im Snapdragon 835 kommt dabei höchstens auf 500 MBit/s, in anderen Netzen ist es langsamer. Microsoft plant, bei Mobilfunk-Providern günstige Datentarife für Always Connected PCs auszuhandeln. WLAN haben die Geräte selbstverständlich auch.

AMD und Intel haben bisher keine ähnlich sparsamen und billigen Chips für Always Connected PCs wie Qualcomm. AMD empfiehlt die Kombination von Ryzen-Mobilprozessoren mit LTE-Modems von Qualcomm. Intel hat sogar eigene Gigabit-LTE-Modems wie das XMM 7660, aber sparsame 10-nm-Prozessoren lassen auf sich warten. (ciw@ct.de) **ct**



Asus NovaGo TP370QL mit 13,3-Zoll-Display und Qualcomm Snapdragon 835

# AMD Secure Processor manchmal abschaltbar



Beim Asrock-Mainboard AB350M Pro4 bringt die BIOS-Version 4.10 die Option „BIOS PSP Support“ im BIOS-Setup.

Bei einigen Mainboards für AMD Ryzen ergänzen Updates das BIOS-Setup um die Option „BIOS PSP Support“. PSP steht für Platform Security Processor, den AMD mittlerweile „AMD Secure Technologie“ nennt. Ein im Prozessor integrierter Mikrocontroller vom Typ ARM Cortex-A5 mit TrustZone realisiert dabei Funktionen wie ein Trusted Platform Module (fTPM 2.0), das Microsoft für Windows-10-PCs mit Windows-Logo fordert.

Zu den Boards mit der neuen BIOS-Version gehörte kurzzeitig das Asrock AB350M Pro4; das BIOS-Update trug die Versionsnummer 4.10, ist aber von der Support-Webseite wieder verschwunden. Was das Abschalten des „BIOS PSP Support“ bewirkt, ist weitgehend unklar, weil AMD den Funktionsumfang des PSP ebenso wenig öffentlich dokumentiert wie Intel den der Management Engine.

Der Hilfetext im BIOS-Setup des AB350M Pro4 erklärt nur, dass das fTPM dann nicht mehr funktioniert. Im Text ist aber auch die Rede von „C2P/P2C Mailbox, Secure S3“. Für diese Begriffe kennen wir keine Dokumentation.

Das Asrock AB350M Pro4 kam in unserem Ryzen-3-Bauvorschlag aus c't 26/2017 (Seite 80) zum Einsatz; es arbeitet mit BIOS-Version 4.10 problemlos. Auf Reddit berichten aber Besitzer des AB350M Pro4 über Probleme nach dem BIOS-Update.  
(ciw@ct.de)

## Hardware-Notizen

Der lediglich fünf Zentimeter flache Prozessorkühler Raijintek Juno-X passt auf die gängigen CPU-Fassungen AM4 und LGA1151. Der von RGB-LEDs beleuchtete 92-mm-Lüfter mit 4-Pin-Anschluss arbeitet mit einer Drehzahl von 1200 bis 2500 U/min. Der Kühler für Prozessoren mit bis zu 70 Watt TDP kostet 11 Euro.

AMDs neue Grafiktreiber-Generation „Adrenalin Edition“ erlaubt das Auslesen von Hardware-Infos und FPS über Smartphones, bietet das über Spiele geblendet Einstellungsmenü Radeon Overlay, integriert Chat in ReLive-Streams und erweitert die Funktionen Enhanced Sync, Wattman und Radeon Chill.

# Nvidia Titan V: Höchstleistung für 3100 Euro

Mitte Dezember hat Nvidia eine neue Variante seiner High-End-Grafikkartenserie Titan aus dem Hut gezaubert: die Titan V. Das V steht dabei für die im Mai 2017 vorgestellte Volta-Architektur – Volta-Grafikchips gab es bisher nur auf teuren Server-Rechenkarten (Tesla V100). Die Titan V ist in erster Linie für Render- und KI-Berechnungen gedacht, eignet sich aber auch zum Spielen. Allerdings werden wohl nur vergleichsweise wenige Spieler tatsächlich die geforderten 3100 Euro ausgeben wollen.

Die aus 21 Milliarden Transistoren bestehende GV100-GPU enthält 80 Streaming-Multiprozessoren mit insgesamt 5120 Shader-Rechenkernen auf einer Chipfläche von 815 mm<sup>2</sup>. Die Kerne laufen mit 1200 MHz und dürfen sich – sofern GPU-Temperatur und Leistungsaufnahme unter festgelegten Grenzwerten bleiben – unter Last auf bis zu 1455 MHz beschleunigen. Damit führt die Titan V theoretisch bis zu 14,9 Billionen Gleitkommaoperationen pro Sekunde (TFlops) bei einfacher Genauigkeit durch – rund 30 Prozent mehr als Nvidias bisheriges Consumer-Spitzenmodell GeForce GTX 1080 Ti.

Neben den herkömmlichen Shader-Kernen enthält die GPU noch 640 Spezialkerne für KI-Berechnungen, die beim Training und Inferencing neuronaler Netze eine Rechenleistung von bis zu 110 TFlops erreichen sollen, allerdings nur eingeschränkt programmierbar sind. Im Vergleich zur Tesla V100 setzt Nvidia bei der Titan V 12 statt 16 GByte HBM2-Speicher ein, der mit „nur“ 3072 statt 4096 Datenleitungen angebunden ist und somit 653 GByte/s statt 900 GByte/s erreicht.

Die Titan V nimmt wie die GeForce GTX 1080 Ti bis zu 250 Watt elektrische Leistung auf; Nvidia empfiehlt zum Betrieb ein 600-Watt-Netzteil mit je einem sechs- und achtpoligen PCIe-Stecker.  
(mfi@ct.de)



Bild: Nvidia  
Die Titan V ist die erste Grafikkarte mit Volta-100-Grafikchip. Bisher gab es damit nur Rechenkarten ohne Grafikausgänge.

# Wieder USB-Nepp

## Gefälschte USB-Sticks mit „2TB“ auf dem Amazon-Marktplatz

**Mangelhafte Kontrollen machen es unseriösen Händlern leicht, Käufer auf dem Amazon Marketplace abzuzocken. Bis vor Kurzem gab es dort USB-Sticks mit angeblich 2 Terabyte für unter 40 Euro.**

**Von Christof Windeck**

Gefälschte USB-Sticks sowie SD- und MicroSD-Speicherkarten plagen den IT-Handel seit mehr als einer Dekade. Trotzdem fallen arglose Käufer darauf herein, wie die vor einigen Wochen von mehreren Händlern auf dem Amazon-Marktplatz angebotenen USB-Sticks mit „2TB“ Kapazität zu Preisen unter 40 Euro belegen. Unzureichende Kontrollen und schlechte Kennzeichnung des „Amazon Marketplace“ leistet dem Nepp Vorschub. Viele Käufer verstehen nicht, dass sie auf dem Amazon-Marktplatz einen Kaufvertrag mit einer unbekannten Firma irgendwo auf der Welt schließen statt mit Amazon selbst.

Wir haben einen solchen Stick bestellt, er entpuppte sich erwartungsgemäß als Fälschung: Nach unserem Wissen ist

es bislang technisch und wirtschaftlich unmöglich, USB-Sticks in der angebotenen Bauform für unter etwa 500 Euro mit 2 Terabyte Flash-Speicher zu bestücken. Die billigsten 2-TByte-SSDs kosten 500 Euro, der einzige uns bekannte USB-Stick mit 2 TByte rund 1300 Euro (Kingston DataTraveller Ultimate GT 2TB). Letzterer ist auch deutlich größer als die „2TB“-Offerren bei Amazon, weil sonst die für 2 TByte nötigen Flash-Chips schlachtweg nicht hineinpassen. Das Flash-Medium mit der aktuell höchsten Packungsdichte ist die MicroSD-Karte mit 400 GByte von SanDisk, die 200 Euro kostet.

Für Fälschungen spricht auch, dass die Mehrzahl der verdächtigen Sticks wenige Tage nach einer Meldung zum Thema auf heise online von der Amazon-Webseite verschwunden waren. Verdächtig ist ebenso, dass einige Händler ihre USB-Sticks in Varianten mit „2TB“, „1TB“ und „128GB“ zu gleichen Preisen verkauften.

### Nepp enttarnen

Die Windows-Software H2testw sowie F3 für macOS und Linux enttarnen defekte oder gefälschte Massenspeicher: Sie beschreiben das komplette Speichermedium und überprüfen die Daten anschließend. Bei typischen 2TB-Fälschungen kann das allerdings mehr als 30 Stunden lang dauern: Wohl nicht ohne Hintergedanken haben sie durchweg noch eine veraltete USB-2.0-Schnittstelle mit Schreibgeschwindigkeiten deutlich unter 10 MByte/s. Die Sticks sind auch stets FAT32-formatiert, weil die Firmware dabei leicht mehr Kapazität vorspiegeln kann. Bei den 2015 vor uns getesteten USB-Sticks und MicroSD-Karten waren es tatsächlich jeweils bloß 8 GByte. Schreibt man mehr als 8 GByte Daten auf eine solche Produktfälschung, überschreibt der Controller die zuerst geschriebenen Daten. Es gehen also Daten verloren. Das nehmen die Fälscher in Kauf, sodass sich vermeintlich 2 TByte auf den Stick schreiben lassen.



Unser Testmuster der Marke YC vom Händler QUKE enthält statt 2 TByte tatsächlich nur 10 GByte Flash-Speicher.

### Neuer Nepp

Laut H2testw steckten in unserer Fälschung 10,1 GByte funktionierender Flash-Speicher; ein echter 16-GByte-Stick kostet derzeit rund 6 Euro. Bei 28 bis 32 Euro Aufschlag pro gefälschtem Stick lohnt sich das Geschäft. Es ist zu befürchten, dass auch manche angeblichen 128-GByte-Sticks viel weniger Flash-Speicher enthalten. Grundsätzlich sollte man beim Einkauf auf seriöse Händler achten und nur Flash-Speichermedien kaufen, zu denen man auf der Hersteller-Webseite klare Spezifikationen findet.

Amazon-Kunden wurden in den vergangenen Jahren immer wieder Fälschungen geliefert, siehe ct.de/yqnd. Der Schuhhersteller Birkenstock beliefert Amazon nicht mehr, weil er seine Produkte dort unzureichend vor Plagiaten und minderwertigen Imitaten geschützt sieht. Solche blendete die Funktion „Kunden, die diesen Artikel angesehen haben, haben auch angesehen“ bei den 2-TByte-Sticks automatisch ein – aber diese Technik nennt Amazon nicht „Produktempfehlung“. Peinlich auch: Während sich die Cloud-Sparte Amazon AWS Künstliche Intelligenz (KI) auf die Fahnen schreibt, ist das Unternehmen anscheinend nicht in der Lage, die beiden Kriterien „2 Terabyte Flash“ und „40 Euro“ sinnvoll miteinander zu verknüpfen.

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

### Literatur

[1] Christof Windeck, Flash-Nepp, Gefälschte USB-Sticks und Speicherkarten bei Aliexpress und eBay, c't 11/2015, S. 32

**Testsoftware H2testw:** [ct.de/yqnd](http://ct.de/yqnd)



Der bislang einzige echte 2-TByte-Stick von Kingston ist ziemlich dick, damit die vielen Flash-Chips überhaupt hineinpassen.

Anzeige

## 14-TByte-Festplatte mit neun Scheiben

Dank Helium-Füllung und neun Scheiben erreicht die Toshiba MG07ACA eine Kapazität von 14 TByte.



Kapazitätswachstum durch höhere Scheibenanzahl: Toshiba packt in seine Server-Festplatte MG07ACA neun Scheiben mit jeweils rund 1,5 TByte hinein, die Gesamtkapazität addiert sich damit auf 14 TByte. Dabei nutzt Toshiba konventionelle PMR-Aufzeichnung (Perpendicular Magnetic Recording). Auch HGST hat bereits eine 14-TByte-Festplatte im Angebot; die höhere Kapazität erreicht HGST jedoch nur mit platzsparender SMR-Technik – Shingled Magnetic Recording ist beim Wiederbeschreiben etwas langsamer.

Wie alle großen Festplatten ist auch die MG07ACA mit Helium gefüllt. Sie dreht mit  $7200 \text{ min}^{-1}$ , hat 256 MByte DRAM-Cache und ein Workload-Rating von 550 TByte pro Jahr. Die SATA-Festplatte ist mit 2,5 Millionen Stunden MTTF spezifiziert und mit 512e- sowie 4Kn-Sektoren erhältlich. Konkrete Angaben zur Leistungsaufnahme macht Toshiba nicht, die Platte soll jedoch – bezogen auf die Leistungsaufnahme pro TByte – 50 Prozent weniger Strom benötigen als eine luftgefüllte Platte mit 10 TByte.

Die MG07ACA soll auch mit acht Scheiben und einer Kapazität von 12 TByte erhältlich sein. Erste Muster hat Toshiba nach eigenen Angaben bereits an Pilotkunden ausgeliefert, zu Preisen und einem Termin für den allgemeinen Marktstart gibt es noch keine Informationen. (//@ct.de)

## Toshiba & Western Digital legen Streit bei

Der monatelange Streit zwischen Toshiba und Flash-Kooperationspartner Western Digital ist beigelegt, die laufenden Verfahren werden eingestellt. Die Einigung sieht vor, dass WD sich nicht mehr gegen den Verkauf von Toshibas Anteilen am Gemeinschaftsunternehmen an die Investorengruppe K.K.Pangea sträubt; die Unternehmen haben zudem einen gegenseitigen Schutz ihrer Vermögenswerte und der vertraulichen Informationen vereinbart – WD hatte vor allem wegen der Beteiligung von Seagate und SK Hynix Bedenken gegen den Verkauf. Western Digital beteiligt sich zudem am Aufbau einer weiteren Flash-Fabrik; diese wollte Toshiba ursprünglich allein betreiben. (//@ct.de)

## Microsoft Azure mit AMD Epyc

Microsoft erweitert seine Azure-Cloud um eine für NoSQL-Datenbanken optimierte Version: Im Project Olympus kommen zwei AMD-Serverprozessoren Epyc 7551 mit jeweils 32 Kernen zum Einsatz. Microsoft hebt hervor, dass sie sich vor allem für Storage-intensive Anwendungen eignen sollen, da die PCIe-SSDs besonders leistungsfähig angebunden sind.

Die Server der L-Serie sind in unterschiedlichen Instanzen buchbar: L8s, L16s, L32s und L64s enthalten 8 bis 64 vCPUs, 64 bis 512 GByte RAM und 1 bis 8 NVMe-SSDs mit je 1,9 TByte. (//@ct.de)

## IBM bringt Power9-Server mit PCIe 4.0 und Tesla

Am 22. Dezember will IBM die ersten Server mit Power9-Prozessoren ausliefern. Das Power System AC922 bietet mit PCIe 4.0 und NVLink 2.0 vor allem hohe Transferraten für Beschleunigerkarten. Bis zu vier Nvidia Tesla V100 passen hinein und IBM stellt das Trendthema KI in den Vordergrund.

Die NVLink-2.0-Slots für die Teslas liefern fast die zehnfache Datenübertragungsrate von PCIe 3.0. IBM verspricht dadurch eine Beschleunigung um den Faktor 3,8 beim hausigenen Benchmark zum Trainieren neuronaler Netze. Für Erweiterungen gibt es außerdem vier PCIe-4.0-Slots, drei davon sind „CAPI enabled“.

Die zwei Power9-Prozessoren enthalten jeweils entweder 16 Kerne mit 2,6 GHz Taktfrequenz oder 20 mit 2 GHz. Sie binden in je acht Fassungen bis zu 1 TByte DDR4-SDRAM an ( $16 \times 64 \text{ GByte}$ ). Für Massenspeicher stehen zwei Einschübe im Small-Form-Factor bereit. Optional bestückt IBM die Server mit PCIe-3.0-Adaptoren Connect-X für EDR-InfiniBand (100 GBit/s) und 100-Gbit-Converged-Ethernet, die Mellanox im Rahmen der OpenPOWER-Initiative beisteuert. Zunächst wird das Power System AC922 ausschließlich mit Red Hat Enterprise Linux (RHEL) in Version 7.4 ausgeliefert. (//@ct.de)



IBM Power System AC922: vielfältig erweiterbar durch PCIe 4.0 und NVLink 2.0

# Mikrocontroller-IoT-Betriebssystem



**Das rund 50 Euro teure STM32L4 Discovery Kit lässt sich mit Amazon FreeRTOS leicht mit dem Cloud-Dienst AWS IoT Core verbinden.**

Amazon stellt das kostenlose Real-Time OS FreeRTOS mit der Kernel-Version 10 bereit und will den Einsatz dieses Echtzeit-Betriebssystems auf Mikrocontrollern mit Cloud-Anbindung erleichtern. Dazu gibt es einerseits die mit einem kostenlosen AWS-Account nutzbare „Amazon FreeRTOS Console“, die ein Paket aus Software-Bibliotheken schnürt, das zum jeweiligen Anwendungsfall sowie zur Hardwareplattform passt. Andererseits liefern vier Kooperationspartner abgestimmte IoT-Entwicklerboards: Microchip (PIC32MZ EF), NXP (LPC54018), STMicro (STM32L4) und TI (SimpleLink Wi-Fi C3220SF). Alle Boards kommen mit WLAN-Adapter, das von ST hat zusätzlich Bluetooth und ein programmierbares 868-MHz-Modul.

Für vernetzte FreeRTOS-Geräte verspricht Amazon sicher verschlüsselte Kommunikation und Authentifizierung. Die IoT-Produkte kommunizieren direkt mit AWS IoT Core in der Cloud oder über lokale Greengrass-Core-Gateways. Letztere stellen AWS-Lambda-Dienste auch lokal bereit.

Für FreeRTOS gibt es außer Eclipse auch kommerzielle Programmier-Tools. So offeriert etwa Segger für seine IDE Embedded Studio ein Plug-in, das die vier Developer-Boards unterstützt. Die kürzlich von ST gekaufte Firma Atollic hat TrueStudio im Angebot, zudem gibt es OpenSTM32 Workbench.

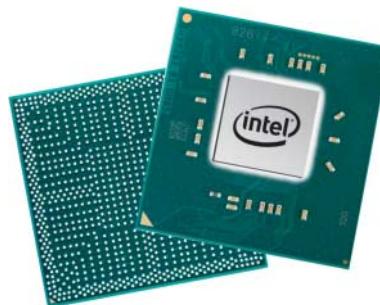
Richard Barry, der FreeRTOS seit 2003 entwickelt, hatte 2016 bei Amazon angeheuert. (ciw@ct.de)

# Pentium Silver J/N5000 und Celeron J/N4000

Intel hat die System-on-Chip-(SoC-)Prozessoren Pentium Silver J5005, N5000, Celeron J4105, N4100, J4005 und N4000 angekündigt. Diese „Gemini Lake“-Chips lösen die vor etwa einem Jahr eingeführten „Apollo Lakes“ ab, also Pentium J/N4200 und Celeron J/N3400. Genau wie bisher sind die N-Typen mit 6 Watt spezifiziert und die J-Typen mit 10 Watt TDP. Mit einer sogenannten „Scenario Design Power“ (SDP) von 4,8 Watt eignen sich die N-Chips etwas besser für lüfterlose Billig-Notebooks und Embedded Systems als die J-Chips.

Die Neulinge entstammen weiterhin der 14-Nanometer-Fertigung, aber die verbesserte Mikroarchitektur namens Goldmont+ soll zusammen mit dem gemeinsamen Cache von 4 MByte die Performance etwas steigern; auch die maximalen Taktfrequenzen liegen etwas höher. Ein WLAN-Controller ist eingebaut; mit dem „Companion RF Module“ (CRF) Wireless-AC 9560 erreicht er Transferraten bis zu 1,73 GBit/s.

Die integrierten Video-Decoder sollen HEVC-Videos mit 10 Bit Farbtiefe pro Kanal verarbeiten; HDR-Tauglichkeit verspricht Intel aber nicht. Ein Datenblatt lag bis Redaktionsschluss noch nicht vor; so bleibt offen, ob die Gemini Lakes nun tatsächlich HDMI 2.0 direkt ansteuern oder ob wie bisher ein LSPCon-Chip nötig ist, der DisplayPort 1.2 in HDMI 2.0 verwandelt. Geräte mit Gemini-Lake-SoCs kommen erst 2018, darunter die Mini-PC-Barebones NUC7CJYH und NUC7PJYH „June Canyon“ von Intel sowie Mini-ITX- und Mini-STX-Mainboards von Fujitsu mit je zwei DisplayPorts. (ciw@ct.de)



Mini-PCs, Notebooks und Embedded Systems mit den „Gemini Lake“-Chips Pentium Silver J/N5000 und Celeron J/N4000 kommen 2018.

Anzeige

# Update-Störung in Windows 7

Anfang Dezember hat Microsoft einige Windows-7-PCs von Windows Update ausgesperrt. Windows Update meldete den Fehler 80248015, was auf ein Datumsproblem hindeutet. Microsoft vergaß wohl, ein Zertifikat zu erneuern – es lief am 3. Dezember ab. Betroffen waren offenbar nur PCs, die an „Microsoft Update“ teilnehmen, um auch Updates für Microsoft-Produkte wie Silverlight, Defender & Co. zu bekommen.

Das Entfernen des Häkchens vor „Updates für Microsoft-Produkte (...) suchen“ in den Update-Einstellungen schafft deswegen Abhilfe; manche Anwender können „Microsoft Update“ nun aber nicht wieder aktivieren, weil die Schaltflächen dafür fehlen. Ein gängiger Trick, um es trotzdem wieder zu aktivieren, ist das manuelle Herunterladen und Installieren von Microsoft Silverlight – damit das auf dem aktuellen Stand bleibt, aktiviert die Setup-Routine Microsoft Update gleich mit.

Inzwischen hat Microsoft das fragliche Zertifikat erneuert, sodass es nun bis Mitte 2025 gültig ist. (jss@ct.de)

# Classic Shell wird Open Source



Für viele Nutzer von Windows 8.1 und 10 ist Classic Shell ein treuer Begleiter.

Release-Zyklus von Windows 10: Mit jeder neuen Version laufe irgendwas nicht mehr wie vorher und klassische Win32-Programmiertricks funktionieren immer schlechter. Beltchev ruft die Community auf, die Classic Shell weiterzuentwickeln; das Forum soll noch bis Ende 2018 online bleiben. (jss@ct.de)

**Classic-Shell-Quellcode und Forumsbeitrag:** [ct.de/yw8u](http://ct.de/yw8u)

# Versionsüberblick für Insider

FLIGHT HUB						
Welcome to Flight Hub. This is a prototype "dashboard" for Windows Insiders to quickly identify the latest Insider Preview releases for PC, Server, IoT, and SDKs as well as ISO images. You can send feedback directly via email <a href="#">here</a> .						
Next Feature Update for Windows 10 (RS5)						
Build:	Fast:	Slow:	Server:	IoT:	ISO:	SDK:
Build 17046	11/22/2017		12/5/2017			12/5/2017
Build 17040	11/16/2017					11/21/2017
Build 17035	11/8/2017		11/15/2017	11/15/2017		11/15/2017
Build 17024	10/25/2017	11/1/2017			11/15/2017	11/1/2017
Build 17017	10/13/2017					
Build 17004	9/27/2017*					
Build 16362	9/13/2017*					
Build 16351	8/31/2017*					

Im Flight Hub bekommen Insider eine Übersicht über alle Windows-Vorabversionen.

Wer viel mit Windows-Vorabversionen aus dem Betatestprogramm „Windows Insider“ hantiert, freut sich mitunter über eine Übersicht der jeweiligen aktuellen und früheren Builds in Fast Ring, Slow Ring, für Server und so weiter. Neben den einen oder anderen Webseiten von Fans gibt es nun auch von Microsoft eine solche Übersicht. Unter aka.ms/flighthub pflegt Microsoft-Manager Brandon LeBlanc eine Tabelle mit den bisherigen Release-Terminen neuer Vorabversionen. Dort finden sich auch Links zum Windows-Blog mit den jeweiligen Ankündigungen inklusive Feature- und Bug-Listen aller neuen Ausgaben. (jss@ct.de)

# Windows 8.1 erreicht Support-Halbzeit

Den Zeitraum, in dem Windows-Systeme mit Updates versorgt werden, gliedert Microsoft in zwei Abschnitte. Der erste ist die rund fünfjährige Phase des „grundlegenden Supports“, in dem sich der Hersteller nicht nur Sicherheitslücken, sondern auch anderer, nicht sicherheitskritischer Probleme annimmt. Die zweite Phase schließt sich daran an, heißt „erweiterter Support“ und dauert ebenfalls rund fünf Jahre. In diesem Zeitraum garantiert Microsoft nur noch das Schließen von Sicherheitslücken.

Windows 8.1 ist nun am Ende der ersten Phase angekommen. Mit dem Patchday am 9. Januar 2018 will sich Microsoft zum letzten Mal um Probleme kümmern, die keine Auswirkungen auf die Sicherheit haben. Für Anwender ist das aber kein zwingender Grund umzusteigen: Wirklich wichtig sind nur die Sicherheits-Updates, und die garantiert Microsoft noch bis Januar 2023.

Die Halbzeit von Windows 8.1 erinnert allerdings an ein Support-Ende, das deutlich näher liegt und wohl wesentlich mehr Nutzer betreffen wird. Windows 7 ist nach wie vor die verbreitetste Windows-Version, fällt aber schon in zwei Jahren aus dem zweiten Support-Zeitraum – im Januar 2020. (jss@ct.de)

# CrossOver 17: Support für MS Office 2016

Codeweavers hat eine neue Version seines Windows-API-Nachbaus CrossOver veröffentlicht. Version 17.0 der Software erweitert erneut die Liste der Windows-Anwendungen, die damit auch unter Linux und macOS laufen. Jetzt zählen auch Microsoft Office 2016, Quicken 2017 und das Online-Spiel „League of Legends“ dazu.

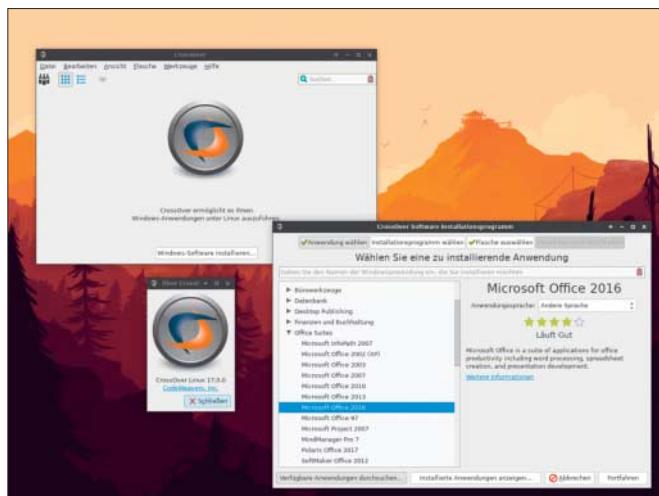
CrossOver nutzt den Code des Open-Source-Projekts Wine, das Windows-APIs für Linux und macOS nachbildet. Allerdings tragen die CrossOver-Entwickler bei Codeweavers auch selbst Code zum Wine-Projekt bei. Im Unterschied zu Wine bietet CrossOver eine eigene grafische Oberfläche, eigene Konfigurationen und mehr Komfort bei der Installation mit CrossTie.

CrossOver 17.0 korrigiert außerdem einige Fehler. Die Spiele Everquest und Everquest 2 sollen jetzt ebenso wie die Registrierung von Microsoft Office 2010 funktionieren. Verbessert wurde auch die Unterstützung von Microsoft Office 2013. Außerdem sollen viele Windows-Anwendungen auf hochauflösenden Displays besser aussehen.

Eine Datenbank auf der Codeweavers-Website listet nicht nur kompatible Anwendungen auf, sondern auch, wie gut sie laufen oder ob mit Einschränkungen zu rechnen ist. Ein Link auf der Website startet bei Bedarf die Installation eines Programms direkt mit CrossOver. Die neue Version CrossOver 17.0 für Linux und macOS ist auf der Codeweavers-Website erhältlich.

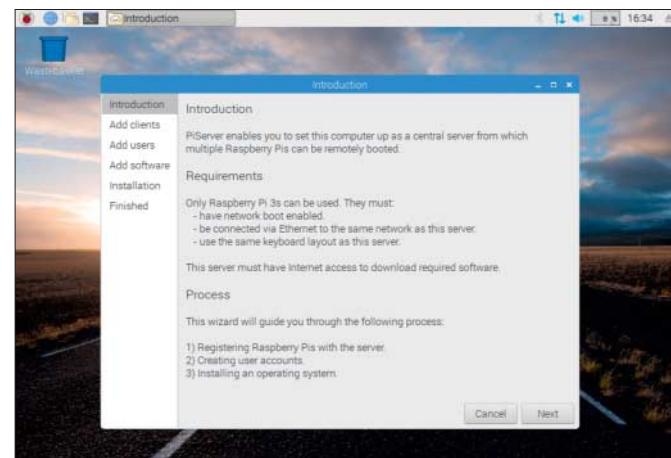
Die Software lässt sich 14 Tage lang kostenlos ohne Funktionseinschränkung testen. Daher kann man vor dem Kauf in Ruhe ausprobieren, ob die gewünschte Windows-Software damit funktioniert. Erwirbt man eine Lizenz, kann man die Testversion anschließend ohne Neuinstallation weiternutzen. Die günstigste Lizenz kostet 38 Euro; sollen auch Support und Updates dabei sein, werden mindestens 59 Euro fällig.

(lmd@ct.de)



Auch Microsoft Office 2016 lässt sich mit CrossOver unter Linux nutzen. Die Liste der unterstützten Anwendungen ist mittlerweile beachtlich lang.

# Raspbian Stretch für x86



Raspberry Pi Desktop für x86 bringt ein Tool mit, das einen Server für mehrere Raspi-Clients im Netzwerk stellen kann.

Bereits im August wurde Raspberry Pi Desktop auf Debian Stretch 9 aktualisiert. Jetzt ist auch die x86-Variante für PC und Mac auf diesen Stand gebracht worden. Das Betriebssystem für x86-Rechner entspricht fast vollständig seinem Pendant für den Raspberry Pi, allerdings fehlen einige Programme wie Mathematica. Der Desktop ist jedoch derselbe und basiert auf LXDE.

Beide Varianten des Betriebssystems enthalten daher die Änderungen des Dateimanagers PCManFM, der dem LXDE-Projekt entliehen ist. Entrümpelte Menüs und einige andere Veränderungen sollen hier ab sofort weniger Verwirrung stiften. Bei Bedarf lässt sich die vereinfachte Oberfläche in den Einstellungen aber deaktivieren.

Für den Einsatz auf Notebooks bringt die Bildschirmleiste nun ein Applet mit, das den Akkuladestand zeigt. Neu mit dabei ist PiServer, ein Programm, mit dem sich auf dem PC ein Raspbian aufsetzen lässt, das mehrere Pi-Clients im Netzwerk gemeinsam nutzen können. Die Anwendung ist zum Beispiel für Schulen gedacht. Ist am PC ein Pi Zero angeschlossen, kann dieser mithilfe eines weiteren neuen Programms dessen GPIO-Pins in Scratch- oder Python-Programmen nutzen.

Raspberry Pi Desktop ist auf der Website der Raspberry Pi Foundation als installierbares Live-Image erhältlich. (lmd@ct.de)

## Linux-Notizen

Mit Bodhi Linux 4.4.0 liefert das Projekt ein aktualisiertes Image seiner Linux-Distribution. Als grafische Oberfläche kommt wieder der Enlightenment-Fork Moksha Desktop zum Einsatz, die Enlightenment-Bibliotheken (EFL) sind jetzt in Version 1.19.1 dabei. Der Linux-Kernel steht jetzt bei Version 4.13. Als Basis dienen die Pakete von Ubuntu 16.04.

Die HDR-Fotobearbeitung Photomatix ist nun auch in deutscher Sprache verfügbar. Das Programm kombiniert Belichtungsreihen oder mehrere Fotos zu besser ausgeleuchteten Bildern. Stilvorlagen sorgen dabei bei Bedarf für schnelle Ergebnisse.

# All-in-One-Workstation iMac Pro



Der iMac Pro hat ein 27-Zoll-Display mit 5K-Auflösung, eine Xeon-W-CPU mit 8 bis 18 Kernen und 32 bis 128 GByte ECC-RAM.

Apple will ab Januar 2018 seine All-in-One-Workstation iMac Pro mit 27-Zoll-Retina-Display, Xeon-W-CPU sowie 32 bis 128 GByte Speicher ausliefern. Je nach Ausstattung kostet die Workstation knapp 5500 bis 15.500 Euro; Vorbestellungen nimmt Apple seit Mitte Dezember an. Damit bringt Apple vier Jahre nach dem Mac Pro ein neues Modell für den Profi-Markt.

Das 16:9-Display im iMac Pro hat eine Auflösung von 5120 × 2880 Pixeln. Die Bilder liefert der Grafikchip AMD Radeon Vega 56, der 8 GByte HBM2-Speicher nutzt. Über vier Thunderbolt-3-Buchsen lassen sich vier externe 4K-Displays oder zwei 5K-Displays anschließen. Für 720 Euro Aufpreis gibt es eine Radeon Vega 64 mit 16 GByte.

Der Intel Xeon W entspricht bis auf den ECC-Speichercontroller dem High-End-PC-Prozessor Core X. Der 10-Kerner kostet 960 Euro Aufpreis, für die 14- und 18-Kerner will Apple 1920 respektive 2880 Euro zusätzlich. Die standardmäßige SSD fasst 1 TByte; für 2 oder 4 TByte sind Aufpreise von 960 oder 3360 Euro fällig.

In der Grundausstattung sind 32 GByte DDR4-2666-RAM mit Error Correction Code (ECC) als Schutz vor den häufigsten Bitfehlern an Bord. Die Ausbaustufen 64 und 128 GByte kosten 960 beziehungsweise 2880 Euro Aufpreis.

Tastatur und Maus legt Apple im passenden Design bei. An externen Schnittstellen sind neben Thunderbolt 3 ein 10-Gigabit-Ethernet-Port mit NBase-T (also 2,5 und 5 GE), WLAN, ein SDXC-Kartenleser sowie vier USB-3.0-Ports integriert. Die Kamera hat Full-HD-Auflösung und es gibt vier Mikrofone und zwei Lautsprecher.

Ein neuer Sicherheits-Chip namens Apple T2 sichert den Bootvorgang ab und verschlüsselt Daten auf der internen SSD. Apple betont, dass dem iMac Pro noch ein neuer Mac Pro folgen soll. (ciw@ct.de)

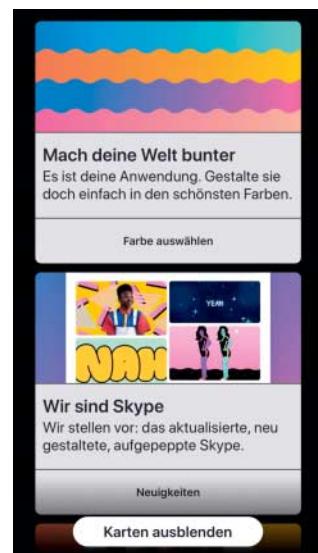
# Kritik wegen Software-Zensur

Nachdem Apple-Chef Tim Cook auf der Internetkonferenz der chinesischen Regierung eine Rede gehalten hat, muss er erneut Kritik für die Aktivitäten seines Unternehmens in China einstecken. Der demokratische Senator Patrick Leahy ermahnte den Konzern erneut, dass „IT-Konzerne wie Apple sowohl die Chance als auch eine moralische Pflicht“ hätten, sich für freie Meinungsäußerung und andere Grundrechte in den Ländern einzusetzen, die diese Rechte routiniert verweigern. Der republikanische Senator Marco Rubio setzte noch eins drauf: Der Konzern wolle den Zugang zum chinesischen Markt „so verzweifelt behalten“, dass er Gesetzen folge, „selbst wenn diese den eigenen Standards zuwiderlaufen.“

Leahy hatte Apple schon wegen des Rauswurfs von VPN-Apps aus dem chinesischen Teil von Apples App Store scharf kritisiert und dem Konzern Zensurbeihilfe vorgeworfen. Der iPhone-Konzern hatte bereits im Dezember 2016 die App der New York Times aus dem chinesischen Store verbannt. Das dürfte aber nur ein Probelauf gewesen sein. Im Sommer 2017 folgte Apple der chinesischen Regierung und tilgte fast 700 VPN-Apps aus dem Store. Im Oktober mussten auch Skype und andere VoIP-Dienste weichen – vermutlich, weil sie die Kommunikation verschlüsseln und so die Kontrolle erschweren.

Cook verteidigt Apples Engagement in China. Es sei besser, weiter auf dem Markt präsent zu bleiben, indem man sich an die lokalen Gesetze hält, auch wenn man damit nicht übereinstimme. Er habe die große Hoffnung und sei sehr optimistisch, dass „manche der Dinge, die zurückgezogen wurden, wieder zurückkehren“, erklärte Cook.

China gehört zu Apples größten Märkten und könnte nach Ansicht von Cook eines Tages sogar größer als der Heimatmarkt USA werden. Derzeit ist China Apples drittgrößter Markt hinter Amerika und Europa. Der Umsatz dort stieg in den drei Monaten des letzten Quartals um 12 Prozent auf 9,8 Milliarden Dollar. (dz@ct.de)



Getilgt aus dem chinesischen App-Store: alle Apps der New York Times, Skype und fast 700 VPN-Apps

Anzeige

# Termine fürs neue Jahr

## Januar

### 9.1. bis 12.1.: CES (Consumer Electronics Show)

Messe für Unterhaltungselektronik, [www.ces.tech](http://www.ces.tech), Las Vegas, USA



### 15.1. bis 17.1.: beyond tellerrand

Konferenz für Web-Entwickler, [beyondtellerrand.com](http://beyondtellerrand.com), München

### 25.1. bis 28.1.: NAMM

Messe für Musiktechnik, [www.namm.org](http://www.namm.org), Anaheim, USA

### 31.1. bis 4.2.: Transmediale

Festival für digitale Kunst und Kultur, [2018.transmediale.de](http://2018.transmediale.de), Berlin

## Februar

### 3.2. bis 4.2.: FOSDEM

Konferenz für Open-Source-Entwickler, [fosdem.org/2018](http://fosdem.org/2018), Brüssel, Belgien

### 20.2. bis 24.2.: didacta

Bildungsmesse, [www.didacta-hannover.de](http://www.didacta-hannover.de), Hannover

### 26.2. bis 1.3.: MWC

Fachmesse rund um Mobilfunk, [www.mobileworldcongress.com](http://www.mobileworldcongress.com), Barcelona, Spanien

### 27.2. bis 1.3.: embedded world

Messe für Embedded-Systeme, [www.embedded-world.de](http://www.embedded-world.de), Nürnberg

## März

### 6.3. bis 7.3.: secIT

Treffpunkt für Security, [sec-it.heise.de](http://sec-it.heise.de), Hannover

### 9.3. bis 17.3.: PyCon

Konferenz für Python-Entwickler, [us.pycon.org](http://us.pycon.org), Cleveland, USA

### 9.3. bis 18.3.: SXSW

Festival für Medien & Technik, [www.sxsw.com](http://www.sxsw.com), Austin, USA

### 10.3. bis 11.3.: Chemnitzer Linux-Tage

Tagung rund um Linux und freie Software, [chemnitzer.linux-tage.de](http://chemnitzer.linux-tage.de), Chemnitz

### 18.3. bis 23.3.: Light + Building

Messe f. Licht u. Gebäudetechnik, [light-building.messefrankfurt.com](http://light-building.messefrankfurt.com), Frankfurt/M.

### 19.3. bis 20.3.: VRDC

Konferenz für Virtual Reality, [www.gdconf.com/vrdc](http://www.gdconf.com/vrdc), San Francisco, USA

### 19.3. bis 23.3.: Game Developers Conference (GDC)

Konferenz für Spieleentwickler, [www.gdconf.com](http://www.gdconf.com), San Francisco, USA

### 26.3. bis 29.3.: GPU Technology Conference

US-Konferenz für Grafik-Hardware, [www.nvidia.com/en-us/gtc](http://www.nvidia.com/en-us/gtc), Silicon Valley

## April

### 7.4. bis 12.4.: NAB Show

Messe für Film- und Rundfunkproduktion, [www.nabshow.com](http://www.nabshow.com), Las Vegas, USA

### 9.4. bis 11.4.: China Hi-Tech Fair

IT-Messe, [www.chtf.com/english](http://www.chtf.com/english), Shenzhen, China

### 11.4. bis 13.4.: Prolight + Sound

Messe für Medientechnik, [pls.messefrankfurt.com](http://pls.messefrankfurt.com), Frankfurt/M.

### 11.4. bis 14.4.: Musikmesse

Messe für Musiktechnik, [musik.messefrankfurt.com](http://musik.messefrankfurt.com), Frankfurt/M.

### 17.4. bis 20.4.: PowerShell Conference Europe

PowerShell-Konferenz, [psconf.eu](http://psconf.eu), Hannover

### 18.4. bis 19.4.: Digital Commerce Day

Fachkonferenz für Handel und Marken, [www.digital-commerce-day.de](http://www.digital-commerce-day.de), Hamburg

### 23.4. bis 27.4.: Hannover Messe

Messe rund um Industrie 4.0, [www.hannovermesse.de](http://www.hannovermesse.de), Hannover

### 24.4. bis 25.4.: Quo Vadis

Konferenz für Spieleentwickler, [qvconf.com](http://qvconf.com), Berlin

### 24.4. bis 27.4.: FMX

Konferenz für Animation, Effekte, Games und VR, [www.fmx.de](http://www.fmx.de), Stuttgart

### 25.4. bis 29.4.: A Maze

Festival für Indie-Spiele, [amaze-berlin.de](http://amaze-berlin.de), Berlin

### 28.4. bis 29.4.: Vintage Computing Festival

Ausstellung und Konferenz für historische Computer, [www.vcfb.de](http://www.vcfb.de), München

### 30. bis 3.5.: AUVSI XPONENTIAL

Konferenz (30.4.) und Messe für Drohnen, [www.xponential.org](http://www.xponential.org), Denver, USA

## Mai

### 1.5. bis 2.5.: f8

Facebooks Entwicklerkonferenz, [www.f8.com](http://www.f8.com), San Jose (Kalifornien), USA

### 2.5. bis 4.5.: re:publica

Konferenz für Netzpolitik und -kultur, [re-publica.com/de](http://re-publica.com/de), Berlin

### 3.5. bis 5.5.: Superbooth

Messe für elektronische Musik, [www.superbooth.com](http://www.superbooth.com), Berlin



### 16.5.: Google I/O

Entwicklerkonferenz von Google, [events.google.com/io](http://events.google.com/io), Mountain View, USA

### 18.5. bis 21.5.: FedCon

Science-Fiction-Convention, [www.fedcon.de/de](http://www.fedcon.de/de), Bonn

### Datum noch nicht bekannt:

### Microsoft Build

Entwicklerkonferenz von Microsoft, [build.microsoft.com](http://build.microsoft.com), Seattle, USA

# Messen und Veranstaltungen mit IT-Bezug

## Juni

### **5.6. bis 7.6.: SambaXP**

Konferenz für Samba-Nutzer und -Entwickler, sambaxp.org, Göttingen

### **5.6. bis 7.6.: FabCon 3.D**

Konferenz und Messe für 3D-Drucktechnik, www.fabcon-germany.com, Erfurt

### **5.6. bis 9.6.: Computex Taipeh**

Messe für Computertechnik, www.computextaipei.com.tw, Taipeh, Taiwan

### **11.6. bis 15.6.: CeBIT**

Messe für Informationstechnik, www.cebit.de, Hannover



### **12.6. bis 14.6.: DockerCon**

Treffen der Docker-Community, 2018.dockercon.com, San Francisco, USA

### **12.6. bis 14.6.: E3**

Messe für Videospiele, e3expo.com, Los Angeles, USA

### **19.6. bis 22.6.: automatica**

Messe für Automation und Robotik, automatica-munich.com, München

### **28.6. bis 30.6.: Summer NAMM**

Messe für Musiktechnik, www.namm.org, Nashville, USA

### **Ohne Datum: Unite Europe**

Unity-Entwicklerkonferenz, unite.unity.com, Amsterdam, Niederlande

## Juli

### **10.7. bis 15.7.: ICML**

Konferenz für Machine Learning, icml.cc, Stockholm, Schweden

### **15.7. bis 19.7.: Microsoft Inspire**

Microsoft Entwicklerkonferenz, partner.microsoft.com/en-in/inspire, Las Vegas, USA

## August

### **4.8. bis 9.8.: Black Hat USA**

IT-Security-Event, www.blackhat.com, Las Vegas, USA

### **19.8. bis 23.8.: devcom**

Konferenz für Spieleentwickler, www.devcom.global, Köln

### **21.8. bis 25.8.: Gamescom**

Messe für Videospiele, www.gamescom.de, Köln

### **31.8. bis 5.9.: Internationale Funkausstellung (IFA)**

Messe für Consumer Electronics, www.ifa-berlin.de, Berlin

## September

### **1.8.: cim (community in motion)**

Treffen für Windows-Experten, MVPs, CTPs, www.cim-lingen.de, Lingen (Ems)

### **6.8. bis 10.8.: Ars Electronica**

Festival für digitale Kunst und Kultur, www.aec.at/festival, Linz, Österreich

### **12.8. bis 13.8.: dmexco**

Fachmesse für digitales Marketing, dmexco.de, Köln

### **13.8. bis 18.8.: IBC**

Messe für Film- und Rundfunkproduktion, show.ibc.org, Amsterdam, Niederlande

### **25.8. bis 28.8.: Security Essen**

Messe für IT-/Gebäudesicherheit, www.security-essen.de, Essen

### **26.8. bis 27.8.: Digility**

Konferenz für Virtual Reality, www.digility.de, Köln

### **26.8. bis 29.8.: photokina**

Messe für Fotografie, www.photokina.de, Köln

## Oktober

### **9.9. bis 11.9.: it-sa**

IT-Security-Messe, www.it-sa.de, Nürnberg

### **13.9. bis 17.9.: Adobe Max**

Adobe-Hausmesse, max.adobe.com, Los Angeles, USA

## 24.9. bis 26.9.: VR Days Europe

Konferenz für Virtual Reality, vrdays.co, Amsterdam, Niederlande

## November

### **5.11. bis 8.11.: Web Summit**

23 Konferenzen rund um Web und Start-ups, www.websummit.com, Lissabon, Portugal

### **13.11. bis 16.11.: electronica**

Messe für Elektronik-Komponenten und -Systeme, electronica.de, München

### **14.11. bis 17.11.: Tonmeistertagung**

Tagung für Musikproduzenten, www.tonmeister.de, Köln

### **22.11. bis 25.11.: Modell & Technik**

Messe rund um Modellbau und Elektronik, www.messe-stuttgart.de/modellundtechnik, Stuttgart

### **26.11. bis 30.11.: reinVENT**

Konferenz für Amazon Web Services, reinvent.awsevents.com, Las Vegas, USA

### **Datum noch nicht bekannt: Paris Games Week**

Messe für Computerspiele, www.parisgamesweek.com, Paris, Frankreich

### **Datum noch nicht bekannt: Ableton Loop**

Kongress für elektronische Musik, loop.ableton.com, Berlin

## Dezember

### **27.12. bis 30.12.: CCC (Chaos Communication Congress)**

Hacker-Treffen des Chaos Computer Clubs, events.ccc.de/congress, Deutschland (Ort noch nicht bekannt)



## 27-Petaflops-Supercomputer in München

Am Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) in Garching baut Lenovo den SuperMUC Next Generation auf. Für den neuen Supercomputer mit 26,7 Petaflops theoretischer Rechenleistung wurde am 14. Dezember der Vertrag unterzeichnet. Das LRZ erwartet 20,4 PFlops Linpack-Rechenleistung, was etwas mehr ist als beim schweizerischen Piz Daint, der mit 19,59 PFlops derzeit auf Platz 3 der Top500-Liste der Superrechner steht. Wenn der SuperMUC-NG in Betrieb geht, wohl rechtzeitig zur übernächsten Top500-Liste im November 2018, dürfte er noch in den Top Ten liegen: Bis dahin sollen die zwei Power9-Systeme Summit und Sierra in den USA mit jeweils über 100 PFlops die bisher führenden chinesischen Systeme Taihu-Light und Tianhe-2 von den Plätzen 1 und 2 verdrängen.

Anders als Summit, Sierra und Piz Daint soll SuperMUC-NG seine Rechenleistung nicht aus Nvidia-Tesla-Karten schöpfen, sondern aus den AVX-512-Einheiten von 12.896 Xeon-SP-Prozessoren mit je 24 Kernen (zusammen 309.504 CPU-Kerne). Die 6448 Cluster-Knoten vom Typ Lenovo ThinkSystem SD 650 DWC laufen unter SuSE Linux Enterprise (HPC Module), Version 12. Intel steuert den Compiler bei. Als paralleles Dateisystem dient IBM Spectrum Scale (GPFS). Die Knoten kommunizieren per Intel Omni Path Architecture (OPA) mit direkter Anbindung in den Xeons. 6304 Rechenknoten sind als sogenannte „Thin Nodes“ mit je 96 GByte RAM ausgestattet, 144 weitere „Fat Nodes“ mit je 768 GByte; das ergibt insgesamt 715 TByte Hauptspeicher.

Genau wie beim bisherigen SuperMUC, der mittlerweile zusammen mit der Ausbaustufe „Phase 2“ insgesamt 5,7 PFlops im Linpack liefert, sind die einzelnen Lenovo-Knoten mit einer Warmwasser-Direktkühlung ausgestattet. Sie soll die Energieeffizienz steigern. Außerdem optimiert SuperMUC-NG bei der Ausführung von Rechenjobs die Effizienz, indem er die Taktfrequenzen der beteiligten Prozessoren anpasst.

SuperMUC-NG wird im Rahmen eines Strategie- und Finanzierungsplanes für das Gauss Centre for Supercomputing (GCS) gemeinsam von Bund und dem Freistaat Bayern je zur Hälfte finanziert. Die Gesamtkosten des Projektes betragen bei einer Laufzeit von 6 Jahren 96 Millionen Euro. (ciw@ct.de)



Der bisherige SuperMUC Phase 1 und Phase 2 leistet 5,7 PFlops im Linpack.

## Apples Forschung am Auto-Projekt



Eines von vielen Apple-Projekten rund um autonomes Fahren: Kamera-bewehrte Fahrzeuge nehmen Messdaten und Fotos auf, um detaillierte 3D-Karten anzulegen, die auch Straßenmarkierungen und Ampeln enthalten.

Ruslan „Russ“ Salakhutdinov, Chef der KI-Abteilung bei Apple, hat Anfang Dezember auf der Fachkonferenz „Neural Information Processing Systems“ (NIPS) bislang geheimgehaltene Projekte des Konzerns präsentiert, die sich rund um autonomes Fahren drehen.

Dazu gehört eine Software, die Fußgänger, Autos und die befahrbaren Teile einer Straße anhand von Kamerabildern erkennt. Das System lasse sich nicht durch Regentropfen auf der Objektivlinse irritieren und soll auch die Position von Fußgängern erfassen können, die von parkenden Autos verdeckt sind. Die Autobranche setzt bisher bei der Fußgängererkennung auf Radarsysteme oder auf Kombinationen aus Radar und Stereo-Kameras. Diese Technik hat besonders bei schlechten Sichtverhältnissen wie Sprühregen, Nebel oder hartem Gegenlicht durch eine tief stehende Sonne Vorteile.

Salakhutdinov, nicht zu verwechseln mit dem gleichnamigen russischen Fußballer, hat auf der Tagung außerdem eine jüngst publizierte Forschungsarbeit zur 3D-Objekterkennung per Lidar-Sensoren vorgestellt (Light detection and ranging, eine auf Laserstrahlen basierende Radar-ähnliche Technik). Außerdem ging er auf Methoden zur Erfassung der Umgebung und zur Bestimmung der eigenen Position ein (Simultaneous Localization and Mapping, SLAM).

Bereits auf der NIPS 2016 hatte Salakhutdinov angekündigt, dass sein Forschungsteam „bald Ergebnisse veröffentlichen“ werde. Das ist bemerkenswert, weil Apple eigene Projekte normalerweise bis zur Produktvorstellung geheim zu halten versucht. In diesem Fall musste die Firma offenbar Zugeständnisse machen, weil Spitzenteams im Bereich der künstlichen Intelligenz andernfalls kaum zu gewinnen sind. Salakhutdinov hat seit 2009 mehr als 40 Forschungsbeiträge publiziert und hält parallel eine Professur am Machine Learning Department der Carnegie Mellon University in Pittsburgh. Er arbeitete zuvor unter anderem für Microsoft, Samsung und Google. (dz@ct.de)

# Milliarden-Betrug mit Online-Werbung

Täglich werden mehrere Milliarden Internet-Anzeigen nicht auf den Websites ausgespielt, für die sie gebucht werden. Das ist das Ergebnis einer Studie, für die sich Google mit Werbedienstleistern und Verlagshäusern zusammengetan hat. Allein bei den 16 Verlagen, die sich an der Studie beteiligt haben, entsteht demnach dabei ein Schaden von 3,5 Millionen US-Dollar pro Tag, also etwa 1,28 Milliarden US-Dollar im Jahr.

Ermöglicht wird dieser Werbebetrug insbesondere durch das sogenannte programmatische Advertising. Hierbei werden Werbeausspielungen auf Hochgeschwindigkeitsmarktplätzen gehandelt. Oft verkaufen Website-Betreiber Werbeplätze auf mehreren sogenannten Demand-Side-Plattformen (DSP), die die vorhandenen Werbeplätze dann an Dutzende anderer Werbemarktplätze vermitteln. Durch die Aufsplittung des Marktes fehlt vielen Werbekunden die Übersicht, an wen konkret sie ihre Werbegelder bezahlen.

Betrüger machen sich das zunutze, indem sie vorgeben, im Auftrag bestimmter Websites Werbeplätze zu vermarkten. Wird die betrügerisch angebotene Werbung verkauft, landen die Werbebanner und Videoanzeigen oft auf gefälschten Websites, die dann etwa von Botnetzen abgerufen werden. Durch ausgefeilte Manipulationen wird den Werbetreibenden vorgegaukelt, dass seriöse Anbieter wie

die Financial Times ihre Werbung tatsächlich angezeigt haben.

Insbesondere der Markt für Videoanzeigen ist der Studie zufolge Schauplatz des grassierenden Betrugs: Auf den untersuchten Werbemarktplätzen fanden die Autoren 57 Mal so viele Angebote für Werbeabrufe, als auf den betroffenen Domains tatsächlich ausgespielt werden konnten. Insgesamt wurden nach Angaben von Google täglich im Schnitt 700 Millionen falsche Buchungen für Werbevideos entdeckt.

Die Studienautoren identifizierten 994 Konten auf 24 Online-Marktplätzen, über die gefälschtes Werbeinventar angeboten wurde. Durch Deaktivieren solcher Betrugs-Accounts soll das Marktvolumen in den vergangenen Wochen bereits wesentlich abgenommen haben, was dann sofort zu steigenden Preisen für legitime Werbeausspielungen geführt habe.

Als Abwehrmaßnahme empfiehlt Google die Industrie-Initiative Ads.txt, in der Website-Betreiber mit einer standardisierten Textdatei öffentlich darlegen, mit welchen Werbemarktplätzen sie tatsächlich zusammenarbeiten. Immer mehr Werbeanbieter wie Google und AppNexus implementieren Ads.txt in ihre Verkaufsplattformen, sodass betrügerische Angebote künftig nicht mehr zum Zug kommen sollen.

(Torsten Kleinz/jo@ct.de)

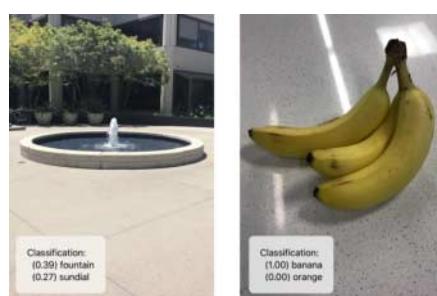
Anzeige

# Apple veröffentlicht KI-Framework

Apple hat Turi Create, sein Framework für Machine Learning, als Open Source veröffentlicht. Entwicklern sollen damit Funktionen wie Objekterkennung und Empfehlungen sehr einfach in ihre Apps einbauen können.

Turi Create unterstützt die Arbeit mit Texten, Bildern, Videos, Audio- und Sensorsdaten und läuft auf macOS, Linux und Windows 10.

Mit Turi Create erzeugte Modelle lassen sich mit Apples Machine-Learning-Framework Core ML unter iOS, macOS, watchOS und tvOS nutzen. (jo@ct.de)



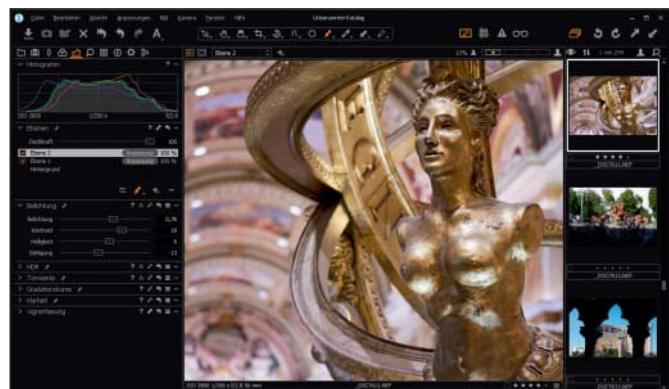
**Der einfache, mit Turi gebaute Bildklassifizierer erkennt die Bananen souverän, beim Brunnen ist er sich nicht so sicher.**

## Capture One 11 arbeitet selektiv

Der Raw-Entwickler Capture One 11 wendet alle Werkzeuge nun auf Ebenen an. Über einen Deckkraft-Regler kann man die Anpassungen jeweils abschwächen oder sie selektiv maskieren. Scharfe Kanten von Masken lassen sich mit einem Regler für den Pixelradius weichzeichnen, um sanfte Übergänge zu schaffen. Der Befehl „Refine Mask“ säubert die Maske.

Bei der Ausgabe als PSD-Datei exportiert Capture One 11 den Beschnittrahmen als Pfad, um nach der Weitergabe an Photoshop auch noch den Bildbeschnitt korrigieren zu können. Mit einem neuen Werkzeug für Annotationen können Nutzer Fotos mit Anmerkungen und Skizzen für die Retusche versehen. Beim PSD-Export gibt das Programm die Notizen als separate Photoshop-Ebene aus. Beim Import prüft Capture One auf Duplikate. Masken zeigt es auf Wunsch nicht nur als rotes Overlay, sondern auch in Graustufen an. Die Werkzeuge Weißabgleich, Farbbebalance und Farbeditor sollen nun für weichere Übergänge zwischen verschiedenen Ebenen sorgen. Außerdem verspricht Phase One Performance-Verbesserungen.

Capture One Pro 11 steht für Windows und macOS zu einem Preis von 332 Euro zur Verfügung. Ein Upgrade kostet 141,61 Euro. Abonnenten zahlen 23,80 Euro pro Monat oder 214,20 Euro fürs ganze Jahr. [\(akr@ct.de\)](mailto:(akr@ct.de))



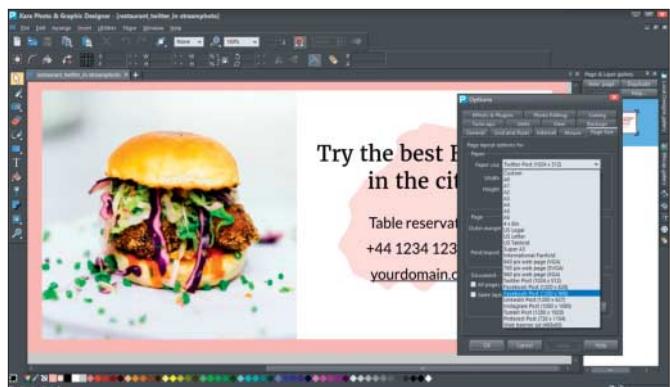
Capture One 11 wendet alle Korrekturen auf Ebenen an. So kann man Bildbereiche selektiv korrigieren.

## TextGrabber für Android

Der Abbyy TextGrabber 2.0 für Android soll Text in Echtzeit erkennen können. Ein Foto aufzunehmen, ist nicht mehr nötig: Man richtet das Smartphone im Aufnahmemodus auf die Quelle und Textgrabber zeigt den digitalisierten Text an. Daraufhin kann dieser kopiert, bearbeitet, übersetzt und weitergegeben werden. Die App erkennt Telefonnummern, E-Mail-Adressen, Straßennamen sowie Termine und verlinkt sie, sodass Android je nach Inhalt Browser, Telefon-App oder Google Maps öffnen kann. Textgrabber steht im Google Play Store für 9,99 Euro zur Verfügung. Eine vergleichbare Version für iOS gibt es bereits.

[\(akr@ct.de\)](mailto:(akr@ct.de))

## Magix Foto & Grafik Designer 15



Der Foto & Grafik Designer 15 bringt Vorlagen für Marketing-Botschaften mit und skaliert sie automatisch für verschiedene soziale Medien.

Der Foto & Grafik Designer 15 von Magix verspricht automatische Skalierung und CMYK-Unterstützung. Nach dem Vorbild von Adobe Spark bringt das Programm Vorlagen für Social-Media-Posts mit. Sie heißen Business, Fashion, Sport, Nature, Restaurant oder Travel. Die Funktion Magic Resize skaliert sie automatisch passend für Facebook, Instagram und andere Kanäle. Nutzer sollen nun auf insgesamt mehr als eine Million Stock-Fotos von Pixabay zugreifen können, die sich kostenlos und kommerziell verwenden lassen. Neben Farbséparation in CMYK unterstützt der Foto & Grafik Designer den Export in den Adobe-Formaten AI, PSD und PDF. Eine 64-Bit-Version und Multikern-Unterstützung versprechen flottes Arbeitstempo. Das Windows-Programm kostet 44,99 Euro. [\(akr@ct.de\)](mailto:(akr@ct.de))

## Noten mit Fingersatz

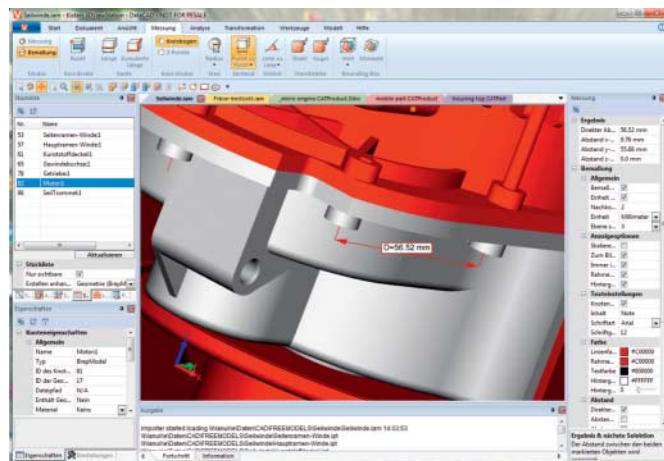
Das Notensatzprogramm Steinberg Dorico 1.2 unterstützt dynamisch verknüpfte Stichnoten, flexible Notation für Percussion und Fingersatz für Klavier sowie andere Instrumente. Stichnoten singt oder spielt man nicht – sie geben in Stimmauszügen einen Hinweis auf Noten anderer Stimmen und somit Orientierung für den nächsten Einsatz. Dorico formatiert solche Noten automatisch und verknüpft sie dynamisch mit der zugrundeliegenden Partitur.

Das Programm notiert Schlagzeug und nichttonale Percussion inklusive indischer Instrumente. Für Klavier-, Keyboard- und Orgelmusik unterstützt es Fingersätze mit stummen Wechseln und eingeklammerten Sätzen zum Halten von Noten. Auch Zugposition der Posaune, Ventilstellung beim Horn und Zeichen für Lagenwechsel auf dem Griffbrett von Streichern sind verfügbar. Dorico kostet 579 Euro. Studenten und Lehrer zahlen 349 Euro, ein Crossgrade von Finale oder Sibelius kostet 299 Euro. [\(akr@ct.de\)](mailto:(akr@ct.de))

## 3DViewStation zeigt und prüft CAD-Dateien

Mit dem Programm 3DViewStation 17.1 können Ingenieure 3D-Modelle ihrer Konstruktionen von allen Seiten betrachten, Animationen von Bewegungsabläufen verfolgen und MultiCAD-DMUs visualisieren. Das sind digitale Zwillinge (DMUs, Digital Mock-ups) von Bauteilen, deren Komponenten mit unterschiedlichen CAD-Paketen entworfen worden sind.

Jetzt kann man mit einer virtuellen Kamera durch das betrachtete Objekt fliegen. Außerdem findet die Software Anzeigeeinstellungen und Metadaten für Komponenten auch dann, wenn sie etwa in einem PLM-System verwaltet werden. Darüber hinaus haben die Entwickler den Umgang mit Koordinatensystemen erleichtert und die Rechenleistung gesteigert: 3DViewStation gibt es nun auch als Multicore-fähige 64-Bit-Anwendung. Die Software kostet 1299 Euro, variable Export-Optionen 399 Euro extra. (hps@ct.de)



3DViewStation kann Koordinatensysteme passend zum Objekt ausrichten und die Koordinaten bestimmter Punkte ermitteln, etwa um Abstände zu berechnen.

## Konverter für CAD-Modelle und Prozessdaten

Mit dem Direktkonverter EX 7.2 von Elysium lassen sich Dokumente von Bauteilen und Baugruppen von einem CAD-Format in ein anderes überführen. Die Anwendung funktioniert als eigenständiges Programm, beim Aufruf per Windows Explorer oder als Plug-in gängiger CAD-Systeme. Laut Hersteller optimiert die Software Inhalte passend für das Zielformat und soll damit bessere Qualität liefern als ein Austausch über herstellerunabhängige Formate wie IGES oder STEP. Außerdem sollen Begleitinformationen etwa zu Fertigungsdaten bei der Umwandlung erhalten bleiben. Laut Distributor Camtex ist der Direktkonverter durch Daimler als geeignetes Werkzeug zertifiziert, um Dateien für Digital Mock-ups, Konfigurationsprüfungen und CAE-Prozesse zu liefern. (hps@ct.de)

## Microsoft GDS nutzt Azure für OPC/UA

Microsoft hat eine kommerzielle, in Azure integrierte Variante seines Global Discovery Server (GDS) samt zugehörigem Client präsentiert. Mit einem GDS können Industriebetriebe ihre vernetzten OPC/UA-Server (Open Platform Communications/Unified Architecture) und deren Kommunikationszertifikate administrieren. OPC/UA-Server dienen zur herstellerübergreifenden Koordination von Maschinen und Sensoren über den Kommunikations-Stack OPC/UA.

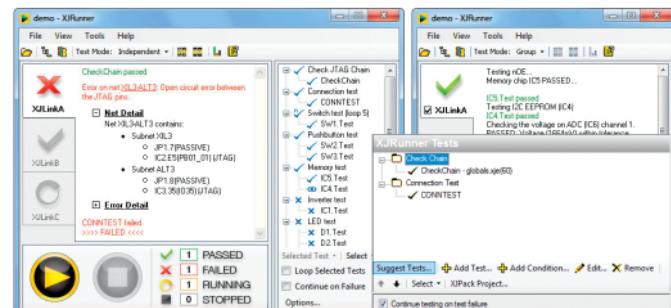
Mit der just als Preview erschienenen Suite Azure IoT Edge und dem GDS lassen sich autonome Geräte im Internet of Things mit Funktionen für Datenanalytik und künstliche Intelligenz ausstatten.

Für die Cloud-Anbindung von Maschinen über OPC/UA 1.04 hat Microsoft die Module OPC Proxy und OPC Publisher herausgebracht, die man als Software-Container vom Docker-Hub herunterladen kann. Den Quellcode dazu und für den generischen GDS hat das Softwarehaus auf GitHub veröffentlicht. (hps@ct.de)

## Schaltungen testen mit XJTAG 3.6

Mit den Entwicklungswerzeugen von XJTAG lassen sich elektronische Schaltungen mit Boundary Scans über die nach IEEE 1149 genormte JTAG-Schnittstelle erproben und programmieren. Für die Version 3.6 haben die Entwickler den Dialog zum Import von Bauteillisten um zusätzliche Datenfelder und Bauteilkategorien erweitert. Testabläufe kann man jetzt automatisch mit dem XJDeveloper festlegen oder auf Hochsprachenniveau mit dem Compiler XJEase programmieren. Der kennt neuerdings Arrays für Variablen vom Typ INT, STRING und FILE. Außerdem erleichtert er die Fehlersuche über den Call Stack, der Informationen zu Unterprogrammaufrufen enthält.

Inhaber eines Support-Vertrags erhalten die neuen Programme gratis. Neukunden können eine kostenlose 30-Tage-Testversion herunterladen und Lizenzpreise bei einem Vertriebspartner erfragen. (Mathias Poets/hps@ct.de)



Testabläufe zur Ausführung in XJRunner lassen sich mit der aktuellen Version von XJDeveloper automatisch erstellen.



Quelle: Google

# Keks reloaded

## Erstes Oreo-Update und Android Go für schwache Hardware

**Rund ein Vierteljahr nach der Einführung von Android 8.0 steht das erste Funktions-Update mit einigen Neuerungen vor der Tür.**

**Von Stefan Porteck**

Google hat bei Android 8.1 vor allem unter der Haube Änderungen vorgenommen und Fehler behoben. So lässt sich auf Pixel-2-Smartphones erstmals der Visual-Core-Coprozessor nutzen. Der Achtkern-Chip soll das Errechnen von HDR-Bildern und Machine-Learning-Anwendungen deutlich beschleunigen. Damit Letzteres direkt auf den Endgeräten klappt, ist das Neuronal Networks API mit an Bord.

Zu den sichtbaren Neuerungen zählt, dass Oreo 8.1 bei öffentlichen Netzwerken nicht nur die Signalstärke des WLAN, sondern auch dessen erwartbare Geschwindigkeit anzeigt. Die vier Stufen von „langsam“ bis „sehr schnell“ geben Auskunft darüber, ob sich das Netzwerk zum Surfen eignet oder man sich das Verbinden gleich sparen kann. Apropos Anzeige: Bei gekoppelten Bluetooth-Geräten wie Kopfhörern blendet Android 8.1 in der Quick-Settings-

Leiste neben dem Verbindungssymbol den Akkustand des Geräts ein. Ach, und ab 8.1 liegt die Käsescheibe beim Burger-Emoji nun auch wieder an der richtigen Stelle ...

Mit Android 8.1 wird sich erstmals zeigen, ob das mit Oreo eingeführte Project Treble wirklich eine schnellere Verbreitung von Updates sicherstellt. Alle mit Android 8 ausgelieferten Smartphones sollten sich dank der Trennung von Betriebssystem und dessen technischem Unterbau – zumindest theoretisch – zeitnah mit Updates versorgen lassen.

Für ältere Telefone siehts mit Updates aber nach wie vor eher mau aus, da Treble nur bei mit Oreo ausgelieferten Geräten verbindlich ist. Das erklärt, weshalb die Verbreitung von Android 8.0 in den vergangenen vier Wochen lediglich von 0,3 auf 0,5 Prozent gestiegen ist. Immerhin ist der Anteil von Geräten mit Android 7.0 und 7.1 von 20,6 auf 23,3 Prozent geklettert. Android 7 dürfte somit im nächsten Monat Android 5 (26,3 %) überholen. Also bislang noch kein Grund zum Jubeln, denn in vielen Fällen würden einfach alte Knochen von Nutzern ausrangiert und durch Modelle mit Android 7 ersetzt. Zum Vergleich: Das einige Wochen nach Android 8 eingeführte iOS 11 ist bereits auf

knapp der Hälfte aller Apple-Geräte installiert. Einzig für die eigenen Geräte der Pixel-Linie und für das Nexus 5X wurde mit der Verteilung von 8.1 schon begonnen.

### Android Go für schwache Geräte

Zusammen mit Android 8.1 gibt Google auch den Startschuss für Android Go. Die im Frühjahr auf der Entwicklerkonferenz Google I/O angekündigte Android-Variante ist für schwache Hardware konzipiert. Geräte mit einem Arbeitsspeicher von 512 MByte bis zu 1 GByte sollen in den Genuss der Go-Optimierung kommen. Sie umfasst laut Google drei Kernfaktoren. So wurde das Betriebssystem selbst auf schonenden Umgang mit knappen Ressourcen wie Speicher und wenig Rechenpower optimiert. Zusätzlich sind die mitgelieferten Google-Apps abgespeckt, sodass sie weniger Speicher benötigen. Google verspricht bei diesen „Go Apps“ eine Ersparnis von rund 50 Prozent. Auch sollen sie sich mit weniger Online-Bandbreite begnügen. Als dritter Faktor kommt der Play Store ins Spiel, der zwar Zugang zu allen Apps bietet, aber Empfehlungen gibt, welche App sich für Smartphones mit geringer Leistung eignen.

Diese Maßnahmen sorgen laut Google dafür, dass Android Go auf Einsteigergeräten rund 15 Prozent schneller läuft als die reguläre Version von Android 8.1. Für Nutzer älterer Handys klingt das verlockend nach einem Umstieg, doch Android Go wird nur Smartphone-Herstellern angeboten. Bleibt zu hoffen, dass die Custom-ROM-Szene künftig eigene Android-Go-Images anbieten wird.

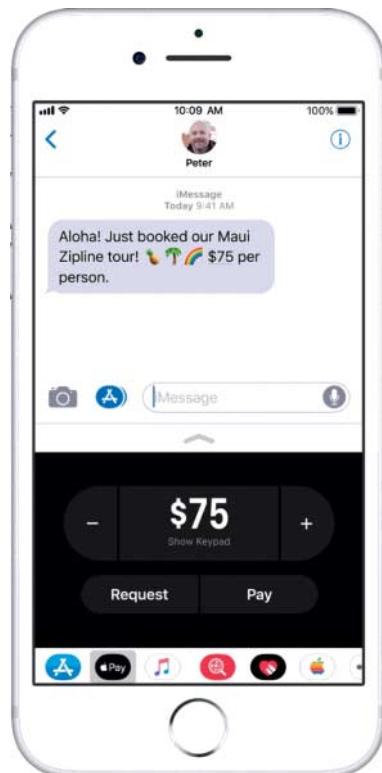
Immerhin eine der Go-Apps stellt Google der Allgemeinheit zur Verfügung: Das Tool „Files Go“ hilft beim Entfernen von Platzfressern auf dem Smartphone. Es durchsucht den Speicher nach Medien aus Chat-Apps sowie nach doppelten, heruntergeladenen und besonders großen Dateien. Darüber hinaus bietet Files Go an, den Cache von Apps zu löschen und schlägt länger nicht verwendete Apps zur Deinstallation vor. Der Funktionsumfang entspricht damit anderen Smartphone-Säuberungs-Tools. Doch diese Drittanbieter-Apps haben oft – zweifelhafte – Werbenetzwerke huckepack oder kosten Geld. Bei Files Go braucht man sich hingegen keine Sorge um Spy- oder Malware zu machen. (spo@ct.de) **ct**

# iOS 11.2 als schnelle Notlösung

Apple hat überraschend früh iOS 11.2 veröffentlicht. Der Grund dafür sind wahrscheinlich schwerwiegende Fehler in iOS 11.1.2, das erst kurz zuvor ausgeliefert wurde. Zahlreiche Nutzer berichteten davon, dass ihre iPhones und iPads seit dem 2. Dezember wiederholt und sporadisch neu starteten. Ab diesem Datum interpretiert das Betriebssystem Datumsangaben falsch und geht von einem 13. Monat aus – zu sehen an Fehlermeldungen wie „Month 13 is out of bounds“. Einige lokale App-Benachrichtigungen ließen dann den für den Homescreen verantwortlichen Prozess Springboard abstürzen. Version 11.2 löst nun das Problem.

Außer zahlreichen kleinen Fehlern stopft das Update endlich die sogenannte KRACK-WLAN-Lücke auch auf dem iPhone 6s und älteren Geräten — iOS 11.1 sicherte nur neuere Modelle ab. In den USA kann man nun dank Apple Cash Geldbeträge via iMessage austauschen. Da das System an das hierzulande nicht verfügbare Apple Pay gebunden ist, profitieren deutsche Nutzer nicht davon. Die Qi-fähigen iPhone 8 (Plus) und iPhone X laden mit iOS 11.2 kabellos mit bis zu 7,5 Watt statt wie zuvor mit 5 Watt. Weiterhin geht es aber per Kabel deutlich schneller. Auf diesen Geräten funktioniert nun auch die Videostabilisierung etwas besser — bereits vor dem Update war diese die beste unter den Smartphones. AirPlay 2 landet ebenfalls mit der Aktualisierung auf den Geräten und hat nun einen Multiroom-Modus. Es lassen sich also mehrere Lautsprecher gleichzeitig und synchron bespielen.

Version 11.2 erhalten alle Geräte, die mit iOS 11 laufen, also iPhones ab dem 5s, iPad mini 2 beziehungsweise iPad 5. Gen. sowie der iPod touch der sechsten Generation. (hc@ct.de)



Mithilfe von Apple Cash lassen sich Geldbeträge einfach via iMessage verschicken — doch leider nicht hierzulande.

Anzeige®

# Neil Young öffnet kostenloses Musik-Archiv



Bild: Man Alive!, CC BY 2.0

Weil ihm aufgrund der schlechten Qualität der Streaming-Dienste die Haare zu Berge stehen, veröffentlicht Neil Young sein Lebenswerk per Xstream mit hohen Bitraten im Netz.

Musik-Ikone Neil Young kämpft an vorderster Front gegen den Verfall der Musikqualität. „Apple liefert Musik nur mit 5 bis 20 Prozent der Qualität meiner Master aus,“ schimpft er auf die Streaming-Dienste. So sehr man seine Wut verstehen kann, seine Rechnung passt nicht ganz. Denn Young setzt die Datenrate der digitalen Audio-Streams mit Klangqualität gleich. Am liebsten würde er seine Musik mit 192 kHz und 24 Bit durch die Leitungen jagen. Dazu hat er einen speziellen Streaming-Format namens Xstream entwickelt, das die Daten auf 2,5 bis 6 MBit/s verlustfrei komprimiert. Gewiss, das sind bis zu 20-mal mehr Daten als die 320 kBit/s, die bei AAC und MP3 zum Einsatz kommen. Das heißt aber nicht, dass Songs mit der hohen Xstream-Rate 20-mal besser klingen – die meisten Menschen werden wahrscheinlich keine Unterschiede hören.

Immerhin kann sich jetzt jeder selbst davon überzeugen, wie viel besser Musik mit 6 MBit/s als mit 320 kBit/s klingt. Denn Neil Young hat nun sein gesamtes Lebenswerk unter [www.neilyoungarchives.com](http://www.neilyoungarchives.com) kostenlos veröffentlicht. Das Archiv umfasst fast 900 Einspielungen, die Young zwischen 1963 und 2017 aufgenommen hat, garniert mit umfangreichen Produktionsinformationen, Zeitungsartikeln und Videos.

Jedes Album und jeder Track hat eine Karteikarte und lässt sich einzeln streamen. Ein Herunterladen der Songs ist nicht möglich. Sammler werden zum CD-Kauf auf Amazon geleitet. Der auf der Webseite eingebaute Streaming-Player funktioniert nur auf Tablets und PCs. Smartphones können das Archiv noch nicht ansteuern – für sie ist eine spezielle App in Arbeit. Bis Juni soll der Zugriff kostenfrei bleiben, danach werde eine „moderate“ Gebühr fällig.

Im Player kann man zwischen 320 kBit/s und dem verlustfreien Xstream umschalten. Je nach Aufnahme liegen die Master in 44,1 kHz mit 16 Bit bis zu besagten 192 kHz mit 24 Bit vor. Ob letztere Extremeinstellung jedoch überhaupt sinnvoll ist, bezweifeln inzwischen sogar renommierte Mastering-Ingenieure wie Bob Katz. Der weist darauf hin, dass es bei der D/A-Wandlung mit 192 kHz mitunter zu unerwünschten Nebeneffekten kommen kann, die bei 96 kHz nicht auftreten. (hag@ct.de)

# E-Ink-Tablet für Partituren

Das digitale Partiturengerät DMS-W1 des japanischen Herstellers Gvido besteht aus zwei 6 Millimeter dünnen 13,3-Zoll-E-Ink-Displays, die über ein flaches Scharnier miteinander verbunden sind und sich wie ein Buch zusammenklappen lassen. Aufgeklappt entspricht die Anzeigefläche ungefähr einer DIN-A3-Seite. Das Gehäuse besteht aus Karbonfasern, damit wiegt das komplette Gerät 660 Gramm.

Die matte Oberfläche der Displays kommt ohne Glas aus und soll ähnliche Reflexionseigenschaften wie richtiges Papier haben. Damit eignet sich der Gvido Partiturenleser auch für helles Bühnen- oder Tageslicht. Zum Umblättern gibt es drei Infrarot-Sensortasten. Der Hersteller bietet optional einen Fußschalter an, der sich via Bluetooth mit dem Gerät verbindet und drei Pedale zum Blättern oder zum Aufrufen einer Setliste bietet, ohne dass man das Instrument aus der Hand legen muss.

Zum Lieferumfang des DMS-W1 gehört ein Induktions-Stylus von Wacom, mit dem sich über beide Panels Notizen hinzufügen lassen. Per WLAN (IEEE 802.11n, 2,4 und 5 GHz) verbindet sich das Gerät mit den im Dezember gestarteten Gvido Services, über die beispielsweise ein Dirigent Notizen auf die Geräte seiner Musiker übertragen kann. Partituren kann man im Gvido Store kaufen oder via USB als PDF auf den internen 8-GByte-Speicher laden. Zum Erweitern des Speichers gibt es einen microSD-Slot.

Der in drei Stunden geladene Akku soll für eine Laufzeit von bis zu drei Tagen reichen. Das Gvido-Partiturengerät kostet stolze 2023 Euro, der Bluetooth-Fußschalter 380 Euro.

(rop@ct.de)

**Schluss mit Zettelwirtschaft:**  
Das edle Klapp-Tablet von Gvido wurde speziell für Musiker entwickelt, um Partituren darzustellen und mit Notizen zu ergänzen.



## Musik-Notizen

Native Instruments erweitert seine **Groove-Box Maschine** im neuen Update 2.7 um ein Audio-Modul, das Pitching und Time-Stretching in Echtzeit erlaubt. Bislang konnte der Sampler solche Änderungen nur offline berechnen.

Die neue Version **Logic Pro X 10.3.3** unterstützt den iMac Pro mit bis zu 36 CPU-Kernen. Für den Sculpture Synth und Amp Designer verspricht Apple eine bis zu zwölfmal so hohe Performance.

## Platzsparender A3+-Fotodrucker

Der Expression Photo XP-15000 liefert randlose Fotos bis zum DIN-A3+-Format, braucht aber nur wenig Stellfläche – laut Epson kaum mehr als ein A4-Drucker. Mit dem neuen Expression-Modell schließt der Hersteller die Lücke zu den teureren Profidruckern der SureColor-Serie. Der XP-15000 druckt mit sechs Claria-HD-Einzeltinten: Zu den Grundfarben und Schwarz kommen eine Rottinte, die den darstellbaren Farbraum erweitert, und ein Grau zur Verbesserung des Schwarzweißdrucks.

Papiere bis A3+ nimmt der Drucker über den hinteren 50-Blatt-Einzug entgegen; für Normalpapier bis A4 gibt es ein von vorn zugängliches 250-Blatt-Fach. Bis A4 druckt der XP-15000 automatisch beidseitig. Die Papierablage fährt vor dem ersten Druck motorgetrieben aus. Zum Bedrucken von beschichteten CD-, DVD- und Blu-ray-Rohlingen liefert Epson eine Schablone mit. Mit WLAN, Drucken von Smartphone und per E-Mail sowie Wireless PictBridge (Drucken direkt von einer WLAN-fähigen Kamera) ist der Fotodrucker zeitgemäß ausgestattet. Der Epson Expression Photo XP-15000 soll ab Januar 2018 in den Fachhandel kommen und rund 440 Euro kosten.

(rop@ct.de)



**Der kompakte Epson Expression Photo XP-15000 bedruckt Normal- und Fotopapier bis DIN-A3+.**

## Schutzfolien für gewölbte Smartphones

**Glas auf Glas:** Belkin hat speziell für gewölbte Displays Folien aus gehärtetem Glas entwickelt, die sich nicht von den abgerundeten Kanten lösen.



Smartphones, bei denen sich das Display über die Gehäusekanten schmiegt, sehen schick aus – ihr gewölbtes Display verkratzt aber in der Tasche sehr leicht. Bisher reichten Schutzfolien gegen Kratzer nicht bis an die abgerundeten Displaykanten oder aber sie lösten sich sehr schnell von den Kanten. Belkin bietet nun neue Schutzfolien an, die speziell für gewölbte Gläser gedacht sind. Da die Folien nicht aus Kunststoff, sondern aus gehärtetem Glas bestehen, sollen sie ähnliche Tast- und Gleiteigenschaften besitzen wie das Display darunter. Belkin hat TemperedCurve-Varianten für Samsungs Galaxy S8, S8+ und Note 8 sowie iPhones 6 bis X und UltraCurve-Material für Apples Watch Serie 1 bis 3 im Programm.

Das TemperedCurve-Material aus gehärtetem Glas soll dreimal stärker als Kunststoff sein, das UltraCurve-Material für Uhren hat Belkin per Ionenaustausch stabilisiert. Die Folien beziehungsweise Schutzgläser sollen ab Frühjahr 2018 erhältlich sein, in den USA kosten sie umgerechnet knapp 40 Euro für iPhones und 30 Euro für Uhren. Belkin will im Fachhandel demnächst auch hierzulande Stationen zum Anbringen der Schutzgläser installieren, an denen geschultes Personal die Folien sofort aufziehen – ein interessanter Service, der manche Nerverei zu Hause ersparen könnte.

(uk@ct.de)

Anzeige



# Premiumtafel

## All-in-One-PC mit 8-Kern-Prozessor AMD Ryzen 7 1700

**Dells schlanker All-in-One-Rechner Inspiron 27 vereint ein hochauflösendes 27-Zoll-4K-Display mit leistungsfähiger Hardware wie einem Achtkern-Prozessor und einer spieletauglichen Grafikkarte.**

**Von Christian Hirsch**

All-in-One-PCs nehmen wenig Platz weg und sehen schick aus. Bei der Performance mussten Sie sich bisher aber meist klassischen Desktop-PCs im Tower-Gewand geschlagen geben. Dell packt in den Inspiron 27 hingegen einen leistungsstarken Octa-Core-Prozessor von AMD hinein, was den All-in-One-PC auch zum ersten mit Ryzen-CPU macht. Die übrige Ausstattung kann sich ebenfalls sehen lassen: Das Betriebssystem Windows 10 liegt

auf einer 256 GByte großen NVMe-SSD, für Anwendungen stehen 16 GByte DDR4-RAM bereit und dank einer Grafikkarte vom Typ Radeon RX 580 mit 8 GByte Speicher taugt der Inspiron 27 auch für anspruchsvolle 3D-Spiele.

Das matte 27-Zoll-Display mit IPS-Panel zeigt einen großen Farbraum, der über sRGB hinausgeht. Auf Fotos erkennt man dank der hohen Auflösung von 3840 × 2160 Pixeln auch feinste Details. Das Display dient über den HDMI-2.0-Ein-

gang auch als Monitor für externe Zuspieler wie zum Beispiel ein Notebook.

### Treiber-Schluckauf

Der 65-Watt-Prozessor Ryzen 7 1700 zeigt seine Stärken vor allem dann, wenn viele Kerne gefragt sind. Anspruchsvolle Renderingaufgaben oder Videokodierungsvorgänge können dank SMT (Simultaneous Multithreading) bis zu 16 Threads nutzen. Die GPU und der GDDR5-Speicher der Radeon RX 580 sind auf dem Mainboard aufgelötet. Die Grafikkarte bietet genug Leistung, um aktuelle 3D-Spiele in Full-HD und hoher Detailstufe flüssig darzustellen. Bei 4K geht ihr allerdings die Puste aus.

Bei ruhendem Windows-Desktop genehmigte sich der Inspiron 27 bei unseren Tests mit über 80 Watt ungewöhnlich viel Energie. Mithilfe des Diagnose-Tool GPU-z ermittelten wir die Ursache: Die GPU erreichte im Leerlauf nicht ihre tiefsten Energiesparzustände. Nach einem Update des Crimson ReLive-Treibers schluckte der All-in-One-PC 20 Watt weniger und ist in diesem Zustand sehr leise. Unter Volllast macht sich der Lüfter auf dem Heatpipe-Kühler für Prozessor und GPU hingegen durch ein hochfrequentes Surren deutlich bemerkbar (4,0 Sone).

Die über vier PCIe-3.0-Lanes angebundene NVMe-SSD von SK Hynix liefert ihr hohes Lesetempo von 1,6 GByte/s nur für rund 10 Sekunden, bevor sie zu heiß wird (80°C) und sich auf 250 MByte/s drosselt. Die Geschwindigkeit der USB-3.0-Anschlüsse konnten wir nur mit einer relativ langsamen externen SSD messen, da unsere schnelle Test-SSD Sandisk Extreme 900 nicht erkannt wurde. Das gleiche Problem zeigte auch der Dell-Rechner Alienware Area-51 auf S. 44.

### Fazit

Der Dell Inspiron 27 überzeugt mit einer gut abgestimmten Ausstattung und liefert für einen All-in-One-PC viel Performance. Im Vergleich zur Basisversion des Apple



An die rückseitigen Anschlüsse wie USB 3.0 und HDMI kommt man problemlos. Der Ethernet-Port und der Stromanschluss des Inspiron 27 sind aber nur umständlich von unten zugänglich.

iMac 27" rechnet er bei Multithread-Anwendungen drei Mal so schnell, ist etwas besser ausgestattet und kostet mit 1899 Euro 200 Euro weniger. Das 4K-Display des Dell-Rechners muss sich aber dem 5K-Panel im iMac geschlagen geben, das heller ist und außer einer höheren Auflösung einen größeren Kontrast und Farbraum zeigt.

(chh@ct.de) ct

<b>Dell Inspiron 27 7775 (cd777503)</b>	
<b>Hardware-Ausstattung</b>	
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Ryzen 7 1700 / 8+SM / 3,0 (3,2 bis 3,8) GHz
CPU-Fassung / Chipsatz	AM4 / B350
RAM (Typ / Max.) / -Slots (frei)	16 GByte (DDR4-2400 / 32 GByte) / 2 (0)
Grafik (-speicher) / -lüfter	Radeon RX 580 (8 GByte) / ✓
Erweiterungs-Slots / Einbauschächte (nutzbar)	2 × M.2 (0) / 1 × 2,5" (0)
Festplatte (Typ, Kapazität, Drehzahl, Cache)	Toshiba MQ01ABD100 (2,5" SATA 6G, 1 TByte, 5400 min <sup>-1</sup> , 8 MByte)
SSD (Typ, Kapazität)	SK Hynix PC300 (PCIe 3.0 x4, NVMe, 256 GByte)
Kartenleser / Kensington-Lock	SD, SDHC, SDXC / ✓
Ethernet (Chip, Anbindung) / TPM	1 GBit/s (Realtek RTL8111, PCIe) / TPM 2.0
WLAN (Chip, Anbindung)	802.11ac, 866 MBit/s (Qualcomm QCA6174, PCIe)
Abmessungen (B × H × T) / Lüfter (geregelt)	615 mm × 452 mm × 180 mm / ✓ (✓)
Netzteil (Leistung)	DA330PM111, 19,5 Volt, extern (330 Watt)
Anschlüsse hinten	1 × HDMI 2.0, 1 × HDMI-In, 1 × analog Audio, 4 × USB 3.0 (3 × A, 1 × C), 2 × USB 2.0, 1 × LAN
Anschlüsse vorn, oben und seitlich	1 × USB 3.0, 1 × analog Audio
<b>Display</b>	
Größe / Auflösung / Typ	27 Zoll (16:9) / 3840 × 2160 / IPS
Backlight / Kontrast / max. Helligkeit	LED / 800:1 / 240 cd/m <sup>2</sup>
<b>Lieferumfang</b>	
Tastatur / Maus	✓ (drahtlos) / ✓ (drahtlos)
Betriebssystem / UEFI-Modus / Secure-Boot	Windows 10 Home 64 Bit (64 Bit) / ✓ / ✓
<b>Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuschenwicklung</b>	
Soft-Off (mit ErP) / Energie Sparen / Leerlauf <sup>2</sup>	0,4 W / 1,6 W / 61 W <sup>1</sup>
Volllast: CPU / CPU und Grafik	180 W / 319 W
HDD / SSD: Lesen (Schreiben)	114 (113) / 1600 (410) MByte/s
USB 3.0 / SDXC-Card: Lesen (Schreiben)	265 (237) / 31,0 (26,0) MByte/s
LAN: Empfangen (Senden)	119 (119) MByte/s
Geräuschenwicklung: Leerlauf / Volllast (Note)	0,2 Sone (⊕⊕) / 4,0 Sone (⊖⊖)
CPU- / GPU-Last (Note)	1,5 Sone (⊖) / 2,3 Sone (⊖⊖)
Festplatte (Note)	0,2 Sone (⊕⊕)
<b>Funktionstests</b>	
Wake on LAN: Standby / Soft-Off	✓ / ✓
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-Off)	✓ / ✓ (−)
Bootdauer bis Login	22 s
4K: HDMI-out / HDMI-In	60 / 60 Hz
<b>Systemleistung</b>	
BAPCo SYSmark 2014 SE	1180
Cinebench R15 Rendering: Single- / Multi-Thread	148 / 1420
3DMark: Fire Strike	10161
Rise of the Tomb Raider: UHD hoch, kein AA / Full-HD, hoch kein AA	86 / 31 fps
Deus Ex: Mankind: Full-HD, hoch, 2 × MSAA / UHD, hoch, kein AA	43 / 19 fps
<b>Bewertung</b>	
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕
Audio: Wiedergabe	⊕
Geräuschenwicklung / Systemaufbau	⊕ / ⊕⊕
Preis / Garantie	1899 € / 12 Monate

<sup>1</sup> nach Grafikkreiber-Update <sup>2</sup> bei 100 cd/m<sup>2</sup>

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

Anzeige



# Mehr Threads als Verstand

## High-End-Gaming-PC Alienware Area-51 Threadripper Edition

**Sofern Geld keine Rolle spielt, hat Alienware den passenden Rechner für Hardcore-Gamer parat: Mit zwei Grafikkarten und 16-Kern-Prozessor stellt er alle aktuellen Spiele in 4K-Auflösung flüssig dar.**

**Von Christian Hirsch**

**A**lienware hat bei der Threadripper Edition des Area-51 einmal die Vernunft beiseite gelegt und stattdessen das Maximum an aktueller PC-Technik hineingepackt: Außer AMDs schnellster Desktop-CPU mit 16 Kernen stecken

darin zwei GeForce GTX 1080 Ti sowie 64 GByte Arbeitsspeicher. Damit soll der Rechner nicht nur ambitionierte PC-Spieler, sondern auch Kreative und Video-Streamer glücklich machen.

Bereits durch seine schiere Größe und das charakteristische Alienware-Design hebt er sich vom üblichen PC-Einerlei ab. Wer mit dem Area-51 auf der nächsten LAN-Party angeben will, braucht eine Menge Muskeln, denn inklusive Fuß wiegt der Rechner 26 Kilogramm. Nach dem Einschalten leuchtet nicht nur ein angeschlossener Monitor auf, sondern auch RGB-LEDs am Gehäuse sowie an der hochwertigen Tastatur und der Maus. Über die Windows-Programme Alien FX und Alienware Control

Center lassen sich Farbe und diverse Effekte einstellen.

### Performance ohne Ende

Die Paradedisziplin Spielen in 4K-Auflösung bewältigt der Area-51 dank des SLI-Verbunds aus zwei GeForce GTX 1080 Ti mit je 11 GByte GDDR5X-Speicher, ohne mit der Wimper zu zucken: Grafisch anspruchsvolle Titel wie Deus Ex: Mankind Divided laufen auch bei 3840 × 2160 Pixel in sehr hohen Qualitätseinstellungen flüssig. Die Messungen bei Full-HD haben wir uns deshalb gespart; hier liegt die Bildrate bei den meisten Spielen im dreistelligen Bereich.

Von der Kraft der zwei GPU-Herzen profitieren aber nicht alle Titel gleichermaßen, weil für SLI-Verbünde ein passendes Profil im Grafikkarten-Treiber notwendig ist und die Entwickler ihre Spiele für den Multi-GPU-Betrieb optimieren müssen. Während die Bildrate bei Rise of the Tomb Raider mit der zweiten Grafikkarte um 64 Prozent zulegte, gab es bei Assassin's Creed: Origins keinerlei Zuwachs.

Der Prozessor mit 16 Kernen stellt per SMT (Simultaneous Multithreading) für Betriebssystem und Anwendungen 32 Threads bereit. Für Spiele ist das mehr als genug, deshalb können Video-Streamer ihre Partien ohne Performance-Einbußen live auf Twitch oder YouTube übertragen.

Seine Stärken bringt der Ryzen-Threadripper-Prozessor vor allem dann auf die Straße, wenn Anwendungen von vielen Threads profitieren. Dazu zählen insbesondere Rendering-Programme wie Blender oder dem mit Cinema 4D eng verwandten Benchmark Cinebench R15. Dort erreicht der Ryzen Threadripper 1950X stolze 3001 Punkte. Zum Vergleich: Ein typischer 200-Euro-Prozessor wie der Ryzen 5 1600 mit sechs Kernen kommt etwa auf ein Drittel (1147 Punkte).

Die 64 GByte DDR4-RAM bringen erst bei sehr großen Datenmengen Vorteile, wenn man zum Beispiel Gigapixelgroße Bilder bearbeitet. Sollte der Arbeitsspeicher dennoch einmal knapp werden, steht als Auslagerungsplatz die schnelle NVMe-System-SSD mit 1 TByte Kapazität bereit. Sie liefert beim Lesen rund 2 GByte/s. Für die übrigen Daten gibt es eine 2-TByte-Festplatte.

### Zu viel gewollt

Damit der Ryzen Threadripper 1950X nicht überhitzt, thront auf ihm eine Wasserkühlung. Der Wärmetauscher sitzt im



Um die dreieckige Form zu erreichen, sitzen Mainboard und Grafikkarten schräg im Gehäuse. Die Laufwerke befinden sich in einem abgetrennten Bereich auf der anderen Seite des Area-51.

Luftstrom einer der drei kräftigen 12-cm-Gehäuselüfter. Bereits im Leerlauf verursachen diese ein deutlich wahrnehmbares Rauschen. Bei 3D-Last drehen zwar die Ventilatoren auf den Grafikkarten schneller, aber die Lautstärke ist noch erträglich (2,0 Sone). Sobald die 16 Kerne des Prozessors unter Volldampf stehen, steigt der Lärmpegel dagegen ins Infernalische (11 Sone). Selbst beim Musikhören dringt der Krach durch geschlossene Kopfhörer.

Wem die Performance immer noch nicht reicht, kann im BIOS-Setup drei verschiedene Übertaktungsstufen anwählen. Beim OC1-Profil hebt Alienware den Nominaltakt des Ryzen Threadripper 1950X von 3,4 auf 3,6 GHz an. Allerdings funktionieren beim Overclocking die Turbo-Modi Boost und XFR nicht mehr. Deshalb rechnet der Prozessor in der Multi-Thread-Wertung des Cinebench kaum schneller (3065 Punkte) und bei Single-Thread-Anwendungen sogar 10 Prozent langsamer. In den Profilen OC2 und OC3 schaltet Alienware 8 beziehungsweise 12 CPU-Kerne ab.

An den rückwärtigen USB-3.0-Ports übertrug unsere externe SSD Sandisk Extreme 900 Daten nur mit USB-2.0-Tempo. Die USB-3.0-Frontbuchsen sowie die USB-3.1-Gen2-Ports lieferten hingegen die erwarteten Geschwindigkeit von 460 MByte/s beziehungsweise 1060 MByte/s.

## Fazit

Die Threadripper Edition des Alienware Area-51 bietet nicht nur für Spieler Performance im Überfluss. Auch professionelle Anwender wie 3D-Grafiker oder Video-

Alienware Area-51 Threadripper Edition (d00aw51r310)					
Hardware-Ausstattung					
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Ryzen Threadripper 1950X / 16+SM / 3,4 (3,7 bis 4,2) GHz				
RAM (Typ / Max.) / -Slots (frei) / Chipsatz	64 GByte (DDR4-2666 / 64 GByte) / 4 (0) / X399				
Grafik (-speicher) / -lüfter	2 × GeForce GTX 1080 Ti (11 GByte) / 7,5 cm				
Erweiterungs-Slots (nutzbar)	5 × PEG (2) (3 × PCIe x16, 2 × PCIe x8), 1 × PCIe x4 (1), 2 × M.2 (0)				
SSD (Typ, Kapazität)	SK Hynix PC300 (PCIe 3.0 x4 NVMe, 1 TByte)				
Festplatte (Typ, Kapazität, Drehzahl, Cache)	Seagate ST2000DM001 (SATA 6G, 2 TByte, 7200 min <sup>-1</sup> , 64 MByte)				
optisches Laufwerk (Art) / Kartenleser (Anbindung)	HL-DT-ST GS40N (DVD-Brenner) / SD, SDHC, SDXC (USB 2.0)				
Einbauschächte (frei)	2 × 2,5" (2), 3 × 3,5" (2), 1 × 5,25"-Slimline (0)				
Sound-Chip (Chip)	HDA (Realtek ALC898)				
Ethernet (Chip, Anbindung) / TPM	2 × 1 GBit/s (Killer E2500, PCIe) / TPM 2.0				
WLAN (Chip, Anbindung)	802.11ac, 867 MBit/s + Bluetooth (Qualcomm QCA6174, PCIe)				
Abmessungen (B × H × T) / Gewicht	36,0 cm <sup>1</sup> × 57,0 cm × 64,0 cm / 26 kg				
Gehäuselüfter (geregelt) / Kensington-Lock	3 × 12 cm (✓) / ✓				
Netzteil (Leistung)	Delta DPS-1500FB, 80Plus Gold (1500 Watt)				
Anschlüsse hinten	2 × HDMI 2.0, 6 × DisplayPort 1.4, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 1 × USB 3.1 Typ A, 1 × USB 3.1 Typ C, 6 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 2 × LAN				
Anschlüsse vorn, oben und seitlich	2 × USB 3.0, 2 × analog Audio				
Lieferumfang					
Tastatur / Maus	✓ / ✓				
Betriebssystem / installiert im UEFI-Modus / Secure-Boot	Windows 10 1709 (64 Bit) / ✓ / ✓				
Anwendungs-Software / Handbuch / Zubehör	Alienware-Tools / Kurzanleitung / PEG-Stromadapter				
Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuschenentwicklung					
Soft-Off (mit ErP) / Energie Sparen / Leerlauf Full-HD	2,2 W (0,3 W) / 4,0 W / 88,9 W				
Volllast: CPU / CPU und Grafik	303 W / 780 W				
Festplatte / SSD / SDXC-Card: Lesen (Schreiben)	188 (184) / 1972 (1130) / 36,0 (35,0) MByte/s				
USB 3.1 Gen 2 / USB 3.0: Lesen (Schreiben)	1062 (973) / 459 (459) MByte/s				
LAN 1/2: Empfangen (Senden)	118 (119) / 118 (119) MByte/s				
Geräuschenentwicklung: Leerlauf / Volllast (Note)	1,2 Sone (O) / 11,2 Sone (ΘΘ)				
CPU- / GPU-Last (Note)	11,4 Sone (ΘΘ) / 2,0 Sone (ΘΘ)				
Funktionsests					
Wake on LAN: Standby / Soft-Off	✓ / ✓				
USB: 5 V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-Off)	✓ / ✓ (–)				
Bootdauer bis Login	27 s				
4K: HDMI / DisplayPort	60 Hz / 60 Hz				
analog Mehrkanalton (Art) / 2. Audiomstrom	✓ (7.1) / – (keine Umschaltmöglichkeit vorhanden)				
Systemleistung					
BAPCo SYSmark 2014 SE / Blender	1431 / 160 s				
Cinebench R15: Single- / Multi-Thread	163 / 3001				
3DMark: Fire Strike	25457				
Rise of the Tomb Raider, UHD, Qualität: Sehr Hoch, DX12, 4xMSAA	53 fps				
Deus Ex: Mankind Divided, UHD: Hoch / Ultra, 2xMSAA	66 / 33 fps				
Ashes of the Singularity: UHD, Qualität: Verrückt, 4xMSAA, DX12	59 fps				
Assassins Creed: Origins: UHD, Qualität: Extrem Hoch	48 fps				
Bewertung					
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕⊕				
Audio: Wiedergabe / Aufnahme / Front	⊕⊕ / O / ⊕⊕				
Geräuschenentwicklung / Systemaufbau	O / +				
Preis / Garantie	6000 € / 12 Monate				
✓ funktioniert ⊖ schlecht	– funktioniert nicht ⊖⊖ sehr schlecht	n. v. nicht vorhanden	⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	O zufriedenstellend

producer dürften an den 32 Prozessor-Threads und 64 GByte Arbeitsspeicher ihre Freude haben. Allerdings muss man mit 6000 Euro für die umfangreiche Ausstattung tief ins Portemonnaie greifen

– und darf nicht geräuschempfindlich sein. Die hohe Lautstärke unter Last trotz Wasserkühlung sowie die USB-Probleme sind dieser Preisklasse nicht angemessen.

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



# Volle Breitseite

## Samsungs gebogener Gaming-Monitor C49HG90 im Test

**Samsungs 49-zölliger Gaming-Monitor C49HG90 ist geformt wie eine kleine Radarschüssel, nutzt 3840 × 1080 Bildpunkte und zeigt sehr satte Farben. Das ultrabreite Display stellt viel Arbeitsfläche bereit und lädt dazu ein, in Spiele einzutauchen.**

Von Benjamin Kraft

Die Größe und das Seitenverhältnis von 32:9 entsprechen zwei 27"-Panels mit Full-HD-Auflösung nebeneinander, nur eben ohne störende rahmenbedingte Lücke. Auch die Pixeldichte liegt mit 81 dpi auf Full-HD-Niveau. Das kontraststarke, weitgehend blickwinkelstabile VA-Panel zeigt dank Quantenpunkten im Backlight sehr satte Farben. Laut Samsung deckt der C49HG90 den Farbraum DCI-P3 zu 95 Prozent ab, was unsere Messung im Preset „Custom“ bestätigte. Zudem beherrscht der Monitor die Wiedergabe von HDR-10-Inhalten.

Dem Display gelingt ein dunkles, gleichmäßig ausgeleuchtetes Schwarz. Auf reinem Weiß zeigte sich am oberen und unteren Rand ein dunklerer Streifen, die linke Display-Hälfte schimmerte leicht roséfarben. Beides fällt allerdings nur bei sehr genauem Hinsehen auf.

Via FreeSync 2 lässt sich das 144-Hz-Panel auch bei HDR10-Inhalten die Bild-

rate dynamisch von der Grafikkarte diktionieren. Allerdings beginnt der FreeSync-Bereich erst bei 48 Hertz. Das könnte knapp werden: Der derzeitige Grafikkarten-Killer „Assassin's Creed: Origins“ etwa erreicht im Preset „Sehr Hoch“ mit einer Radeon RX Vega 56 durchschnittlich 43 fps. Bei deaktiviertem FreeSync reduziert der Monitor per Blinking Backlight in vier Segmenten eventuelle Bewegungsunschärfe.

Für einige Einstellungen zeigt das intuitiv per Joystick zu bedienende Bildmenü prominent die aktuell gewählten Werte, etwa den FreeSync-Status oder die Bildwiederholrate. Manche Optionen schließen sich gegenseitig aus: Schaltet man beispielsweise FreeSync an, darf man im Preset „Custom“ weder die Interpolation noch die Overdrive-Stufe ändern.

Letzteres möchte man auch gar nicht, denn höhere Overdrive-Stufen erzeugen starke Doppelkonturen an bewegten Objektkanten. Außerdem bewältigt das Display den einfachen Bildwechsel im zugehörigen Overdrive-Modus „Standard“ laut unserer Messungen durchschnittlich in 9,2 ms. Komplett schlierenfrei agiert es damit zwar nur bis 110 Hertz, es macht aber auch bei höheren Bildraten eine gute Figur. Trotz der Einstellung „Low Input Lag“ blieb allerdings eine leichte Eingabeverzögerung von zwei bis drei Frames, was in sehr schnellen Shootern stören kann.

## Flächennutzung

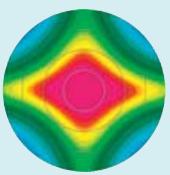
Nicht alle Spiele können mit dem 32:9-Format umgehen. „Mittelerde: Mordors Schatten“ etwa bietet die native Auflösung nicht an; „Dragon Age: Inquisition“ erkennt sie zwar, zeigt das Spiel aber nur zentriert in Full HD an. Manche Spiele wie „Mass Effect: Andromeda“ simulieren mittels Verzerrung an den Display-Rändern das periphere Sichtfeld. Auf dieser Schirmbreite wirkte die Verzerrung aber übertrieben und führte bei einigen Kollegen zu Unwohlsein.

Für die Arbeit lässt sich die Bildschirmfläche, auf die fünf DIN-A4-Seiten in voller Größe nebeneinander passen, nur mit mehreren gleichzeitig geöffneten Fenstern sinnvoll nutzen. Das Samsung-Tool Easy Setting Box unterteilt die Anzeige auf Wunsch in Segmente, in die sich Anwendungsfenster kleben lassen. Alternativ kann man beliebige zwei der vier Display-Eingänge nutzen, um via Picture-by-Picture (PbP) die Signale zweier Rechner nebeneinander auf den Schirm zu bringen.

## Fazit

Eine leistungsfähige Grafikkarte vorausgesetzt – am besten eine aktuelle Radeon von AMD –, kann der C49HG90 Spielern ein breites Grinsen aufs Gesicht zaubern. Der Monitor überzeugt mit einem sehr guten Bild, satten Farben und guter technischer Ausstattung. Den rundum perfekten Gaming-Auftritt verhindern der leichte Input und die für 144 Hz zu langen Schaltzeiten. Auch im Büro macht das Display eine gute Figur. Dort wünscht man sich aber mehr USB-Anschlüsse und vielleicht auch eine USB-C-Buchse.

(bkr@ct.de) ct

Samsung C49HG90	
<b>Gebogenes Gaming-Display mit 49"</b>	
Hersteller	Samsung
Auflösung / FreeSync-Bereich	3840 × 1080 Pixel (81 dpi) / 48–144 Hz
Leuchtdictheregelbereich	16...270 cd/m <sup>2</sup>
Mittlerer Kontrast	2180:1
Leistungsaufnahme: Off / Standby / Betrieb	0,1 W / 0,4 W / 39,4 W (bei 120 cd/m <sup>2</sup> )
Ausstattung	2 × HDMI 2.0, DisplayPort 1.4, mini DisplayPort 1.4, USB 3.0 (1 × Upstream, 2 × Downstream), Audio Out
Lieferumfang	Kabel: HDMI, DisplayPort, Mini-DisplayPort auf DisplayPort, USB
Preis	1300€
 winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand	

Anzeige



## Aldi-Gamer

**Aldi Süd hat ab Anfang Dezember das 17,3-Zoll-Notebook Medion Erazer P7652 mit Vierkern-Prozessor und Mittelklasse-GPU für 1000 Euro angeboten.**

Es gibt aktuell nur wenige 17-Zoll-Notebooks mit einer Vierkern-CPU der achten Core-i-Generation und der Mittelklasse-GPU GeForce GTX 1050, und Medions 1000-Euro-Gerät Erazer P7652 ist mit Abstand das günstigste davon. Prozessor und Grafikchip reichen für 3D-Spiele bei mittleren Details in Full-HD-Auflösung aus, die der matte Bildschirm auch anzeigt. Über eine abschraubbare Service-Klappe erreicht man das Innenleben.

Die USB-C-Buchse nutzt ihre theoretische Universalität nicht aus: Sie liefert lediglich USB-3.0-Signale. Zwei der drei USB-Ports im klassischen Typ-A-Format bieten nur USB-2.0-Geschwindigkeit. Der Kartenleser bremst schnelle SDXC-Karten aus. Bei auf 100 cd/m<sup>2</sup> reduzierter Bildschirmhelligkeit und geringer Rechenlast haben wir maximal acht Stunden Laufzeit gemessen. Kurze Lastspitzen reichen aus, um den Lüfter aufheulen zu lassen; bei anhaltender 3D-Last wird er mit bis zu 2,7 Sone recht laut.

Einen ausführlichen Test des 2,8 kg schweren Medion-Notebooks haben wir online veröffentlicht, da unklar war, ob man das Gerät bei Erscheinen dieser c't-Ausgabe noch kaufen kann. (mue@ct.de)

**Online-Test Erazer P7652:** [ct.de/yft](http://ct.de/yft)



## Digi-Bleistift

**Das wäre schön: Am Schreibtisch nicht den fummeligen Plastikpin des Galaxy Note herausziehen zu müssen, sondern einen griffigeren Stift liegen zu haben.**

Für diesen Zweck bekommt man den dickeren Samsung-Stift der Tablets für knapp unter 30 Euro – oder für fünf Euro Aufpreis den Staedtler Noris Digital in klassischer Bleistift-Optik. Er funktioniert mit den stiftfähigen Smartphones, Tablets und Notebooks von Samsung.

Wie die Samsung-Stifte benötigt er keine Batterie. Um die dünne Plastikspitze herum hat Staedtler eine haptisch angenehme Hülle aus Kunststoff gelegt, sich beim Finish aber verzeichnet: Die Spitze wirkt eher abgesägt als angeltszt. Dennoch liegt der Noris gut in der Hand und erlaubt präzises Schreiben und Zeichnen.

Auf den Note-Smartphones muss man unter Einstellungen/Erweiterte Funktionen/S Pen den „Energiesparer“ ausschalten, damit solche zusätzlichen Stifte auch bei eingestecktem Pin funktionieren. Die Akkulaufzeit hat das im Test nicht spürbar verringert.

Der bei den Samsung-Stiften vorhandene Knopf fehlt. Mit ihm ruft man das spezielle Stift-Menü auf, einige Apps erkennen ihn als Radiergummi oder erlauben eine freie Belegung. Wer das nicht braucht – OneNote und Evernote unterstützen den Knopf beispielsweise gar nicht – und wer sich mit der optisch nicht so gelungenen Spitze anfreundet, bekommt im Noris einen originellen Stylus. (jow@ct.de)



## Lautfinder

**Tile hat seine Bluetooth-Findehelfer gepimpt: Die „Sport“-Version piept lauter, hat eine höhere Reichweite und ist wasserdicht.**

Ein Bluetooth-Findehelfer schont die Nerven, wenn man nicht mehr weiß, wo Schlüssel, Mütze oder Schildkröte sind: Statt hektisch herumzusuchen, startet man einfach eine App und bringt den kleinen Anhänger damit zum Piepsen.

Die Produkte des US-Unternehmens Tile gehören zu den zuverlässigeren Vertretern dieser Produktkategorie (siehe Test in c't 5/2017). Die neuen Premium-Modelle „Style“ und „Sport“ sollen doppelt so laut wie die nach wie vor erhältlichen Varianten „Mate“ und „Slim“ sein und eine doppelt so hohe Reichweite haben. Letzteres können wir bestätigen. Unser „Sport“-Testgerät ließ sich auch durch drei Wände anpingen. In Sachen Lautstärke wird das Werbeversprechen sogar getoppt: Wir haben aus einem Meter Entfernung einen Schalldruckpegel von 69 dB gemessen, bei den älteren Modellen waren es 58 (Mate) beziehungsweise 57 dB (Slim) – ein um 6 dB höherer Pegel verdoppelt den Schalldruck. Ebenfalls sinnvoll: Der Tile Sport ist nun wasserdicht (IP68). Was uns nach wie vor nicht gefällt, ist die fest verbaute Batterie – nach einem Jahr muss der Anhänger in den Elektroschrott. Danach kann man in der App zwar ein vergünstigtes Austauschgerät bestellen, was sich aber nicht lohnt: Trotz Preisnachlass ist ein Neukauf in vielen Onlineshops günstiger. (jkj@ct.de)

### Erazer P7652

#### 17,3-Zoll-Notebook mit Mittelklasse-GPU

Hersteller	Medion, <a href="http://www.medion.com">www.medion.com</a>
Ausstattung	17,3-Zoll-Bildschirm (Full HD, matt), Core i7-8550U, 8 GByte DDR4, GeForce GTX 1050, 256 GByte SSD + 1 TByte HDD, DVD-Brenner, Windows 10 Home, 3 Jahre Garantie
Anschlüsse	VGA, HDMI, 2 × USB 2.0, 2 × USB 3.0 (1 × USB-C), Gigabit-LAN, Kartenleser, Audio
Straßenpreis	1000 €

### Noris digital

#### Stylus für Samsung-Geräte

Hersteller	Staedtler, <a href="http://www.staedtler.de">www.staedtler.de</a>
Länge / Gewicht	17,5 cm lang / 7,8 Gramm
Systemanforderungen	Samsung Galaxy Tab, Galaxy Note oder Galaxy Book mit S Pen
Preis	39,99 € UVP/ 34 € Straße

### Tile Sport

#### Bluetooth-Findehelfer

Hersteller	Tile, <a href="http://www.thetileapp.com">www.thetileapp.com</a>
Systemanforderungen	Android ab 4.4.2 mit Bluetooth 4.0, iPhone (Geräte ab 2011), iPad (ab 2012)
Abmessungen, Gewicht	40mm × 40 mm × 5,9mm, 15g
Preis	38 €

Anzeige



# Googles Babelfish

## Bluetooth-Ohrhörer Google Pixel Buds

**Google will nun auch ins Ohr:  
Die Pixel Buds bieten einen  
sofortigen Zugriff auf den Sprach-  
assistenten Assistant und dienen  
gleichzeitig als übliches Headset.  
Auf Tragekomfort und Audio-  
qualität hätte der Hersteller mehr  
Wert legen sollen.**

**Von Hannes A. Czerulla**

**M**it Googles ersten eigenen Kopfhörern Pixel Buds soll man nicht mehr das Smartphone zücken müssen, um mit dem Assistant zu sprechen. Sie verbinden sich via Bluetooth mit dem Smartphone, aber auch mit Tablet oder PC.

Ein etwa 50 Zentimeter langes, stoffummanteltes Kabel verbindet beide Hörer und dient gleichzeitig als Nackenband. Knöpfe findet man keine, stattdessen funktioniert das Gehäuse des rechten Ohrhörers als Sensor-Fläche: Ein Fingertipp pausiert die Wiedergabe und nach einem Doppeltipp liest der Assistant aktuelle Informationen vor. Behält man den Finger auf dem Touch-Sensor, kann man mit dem Assistant sprechen. Indem man nach vorne oder hinten wischt, verändert

man die Lautstärke – und schiebt meist den Hörer ungewollt aus dem Ohr. Ein Lied vor- oder zurückspringen kann man per Touch-Sensor nicht.

Wie bei Ohrhörern dieser Größe üblich, hat die mitgelieferte Lade- und Aufbewahrungsschallule einen eigenen Akku, der die Buds mit einer Ladung vier bis fünf Mal auflädt. Ansonsten spielen die Buds 5 Stunden lang – genug für Pendelfahrten, ein Workout oder einen Film. Das stoffüberzogene Lade-Case ist schick, lässt funktional aber zu wünschen übrig. Um die Buds korrekt in der Schallule zu platzieren, braucht man sogar eine Anleitung. Denn liegen die Kabelwindungen nicht ganz korrekt, schließt das Kästchen nicht.

Den Kontakt zum Assistant herzustellen, klappt einfach und unkompliziert: Einen Finger an den rechten Ohrhörer gelegt und man fordert den Sprachassistenten auf, die nächsten Termine vorzulesen, eine SMS zu schreiben oder bestimmte Musik zu spielen. Besonders gut funktionieren die Buds in Kombination mit den Pixel-Telefonen und Googles Übersetzer-App. Spricht der Gesprächspartner in fremder Sprache ins Smartphone, geben die Buds den Text in der eigenen Sprache wieder. Die Formulierungen fallen nicht

perfekt aus; um nach dem Weg zu fragen, reicht es aber.

### Klang und Sitz

An sich handelt es sich aber bei den Pixel Buds um ein klassisches Bluetooth-Headset ohne allzu besondere Funktionen. Auch andere Headsets aktivieren per Knopfdruck den Sprachassistenten des Smartphones. Deswegen lassen sie sich auch problemlos mit dem iPhone koppeln und aktivieren dort auf Knopfdruck Siri.

Als reine Kopfhörer machen die Buds keine allzu gute Figur. Das fängt bei der Passform an: Statt auf In-Ear-Bauweise setzt Google auf die namensgebende Earbud-Form. Die Ohrhörer reichen also nicht bis in den Hörkanal, sondern sitzen eher in der Ohrmuschel. Ähnlich wie die Apple AirPods passen die Buds bei vielen Trägern nicht. Selbst wenn sie nicht sofort aus den Ohren purzeln, sitzen sie nie allzu fest, geschweige denn angenehm. Für den Sport disqualifizieren sie sich somit.

Der Klang ist alles andere als schrecklich. Doch dreht man die Lautstärke auf, fallen vor allem die leicht verzerrenden Höhen auf. Es fehlt zu sehr an Bass und Details, als dass bewusstes Musikhören dauerhaft Spaß machen könnte. Zur Berieselung im Hintergrund reicht die Qualität. Umgebungslärm nimmt man fast ungedämpft wahr. Im Straßenverkehr mag das praktisch sein, auf die Musik kann man sich dabei aber nicht konzentrieren.

### Fazit

Wegen der unausgereiften Hardware werden die Pixel Buds dem Google Assistant kaum zu weiterer Popularität verhelfen. Sie sitzen schlecht, klingen mäßig, dämpfen kaum und lassen sich fummelig im Lade-Case verstauen. Vor allem audiophile Naturen, aber selbst Google-Jünger, werden mit den Buds nicht glücklich.

Dass es auch besser geht, zeigen Konkurrenten wie die funktionsreichen Samsung Gear IconX (2018). Bislang bietet Google die Pixel Buds nur im eigenen Online-Store für 180 Euro in drei verschiedenen Farben an. (hcj@ct.de) **ct**

### Google Pixel Buds

#### Bluetooth-Ohrhörer

Gewicht Ohrhörer / Case 13 g / 43 g

Akkus Ohrhörer / Case 120 mAh / 620 mAh

Kompatibilität (als Headset / mit Assistant / mit Übersetzer) Android 5.0; iOS 10.0 / Android 6.0 / Google Pixel (XL); Pixel 2 (XL)

Preis 180 €

Anzeige

# Netzwerkpolizei

## Netzwerküberwachung mit der Fingbox

**Mit der Fingbox verschafft man sich leicht einen Überblick über die Aktivitäten im eigenen Netzwerk – und in den Netzen der Nachbarn. Zudem begrenzt sie Internetzeit für Kinder und sperrt WLAN-Schnorrer aus.**

Von Ronald Eikenberg

Wer häufiger Netzwerke analysiert, der kennt wahrscheinlich die kostenlose Netzwerk-Scanner-App Fing, mit der man sich leicht einen Überblick über die Geräte im lokalen Netz verschaffen kann. Diese gibt es jetzt in Form der Fingbox auch als Hardware mit erheblich erweitertem Funktionsumfang. Die Einrichtung ist simpel: Man verbindet die Box mit dem Strom und über RJ45 mit dem Router. Anschließend richtet man sie über die Fing-App auf dem Smartphone oder Tablet ein, die fortan auch als zentrale Bedienschnittstelle dient. Den Betriebszustand und wichtige Ereignisse signalisiert das Gerät zudem durch ihren mehrfarbi-

gen LED-Ring. Die Kernkompetenz von Fing ist die Überwachung des Netzwerks. Die Box registriert kontinuierlich, welche Geräte mit dem Netz verbunden sind. Taucht ein neuer Client auf, erhält man auf Wunsch eine Push-Benachrichtigung aufs Handy.

### Lauschen in fremden Netzen

Unerwartet ist, dass man diese Überwachung auch auf WLAN-Clients ausweiten kann, die sich zwar in Funkreichweite befinden, aber nicht in das lokale Netz eingebucht sind. Mit der Funktion „digitaler Zaun“ überwacht die Fingbox den gesamten auf sie einprasselnden Funkverkehr und hat so etwa auch die Smartphones, Tablets und Notebooks der Nachbarn auf dem Radar. Auf Wunsch erhält man auch für diese Geräte einen Alarm, sobald sie in Reichweite sind. Damit könnte man sogar das Kommen und Gehen des Nachbarn registrieren – doch nicht alles, was technisch möglich ist, kann man auch moralisch vertreten.

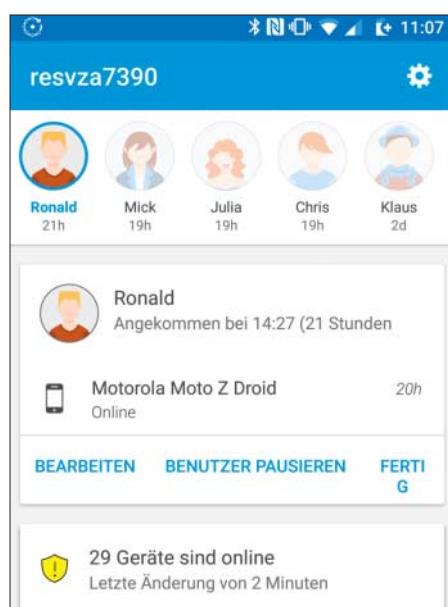
Darüber hinaus beherrscht die puckförmige Maschine noch weitere spannende Tricks: So kann man ungebetene Gäste etwa vom Netz ausschließen oder den Internetzugang für die Kinder während der Hausaufgabenzeiten blockieren. Dafür nutzt die Fingbox einen Kniff aus der Hacker-Ecke, das sogenannte ARP-Spoofing. Die Box schickt an das Zielgerät spezielle Netzwerkpakete, die es glauben lassen, dass die IP-Adresse des Routers fortan über die MAC-Adresse der Box erreichbar ist. Da die Box jedoch nicht als Gateway arbeitet, laufen die anschließenden Verbindungsversuche des Geräts in Richtung Internet ins Leere. Hierzulande dürfte



diese Funktion nur in wenigen Fällen ein Kaufargument sein, da Router wie die Fritzbox den Internetzugriff ohne Hilfsmittel zeitgesteuert einschränken können.

Auch zur Absicherung des Netzwerks kann die Fingbox etwas beitragen: Sie überprüft etwa, ob sich ein böser Zwilling (Evil Twin) Ihres WLAN in der Nähe befindet. Solche nutzen Angreifer etwa, um die KRACK-Attacke auf die WPA-Verschlüsselung zu fahren. Zudem scannt der Hersteller die externe IP-Adresse des Routers von außen nach offenen Ports, um potenziell unbekannte Weiterleitungen in das interne Netz aufzuspüren. Ist das Netz zu lahm, kann man mit der Fingbox auch noch die WLAN- und Internet-Geschwindigkeit testen oder überprüfen, welcher der Clients derzeit am meisten Bandbreite saugt. Die von der Fingbox erhobenen Daten sind nicht nur per Smartphone-App, sondern auch über die Web-App app.fing.io einsehbar. Das ist praktisch, legt aber auch den größten Nachteil des Geräts offen: Sämtliche Informationen werden beim Hersteller gespeichert, der damit einen intimen Einblick ins überwachte Netz und die WLAN-Umgebung erhalten kann. Ohne Cloud geht es nicht.

(rei@ct.de) ct



Die Fingbox erlaubt tiefe Einblicke in das Netzwerk und den Tagesablauf der Nutzer. Sie protokolliert unter anderem, wer wann zu Hause war.

Fingbox	
Netzwerk-Analyser	
Hersteller	Fing, www.fing.io
Systemanf. (App)	mindestens iOS 9.0 oder Android 4.1
Anschlüsse	1 × RJ45 (Gigabit-Ethernet)
WLAN	802.11b/g/n
Leistungsaufnahme	2,2 Watt
Preis	129 €

Anzeige



## Flinker USB-Server

**SEHs myUTN-2500 bringt USB-3.0-Geräte mit wenig Aufwand flott ins Netzwerk. Dazu gibts ordentliche Sicherheits- und Verwaltungsoptionen.**

USB-Geräte über größere Entfernung vom Rechner abzusetzen ist besonders bei der USB-Version 3.0 schwierig. SEH löst dieses Problem für viele nicht-isochrone USB-Anwendungen mit seinem myUTN-2500. Dieser hat drei Super-Speed-Ports, die er über eine Gigabit-Ethernet-Schnittstelle im Netzwerk bereitstellt. Wer weitere USB-Ports benötigt, kann mit Hubs erweitern.

SEH hat dem Server eine umfangreiche Firmware spendiert, die wenig Wünsche offen lässt: Mittels SNMPv1 oder v3 überwachen und steuern gängige Netzwerkmonitore das Gerät. Treten Fehler auf, versendet der myUTN eigenständig E-Mails an den Administrator. USB-Ports können jeweils einem der bis zu drei VLANs exklusiv zugeordnet werden und sind dann nur noch aus diesem erreichbar. Um die Anschlüsse zusätzlich vor Unbefugten zu sichern, kann der Server Benutzerdaten oder Zertifikate (EAP) zur Authentifizierung verlangen.

Ab Werk überträgt der myUTN die USB-Pakete unverschlüsselt durchs Netz. Die Verschlüsselung mittels SSL 3.0 oder TLS (1.0, 1.1, 1.2) kann für jeden USB-Port am Server individuell aktiviert werden. Im Test mit einer USB-SSD erreichten wir rund 80 MByte pro Sekunde Leserate ohne Verschlüsselung. Der verbaute Marvell-Prozessor Armada 88F6811 beschleu-

nigt AES, DES sowie SHA-1 und SHA-2 in Hardware. Im TLS-Modus „Hoch“ mit AES256-SHA als Ciphersuite erreichten wir 17 MByte pro Sekunde. Die Ciphersuite SEED-SHA ohne Hardwarebeschleunigung brachte etwa 10 MByte pro Sekunde.

Die am myUTN angeschlossenen USB-Geräte werden über den UTN-Manager ins System eingebunden. Unter Windows 10 lief der Client auf Anhieb. Ein Assistent findet selbstständig USB-Server im selben Subnetz und hilft bei der Einrichtung. Mit wenigen Klicks startet der UTN-Manager beim Booten und verbindet automatisch zuvor definierte Ports. Lediglich die Fehlermeldungen waren etwas missverständlich: Eine inkompatible Ciphersuite beispielsweise erzeugt lediglich die Meldung „Plugin [Gerätename] failed“. SEH will dies demnächst in Angriff nehmen.

Mit dem myUTN-2500 erhält man ein gut durchdachtes Gerät, das auch anspruchsvollen Administratoren gerecht wird. Auch einen isochronen Modus möchte SEH ab Januar in einer separaten Firmware-Variante zum Test anbieten. Der myUTN-2500 ist ab sofort für rund 200 Euro verfügbar. (amo@ct.de)

### SEH myUTN-2500

#### USB-Server

Hersteller	SEH, <a href="http://www.seh.de">www.seh.de</a>
Prozessor	Marvell Armada 88F6811 (1,33 GHz Single-Core)
Anschlüsse	3 × USB-SuperSpeed (3.0), 1 × RJ45 (Gigabit-Ethernet)
Lese-/Schreibgeschwindigkeit (512 KByte Blockgröße, unver- schlüsselt, 480 GByte Kingston SSD)	80,6 MByte/s / 68,9 MByte/s
Leistungsaufnahme (Idle ohne USB-Gerät / SSD unter Volllast)	2,8 / 5,4 Watt
Preis	200 €



## Retro-Neuheit

**Das Gamepad NES30 Pro kommt in nostalgischer Optik daher, ist technisch aber auf Höhe der Zeit und nimmt kabellos Kontakt auf.**

8bitdo legt dem 35 Euro kostenden Controller NES30 Pro ein USB-Ladekabel, eine gravierte Hundemarke zum dreißigjährigen Jubiläum des Nintendo Entertainment Systems (NES) und eine Kurzanleitung bei. Darin steht, wie man das NES30 Pro mit diversen Geräten verbindet. Das geht kabellos via Bluetooth in Verbindung mit einer gerätespezifischen Tastenkombination. Für den Windows-Modus muss man etwa die Tasten Power und X drücken. Bei Nintendos Switch klappt das allerdings nur, wenn mindestens die Controller-Firmware 4.0 installiert ist – bei unserem Exemplar war das ab Werk der Fall. Wer iOS-Spiele steuern will, muss auf die Firmware 2.0 wechseln.

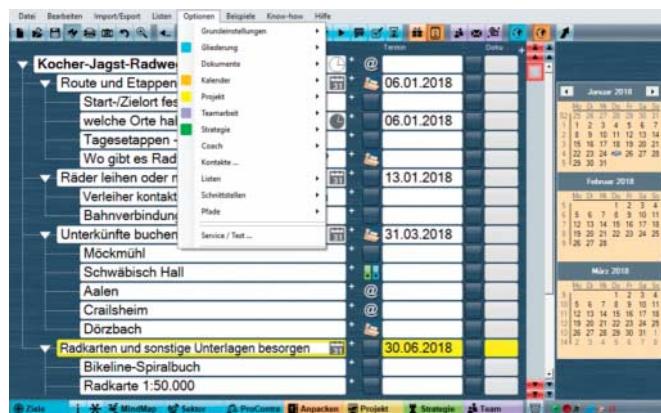
Die Optik und das Button-Layout sind an das NES angelehnt. Damit man moderne Spiele bedienen kann, hat der Controller zusätzliche Knöpfe und zwei Analogsticks. Die Verarbeitung ist hochwertig, Sticks, Knöpfe und Steuerkreuz reagieren präzise. Er liegt gut in der Hand, für große Hände fällt die Form jedoch etwas klein aus. Der NES30 Pro ist ein solider Controller, welcher den Haupt-Controller aber nicht ohne Abstriche ersetzt – größere Pads liegen auf Dauer einfach besser in den Händen. Als Zweit-Controller für Multiplayer-Partien eignet er sich wiederum richtig gut. (des@ct.de)

### NES30 Pro

#### Gamepad

Hersteller	8bitdo, <a href="http://www.8bitdo.com">www.8bitdo.com</a>
Systeme	Android, iOS, macOS, Nintendo Switch, Windows
Akkulaufzeit	18 Stunden (Herstellerangabe)
Maße	13,2 cm × 6,4 cm × 1,5 cm
Gewicht	290 Gramm
Preis	circa 35 €

Anzeige



## Zielgerichtet arbeiten

**Den Überblick über alle Aufgaben bewahren, Prioritäten setzen, Termine einhalten – die Organisationssoftware meineZiele verspricht sorgenfreies Arbeiten. Zunächst muss man sich aber nicht nur mit einem riesigen Funktionsumfang, sondern auch mit der Philosophie hinter dem Programm gründlich auseinandersetzen.**

Das tägliche Chaos aus Projekten, Aufgaben und Terminen stellt meineZiele als wohlsortierte Tabelle dar. Für jeden Eintrag gibt es eine Tabellenzeile mit mehreren Spalten. Die erste ist lang und hat Platz für Text, „Jubiläumsfeier Meier vorbereiten“ beispielsweise oder „Rosenbeet im Vorgarten anlegen“. Es folgen kurze Spalten für Symbole, Termine, Links zu Dokumenten, Budget-Planung und so weiter – der Anwender kann sich hier aus vielen Vorgaben die passenden Spalten zusammenstellen.

Untergeordnete Teilaufgaben lassen sich flexibel erfassen. In Version 18 hat das Programm dafür noch mehr – nämlich zwölf – Gliederungsebenen. Ebenfalls neu ist die sogenannte Pivot-Ansicht, die Tabelleninhalte wahlweise nach unterschiedlichen Gesichtspunkten anzeigt. Die Stichpunkte eines Besprechungsprotokolls kann man damit beispielsweise mal anhand der Termine sortieren und mal danach, wer welche Aufgaben übernimmt.

Gehören zu einer Aufgabe Unterlagen, so kann man entweder den Ablageort eines Papierdokuments vermerken oder den Link zu einer Datei auf der Festplatte oder einer Webseite ergänzen; auch mehrere Verknüpfungen sind möglich. Alter-

Daten auch mit der Mobil-App Toodledo aus. Etliche Anleitungen, Handbücher und Videos erklären die Handhabung des Programms. Das Material beleuchtet auch die Frage, wieso man manches einfach nicht anpackt, wie sich Störungen vermeiden lassen und in welcher Detailtiefe man Aufgaben in Teilaufgaben zerlegen sollte.

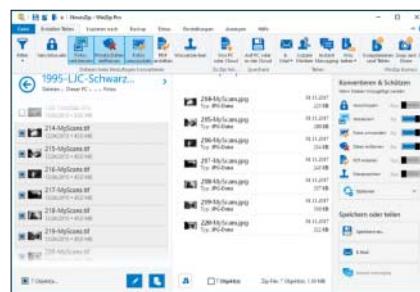
Die Standard-Version des Programms richtet sich an Privatanwender. Für Teams gibt es eine Plus-Variante, die auch grundlegende Projektmanagement-Werkzeuge mitbringt. Die größte Version heißt Pro und unterstützt laut Hersteller auch bei strategischen Aufgaben wie einer beruflichen Neuausrichtung. Schon der Funktionsumfang der Standard-Ausgabe kann Einsteiger allerdings völlig überfordern – die kleinere Easy-Version präsentiert sich übersichtlicher.

meineZiele wirkt ein wenig aus der Zeit gefallen. Die gut durchdachte und sehr flexibel anpassbare Oberfläche des Programms versprüht den Charme der 80er. Auch in Kombination mit der App Toodledo bleibt das Programm eine PC-Anwendung, die man überwiegend am Schreibtisch sitzend nutzt. Wer nach einer Alternative zu Wunderlist und anderen Getting-things-done-Apps sucht, ist hier falsch. meineZiele ist etwas für Anwender, die lokal und nicht in der Cloud arbeiten möchten und die einen gewissen Einarbeitungsaufwand nicht scheuen. Sie erhalten beim Studium des umfangreichen Begleitmaterials jede Menge Tipps und Tricks zur Selbstorganisation.

(dwi@ct.de)

### meineZIELE Standard 18

Programm zur Selbstorganisation	
Hersteller	Methode.de, <a href="http://www.meineziele.info">www.meineziele.info</a>
Systemanforderung	Windows Vista – 10
Preis	78 € (mit gedrucktem Handbuch: 98 €, Version Easy: 28 €)



## Packstation

**WinZip Pro 22 extrahiert Dateien schon beim Öffnen, erstellt Backups und bearbeitet Bilddateien sehr flexibel.**

WinZip organisiert seine Funktionen über Ribbon-Menüs und An/Aus-Schalter, wirkt aber dennoch hier und da etwas unübersichtlich. Auf Wunsch extrahiert es Archive nach Doppelklick in einen vorgegebenen Ordner. Es entpackt gängige Typen wie 7Z, BZ2, CAB, GZ, RAR, TAR, TGZ und ZIP. Je nach Einstellung erstellt es ZIP- oder ZIPX-Archive. Zur Verschlüsselung stehen AES 265 Bit und der veraltete ZIP-2.0-Standard zur Verfügung.

Beim Hinzufügen von Fotos in Standardformaten wie BMP, JPEG, PNG, PSD und TIFF zu einem neuen Archiv führt WinZip verschiedene Optionen aus, die man per Schalter aktivieren kann. So verschlüsselt, skaliert oder konvertiert es Bilder, versieht sie mit Wasserzeichen, entfernt Metadaten oder fügt sie in PDF-Dokumente ein. Mit Raw-Fotos funktioniert das leider nicht. Metadaten entfernt das Tool außerdem aus MS-Office-Dateien der Typen DOC(X), PPT(X) und XLS(X). Die Pro-Version sichert auf Wunsch ausgewählte Verzeichnisse in regelmäßigen Abständen als ZIP-Datei. Einzelne Dateitypen und Verzeichnisse lassen sich dabei ausschließen. Im erneuten Durchgang berücksichtigt WinZip nur Änderungen.

Entpacken kann auch Windows selbst, WinZip hat aber eine Reihe Vorteile: Metadaten aus Office-Dateien sowie Fotos entfernen und Backups erstellen etwa.

(akr@ct.de)

### WinZip Pro 22

Dateipacker	
Hersteller	WinZip, <a href="http://www.winzip.com">www.winzip.com</a>
Systemanforderung	Windows ab Vista
Preis	59,44 € (Standard: 35,64 €)

Anzeige

# Standardgemäße PDFs

## Foxit PhantomPDF: Barrierefreiheit und bessere Textbearbeitung

**Der PDF-Editor Foxit PhantomPDF konzentriert sich in Version 9.0 auf barrierefreie PDFs gemäß dem Standard PDF/UA sowie die Fließtext-Bearbeitung und beginnt mit der Unterstützung von PDF 2.0.**

**Von Andrea Trinkwalder**

Foxit PhantomPDF ist ein Paket aus PDF-Konverter und -Editor – eine günstige Alternative zu Adobes Acrobat. Wie nahezu alle Acrobat-Konkurrenten hat auch Foxit seine Anwendung auf den Einsatz im Office-Bereich zugeschnitten.

Die systemweite PDF-Erzeugung läuft über einen Druckertreiber, der aus allen Anwendungen heraus statisches PDF erzeugen kann. Darüber hinaus werden Add-ins für Microsoft Office installiert, die interaktives PDF mit Lesezeichen und anderen Links ausgeben und durchaus Mehrwert gegenüber dem Standard-PDF-Export von Word, Excel und PowerPoint bieten. So kann man etwa Wasserzeichen sowie Kopf- und Fußzeilen hinterlegen.

Sensible Textpassagen lassen sich direkt in Word zum Schwärzen markieren – endgültig geschwärzt werden sie erst bei der Konvertierung ins Portable Document Format. Hier lässt sich auch eine Variante

wählen, die berechtigten Nutzern per Passwort den Zugriff auf den vertraulichen Inhalt gewährt. Leider speichert das Add-in nur komplette Dokumente, während der Standard-PDF-Export von MS Office auch Auswahlen wie markierte Tabellenspalten oder Textbereiche ins PDF wandelt. Recht praktisch ist das Outlook-Add-in, das Mails inklusive Anhang im Portable Document Format archiviert.

### Fließtext-Bearbeitung

Das Herzstück ist der Editor. Hier kann man Dokumente mit Anmerkungen versehen, kleinere Korrekturen an Text und Bildern ausführen, interaktive Formulare gestalten und Inhalte exportieren. Für die Version 9.0 hat sich Foxit vor allem der Erzeugung barrierefreier Dokumente und der Textbearbeitung gewidmet. Text ist im PDF wegen seines eigentlichen Zwecks als Anzeige- und Druckformat in zahllose Einzelobjekte fragmentiert. Um ihn bearbeitbar zu machen, muss ein Editor aus den Bruchstücken per Layout-Analyse den Fließtext rekonstruieren. Einfachen Editoren gelingt das nur zeilenweise, bessere erkennen ganze Absätze. PhantomPDF bietet jetzt ein Tool, mit dem der Nutzer manuell mehrere Textblöcke verbinden kann. So lassen sich theoretisch auch umfangreichere Änderungen vornehmen, ohne das Layout zu zerstören. In Testdokumenten mit einfachem Layout ließen

sich die verknüpften Abschnitte gut bearbeiten und ergänzen. Bei Blocksatz und umflossenen Objekten hingegen gelang es PhantomPDF nicht, das Layout – etwa Wortzwischenräume – sauber zu erhalten.

### PDF nach Norm

Um PDFs für Blinde und Sehbehinderte zugänglich zu machen, stehen umfangreiche Analyse- und Tagging-Funktionen bereit: Das Prüfwerkzeug hilft nicht nur, Probleme zu erkennen, sondern behebt sie auf Wunsch oder ruft das passende Werkzeug auf, sodass der Nutzer etwa fehlende Alternativtexte rasch ergänzen kann.

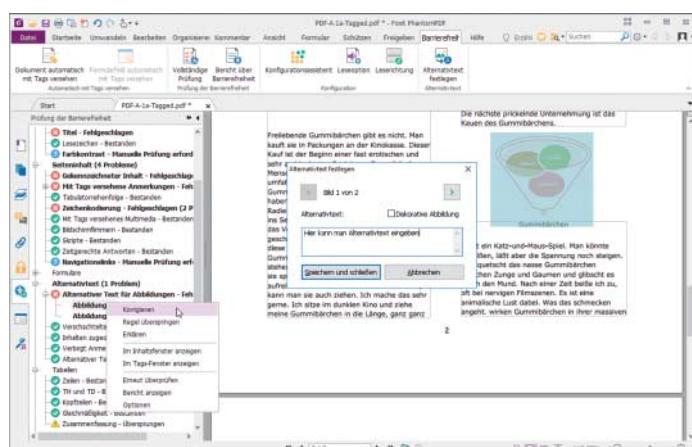
Den Standard für die Langzeitarchivierung PDF/A unterstützen sowohl der PDF-Erzeuger als auch der Editor der Business-Version. Letzterer kann auch nach der Bearbeitung eines Dokuments den PDF/A-Standard wiederherstellen. Der Druckvorstufenstandard PDF/X lässt sich ebenfalls auf diese Weise bewahren. Im Unterschied zu Acrobat fehlen allerdings Prüfwerkzeuge, um die Konformität zu PDF/A oder PDF/X nachträglich zu überprüfen und nicht konforme Elemente gegebenenfalls zu reparieren.

Weitere Neuerungen sind die Bearbeitung von Ebenen sowie der Import von Formulardaten als CSV-Datei. Darüber hinaus hat Foxit mit der Unterstützung von PDF-2.0-Dokumenten begonnen, vorerst aber nur im Anzeigemodus. PhantomPDF gibt es in einer knapp 135 Euro teuren Business-Ausführung und einer Standard-Version für 110 Euro. Letztere ist etwa beim Schwärzen oder dem Erstellen barrierefreier PDFs eingeschränkt, eine detaillierte Aufstellung finden Sie auf der Website des Herstellers.

### Fazit

PhantomPDF ist eine günstige Alternative zu Acrobat, die ein gutes Rüstzeug für den Office-Alltag bietet. Bei der umfangreichen Bearbeitung von Inhalten, insbesondere Text, liefert Acrobat bessere Ergebnisse – allerdings bei Weitem keine perfekten. Auch wer professionell mit Druckvorlagen hantiert, bleibt auf Acrobat oder Spezialsoftware – etwa von Callas – angewiesen.

(atr@ct.de) **ct**



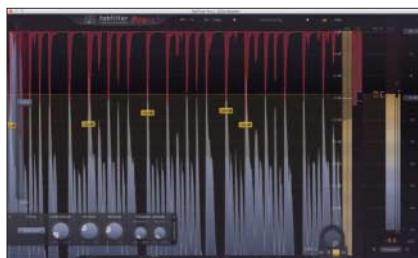
PhantomPDF prüft, ob ein Dokument barrierefrei ist, und hilft dem Nutzer, die beanstandeten Mängel zu beheben.

### Foxit Phantom 9

#### PDF-Editor

Hersteller	Foxit, www.foxitsoftware.com
Systemanforderungen	Windows 7 bis 10, Office ab 2007
Preis	159 € (Business), 129 € (Standard)

Anzeige



## Neue Referenz

**Fabfilter führt in sein Musik-Plug-in Pro-L 2 neue Funktionen ein, die man bislang in noch keinem Software-Limiter gefunden hat.**

Die wichtigste Neuerung des Limiters Pro-L 2 verbirgt sich hinter einem viel zu kleinen Kopfhörersymbol: Mit ihm kann man erstmals das Differenz-Signal zwischen Original und limitierter Fassung eines Tracks hören. Hier fallen mögliche Verzerrungen selbst Laien sofort auf, sodass sie Attack-, Release- und Look-Ahead-Zeiten genau einstellen können.

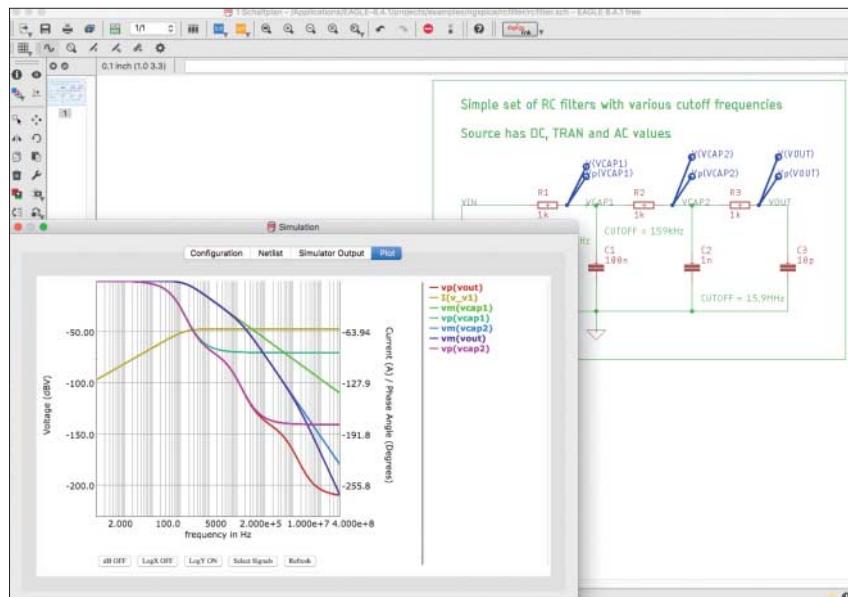
Zudem hat Fabfilter eine LUFS-Anzeige eingebaut, die die Lautheit über den gesamten Song integriert. Für CDs werden mit -9 LUFS und fürs Streaming mit -14 LUFS praxisgerechte Zielwerte vorgegeben. Das True Peak Limiting fängt Inter Sample Peaks sehr gut ab. Wer will, stellt bis zu 32-faches Oversampling ein, wobei dieser extreme Wert selbst schnellste Rechner in die Knie zwingt. Zum Stem-Mastering lässt sich der Limiter erstmals auch per Side-chain triggern.

Im Vergleich zu den in c't 21/17 getesteten Limitern zieht der Pro-L 2 an allen Kandidaten vorbei. Allenfalls der Maximizer von Ozone hält klanglich noch gut mit und muss sich nur bei äußerst schwierigem Material knapp geschlagen geben. Dank seiner verschiedenen Charakteristika findet der Pro-L 2 sowohl für zackige Electro-Beats als auch für voluminöse Kirchenchöre optimale Einstellungen von „aggressive“ bis „safe“. Anhand der kostenlosen 30-Tage-Demo kann man sich selbst von der Qualität überzeugen. (hag@ct.de)

### Fabfilter Pro-L 2

Software-Limiter für Musikproduktionen

Hersteller	Fabfilter, <a href="http://www.fabfilter.com">www.fabfilter.com</a>
Systemanf.	Windows ab XP, macOS ab 10.6
Formaten	AU, VST 2/3, AAX, RTAS
Preis	169 € (Update: 60 €)



## EloCAD-Aufsteiger

**Der Platinenlayouter Eagle CAD hat die Simulation analoger und digitaler Schaltungen gelernt. Außerdem kann man Schaltungsprojekte seit der Übernahme des Programms durch Autodesk nahtlos über Fusion360 in den 3D-Gehäuseentwurf per MCAD einbinden.**

Wenn man mit Eagle CAD ein Platinen-Layout bearbeitet, überprüft das Programm in Echtzeit, ob die vorgegebenen Entwurfsregeln eingehalten werden: Beim Anlegen von Leiterbahnen und beim Verschieben von Komponenten visualisiert die Funktion „Live DRC“ sofort, wenn Mindestabstände zu benachbarten Signalbahnen unterschritten werden. In der gespiegelten Platinenansicht „Board Flip View“ lassen sich Bauteile einfacher auf der Platinenunterseite platzieren als in der Draufsicht. Die interaktive Vorschau „Live Preview Layers“ verschafft dem Anwender einen schnellen Überblick über den Lagenaufbau.

Die aktuelle Version von Eagle bedient sich grundsätzlich wie aus früheren Versionen gewohnt: Man verwaltet Schaltpläne, Platinen und Bibliotheken mit dem integrierten Projektmanager und bearbeitet sie in separaten Fenstern. Der Wechsel zwischen Schaltplan, Layout und Bibliotheksmanager erfolgt über Schaltflächen in der oberen Befehlsleiste.

Alle Befehle kann man ebenso wie Skripte und benutzerdefinierte Programme (ULP) auch per Kommandozeile ausführen. Eingaben in die Kommandozeile erleichtert die Software jetzt per Autovervollständigung.

Glanzlicht der Version 8.4 ist die Möglichkeit, das Verhalten einer Schaltung direkt aus dem Schaltplan heraus per SPICE-Simulation zu erforschen. Damit lässt sich nicht nur die Situation einzelner Knotenpunkte darstellen, sondern auch der Frequenzgang und das Verhalten im Zeitbereich. Bevor man die Simulation über Schaltflächen in der oberen Befehlsleiste konfigurieren und starten kann, muss man Spannungs- und Stromquellen sowie Messpunkte in die Schaltung einfügen. Für diese Aufgabe stellt Eagle eine spezielle Bibliothek mit SPICE-kompatiblen Bauteilen bereit.

Autodesk hat beim Erweitern von Eagle ein gutes Gespür bewiesen. Aufgrund von Funktionen wie Live DRC gehen Entwürfe schneller von der Hand. Zusätzlich erspart die bordeigene SPICE-Funktion den zeitraubenden Zugriff auf Fremdsoftware.

(Mathias Poets/hps@ct.de)

### Eagle 8.4.3

#### Elektronik-CAD

Hersteller	Autodesk
Systemanf.	Windows ab 7, macOS ab 10.10, Linux ab libc.so.6/glibc_2.14
Preise	<b>Kostenlos</b> bis 2 Schaltpläne, 2 Signallagen, 80 cm <sup>2</sup> , 17,85 €/Monat bis 99 Schaltpläne, 4 Signallagen, 160 cm <sup>2</sup> , 83,30 €/Monat für größere Projekte

Anzeige

# Kopflos im Schneckentempo

## Lenovo bekommt Fehler nicht in den Griff



**Wenn ein Fehler an einem Gerät mit Garantie nicht behoben werden kann, bekommt der Kunde in der Regel ein Tauschgerät. Doch bei Lenovo ist das anders.**

**Von Tim Gerber**

Am 26. Juni 2017 erwarb Michael N. über eBay einen gebrauchten PC des Modells Lenovo Thinkstation E32 mit einer Restgarantie bis zum 21. September. Den PC wollte Michael N. als Server einsetzen. Im Betrieb einschließlich gelegentlich fälliger Neustarts sollte der Rechner also ohne Monitor und Tastatur auskommen. Doch die Thinkstation von Michael blieb zuweilen bei einem Neustart hängen, trotz entsprechender Ein-

stellungen im BIOS, die eigentlich für einen reibungslosen Start der Maschine ohne Tastatur, Maus und ähnliche Peripherie sorgen sollten.

Am 11. Juli reklamierte Michael N. deshalb den Fehler beim Lenovo-Support. Der Support bat den Kunden zunächst, ein Update des EFI durchzuführen, dann verlangte er, über dafür vor gesehene Jumper auf dem Mainboard das BIOS zurückzusetzen. All dies tat Michael N., doch der Fehler blieb bestehen. Nun wurde vom Support ein neues Mainboard bestellt, das dann von einem Techniker vor Ort beim Kunden eingebaut werden sollte. Bis es so weit war, vergingen weitere zwei Wochen. Erst am 4. August erschien der Techniker mit dem Mainboard.

Doch schon nach wenigen Wochen blieb der Server bei einem turnusmäßigen Neustart wieder hängen. Deshalb rief Michael N. am 9. September ein zweites Mal beim Lenovo-Support an, um seinen

**VOR  
SICHT  
KUNDE!**

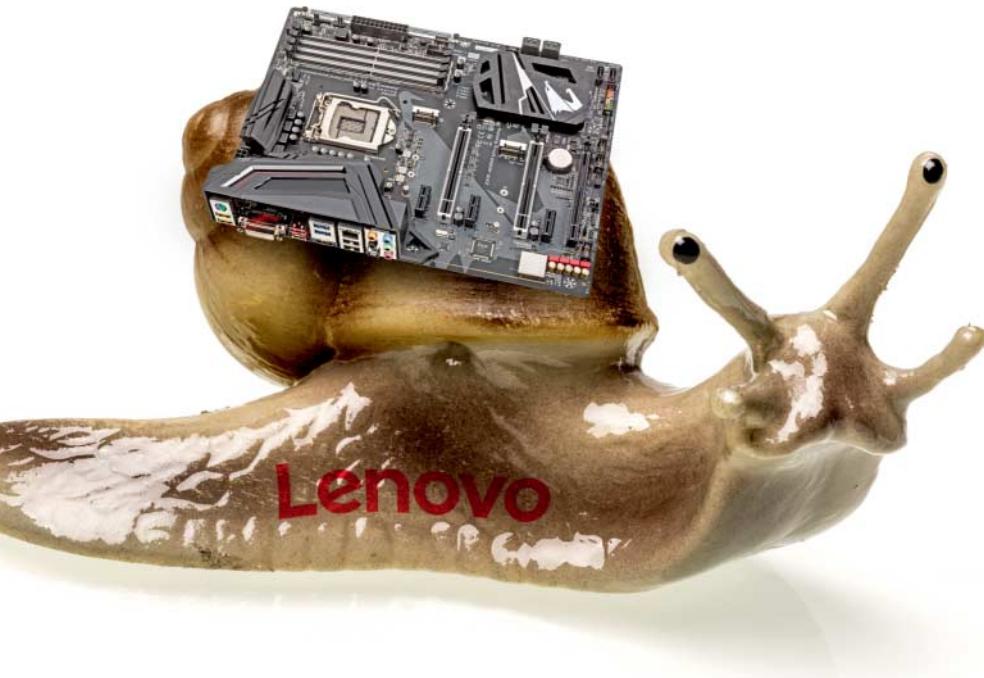
Garantiefall geltend zu machen. Wieder wurde ein Mainboard bestellt und wieder vergingen über zwei Wochen, bis der Techniker erschien. Doch auch nach einem weiteren Tausch am 29. September bestand das Problem fort.

Nun verlangte Lenovo, dass der Rechner in eine Werkstatt eingeschickt werden solle. Also wurde er am 12. Oktober im Auftrag von Lenovo abgeholt und ging einen Tag später im Reparaturzentrum ein.

Am 16. Oktober teilte man dem Kunden auf seine Nachfrage mit, ein benötigtes Ersatzteil sei gerade nicht verfügbar, die Lieferzeit unbekannt, er müsse sich auf eine mehrwöchige Wartezeit einstellen. Die hatte Michael N. aber schon längst hinter sich. Seit seiner Reklamation im Juli waren schließlich satte drei Monate ins Land gegangen. Seine Geduld neigte sich ihrem Ende zu.

### Tauschvorschlag

Deshalb bat er Lenovo nun um einen Austausch des gesamten Geräts, wie es die Garantiebedingungen des Herstellers für



den Fall vorsehen, dass ein Garantieschaden nicht reparabel ist. Nachdem er bei der Hotline nichts erreichte, sandte er am 24. Oktober einen eingeschriebenen Brief an Lenovo. Darin setzte er dem Unternehmen eine Frist bis zum 8. November. Bis zu diesem Tag sollte Lenovo die Reparatur seines Rechners abschließen oder ihm ein adäquates Austauschgerät liefern. Doch nichts geschah, von Seiten des Herstellers

kam keine Reaktion mehr. Deshalb versuchte Michael N. nun nochmals per E-Mail, vom Support eine Antwort zu erhalten. Die erhielt er am 17. November. Aber anstatt der erhofften Zusage eines Austauschgeräts lehnte Lenovo dies nun mit der Begründung ab, die Garantie sei ja bereits abgelaufen.

Zutreffend ist, dass die Herstellergarantie am 21. September abgelaufen

war. Maßgeblich ist jedoch der Zeitpunkt des Eintritts des Garantiefalles und der war jedenfalls vor dem 11. Juli, also deutlich vor Ablauf der Garantie.

Die bereits erfolgten Versuche, den Fehler im Zuge der Garantieleistungen zu beheben, ändern daran nichts, weil sie ja erfolglos waren. Nur wenn nach dem 21. September ein neuer Fehler aufgetreten wäre, könnte der Hersteller sich auf den Ablauf berufen. Wenn der Fehler aber an einem ausgewechselten Teil auftritt, gelten dafür meist eigene Garantiestrischen. Bei der Thinkstation von Michael N. konnte von alledem ohnehin keine Rede sein. Da er aber trotzdem bei dem Hersteller mit seinem Anliegen kein Gehör fand, wandte er sich nun an die c't-Redaktion.

### Ohne Anerkennung

Wir batte Lenovo-Pressesprecher Georg Albrecht am 27. November um Überprüfung des Falles von Michael N. Inzwischen hatte der seine Thinkstation zwar zurückgehalten, der Fehler bestand jedoch immer noch. Am 30. November teilte Georg Albrecht mit, man habe sich den Fall angesehen und würde dem Kunden anbieten, sein Gerät zu tauschen. Tatsächlich erhielt Michael N. am 1. Dezember eine Nachricht, sein PC werde „aus Kulanz“ und „ohne Anerkennung einer Rechtspflicht“ gegen ein adäquates Neugerät ausgetauscht. Zunächst müsse seine Thinkstation abgeholt werden, danach werde ein für ihn passender PC gefertigt. Der soll Anfang 2018 bei Michael N. eintreffen. Zu Redaktionsschluss sah es also immerhin so aus, als würde Lenovo die Garantie doch noch erfüllen. Nach einem halben Jahr Wartezeit und nach Intervention seitens c't. (tig@ct.de) **ct**

### Service im Visier

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

men in der IT-Branche. Manchmal erreichen uns aber auch Schilderungen von geradezu haarsträubenden Fällen, die deutlich machen, wie einige Firmen mit ihren Kunden umspringen. In unserer Rubrik „Vorsicht, Kunde!“ berichten wir über solche Entgleisungen, Ungerechtigkeiten und dubiose Geschäftspraktiken. Damit erfahren Sie als Kunde schon vor dem Kauf, was Sie bei dem jeweiligen Unter-

nehmen erwarten oder manchmal sogar befürchten müssen. Und womöglich veranlassen unsere Berichte ja auch den einen oder anderen Anbieter, sich zukünftig etwas kundenfreundlicher und kulanter zu verhalten. Falls Sie uns eine solche böse Erfahrung mitteilen wollen, senden Sie bitte eine chronologisch sortierte knappe Beschreibung Ihrer Erfahrungen an: [vorsichtkunde@ct.de](mailto:vorsichtkunde@ct.de).

Anzeige

Anzeige

# Was wirklich schützt

Über den richtigen Einsatz von Security



<b>Einleitung .....</b>	<b>Seite 66</b>
<b>Malware .....</b>	<b>Seite 68</b>
<b>Im Internet .....</b>	<b>Seite 72</b>
<b>Dateien .....</b>	<b>Seite 76</b>
<b>Zugänge .....</b>	<b>Seite 82</b>

## Wenn es um Security geht, höre ich oft: „Schaden kann es nicht“, „Besser als gar nichts“ oder gar „Je mehr Schutz, desto besser“. Nein, nein und noch mal nein!

Von Jürgen Schmidt

**S**ecurity darf man nicht mit der Gießkanne verteilen, weil viele Sicherheitsmaßnahmen unerwünschte und äußerst sicherheitsrelevante Nebenwirkungen haben. Schlechte Security kann sehr wohl gefährlich und damit schlimmer sein als „gar nichts“. Und zu restriktive Security-Maßnahmen führen entweder dazu, dass man Dinge überhaupt nicht mehr sinnvoll benutzen kann – mit entsprechenden, negativen Konsequenzen. Oder die Menschen finden kreative Workarounds, um sich das Leben trotz Security wieder erträglich zu machen. Da sich die gefährlichen Mantras hartnäckig halten, sollen ein paar konkrete Beispiele die damit verbundene Gefahr illustrieren.

### „Schaden kann es nicht?“

Die als Teil von Internet-Security-Suiten verkauften Personal Firewalls versuchten lange Zeit, nur ausgewählten Programmen wie dem Browser und dem Mailer Zugang zum Internet zu gestatten. Außerdem versprachen sie, Angriffe zu erkennen und die Netzwerkpakete der offenbar bösen Systeme zu blockieren. Das sollte etwa Trojaner daran hindern, Schadcode aus dem Internet nachzuladen und Angriffe von außen im Keim ersticken.

Trotzdem schafften es Trojaner, an diesen Sperrn vorbeizukommen. Dafür funktionierten plötzlich viele andere Dinge nicht mehr, die auf eine Internet-Verbindung angewiesen waren. Das führte nicht nur zu einer unglaublichen Verschwendug von Zeit für die Fehlersuche, sondern auch zu echten Sicherheitsproblemen. So kappten Personal Firewalls etwa den Auto-Update-Mechanismus von Programmen. In der Folge infizierten sich Anwender durch die Nutzung veralteter, unsicherer Versionen ihrer Anwendungen. In c't-Tests gelang es uns

mehrere, Personal Firewalls dazu zu bringen, die Update-Server für Viren-Signaturen auf die schwarze Liste böser Systeme zu setzen und damit die Updates von Antiviren-Software zu blockieren. Das angebliche Mehr an Security schadete also durchaus.

### „Besser als gar nichts?“

Bei der Verschlüsselung von Verbindungen über ein unsicheres Netz (Transport Layer Security, TLS) aktivierten viele Administratoren als Fallback für veraltete Software auch Verschlüsselungsverfahren, von denen bereits bekannt war, dass sie sich knacken ließen. Dieses Knacken kostet trotzdem Aufwand und der Fallback sei allemal besser als die Daten im Klartext zu versenden, war die auf den ersten Blick durchaus einleuchtende Begründung.

Dass das so trotzdem nicht stimmt, beweist etwa die 2016 demonstrierte DROWN-Attacke. Das Akronym steht für Decrypting RSA with Obsolete and Weakened eNcryption und beschreibt das Prinzip des Angriffs schon recht gut. Die Angreifer erzwingen dabei den Einsatz der veralteten Verschlüsselung gemäß SSLv2. Diese können sie mit überschaubarem Aufwand knacken.

Der Clou dabei ist, dass sie damit das zentrale Geheimnis des Servers errechnen können, das all seine Verbindungen schützt – auch die eigentlich sicheren. Mit diesem Pre-Master-Secret können die Angreifer dann nachträglich sogar Daten entschlüsseln, die mit dem aktuellen TLS 1.2 gesichert waren. Dieses Problem betraf damals rund ein Drittel aller HTTPS-Webserver. Die veraltete Verschlüsselung war eben nicht besser als gar keine Verschlüsselung, sondern eine akute Gefahr.

### „Je mehr Schutz, desto besser?“

Gute Passwörter sind lang und enthalten eine Mischung aus Groß- und Kleinbuch-

staben sowie Ziffern und Sonderzeichen. Sicherheitsbewusste Administratoren setzen das dann etwa so um, dass man nur Passwörter mit mindestens 12 Zeichen eingeben kann, die dem beschriebenen Mix entsprechen. Außerdem müssen die Anwender jeden Monat ein neues Passwort wählen. Die können sich diese Passwörter natürlich nicht merken und greifen zu praktischen Notwehrmaßnahmen. Sie schreiben sie auf Zettel, die sie unter der Tastatur oder bestenfalls in Schreibtischschubladen deponieren.

In einem realen Fall fehlte eine wichtige Datei für eine Präsentation im Konferenzraum. Die Nutzung von USB-Sticks war – wegen der davon ausgehenden Gefahr – untersagt und durch versiegelte USB-Ports unterbunden. Ein gemeinsam genutztes Netz und Austauschordner für Arbeitsplatz-PCs und die im Konferenzraum gab es natürlich auch nicht. Die Präsentation drohte zu platzen, weil die wichtige Datei nicht herbeizuschaffen war.

Das wurde dann so gelöst, dass ein Kollege die Datei per E-Mail an den privaten Mail-Account des Präsentators schickte, auf den er via Web-Mail auch im Konferenzraum zugreifen konnte. Die hochsensiblen Daten wurden also unverschlüsselt über das Internet verschickt und lagen dann nahezu ungeschützt bei einem Mail-Provider. Auf Nachfragen bestätigte der Mitarbeiter, dass diese Vorgehensweise durchaus üblich sei, weil der Austausch von Dateien zwar immer wieder notwendig, aber „wegen der Security“ nicht anders möglich sei.

### Weniger ist manchmal sogar mehr!

Das Problem sind in beiden Fällen nicht die Mitarbeiter. Die versuchen nur, irgendwie ihren Job zu machen – trotz Security. Das Problem sind Admins, die Security über die Bedürfnisse der Mitarbeiter stellen. Mehr Anwenderfreundlichkeit und weniger Pseudo-Schutz führt häufig zu mehr Sicherheit.

Lange Rede, kurzer Sinn: Wer sich richtig schützen will, setzt Security maßvoll und zielgerichtet ein: so viel wie nötig, aber auch so wenig wie möglich. Dazu muss man natürlich wissen, was wovor schützt, was es nicht gewährleisten kann und welche Nebenwirkungen die gewählten Maßnahmen haben. Die folgenden Artikel klären das für die Bereiche Malware, Internet, Dateien und Zugänge. (ju@ct.de) **ct**



# Schädlingsabwehr

## Schutzmechanismen gegen Erpressungs-Trojaner & Co.

**Es gibt etliche Möglichkeiten, die das System vor einer Vireninfektion bewahren können. Doch kein Abwehrmechanismus schützt vor allem – und wer es zu gut meint, sperrt nicht nur Schädlinge aus, sondern auch sich selbst.**

Von Ronald Eikenberg

## Software Restriction Policies

Mit den Softwareeinschränkungsrichtlinien (Software Restriction Policies, SRP) legt man unter Windows sehr präzise fest, welche ausführbaren Dateien auf dem System gestartet werden dürfen – und welche nicht. So kann man etwa eine Whitelist vertrauenswürdiger Programme pflegen und das Betriebssystem anweisen, dass es ausschließlich die gelisteten Prozesse ausführt. Gelangt ein Trojaner auf den Rechner, wird dieser effektiv an der Ausführung gehindert, da er nicht auf der Liste steht.

Dieses Vorgehen ist jedoch mit einem Aufwand verbunden. Leichter von

der Hand geht es, Pfadregeln anzulegen, welche den Inhalt ganzer Ordner erlauben; das kann zum Beispiel der Programme-Ordner sein. Alle installierten Anwendungen funktionieren dann wie gewohnt, doch der Trojaner, der etwa durch ein verseuchtes Office-Dokument in das Temp-Verzeichnis geladen wurde, kann nicht starten. Normalerweise werden die SRP über Gruppenrichtlinien konfiguriert, leichter geht es jedoch mit dem c't-Tool Restric'tor von der Hand (siehe ct.de/yy2w). Es funktioniert auch im Zusammenspiel mit den Home-Ausgaben von

Windows, die keinen Gruppenrichtlinien-Editor mitbringen.

Eine Stufe weiter geht der mit Windows 7 eingeführte AppLocker: Er kann beispielsweise auch die digitale Signatur einer Datei überprüfen und die Ausführung nur dann zulassen, wenn die Signatur von einer bestimmten Instanz stammt (etwa vom legitimen Entwickler einer Software).

### Schützt

- vor der unbeabsichtigten Infektion mit Schadcode.
- grundsätzlich vor der Ausführung von Prozessen, die man nicht explizit erlaubt hat.
- vor den sogenannten „Downloadern“. Diese Malware-Komponenten laden zusätzlichen Schadcode typischerweise in den Download- oder Temp-Ordner und starten ihn dann.

### Schützt nicht

- vor der Ausführung von Trojanern, die es in ein erlaubtes Verzeichnis schaffen.
- vor Angriffen, bei denen die Täter verseuchte Programmversionen über die Update-Server eines installierten Programms verteilen.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Falsch konfiguriert hindert es legitime Programme an der Ausführung.
- Kann die Update-Agenten installierter Programme an der Arbeit hindern.
- Wer zu harte Regeln konfiguriert, blockiert Systemprozesse und zerstört das Betriebssystem.

Mit Restric'tor geht die Konfiguration der entscheidenden „Richtlinien für Softwareeinschränkungen“ leicht von der Hand. Trojaner haben es dann schwer.

## Firewall

Eine Firewall filtert ein- und ausgehende Netzwerkverbindungen anhand eines Regelsatzes. So kann man etwa verhindern, dass Angreifer aus dem Internet auf Dienste im lokalen Netz zugreifen. Läuft die Firewall auf dem Client, spricht man von einer Personal Firewall. Läuft sie zentral im Netzwerk (etwa auf einer eigenständigen Appliance), handelt es sich um eine klassische Firewall.

In den Anfangszeiten des Internet war eine Personal Firewall auf dem PC noch unerlässlich, da die Computer über das Modem direkt mit dem WWW verbunden und somit von außen erreichbar waren. Inzwischen befindet sich zwischen Computer und Internet meist ein Router, der diese Filteraufgaben für eingehenden Datenverkehr übernimmt. Zugriffsversuche aus dem Internet leitet der Router nur dann an Systeme im lokalen Netz weiter, wenn eine passende Port-Weiterleitung

angelegt wurde. Wichtig ist die Firewall auf dem Client insbesondere noch dann, wenn man in öffentlichen Netzwerken (etwa Hotspots) unterwegs ist. In diesem Fall müssen die lokalen Dienste vor den anderen Teilnehmern abgeschottet werden. Dafür muss man allerdings keine Personal Firewall installieren; die meisten Betriebssysteme wie Windows sind bereits mit einer einfach bedienbaren Firewall ausgestattet, die diesen Job mit Bravour meistert.

Die Filterung des ausgehenden Traffics auf dem Client wird angesichts der schieren Masse an Programmen, die mit dem Internet kommunizieren, kaum noch praktiziert. Für den Unternehmenseinsatz bestimmte Firewall-Appliances werfen hingegen nach wie vor einen routinemäßigen Blick auf den ausgehenden Verkehr, um Verbindungen zu potenziell bösartigen Systemen zu erkennen.

### Schützt

- vor unerwünschten Zugriffen auf lokale Dienste, etwa bei der Nutzung öffentlicher Hotspots.

### Schützt nicht

- vor dem Abfluss persönlicher Daten.
- zuverlässig vor der Infektion durch Viren.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Firewalls können den Ablauf von Programmen stören, wenn erwartete Verbindungen blockiert werden.
- Fehlkonfigurierte Personal Firewalls verhindern im Heimnetz den Zugriff auf Freigaben und andere Dienste.
- Zu freizügig konfigurierte Firewalls erlauben Unbefugten den Zugriff auf lokale Dienste.

## Adblocker

Zu den beliebtesten Browser-Erweiterungen zählen Adblocker, die verhindern, dass der Browser in Webseiten eingebettete Werbung lädt. Abgesehen davon, dass viele Webseiten dadurch optisch aufgeräumter wirken und schneller laden, hat dies auch positiven Einfluss auf Privatsphäre und Sicherheit. Werbeanzeigen werden in aller Regel von Servern externer Dienstleister geladen, die mithilfe von Cookies das Surfverhalten der Nutzer seitensübergreifend überwachen können.

Zudem gelingt es Online-Kriminellen von Zeit zu Zeit, Schadcode über die Dienstleister auszuliefern. Die Kehrseite der Adblocker-Medaille ist, dass man Webseitenbetreiber durch das Blockieren der Werbung um ihre Einnahmen bringt, indem man eine Dienstleistung nutzt, die eigentlich werbefinanziert ist.

### Schützt

- vor Tracking durch Werbung.

- vor Schadcode, den Online-Ganoven über Anzeigennetzwerke ausliefern.

### Schützt nicht

- vor Angriffscode, der direkt in die Webseite eingebettet wurde.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Einige Websites erkennen Adblocker und sperren deren Nutzer aus.
- Webseitenbetreiber werden um ihre Werbeeinnahmen gebracht.

## Sicherheits-Updates

Mit Security-Updates schließen Entwickler oft kritische Sicherheitslücken in Soft- und Hardware. Nicht selten sind die Lücken bereits öffentlich bekannt und werden von Online-Ganoven ausgenutzt, um Systeme mit Schadcode zu infizieren. Zum Teil führen Updates auch neue Schutzfunktionen ein oder mustern alte, verwundbare aus. Nur wer regelmäßig Updates einspielt, ist bestmöglich vor Angriffen jeglicher Art geschützt. Die wichtigsten Komponenten, die man auf dem aktuellen Stand halten sollte,

sind Betriebssystem, Browser (und Plugins), Office, PDF-Viewer und Router.

### Schützt

- vor Angriffen, bei denen die Täter bekannte Sicherheitslücken ausnutzen (etwa beim Öffnen einer Word-Datei).

### Schützt nicht

- vor der Infektion mit Schadcode, den der Nutzer selbst ausführt.

- vor Zero-Day-Lücken, die im Geheimen entdeckt und ausgenutzt werden, bevor der Hersteller Updates bereitstellen kann.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Vom Hersteller hastig veröffentlichte Updates führen dazu, dass etwas nicht länger wie erwartet funktioniert (indem sie etwa das Betriebssystem lahmlegen).

## Virenschutz

Virenschutzprogramme machen Jagd auf Schädlinge aller Art und verhindern deren Ausführung. Ist das Kind bereits in den Brunnen gefallen, versuchen die Virenjäger, das verseuchte System zu desinfizieren. Die Schutzsoftware identifiziert Schädlinge unter anderem anhand regelmäßiger aktualisierter Signaturdatenbanken, die eindeutige Kennungen bekannter Schädlinge enthalten. Eine weitere wichtige Komponente ist die Verhaltensüberwachung, anhand derer der Virenschutz die Schädlinge auch anhand verdächtiger Verhaltensmuster erkennen kann. Windows bringt seit Version 8 den Defender mit, der bereits einen ausreichenden Grundschutz vor Malware gewährleistet.

### Schützt

- vor der Infektion durch bekannte Schädlinge, die bereits seit einiger Zeit im Umlauf sind.

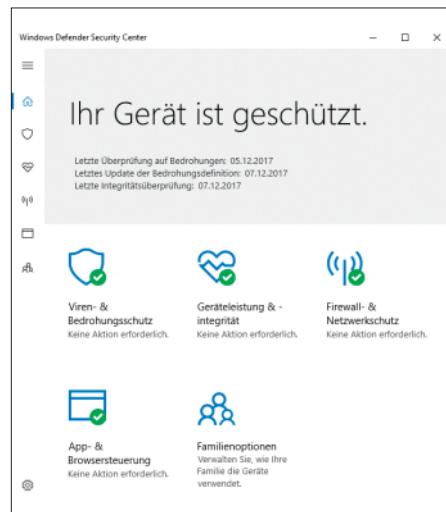
- oft vor bisher unbekannten Viren, die durch ihr schadhaftes Verhalten auffallen.
- vor der unabsichtlichen Weitergabe von Schadcode.

### Schützt nicht

- vor der Ausnutzung ungepatchter Sicherheitslücken.
- vor allen Schädlingen. Insbesondere sehr frische Viren werden oftmals trotz Antivirenprogramm klaglos ausgeführt.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Nachrüstbare Schutzprogramme kosten meist Geld oder zeigen Werbung an.
- In Virenschutz-Programmen können Sicherheitslücken klaffen, die den Rechner angreifbar machen.
- Es kann zu Fehlalarmen kommen, die das System schlimmstenfalls lahmlegen.



Seit Windows 8 ist ein ausgewachsenes Virenschutzprogramm namens Defender an Bord.

- Die Schutzprogramme telefonieren häufig detaillierte Informationen über das System bis hin zu persönlichen Dateien nach Hause.

## NoScript

Die beliebte Firefox-Erweiterung NoScript blockiert sämtliche aktiven Inhalte einer Website, darunter JavaScript-Code und Flash-Inhalte. So wird verhindert, dass Angriffs- und Tracking-Code ausgeführt wird. Ausnahmen macht NoScript nur für Server, die auf seiner Whitelist stehen. Diese ist im Auslieferungszustand überschaubar. So führt schon der Aufruf von Google Maps zur Aufforderung, JavaScript im Browser einzuschalten, weil die vorbestückte Ausnahmeliste nicht die entscheidenden Skripte abdeckt. In solchen Fällen kann man die blockierten Ressourcen mit zwei Klicks auf die Whitelist setzen. NoScript bietet zudem einen erweiterten Schutz vor so genannten XSS-Angriffen (Cross-Site-Scripting), bei denen bösartige Websei-

ten legitime Dienste wie das Web-Interface des Routers steuern.

Darüber hinaus blockiert die Browser-Erweiterung Clickjacking-Angriffe. Bei solchen Angriffen überlagern Online-Ganoven eine vermeintlich harmlose Webseite unsichtbar mit einer weiteren Seite. Klickt man auf die harmlos aussehende Webseite, sendet der Browser den Klick auf die unsichtbare Seite, was unangenehme Konsequenzen haben kann: So schließt man etwa unwissentlich ein kostenpflichtiges Abo ab, während man ein vermeintlich harmloses Browsergame spielt.

### Schützt

- vor Angriffen, die Sicherheitslücken in Browser und Plug-ins ausnutzen.



Szenen aus dem Alltag eines NoScript-Nutzers: Oft funktioniert eine Website erst, nachdem man sie per Mausklick als vertrauenswürdig deklariert hat.

- vor XSS-Angriffen (Cross-Site-Scripting).
- vor Clickjacking.
- vor Tracking durch eingebettete Skripte.

### Schützt nicht

- vor Phishing.
- vor dem Download von Viren.
- vor Angriffen, bei denen eine eigentlich vertrauenswürdige Website, die auf der Whitelist steht, kompromittiert wurde.
- vor Angriffen, die komplett ohne browserseitige Skripte auskommen.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Viele Websites funktionieren beim ersten Besuch nicht oder nur teilweise, weil die Erweiterung die Ausführung des JavaScript-Codes blockiert. Erst nachdem man die Site auf die Whitelist gesetzt hat, funktioniert alles, wie es soll.
- Es ist häufig ein Eingreifen des Nutzers notwendig, was dazu führen kann, dass die Ausnahmen zu lasch konfiguriert werden oder die Erweiterung gar nach kurzer Zeit komplett ausgemustert wird.

## EMET/Exploit-Schutz

Microsofts kostenloses Sicherheits-Tool EMET (steht für Enhanced Mitigation Experience Toolkit) gilt seit Jahren als Geheimwaffe gegen Attacken, bei denen bekannte und unbekannte Schwachstellen in Programmen und Betriebssystem ausgenutzt werden. Es aktiviert in Windows eingebaute Schutzfunktionen wie die Verwürfelung von Speicheradressen (Address Space Layout Randomization, ASLR) für beliebige Prozesse und bringt zudem neue Schutzmechanismen mit. Diese Maßnahmen erschweren Angreifern das Kapern des Rechners erheblich.

Allerdings war EMET nie massentauglich: Um es einzusetzen, muss man Secu-

rity-Vorkenntnisse mitbringen und wissen, was man da tut. Wer einfach alle Schutzfunktionen für alle Prozesse aktiviert, wird schnell frustriert sein – mit hoher Wahrscheinlichkeit führt dies dazu, dass die Programme ein unvorhersehbares Verhalten an den Tag legen und einfach abstürzen.

Seit dem im Herbst 2017 erschienenen Windows 10 Fall Creators Update ist der EMET-Nachfolger „Exploit-Schutz“ ein fester Bestandteil des Betriebssystems (siehe c't 24/2017, S. 108). Die Funktion ist standardmäßig mit geprüften und unkritischen Einstellungen aktiv, sodass sich die meisten Nutzer gar nicht darum kümmern müssen.

### Schützt

- vor Attacken, bei denen Angreifer Sicherheitslücken in Betriebssystem oder Programmen ausnutzen.

### Schützt nicht

- vor der Infektion mit Malware.
- vor Erpressungs-Trojanern.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Nicht alle Schutzfunktionen sind mit allen Programmen kompatibel. Schaltet man die falschen Mechanismen scharf, stürzt das geschützte Programm ab.

## Überwachter Ordnerzugriff

Mit dem Fall Creators Update vom Herbst 2017 hat Microsoft seinem Windows 10 den „überwachten Ordnerzugriff“ spendiert. Diese Funktion schränkt den Zugriff

auf Ordner ein, in denen potenziell wertvolle Dateien wie Dokumente, Fotos oder Projektdateien liegen. Sie kann etwa dafür sorgen, dass zwar Microsoft Office auf die

Dokumente zugreifen darf, nicht aber Krypto-Trojaner, der sich gerade auf den Rechner geschlichen hat und nun versucht, das digitale Hab und Gut seines Opfers zu verschlüsseln. Sie finden die Funktion über eine Startmenü-Suche nach „Windows Defender Security Center“ und anschließend unter „Viren- & Bedrohungsschutz/Einstellungen für Viren- & Bedrohungsschutz“. Der Knopf „Geschützten Ordner hinzufügen“ setzt ein beliebiges Verzeichnis auf die Überwachungsliste. Wir haben die Funktion detailliert in c't 22/2017 auf Seite 107 beschrieben.

### Schützt

- vor der Verschlüsselung von Dateien durch Krypto-Trojaner.
- vor der unerlaubten Manipulation wichtiger Dateien durch beliebige Prozesse.

### Schützt nicht

- vor der eigentlichen Infektion durch Malware.
- vor dem Abgreifen vertraulicher Informationen wie Passwörtern.
- vor unerlaubten lokalen Zugriffen durch andere Personen.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Kann Programme stören, indem legitime Dateizugriffe blockiert werden.

(rei@ct.de)

The screenshot shows the Windows Defender Security Center interface. On the left, there's a sidebar with links like Startseite, Viren- & Bedrohungsschutz (which is selected and highlighted in blue), Geräteleistung & -integrität, Firewall- & Netzwerkschutz, App- & Browsersteuerung, and Familienoptionen. The main content area is titled "Geschützte Ordner" and contains the following text: "Windows-Systemordner sind standardmäßig geschützt. Sie können auch zusätzliche geschützte Ordner hinzufügen." Below this, there's a button labeled "+ Geschützten Ordner hinzufügen". A list of protected folders is shown with their paths: Documents (C:\Users\Ronald Eikenberg\Documents), Pictures (C:\Users\Public\Pictures), Videos (C:\Users\Public\Videos), Music (C:\Users\Public\Music), Desktop (C:\Users\Ronald Eikenberg\Desktop), and Favorites (C:\Users\Ronald Eikenberg\Favorites).

Der „überwachte Ordnerzugriff“ verhindert, dass sich Kryptotrojaner an wertvollen Dateien zu schaffen machen.



# Gut gewappnet online

**Wie Sie Ihre Internetkommunikation gegen Lausch- und andere Angriffe schützen**

**Ohne Mail und Web geht gar nichts. Im Netz lauern allerdings auch viele Gefahren. Was schützt effektiv vor Schnüfflern und Angreifern – und was nicht?**

**Von Jo Bager**

## Transportverschlüsselung

Bei der Einrichtung des E-Mail-Zugangs nennt sich der Punkt zum Beispiel „Verbindungssicherheit“ oder „Verschlüsselungsmethode“. Dort gilt es, „SSL“ einzustellen, „STARTTLS“ oder einfach nur „Verschlüsselung“. Alle diese Schlagwörter drehen sich um die Transportverschlüsselung.

Die sorgt dafür, dass Mails vor der Übertragung zum Mail-Provider verschlüsselt werden. Auch der Mailtransport von Maildienstleister zu Maildienstleister und die Auslieferung zum Empfänger läuft in aller Regel transportverschlüsselt ab. Bei den Mail-Providern selbst werden die Mails allerdings entschlüsselt und lagern unverschlüsselt auf deren Servern.

Beim Surfen gibt es ebenfalls eine Transportverschlüsselung. Beginnt die Web-Adresse mit <https://>, hat der Browser eine verschlüsselte Verbindung zum Server aufgebaut. Zusätzlich signalisiert er mit einem geschlossenen Schlosssymbol vor der Adresse, dass technisch alles glatt gelaufen ist.

### Schützt

- vor Massenüberwachung im Internet. Dazu verhindert es das Mitlesen der Mails durch Dritte während des Transports vom oder zum Mailserver. Schneidet ein Angreifer irgendwo auf dem Weg zwischen Mailclient und -server den Datenverkehr mit, so nutzt ihm das nichts. Die Verschlüsselung auf dem Transportweg stellt sicher, dass der Angreifer die

übertragenen Mailinhalte nicht lesen kann.

- Äquivalent sind auch die Inhalte zwischen dem Browser und Webserver geschützt.

### Schützt nicht

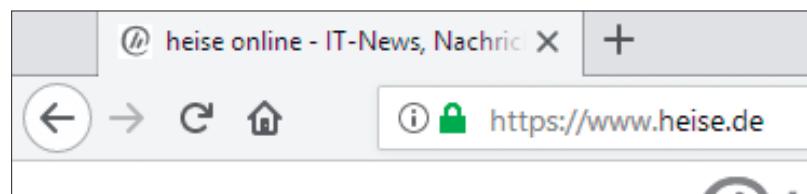
- vor gezielten, auf einzelne Personen gerichteten Überwachungsmaßnahmen und Spionage. Die erfolgen dann etwa beim Provider: Die Inhalte sind nur während des Transports verschlüsselt, bei den Mail-Providern werden sie wieder entschlüsselt. Provider können also auf die Inhalte der Mails nach dem Transport in aller Regel zugreifen.
- Beim Browser sind die Inhalte ebenfalls nur beim Transport vor dem Lesen durch Dritte geschützt.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Das Vorhandensein von „Verschlüsselung“ kann eine trügerische Sicherheit vorgaukeln, weil die Inhalte auf dem Server unverschlüsselt lagern. Dort können sie zum Beispiel bei einem Angriff

ausgelesen werden. Wer seine Daten absolut sicher bei Dritten lagern will, muss dafür sorgen, dass sie selbst verschlüsselt sind. Um Daten zum Beispiel bei einem Dateihoster wie Dropbox sicher zu lagern, verschlüsseln Sie sie mit einem Programm wie Cryptomator, bevor Sie sie hochladen. Mails kann man durch Mailverschlüsselung (siehe rechts) vor dem Auslesen beim Provider sichern.

- Darüber hinaus gibt es bei der Auslieferung der Mails (SMTP) die Möglichkeit, dass ein Angreifer die Verschlüsselung unterbindet, indem er bei einer Man-in-the-Middle-Attacke des Kommando „starttls“ ausfiltert.
- Mit der Erweiterung HTTPS Everywhere für Chrome und Firefox lässt sich der Browser dazu bringen, immer zu versuchen, eine verschlüsselte Verbindung zum Webserver aufzubauen – auch wenn man die Adresse der unverschlüsselten Version mit <http://> statt <https://> in die Adresszeile eingegeben hat.
- <https://> sagt nichts über die Vertrauenswürdigkeit der Gegenseite aus.



Ein grünes geschlossenes Schloss wie hier bei Firefox signalisiert: alles in Ordnung mit der Transportverschlüsselung.

## Mailverschlüsselung

Anders als bei der Transportverschlüsselung (siehe links) handelt es sich bei der Mailverschlüsselung um Ende-zu-Ende-Verschlüsselung: Der Sender verschlüsselt die zu übertragenden Inhalte und erst der Empfänger entschlüsselt sie wieder. Detallierte Informationen zu den beiden dafür gängigen Verfahren PGP und S/MIME finden Sie unter [heise.de/-473381](http://heise.de/-473381) und in c' 15/2016, S. 32. Die Sicherheit hängt primär von den eingesetzten Schlüsseln ab.

### Schützt

- vor dem Zugriff Dritter auf den Inhalt von Mails. Die Mail-Inhalte sind während des gesamten Transports vor dem Mitlesen geschützt. Weder Angreifer, die die Kommunikation heimlich belau-

schen, noch die Provider, die die Mail übermitteln, können Inhalte der Nachrichten mitlesen.

### Schützt nicht

- vor Sicherheitslücken auf den Geräten des Senders oder des Empfängers.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Mailverschlüsselung ist in vielerlei Hinsicht nicht alltagstauglich und daher nicht sonderlich verbreitet. Etliche Mail-Programme etwa unterstützen PGP nicht, insbesondere auf Smartphones und Tablets. Und wo PGP-Software existiert, ist sie nicht nutzerfreundlich. So muss sich der Anwender selbst um die Schlüsselverwaltung kümmern. S/MIME wird von

mehr Programmen unterstützt. Um S/MIME sinnvoll einsetzen zu können, muss man sich allerdings ein Zertifikat kaufen, wozu viele Anwender nicht bereit sind. Wenn Sie Verschlüsselung verwenden, kann es Ihnen also mit hoher Wahrscheinlichkeit passieren, dass die Empfänger damit nichts anfangen können, weil sie Verschlüsselung in ihren Mailsystemen nicht eingerichtet haben. Wenn Sie alltagstaugliche Ende-zu-Ende-Verschlüsselung suchen, sollten Sie einen Messenger wie Threema, Signal oder WhatsApp einsetzen. Alle diese Dienste verwenden eine benutzerfreundliche Ende-zu-Ende-Verschlüsselung, die einfach funktioniert – Sie müssen sich um nichts kümmern. Sämtliche Messenger bieten auch ein Web-Frontend.

## Tor

Tor ist ein Netzwerk zur Anonymisierung von Verbindungsdaten. Das Tor-Netzwerk dient zum Beispiel Aktivisten in totalitären Staaten, um trotz allgegenwärtiger Überwachung sicher zu kommunizieren. Im Tor-Netzwerk gibt es aber auch viele illegale Aktivitäten, etwa den Handel mit Drogen und Waffen. Für die Nutzung von Tor benötigt man spezielle Client-Software, die die Daten durch das Netzwerk leitet. Die Funktionsweise und Nutzung von Tor beschreibt heise Security unter [heise.de/-3284536](http://heise.de/-3284536) im Detail.

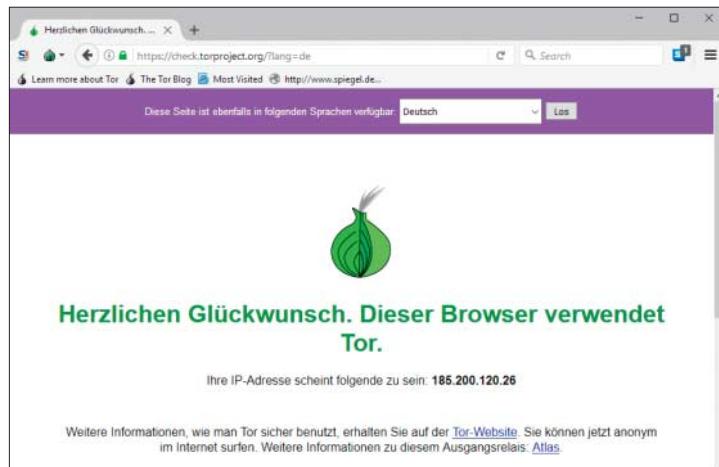
### Schützt

- vor der Analyse des Datenverkehrs durch Dritte. Ein Dritter kann nicht nachvollziehen, welche Server ein Tor-Nutzer besucht und welche Informationen er mit ihnen austauscht. Nicht einmal der Betreiber von Diensten kann feststellen, woher seine Nutzer stammen.

### Schützt nicht

- vor den Spuren, die man auf dem PC hinterlässt. Die meistverbreitete Software für den Zugriff auf das Tor-Netzwerk ist der Tor-Browser, eine angepasste Version von Firefox. Dort kann man zum Beispiel Bookmarks speichern. In der Voreinstellung startet der Tor-Browser im privaten Modus (siehe S. 75). Man kann ihn aber auch im normalen Modus starten, in dem er die besuchten Seiten mitprotokolliert und Cookies speichert.

Mit dem Tor-Browser surft man fast so bequem durch das Tor-Netzwerk wie mit einem normalen Browser.



- vor den Spuren, die man auf dem PC hinterlässt. Die meistverbreitete Software für den Zugriff auf das Tor-Netzwerk ist der Tor-Browser, eine angepasste Version von Firefox. Dort kann man zum Beispiel Bookmarks speichern. In der Voreinstellung startet der Tor-Browser im privaten Modus (siehe S. 75). Man kann ihn aber auch im normalen Modus starten, in dem er die besuchten Seiten mitprotokolliert und Cookies speichert.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Der Datenverkehr wird in Tor über mehrere Knoten des Tor-Netzwerks geleitet.

Das führt zu mehreren Umwegen im Vergleich zum direkten Abruf und dauert daher länger als der direkte Zugriff.

- Der Tor-Browser wird von einigen Medien-Sites als AdBlocker wahrgenommen und geblockt. Spiegel Online beispielsweise blockiert den Zugriff auf seine Artikel, wenn man die Site mit dem Tor-Browser besucht.
- Ruft man normale Dienste und Websites via Tor-Netz auf, passieren sie einen sogenannten Exit Node. Kommt keine zusätzliche Verschlüsselung zustande, kann dieser Exit Node dann alle Daten mitlesen und manipulieren. Viele Geheimdienste und das FBI betreiben solche Exit Nodes.

## Virtual Private Network

Ein Virtual Private Network, kurz VPN, schließt mehrere Kommunikationsnetze zu einem neuen, virtuellen Netz zusammen. Zum Beispiel lassen sich damit heimarbeitende Mitarbeiter ins Firmen-Intranet einbinden. Dabei werden die Inhalte zwischen Firmennetz und Heim-PC transportverschlüsselt (siehe S. 72), um sie gegen Mitleser zu schützen.

Privat werden VPN-Dienstleister häufig genutzt, um Geoblocking zu umgehen. Nutzt ein deutscher Surfer zum Beispiel einen amerikanischen VPN-Service, erhält er eine amerikanische IP-Adresse. Damit kann er dann etwa einen Video-on-Demand-Anbieter in den

USA nutzen, der ihn sonst nicht bedienen würde.

### Schützt

- vor Schnüfflern zwischen den Endpunkten von VPN-Verbindungen.
- vor einfacher Lokalisierung des Nutzers.

### Schützt nicht

- vor allem anderen.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Wer ein VPN nutzt, um von zu Hause aus auf das Firmennetz zuzugreifen,

sollte sich des Sicherheitsrisikos bewusst sein: Eine solche Verbindung ist gewissermaßen eine Hintertür ins Unternehmens-Intranet. Nutzt man von zu Hause aus mit einem von Viren befallenen privaten Rechner das VPN, können sich Schädlinge auch im Firmennetz ausbreiten. Firmen reglementieren daher die VPN-Nutzung sehr restriktiv.

• Wer privat einen VPN-Provider im Internet nutzt, muss ihm dasselbe Vertrauen entgegenbringen wie dem heimischen Provider: Der VPN-Dienstleister hat Zugriff auf sämtliche Daten, die er durchleitet.

## Kinderschutz

Es gibt zahlreiche Lösungen, die Eltern helfen sollen, ihre Kinder bei der Nutzung digitaler Geräte vor dem Kontakt mit jugendgefährdenden Inhalten und vor exzessiver Nutzung zu schützen. Die Schutzfunktionen reichen dabei von Filtern für das Web über Zeitbeschränkungen bis zu detaillierten Protokollen über die Aktivitäten der Kinder. So gibt es Lösungen für Smartphones, die den SMS-Verkehr und permanent den Standort protokollieren.

Teilweise sind die Schutzfunktionen bereits im Betriebssystem verankert, etwa bei Windows 10 oder iOS. Einige Hersteller bringen auch speziell für Kinder zugeschnittene Geräte mit Schutzfunktionen heraus, zum Beispiel Amazons Fire-Kids-Tablet.

### Schützt

- vor dem Zugriff auf viele bedenkliche Inhalte und exzessiver Nutzung. Das lässt sich insbesondere für kleinere Kinder bis 12 Jahre ohne technisches Detailwissen gut bewerkstelligen, bei Android-Tablets etwa mit der App Kids Place.

### Schützt nicht

- bei der Nutzung von Fremdgeräten, etwa bei Freunden.
- vor technisch versierteren Kindern, die Schutzmechanismen aushebeln können.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Kinderschutz lässt sich nicht ausschließlich mit technischen Mitteln

bewerkstelligen. Insbesondere ältere Kinder wollen sich nicht mit Jugendschutz-Apps bei der Mediennutzung einschränken lassen. Und sie sollen ja auch den selbstständigen Umgang mit den neuen Medien lernen. Die Eltern sollten den Umgang mit Smartphone & Co. aber begleiten, lenken und bei Problemen als Ansprechpartner bereitstehen. Ganz generell sollte die Nutzung von digitalen Geräten mit klaren Absprachen geregelt werden – zum Beispiel mit der Ansage, dass Smartphone und Tablet außerhalb des Kinderzimmers „schlafen“. Viele weitere Hinweise zum Thema Medienerziehung finden sich auf den Seiten der Initiative „Schau hin“ unter schauhin.info.

Webbrowsen

Aktivieren Sie diese Option, um unangemessene Websites zu blockieren und Ihr Kind vor nicht jugendfreien Websites und Suchergebnissen zu schützen.

Diese Einstellung funktioniert nur mit Microsoft Edge und Internet Explorer. Sie dient zum Sperren häufig verwendeter Browser und hilft, Ihr Kind zu schützen. Zum Aufheben einer Sperre wechseln Sie zu **Immer gesperrt** oben im Abschnitt **Apps, Spiele & Medien**.

Gilt für: RESAD-TEST-CT

**Immer zugelassen (1)**

Website hinzufügen, die zugelassen werden +

Nur diese Websites zulassen ⓘ Entfernen

Windows 10 enthält  
Bordmittel für den Kinder-  
schutz. Nur auf technische  
Mittel sollte man den  
Kinderschutz aber nicht  
reduzieren.

## Privates Browsing

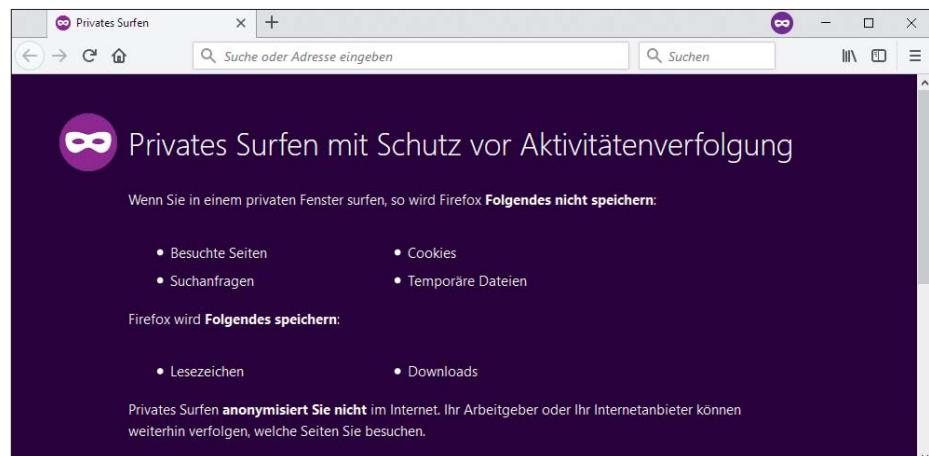
Bei Firefox und Safari heißt der Modus „Privates Fenster“, bei Chrome „Inkognito-Fenster“ und bei Edge „InPrivate-Fenster“: Der Modus, in dem der Browser keine Daten speichert, die Aufschluss über die besuchten Seiten geben. Sobald man ihn verlässt, löscht der Browser alle in der privaten Sitzung angefallenen Daten: die Liste der besuchten Seiten, die gestellten Suchabfragen, die angefallenen Cookies und temporären Dateien.

### Schützt

- vor anderen Nutzern des Browsers: Der Modus ist dazu da, um vor Kollegen oder Familienmitgliedern zu verbergen, welche Seiten man angesurft hat. Das hat der Funktion auch den Beinamen „Pornomodus“ eingebracht.

### Schützt nicht

- vor der Verfolgung im Internet: Der private Modus löscht nur die Spuren, die im Browser anfallen, anonymisiert Sie aber nicht generell im Internet. So kann Ihr Internetanbieter sowie der Betreiber Ihres lokalen Netzes, etwa Ihr



Im Kleingedruckten eines neuen privaten Fensters erklärt Firefox ganz gut, wovor der Modus schützt und wovor nicht.

Arbeitgeber, mitschneiden, welche Sites Sie ansteuern. Falls Ihr Router die aus Ihrem Heimnetz aufgerufenen Seiten protokolliert, so speichert er ebenfalls ein Log der aufgerufenen Seiten.

- vor Lesezeichen und Downloads. Legen Sie während einer privaten Surfsitzung Lesezeichen an oder laden Sie eine Datei

herunter, so bleibt diese auch nach der privaten Sitzung erhalten.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Interessante Seiten, die Sie während einer privaten Sitzung finden, sollten Sie sofort bookmarken. Nach der Sitzung sind sie verschwunden.

## Webdienste-Passwörter

Viele Webdienste möchten, dass sich der Anwender mit Benutzernamen und Passwort registriert. Wie ein starkes Passwort aussehen sollte, haben wir in c't 1/2016 auf S. 85 erklärt. Auf jeden Fall sollte ein Passwort mindestens 10 Zeichen lang sein.

### Schützt

- vor dem Zugriff Dritter auf eigene, beim Dienst lagernde Daten sowie die Nutzung von kostenpflichtigen Funktionen durch Dritte.

### Schützt nicht

- vor Angriffen, die nicht auf die Passwörter einzelner Nutzer zielen, etwa durch Phishing, sondern die Passwort-Datenbank beim Diensteanbieter zum Ziel haben. Leider kommt es immer

wieder vor, dass große Dienste wie Yahoo Opfer solcher Attacken werden. Noch ärgerlicher: Solche Angriffe kommen mitunter erst viel später ans Tageslicht. Das ist ein Grund dafür, dass man solche Passwörter von Zeit zu Zeit ändern sollte.

- vor Passwort-Reset-Mechanismen wie der Frage nach dem Mädchennamen der Mutter.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Browser können die Logindaten für Webdienste speichern. Das ist bequem, bedeutet aber, dass jeder, der Zugriff auf den Browser hat, auch an den Account herankommt.
- Oftmals sind Web-Dienste miteinander verknüpft. So dient die E-Mail bei etlichen Diensten als Backup-Weg, über

den man einen temporären Zugang erhalten kann, falls man sein Passwort vergessen hat. Mit anderen Worten: Der E-Mail-Account ist eine Hintertür zu vielen anderen Diensten. Wenn es einem Angreifer gelingt, den E-Mail-Zugang unter seine Kontrolle zu bringen, so kann er auch etliche weitere Dienste angreifen. Den E-Mail-Zugang sollte man daher besonders schützen. Ähnliches gilt für die Accounts bei großen Diensten wie Google oder Facebook, mit denen man sich bei anderen Anbietern anmelden kann: Hat der Benutzer den Google-Account gekapert, kann er auch auf alle verknüpften Accounts zugreifen. Google, Facebook, Microsoft und einige andere Dienste sichern ihre Angebote daher mit einer sogenannten Zwei-Faktor-Authentifizierung ab (siehe S. 82). [\(jo@ct.de\) ct](mailto:(jo@ct.de) ct)



# Festplatten-Schutzschild

**Was sensible Dateien vor fremden Augen verbirgt und gegen Verlust absichert**

**Wenn die Bilder vom Nachwuchs weg sind, kann man sie nicht im Laden nachkaufen, und Ihre Steuerunterlagen gehen außer dem Finanzamt niemanden etwas an. Also braucht es spezielle Techniken, um zu verhindern, dass solche Daten verloren gehen – sei es durch Fehlbedienung, Hardware-Defekte oder Diebstahl.**

**Von Ernst Ahlers, Axel Vahldiek und Christof Windeck**

## RAID

Ein RAID ist ein Festplattenverbund, die Abkürzung steht für Redundant Array of Independent Disks. Es werden also mehrere Festplatten und/oder SSDs zu einem großen Laufwerk zusammengefügt. Es gibt verschiedene, durch Nummern gekennzeichnete Arten. Ein RAID lässt sich mit einem entsprechenden Controller als Hardware-RAID einrichten oder aber mit einem Programm als Software-RAID. Windows bietet seit Version 8 zudem eine Software-Variante namens **Storage Spaces** an. Mehr zu RAID unter ct.de/y5n6.

### Schützt

- vor Datenverlust bei Ausfall einzelner Festplatten. Die maximale Anzahl hängt von RAID-Art und der Anzahl der beteiligten Laufwerke ab, bei den kleinsten Verbünden darf nur eines ausfallen.
- vor Zeitverlust: Während des Beschaffens der Ersatzplatte und während des Wiederherstellens der Daten kann man weiterarbeiten.

### Schützt nicht

- vor Datenverlust bei Ausfall zu vieler Laufwerke gleichzeitig, etwa durch Brand, Überschwemmung, Diebstahl, ... Ein RAID ist also kein (!) Backup, sondern kann allenfalls Teil einer Backup-Strategie sein.
- vor Datenverlust bei Fehlbedienung oder Kryptotrojanern.

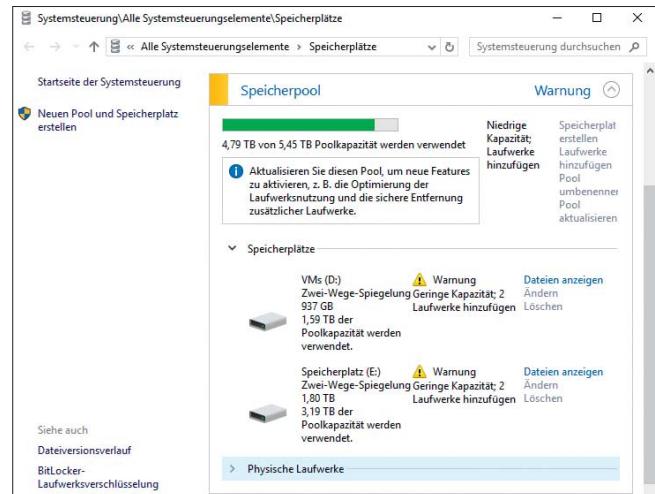
- bei Wahl der falschen RAID-Art. Ein RAID 0 etwa liest und beschreibt die Laufwerke zwecks Temposteigerung abwechselnd, was die Ausfallwahrscheinlichkeit sogar steigert, weil die Daten weg sind, sobald auch nur eine der Platten kaputt geht. Auch ein **JBOD** (Just a bunch of disks) bietet keinen Ausfallschutz, denn hier werden die Platten einfach nacheinander vollgeschrieben.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Den erhöhten Ausfallschutz erkauft man sich mit einem erhöhten Preis pro GByte Speicherplatz, einem etwas höheren Stromverbrauch, einem komplizierteren

rem Systemwechsel und manchmal auch mit mehr Lärm.

- Nach einem Rechnerwechsel kann man auf die Daten nur noch zugreifen, wenn die nötige Hard- und Software auch dort läuft.
- Betrifft Hardware-RAID: Wenn der Controller ausfällt und sich nicht mehr nachkaufen lässt, droht Datenverlust.
- Betriebssystemwechsel können unmöglich werden, wenn keine Treiber erhältlich sind oder wie bei Storage Spaces die Software nur unter Windows läuft.
- Wenn man versehentlich die falsche Platte tauscht, können RAID-Controller beziehungsweise -Software so durcheinander kommen, dass Probleme bis hin zum Datenverlust folgen.



## Backup/Image

Wenn eine Datei erst mal weg ist, ist sie weg, doch wenn irgendwo eine intakte Kopie existiert, ist der Inhalt trotzdem nicht verloren – das ist der Grundgedanke des Backups. Dabei ist es letztlich egal, wie man ein Backup erstellt, denn hier gilt anders als beim Thema Sicherheit: Jedes Backup ist besser als kein Backup. Feuerfest und diebstahlsicher wird es aber erst mit der 3-2-1-Regel: Fertigen Sie von jeder Datei 3 Kopien auf mindestens 2 Rechnern an, davon muss 1 außer Haus stehen. Unter ct.de/y5n6 haben wir Vorschläge für verschiedene Backup-Verfahren gesammelt, die von ganz einfach bis hochsicher, aber komplex reichen. Dort finden Sie auch Hinweise, wie Sie Backups kompletter Partitionen erstellen („Images“).

### Schützt

- vor Datenverlust durch Fehlbedienung, Kryptotrojaner, Hardware-Defekten, ...
- vor Datenverlust durch Diebstahl, Feuer, Überschwemmung und ähnlichem, wenn das Backup in einem entspre-

chend sicheren Tresor oder außer Haus liegt.

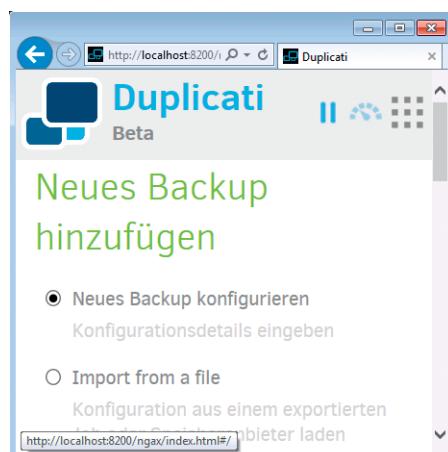
### Schützt nicht

- wenn man es nicht macht – klingt absurd banal, ist aber erfahrungsgemäß trotzdem der häufigste Grund, warum Daten nach einem Ernstfall nicht wiederherstellbar sind.
- die Daten, die seit dem letzten Backup neu hinzukamen oder verändert wurden.
- bei Feuer oder Diebstahl, wenn das Backup-Medium neben dem Gerät mit den Originaldateien liegt.
- wenn es nur ein Backup-Medium gibt und ein Krypto-Trojaner genau dann zuschlägt, wenn das Medium gerade angeschlossen ist.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Der erforderliche Aufwand (Einrichten, regelmäßige Erfolgskontrolle, alle paar Jahre Tausch der Speichermedien) kann dazu führen, dass es irgendwann unterbleibt.

- Datenklau: Wer geheime oder private Daten stehlen will, dem reicht auch das Backup davon. Ein NAS lässt sich zudem einfacher raustragen als der Big-Tower-PC.
- Mancher denkt so lange über die richtige Backup-Strategie nach, bis es zu spät ist.
- Backup-Speicher kosten Geld.



So trivial es auch ist: Der wohl häufigste Grund für Datenverlust ist, im Ernstfall kein aktuelles Backup zu haben.

## USV

Eine Unterbrechungsfreie Stromversorgung, englisch: Uninterruptible Power Supply (UPS) enthält einen Akku und etwas Elektronik. Im Normalbetrieb wird der Akku vollgeladen gehalten. Bei einem Stromausfall entnimmt die Elektronik dem Akku Energie und bildet an den USV-Ausgängen die Wechselspannung des Stromnetzes angenähert nach. So können dort angeschlossene Geräte eine kurze Zeit lang – in der Regel ein paar Minuten – weiterlaufen, etwa um Daten zu speichern und den Rechner sauber herunterzufahren.

### Schützt

- vor Verlust oder Veränderung ungesicherter Daten bei Stromausfällen.
- manchmal auch vor Überspannungen im Stromnetz (Bursts, Surges).

- gegen Bedienungsfehler: Wenn Sie oder jemand anderer den Stromnetzstecker des PCs rausziehen (oder rausstolpern), sind ungesicherte Daten weg.
- Geräte, die an einer USV-Steckdose hängen, die nur gefiltert ist, aber nicht gestützt wird (siehe Handbuch).

### Risiken & Nebenwirkungen

- Regelmäßige USV-Funktionstests sind unverzichtbar, können aber zum Ab-

schalten der USV-Ausgänge führen. Also vorher Daten sichern!

- USV-Akkus sind Verschleißteile: Erneuern Sie den Akku regelmäßig, typischerweise im Abstand von 3 bis 5 Jahren, um den Schutz zu erhalten. Verschlissene Akkus liefern unter Umständen nur für wenige Sekunden genug Energie für alle angeschlossenen Verbraucher, also nicht genug Zeit für das Speichern der geöffneten Dateien.
- Kurze Stromausfälle können Vorläufer eines längeren sein: Wenn das Licht nur einmal kurz, aber deutlich flackert oder die USV nur einmal kurz piepst, sichern Sie Ihre Daten trotzdem.
- Schließen Sie auch Ihren Bildschirm und andere unverzichtbare Peripherie – USB-Hub für Maus und Tastatur, KVM-Switch oder Ähnliches – an die USV an, damit Sie im Ernstfall den oder die Rechner gezielt herunterfahren können.
- Schließen Sie keinesfalls starke, aber im Ernstfall verzichtbare Verbraucher wie einen Laserdrucker an. Bei Überlastung schalten USVs meist unvermittelt ab.



**USV-Geräte schützen vor Datenverlust bei plötzlichen Ausfällen der Stromversorgung: Man bekommt Gelegenheit, die Arbeit zu sichern und den Rechner gezielt herunterzufahren.**

### Schützt nicht

- Geräte, die an einer normalen Steckdose hängen, also nicht an die USV angeschlossen sind.

## Überspannungsschutzgeräte

Überspannungsschutzgeräte (ÜSG) sichern IT-Equipment gegen Schäden oder Abstürze durch Spannungsspitzen, die auf Strom- oder Datenleitungen hereinkommen. Solche Spannungsspitzen entstehen beispielsweise, wenn der Energieversorger Schaltungen in seinem Netz vornimmt oder mehr oder weniger nahe ein Blitz einschlägt. Je nach Konstellation – auf welcher Ader kommt die Spalte herein – begrenzt das ÜSG intern oder leitet die Energie zum Potenzialausgleich ab, meist der Schutzerdeanschluss. Für optimalen Schutz muss ein Gebäude auf mehreren Versorgungsebenen (Hauseinspeisung, interne Verteilung, einzelne

Geräte) und auf allen Leitungen (Energie, LAN, xDSL, TV-Kabel) mit einem gemeinsamen Potenzialausgleich gesichert werden.



### Schützt

- gegen moderate Überspannungen.
- Blitztreffer bei entfernten Nachbarn.



### Schützt nicht

- bei direkten Blitztreffern.
- vor Fehlbedienung und Fehlern im Stromnetz.
- gegen geräteinterne Überspannungen durch Defekte.



### Risiken & Nebenwirkungen

- Die Bauteile in ÜSG am Stromnetz verschleißt mit der Zeit, wodurch der Schutzpegel sinkt. Wenn eine Fehlerleuchte ein Problem signalisiert, wechseln Sie das ÜSG aus.
- Manche ÜSG für Datenleitungen beeinträchtigen die Datenrate. Beispielsweise sinkt dann bei einem besonders schnellen DSL-Anschluss der Download-Durchsatz um ein paar Prozent, selten auch mehr. Bei LAN-Verbindungen bekommt man unter Umständen keine Gigabit-Verbindung über die Maximaldistanz von 100 Metern mehr hin.

## Dateiverschlüsselung

Um zu verhindern, dass Unbefugte den Inhalt von Dateien lesen können, verschlüsselt man ihn. Dateiweise geht das beispielsweise mit dem Windows-eigenen EFS (Encrypted File System) oder den kostenlosen Programmen AxCrypt, Cryptomator oder SecurStick (mehr dazu unter ct.de/y5n6). Bei EFS erledigt Windows das Ent sperren der verschlüsselten Dateien transparent, wenn der richtige Nutzer angemeldet ist, bei AxCrypt tippen Sie ein Kennwort beim Öffnen der Datei ein und bei den beiden anderen Beispielen erledigen Sie das beim Programmstart.

### Schützt

- den Inhalt von Dateien.
- den Inhalt auch beim Kopieren auf andere Laufwerke. Ausnahme ist EFS: Da wird beim Kopieren transparent entschlüsselt.

### Schützt nicht

- die Datei selbst. Sie kann kopiert, verändert oder gelöscht werden. Verschlüsselung ersetzt also kein Backup.
- vor weiterer Verschlüsselung, etwa durch Krypto-Trojaner.
- die Metadaten, zum Beispiel Erstell-/Änderungsdatum, Speicherort, je nach Programm auch nicht die Dateinamen.
- vor dem Öffnen der Datei durch Unbefugte. Der Unbefugte sieht dann aber nur Datensalat. Ausreichend Zugriffszeit erlaubt zwar Brute-Force-Angriffe, die

aber aussichtslos sind, wenn man ein starkes Passwort verwendet hat. Ausnahme: Windows verhindert das unberechtigte Öffnen von EFS-Dateien, dazu muss es aber laufen.

- Sobald die Datei zum Lesen oder Bearbeiten beim Öffnen entschlüsselt wird, kann ein Screenshot-anfertigender Schädling, eine hinter Ihnen stehende Person den Inhalt ebenfalls lesen oder ein Trojaner die Datei unverschlüsselt kopieren.



### Risiken & Nebenwirkungen

- Schlüssel oder Passwort muss man unbedingt sichern. Schlüsselverlust oder Passwort vergessen bedeutet Datenverlust.
- Nur selbst erzeugte und nie weitergegebene Schlüssel sind wirklich geheim.
- Verschlüsselung erschwert Backups: Entweder muss man unverschlüsselt sichern oder zusätzlich Schlüssel oder Passwort plus Entschlüsselungssoftware.

**Verschlüsselndes Dateisystem**

**Sichern Sie das Dateiverschlüsselungszertifikat und den Schlüssel**

Durch die Erstellung dieser Sicherungsdatei kann verhindert werden, dass der Zugriff auf die geschützten Dateien unwiderruflich verloren geht, sollten das ursprüngliche Zertifikat oder der ursprüngliche Schlüssel beschädigt werden oder verloren gehen.

→ **Jetzt sichern (empfohlen)**  
Das Zertifikat und der Schlüssel sollten auf einem Wechselmedium gesichert werden.

→ **Später sichern**  
Sie werden bei der nächsten Anmeldung von Windows daran erinnert.

→ **Nie sichern**  
Der Zugriff auf verschlüsselte Dateien könnte dadurch verloren gehen.

**Abbrechen**

[Warum sollten das Zertifikat und der Schlüssel gesichert werden?](#)

**Egal, wie Sie verschlüsseln: Sichern Sie Schlüssel oder Passwort, sonst kommen Sie im Ernstfall selbst nicht mehr an Ihre Daten.**

Anzeige

## Container-Verschlüsselung

Dateien lassen sich nicht nur einzeln verschlüsseln, sondern auch in Containern. Verschlüsselte Zip-Archive sind ein Beispiel dafür, ein anderes sind die Container, die sich mit dem inoffiziellen TrueCrypt-Nachfolger VeraCrypt erzeugen lassen (siehe ct.de/y5n6).

### Schützt

- den Inhalt der Dateien.
- die Metadaten der Dateien.

### Schützt nicht

- die Metadaten des Containers.
- Container kann kopiert, verändert oder gelöscht werden. Verschlüsselung ersetzt also kein Backup.
- vor zusätzlicher Verschlüsselung etwa durch Kryptotrojaner.

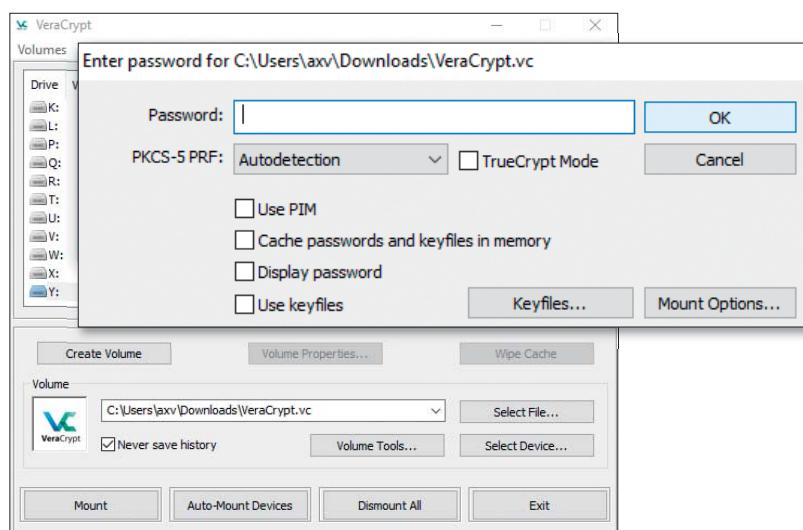
### Risiken & Nebenwirkungen

- Wenn der Container beschädigt wird, sind ohne Backup alle verschlüsselten Dateien verloren.
- Schlüssel oder Passwort muss man un-

bedingt sichern. Schlüsselverlust oder Passwort vergessen bedeutet Datenverlust.

- Nur selbst erzeugte und nie weitergegebene Schlüssel sind wirklich geheim.

- Verschlüsselung erschwert Backups: Entweder muss man unverschlüsselt sichern oder zusätzlich unbedingt den Schlüssel oder das Passwort plus die Entschlüsselungssoftware.



Wenn Sie Dateien nicht einzeln, sondern in einem Container verschlüsseln, sind auch Metadaten wie Dateiname und Änderungsdatum geschützt. Doch wenn dem Container etwas passiert, ist der ganze Inhalt weg.

## Laufwerksverschlüsselung

Wenn man komplette Partitionen statt nur einzelne Dateien vor fremden Augen schützen will, setzt man Laufwerksverschlüsselung ein. Die besseren Windows-Editionen haben das Werkzeug „BitLocker“ bereits an Bord, als Alternative bietet sich der inoffizielle Truecrypt-Nachfolger VeraCrypt an (siehe ct.de/y5n6).

### Schützt

- davor, dass Fremde etwas von dem ausgebauten Laufwerk lesen.
- schützt bei Entsorgung oder Weitergabe davor, dass sich ein Fremder Zugriff auf die Daten verschafft. Man braucht dazu nur das Passwort nicht mitzugeben.

### Schützt nicht

- Kopien auf unverschlüsselten Laufwerken.
- davor, dass Fremde das komplette Laufwerk löschen.
- nicht vor weiterer Verschlüsselung, etwa durch einen Kryptotrojaner.
- im laufenden Betrieb. Während das Laufwerk entsperrt ist, können auch

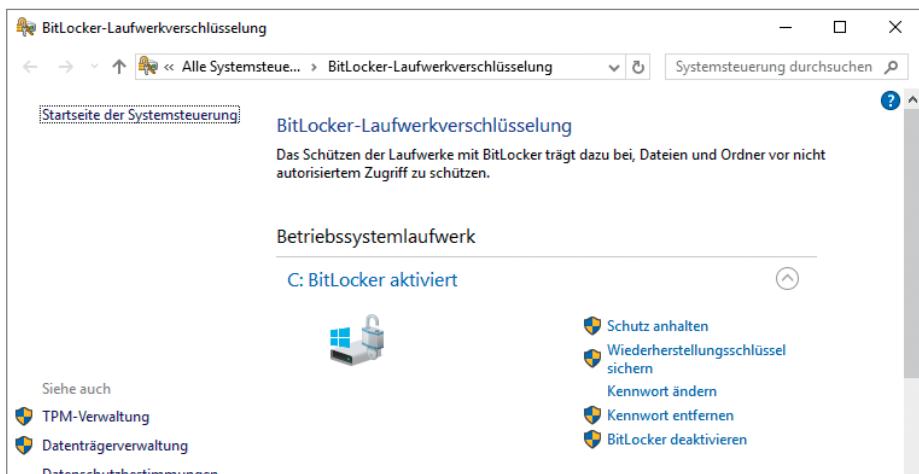
Datendiebe/Schädlinge darauf zu greifen.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Schützt nur nach Herunterfahren/Ruhezustand. Bei Suspend to RAM oder Bild-

schirmschoner wird das Laufwerk nicht gesperrt.

- Schlüsselverlust bedeutet Datenverlust.
- Nur selbst erzeugte und nie weitergegebene Schlüssel sind wirklich geheim.



Laufwerksverschlüsselung schützt nur, wenn das Laufwerk auch wirklich gesperrt ist. Versetzt man das Gerät hingegen nur in den Energiesparmodus, bleibt es entsperrt.

## Self-Encrypting Drive

Ein Self-Encrypting Drive (SED) ist eine Festplatte oder SSD, die sämtliche Daten selbst verschlüsselt, bevor sie sie in die einzelnen Sektoren oder Flash-Zellen schreibt (einen Test solcher Laufwerke finden Sie über ct.de/y5n6). Zur Verschlüsselung nutzt ein SED ein selbst erzeugtes Geheimnis, welches das SED nie verlässt; es wird verschlüsselt in dessen Elektronik verwahrt. Dieser Trick sorgt dafür, dass man die gespeicherten Daten ausschließlich über die externe Schnittstelle des SED auslesen kann, also via SATA, SAS, USB oder PCIe. Beim direkten Zugriff im Labor auf Magnetscheiben oder Flash-Chips fände man nur verschlüsselten Datensalat. Auf den Befehl „Security Erase“ verwirft die SED-Elektronik das bisherige Geheimnis und generiert ein neues und vernichtet dadurch

sämtliche Daten in Sekunden, ohne alle Blöcke überschreiben zu müssen.

### Schützt

- vor dem Auslesen von Daten aus einer defekten Festplatte oder SSD.
- vor Klartext-Datenresten in Reserve-sektoren von Festplatten oder SSDs.
- im Verbund mit einem Schnittstellen-passwort vor Datendiebstahl.

### Schützt nicht

- vor dem Lesen der Daten über die Schnittstelle, wenn dafür kein Passwort gesetzt wurde. Entweder per ATA Security Feature Set – das „HDD Password“ in manchem BIOS-Setup –, nach TCG Opal oder mit dem eDrive-Konzept von Microsoft Bitlocker. Auch bei manchen

USB-Festplatten lässt sich ein Passwort vergeben. Erst dann sind die Daten der SED ohne Passwort auf keinem Weg mehr lesbar.

- vor dem Lesen der Daten durch einen Trojaner – wenn das Betriebssystem läuft, muss das SED ja entsperrt sein.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Nicht mal Datenrettungsfirmen können etwas von einem SED retten, außer bei sehr speziellen Hardware-Defekten, wenn gleichzeitig ein ATA-Passwort gesetzt oder Bitlocker aktiviert wurde und Passwort/Wiederherstellungsschlüssel bekannt ist.
- Die proprietäre SED-Firmware kann Bugs oder Hintertüren (Zweitschlüssel) enthalten.

## Zugriffsrechte

Durch das Setzen von Zugriffsrechten auf Dateien und Ordner kann ein Administrator entscheiden, welche Personen oder Gruppen auf welche Dateien und Ordner zugreifen können. Dabei lassen sich unterschiedliche Arten von Rechten setzen, etwa „Nur lesen“, „Ändern“ oder „Vollzugriff“. Ein Administrator besitzt zwar selbst nicht alle Rechte, kann sich aber alle Rechte verschaffen. Unter Windows hat man standardmäßig keine Admin-Rechte (siehe Abschnitt „UAC“ auf Seite 84).

### Schützt

- vor Zugriffen durch unberechtigte Benutzer/Gruppen.
- vor unberechtigten Handlungen berechtigter Nutzer: Wer als Recht lediglich „Nur Lesen“ besitzt, kann die Datei weder löschen noch ändern.
- Wenn man sich selbst die Rechte an ausgewählten Dateien und Ordnern entzieht, sind diese vor Fehlbedienung und vor Zugriffen durch Schädlinge geschützt, die mit gleichen Rechten laufen.

### Schützt nicht

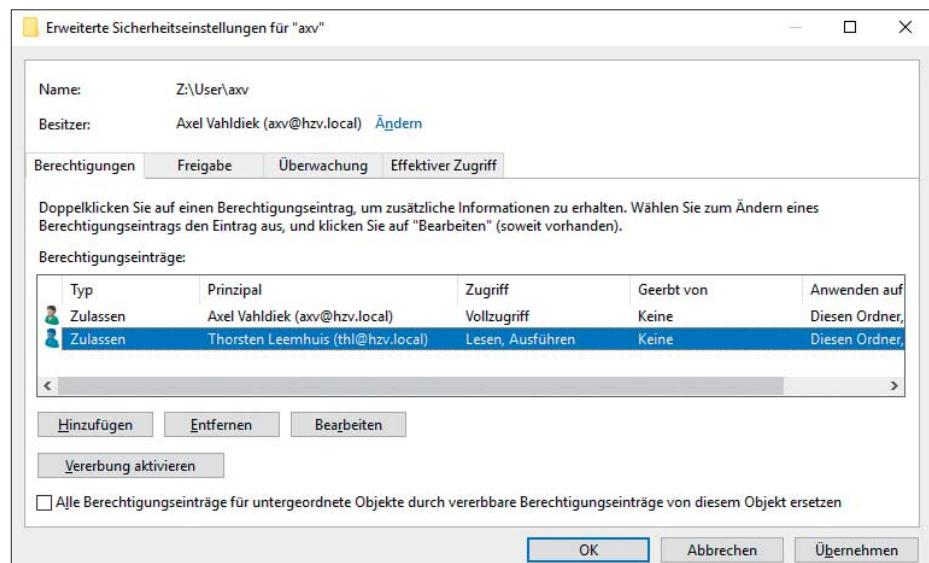
- die persönlichen Dateien vor Schädlingen oder Fehlbedienung.
- Wenn es einem Angreifer gelingt, auf dem PC ein Betriebssystem zu starten,

in dem er Administrator ist, kann er sich Zugriffsrechte verschaffen. Das gilt auch, wenn er die Festplatte in einen anderen Rechner umbaut.

- wenn ein unberechtigter Nutzer sich einfach mit einem berechtigten Konto anmelden kann, etwa weil das nicht durch Passwort geschützt ist oder das Passwort auf einem Zettel am Monitor steht.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Komplexe Konfiguration führt leicht zur Fehlkonfiguration.
- Fehlkonfigurationen erlauben unberechtigte Zugriffe.
- Bei Netzwerkfreigaben müssen auch die Dateisystemzugriffsrechte stimmen, damit der Zugriff klappt. (axv@ct.de) 



Zugriffsrechte erlauben ausgewählten Nutzern und Gruppen ausgewählte Aktionen. Doch sobald es jemandem gelingt, sich auf dem Rechner Administratorrechte zu verschaffen, kann er sich alle fehlenden Rechte einräumen.



# Du kommst hier net rein!

**Was welche Authentifizierungs-Methoden bringen**

**Passwörter sind nervig, aber unerlässlich und müssen dazu noch möglichst sicher sein. Techniken wie Fingerabdruckleser, PIN-Entsperrung und Zwei-Faktor-Authentifizierung helfen sowohl dabei, Geräte und Accounts an den entscheidenden Stellen noch sicherer zu machen, als auch den Alltagskomfort zu verbessern.**

**Von Jan Schüßler und Christof Windeck**

## Zwei-Faktor-Authentifizierung

Als Zwei-Faktor-Authentifizierung (kurz auch „2FA“) bezeichnet man Login-Methoden, die zwei separate Identitätsnachweise erfordern. Meist wird dabei nach der Eingabe eines statischen Kennwortes die Eingabe eines weiteren, einmal und nur für kurze Zeit gültigen Passcodes aus Zahlen und/oder Buchstaben verlangt. Der wird dem Anwender zum Beispiel durch den Dienstbetreiber auf einem separaten Übertragungsweg oder Gerät mitgeteilt oder sogar lokal beim Anwender erzeugt.

Die Techniken für Generierung und Eingabe des Passcodes variieren stark und rangieren von der klassischen gedruckten TAN-Liste beim Online-Banking über kurze Zahlenkombinationen, die per Mail oder SMS zugestellt werden, bis hin zu Smartphone-Apps fürs Online-Banking, die nach dem Scannen eines QR-Codes oder ähnlichen grafischen Musters auf dem PC-Bildschirm einen individuellen Code erzeugen.

Manche Anbieter erlauben das Verwenden der Smartphone-Entsperrung als zusätzliche Sicherung. Ein Beispiel dafür ist Facebook: Beim Login-Versuch auf einem neuen PC schickt es eine Bestätigungsanfrage an die Smartphone-App desselben Benutzers. Erst nach dem erfolgreichen Entsperren des Smartphones und ausdrücklichen Bestätigen des Logins geht es auf dem neuen PC weiter.

### **Schützt**

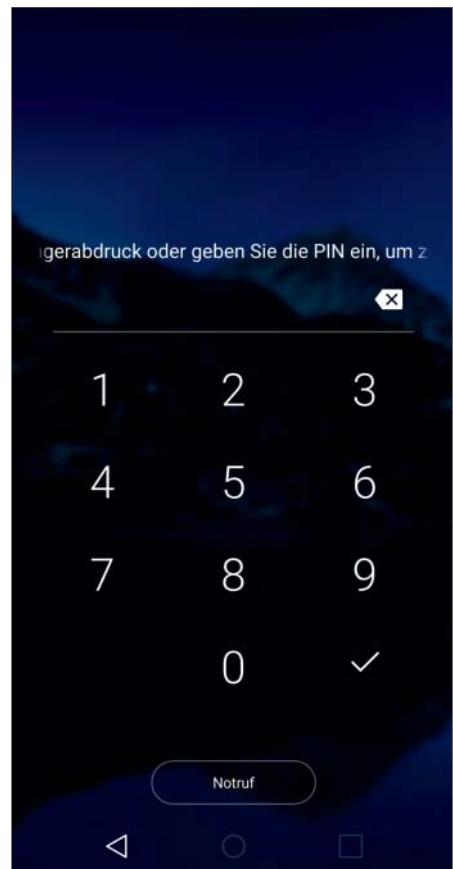
- vor unmittelbarem Kontrollverlust über Geräte- oder Online-Konten, wenn Kriminelle in den Besitz des Passwortes kommen.

### **Schützt nicht**

- vor ambitionierten Angreifern. Ein zweiter Authentifizierungsfaktor stellt zwar ein zusätzliches und im Regelfall auch durchaus hohes, aber eben nicht unüberwindbares Hindernis dar. Kommt als zweiter Faktor etwa ein per SMS verschickter Passcode zum Einsatz, könnten Kriminelle versuchen, die hinterlegte Mobilfunknummer zu ändern oder sich eine Ersatz-SIM-Karte zu beschaffen.

### **Risiken & Nebenwirkungen**

- Fällt der Kommunikationsweg oder das Gerät für den zweiten Faktor aus, ist ein Login nicht mehr ohne Weiteres möglich. Für viele Konten lassen sich deshalb zusätzliche Backup-Kontaktwege hinterlegen – etwa eine alternative Mailadresse oder Handynummer.
- Zwei-Faktor-Authentifizierung geht zu Lasten der Bequemlichkeit: Versand und Eingabe des zweiten Faktors erfordern zusätzliche Zeit, Tipperei und oft ein zweites Gerät.



Facebook lässt sich mit Zwei-Faktor-Authentifizierung verwenden. Ein Login auf einem unbekannten Gerät triggert eine Sicherheitsabfrage in der App, die sich erst durch Entsperren des Handys bestätigen lässt.

## UEFI Secure Boot

Ein UEFI-BIOS mit Secure Boot lädt ausschließlich digital signierte Bootloader. Um die Signaturen der zulässigen Bootloader prüfen zu können, enthält es eine kleine Datenbank mit digitalen Signaturen, darunter vor allem welche von Microsoft und vom Mainboard- oder PC-Hersteller. Es gibt auch eine Datenbank mit verbotenen Signaturen, die das Betriebssystem beschreiben kann: So lässt sich der Start von bösartiger Software durch Updates blockieren. Im Prinzip funktioniert Secure Boot auch mit anderen Schlüsseln, das kommt aber nur selten wirklich zum Einsatz.

### Schützt

- vor speziellen Formen von Malware, die schon vor dem Start des Betriebssystems die Kontrolle übernehmen soll.

### Schützt nicht

- vor sonstigen Viren, Trojanern & Co.
- vor Angriffen auf Firmware-Funktionen wie Intels Management Engine.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Ein installiertes Betriebssystem könnte durch Ändern der Schlüsseldatenbank

den Start anderer Betriebssysteme unterbinden.

- Betriebssysteme ohne signierten Bootloader booten nicht mit Secure Boot. Das betrifft in erster Linie einige Linux-Distributionen. Ein Problem ist das aber nur bei Rechnern, bei denen sich Secure Boot nicht von Hand im BIOS abschalten lässt. Das ist nach unseren Beobachtungen vor allem bei einigen Windows-10-Tablets der Fall.
- Viele PC-Hersteller hinterlegen ausschließlich Microsoft-Signaturen in der Secure-Boot-Schlüsseldatenbank der Firmware.

## Sicherheitsfragen für Accounts

Diverse Anbieter von Onlinediensten bieten oder erfordern gar die Beantwortung sogenannter Sicherheits- oder Notfallfragen, die dem Benutzer auch dann noch Zugang zu seinem Konto verschaffen, wenn er das Passwort vergessen hat. Im Regelfall handelt es sich dabei um persönliche Fragen zu Begebenheiten aus der Kindheit oder Jugend, an die man sich ein Leben lang erinnert – etwa „Wie hieß Ihr erstes Haustier“, „Mit wem hatten Sie Ihren ersten Kuss“ oder „Von welchem Künstler war Ihre erste CD“.

### Schützt

- vor Gelegenheits-Kriminellen.

### Schützt nicht

- vor ambitionierten Angreifern, die die korrekten Antworten auf die Sicherheitsfragen auf irgendeine Art zusammentragen können – sei es per Social Engineering oder schlicht durch googeln, weil Sie neulich ganz stolz ein Foto Ihrer ersten CD für die ganze Welt sichtbar bei Instagram gepostet haben.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Viele Antworten auf Sicherheitsfragen kann ein Angreifer oft mit mäßigem Aufwand herausfinden. Eigentlich sollten Sie deshalb besser andere Noteingänge in Ihren Account haben, etwa eine Recovery-Mail-Adresse. Sind die Sicherheitsfragen zwingend, empfiehlt es sich, falsche Antworten einzugeben. Für den Fall, dass Sie sie wirklich einmal brauchen, notieren Sie die Antworten und verwahren Sie sie sicher.

## ATA Security Password

Das „ATA Security Password“ ist auch als HDD- oder schlicht Festplattenpasswort bekannt. Ein BIOS mit HDD-Passwort-Funktion setzt dieses Passwort in der Elektronik der Festplatte oder SSD und fragt es bei jedem Booten ab – ohne Eingabe verweigert das System den Zugriff auf das Laufwerk und kann das Betriebssystem nicht starten.

Das Passwort muss nicht unkomfortabel lang sein, da die Wartezeit bis zur nächsten Eingabe mit jedem Fehlversuch länger wird. Diese Zeitverzögerung macht „Brute Force“-Attacken schwierig, bei denen ein Angreifer automatisiert viele

Passwörter schnell hintereinander durchprobiert.

### Schützt

- vor unbefugtem Zugriff auf eine Festplatte oder SSD, etwa nach deren Ausbau.

### Schützt nicht

- vor dem Auslesen der gespeicherten Daten in einem Datenrettungslabor, denn dabei wird die Elektronik auf der Festplatte umgangen, die für den Abgleich des Passwortes und Erlaubnis des Zugriffs zu-

ständig wäre. Deshalb ist ein ATA Security Password nur für selbstverschlüsselnde Laufwerke sinnvoll (siehe S. 81).

### Risiken & Nebenwirkungen

- Wenn das BIOS nach der Übergabe des Passworts den ATA-Befehl „Freeze Lock“ nicht übergibt, kann Malware die Festplatte im laufenden Betrieb sperren.
- Hat man das Passwort vergessen, lassen sich die Daten höchstens im Datenrettungslabor noch auslesen – und das auch nur, wenn sich das Laufwerk nicht selbst verschlüsselt.

## Windows 10: PIN statt Passwort

Windows 10 bietet die Möglichkeit, sich statt mit einem Passwort mit einer mindestens vierstelligen PIN am PC anzumelden. Auf Wunsch kann sie auch Buchstaben und Sonderzeichen enthalten. Die PIN ist nur für den PC gültig, auf dem sie eingerichtet wird. Bei andauernden Falscheingaben erzwingt Windows regelmäßig Neustarts und erhöht die Wartezeit zu den nächsten Eingabever suchen immer weiter (siehe c't 19/2017, S. 152).

### Schützt

- vor neugierigen Augen, die den Anwender bei der Eingabe des Passwortes beobachten. Handelt es sich dabei um das Passwort für ein Microsoft-Konto, könnte ein Angreifer es von einem anderen Gerät aus benutzen, um unberechtigt

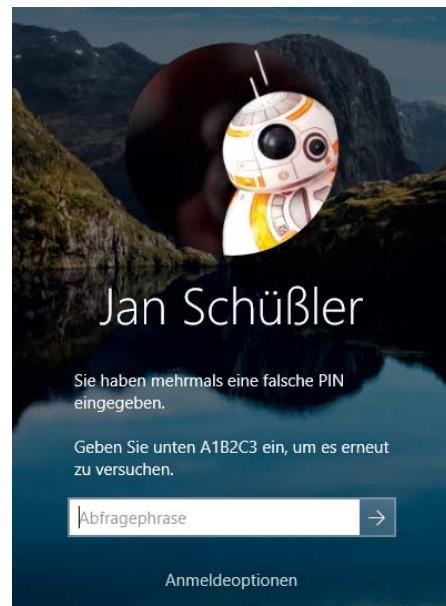
auf das Konto und damit etwa auf Mails zuzugreifen. Erlangt ein Spion nur die PIN, bräuchte er zusätzlich auch das beobachtete Gerät, um sich Zugriff zu verschaffen.

### Schützt nicht

- vor Daten- und/oder Accountdiebstahl, wenn ein Angreifer Sie bei der PIN-Eingabe beobachtet und Ihnen später das Gerät stiehlt.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Zu simple und kurze PINs sind leicht zu erraten: Vermeiden Sie Ziffernkombinationen, die leicht zu erraten wären – nicht nur 1234 oder 0000, sondern auch Geburtstage und Ähnliches.



Gibt man die Windows-PIN mehrmals hintereinander falsch ein, wirds lästig.

## Trusted Platform Module (TPM)

Ein TPM ist ein nach Stand der Technik sicherer Speicherchip für digitale Geheimnisse wie Schlüssel, Signaturen und Prüfwerte (Hashes). Die bloße Anwesenheit eines TPM hat noch keinen Einfluss auf die Sicherheit – Betriebssystem oder Programme müssen es schon gezielt nutzen.

Vielen Anwendern sind TPMs vor allem bekannt, weil sie sich zusammen mit Microsofts Festplattenverschlüsselung Windows Bitlocker verwenden lassen (siehe S. 80). Wer auf solch einem PC ein Notfallsystem startet oder gar die Festplatte ausbaut, um an die Daten heranzukommen, hat keinen Erfolg: Der zur Festplatte

passende Schlüssel liegt im TPM – und das gibt den Schlüssel ausschließlich dann heraus, wenn man das installierte Betriebssystem starten will.

### Schützt

- vor der Manipulation digitaler Schlüssel.
- im Verbund mit Verschlüsselungstechnik auf vielen Firmen-PCs Datenbestände davor, von Angreifern ausgelesen, kopiert oder manipuliert zu werden.

### Schützt nicht

- vor Datenverlust.
- vor Viren.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Mit einem TPM lassen sich auch starke Maßnahmen für Zugriffs- und Kopierschutz umsetzen, also Digital Rights Management (DRM).
- Zusammen mit der Technik „Measured Launch“ kann das TPM verhindern, dass das vom Hersteller vorgesehene BIOS durch eine alternative Firmware wie Coreboot oder Libreboot ersetzt wird.
- Das Betriebssystem kann das TPM nutzen, um digitale Signaturen von Software zu prüfen, und verweigert dann das Starten unsignierter Software. Google Chromebooks tun genau das.

## Standardbenutzerkonto für den Windows-Alltag

Wer möchte, kann Windows im Alltag als „Standardbenutzer“ statt als „Administrator“ nutzen. UAC-Abfragen (siehe unten) erfordern dann nicht bloß einen Klick auf „Ja“, sondern die Eingabe des Kennwortes eines Administrators.

### Schützt

- vor ungewollten Änderungen durch weitere PC-Benutzer, denen Sie nicht voll

vertrauen, etwa technisch unbedarfte Freunde oder Familienmitglieder.

### Schützt nicht

- besser oder schlechter als die Arbeit mit einem Administratorkonto, wenn Sie der einzige Benutzer des PCs sind. In jenen Momenten, in denen eine Kennwortabfrage erfolgen würde, bekommen Sie auch mit einem Adminkonto eine UAC-

Abfrage zu sehen, die mit „Ja“ bestätigt werden muss – lediglich das Eintippen des Kennwortes entfällt.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Angreifer könnten den UAC-Dialog fälschen. Gibt man sein Passwort dort ohne nachzudenken ein, weil man daran gewöhnt ist, präsentiert man dem Angreifer sein Passwort auf dem Silbertablett.

## Biometrie

Immer mehr Geräte sind in der Lage, ihre rechtmäßigen Benutzer anhand bestimmter Körpermerkmale zu erkennen – sogenannte Biometrie. Das Merkmal, das wohl zurzeit am häufigsten benutzt wird, ist der Fingerabdruck. Vor allem bei diversen Smartphones kommt ein Fingerabdrucksensor als Alternative oder Ergänzung zu PIN, Passwort oder Wischmuster zum Einsatz – meist um das Gerät zu entsperren, aber auch zur Legitimierung von App-Käufen und Ähnlichem. Weniger verbreitet ist die Gesichtserkennung per Kamera, die bei modernen Verfahren auch Tiefeninformationen auswertet, also die Konturen des Gesichts.

In Windows 10 fasst Microsoft die Biometriefunktionen unter dem Namen „Windows Hello“ zusammen. In den Einstellungen lassen sich oftmals auch ältere Fingerabdrucksensoren mit Hello einrichten, sofern Windows 10 einen kompatiblen Treiber dafür findet. So können mitunter auch Sensoren aus der Windows-7-Ära benutzt werden, für die der Gerätehersteller schon längst keine aktualisierte Software mehr anbietet.

### Schützt

- vor Passwortdieben, die den Besitzer während der Eingabe bespitzeln.
- vor vergessenen Passwörtern oder verlorenen Tokens.

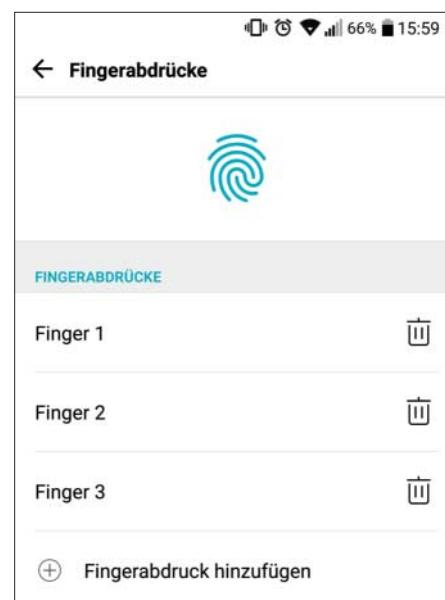
• verbessert durch hohen Komfort die Sicherheit, falls der Nutzer sonst aus Faulheit gar kein Passwort verwenden würde.

### Schützt nicht

- vor Attacken durch ausdauernde und gut ausgestattete Angreifer.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Fingerabdrucksensoren lassen sich meist mit mehr oder weniger Aufwand austricksen, sobald der Angreifer einen Fingerabdruck der Zielperson ergattern konnte.
- Gesichtserkennung mittels eines einfachen, also zweidimensionalen Bildes lässt sich oft schon mit einem Foto vom Besitzer austricksen.
- Gesichtserkennung mit einer Tiefenkamera (etwa Intel RealSense oder Face ID im iPhone X) ist deutlich schwieriger zu überlisten, versagt aber mitunter auch – etwa bei allzu ähnlichen, eineiigen Zwillingen.
- Ein kompromittiertes Passwort kann man ändern – sein Gesicht nicht.
- Weil ein biometrisches Merkmal spontanen Veränderungen unterliegen kann (Verletzungen des Fingers oder des Gesichts, Rasur, Verlust einer Brille ...), verlangen die allermeisten Systeme das



Fingerabdruck-Verwaltung in Android:  
Richten Sie ruhig mehrere Fingerabdrücke ein – Sie halten das Gerät vermutlich nicht immer mit der gleichen Hand.

Anlegen einer alternativen Entsperrmethode. Windows Hello etwa erfordert zwingend die zusätzliche Einrichtung einer PIN (siehe oben). Für Smartphones ist es sinnvoll, mehrere Fingerabdrücke einzurichten; auch um das Gerät in vielen Lebenslagen bequem entsperren zu können.

## User Account Control (UAC)

UAC schützt vor ungewollten Änderungen an Windows. Ein „Administrator“-Konto hat nicht automatisch volle Administratorrechte, sondern bekommt beim Versuch, bestimmte potenziell sicherheitsrelevante Änderungen vorzunehmen, eine Sicherheitsabfrage zu sehen. Diese läuft in einer abgeschotteten Umgebung und muss vom Anwender per Maus oder Tastatur bestätigt werden. Vollkommen waserdicht ist UAC nicht: Es gibt Techniken, um es auszutricksen. Auch Microsoft selbst versteht UAC eher als hohe, aber nicht unüberwindbare Hürde.

### Schützt

- die Windows-Komponenten sowie das Gros der installierten Software vor un-

gewollten Manipulationen durch Schädlinge.

### Schützt nicht

- vor Erpressungstrojanern, Viren und sonstigen böswilligen Programmen, die ohne besondere Rechte aus dem Benutzerordner heraus lauffähig sind. Zum Verschlüsseln der eigenen Dateien sind zum Beispiel gar keine Administratorrechte erforderlich.
- vor Malware, die darauf ausgelegt ist, mit ausgefeilten Techniken die UAC-Abfrage zu umgehen.
- wenn die UAC-Abfrage tatsächlich von einem böswilligen Programm herrührt und man sie einfach gedankenlos bestätigt.

### Risiken & Nebenwirkungen

- Stellt man die UAC-Abfragehäufigkeit von der voreingestellten zweithöchsten Stufe auf die höchste um, erfordert schon einfache, mitunter völlig unkritische Systemaufgaben wie das bloße Öffnen des Task-Managers eine UAC-Bestätigung. Dafür werden aber bestimmte Angriffe verhindert.
- Stellt man die Abfragehäufigkeit niedriger ein oder deaktiviert UAC komplett, steigt das Risiko deutlich, dass Schädlinge unbemerkt Sicherheitsfunktionen manipulieren oder abschalten oder sich unbemerkt zur Tarnung mit eigenen Treibern im System verankern (Rootkit).

(jss@ct.de) 



# Musikalische Wegbegleiter

## 12 tragbare Bluetooth-Lautsprecher im Test

**Wer seinen tragbaren Musikschatz auf dem Smartphone voll auskosten will, braucht einen flexiblen Bluetooth-Lautsprecher. Manche Boxen sind wasserfest, befeuern die Pool-Party und laden dabei sogar das Handy auf.**

**Von Daniel Herbig**

Zur Raumbeschallung taugen Smartphones nur eingeschränkt: Mit den eingebauten Lautsprechern machen Musik und Filme keinen großen Spaß.

Doch es gibt gute Alternativen zum Handy-Gekräfte. Kompakte Bluetooth-Lautsprecher passen in den Rucksack, halten dank Akku mehrere Stunden ohne Tankstopp an der Steckdose durch und liefern einen deutlich besseren Klang. So kann man zu Hause, am Arbeitsplatz oder im Freien seine Lieblingssongs auch mit Freunden genießen. Wir haben zwölf solcher portablen Bluetooth-Lautsprecher getestet.

Zum Testfeld gehören die Outdoor-Lautsprecher JBL Flip 4 und UE Boom 2, die sich dank Wasserschutzstandard IPX7 auch für Pool-Partys eignen. Daneben haben wir uns die Lautsprecher Beats Pill+, Boses Soundlink Revolve, Ankers Soundcore 2 und den Teufel Bamster Pro angeschaut. Alle drei sind aufgrund ihres sehr kompakten Formfaktors besonders flexibel einsetzbar. Der Dockin D Fine, Libratones Zipp Mini und der Marshall Kilburn lassen im Rucksack nur noch wenig Platz für Snacks und Getränke, bringen dafür aber auch besser besuchte Feiern in Schwung.

Samsungs Bottle und Sonys SRS-XB30 haben zusätzlich noch die passende Lichtshow im Angebot. Der Sony-Lautsprecher wertet mit einheizenden Lichteffekten die Party auf, während sich Samsungs Bottle eher als Musik trällerndes Nachttischlämpchen versteht. Das vermeintliche China-Schnäppchen Bluedio CS-4 ist auch auf Amazon verfügbar und rundet das Testfeld ab. Die bei Ali-Express bestellte Asia-Alternative Xiaomi Mi Square II wurde bei der Einfuhr vom Zoll beschlagnahmt und vernichtet.

## Soundqualität

Alle getesteten Bluetooth-Lautsprecher klingen besser als die Boxen gängiger Smartphones. Samsungs Bottle, der Bluedio CS-4 und der Anker Soundcore 2 sind mit etwa 50 Euro die günstigsten Geräte im Testfeld. Das merkt man auch am Ton. Samsungs Bottle ist besonders schwach auf der Brust. Der Nachttischlautsprecher ist besser dazu geeignet, am Abend noch entspannt ein Audiobuch zu hören als großen Feiern einzuhüpfen. Die Mitten sind betont, sodass Stimmen klar herauszuhören sind.

Der Soundcore 2 und der CS-4 werden deutlich lauter, haben aber ihre Mühe, den Ton dabei sauber wiederzugeben. Gerade der Bluedio klingt bei höherer Lautstärke so, als würde er sich heiser die Seele aus dem Leib schreien. Die Höhen zischen, das Gehäuse rattert, die Bässe verschwinden. Der Anker Soundcore 2 ist in den Tiefen ebenfalls zurückhaltend, hat die Höhen dafür aber besser im Griff.

Den wuchtigsten Ton liefert der große Marshall Kilburn. Der optisch an Gitarrenverstärker angelehnte Lautsprecher klingt dynamisch, klar und detailliert. Mit den Drehreglern an der Lautsprecher-Oberseite kann man Bass und Höhen direkt an seine Wünsche anpassen. Dreht man den Bassregler hoch, lässt der Kilburn die Tischplatte bebauen. Bassfreunde haben ihren Spaß, ganz neutral klingt der Kilburn aber nicht.

Die beiden Audio-Kegel Bose Revolve und Libratones Zipp Mini füllen durch ihre runde Form den Raum auch dann gut aus, wenn man sie in dessen Mitte stellt. Beide produzieren klaren Sound und ordentliche Bässe, der Libratone klingt trotz seiner leicht gedämpften Mitten etwas kraftvoller. Die Tonqualität von Teufels Bamster Pro kommt im Vergleich mit den anderen hochpreisigen Geräten zu druck-

los rüber, er klingt etwas blechern und unsauber. Außerdem stört ein deutlich hörbares Summen bei bestimmten Frequenzen den Musikgenuss.

Die Beats Pill+ enttäuscht im Soundtest. Vor allem bei hohen Lautstärken verwischen Songs zu Sound-Brei, während die Mitten etwas zu aggressiv und schrill ertönen. Enttäuschend schneidet auch Sonys SRS-XB30 ab, der mit Standardeinstellungen so dumpf klingt, als würde man ihn unter Wasser tauchen. Wer mit dem Equalizer der App herumspielt, kann zumindest ein bisschen gegensteuern.

Die Outdoor-Lautsprecher Flip 4 und Boom 2 überzeugen als solide Allrounder mit gutem Klang. Dem Boom 2 kann man auch bei sachteren Songs sehr schön zuhören, ihm mangelt es aber im Vergleich zum Flip 4 etwas an Bassstärke.

Der Dockin D Fine lässt Musikstücke warm und voll erklingen. Auch bei höherer Lautstärke bleibt er detailverliebt, dabei entwickelt er noch einen satten Bass.

Neun der Testgeräte sind mit Mikrofonen ausgestattet, über die man per gekoppeltem Handy Telefonate führen kann. Diese Freisprechfunktion fehlt lediglich dem D Fine, dem Kilburn und

der Bottle. Der Anker und der Bluedio haben dieses Feature ebenfalls nur pro forma: Gespräche über die Günstig-Lautsprecher sind nur eingeschränkt verständlich. Bamster Pro und Soundlink Revolve waren beim Freisprech-Test am besten zu verstehen.

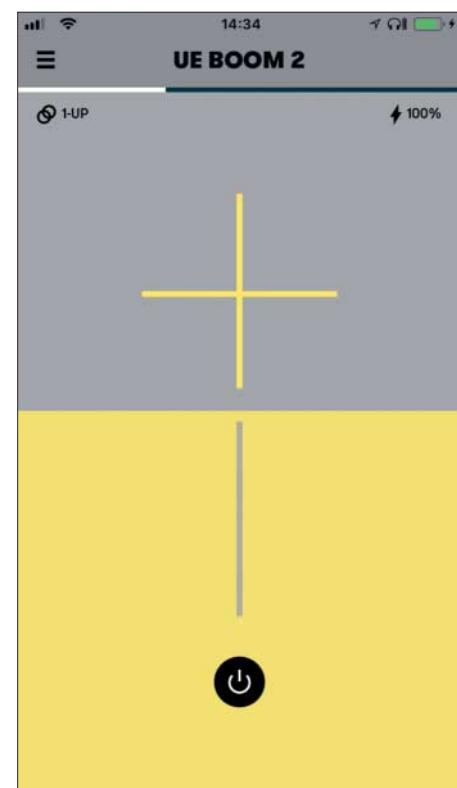
## Verbindungsaufbau

Alle Testgeräte lassen sich problemlos mit Handys, Tablets, Rechnern, Fernsehern und anderen Bluetooth-fähigen Geräten verbinden. Die Bluetooth-Lautsprecher werden dazu in den Pairing-Modus versetzt, was bei den meisten Geräten entweder über einen separaten Button oder, wie beim Bluedio CS-4 und beim Sony SRS-XB30, über einen längeren Druck auf die Power-Taste funktioniert. In den Bluetooth-Optionen der Musikquelle tippt man dann auf den neu aufgetauchten Lautsprecher, um die Verbindung zu starten. Wird der Bluetooth-Lautsprecher ab- und später wieder angeschaltet, paart er sich von selbst mit dem vorherigen Wiedergabegerät.

Noch einfacher gelingt die Verbindung per NFC (Near Field Communication): Hält man ein Handy kurz an den Lautsprecher, verbinden sie sich direkt,



In der Lux-App für Samsung Bottle kann man zwischen Beleuchtungsprofilen wählen.



Die UE-Boom-App sieht schlicht aus, bietet allerdings neben der Lautstärke-regelung zahlreiche Funktionen.



ohne dass man sich durch Menüs klicken muss. Der Sony SRS-XB30, der Boom 2, Dockins D Fine, Teufels Bamster Pro sowie der Soundlink Revolve beherrschen den Standard.

Hakelig wird es, wenn man zwischen verschiedenen Playern wechselt will. Richtig praktisch ist daher eine Funktion, die fünf der zwölf getesteten Bluetooth-Boxen mitbringen: Der SRS-XB30, die Pille von Beats, Boom 2, Zipp Mini und Flip 4 können sich per Bluetooth mit zwei Quellen gleichzeitig verbinden. Damit entfällt das Herumklicken in den Einstellungsmenüs, wenn man etwa vom Handy zum Computer wechselt will. Die Lautsprecher spielen dann stets den Ton von demjenigen Gerät ab, das zuletzt eine Audiomeldung gestartet hat. Alle Testgeräte, sogar die Beats-Pille aus dem Hause Apple, haben einen 3,5-mm-Klinkeneingang, lassen sich also ganz altmodisch auch per Aux-Kabel betreiben.

## Reichweite

Wer sein Wiedergabe-Handy mit auf Toilette nimmt, macht sich auf der Küchenparty wahrscheinlich unbeliebt: Liegen mehrere Wände zwischen Handy und Lautsprecher, schaffen auch moderne Bluetooth-Boxen keine flüssige Musikwiedergabe. In unserem Test stotterte oder stoppte die Wiedergabe bei allen Lautsprechern, wenn wir uns hinter zwei Stahlbetonwände begaben. Der Marshall Kilburn, der Bluedio CS-4 und der Zipp Mini warfen sogar komplett das Handtuch und trennten die Verbindung zum Handy. Auch mit den anderen Lautsprechern war keine durchgängige Wiedergabe mehr möglich.

Durch eine einzelne Stahlbetonwand hindurch empfingen alle Testgeräte pro-

**Der Teufel**  
Bamster Pro ist handlich und mit seiner leuchtenden Steuerzentrale hübsch anzusehen.

der Libratone Zipp Mini die Verbindung, wenn ihm die Distanz zu groß wurde. Die Bluetooth-Boxen von Samsung, Beats, Ultimate Ears, Anker und JBL spielen Musik sogar in über 100 Metern Entfernung noch ruckelfrei ab.

## Begleit-Apps

Mehr Wummis gibt es, wenn man mehrere Lautsprecher der gleichen Serie zusammenschließt. Diese Möglichkeit besteht immerhin bei der Hälfte des Testfelds: Sonys XRS-XB30 beherrscht die Stereo-Wiedergabe über einen Schwester-Lautsprecher, die Outdoor-Boxen von JBL und Ultimate Ears können sich sogar mit mehreren anderen Lautsprechern paaren, um es mal so richtig krachen zu lassen. Diese Verknüpfung kann man über Apps für Android und iOS einrichten.

In den Apps, die für sieben der Boxen zum Download bereitstehen, findet man zusätzliche Einstellungen – neben der Möglichkeit, mehrere Lautsprecher zu einem Stereosystem zusammenzuschließen, auch Equalizer-Einstellungen und Firmware-Updates. Beim SRS-XB30 und Samsungs Bottle kann man außerdem die Beleuchtung anpassen.

Nicht immer funktionierten die Apps so, wie wir es uns gewünscht hätten. JBL Connect wollte auf dem iPhone 6 unseren

blemlos das Bluetooth-Signal vom Handy. Bei den Versuchen spielte es keine Rolle, ob wir ein iPhone 7 oder ein Galaxy S4 benutzten. Beide Smartphones lieferten sehr ähnliche Ergebnisse.

Überraschend gut schnitten die Bluetooth-Lautsprecher im Außenversuch ab. Ohne Hindernisse zwischen Handy und Lautsprecher schafften selbst die empfangsschwächsten Geräte – die Lautsprecher von Sony, Libratone und Bose – mindestens eine Reichweite von 60 Metern, bis die Musikwiedergabe zu stocken begann. Wie schon im Indoor-Test kappte

## Codec-Fragen

Bluetooth überträgt Stereo-Audiosignale kabellos über das Advanced Audio Distribution Profile (A2DP). A2DP ist prinzipiell Codec-offen ausgelegt – die bestmögliche Übertragungsvariante wird bei der Kopplung von Sender und Empfänger jeweils neu ausgehandelt. Kleinstes gemeinsamer Nenner ist der Low Complexity Subband Codec SBC. Der Codec erlaubt theoretisch Bitraten bis 345 kBit/s, geht dabei allerdings längst nicht so effizient zu Werke wie moderne Kompressionsformate. Als alternative Codecs haben sich in den vergangenen Jahren vor allem AAC und aptX etabliert – AAC vor allem bei Geräten aus dem Apple-Universum, aptX auf der Android-Seite oder in eher hochpreisigen Lautsprechern/Kopfhörern. Zu den derzeit effektivsten Codecs, die das Audiosignal nahezu verlustfrei übertragen können, zählen die aptX-Erweiterung aptX HD und das LDAC-Format.

Im Alltag sind die daraus resultierenden Unterschiede für die getesteten Geräte eher akademisch und dürften klanglich kaum wahrnehmbar sein. Zum einen liegt die Musik auf den als Quelle dienenden Smartphones ohnehin meist nur in komprimierter Form vor. Zum anderen reicht die Klangqualität der kompakten Lautsprecher meist nicht aus, um klangliche Feinheiten wie durch unterschiedliche Codecs verursachte Artefakte oder Verschiebungen im Stereobild hörbar zu machen. Wer klanglich dennoch sichergehen möchte, muss vor dem Kauf die von seinem Quellgerät unterstützten Codecs checken: AAC bei iOS-Geräten, aptX bei ausgewählten Android-Geräten, aptX HD bei aktuellen High-End-Smartphones oder LDAC bei Geräten von Sony. Unterstützen Sender und Empfänger einen höherwertigen Codec, wird dieser während des Handshakes automatisch priorisiert. (sha@ct.de)

Anzeige



## Anker Soundcore 2

Der Soundcore 2 von Anker ist der kleinste Lautsprecher im Testfeld. Entsprechend schwach ist sein Klang: Es mangelt an Details und Klarheit. Gerade die Bässe sind etwas mager ausgefallen. Besser als das Handy klingt der Anker aber allemal.

Wegen seiner geringen Größe kann man den Soundcore 2 sogar in die Handtasche stecken, das Gehäuse ist außerdem robust und dank IPX5-Zertifizierung gegen Spritzwasser geschützt.

- ⬆️ klein und portabel
- ⬇️ mittelmäßiger Sound



## Beats Pill+

Das solide Sound-Zäpfchen von Beats klingt vor allem bei höheren Lautstärken etwas verwaschen, die Stimmen plärren etwas zu aggressiv ins Ohr. Andere Lautsprecher im Preissegment klingen besser. Zummindest ist der überraschend schwere Beats-Lautsprecher stylish.

Die Pille lässt sich als Powerbank verwenden. Sie lädt sowohl iOS- als auch Android-Geräte auf. Außerdem kann sie sich gleichzeitig mit mehreren Wiedergabegeräten verbinden.

- ⬆️ Powerbank
- ⬇️ teuer
- ⬇️ Sound nur Durchschnitt



## Bluedio CS-4

So laut wie der Bluedio CS-4 wird kein anderer Lautsprecher im Testfeld, leider klingt das beim vermeintlichen China-Schnäppchen schnell nach Geplärr. Bässe sucht man beim Bluedio vergebens, die Höhen zischen aggressiv im Ohr.

Störend ist uns ein ratterndes Geräusch im Gehäuse aufgefallen. Die Steuerungsknöpfe haben außerdem zu großes Spiel und machen insgesamt, wie das gesamte Gehäuse, einen etwas billigen Eindruck.

- ⬆️ laut
- ⬇️ billige Verarbeitung
- ⬇️ schwacher Sound



## Libratone Zipp Mini

So klein ist er gar nicht, der Mini: Libratones Lautsprecher lässt sich per Bluetooth, WLAN (AirPlay, DLNA, UPnP) oder Aux-Kabel ansteuern und hat genug Volumen für einen ausgewogenen, kräftigen Klang. Der Zipp Mini wird außerdem recht laut und kann so auch Partys mit Musik versorgen.

Schick, wenn auch im grellen Licht etwas schwer zu erkennen, ist die Touch-Bedienoberfläche. Hier wären herkömmliche Buttons praktischer gewesen. Gern gesehen ist hingegen die Möglichkeit, das Handy per Micro-USB-Kabel aufzuladen.

- ⬆️ ausgewogener, kraftvoller Ton
- ⬆️ Powerbank
- ⬇️ teils hakelige Touch-Steuerung



## Marshall Kilburn

Optisch erinnert Kilburn an einen Gitarrenverstärker – samt Kippschalter und Drehregler für Bass und Höhen. Die drei 3,7-Volt-Batterien mit 2200 mAh lassen sich von Hand austauschen.

Der Kilburn liefert hervorragenden Sound mit überraschend kräftigen Bässen, die bei vielen Songs etwas zu stark in den Vordergrund treten. Für einen Bluetooth-Lautsprecher ist der Kilburn recht klobig. Es fehlt außerdem die Möglichkeit, die Wiedergabe direkt am Gerät zu steuern. Auch auf NFC und andere Zusatzfunktionen muss der Käufer verzichten.

- ⬆️ toller Sound
- ⬆️ Kontrolle über Bass und Höhen
- ⬇️ arm an Features



## Samsung Bottle

Ein Nachttischlämpchen mit Musik-Wiedergabe, so lässt sich Samsungs Bottle am besten beschreiben. Die per App einstellbare Beleuchtung des Geräts ist hübsch anzusehen und entspannend. Für Partys ist er aber nicht geeignet. Enttäuschend ist die steife Trageschlaufe aus Hartplastik, die sich nicht verstauen lässt.

Für Hörbücher, Podcasts und Hintergrundbeschallung reicht der Samsung-Lautsprecher locker. Er lässt sich per Qi drahtlos aufladen, alternativ nimmt man das USB-Micro-Kabel.

- ⬆️ hübsche Beleuchtung
- ⬇️ dünner Ton



## Bose Soundlink Revolve

Dank Zylinderform beschallt der Soundlink Revolve Räume auch dann gut, wenn er im Mittelpunkt der Party steht. Und da gehört er auch hin: Mit klarem, kraftvollem Sound und satten Bässen macht der Revolve bei der Musikwiedergabe vieles richtig, dabei ist er klein und leicht.

So passt der Revolve immerhin auch locker auf den überfrachteten Schreibtisch. Eine Ladeschale als Alternative zum Micro-USB-Anschluss muss separat erworben werden.

- ⬆️ füllt den Raum gut aus
- ⬆️ handlich



## Dockin D Fine

Der D Fine des deutschen Unternehmens Dockin liefert zum fairen Preis echten Musikgenuss mit warmem, vollen Klang und druckvollen Bässen. Er lässt sich außerdem als Powerbank verwenden und unterstützt die Kopplung per NFC.

Der Lautsprecher fällt recht groß aus, passt also etwas besser unter den Fernseher als in den Rucksack. Er ist schlüssig, aber solide verarbeitet, lediglich die vier Steuerknöpfe an der Plastikoberseite wirken etwas billig.

- ⬆️ starker, druckvoller Sound
- ⬆️ Powerbank und NFC
- ⬇️ etwas groß



## JBL Flip 4

Der JBL Flip 4 ist ein flexibler kleiner Lautsprecher, der auch den kurzen Tauchgang überlebt. Er klingt klar und detailliert, auch bei leiseren Stücken. Der Bass ist nicht überwältigend, angesichts des kleinen Gehäuses aber absolut vorzeigbar.

Schön anzusehen sind die passiven Bassmembranen, die an den Seiten des Flip 4 enthusiastisch zur Musik mitschwingen. Über eine Schlaufen-Verankerung kann man die Box auch am Gürtel befestigen.

- ⬆️ ausgeglichener Sound
- ⬆️ klein und flexibel



## Sony SRS-XB30

Nebenberuflich arbeitet Sonys SRS-XB30 als Party-Leuchte: Strobo-Lichter und Farben, die zum Beat tanzen, werben kleinere Feiern auf. Das Gehäuse des SRS XB-30 selbst ist wenig attraktiv. Die gummiartige Oberfläche zeigt Schlieren und andere Gebrauchsspuren allzu deutlich.

Die Funktionen des SRS-XB30 überzeugen auf voller Linie. Er kann als Powerbank verwendet werden, beherrscht NFC und kann sich mit mehreren Abspielgeräten gleichzeitig verbinden. Schwach ist hingegen der dumpfe Ton.

- ⬆️ Party-Beleuchtung
- ⬆️ sehr flexibel
- ⬇️ Musik klingt dumpf



## Teufel Bamster Pro

Die rot beleuchtete Schaltzentrale des Teufel Bamster Pro sieht nicht nur cool aus, sondern ist auch praktisch. Dort kann man sich den Akkustand anzeigen lassen und die Wiedergabe steuern. Auch die virtuelle Stereo-Verbreiterung lässt sich per Knopfdruck aktivieren. Sie lässt die Musik breiter und räumlicher erklingen.

Leider erschallt aus dem Gehäuse bei einigen Songs ein deutlich hörbares Surren, das mit steigender Lautstärke intensiver wird. Der Ton fällt außerdem etwas leise und blechern aus.

- ⬆️ Hingucker
- ⬇️ hörbares Surren



## Ultimate Ears Boom 2

Logitechs Boom 2 ist speziell für den Außeneinsatz gedacht: Die Boom-Röhre darf sogar kurz unter Wasser getaucht werden. Wegen der robusten, runden Bauweise kann man sie auch einfach mal in die Ecke werfen und sich immer noch über den präzisen Klang freuen, der erst bei hohen Lautstärken zu verzerren beginnt.

Der Boom 2 kann mit anderen UE-Geräten gekoppelt werden, hat NFC, eine App mit Equalizer und hält lange durch, ohne an die Steckdose zu müssen – ein echter Allrounder.

- ⬆️ klingt solide
- ⬆️ viele Features

Flip 4 auch nach mehreren Anläufen nicht finden, obwohl er bereits über Bluetooth gekoppelt war, auf dem iPad Pro funktionierte die Verbindung. Ein ähnliches Problem trat mit der App Music Center für den SRS-XB30 auf – der wollte sich ausgerechnet mit einem Sony-Smartphone nicht vertragen, während er unter iOS ohne Probleme erkannt wurde.

Grundsätzlich funktionieren alle getesteten Lautsprecher auch ohne die zugehörige Anwendung problemfrei.

Richtig gut ist die App UE BOOM für den Ultimate Ears Boom 2. Hier kann man die Lautstärke ändern, die Toneigenschaften mit dem Equalizer feinjustieren oder einen Wecker stellen. Die App ist außerdem übersichtlich gestaltet und zeigt hilfreiche Informationen wie die aktuelle Firmware an. Sie läuft unter iOS und Android reibungslos.

## Bedienelemente

Während sich einige der Begleit-Apps Schnitzer erlauben, sind die meisten getesteten Lautsprecher intuitiv bedienbar. Alle Testexemplare regeln die Lautstärke direkt an der Box, sodass man nicht immer zum Handy greifen muss. Bis auf eine Ausnahme, den Retro-Lautsprecher

Marshall Kilburn, können sie außerdem sowohl unter iOS als auch unter Android die Wiedergabe starten und pausieren sowie zwischen Songs springen. Die meisten Geräte haben dafür eigene Buttons, beim Flip 4 oder beim Dockin D Fine springt man hingegen per Doppelklick auf den Play-Knopf zum nächsten Stück.

Etwas ausgefallener ist die Steuerung beim wasserfesten Boom 2. Hier gibt es große Schaltflächen für die Lautstärke, abgesehen vom Anschaltnopf und der Pairing-Taste aber keine weiteren sichtbaren Steuerelemente. Die robuste Outdoor-Röhre lässt sich stattdessen per Klaps auf die Oberfläche steuern: einmal patschen für Wiedergabe, zweimal, um zum nächsten Song zu springen. Das bekommt man auch in der Badewanne mit glitschigen Fingern noch auf die Reihe, einfacher sind im Alltag aber die Knöpfe des Konkurrenzgeräts Flip 4.

Auch Libratone war offensichtlich bemüht, den Zipp Mini vom Steuerungseinheitsbrei abzusetzen. Statt von Knöpfen wird man beim Zipp von einer kreisrunden Touch-Oberfläche begrüßt, auf der die Tasten eingebettet werden. Legt man die Hand auf die Schaltfläche, wird die

Lautstärke gesenkt, bis man die Hand wieder anhebt. Die virtuellen Knöpfe haben aber auch einen Nachteil: Im Licht sind die Touch-Buttons (hellblau auf weißem Hintergrund) nur schwer zu erkennen.

## Energieversorgung und Ausdauer

Die meisten Lautsprecher werden per USB-Micro-Anschluss aufgeladen. Ein Kabel liegt in diesen Fällen immer bei, manchmal sind die Hersteller aber auch großzügig und legen ein USB-Netzteil in die Verpackung. Die größeren Geräte wie der Kilburn, der D Fine und der Zipp Mini brauchen mehr Saft und kommen mit ihrem eigenen Stromkabel und Netzteil.

Mit einer vollen Ladung kann man mit allen getesteten Lautsprechern die Nacht durchfeiern. Die Laufzeit der Bluetooth-Lautsprecher ermittelten wir bei Zimmerlautstärke mit einer Playlist aus Songs verschiedener Genres. Dem Teufel Bamster Pro und dem Libratone Zipp ging bei Wiedergabe auf Zimmerlautstärke am schnellsten die Luft aus, sie hielten 11 bis 12 Stunden durch. Am oberen Ende des Spektrums fällt die Ausdauer des Bose Soundlink Revolve auf. Er schafft 40 Stun-

## Bluetooth-Lautsprecher

Gerät	Soundcore 2	Pill+	CS-4	Soundlink Revolve	D Fine
Hersteller	Anker, <a href="http://www.anker.com/de">www.anker.com/de</a>	Beats, <a href="http://www.beatsbydre.com/de">www.beatsbydre.com/de</a>	Bluedio, <a href="http://www.bluedio.com/en">www.bluedio.com/en</a>	Bose, <a href="http://www.bose.de">www.bose.de</a>	Dockin, <a href="http://www.dockin.de">www.dockin.de</a>
<b>Ausstattung</b>					
Energieversorgung	Micro-USB	Lightning	Micro-USB	Micro-USB	Micro-USB
Wasserschutz	IPX5	–	–	IPX4	IP55
Lautsprecher koppelbar	–	✓	–	✓	–
Freisprechfunktion	✓	✓	✓	✓	–
gleichzeitige Bluetooth-Quellen	–	✓	–	–	–
NFC	–	–	–	✓	✓
Bluetooth-Codecs	SBC	SBC	SBC	SBC	SBC
Wiedergabe-Steuerung	Lautstärke, Play/Pause, Springen	Lautstärke, Play/Pause, Springen	Lautstärke, Play/Pause, Springen	Lautstärke, Play/Pause, Springen	Lautstärke, Play/Pause, Springen
Powerbank (Kapazität)	–	✓ (k. A.)	–	–	✓ (6600 mAh)
Begleit-App	–	✓	–	✓	–
Equalizer	–	–	–	–	–
<b>Messungen</b>					
Abmessungen (B × T × H)	17 cm × 4,7 cm × 5,5 cm	21,5 cm × 6,9 cm × 6,4 cm	22,5 cm × 7,8 cm × 7,7 cm	7,7 cm × 7,7 cm × 14,5 cm	28,5 cm × 10,4 cm × 10,4 cm
Gewicht	310 g	750 g	790 g	670 g	1900 g
Laufzeit	24 h	14 h	37 h	40 h	18 h
maximaler Pegel (1 m)	79,6 dB	81,3 dB	96 dB	80,5 dB	81,4 dB
<b>Bewertung</b>					
Sound	⊖	○	⊖⊖	⊕	⊕⊕
Flexibilität	⊕	⊕	○	⊕	○
Ausstattung	⊖	○	⊖	○	○
Preis (Straße)	50 €	165 €	50 €	195 €	140 €
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden
– nicht vorhanden	k. A. keine Angabe				

den, die ebenfalls ausdauernden Ultimate Ears Boom 2 und der Bluedio Camel liegen mit 37 Stunden nur knapp dahinter.

Der SRS-XB 30, die Beats Pill+, der Dockin D Fine und der Zipp Mini dienen zusätzlich als Powerbank für das Mobiltelefon. Sie laden das Handy auch während der Musikwiedergabe per USB-Micro auf. Bei allen Geräten reicht die Kapazität, um ein gängiges Handy mindestens einmal aufzuladen.

## Fazit

Der treue Bluetooth-Begleiter kann vieles sein: Powerbank, modisches Accessoire oder Party-Biest. Die Entscheidung hängt vom Budget und von den eigenen Vorlieben ab: Der Dockin D Fine liefert tollen Sound zum fairen Preis, ist aber wuchtiger als die filigranen Lautsprecher anderer Hersteller. Wer noch mehr Bass will, holt sich den Kilburn, verzichtet dabei aber auf direkte Wiedergabesteuerung und Wasserschutz.

Mit einem JBL Flip 4 oder einen UE Boom 2 macht man nicht viel falsch: Die beiden Röhren sind wassererdicht und damit auch im Schwimmbad oder unter der Dusche einsetzbar. Sie liefern auch dann soliden Sound, wenn sie einfach



Marshalls Kilburn sieht mit seinen Drehschaltern aus wie ein Mini-Gitarrenverstärker, ist aber ein Bluetooth-Lautsprecher – mit richtig gutem Sound.

mal das heimische Arbeitszimmer beschallen sollen.

Günstigere Bluetooth-Lautsprecher wie Ankers Soundcore 2 sind zwar eine Steigerung zum Handy-Lautsprecher, lassen Hi-Fi-Enthusiasten aber die Nase rümpfen. Der Anker ist zumindest robust

und handlich, überlebt sogar die Begegnung mit der ausgeschütteten Cola – ein Allrounder zum kleinen Preis. Und wer es gemütlich mag, hört mit Samsungs Bottle vor dem Schlafengehen noch entspannt seinen Lieblings-Podcast.

(dahe@ct.de) ct

Flip 4	Zipp Mini	Kilburn	Bottle	SRS-XB 30	Bamster Pro	Boom 2
JBL, de.jbl.com	Libratone, www.libratone.com/de	Marshall, www.marshallamps.de	Samsung, www.samsung.com/de/	Sony, www.sony.de	Teufel, www.teufel.de	Ultimate Ears, www.ultimategears.com/de-de
Micro-USB	DC	Eurokabel 100–240V	Micro-USB, Qi-fähig	DC 5V	Micro-USB, Ladeschale	Micro-USB
IPX7	–	–	–	IPX5	–	IPX7
✓	✓	–	–	✓	–	✓
✓	✓	–	–	✓	✓	✓
✓	✓	–	–	✓	–	✓
–	–	–	–	✓	✓	✓
SBC	SBC, aptX	SBC	SBC	SBC, AAC, LDAC	SBC, aptX	SBC
Lautstärke, Play/Pause, Springen	Lautstärke, Play/Pause, Springen	Lautstärke, Bass und Höhen	Lautstärke, Play/Pause, Springen	Lautstärke, Play/Pause, Springen	Lautstärke, Play/Pause, Springen	Lautstärke, Play/Pause, Springen
–	✓ (2400 mAh)	–	–	✓ (l. A.)	–	–
✓	✓	–	✓	✓	–	✓
–	–	–	–	✓	–	✓
17,5 cm × 6,8 cm × 6,8 cm	10,5 cm × 10,5 cm × 22,7 cm	24 cm × 14 cm × 15 cm	7,5 cm × 7,5 cm × 22,5 cm	22,8 cm × 8,6 cm × 8,2 cm	21 cm × 7 cm × 7,7 cm	6,5 cm × 6,5 cm × 18 cm
520 g	1100 g	3000 g	400 g	980 g	690 g	610 g
34 h	12 h	17 h	12 h	22 h	12 h	37 h
84,9 dB	88 dB	84,5 dB	71,7 dB	90,2 dB	78,1 dB	83,3 dB
⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊖	⊖	⊖	⊕
⊕⊕	⊕	⊖	⊖	⊕⊕	⊖	⊕⊕
○	⊕	⊖	⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕
100 €	190 €	190 €	60 €	100 €	200 €	130 €



# Blitzschnell bewerten

## Raw-Fotoviewer für Windows und macOS

**Bei einer Reise, einer Hochzeit oder einem Shooting kommen oft 1000 Fotos oder mehr zusammen. Raw-Entwickler sind zu behäbig, als dass man mit ihnen zügig die besten auswählen und bewerten könnte. Ein schneller Fotoviewer muss her, der Fotos richtig anzeigt und Bewertungen in gängigen Standards an den Raw-Entwickler weitergibt.**

**Von André Kramer**

**L**ightroom braucht Minuten, um die gesamte Ausbeute eines Shootings zu importieren. Dann dauert es eine Sekunde pro Foto, bis dieses in voller Auflösung zu sehen ist – kurz darauf löscht man die misslungenen Fotos wieder aus der Datenbank. Viel einfacher wäre es, schon vor dem Import zu bewerten und das Gröbste auszusortieren. Es empfiehlt sich also, diesen Arbeitsschritt in einen Raw-Viewer auszulagern.

Ein solches Programm muss zwei Eigungskriterien erfüllen: Es muss die Fotos schneller als ein Raw-Entwickler auf den

Schirm bringen und Bewertungen in Standardkodierung weitergeben, damit diese Eingang in die Lightroom-Bibliothek oder die Bildverwaltung eines anderen Programms nehmen können.

Das Testfeld besteht aus sechs Programmen. BreezeBrowser Pro, FastRawViewer, FastPictureViewer Pro sowie Photo Mechanic kosten Geld und wenden sich speziell an die Bedürfnisse von Fotografen. Sie schreiben sich eine schnelle Raw-Anzeige auf die Fahne. Bridge CC und XnView MP stehen kostenlos zum Download bereit. Bridge dient als Front-

end für die Adobe Creative Cloud, läuft aber mit wenigen Einschränkungen auch ohne Adobe-Abo und ist somit kostenlos nutzbar. XnView MP ist Freeware.

## Daten und Standards

Ein Foto vom Datenträger zu löschen ist die radikalste Form der Kritik und mit wohl jedem Viewer möglich. Zur Bewertung dient das gängige System aus fünf Sternen. Hinzu kommen verschiedene Modelle mit Farbetiketten und Markierungen.

Der übliche Weg, diese Daten zu kodieren, ist der von Adobe entwickelte offene Standard XMP, ein im Klartext lesbarer XML-Dialekt. In Standardformaten wie JPEG, PNG und TIFF kann man die Metadaten direkt einbetten. Bei Raw-Fotos ist es üblich, die Dateien selbst nicht zu verändern. Also werden Metadaten als Begleitdateien mit der Endung XMP gespeichert.

Der IPTC-Metadatenstandard 2017.1 lässt für Bewertungen ganzzahlige Werte von 0 bis 5 zu, wobei null als nicht bewertet und fünf als spitzenmäßig gilt. Der Wert -1 gilt als abgelehnt. Das System mit fünf Sternen setzen alle Testkandidaten um. Es könnten auch Tomaten oder Katzengesichter sein, Sterne haben sich aber durchgesetzt. Aufgrund des Standards gibt es keine Bewertung in Prozent, kein Zehn-Sterne-System und keine halben Sterne, die den Datenaustausch erschweren würden.

## Verwirrung bei Farbetiketten

Farbetiketten sind nicht standardisiert. Die meisten Programme, darunter Bridge, FastPictureViewer, FastRawViewer und XnView, bieten die gleichen Etiketten wie Lightroom: Rot, Gelb, Grün, Blau und Lila. Capture One unterstützt beispielsweise sieben Farbetiketten. BreezeBrowser bietet Etiketten für die Kategorisierung in Textform wie Select, Approved und Review. Photo Mechanic hat acht verschiedene von Winner über Typical bis Trash. Immerhin lassen sich die Beschriftungen in der Regel über die Einstellungen der Programme anpassen. Bei BreezeBrowser ist das nicht möglich; FastPictureViewer bietet drei unveränderliche Vorlagen.

Lightroom, Photoshop und Capture One konnten im Test die Bewertungen aller Programme einlesen. Die Farbetiketten ließen sich nur in Capture One importieren, nicht aber in Lightroom.

Viele Programme bieten über Sterne und Farben hinaus Flags wie „ausgewählt“ oder „abgelehnt“ an. Sie sind innerhalb des jeweiligen Programms für die Auswahl nützlich, schlagen sich aber nicht als XMP-Metadaten nieder.

Manchem mag es reichen, misslungen Fotos zu markieren oder gleich zu löschen beziehungsweise gelungene Fotos in einen speziellen Ordner zu kopieren. Fast Stone Image Viewer und IrfanView besitzen zwar kein Bewertungssystem und können Metadaten nicht als XMP-Daten exportieren, bringen aber andere Mechanismen mit, die bei der Vorsortierung helfen können (siehe Kasten).

## Schnell bedienen

Zwei Dinge sind für zügige Arbeit wichtig: eine leicht verständliche Bedienoberfläche und praktische Tastenkürzel; einige

sind in der Tabelle wiedergegeben. Dass man mit Pfeiltasten von Bild zu Bild wechselt und Fotos mit der Entfernen-Taste löscht, ist Standard. Nur Photo Mechanic verschiebt Dateien bei einem Druck auf Entfernen in einen als „Rejected“ benannten Ordner.

Bewertungen gehen mit Zifferntasten am besten von der Hand. Die meisten Programme zwingen den Nutzer allerdings, die Strg- oder Alt-Taste zusätzlich zu drücken. FastPictureViewer lässt sich mit einfachen Tastenkürzeln bedienen. Ein „Cheat Sheet“ klärt über die Belegung auf. Das ist allerdings auch nötig, denn die Oberfläche zeigt kaum Bedienelemente.

Die Oberflächen von Bridge CC und FastRawViewer ähneln sich. Beide bringen viele Informationen zum Foto auf wenig Raum unter, sind gut strukturiert und in dunklem Grau gehalten. BreezeBrowser

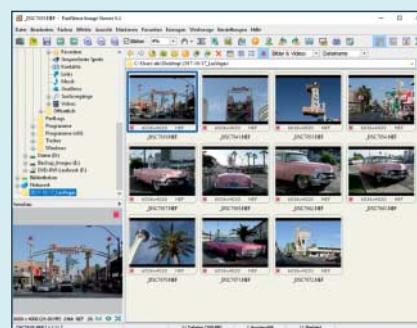
## Auswahl mit kostenlosen Betrachtern

Die Freeware-Bildbetrachter FastStone Image Viewer und IrfanView versehen Bilddateien zwar nicht mit Bewertungen und Farbetiketten im XMP-Standard, bringen Raw-Dateien aber zügig auf den Schirm und helfen mit anderen Mitteln bei der Vorsortierung.

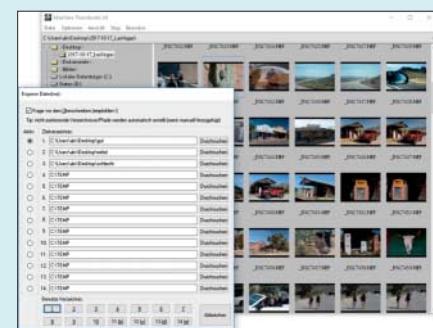
Der **FastStone Image Viewer** vergibt über die Q-Taste rote Markierungen. Bewertungen und Farbetiketten kennt das Programm nicht, mit Pfeiltasten und einem Druck auf Q lassen sich aber schnell Fotos markieren. Strg+Q wählt alle markierten Fotos aus, Umschalt+Q alle nicht markierten; Alt+Q zeigt nur die markierten an wie im Bild. C kopiert aus-

gewählte Dateien in einen neuen Ordner, M verschiebt sie.

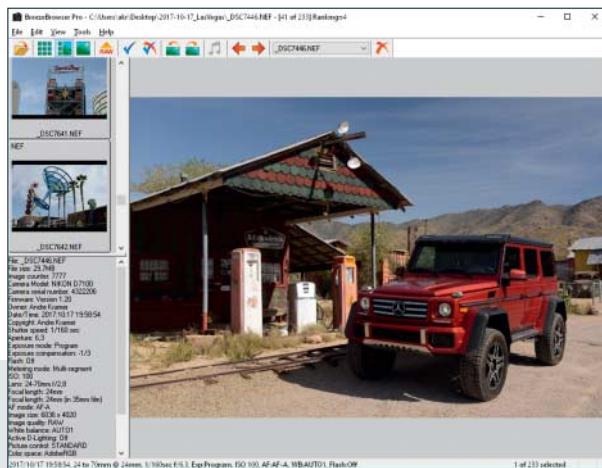
Der Betrachter **IrfanView** zeigt Raw-Dateien an, wenn dessen Plug-in-Sammlung installiert ist. In der mitinstallierten Übersicht IrfanView Thumbnails kann man markierte Bilder über F7 verschieben und über F8 kopieren. Nach dem Druck auf eine der Tasten öffnet sich ein Dialog, der bis zu 14 verschiedene Ordnerpfade anbietet, die man per Zifferntasten auswählt. IrfanView merkt sich die Pfade. So kann man Ordner für gute, mittelprächtige sowie schlechte Fotos anlegen und die Dateien per „F8, 1“, „F8, 2“ beziehungsweise „F8, 3“ dorthin kopieren.



**Der FastStone Image Viewer markiert Fotos nach Druck auf die Taste Q mit einem farbigen Punkt.**



**IrfanView Thumbnails kopiert Fotos nach Drücken einer Zifferntaste in benutzerdefinierte Ordner.**



## BreezeBrowser Pro

Die Symbolleiste des BreezeBrowser Pro stellt die Modi Raster, Filmstreifen und Bildanzeige zur Wahl. Während man von Bild zu Bild wechselt, kann man Fotos über die Leertaste markieren. Bewertungen und IPTC-Informationen speichert das Programm als XMP-Begleiter erst, wenn man dies in den Einstellungen aktiviert. Zur Anzeige nutzt das Programm ausschließlich die intern im Raw gespeicherten JPEGs; die „High Quality“-Anzeige legt lediglich einen Schärffilter darüber.

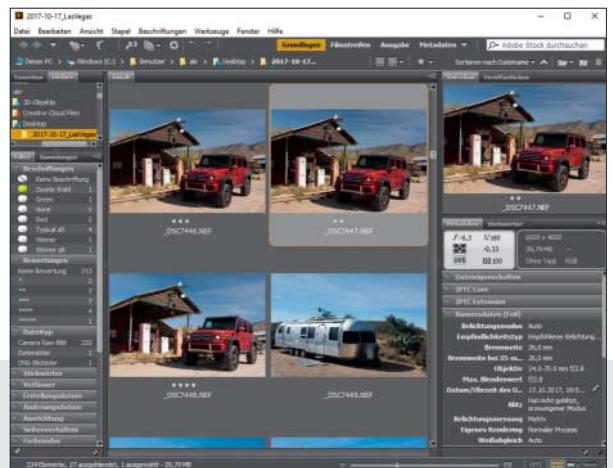
Der Befehl Strg+B zeigt nach einer Schrecksekunde das gesamte Bild in pixelgenauer Darstellung. Das unnötig umständliche Kürzel Strg+Umschalt+Alt+K wechselt in den Kioskmodus, eine Vollbildansicht. Übers Kontextmenü oder das Kürzel Strg+Z kann man bis zu vier ausgewählte Fotos in pixelgenauer Ansicht vergleichen. Keine Schaltfläche weist auf diese durchaus nützliche Funktion hin. Ausgewählte Fotos zeigt das Programm als Diashow (Strg+S).

Eine Schaltfläche in der Symbolleiste lädt dazu ein, Raw-Dateien zu konvertieren, die NEF-Dateien der nicht ganz neuen und durchaus gängigen Nikon D7100 unterstützte das Programm allerdings nicht. BreezeBrowser ändert die in den EXIF-Daten gespeicherten Angaben zum Aufnahmedatum und zur Uhrzeit. Allerdings kann man diese nur neu eingeben und nicht verschieben. Letzteres ist aber der Standardfall und wichtig, falls man beispielsweise die Uhrzeit auf die Zeitzone des Reiseziels einstellen möchte. Stattdessen beherrscht das Programm ebenso nutzlose wie uninspirierte Funktionen wie den E-Mail-Versand von Fotos und das Erstellen von statischen HTML-Bildergalerien. Bei Auswahl der Druckfunktion stürzte es reproduzierbar ab.

Den BreezeBrowser gibt es seit 2001 und so sieht er leider auch aus. EXIF-Daten zeigt er als unsortierten Buchstabenhaufen, dem kein Tabellenraster Form gibt. Auch die Anordnung der Bedienelemente folgt keinen Linien. Das Ganze wirkt unruhig und unübersichtlich.

BreezeBrowser eignet sich, Fotos schnell anzuzeigen und Bewertungen zu vergeben. Ansonsten wirkt die Oberfläche veraltet, der Funktionsumfang ist spärlich. Den sehr hohen Preis ist das Programm beileibe nicht wert.

- ⬇️ unübersichtliche Oberfläche
- ⬇️ spärlicher Funktionsumfang



## Bridge CC

Die Bridge dient als Frontend für die Anwendungen der Creative Cloud. Sie zeigt nicht nur Fotos an, sondern auch die Dokumente von Photoshop, Illustrator und InDesign. Davon abgesehen kann man das Programm nutzen, ohne dass es zum Abschluss eines Abos aufruft. Bei gültigem Creative-Cloud-Abo enthält das Werkzeuge-Menü einen Photoshop-Eintrag, der Stapelverarbeitung, Bildprozessor, Panorama-Funktion und anderes enthält. Außerdem kann man das Raw-Entwicklungs-Plug-in Camera Raw nutzen. Ohne Abo gibt es diese Optionen nicht.

In der gut strukturierten Oberfläche findet man sich schnell zurecht. Nach der Auswahl eines Ordners links oben kann man links unten in diesem Ordner nach Metadaten filtern oder Smart-Sammlungen anlegen, die automatisch filtern. Die Kriterien: Etikett, Bewertung, Dateiinformationen, Stichwörter, Verfasser, Datum und andere Metadaten – in dieser Reihenfolge. Die rechte Spalte zeigt eine Vorschau des ausgewählten Bildes und Metadaten. Der oberste Block enthält nur die wichtigsten Aufnahmeparameter. Darunter folgen Datei-, IPTC-, Exif-, GPS- und andere Metadaten.

Ein Druck auf die Leertaste öffnet die Vollbildansicht, in der man wie in Lightroom über einfache Zifferneingabe Bewertungen und Etiketten vergeben kann. Bei der Arbeit im Programmfenster muss man zusätzlich die Strg-Taste drücken. Im Vollbild zeigt Bridge Raw-Fotos zügig an. Zunächst öffnet das Programm das eingebettete JPEG und liefert anschließend eine native Raw-Ansicht nach. Ein Mausklick zoomt etwas behäbig, aber ohne zu stocken, auf volle Größe. Ein Doppelklick öffnet die Raw-Datei in der zugeordneten Standardanwendung.

Über das Kürzel Strg+G gruppiert Bridge ausgewählte Dateien zu einem Stapel, den man mit Strg+Pfeiltaste wieder öffnen kann. Dank einer guten Metadatenverwaltung ist es ein Leichtes, Fotos im Stapel mit den Inhalten aus IPTC-Vorlagen zu befüllen, beispielsweise pauschal mit Copyright-Hinweisen und im zweiten Schritt gezielt mit Informationen zum Bildinhalt. Der Präsentationsmodus spielt Bilder als Diashow mit unterschiedlichen Übergängen ab.

- ⬆️ umfangreiche Metadatenverwaltung
- ⬆️ gut strukturierte Oberfläche



## FastPictureViewer

Der FastPictureViewer nutzt die GPU, um Raw-Bilder blitzschnell anzuzeigen. Die Pixel fliegen direkt durch die Direct3D-Schnittstelle. Sie werden im Videospeicher vor gehalten und die Grafikkarte kann direkt skalieren und verschieben. Der Viewer muss sich kurz warm laufen, bis die Raw-Fotos in den Speicher geladen sind. Scrollt man schnell durch die Bilder, gerät er immer wieder ins Stocken. Für zügiges Bewerten ist das Programm aber schnell genug.

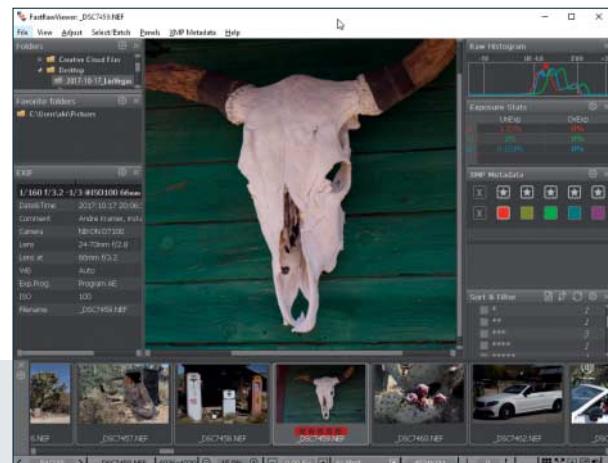
Das Programm besitzt kaum Schaltflächen – Tastenkürzel sind schneller. Zifferntasten dienen zur Bewertung, mit zusätzlich gedrückter Umschalt-Taste vergibt man Farbetiketten, mit Strg-Taste bestimmt man die Priorität. Nach einem Druck auf die R-Taste erstellt das Programm eine eigene Raw-Vorschau; ansonsten nutzt es eingebettete JPEGs.

Bewegt man die Maus an den oberen Fensterrand, fährt die Filmstreifenansicht ins Bild. Mit Paletten hält sich der Viewer zurück, ein paar wichtige Infos lassen sich aber einblenden, darunter das Histogramm, ein Exif-Feld mit den wichtigsten Aufnahmedaten, eine Lupe mit einem Fenster zur pixelgenauen Ansicht und ein Feld, das Bewertung, Farbetikett und Priorität anzeigt. Nach diesen drei Parametern filtert das Programm. Außerdem lässt sich die Auswahl nach Dateinamen eingrenzen. Im modalen IPTC-Editor kann man nur Metadaten für einzelne Bilder eintragen.

Da das Programm fast vollständig über die Tastatur bedient werden will, eignet es sich nicht für Gelegenheitsnutzer. Das Kontextmenü ist nur über die Taskleiste erreichbar (einblendbar über F12). Ein Klick auf die rechte Maustaste wechselt im Bild zu pixelgenauer Ansicht. Das Menü informiert über weitere Funktionen. So markiert das X fürs Löschen und das P fürs Veröffentlichen – wie in Lightroom. Diese Flags dienen zum späteren Löschen im Stapel beziehungsweise zum Export als JPEG-Kopie auf die Festplatte oder auf Dienste wie 500px, Flickr oder Facebook.

FastPictureViewer springt passgenau in die Lücke zwischen Vorauswahl und Raw-Entwickler. Der Betrachter arbeitet schnell und verfügt über effiziente Werkzeuge für die Auswahl und Bewertung.

- ➔ aufs Wesentliche reduzierte Anzeige
- ➔ effiziente Tastenbedienung



## FastRawViewer

Die Bedienoberfläche des FastRawViewer zeigt links die wichtigsten Exif-Daten, rechts Histogramm, Bewertungen und Farbetiketten sowie Suchfilter-Einstellungen und unten eine Filmstreifenansicht. Die schnell ausufernde Anzeige von Exif-Daten haben die Entwickler klug beschränkt und ebenso hübsch wie übersichtlich präsentiert. Über die Filterpalette kann man auf die Schnelle mithilfe von Checkboxen nach Bewertungen und verschiedenen Farbetiketten filtern.

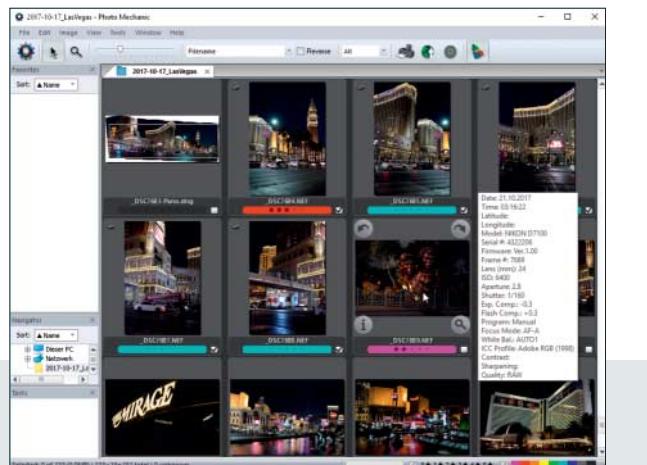
Einfache Tastenkürzel rufen verschiedene Ansichten auf. G wechselt zwischen Rasterübersicht und großflächiger Vorschau samt Filmstreifen, Z zwischen fensterfüllender Ansicht des Bilds und pixelgenauer Skalierung. Mit F gelangt man zur Vollbildansicht. Allerdings zeigt das Programm in dieser Ansicht alle Paletten, die man auch in der Fensteransicht sieht. Ein Druck auf die Tab-Taste blendet sie aus. Bewertung und Auswahl gehen gut von der Hand.

Praktisch fürs Bewerten sind die Kürzel O und U, die über- beziehungsweise unterbelichtete Pixel farbig markieren. S schärft die systembedingt flaue Raw-Ansicht und gibt so eine Vorschau auf das entwickelte Resultat; P hebt im Fokus liegende Kanten hervor. Mit J wechselt man zwischen dem Raw-Bild, dem eingebetteten JPEG und einer eventuell vorhandenen JPEG-Kopie. Eine Besonderheit ist, dass FastRawViewer nicht nur standardmäßig die Original-Raw-Daten, sondern auch das Raw-Histogramm anzeigt.

FastRawViewer versteht sich auf parametrische Bearbeitung. So kann man Schatten vorläufig aufhellen und die Lichten inspirieren, Weißabgleichprogramme durchspielen und Belichtung sowie Kontrast ändern.

Auch FastRawViewer schreibt sich Geschwindigkeit auf die Fahnen, kann das Versprechen aber nicht einlösen. In den Einstellungen lässt sich DirectX 9 oder DirectX 11 vorgeben. In beiden Varianten und selbst bei deaktiviertem Farbmanagement brauchte das Programm im Test etwa eine halbe Sekunde zur Ansicht eines 24-Megapixel-Raws und hinkte beim schnellen Wechsel durch die Bilder nach kürzester Zeit hinterher. Das ist dem Umstand geschuldet, dass das Programm standardmäßig die Originaldaten anzeigt statt eingebettete JPEG-Kopien.

- ➔ übersichtliche Oberfläche
- ➔ exakte Raw-Anzeige



## Photo Mechanic

Photo Mechanic bietet zwei Hauptansichten: ein Programmfenster mit einer Rasterübersicht und eines mit einer fens-terfüllenden Bildvorschau samt Filmstreifenansicht. Damit empfiehlt es sich für den Einsatz auf zwei Monitoren.

Die Rasterübersicht zeigt für jedes Bild Dateinamen, Bewertung und Farbetikett. Bei einer Mausbewegung auf eine Miniatur erscheinen in den Ecken Schaltflächen zum Drehen, zum Öffnen des IPTC-Editors und zum Öffnen der Bildvorschau. Außerdem zeigt das Programm ein Tool-Tip-Fenster mit einer Auswahl der Exif-Daten, das allerdings nicht sonderlich übersichtlich ist.

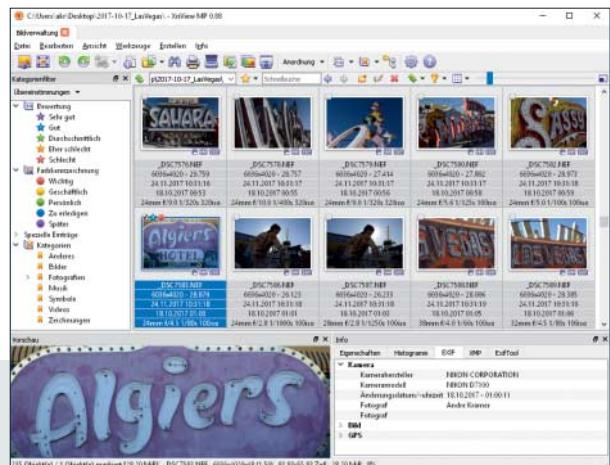
Der übersichtliche und umfangreiche IPTC-Dialog macht es dem Nutzer leicht, viele Bilder auf die Schnelle mit Angaben zum Urheber und im zweiten Gang mit Informationen zum Shooting zu versehen. Ebenso flexibel lassen sich Fotos umbenennen oder Begriffe in den Metadaten ersetzen. Über Tastenkürzel kann man Bilder auswählen und über F-Tasten jeweils nur die einen oder die anderen einblenden.

Die Bildvorschau zeigt ein ebenso schludriges Fenster für die Exif-Daten wie die Rasteransicht. Die Symbolleiste wirkt ein wenig zu bunt, die Icons sind aber leicht verständlich. Alle Bedienelemente ausblenden kann man nicht; selbst in der Vollbildansicht bleibt die Symbolleiste immer zu sehen. Der Modus eignet sich gut fürs Bewerten und Vergeben von Farbetiketten. Das Fenster lässt sich horizontal und vertikal teilen, sodass man zwei Bilder nebeneinander beziehungsweise übereinander betrachten kann. Auf Wunsch blendet Photo Mechanic ausgefressene Lichter und abgesoffene Schatten ein.

Ein großes Plus ist die Geschwindigkeit. Eine Bewegung am Scrollrad genügt und die Fotos rauschen nur so vorbei. Der Nachteil dabei: Photo Mechanic zeigt nur eingebettete JPEG-Dateien. In der Regel reicht das aus. Im Zweifelsfall muss man das Foto zur Beurteilung aber in einem anderen Programm öffnen.

Photo Mechanic bedient sich einfach und schnell. Wenn man mehr möchte, beispielsweise IPTC-Informationen oder Geodaten eintragen, sieht man sich mit langen, umständlich benannten Menüeinträgen konfrontiert.

- ⬆ schnelle Anzeige der eingebetteten JPEGs
- ⬇ schlecht strukturierte Dialoge



## XnView MP

Der kostenlose Bildbetrachter XnView MP speichert Bewer- tungen automatisch in XMP-Begleitdateien und qualifiziert sich damit fürs Testfeld. Das Programm ist als einziges für Windows, macOS und Linux verfügbar.

Für Miniaturansichten, Bildvorschau, Metadaten, Dateibaum und Kategorienfilter bietet XnView zehn verschiedene Ansichten. Außerdem lassen sich die Fenster nach eigenen Wünschen zusammenstellen. Die Rasterübersicht zeigt auf Wunsch Dateinamen, Auflösung, Datum und wichtige Exif-Daten. Generell zeigt XnView alle Dateien an, auch die XMP-Begleiter. Mit dem Filter kann man auf Bilddateien eingrenzen. Zur Anzeige nutzt XnView das interne JPEG.

Im Vollbild kann man über Tastenkürzel Bewertungen und Etiketten vergeben. XnView bringt zwar einen IPTC-Editor mit, der kann aber nur mit JPEG-, TIFF- und PNG-Dateien umgehen, nicht mit Raw-Fotos. Das soll sich im nächsten Release ändern. Bei allen Dateiformaten kann der Viewer das Exif-Datum neu setzen oder verschieben, Dateien im Stapel umbenennen und sie in verschiedenen Dateiformaten exportieren.

Bei der Vollbildanzeige legt XnView MP selbst mit akti- viertem Farbmanagement ein beträchtliches Tempo vor. Multikern- und 64-Bit-Architektur zahlen sich aus. Bewertungen und Farbetiketten bringt das Programm im Vollbildmodus zurückhaltend und kaum wahrnehmbar auf den Schirm. Eine Mausbewegung nach oben blendet eine Filmstreifenansicht ein, eine Bewegung nach rechts die Metadaten.

Die Stapelverarbeitung dreht JPEG-Fotos verlustfrei, ergänzt IPTC-Informationen, skaliert, konvertiert und fügt Wasserzeichen ein. XnView spielt Diashows ab, erstellt ZIP-Archive, HTML-Galerien und Kontaktabzüge. Eine komplexe Suchfunktion filtert nach allen erdenklichen Daten. Dem Profi fehlen native Raw-Anzeige, ein Raw-tauglicher IPTC-Editor, die Anzeige über- und unterbelichteter Bildbereiche sowie eine Funktion zur Bewertung der Schärfe bei 100 Prozent Zoom. Zwar kann man im Vollbildmodus per Tastenkürzel pixelgenaue Ansicht wählen, beim Wechsel zum nächsten Bild springt das Programm aber zu bildschirmfüllender Darstellung zurück.

- ⬆ großer Funktionsumfang
- ⬇ keine Fotoanzeige für Profis

und die Detailseite von Photo Mechanic ähneln sich auch, wirken aber unsortiert und lieblos. Ohne klare Linie schludern sie die Metadaten hin. Bei XnView kann man sich seine Lieblingsansicht selbst zusammenschustern. Dem Profi mögen die Optionen zur Fotodarstellung vielleicht nicht reichen, dafür kostet es nichts.

## Fazit

FastPictureViewer und FastRawViewer stechen aus dem Testfeld heraus. Erster bringt Fotos sehr schnell auf den

Schirm, letzterer bietet eine übersichtliche Oberfläche. Letztlich dürfte die Geschwindigkeit den Ausschlag geben. FastPictureViewer gibt hier den eingebetteten JPEGs die Priorität. Für die Raw-Anzeige muss man erst umschalten. FastRawViewer hingegen legt Wert auf Anzeige des Original-Raw, dem der Viewer Vorrang einräumt.

BreezeBrowser und Photo Mechanic sind teuer und unübersichtlich. Letzteres ist aufgrund seiner Zwei-Fenster-Lösung das Programm der Wahl zum Einsatz auf zwei Monitoren. In anderen Kandidaten

müsste man einzelne Paletten herauslösen. Wer kein Geld ausgeben möchte, findet in der Bridge ein exzellentes Frontend für die Creative Cloud und auch ohne Adobe-Abo einen leistungsfähigen Bildbetrachter mit guter Metadatenverwaltung. Auch XnView überzeugt, wenn auch nicht mit Profifunktionen wie der Anzeige der Original-Raw-Daten sowie über- und unterbelichteter Pixel. Für eine erste Bewertung der Urlaubsbilder oder des Shootings aus dem Hobby-Studio dürfte schnelle Bildanzeige und XMP-Unterstützung aber genügen. (akr@ct.de) ct

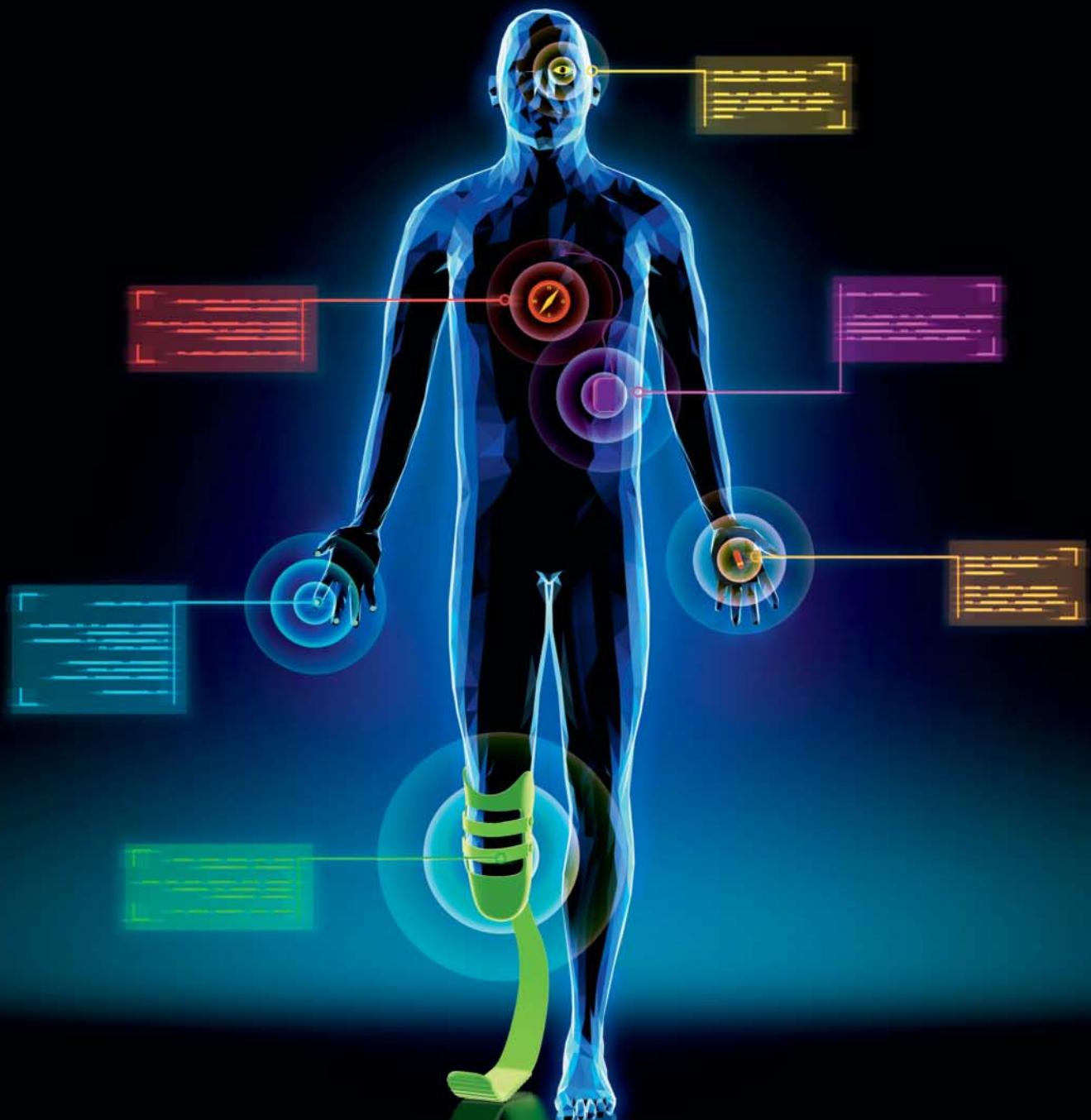
Raw-Foto-Betrachter						
Programm	BreezeBrowser Pro 1.9.8	Bridge CC 8.0	FastPictureViewer Pro 1.9	FastRawViewer 1.4	Photo Mechanic 5.0	XnView MP 0.88
Hersteller	Breeze Systems	Adobe	Axel Rietschin	LibRaw	Camera Bits	Pierre Gougelet
Web	breezesys.com	adobe.com/de	fastpictureviewer.com	fastrawviewer.com	camerabits.com	xnview.de
Systemanforderungen	Windows ab 7	macOS ab 10.11, Windows ab 7	Windows ab XP	macOS ab 10.6, Windows ab 7	macOS ab 10.6.8, Windows ab Vista	macOS ab 10.10, Windows ab 7, Linux
Sprache	Englisch	Deutsch	Deutsch	Englisch	Englisch	Deutsch
<b>Anzeige</b>						
Filmstreifen / Rasterübersicht	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / -	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Vollbild <sup>1</sup> / Vergleich	- / bis zu 4 Fotos	✓ / bis zu 9 Fotos	✓ / -	✓ (F, Tab) / -	- / 2 Fotos	✓ / bis zu 4 Fotos
Sortierung: alphabetisch / EXIF-Datum	✓ / ✓	✓ / - (nur Dateidatum)	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Raster / Fokus	✓ / ✓ (Fokuspunkte)	- / -	- / -	- / ✓ (Kantenerkennung)	- / -	- / -
Über- / Unterbelichtung	- / -	- / -	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	- / -
Lupe	✓	✓	✓	-	✓	-
Komb. Raw+JPEG	✓	- (nur Panorama, HDR)	✓	✓	✓	-
interpretiert ICC-Profil	-	✓	✓	✓ (nicht in Miniatur)	-	✓ (nicht in Miniatur)
<b>Metadatenansicht</b>						
Histogramm	✓	-	✓	✓	✓	✓
EXIF / IPTC / Geotags	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / - / ✓	✓ / - / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
wichtige Daten hervorheben <sup>2</sup>	-	✓	✓	✓	✓	✓ (in Miniaturansicht)
speichert XMP-Begleiter automatisch	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Auswahl</b>						
Bewertung / Farbetiketten	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Etiketten wie Lightroom / anpassbar	- / -	✓ / ✓	✓ / ✓ (3 Varianten)	✓ / ✓	- / ✓	✓ / ✓
IPTC-Editor	✓	✓	✓ (Kürzel: W)	✓ (nur Titel und Beschreibung)	✓	✓ (nur Standardformate)
Datum und Uhrzeit ändern	Datum/Uhrzeit eingeben	-	-	-	✓	✓
Flags: ausgewählt / abgelehnt	✓ / -	- / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / -	✓ / -
Umbenennen per Stapelverarbeitung	✓	✓	-	-	✓	✓
<b>Tastenkürzel</b>						
Löschen: Papierkorb / permanent	Entf / Umschalt+Entf	Entf / -	Entf. (je nach Konfiguration)	Strg+Umschalt+Entf <sup>3</sup> / -	Entf / -	Entf. (je nach Konfiguration)
Bewertung	Ziffer (1-5)	Strg+Ziffer (1-5)	Ziffer (1-5)	Alt+Ziffer (1-5)	Alt+Ziffer (1-5)	Strg+Ziffer (1-5)
Farbetiketten	Strg+Ziffer (1-5)	Strg+Ziffer (6-9)	Umschalt+Ziffer (1-5)	Alt+Ziffer (6-9)	Ziffer (1-8)	Strg+Umschalt+Ziffer (1-5)
Vollbild	Strg+Umschalt+Alt+K	Leertaste	F10, F11, F12	F	F	F11
pixelgenaue Ansicht (100 %)	Strg+B	linke Maustaste	Enter, rechte Maustaste	Z	Z	Strg+/
<b>Filter</b>						
Bewertung / Farbmarkierung	✓ / -	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	- / -	✓ / ✓
Flag: ausgewählt / abgelehnt	✓ / -	- / -	✓ / ✓	✓ / -	✓ / -	✓ / -
Dateinamen / Exif-Datum	- / -	✓ / ✓	✓ / -	✓ / ✓	✓ / -	✓ / ✓
<b>Bewertung</b>						
Oberfläche / Funktionsumfang	⊖ / ⊖	⊕ / ⊕	⊕ / +	⊕ / ⊕	⊖ / ○	⊖ / ○
Anzeige / Geschwindigkeit	⊖ / +	⊕⊕ / +	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊖	⊖ / ⊕⊕	⊖ / ⊕⊕
Preis	101,50 €	in Creative Cloud enthalten	49,99 US-\$	21,41 €	150 US-\$	kostenlos

<sup>1</sup> ohne andere Bedienelemente <sup>2</sup> Zeit, Blende, ISO, Brennweite, Exif-Datum <sup>3</sup> verschiebt in Ordner „Rejected“

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

# Selbstbau-Ich

**Biohacking: Alltägliche und exotische  
Technikerweiterungen des Körpers**



<b>Selbstbau-Ich .....</b>	<b>Seite 100</b>
<b>Handtenne .....</b>	<b>Seite 108</b>
<b>Hautnah funkeln .....</b>	<b>Seite 112</b>
<b>Cyborg-Nachbarn .....</b>	<b>Seite 114</b>

## Kompass-Implantate, Farbsensoren und Mikrochips unter der Haut machen Menschen zu Cyborgs. Biohacker wollen eben mehr als nur normal – und das ganz ohne medizinische Anlässe.

Von Julius Beineke

**W**er an Cyborgs denkt, hat meist Bilder von Metallmenschen wie Robocop, Darth Vader oder Borg aus Star Trek im Kopf. Doch vielleicht sitzt ein Cyborg bereits mit ihnen im Büro oder in der Bahn. Der Begriff steht für kybernetische Organismen, durch Technik erweiterte Lebewesen – und die sind schon überall: Alltägliches wie Herzschrittmacher und Cochlea-Implantate macht aus Menschen Cyborgs.

Manche Ersatzteile statthen die Träger mit Fähigkeiten aus, die über den Normalzustand des menschlichen Körpers hinaus gehen. So können Cochlea-Träger ihr Implantat abschalten und so für persönliche Ruhe sorgen. Je nach Implantat-Ausstattung lassen sich auch Audiosignale direkt via Bluetooth ins Implantat einlinken.

Die Praktik, den menschlichen Körper mit technischen Komponenten zu erweitern, wird oft mit dem schwammigen Begriff Body- oder Biohacking bezeichnet. Biohackern geht es nicht nur um das Ausgleichen von körperlichen Nachteilen – sie wollen besser sein als nur normal. Dazu

greifen sie zu ausgefallenen Methoden – nicht selten zu Fragwürdigem wie Gen-Gebastel mithilfe der CRISPR-Methode. Weniger gesundheitsgefährdend, verbreiteter und moralisch weniger verwerflich sind Technik-Upgrades, die direkt unter die Haut implantiert werden.

### Biohacking für jedermann

Sich selbst zum Cyborg zu machen steht heutzutage schon jedem offen. Nur fehlender Mut, Sicherheitsbedenken und eventuell eine dicke Haut stehen dem technischen Fortschritt des eigenen Körpers im Weg.

Wer sich ein Upgrade einbauen möchte, sollte bedenken, dass Biohacking zusammen mit anderen Body-Modifications mit einem Bein in einer rechtlichen Grauzone steht. Da es sich medizinisch betrachtet um unnötige Prozeduren handelt, die auch nicht schönheitschirurgisch anerkannt sind, werden die Eingriffe nicht von ausgebildeten und lizenzierten Ärzten vorgenommen. Man kann sich also bestenfalls die Dienste eines professionellen Piercers oder Body-Modders sichern.

Aufgrund der Rechtslage bei Betäubungsmitteln dürfen Piercer die Eingriffe nur ohne lokale Anästhetika vornehmen.

Manche Körperbastler bieten immerhin kühlende Sprays an. Ansonsten heißt es beim Biohacking – wie bei normalen Piercings auch – Zähne zusammenbeißen, atmen und durchhalten.

### Chip unter der Haut

Das verbreitetste Biohacking-Upgrade ist ein NFC- beziehungsweise RFID-Chip-Implantat unter der Haut. Die reiskorngroßen Glaskapseln enthalten ein paar Milligramm Technik und werden per Kanüle unter die ersten Hautschichten verpflanzt. Alternativ gibt es auch Chip-Modelle, die in flachen Biopolymer-Hüllen stecken (siehe Reportage auf S. 108).

Die Implantate funktionieren wie vergleichbare Chips – ob die nun in einer Zugangskarte, einem Transponder-Schlüsselanhänger oder eben unter der Haut sitzen, ist technisch irrelevant. Der Chip ist passiv, bis ihn ein Lesegerät anspricht und per Induktion mit Strom versorgt. Erst dann kann von außen auf die gespeicherten Informationen zugegriffen werden. In den meisten Fällen ist dies nur eine individuelle ID, die im System auf Lesegerätseite hinterlegt und mit bestimmten Berechtigungen und Funktionen verknüpft ist (siehe Artikel auf S. 112).

Vor- und Nachteil beim Implantat: Man trägt den Chip stets bei sich, kann ihn also weder verlieren noch vergessen. Datenschutzbedenken sind nicht gänzlich von der Hand zu weisen – wird ein Chip von einem entsprechenden Lesegerät registriert, wird dessen ID im System verzeichnet und ist somit nachvollziehbar. Schauergeschichten von Satellitenortung und ständiger Überwachung sind jedoch übertrieben oder schlachtweg falsch. GPS-fähig sind diese Chips nicht – eine solche Ortung ist also nicht möglich. Außerdem

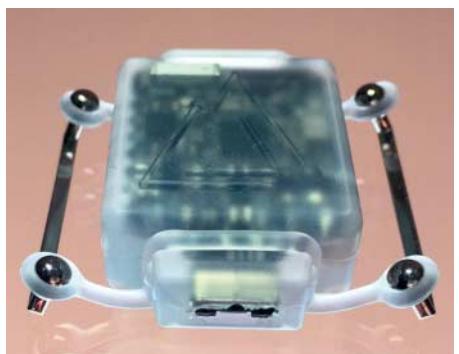
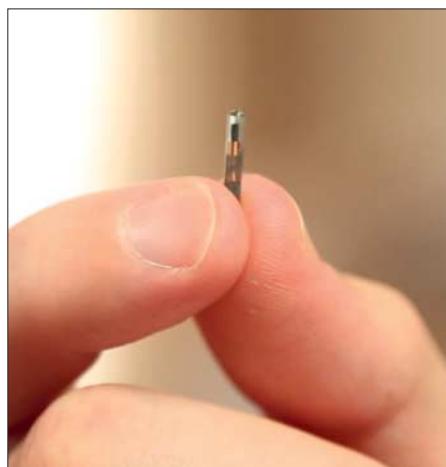


Bild: Dangerous Things/Cyborg Nest

V.l.n.r.: Kaum größer als ein Reiskorn – ein NFC-Chip- und ein Neodym-Magnet-Implantat. Daneben das North-Sense-Implantat von Cyborg Nest – ein Kompass, der unter der Haut verankert wird.

Bild: Motherboard. Screenshot von Video auf <https://youtu.be/dlpph3Opw>

Sieht so invasiv aus, wie es ist: das Circadia-Implantat im Arm von Grindhouse-Wetware-Mitgründer und Körperhacker Tim Cannon. Die Box unter der Haut misst Tims Körpertemperatur.

können die passiven Chips aufgrund der winzigen NFC-Antenne meist nur aus wenigen Millimetern bis Zentimetern Entfernung ausgelesen werden. Bei Flughafenkontrollen stellen sie kein Problem dar. MRTs sind ungefährlich, allerdings können Implantate die Scans stören und Ergebnisse verfälschen.

Nimmt man diese Risiken in Kauf, hat man stets einen Schlüssel am Mann: Häufiger Anwendungsbereich ist die Zugangskontrolle. Schließmechanismen – beispielsweise Türen oder Schließfächer –, die NFC-Technik und entsprechende Zugangskarten und Transponder verwenden, können auch die Chip-Implantate ansprechen. Der Träger muss sich allerdings darum kümmern, seine NFC-ID dem Betreiber des Zugangssystems bekannt zu machen. Die ID des Chips muss in der Datenbank mit der passenden Berechtigung hinterlegt sein. Wird diese am Lesegerät gescannt, heißt es Sesam, öffne dich.

Auch durch virtuelle Schranken kommt man. Hat man einen PC oder Laptop mit eingebautem oder angeschlossenem Lesegerät, kann man den Rechner mithilfe eines Implantats entsperren.

Auf Mobilgerätseite sieht es derzeit nicht so praktisch aus. Apple hat seinen Geräten erst seit dem iPhone 6 grundlegende NFC-Funktionalität verpasst – viel geht damit aber noch nicht. Android-Geräte konnte man bis vor Kurzem noch mithilfe von NFC und Googles Smartlock-

Feature entsperren. Das hat Google jedoch mit einem Firmware-Update ausgeschaltet.

Je nach Bastelskills des Chipträgers erschließen sich weitere Anwendungsbereiche. Grob gesagt kann man alles, was man mit NFC-Karten machen kann, rein technisch auch mit einem Implantat tun. Zusätzlich ist die Infrastruktur ein Faktor: Der Systembetreiber muss die Registrierung neuer NFC-IDs vorsehen, statt ausschließlich eigene NFC-Karten auszugeben. So ist es beispielsweise in Australien, Frankreich und einigen skandinavischen Ländern möglich, eigene NFC-Chips als Ticket für öffentliche Verkehrsmittel einzusetzen. Steckt der Chip in der Hand, funktioniert das auch. In Deutschland gibts Pilotprojekte, die NFC in Smartphones als Ticket nutzen wollen. Die Möglichkeit, eigene Karten oder Implantate zu nutzen, besteht leider noch nicht.

### Magnetfinger

Ein Neodym-Magnet-Implantat verpasst dem Körper einen zusätzlichen Sinn – oder gaukelt diesen zumindest vor. Es sitzt für gewöhnlich in einem Finger und reagiert – wie Magnete das so an sich haben – auf magnetische Felder. Diese Bewegung ist spürbar und erlaubt Implantatträgern das Wahrnehmen von Magnetfeldern. Zwar ist dieser Magnetsinn kein echter sechster Sinn. Das menschliche Hirn braucht aber nur wenige Wochen, um den Zwischenschritt der Vibration im Finger

und dem Ansprechen des Tastsinnes zu „Aha, ein Magnetfeld“ zu verinnerlichen.

Der praktische Nutzen eines solchen Implantats ist gering – es geht den meisten Trägern mehr darum, ihre Umgebung auf andere Weise wahrzunehmen. Magnetfelder elektronischer Geräte an Orten zu fühlen, an denen man nicht damit rechnet, bringt für viele eine neue Sicht auf ihre Umwelt mit sich. Auch die Ausrichtung der Felder lässt sich anhand der Vibratoren spüren. Zu erfahren, ob ein Kabel Strom führt, kann aber durchaus praktisch sein – genau wie am Finger haftende Schrauben beim Handwerken. Hinzu kommen nette, kleine Partytricks mit Büroklammern, Kronkorken oder Münzen – je nach Magnetstärke auch Stiften oder Essbesteck.

Magnetimplantate sind üblicherweise scheiben- oder zylinderförmig. Ihre Neodym-Eisen-Bor-Legierung macht sie zu den stärksten Nicht-Elektromagneten: Ein zehn Quadratzentimeter großer, gut einen Zentimeter dicker Neodym-Magnet ist stark genug, um über 150 Kilogramm zu halten. Implantate sind meist nur einen bis zwei Millimeter dick, mit einem Durchmesser von drei Millimetern. Eine Schutzschicht aus Silikon oder Titannitrit hält den Körper davon ab, sie einerseits als Fremdkörper abzustoßen, andererseits mit ihnen zu verwachsen.

Wie NFC-Chips werden Magnet-Implantate durch eine Kanüle oder einen Einschnitt im Körper installiert und sind so auch vergleichsweise einfach wieder zu entfernen. Das kann praktisch werden, möchte man den Magneten nach einiger Zeit wieder loswerden – etwa weil die Magnetkraft nachgelassen hat und der Zauber nicht mehr funktioniert oder weil eine MRT-Untersuchung ansteht. Anders als NFC-Implantate reagieren Magnete heftig auf die elektromagnetischen Felder, die in den Tomographen entstehen – das kann bis zum Herausreißen des Implantats im MRT führen.

Die meisten Magnet-Cyborgs tragen Implantate in den Fingern der nicht dominanten Hand, seitlich der Fingerkuppe. Hier sind sie am wenigsten im Weg und nicht in Gefahr, durch starke Krafteinwirkung wie plötzliches Zugreifen beschädigt zu werden. Manche Biohacker lassen sich auch Magnete in Nähe der Ohren implantieren. Hier soll das Gefühl für Magnetfelder noch unmittelbarer sein. Außerdem dürfte der Magnetsinn durch zwei Implantate noch direktonaler wirken – es wird

also leichter zu fühlen, wo genau sich die Quelle des Feldes befindet und welche Ausrichtung dieses hat.

Das relativ simple Einsetzen und Entfernen bringt Biohacks wie Magnet- und NFC-Implantaten im Englischen den Namen „insertables“ ein, der sie von „implantables“ – Herzschrittmachern, Cochlea-Implantaten und anderen, längerfristig gedachten Bauteilen – unterscheiden soll.

### Körperkompass

Das „North Sense“ genannte Gadget der Firma Cyborg Nest vibriert immer dann, wenn es – und somit sein Träger – nach Norden ausgerichtet ist. Das gut zwei Quadratzentimeter große Technikpäckchen wird mithilfe zweier Piercings am Körper befestigt – üblicherweise direkt auf der Brust. Es ist wasserfest und besteht aus einem Silikongehäuse, in dem Akku, Platine mit Micro-USB-Anschluss, Vibrationsmotor und Magnetsensor stecken.

Man kann es von den Piercings trennen – das ist wichtig für den Heilungsprozess nach dem Einsetzen und hilfreich bei Flughafenkontrollen oder MRTs.

North Sense ist nicht mit dem Internet oder anderen Netzwerken verbunden, lässt sich jedoch mit einer optionalen App verknüpfen. Diese kalibriert das Gadget und erlaubt das Einstellen von Vibrationsstärke und -dauer. Alle ein bis zwei Tage muss der Akku des Vibrationsmotors per USB aufgeladen werden. Der Sensor kann durch einen anderen, stärkeren Magneten in der Nähe beeinflusst werden – hier finden sich Parallelen zum Finger-Implantat.

Wie auch beim Magneten im Finger soll das Hirn nach einiger Zeit ausblenden, dass es sich eigentlich nur um einen taktilen Sinneseindruck handelt. Stattdessen wird die Vibration zu einem Sinn für Norden. Wie effektiv dieser bei der tatsächlichen Navigation hilft, sei dahingestellt – auch hier geht es sowohl den Machern als auch den meisten Trägern darum, wie sie ihre Umwelt mit dem zusätzlichen Sinn wahrnehmen.

Seit Kurzem ist North Sense im Herstellershop ausverkauft und wird auf absehbare Zeit auch nicht nachproduziert. Die Macher wollen sich erst einmal auf den Dialog mit der Träger-Community konzentrieren.

Anzeige



Bild: Neil Harbisson

Cyborg und Künstler: Neil Harbisson trägt eine Antenne im Kopf, die ihn Farben hören und Internetsignale empfangen lässt. Er ist einer der ersten staatlich anerkannten Cyborgs.

# Wearables: Biohacking light?

Kopfhörer, Smartwatches, Datenbrillen, Exoskelette. Ob in Job oder Alltag, Menschen verbinden ihre Körper täglich mit Technik – die tragen sie zwar nicht unter der Haut, dafür aber drumrum, darauf oder drin.

## Biometrie stets zur Hand

Sportarmbänder und viele aktuelle Smartwatches bringen Biometrie-Sensorik und Schrittzähler mit [1]. Viele liefern einen kontinuierlichen Informationsstrom zu Herzrhythmus, Blutdruck, zurückgelegten Schritten und anderen sportlichen Tätigkeiten – wahlweise auch aufs Smartphone und in die Cloud.

Einige Dienste bieten an, diese Infos direkt an Ärzte oder Krankenhäuser zu

übertragen. Das Preisgeben solcher Daten ist für viele ein rotes Tuch. Biometrie-Sensorik am Arm mit direkter Verbindung zu Medizinern mag aber für chronisch Kranke ein wichtiges Upgrade sein.

## Richtmikrofon im Ohr

Smarte In-Ear-Kopfhörer – auch Hearables genannt – verleihen dem Gehörsinn ein Upgrade, das dem von Cochlea-Implantaten ähnelt [2]. Sprachassistenten und ähnliche Features, die sie an Bord haben, sind ein netter Bonus – aus Biohacking-Perspektive sind aber die Noisecancelling-Funktionen der Clou. Die Ohrstöpsel sind, wie Smartwatches, für langfristiges Tragen und Benutzen im Alltag ausgelegt. Dadurch hat man nicht nur Musik, Telefonate oder Sprachassistenten stets im Ohr, sondern in manchen Fällen auch eine Art Richtmikrofon.

Mithilfe von Mikrofonen, Geräuschunterdrückung und verbundenen Geräten können Benutzer nicht nur auf nahezu völlige Stille umschalten. Viele der Geräte erlauben via App auf dem verbundenen Smartphone auch das Anlegen von Soundprofilen, mit denen man beispielsweise Töne bestimmter Frequenzen oder Lautstärken ausfiltert.

So kann man im geschäftigen Restaurant problemlos verstehen, was der Gesprächspartner sagt, ohne dass dieser schreien muss – die Kopfhörer blenden den Lärm außen rum einfach aus. Sind sogar beide Sprecher mit passenden Hearables ausgestattet, mag die Unterredung im lauten Pub akustisch zum intimen Zwiegespräch werden.

## Mit dem Dritten sieht man besser

Sind Ohren und Arme aufgerüstet, bleiben unter anderem noch die Augen. Microsofts HoloLens und andere Augmented-Reality-Brillen nutzen Kameras und Displays, um visuelle Informationen des menschlichen Auges zu ergänzen.

Für den alltäglichen Einsatz fehlen in erster Linie noch Anwendungsbereiche. Besonders im gewerblichen Rahmen sind einfache Datenbrillen jedoch immer häufiger im Einsatz. So werden beispielsweise im Lagerwesen Bar- oder QR-Codes, die auf Paketen und anderen



Wenn etwas nach Cyborg aussieht, dann Exoskelette. Sie finden in der Medizin schon regelmäßig Anwendung. Auch bei Industrie und Militär wächst das Interesse.



Smarte Kopfhörer setzen Nutzern nicht nur Alexa und Co. ins Ohr. Geräuschunterdrückung lässt Anwender auch entscheiden, was sie von ihrer Umgebung hören wollen.

gelagerten Gegenständen angebracht sind, von Datenbrillen der Lagerarbeiter eingelesen. Diese erhalten dann Informationen zu den Paketen direkt auf Displays vor ihren Augen angezeigt – etwa Inhalt, Zielort oder Gewicht.

## Robocop 0.1

Gewerbe und Industrie – sowie Medizin und Militär – setzen mittlerweile außerdem Exoskelette ein. Zwar ist die Entwicklung in dem Bereich noch weit von Iron Man, Robocop und Co. entfernt, erste verbreitete Modelle gibts aber bereits von Hyundai oder Cyberdyne.

Viele Exoskelette sind zur Lauf-Rehabilitation oder als Rollstuhl 2.0 bei Gehbehinderten im Einsatz. Meist werden unterer Rücken sowie Beine durch Elektronik und Hydraulik unterstützt.

Hier von können auch Lager- und Fabrikarbeiter profitieren, die durch die Unterstützung beispielsweise Lasten über längeren Zeitraum und bei niedriger körperlicher Belastung bewegen können. Gleicher gilt für Soldaten, die bei langen Märschen besser durchhalten können sollen. Aufhängungen und Stabilisatoren für schweres Gerät und Werkzeug bieten Exoskelette ebenfalls.

## Cyborg-Exoten

Die Biohacking-Community ist vielfältig und international. Menschen mit Mikrochip-Implantaten gesellen sich zu Prothesenträgern, Cochlea-Nutzern und anderen Bodyhackern. Einige Exoten fühlen und inszenieren sich als Aushängeschilder der Gemeinschaft – nicht selten aus gutem Grund. Sie haben Farbsensoren im Kopf, Kleincomputer sammeln Biometriedaten unter ihrer Haut und externe Gadgets erweitern ihre Implantate um weitere Funktionen.

### Datenkasten im Arm

Richtig unter die Haut gehen die Cyborg-Gadgets von Grindhouse Wetware: „Circadia“ ist ein Biometrie-Sensorimplantat, das Körperdaten sammelt und via Bluetooth versendet. Die brachial aussehende Technikbox wurde 2013 bei der „Body Modification Conference“ in Essen in den Arm von Grindhouse-Wetware-Mitgründer Tim Cannon implantiert – das Internet-Magazin Motherboard begleitete ihn dabei. Hierfür wurde die Haut geöffnet und in passender Größe vom darunter liegenden Gewebe getrennt. In der so entstandenen Hauttasche fand Circadia Platz und wurde anschließend eingenäht. Unter der Haut maß das Gadget Cannons Körpertemperatur und sammelte die Daten bis zum nächsten Abruf via Bluetooth-Verbindung. Mithilfe von LEDs kann Circadia auch Signale durch die Haut an den Träger weitergeben. Geladen wird es per Induktion durch die Haut.

In Interviews berichtete Cannon von seinen Erfahrungen. Diese fielen – wenig überraschend – nicht nur positiv aus. Neben dem Druckgefühl des Kästchens unter der Haut, drückte es für ihn vor allem auch im Kopf. Das Wissen, Elektronik und auch die im Akku verwandten Chemikalien im Körper zu tragen, war laut eigener Aussage eine große Belastung für ihn. Mehr als ein Mal habe er Panikattacken gehabt, da er dachte, die Schadstoffe könnten aus dem Gerät austreten. Als es dann nach einigen Monaten zu technischen Problemen mit dem Akku kam, beendete Cannon sein Circadia-Experiment – das Gerät wurde entfernt. Nun bleibt neben Erfahrungen und Plänen für weitere Biohacks nur eine wenige Zentimeter lange Narbe.

Eine serienreife Version des Geräts befindet sich in Entwicklung. Die soll neben der Temperatur auch weitere Biometriedaten wie Herzfrequenz, Blutdruck, Blutzucker und mehr sammeln und übertragen. Ein besonderes Augenmerk bei der Entwicklung liegt darauf, Circadia 2.0 wesentlich kleiner und sicherer zu machen als den Vorgänger. Anwendungsbeispiel und Ziel Cannons wäre, das neue Gerät als Stressmesser und -alarm einzusetzen. Dieser könnte anhand der Messungen per LED-Signal Bescheid geben, wenn sich der Träger eine Entspannungspause gönnen sollte. Auch Fieberwarnungen und dergleichen wären möglich.

Eine auf reine Kosmetik abgespeckte Version von Circadia ist das Leucht-Implantat „Northstar“. Dieses misst keinerlei Biometrie, sondern bringt fünf rote LEDs mit, die in verschiedenen Mustern leuchten und blinken können. Eine Batterie hält die Lämpchen für mehrere Jahre am Laufen, danach muss das Insertable ausgetauscht werden. Auch Northstar wird per Minioperation unter die Haut geschoben und eingenäht. Eine 2.0-Version ist ebenfalls geplant. Diese soll per Smartphone-App programmierbar sein oder auf andere Einflüsse – etwa das Magnetfeld der Erde oder Handgesten – reagieren können.

Anzeige



Bild: Ryan O'Shea

**Northstar-Implantate im Handrücken ihrer Entwickler. Die kleinen Gadgets sind derzeit noch rein kosmetisch und sollen Biolumineszenz imitieren.**

Einige Entwickler von Grindhouse Wetware ließen sich das Gerät 2015 bei der „Cyborg Fair“ in Düsseldorf unter der Haut ihres Handrückens einpflanzen.

In eine andere Richtung geht das Wearable „Bottlenose“: Das experimentelle Gadget lässt sich mit verschiedenen Sensoren ausstatten – beispielsweise für Sonar, UV, WLAN oder Temperatur. Die empfangenen Informationen wandelt Bottlenose in für den Träger einfach spürbare Vibrationen oder via Induktion in ein Magnetfeld um. Ist ein Vibrationsmotor verbaut, spricht dieser einfach den Tasten des Nutzers an. Trägt man hingegen ein Magnet-Implantat im Finger, kann Bottlenose dieses per Magnetfeld in Vibration versetzen. So kann das Gerät zu einem externen Add-on für Magnet-Implantate werden: ein Beispiel für Schnittstellen zwischen Biohacks und körperexterner Hardware.

Die pragmatischen Körperhacker um Tim Cannon begannen ihre Arbeit als freie Hardware- und Software-Entwickler und Bastler in Biohacking-Foren (biohack.me). Das Grindhouse-Wetware-Kollektiv hat sich die Vorliebe zu Open Source bewahrt und führt die Tradition weiter: Bauanleitungen ihrer Gadgets sowie sämtliche verwendete Software sind quelloffen bei ihnen erhältlich – Bauteile kann man sich selbst zulegen oder aus ihrem Shop bestellen.

## Farbmusik

Das Gesicht des Biohacking schlechthin ist Neil Harbisson. Der in Spanien mit Achromatopsie, absoluter Farbblindheit, geborene Cyborg-Aktivist und Künstler hat eine Antenne fest in seinem Kopf verankert, die ihn Farben hören lässt. Außerdem kann er sich per Bluetooth mit dem Internet verbinden und von dort Signale empfangen. Er selber versteht sich jedoch nicht als Body- oder Biohacker, sondern als Cyborg: Zwar musste er seinen Körper hacken, um das gewünschte Resultat zu erzielen – das war jedoch eigentlich das Hacken und Erweitern seines Geistes.

Aufgrund seiner Achromatopsie sieht Harbisson ausschließlich in Grautönen. Nach einem Musik- und Kompositionsstudium tat er sich 2003 mit dem Briten Adam Montandon zusammen, um das „Eyeborg“ genannte Gadget zu entwickeln, das er mittlerweile permanent am Kopf trägt. Der Sensor in der prägnant sichtbaren Antenne erkennt Farben und wandelt diese in Vibrationen verschiedener Frequenzen um. Die entstehenden Töne hört Neil mithilfe von Knochenleitung direkt in seinem Kopf. Der Sensor ist dabei so feinfühlig, dass er 360 verschiedene Farben erkennt und in entsprechenden Frequenzen wiedergibt – je nach Farbsättigung in unterschiedlicher Lautstärke. Er kann sogar Infrarot und Ultraviolettwahrnehmen, was über den Funk-

tionsumfang des menschlichen Körpers hinaus geht.

Verankert ist die Antenne im Hinterhauptbein von Harbissons Schädel und reicht über seinen Kopf, sodass der Farbsensor in etwa auf Augenhöhe hängt: Was Neil sieht, dessen Farben hört er auch.

Ein zweites mit der Antenne verbundenes Implantat erlaubt ihm, via Bluetooth auch Informationen aus dem Internet zu empfangen – über ein verbundenes Smartphone. Das kann neben Farbtönen auch anderes sein – etwa Telefongespräche oder Musik. Video-Feeds lassen sich ebenso einspeisen, sodass Harbisson auch Farben aus diesen hören kann.

Nach der Integration des Eyeborg-Geräts bekam Neil 2004 erstmals Probleme von offizieller Seite. Er musste für einen Reisepassantrag ein Passfoto bereitstellen, auf dem keine elektronischen Geräte wie Kopfhörer oder dergleichen zu sehen sind. Aufgrund seiner Antenne wurde der Antrag anfangs abgelehnt. Erst nach langwieriger Überzeugungsarbeit seinerseits und seitens Ärzten, Freunden und Kollegen wurde das Farbhör-Gerät als Teil seines Körpers anerkannt.

Laut eigener Aussage war das Implantat für Neil Harbisson nie als Ausgleich für ein Defizit gedacht. Als einen solchen habe er seine Achromatopsie nie wahrgenommen. Vielmehr ging es ihm um eine Erweiterung seiner Sinne. Diese steht theoretisch auch jedem anderen Bodyhacker offen – schließlich bedarf es keiner Farbblindheit, um Farben mithilfe entsprechender Technik-Upgrades auch hören zu können oder zu wollen. Dafür braucht es nur die passende Technik und einen willigen Bodymodder, der eine solche nicht notwendige Operation durchführen kann und will. Mediziner dürfen das offiziell gar nicht erst.

Neil Harbisson ist auch Mitgründer von „The North Sense“-Hersteller Cyborg Nest, genau wie seine Lebensgefährtin Moon Ribas. Die trägt ein Implantat am Arm, das dank Internetverbindung immer dann vibriert, wenn auf dem Planeten ein Erdbeben registriert wird. Durch Mitarbeit am North-Sense-Implantat wollen die beiden die frohe Cyborg-Botschaft weiter unters Volk bringen. *(jube@ct.de)* **ct**

## Literatur

- [1] Michael Link, „Sportuhren: Welche ist die richtige?“, <https://heise.de/-3770108>
- [2] Hannes A. Czerulla, „Knopf in Kopf – Kabellose In-Ear-Kopfhörer und Hearables mit smarten Sonderfunktionen“, c't 24/2017, S. 92

# Für und Wider



**Julius Beineke, c't-Redakteur**

## Pro: Zukunft schon heute

**V**eränderungen sind so gruselig wie unvermeidbar. In wenigen Lebensbereichen gilt das mehr als beim technischen Fortschritt der Gesellschaft. Hier gehts dann auch noch zusätzlich eine Ecke schneller als in anderen Bereichen.

Das macht es gesamtgesellschaftlich schwierig, Schritt zu halten – dafür öffnen sich für den einzelnen Lücken, in denen man einfach mal was ausprobieren kann. Die Veränderung kommt eh – warum also nicht einfach mal machen?

Ich mag Veränderungen an mir selbst. Bunt tätowiert bin ich großflächig und es ist nicht in Aussicht, dass viele Körperfächer unbemalt bleiben werden. Vor 30 Jahren hätte ich damit als Exzentriker und Freak dagestanden. Heute sind Tattoos und Piercings Mainstream – von anderen Body-Modifications wie Schönheits-OPs à la Brustimplantate und dergleichen ganz zu schweigen. Modifikationen, die heute noch als extrem gelten – seien es tätowierte Augen, gespaltene Zungen oder subdermale Implantate –, folgen da auf dem Fuß.

Bis Biohacking – ob nun NFC-Chip-Implantat in der Hand, Antenne im Kopf oder Gehirn-Upgrade – ebenso normal ist, wird es nicht mehr lange dauern. Da sehe ich als praktizierender Exzentriker gar keinen Grund, nicht heute schon ein wenig Zukunftsmusik am eigenen Körper zu erfahren. Wenn es zusätzlich auch noch technische Spielereien oder sogar tatsächlichen Nutzen für mich mitbringt, umso besser.

Die Bedenken und Sicherheitsrisiken kenne ich, schließlich bekomme ich sie jedes Mal vorgebetet, sobald der Chip in meiner Hand Thema wird – der ist übrigens stets klasse Gesprächsstoff. Wenn mir dann jedoch Leute mit Smartphone in einer Hand, Drink und Kippe in der anderen erzählen, sie hätten Schiss vor Überwachung oder dauerhaften Schäden, kann ich mittlerweile nur müde lächeln. Gläsernheit ist mittlerweile alltäglich – und die Unversehrtheit des eigenen Körpers war uns allen noch nie so heilig, wie wir es gerne hätten.

So lange ich wach und informiert mit den Veränderungen an und der Technik in meinem Körper und ihren Risiken umgehe, gilt da für mich weiterhin: Einfach mal machen.



**Jörg Wirtgen, c't-Redakteur**

## Kontra: Von Umtopfen und Unlogik

**G**ewisse Sinne oder Fähigkeiten durch Technik zu erweitern finde ich toll, bisher sind Wearables meine Lösung. Ein Fitnessarmband trage ich ständig, es ist sogar schon mein zweites. In-Ear-Kopfhörer ganz ohne Kabel bereichern meine Bewegungsfreiheit, das Smartphone ist auch beim Joggen dabei, und irgendeine zukünftige Generation von AR-Brillen kommt bestimmt auch auf den Wunschzettel. Per NFC bezahlen, ja. Ein kleines Kästchen an Arm oder Brust, das mich bei Nordausrichtung, herannahendem Regen oder anderen nützlichen Informationen anrüttelt: warum nicht.

Aber beim Biohacking hört es für mich auf. Und zwar aus einem Bauch- und einem Kopf-Grund: Erstens sehe ich zu schnelle Fortschritte bei der Technik. Wenn schon das Vorfahrens-Handy veraltet scheint, zu was für einer Antiquität verkommt so ein Implantat in ein paar Jahren oder Jahrzehnten? Werde ich dann wieder schwerhörig, weil mein Implantat kein Bluetooth 2020 unterstützt oder unter CVE-2025-32168 leidet? Oder muss ich ständig umtopfen?

Der zweite Grund ist ganz persönlicher Natur. Ich bekomme schon leichte Panik, wenn ich einen Ring nicht vom Finger bekomme. Kontaktlinsen habe ich noch nie ausprobiert, weil ich mich davor ekele, im Auge herumzustochern. Die Vorstellung, ein Implantat zu haben oder gar zu spüren, wenn ich damit irgendwo anecke, lässt mich gruseln.

Ich will jederzeit entscheiden, was ich trage, was ichersetze, was ich aussortiere und wann ich komplett technikfrei bleibe. So muss ich auch nicht irgendwelche Implantate bedenken, bevor ich Schwimmen, in die Sauna oder durch Sicherheitsschleusen gehe.

Ganz schön unlogisch, dass ich meine Grenze genau zwischen Bewahren und Erweitern der Körperfunktionen ziehe: Denn wahrscheinlich werde ich meine Meinung sofort ändern, wenn ein Knochenbruch nur per implantierten Schrauben heilt oder wenn Knie, Hüfte, Ohren oder Herz ohne Technik nicht mehr wollen. Bis dahin bin ich aber ganz glücklich damit, an dieser Unlogik nichts zu erweitern.



# Handtenne

## NFC-Implantat: Ein Selbstversuch

**In meiner Hand sitzt ein NFC-Chip.  
Wie ist er dort hingekommen?  
Was kann ich damit machen? Und  
warum überhaupt?**

**Von Julius Beineke**

**S**ein 2017 bin ich ein Cyborg, eine Verbindung aus Mensch und Maschine. Das klingt aufregender als es eigentlich ist. Weder wurde ich zu Robocop noch assimilierten mich die Borg. Ich habe die wohl kleinstmögliche Modifikation mit mir machen lassen – indem ich einen NFC-Chip in einer Glas-

kapsel unter die Haut implantiert bekam. Dafür besuchte ich die Firma Digiwell in Hamburg. Sie bietet unter dem Slogan „Upgrading Humans“ viele technische und nicht technische Gadgets an, die den menschlichen Körper auf die eine oder andere Weise verbessern sollen. Neben Nahrungsergänzungsmitteln und Gehirnwellen-Spielereien finden sich im Sortiment auch verschiedene NFC-Chips als Aufkleber, Einweg-Tattoos sowie in Implantat-Form.

### Upgrade-Talk am Kaffeetisch

Bei Digiwell begrüßt mich Inhaber Patrick Kramer. Er leitet seine Firma von zu Hause aus. Digiwell ist die Partnerfirma von Dangerous Things – dem amerikanischen

Hersteller vieler Biohacking-Gadgets, unter anderem der von Digiwell angebotenen NFC-Chips.

Am Esstisch wird bei Kaffee erst einmal mit Irrglauben und Mythen aufgeräumt. Diesen unterliegen nach Kramers Erfahrung insbesondere Journalisten immer wieder, die sie dann an Leser weitergeben. Ständige Überwachung? Gesundheitliche Bedenken? Chip-Implantate als IT-Sicherheitslücke? Seiner Meinung nach oft übertrieben und skandalisiert. Jedes Smartphone bietet mehr Angriffsfläche als ein kleines Implantat, das nicht einmal Metalldetektoren erkennen. Natürlich ist es möglich, einen NFC-Chip aus mehr als den vom Erfinder angedachten wenigen Millimetern Entfernung auszulesen – jede

Menge Zeit und Aufwand vorausgesetzt. Realistisch betrachtet ist die Wahrscheinlichkeit Kramers Meinung nach jedoch verschwindend gering. Darüber hinaus werde oft übersehen, dass die Implantat-Technik noch in den Kinderschuhen steckt. Cyborgs und Zukunftsmusik hin oder her: Die Chip-Implantate sind kein High-Tech. Sie haben auch gar nicht den Anspruch, mehr Sicherheit zu bieten als andere Methoden.

Bei mir soll es ein xNT-Chip von Di-gowell werden (siehe Übersicht auf S. 113), der für Biohacking-Neulinge ein guter Einstieg sein soll. Ich überlege, auch gleich noch ein anderes Modell in meiner anderen Hand mitzunehmen, entscheide mich dann aber dagegen. Möchte ich später noch weitere Chips ausprobieren, steht dem dann ja nichts im Wege – höchstens meine dicke Haut.

### Per Nadel zum Cyborg

Ich stehe auf Körperkunst sowie Technik – und bin großer SciFi-Fan. Cyborgs, die Technik im Körper tragen, faszinieren mich schon lange. Selber einer zu werden war da der nächste logische Schritt. Daher war mein Plan, einen Chip unter der Haut meiner linken Hand implantiert zu bekommen. Ich habe einige Tattoos und kaum Berührungsängste mit Body Modification. Piercings habe ich allerdings noch keine – geschweige denn subdermale, also unter der Haut sitzende Implantate. Angst vor Nadeln habe ich ebenfalls keine: Die Ka-

nüle, mit der die  $2,1\text{ mm} \times 12,1\text{ mm}$  kleine Glaskapsel eingesetzt wird, hat immerhin das gleiche Respekt einflößende Kaliber wie die bei einer Blutspende.

Das Einsetzen des Implantats ist unwe sentlich aufwendiger als ein normales Piercing – nur eben an ungewöhnlicher Stelle. Für das Stechen ist ein steriles Tuch vorbereitet, Kramer trägt Einmalhandschuhe. Mit einem Spray desinfiziert und kühlt er die Stelle zwischen Daumen und Zeigefinger meiner linken Hand – hier wird der Chip sitzen. Nach dem Einwirken des Sprays drückt er den Bereich mit den Fingern zusammen, damit alle wichtigen Blutgefäße aus dem Weg sind. Dann kommt der Stich. Der tut nicht wirklich weh, unangenehm ist er dennoch – das Druckgefühl ähnelt dem bei einer Blutspende oder beim Legen eines Zugangs im Krankenhaus. Wichtiger Unterschied: Die Haut der Hand ist eine ganze Ecke dicker als beispielsweise die in der Armbeuge. Obwohl ich für meine zarten Büroarbeiterhände bekannt bin, muss Kramer ordentlich Kraft aufwenden, um die Nadel in meine Hand zu bekommen. Die Kanüle wird in diesem Fall ein wenig tiefer gestochen als der Chip sitzen wird: Beim Herausziehen wird der Kolben heruntergedrückt, sodass die Glaskapsel in die kleine Hauttasche gleitet, die die Kanüle geschaffen hat. Ist die Nadel draußen, verschließt eine Kom pressie mit Pflaster die Einstichstelle – die Wunde blutet nur wenig, dafür aber auch

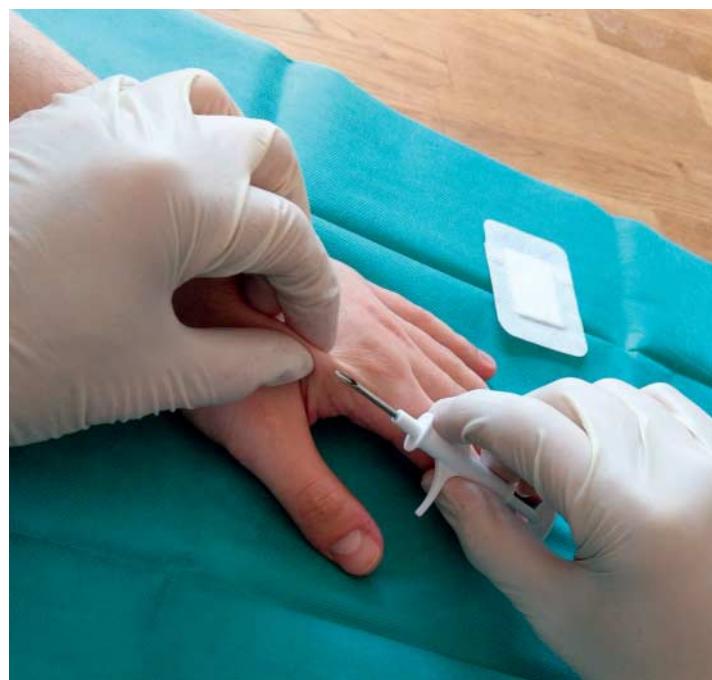


Einige Monate nach dem Einsetzen des Implantats bleibt nur eine kleine Narbe – und die kleine Delle, die der Chip bildet. Diese tut weder weh noch stört sie. Bleibe ich unglücklich mit meiner Hand hängen, spüre ich manchmal, dass da noch was ist.

noch einige Stunden lang. Natürlich bin ich mit meiner Hand in nächster Zeit vorsichtig – absolute Schonung ist aber schwierig.

Im Anschluss ans Einsetzen bekomme ich noch Pflegehinweise für die Wunde sowie Tipps zu Anwendungsmöglichkeiten und Android-Apps, mit denen sich NFC-Chips auslesen und beschreiben lassen. Universell beliebt ist hier etwa die App „NFC Tools“, mit der sich viel kluges und dummes Zeug mit Chips anstellen lässt. Auch Dangerous Things bietet eine App an – mit dieser kann man den Chip auch beispielsweise mit einem Passwort sichern. Ich teste direkt, ob mein Smartphone mit dem Chip gleich nach dem Einsetzen etwas anfangen kann: Er wird bereits jetzt mit ein wenig Positionier-Aufwand erkannt. Je besser die Wunde verheilt ist, desto schneller wird auch die Erkennung werden, verspricht Patrick Kramer.

Vor meiner Rückreise zeigt mir Patrick noch ein paar weitere Einsatzmöglichkeiten für Implantate. So führt er mir das Schloss seiner Haustür vor: Der Schließzylinder hat NFC-Technik einge



**Der Plan:** Tief einatmen – Pieks – langsam atmen – Nadel langsam raus ziehen – Pflaster drauf. Dank meiner dicken Haut dauert das Stechen bei mir eher zwei Atemzüge.



Bild: Dangerous Things

baut, die auf Kramers eigenes Implantat reagiert. Diese Schlosser dürften die meisten im Einsatz mit Transpondern oder Karten kennen – man kann sie aber auch per Chip-Implantat entsperren. Kramer muss nur seine Hand an das Schloss halten und die Tür öffnet sich.

## Chip-Auswahl

Ein xNT-Chip ist ein NFC-Implantat in Form einer bruchsicheren Glaskapsel. Er funkelt auf 13,56 MHz und ist durch NFC Type 2 mit nahezu allen aktuellen NFC-fähigen Geräten kompatibel. Ein interner Speicher von 880 Byte erlaubt außerdem das Speichern diverser kleiner Datensätze – von URL- oder Social-Media-Links über VCards und Notfallinfos bis hin zu GPS-Koordinaten und Bitcoin-Adressen. Daten lassen sich auch nach dem Einsetzen simpel per App verändern. Die Glaskapsel ist – anders als bei manchen anderen Implantaten – glatt und eben. Dadurch verwächst sie nicht mit dem umliegenden Gewebe, was das Entfernen leichter macht. Der Chip ist ein sogenanntes „insertable“ – ein Implantat, das darauf ausgelegt ist, leicht wieder aus dem Körper entfernt werden zu können.

Die günstigeren Chips boten mir einen zu geringen Funktionsumfang – ihnen fehlt unter anderem der be-

schreibbare Speicher. Vom xNT für 70 Euro erhoffte ich mir mehr Möglichkeiten zum Experimentieren. Außerdem ist er aufgrund seiner Frequenz mit aktuellen Lesegeräten kompatibel. Die flex-Modelle (ab 150 Euro) erscheinen mir für den Erstversuch zu teuer und zu aufwendig

**Auf Röntgenaufnahmen ist der Chip gut erkennbar. Sonst fällt er allerdings kaum auf. Erzähle ich, dass ich einen Chip in der Hand trage, kommt darauf meist ein verblüfftes „Was? Wo?“**

beim Einsetzen. Dennoch habe ich große Lust, beizeiten einen flex-Chip auszuprobieren – gerade auch, weil mich der aufwendigere Implantationsprozess interessiert. Das will ich allerdings erst ausprobieren, wenn ich ein wenig mehr Erfahrung in der NFC-Praxis gesammelt habe.

Ein Grund für meine Zurückhaltung waren auch die Kosten: Bei Heise Medien ist es für gewöhnlich unproblematisch, Geräte und Produkte für Recherchen bezahlt zu bekommen. Im Falle des NFC-Implantats stellte sich die Chefredaktion jedoch quer. Aufgrund der nicht hundertprozentig absehbaren gesundheitlichen Folgen des Eingriffs – der ja ohne Frage die Unversehrtheit meines Körpers verletzt – wollte sich der Verlag verständlicherweise rechtlich absichern. Sollte mir in ein paar Wochen die Hand abfaulen, soll dann niemand sagen können, Heise wäre durch das Finanzieren des Eingriffs mit verantwortlich. Da ich mich jedoch so oder so – unabhängig von c't – früher oder später hätte upgraden lassen, stand dem Experiment dennoch nichts im Wege.

## Anwendung und Alltag

Sobald ich nun – einen Monat später – mein entsperrtes Android-Smartphone in einem Abstand von weniger als einem Zentimeter auf richtiger Höhe an meine Hand halte, erkennt es den Chip. Versu-

### Digiwell: Implantat-Typen, Standards und Frequenzen

Chip-Implantate kommen in verschiedenen Formen und Ausführungen daher. So ist das Modell xDW etwa der klassische RFID-Chip im Glaskapsel-Format, mit dem auch Haustiere gechippt werden. Die moderneren xNT- und xIC-Implantate unterstützen darüber hinaus auch NFC, bringen internen Speicher mit und nutzen die Frequenz 13,56 MHz. Diese muss zu entsprechenden Lesegeräten passen (siehe Artikel aus Seite 112). Viele ältere Lesegeräte funken noch mit 125 kHz – hierfür eignet sich der xEM. Ein xBT von Digiwell hat stattdessen einen Temperatursensor und lässt sich mit einem passenden Reader auslesen – ade Fieberthermometer.

Die Variante „flex“ in einer flachen, biegsamen Biopolymer-Schutzhülle ist beim Einsetzen deutlich aufwendiger als



Bild: Digiwell

**Chips flach und eckig: Die flex-Implantate sind beim Einsetzen aufwendiger und bieten größere Scan-Reichweite.**

die Glaskapsel-Variante. Ein flexNT beispielsweise passt in keine Kanüle – hier müsste geschnitten und nach dem Einsetzen vernäht werden. Der Funktionsumfang ist identisch mit dem des xNT. Aufgrund der größeren Oberfläche ist die Antenne und damit auch die Scan-Reichweite größer.

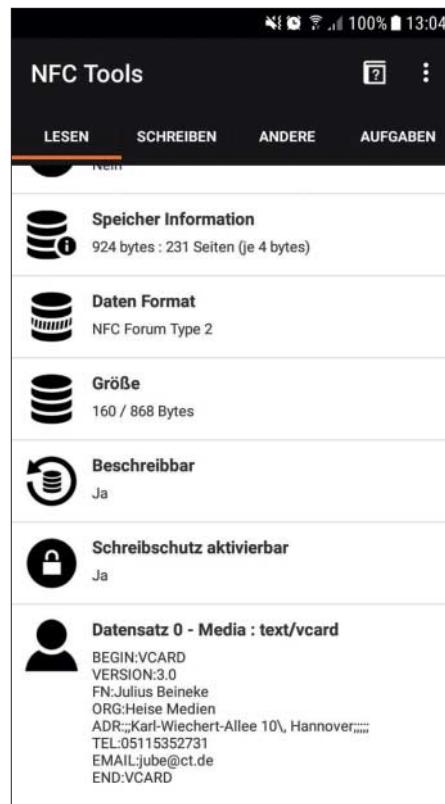
che mit anderen Geräten zeigen: Es ist stark vom Modell abhängig, an welcher Stelle der NFC-Reader im Smartphone sitzt – und wie gut dieser den Chip erkennt. Mein privates Samsung Galaxy A3 von 2016 ist offenbar ideal geeignet und erkennt trotz Schutzhülle den Chip in unter einer Sekunde.

Einige Anwendungsmöglichkeiten habe ich für mein Implantat bereits: Ich habe dem Chip meinen Heim-WLAN-Schlüssel eingespeichert. Wenn Gäste mein WLAN nutzen wollen, müssen sie nur ihr Smartphone an meine Hand halten und können sofort online gehen. Darüber hinaus habe ich einige Kontaktdata auf dem Chip gespeichert – wer nach meiner Visitenkarte fragt, kann einfach meine Hand mit seinem Smartphone scannen und hat meinen Arbeitskontakt direkt als VCard gespeichert. Das funktioniert nicht hundertprozentig verlässlich – manchmal muss erst die NFC-Funktion des Geräts aktiviert werden, manchmal klappt das Scannen partout nicht, da der Reader im Smartphone an einer unpraktischen Stelle sitzt. Klassische Visitenkarten habe ich daher weiter dabei, sicherheitshalber. Für Aufsehen und Gesprächsanfänge ist meine Handtenne aber immer gut.

### Was geht – und was nicht?

Die elektronisch gesicherten Türen im Heise-Verlagsgebäude kann ich mit meinem Chip leider nicht öffnen. Zwar haben alle Mitarbeiter passende Zugangskarten – das System ist jedoch alt und nutzt keinen aktuellen NFC-Standard. Dafür bediene ich in unserer Kaffeeküche die Kaffeemaschine. Das Implantat ersetzt in diesem Fall die NFC-Karte, die alle Mitarbeiter besitzen. Der Kaffeekocher ist das Praxisprojekt eines Kollegen. Der musste die ID meines Chips einfach in das von ihm verwaltete System aufnehmen – nun registriere ich mich mit meiner Hand. Unsere Verlagskantine nutzt ebenfalls aktuelles NFC, allerdings mit dem DESFire-EV1-Sicherheitsstandard (siehe S. 112) – den unterstützt mein Implantat leider nicht. Schade ist auch, dass die in Deutschland bisher verfügbaren kontaktlosen Bezahlstellen nicht mit meinem Implantat kompatibel sind. Mit meiner Hand via PayPal, Apple Pay oder Bezahl-dienst meiner Bank zu bezahlen ist leider nicht möglich – das kann ja aber noch kommen.

Mithilfe einer Task-Trigger- und einer Wake-on-WLAN-App auf meinem



**Mit der App NFC Tools lese ich meinen Chip aus und beschreibe ihn mit diversen Datensätzen. Hier habe ich gerade eine vCard mit meinen Job-Kontaktdaten auf dem Implantat gespeichert – Visitenkarte immer im Mann.**

Smartphone kann ich außerdem meinen Heimrechner aus der Entfernung hochfahren. Heimnetz, Windows-PC und App-Verknüpfungen auf meinem Telefon habe ich so eingerichtet, dass ich letzteres nur an meine Hand halten muss, während ich mich in meinem Heimnetzwerk befinde. Da sich mein Galaxy A3 circa zehn Meter vor meiner Haustür bereits mit meinem WLAN verbindet, schmeißt mein Chip auf den letzten Metern meinen Rechner im Wohnzimmer an. Sobald ich mich dann aufs Sofa vor den Bildschirm werfe, ist alles fertig hochgefahren. Darüber hinaus plane ich, mir in näherer Zeit einen NFC-Schließzylinder für meine Wohnungstür zuzulegen – die gibt es bei Digiwell ab 100 Euro. Dann habe ich meinen Haustürschlüssel wortwörtlich stets zur Hand.

Ärgerlich ist, dass ich mein Smartphone nicht per NFC entsperren kann: Google hat die Funktion erst vor wenigen Monaten aus Android OS herausgepatcht. Das Smart Lock genannte Sicherheits-

und Komfort-Feature erlaubt Android-Nutzern, ihr Gerät automatisch entsperren zu lassen, wenn sich dieses etwa an einem bestimmten Ort (GPS) oder in der Nähe eines vorher definierten Gerätes befindet. Letzteres funktioniert mittlerweile leider nur noch mit per Bluetooth verbundenen Geräten – die NFC-Funktionalität wurde entfernt. Das wundert und ärgert mich als Chip-Träger und viele andere Nutzer nicht zu knapp. Auch Fingerringe mit integriertem NFC-Chip erfreuen sich großer Beliebtheit, auch und gerade zum Entsperren von Geräten – damit ist natürlich jetzt auch Schluss. Als Grund nennt Google geringes Nutzerinteresse. Das sieht in entsprechenden Foren jedoch anders aus.

### It's a Cyborg Life

Die Reaktionen von Familie, Freunden, Kollegen und Bekannten auf mein Implantat bewegen sich zwischen Ekel und Euphorie. Viele sind jedoch nicht allzu sehr verwundert, schließlich komme ich immer mal wieder mit neuen Tattoos, skurrilen Hobbys wie Tabletop-Gaming oder chinesischen Kampfkünsten und dergleichen an. Der Chip unter meiner Haut führt dennoch zur einen oder anderen hochgezogenen Augenbraue. Manche äußern Sicherheitsbedenken, andere finden die Vorstellung einfach seltsam, ein Stück Technik unter der Haut zu tragen. Generell gelte ich als ein wenig skurril – das allerdings nicht erst seit meinem Körper-Upgrade. Wie bei den meisten Arten von Körperkunst – egal ob Piercing, Tattoo oder Implantat – ist die Mehrheit aber zumindest interessiert, wenn nicht gar begeistert. Ich werde regelmäßig gefragt, wo man sich so einen Chip setzen lassen kann. Mitmach- und Nachahm-Bekundungen werden also eher mehr. Ich empfehle in dem Fall stets, sich das gewünschte Chip-Implantat-Kit beispielsweise von Digiwell oder einer Konkurrenzfirma wie I am Robot zu bestellen und damit zum Piercer des Vertrauens zu gehen. Diese Profis durchlöchern täglich Ohren, Lippen und Zungen (und mehr) mit Nadeln und Metall. Auch mit einem NFC-Implantat ist man da an der richtigen Adresse.

Ich probiere derweil immer mehr herum und schaue, was sich mit dem Chip alles anstellen lässt. Das ist zwar noch nicht allzu viel, dennoch erfreue ich mich aber schlicht an dem Wissen, nun ein echter Cyborg zu sein. (jube@ct.de) **ct**



# Hautnah funkeln

## NFC-Implantate in der Praxis

**NFC-Chip unter die Haut – und man ist gewappnet für alle denkbaren Nahfunk-Szenarien? Leider nein. Dazu gibt es zu viele verschiedene Geschmacksrichtungen.**

**Von Jan-Keno Janssen**

Wer heutzutage von Kontaktlos-Technik jeglicher Art redet, verwendet meist den Begriff NFC – darunter kann sich so gut wie jeder Techniknutzer etwas vorstellen, schon allein, weil die Funktechnik inzwischen in fast jedem Smartphone steckt. Einerseits ist das gut, andererseits aber in vielen Fällen auch viel zu vereinfachend: Wer nämlich denkt, dass ein beliebiges NFC-Implantat in der Hand für jegliche Nahfunk-Anwendungen wie Bezahlen, Tür öffnen,

Fitnessstudio-Anmelden, Visitenkarten-Austauschen verwendbar ist, hat sich getäuscht.

Aber der Reihe nach: NFC – das steht für „Near Field Communication“, also Nahfeldkommunikation – wurde 2002 von NXP (damals noch Philips) und Sony ins Leben gerufen. NFC basiert auf RFID (radio-frequency identification), einer Technik, die schon seit vielen Jahren in der Logistik verwendet wird. Kurz gesagt: NFC ist eine Spezialisierung von RFID.

Das Ganze funktioniert meist so, dass ein aktives Lesegerät ein magnetisches Wechselfeld generiert, in das ein passiver Transponder gehalten wird. Dieser wird über das Magnetfeld mit Energie versorgt: Eine Spule dient als Empfangsantenne, durch Induktion wird auch die Schaltung betrieben. Generell spucken NFC und RFID-Transponder bei der Kopplung eine eindeutige, vom Hersteller festgelegte Identifikation aus. NFC erlaubt neben der

Aktiv-Passiv-Kommunikation auch einen Aktiv-Aktiv-Modus, zum Beispiel zwischen Smartphone und Supermarkt-Lesegerät bei Bezahlverfahren.

### Hund mit Funk

NFC arbeitet grundsätzlich mit einer Frequenz von 13,56 MHz und hat eine sehr geringe Reichweite (meist unter 10 Zentimeter). Das soll auch explizit so sein, um eine ungewollte Kommunikation zu verhindern. RFID kann auch auf weiteren Frequenzbereichen und mit wesentlich größeren Reichweiten arbeiten: RFID im UHF- (433/866/928 MHz) und Mikrowellen-Bereich (2,4/5,8 GHz) überwindet bis zu 6 Meter und wird deshalb für Fahrzeuganwendungen (Mautstationen, Parkhäuser etc.) eingesetzt. Für Zugangskontrollen werden (neben 13,56 MHz) oft langwellige RFID-Frequenzen (30 bis 500 kHz) genutzt; das Gleiche gilt für die Identifikation von Tieren: Während der internationale Standard bei Zootieren bei 125 kHz liegt, kommt bei Haustieren 134,2 KHz zum Einsatz; die zugehörigen Standards heißen ISO 11784 und ISO 11785.

Diese für Tiere vorgesehene Implantate werden von den Biohacking-Shops auch für Menschen verkauft, zum Beispiel der Digiwell xDW oder der Dangerous Things xBT mit Temperaturfühler. Mit NFC haben solche Implantate nichts zu tun, sie enthalten nicht einmal beschreibbaren Speicher, sondern lediglich eine unveränderbare ID. Das Gleiche gilt für 125-KHz-Implantate wie Dangerous Things xEM und I am Robot X1. Diese können mit einigen meist älteren Schließanlagen verwendet werden. Mit den NFC-Chips in Smartphones lassen sich solche Implantate mit 125 oder 134 KHz nicht auslesen.

Nicht einmal die Frequenzangabe 13,56 MHz weist zweifelsfrei auf Kompatibilität mit NFC-Smartphones hin: So arbeitet der populäre Mifare-Classic-1K-Chip zwar mit 13,56 MHz, spielt aber nicht hundertprozentig mit aktuellen Smartphones: Ein Samsung Galaxy S7 spuckt beispielsweise beim Lesen von Mifare-Classic-Tags grundsätzlich eine Fehlermeldung aus, obwohl die ID korrekt erfasst wird.

Um herauszufinden, welche Technik die Schlüssel-, Fitnessstudio- oder Kantinenkarte verwendet, kann man zum Beispiel die kostenlose Android-App „NFC Tools“ verwenden. Unter „Technologies available“ werden die unterstützten Protokolle angezeigt. Außerdem kann man unter dem Reiter „Write“ den sogenann-

ten „NDEF“-Bereich beschreiben, falls dieser vorhanden ist. Mit Apple-Geräten klappt das so noch nicht: Zwar ist seit iOS 11 der ab dem iPhone 6 eingebaute NFC-Chip für Entwickler freigegeben, allerdings nur lesend. Die NFC-Tools-App gibt es auch für Apple iOS, kann in dieser Version aber ausschließlich den NDEF-Bereich lesen – schreiben klappt nicht, außerdem lassen sich auch die unterstützten Protokolle nicht anzeigen.

**Der sicher verschlüsselnde DESFire-Chipsatz ist zurzeit nur als flexibles Implantat erhältlich. Die populäreren Glaszyylinder-Implantate sind deutlich leichter einzusetzen.**



## Mifare Classic ist geknackt

Trotz der Kompatibilitätsprobleme mit aktuellen Smartphones erfreut sich der Mifare Classic 1K nach wie vor einer gewissen Beliebtheit bei Biohackern – er ist nämlich problemlos kopierbar: Seit 2008 ist die Verschlüsselung geknackt, man kann also nun auch den eigentlich verschlüsselten Teil klonen. Wer sich beispielsweise im Fitnessstudio mit einer Mifare-Classic-Karte anmeldet, kann sich die Informationen auf das Implantat kopieren. Kompatibel sind beispielsweise Dangerous Things xM1+ und I am Robot X3. Lange werden solche Karten aber wohl nicht mehr in freier Wildbahn zu finden sein.

Zukunftssicherer sind die NFC-Chips Mifare DESfire und NTAG 216. Ersterer kommt auch in sicherheitsrelevanten Bereichen wie Bezahlsystemen zum Einsatz. Wer einen kompatiblen Chip in der Hand hat, kann eine vorhandene Bezahlkarte zwar nicht aufs Implantat kopieren; dafür aber den Inhaber des Bezahlsystems bitten, den eigenen Chip zum Bezahlen nutzen zu dürfen – zum Beispiel den Arbeitgeber, falls DESFire in der Kantine zum Einsatz kommt. Beim DESFire ist die eindeutige Identifikation nicht einfach in einem schreibgeschützten Bereich wie bei

anderen Chips gespeichert, sondern obendrein per Verschlüsselungsalgorithmus und Passwort geschützt.

DESFire bekommen Biohacker zurzeit nur als flexibles Implantat, das aufwendig unter der Haut vernäht werden muss. Die deutlich populäreren (und erprobteren) Glaszyylinder-Implantate dagegen kann man einfach per Spritze ins Gewebe drücken (siehe Reportage auf Seite 108).

Noch stärker abgesichert sind NFC-Kontaktlos-Bankkarten nach EMV-Standard: Sie nutzen asymmetrische Verschlüsselung und Tokens (siehe auch c't 16/2016). Deshalb kann man sich definitiv abschminken, sein Hand-Implantat zum Bezahlen im Supermarkt zu nutzen. Zwar unterstützen inzwischen die meisten Kartenterminals im Einzelhandel NFC – aber nutzen kann man diese nur mit offiziellen Bank- oder Kreditkarten beziehungsweise Apps wie SEQR oder Boon.

Den zurzeit wohl beliebtesten NFC-Chipsatz NXP NTAG 216 gibt es in Glaszyylinder- und Flex-Implantat. NTAG 216 hat wie DESFire einen nicht kopierbaren Bereich, allerdings keine hardwareseitige 3DES- und AES128-Verschlüsselung wie der größere (und teurere) Bruder. Der

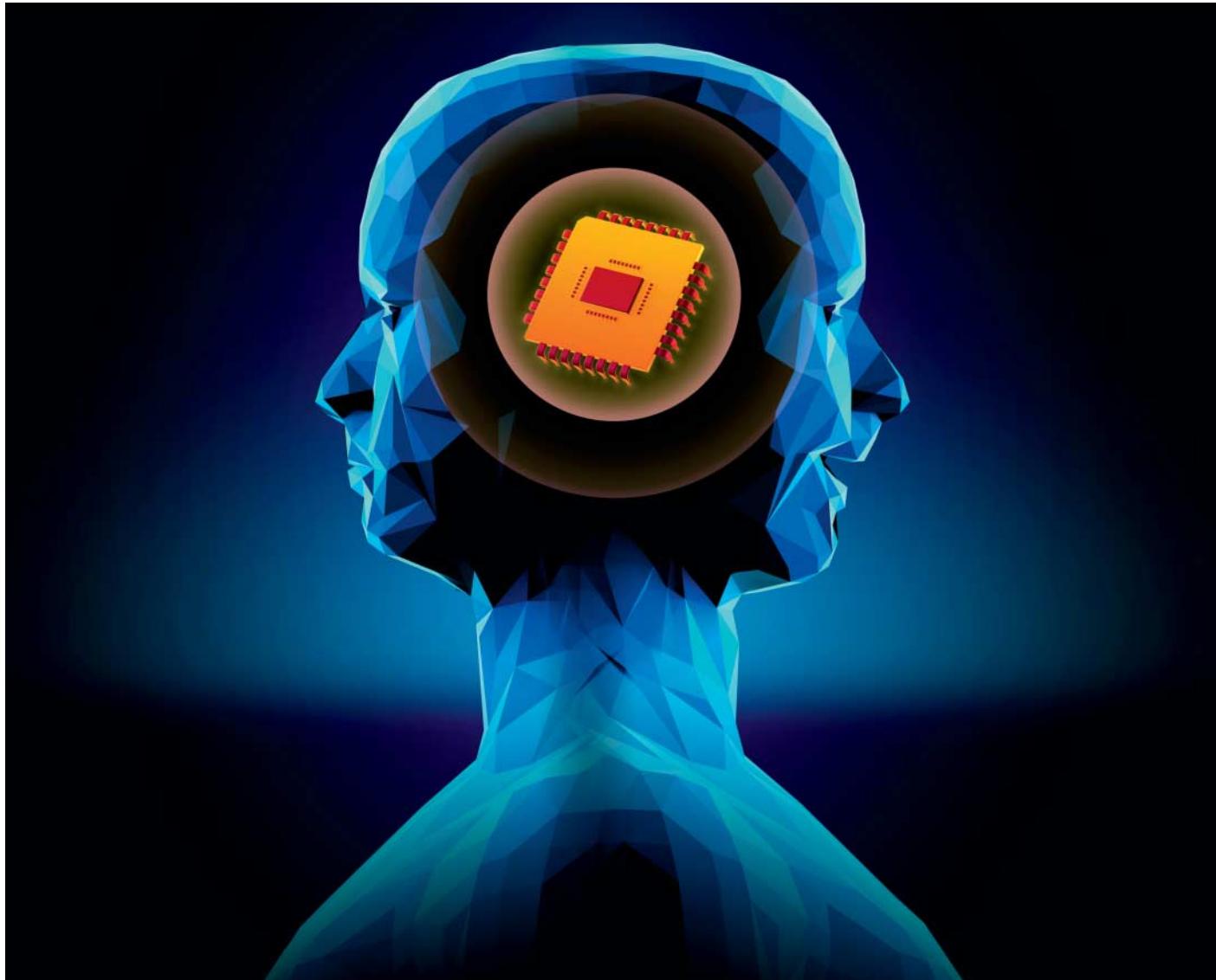
NTAG 216 ist deshalb eher auf „harmlose“ Anwendungen ausgelegt. Zum Beispiel kann man im beschreibbaren Speicherbereich seine elektronische Visitenkarte im vCard-Format ablegen. Will man auf einer Messe die Kontaktdaten austauschen, legt man einfach die Hand aufs Smartphone des Gesprächspartners. Ebenfalls nett: das WLAN-Gästepasswort im Implantat speichern und es dem Besuch per NFC zur Verfügung stellen.

Außerdem kann man über Android-Tools wie Tasker eine Reihe von Aktionen auslösen, wenn man den Hand-Chip mit dem Smartphone scannt. Das ist besonders im Bereich Heimautomation praktisch. Denkbar wäre zum Beispiel, alle Lampen und Unterhaltungselektronik per Handauflegen beim Verlassen der Wohnung abzuschalten. Allerdings benötigt man dafür natürlich kein Implantat, sondern kann sich genauso gut ein NFC-Tag neben die Haustür kleben und dieses beim Rausgehen mit dem Smartphone berühren: Ein Zehnerpack selbstklebende NTAG-216-Sticker gibt es für 10 Euro. Das ist preisgünstiger und weniger schmerhaft als ein Implantat – aber auch bei Weitem nicht so cool.

(jkj@ct.de) ct

## Nahfunk-Implantate

Produkt	Dangerous Things flexDF	Dangerous Things flexNT	Dangerous Things xEM	Dangerous Things xIC	Dangerous Things xM1+	Dangerous Things xNT	Destron Fearing xBT Temp	Digiwell xDW	I am Robot X1	I am Robot X2	I am Robot X3
Frequenz	13,56 MHz	13,56 MHz	125 kHz	13,56 MHz	13,56 MHz	13,56 MHz	134 kHz	134 kHz	125 kHz	13,56 MHz	13,56 Mhz
Chipsatz	NXP Mifare DESFire EV1	NTAG216	ATA5577	I-CODE SLI (SLO58030)	Mifare Classic 1k (MF1ICS50)	NTAG216	FDX-B RFID mit BioTherm-Temperaturmessung	FDX-B RFID	EM4102	NTAG 216	Mifare Classic 1k (MF1ICS50)
Standard	ISO14443A & NFC Type 4	ISO14443A & NFC Type 2	ISO11784/5	ISO15693	ISO14443A	ISO14443A & NFC Type 2	ISO11784/5	ISO11784/5	ISO 10536	ISO14443A & NFC Type 2	ISO14443A
Größe [mm]	10 × 22 × 0,5	8 × 22 × 0,4	2,12 × 12	2,1 × 12	3 × 13	2,1 × 12	2 × 12	2 × 12	2 × 12	2 × 12	3 × 13
Bauform	flexibles Biopolymer	flexibles Biopolymer	Borosilikat-Glaszyylinder	Borosilikat-Glaszyylinder	Borosilikat-Glaszyylinder	Borosilikat-Glaszyylinder	Borosilikat-Glaszyylinder	Borosilikat-Glaszyylinder	Borosilikat-Glaszyylinder	Borosilikat-Glaszyylinder	Borosilikat-Glaszyylinder
mit Smartphone beschreibbar	✓	✓	–	–	nur mit älteren Modellen	✓	–	–	–	✓	nur mit älteren Modellen
Preis	200 €	150 €	60 €	50 €	78 €	70 €	50 €	40 €	30 €	60 €	90 €
✓ vorhanden	– nicht vorhanden	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<sup>1</sup> mit „Biobond“-Beschichtung, verwächst im Körper											



# Cyborg-Nachbarn

## Körperupgrades, Transhumanismus, Ethik

**Die Verschmelzung von Technik und Körper ist bereits real und alltäglich – ebenso wie die Herausforderungen, die sie mit sich bringt. Christoph Giesa und Ricardo Ferrer Rivero beschäftigen sich mit der Transhumanismus-Szene und stellen sich die Frage: Wie weit werden wir als Menschen gehen?**

**Von Christoph Giesa und Ricardo Ferrer Rivero**

**S**teßen Sie sich vor, Sie müssten ab 2022 Ihr Smartphone als Implantat im Körper tragen. Das klingt abwegig, doch viele Menschen leben heute bereits so, wie Cyborgs in Science-Fiction-Romanen: Dauernd online, mit ständigem Zugriff auf ausgelagerte Informationen wie Telefonnummern, Stadtkarten und Fahrpläne, die wir daher aus unseren Köpfen verbannen können. Und die ersten Gadgets stecken schon in unserem Körper – zum Beispiel Herzschrittmacher, Cochlea-Implantate, Mikrochips und Magnete. Bis auch das Smartphone unter die Haut wandert, ist es zumindest technisch nicht mehr weit.

Schaut man genauer hin, sind wir dem sogar schon einen Schritt näher. Smarte In-Ear-Kopfhörer zum Beispiel: Durch die kabellose Technik und die Lage im Ohr selbst gibt es eigentlich keinen Grund mehr, die Kopfhörer jemals abzulegen – wenn man von den derzeitigen Einschränkungen wie Akkulaufzeit und Wasserdichte absieht. Normale Gespräche sind genauso möglich wie Telefonieren und das Hören von Musik. Und zwar, indem man die Kopfhörer einfach antippt. Wären sie implantiert, würden sie nicht so viel Spott ernten, wie beispielsweise Apples AirPods, wären immer einsatzbereit und gingen nie mehr verloren.

Hersteller wie Bragi oder Apple wurden schon dafür belächelt, dass sie einfach nur In-Ear-Kopfhörer ohne Schnur entwickelt haben – aber man könnte auch von der anderen Seite her argumentieren: Diese Hearables sind nicht die nächste Evolutionsstufe der tragbaren Lautsprecher, sondern vielmehr der erste Schritt zu deren Verschwinden. Und zwar im menschlichen Körper.

Mit solchen technischen Entwicklungen und deren Auswirkungen auf Mensch und Gesellschaft befasst sich der Transhumanismus. Diese Strömung und Denkschule will die Grenzen des Menschseins durch Technik überwinden.

Das hat gesellschaftliche und rechtliche Folgen und wirft Fragen auf: Darf ich meinen Körper technisch verbessern, um eine Goldmedaille zu gewinnen? Oder meine Chancen auf dem Arbeitsmarkt per IQ-Upgrade steigern? Und wer haftet eigentlich, wenn ich mir oder anderen mit meinen Upgrades schade?

### **Wollen oder haben müssen?**

Wie weit die Entwicklung schon ist, sieht man am Beispiel implantierbarer NFC-Chips (siehe Reportage auf Seite 108). Das funktioniert noch nach dem Pull-Prinzip: Menschen sehen etwas, finden es spannend oder praktisch und wollen es auch haben. So hat sich auch der Markt für Fitness-Tracker entwickelt. Die spannende Frage ist allerdings: Wann genau wird aus dem Pull- ein Push-Effekt? Wann stellen sich die Menschen die Frage: Will ich das haben oder muss ich es sogar, um mit anderen Schritt zu halten?

Wie sozialer Druck das Selbstbild einer Gesellschaft verändert, lässt sich über die Jahrzehnte nachvollziehen, wenn man die Verknüpfung von Körperlichkeit und Erfolg betrachtet. Waren in den 50er Jahren Übergewicht, Zigarettenkonsum und übermäßiger Alkoholgenuss nicht nur akzeptiert, sondern fast Pflicht, wären sie heute Karrierehemmer. Wer sich heutzutage in einigen Branchen nicht als sportlich und asketisch zeigt, hat es schwer auf dem Weg in die Chefetage. Da gehört es dann zum guten Ton, auch bei der Dienstreise die morgendliche Joggingrunde mit Zahnteiß-Lächeln bei Instagram zu posten – sonst leidet der Ruf. Das eigene Aussehen steht dabei stellvertretend dafür, ob man die erwartete Bereitschaft zur Selbstüberwindung mitbringt. Wer allerdings im Kampf mit seinem inneren Schweinehund auf verlorenem Posten steht oder schlicht-

weg in der Genlotterie nicht mit den Anlagen für den perfekten Körper gesegnet wurde, schiebt dann schnell nach Hilfsmitteln. Bisher beschränken sich diese auf Personal Trainer und danach auf chemi-

## **Das eigene Aussehen repräsentiert oft Selbstbeherrschung. Wer den Kampf mit seinem inneren Schweinehund verliert, schiebt schnell nach Hilfsmitteln.**

sche und schönheitschirurgische Optionen. Aber was, wenn plötzlich technische dazu kommen?

Vielelleicht gibt die Geschichte leistungssteigernder Mittel wie Erythropoetin – besser als EPO bekannt – einen Fingerzeig. EPO wurde ursprünglich nicht dafür entwickelt, die Ausdauer von Radfahrern oder Läufern zu steigern, sondern als Medikament zur Behandlung von Blutarmut bei Dialysepatienten. Ebenso haben die meisten Entwicklungen, die einem ein Gefühl für die nächsten Schritte zum Transhumanismus geben, ihren Ursprung in der medizinischen For-

schung, schaffen aber Begehrlichkeiten weit darüber hinaus. So entwickelt etwa Verily, eine Google-Tochter, gemeinsam mit Novartis smarte Kontaktlinsen für Diabetiker, um kontinuierlich und ohne Umstände deren Blutzuckerwert überprüfen zu können. Aber wenn man eine gechippte Linse erst einmal im Auge hat, was spricht dann dagegen, diese mit weiteren Funktionen aufzuwerten? Geforscht wird beispielsweise an Nachtsichtfähigkeiten. Sony hat außerdem ein Patent für eine Kontaktlinse angemeldet, die Videos aufzeichnen kann. Natürlich lassen sich auch noch die üblichen Sehschwächen längerfristig korrigieren. Aber das ist fast schon nebensächlich.

### **Bladerunner und Terminatoren**

Auch Prothesen wurden lange Zeit weiterentwickelt, um Menschen zu helfen, fehlende Gliedmaßen oder zumindest fehlende Funktionalitäten zu ersetzen. Doch nachdem auf diesem Feld riesige Fortschritte gemacht wurden, geht auch hier der Blick nach vorne. Inzwischen sind zahlreiche Menschen mit modernen Prothesen unterwegs, die sie mit neuronalen Befehlen steuern – einige lassen sogar ihre Träger über einen Feedback-Mechanismus einen Unterschied zwischen heiß und kalt fühlen.

Warum, fragen sich jedoch nicht nur Forscher, muss eine Armpflose den limitierten Fähigkeiten eines natürlichen, menschlichen Arms nachempfunden wer-

**Smarte In-Ear-Kopfhörer sind derzeit schwer angesagt. Außer Apple bieten diverse andere Hersteller Stöpsel an, die viele Smartphone-Funktionen direkt ins Ohr verlagern – zum Beispiel Sprachassistenten und permanenten Zugriff auf das Internet.**





Bild: Jim Thurstion via wikimedia.org (CC BY-SA 2.0)

Oscar Pistorius wurde mithilfe hochmoderner Prothesen als „Bladerunner“ vielfacher Medaillengewinner bei den Paralympics. Wegen einer Fehlbildung der Beine wurden Pistorius im Alter von elf Jahren beide Unterschenkel amputiert.

den? Könnte man nicht dem neuen Körperteil Fähigkeiten mit auf den Weg geben, die man aus Sendungen wie dem „Sechs-Millionen-Dollar-Mann“, „Terminator“ oder gar „Inspector Gadget“ kennt? Und keine Frage, man kann. Teleskoparme oder die Kraft einer Hebebühne unter einem handelsüblichen Pullover mögen einem für den Moment noch absurd vorkommen. Denkt man aber an den Sprinter Oscar Pistorius, dessen Name inzwischen vor allem mit dem Mord an seiner Freundin verknüpft wird, wird einem schnell wieder bewusst, wie aktuell das Thema ist. Beide Beine sind durch Unterschenkelprothesen ersetzt. Trotzdem holte er 2011 mit der Staffel Südafrikas sogar Weltmeisterschaftssilber über 4 × 400 Meter. Bei den Nichtbehinderten, wohlgemerkt. Die Frage steht im Raum: Wäre Pistorius jemals so schnell gewesen, wäre er mit gesunden Beinen auf die Welt ge-

kommen? Hätte er dann jemals diese Erfolge feiern und dadurch ein Leben in der High Society genießen dürfen?

Noch scheint es unvorstellbar, sich solch eine Prothese aus irgendeinem anderen Grund einzubauen zu lassen als aufgrund einer angeborenen körperlichen Behinderung, einer Krankheit oder eines schweren Unfalls. Wenn man sich aber an die Geschichte von EPO erinnert, wird schnell deutlich: Es ist nur eine Frage der Zeit, bis auch gesunde Menschen schnellere Beine haben wollen.

Einige Firmen haben das von vornherein im Blick. Kernel etwa ist Vorreiter beim Versuch, eine Vernetzung zwischen Technik und menschlichem Gehirn zu schaffen. Das primäre Ziel, so heißt es in der Mission des Unternehmens, ist die Entwicklung von Techniken, mit denen Nervenkrankheiten verstanden und behandelt werden können. In einem nächsten Schritt sollen dann die komplexen Fähigkeiten des Gehirns so weit erforscht werden, dass darauf basierend Applikationen zur Erweiterung der Wahrnehmungsfähigkeit entwickelt werden können.

### **Upgrades für Job, Flirt und Leben**

Das Tuning des eigenen Körpers als Erfolgsmerkmal bis hin zu operativen Eingriffen und der Einnahme leistungssteigernder Substanzen beschränkt sich aber schon jetzt nicht mehr auf den kleinen Bereich des Spitzensports. Es hat längst die Mitte der Gesellschaft – die Erfolgsgreichen, aber auch die Aufstiegsorientierten – erreicht. Der Druck, dort mitzuspielen, wird immer größer und mit dafür verantwortlich gemacht, dass die Zahl psychischer Erkrankungen und die Selbstmordrate in den westlichen Gesellschaften unaufhörlich ansteigen. Die Verlockung, sich um jeden Preis einen Vorteil zu schaffen, ist also groß. Vor allem, wenn es weit über den pillengroßen NFC-Chip in der Hand hinaus gehen wird – bis hin zu Eingriffen ins Gehirn.

Brustimplantate und andere rein kosmetische Operationen erfreuen sich heutzutage großer Beliebtheit. Sie steigern, glauben viele zumindest, den eigenen Wert im Show-Business oder beim nächsten Date. Was für eine Sogwirkung würden dann Operationen entfalten, die nicht nur schön, sondern auch noch schnell, stark oder geistig besonders leistungsfähig machen?

Der Fantasie sind gerade beim Gehirn-Tuning keine Grenzen gesetzt. Wer hätte nicht gerne immer den perfekten Flirtspruch auf Basis der Vorlieben des Gegenübers parat? Oder noch besser: Das Wissen des gesamten Internets immer abrufbereit im Kopf?

Bei einer Bewerbung auf einen Job in der IT-Branche hätte jemand, der dank Gehirnimplantat per Gedanken auf Google und Co. zugreifen kann, wahrscheinlich größere Chancen als jemand mit einem Standardhirn. Der Implantaträger wäre für die Arbeit schlicht besser geeignet. Wenn ein Cyborg durch Upgrades viel bessere Chancen auf dem Arbeitsmarkt hat, wie stellt man dann zwischen Menschen mit Körper-Upgrades und solchen ohne zumindest rechtlich ein Gleichgewicht her? Das ist vergleichbar mit der

## **Wer hätte nicht gerne das Wissen des gesamten Internet immer abrufbereit im Kopf?**

Frage, wie man heutzutage rassistische Diskriminierung verhindert: Selbst wenn alle wissen, dass an Diskotüren schwarze Männer mehr Probleme haben als weiße, und auch bekannt ist, dass diese Form der Diskriminierung verboten ist, bleibt das Problem doch real.

### **Die Zukunft – grimm oder großartig?**

Yuval Noah Harari, der mit „Homo Deus“ seit Monaten auf den Bestsellerlisten vertreten ist, ist davon überzeugt, dass die Entwicklung hin zum Cyborg eine zutiefst unsoziale sein wird. Die Begründung dafür klingt in seinem Buch so zynisch wie einleuchtend: In der Vergangenheit sei die wachsende Gleichbehandlung von Menschen auch deshalb erforderlich gewesen, weil Staaten und deren Regierungen gesunde Soldaten und Arbeiter brauchten. Falle dieses Argument weg, weil Kriege, Produktion und Service von Maschinen übernommen werden, hätten die Mächtigen dann vermutlich kein Interesse mehr daran, ihre Privilegien allen zugänglich zu machen. Harari prophezeit daher eine neue Kaste reicher Cyborgs.

Doch es gibt auch Gegenargumente: Denn so sehr Maschinen irgendwann menschliches Verhalten simulieren können, so wenig werden sie in der Lage sein, den emotionalen Kern des Menschseins abzubilden. Und zu diesem gehört etwas, von dem Menschen seit Tausenden von Jahren profitieren: Mitmenschlichkeit und soziale Eingebundenheit. Solange die Regeln für die Nutzung von Technik von Menschen in gesellschaftlichen Aushandlungsprozessen erarbeitet und festgelegt werden, haben auch diese vermeintlich irrationalen Gefühle einen Platz in der Debatte. Auch und besonders, wenn die Technik im Menschengewand daherkommt.

### Mensch gegen Maschine

Wenn die Grenzen zwischen Technik und Körper, Intelligenz und künstlicher Intelligenz, Mensch und Maschine immer mehr verwischen, stellt sich Forschern und Visionären aber noch eine ganz andere Frage: Wird der Mensch am Ende überhaupt noch gebraucht? Vielleicht ist der Transhumanismus eine Evolutionsstufe des Menschseins. Möglicherweise verlängert er aber auch nur die Phase eines Nebeneinanders zwischen Menschen und

Maschinen. Oder er ist sogar der erste Schritt auf dem Weg zur Abschaffung des Menschen.

Unfraglich werden die Entwicklungen im Bereich der künstlichen Intelligenz vieles von dem automatisieren, was heute von Menschen erledigt wird. Jedem von uns fallen Beispiele ein, in denen das kein Verlust wäre. Oder wäre es schade, wenn in Zukunft tatsächlich Roboter statt Menschen gefährliche, dreckige Arbeiten übernehmen?

Mit der Debatte darum, wie Arbeit neu verstanden und verteilt wird, hält sich der Transhumanismus jedoch nicht auf. Denn wenn sich derzeit unter diesem Begriff auch noch viele unterschiedliche, teils widersprüchliche Visionen tummeln mögen, dann gehört eine ganz sicher nicht dazu: nämlich die, gegenüber Maschinen nicht ins Hintertreffen zu geraten. Der Transhumanismus will die Möglichkeiten des Menschen ausreizen – und zwar durch die Nutzung technischer Entwicklungen. Bei allen Missbrauchsmöglichkeiten, die jede Neuerung im Bereich der Digitalisierung und Robotik auch heute schon mit sich bringt, werden die Chancen von den Protagonisten doch deutlich stärker bewertet als die Risiken.

### Von Gesetzen und Grauzonen

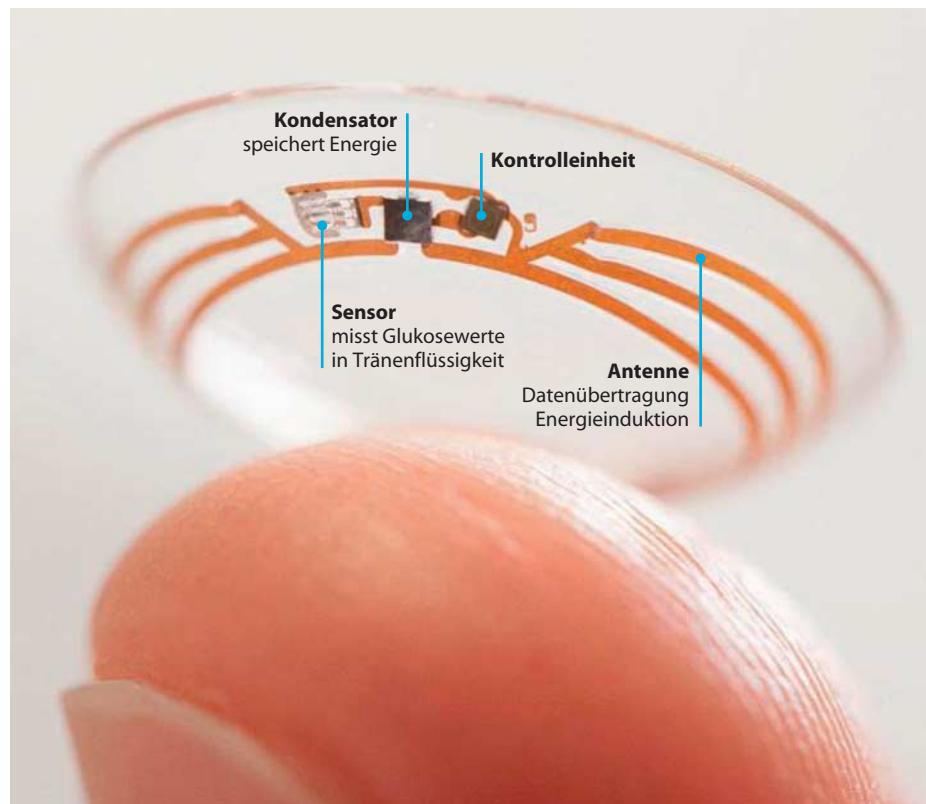
Ein rechtlicher Rahmen für Technik im eigenen Körper fehlt noch – nicht nur im Spitzensport. Aber es ist nur noch eine Frage der Zeit, denn es gibt wichtige Aspekte zu klären. Welche persönlichen Schutzzonen gibt es noch, wenn wirklich alles um einen herum – und in einem selbst – getrakt wird? Wer hat ein Recht, die Daten

**Ein rechtlicher Rahmen für Biohacking wird niemals fertig sein, weil auch die technische Entwicklung niemals enden wird.**

aus den im Körper befindlichen Gadgets auszulesen? Gelten sie als Beweismittel in Strafverfahren? Und wer haftet eigentlich, wenn ein Bauteil mit einem Defekt Menschen schadet? Oder wenn es gar gezielt dafür genutzt wird, zu schaden? Einen finalen Rechtsrahmen wird es dafür aber niemals geben, weil sich auch die Technik immer weiterentwickelt.

Natürlich wird es bei neuen rechtlichen Bestimmungen blinde Flecken geben, die findige Unternehmer für sich zu nutzen wissen werden – bis die Öffentlichkeit lauthals danach verlangt, dass das Schlupfloch gestopft wird. Das nächste wird nicht lange auf sich warten lassen. Es wird auch Menschen geben, die die Möglichkeiten der Technik komplett außerhalb der Gesetze einsetzen. Hacker gibt es, seitdem es Systeme gibt. An manchen Stellen werden sich dabei auch bestehende Gesetze ändern müssen. Sie werden den Gegebenheiten und dem Zeitgeist folgen – wie auch die Gesellschaft, die sich an sie zu halten hat. Und wo die Gesetzgebung nicht schnell genug hinterherkommt, probieren Biohacker in den Grauzonen Neues aus – seien das Mikrochips im Körper oder beispielsweise DIY-Genmanipulation mit der DNA-Programmiersprache CRISPR. Diese Zukunft hat längst begonnen – wie weit wir dabei gehen werden, ist aber noch lange nicht entschieden.

(jube@ct.de) **ct**



Smarte Kontaktlinsen: Erste Prototypen messen beispielsweise Blutzuckerwerte und senden sie an verbundene Geräte.



# Crossover-Spektakel

## Die 20 wichtigsten Spiele des Jahres

**VR-Spiele lernten laufen, Nintendo startete die Switch und Entwickler kreuzten die absurdesten Genres miteinander: 2017 war ein Jahr der Überraschungen. Wir küren die besten Spiele.**

**Von Hartmut Gieselmann,  
Stephan Greitemeier,  
Peter Kusenberg und  
Andreas Müller**

Eigentlich sollte 2017 ja das Jahr der Virtual-Reality-Spiele werden. Mit dem im Januar erschienenen **Resident Evil 7** von Capcom fing es auch viel versprechend an. Niemals zuvor hatte man ein Horror-spiel so hautnah erlebt. Doch es folgte eine

VR-Durststrecke. Zum Ende des Jahres präsentierte Bethesda noch einige VR-Umsetzungen älterer Spiele, davon abgesehen blieben große Blockbuster jedoch aus. HTC Vive und Oculus Rift warten bis heute auf ein Zugpferd, und dem isländischen Entwickler CCP ging nach dem Flop von „Sparc“ inzwischen sogar die Puste aus, sodass er seine VR-Abteilung schloss.

Stattdessen trumpfte ein anderer Kandidat auf, den kaum jemand auf dem Zettel hatte: Nintendos mobile Switch-Konsole. Zunächst wirkte das Spieleangebot abseits von **Zelda: Breath of the Wild** noch sehr dünn. Doch mit dem überraschend guten **Mario + Rabbids Kingdom Battle** sowie **Super Mario Odyssey** und weiteren Spaß-machern sorgten die Japaner für einen soliden und kontinuierlichen Nachschub. Die Switch avancierte folgerichtig zum Verkaufshit und Liebling der Spielekritiker.

US-amerikanische Publisher lassen die Switch bislang links liegen. Sie konzentrieren sich vielmehr auf neue lukrative Einnahmequellen: sogenannte Loot-Boxen, die für Taschengeldbeträge angeboten werden. Mit diesen virtuellen Überraschungseiern ziehen sie vor allem Online-Spielern das Geld aus der Tasche, die in Erwartung stärkerer Waffen zuweilen in einen Kaufrausch verfallen. Kritiker stufen das System mittlerweile als Glücksspiel ein und fordern Verbote. Das schmeckt den Publishern natürlich überhaupt nicht, da manche mit digitalen Zusatzverkäufen inzwischen mehr Geld scheffeln als mit dem regulären Verkauf ihrer Spiele.

Bei unserer Auswahl der besten Spiele 2017 haben wir deshalb sämtliche Loot-Box-Titel außen vor gelassen. Stattdessen haben wir uns auf Angebote konzentriert, die Solospiele in den Mittelpunkt rücken.

Hier findet man noch immer innovative Ansätze. Eine beliebte Kreativtechnik ist es beispielsweise, bislang unvereinbare Genres und Themen miteinander zu verschmelzen. Solche Crossover-Experimente führten in diesem Jahr zu den interessantesten Neuschöpfungen. Neben dem bereits erwähnten Mario + Rabbids kreuzt beispielsweise Sony in **Horizon Zero Dawn** ein Dinosaurier-Abenteuer mit einer Sci-Fi-Roboter-Geschichte. Supergiant lässt in **Pyre** Fantasy-Figuren zu einem Rugby-Match antreten. Das Rollenspiel **Persona 5** verkuppelt den Teenager-Alltag in Japan mit einer tiefenpsychologischen Superhelden-Story. Ninja Theorys **Hellblade** treibt den Wahnsinn sogar noch weiter und lässt seine Protagonistin Senua gegen Geister in ihrem Kopf und reale Monster kämpfen. Und nicht zuletzt verbindet das kurzweilige **Card Thief** ein typisches Schleich- mit einem taktischen Kartenspiel – Crossover-Ideen durchziehen die gesamte Spielelandschaft.

Auf den folgenden sechs Seiten haben wir die Highlights der Redaktion in drei große Bereiche aufgeteilt. Action-Freunde kommen bei den Horror- & Ego-Shootern auf ihre Kosten, sei es, wenn sie in **Wolfenstein 2** in den USA Nazis jagen, Albträume in **The Evil Within 2** oder **Get Even** ausleben oder ein temporeiches VR-Tänzchen mit den Monstern in **Doom VFR** wagen.

### Frei von Loot-Boxen

Entdecker können sich wiederum in den Open-World- und Rollenspielen austoben. Während Genreliebhaber exzellent in dem japanischen **Nier Automata** und dem Fantasy-Epos **Divinity Original Sin 2** bedient werden, darf in dem unkonventionellen **West of Loathing** herzlich gelacht werden, da es mit seinen Strichmännchen typische Westernklischees wunderbar durch den Kakao zieht.

Wer lieber knobelt, findet schließlich in der Kategorie „Strategie, Puzzle &

Jump'n'Run“ knifflige Herausforderungen für zwischendurch. Neben bereits erwähnten Mario-Titeln für die Switch, dem für Smartphones geeigneten **Card Thief** und dem kuriosen Fantasy-Sportspiel **Pyre** kommen Liebhaber altmodischer Konzepte im klassischen Buddelspiel **Steamworld Dig 2** zum Zug, während das furiose **Cuphead** unerschrockene Spieler in die Cartoon-Welt der 30er- und 40er-Jahre entführt.

Derweil schwelgen die Retro-Spiele, mit denen wir unsere Auswahl beginnen, nicht nur inhaltlich, sondern auch technisch in der Vergangenheit und verlassen sich gänzlich auf ihr zeitloses Design. Der Adventure-Krimi **Thimbleweed Park** könnte mit seinem pixeligen Humor denn auch ein verlorenes Lucas-Arts-Juwel sein, während **Polybius** ein Zeitalter wachruft, in dem man als Kind staunend auf die blinkenden Lichter der großen Arcade-Automaten gestarrt hat. Wir wünschen viel Spaß bei der Reise. (hag@ct.de) **ct**

## Retro

### Thimbleweed Park (Terrible Toyb., USK 12, 20 €)

Ein Vierteljahrhundert nach seinen Monkey-Island-Milesteinen entwickelte Ron Gilbert ein Adventure, das wie ein verlorengegläubter Point & Click-Schatz aus dem Jahre 1987 wirkt. In der vertrackten Detektivstory erkundet man mit wachsender Begeisterung den Ort Thimbleweed Park und kichert sich durch lustige Dialoge mit fünf spielbaren Figuren.

„Games“ ziehen sich überall als Metathema durchs umfangreiche Abenteuer.

Es ist gespickt mit anregenden Rätseln, die an die Glanzzeit der LucasArts-Adventures erinnern. Die Zeitreise in die späten Achtziger gelingt nicht zuletzt deshalb so gut, weil die kauzigen Pixelfiguren mit so passenden englischen Stimmen sprechen.

Der Point & Click-Connoisseur freut sich einen roten Hering darüber, dass er die wendungsreiche Handlung ohne Tell-tale-üblichen Quick-Time-Mumpitz spielen darf.



- ⬆️ lustige Dialoge
- ⬆️ tolles Retro-Design
- ⬇️ erstklassige Sprecher

### Polybius (Llamasoft, USK nicht geprüft, ca. 17 €)

Der Sage nach war Polybius ein vergessenes Arcade-Spiel, dessen Automaten Anfang der 80er epileptische Anfälle auslösten. Dieser urbanen Legende nahm sich Entwickler-Urgestein Jeff Minter an. Er schuf einen psychedelischen Arcade-Shooter, der den Spieler in Trance versetzt. Er fliegt durch einen niemals endenden Korridor und muss mit seinem kleinen Raumschiff Bison-Hörnern ausweichen und abstrakte Objekte abschießen. Dabei steigert

sich permanent das Tempo und es erklingen seltsame Geräusche von Tieren, die Minter auf seiner Farm in Wales sampelte.

Unterlegt mit treibender Techno-Musik wird Polybius zum surrealen Erlebnis. Trent Reznor von den Nine Inch Nails war davon so beeindruckt, dass er mit dem Spiel eines seiner Videos unterlegte. Der Trip funktioniert auf der PS4 Pro in 4K mit 120 FPS ebenso gut wie mit der PSVR-Brille. Eine PC-Version soll folgen.



- ⬆️ psychedelischer Trip
- ⬆️ versetzt in Trance
- ⬇️ verwirrende Spielobjekte

## Horror- & Ego-Shooter

### Resident Evil 7



(Capcom, USK 18, 25 bis 50 €)

**Statt das Erfolgsrezept wiederzukäufen, erfindet Capcom die Serie neu und lehrt Spieler auch in VR das Gruseln.**

So viel Mut muss man erst einmal aufbringen: Die etablierte Horror-Serie Resident Evil spült Capcom mit jeder Folge Millionen in die Kassen. Trotzdem zogen die Macher die Reißleine und entwickelten Resident Evil 7 von Grund auf neu.

Statt sich wie ein Supersoldat durch Action-Level zu ballern, wird man hier völlig wehrlos im verwahrlosten Landsitz einer Hinterwäldler-Familie eingesperrt. Unter ihnen sind Kannibalen, die ihre Opfer im Keller schlachten. Der Spieler muss entkommen, koste was es wolle.

Zur beklemmenden Atmosphäre trägt nicht nur die fotorealistische Grafik bei. Sie setzt jedes Zimmer dank Photogrammetrie überaus detailliert und aufwendig beleuchtet in Szene. Vor allem die leisen Geräusche jagen dem Spieler Schauer über den Rücken, wenn er vorsichtig von einem Zimmer zum nächsten schleicht.

Besonders eindrucksvoll klappt das in Virtual Reality, die leider nur auf der PS4 unterstützt wird. Das langsame Spieltempo und die penibel implementierten



Bewegungshilfen sorgen für ein Horrorerlebnis, das seinesgleichen sucht. Probleme mit der Simulatorkrankheit hatten wir während der rund zwölfstündigen Solo-Kampagne nicht.

Geschickt wechseln nervenzerreißende Schleichszenen mit Schockmomenten und wilden Verfolgungsjagden ab. Auch wenn die Figuren anders als in „Alien: Isolation“ stets vorgefertigten Skripten folgen, bleibt der Gruselfaktor hoch.

Erst gegen Ende ist der Spieler mit seinen gefundenen Waffen so stark geworden, dass das Spiel zu einem Action-Shooter gegen immer gleiche Schleichmonster verkommt. An einzelnen Stellen

muss man zwar schwierige Entscheidungen treffen, den Fortgang der Geschichte beeinflusst man dadurch aber kaum.

Lohnenswert sind die kostenpflichtigen Zusatzepisoden der Gold-Edition. Sie erzählen gruselige Kurzgeschichten, die man nur mit Kombinationsgabe überlebt.

Resident Evil 7 ist ein Meisterwerk des Horrors, das durch seine Atmosphäre vor allem in VR Maßstäbe setzt, die noch lange bestehen bleiben werden.

- ⬆️ grandiose Atmosphäre
- ⬆️ exzellenter VR-Modus
- ⬆️ permanente Hochspannung
- ⬇️ zu actionlastiges Ende

### Hellblade: Senua's Sacrifice



(Ninja Theory, USK nicht geprüft, ca. 30 €)

Das düstere Action-Abenteuer Hellblade: Senua's Sacrifice war eine der großen Überraschungen des Jahres. Die Entwickler, die zuvor mit teuren Blockbustern wie Heavenly Sword bekannt wurden, pfiffen auf Publisher-Millionen. Stattdessen bezahlten sie ihr Herzensprojekt komplett aus eigener Tasche, um die kreative Kontrolle zu behalten.

Der Spieler reist mit der Kriegerin Senua ins nordische Totenreich, um ihren Geliebten aus den Klauen der Göttin Hela zu befreien. Unterwegs trifft sie immer wieder auf riesige Torwächter, die ihr den Weg zum nächsten Abschnitt versperren. Die Gegner, die Senua auf dieser Reise ins Herz der Finsternis besiegen muss, sind

aber nicht nur untote Krieger, sondern auch die Stimmen in ihrem Kopf. Senua ist nämlich depressiv und wird von Psychosen geplagt. Besonders beeindruckend ist das über eine Surround-Anlage oder Kopfhörer, weil der Spieler die Stimmen, die sie mit ihrem Geflüster in den Wahnsinn treiben, dann von allen Seiten hört.

Das ungewöhnliche Spielkonzept hätte leicht schiefgehen können, aber Ninja Theory gelingt eine der eindrucksvollsten audiovisuellen Darstellungen der vergangenen Jahre. Selten zuvor wurde die Mimik einer Videospielfigur so lebensnah dargestellt wie hier. Wenn dann die Stimmen und Geräusche mit den Raumeffekten an die Ohren der Spieler dringen, ist die Illusion



perfekt. Da kann man die simplifizierten Schwerkämpfe leicht verschmerzen, die zwar ähnlich hart sind wie in Dark Souls, aber nicht deren Komplexität erreichen.

- ⬆️ bewegendes Drama
- ⬆️ tolle Animationen und Sound
- ⬇️ simplifizierte Schwerkämpfe

## Wolfenstein 2: The New Colossus

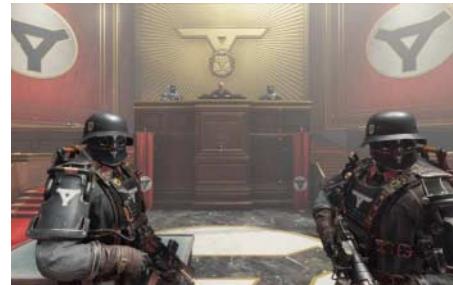


(Bethesda, USK 18, ca. 60 €)

Bei der öffentlichen Diskussion um die Darstellung von Hakenkreuzen in Videospielen ging ein Aspekt fast unter: Wolfenstein 2 ist ein richtig guter Shooter für Solisten geworden, ohne Multiplayer-Schnickschnack und Loot-Boxen.

Das Szenario spielt in einer alternativen Zeitlinie: Die Nazis haben den Zweiten Weltkrieg gewonnen und sind in die USA einmarschiert. Held William J. Blazkowicz schleicht und ballert durch das

halbe Land, um am Ende der bösen Kommandantin Engel den Garaus zu machen. Das ist abwechslungsreich, fordernd und spektakulär inszeniert. Da stört es nur wenig, dass das Gegnerverhalten nicht immer optimal abgestimmt wurde. Wolfenstein 2 schafft den schwierigen Spagat, ein Statement gegen den Faschismus zu setzen, ohne den moralischen Zeigefinger zu schwingen – eine derbe Ballerei mit kurzweiliger kathartischer Wirkung.



- ⬆️ spektakuläre Inszenierung
- ⬆️ gradliniges Ballervergnügen
- ⬇️ schlecht ausbalancierte Gegner

## The Evil Within 2



(Bethesda, USK 18, 30 bis 50 €)

Mit The Evil Within 2 meldet sich der Resident-Evil-Erfinder Shinji Mikami spektakulär zurück. Das surreale Horrorabenteuer profitiert vom besser abgestimmten Schwierigkeitsgrad. Nichtsdestotrotz muss man auch hier harte Kämpfe gegen grausige Monster bestehen. Der Held Sebastian Castellano kann die Umgebung an vielen Stellen taktisch nutzen und ganze Gruppen Untoter auf einmal erlegen. Das sollte er zu Beginn des Spiels jedoch tun-

lichst vermeiden, denn die schnellen Gegner sind im Pulk gnadenlose Killer. Statt dessen schleicht man besser durch den de tailliert umgesetzten Albtraum.

Der sprunghafte Plot verstärkt die Desorientierung. Die schlauchartigen Level wurden um eine frei erkundbare Stadt namens Union erweitert. Dadurch bekommt man zwar größere spielerische Freiheiten, etwas mehr Struktur hätte dem Spiel jedoch gutgetan.



- ⬆️ originelle Gruselmomente
- ⬆️ abgestimmter Schwierigkeitsgrad
- ⬇️ leicht konfuse Struktur

## Get Even

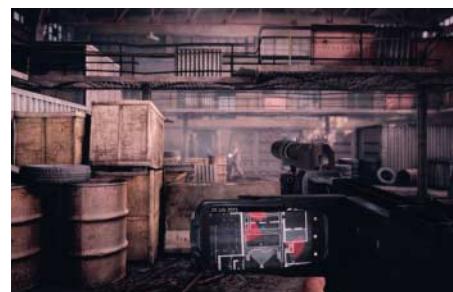


(Bandai Namco, USK 16, ca. 30 €)

Es vergeht kein Jahr, ohne dass Polen der Welt ein ambitioniertes Spiel schenkt. Diesmal war es Get Even von The Farm 51. Teils Technothriller, teils Horrorspiel zieht einen die komplexe Krimigeschichte in den Bann. Spezialagent Cole Black muss mit einer Art VR-Helm bruchstückhafte Erinnerungen durchleben, um eine Entführung aufzuklären. Zwar wirken die heruntergekommene Irrenanstalt oder das blitzende Forschungszentrum nicht be-

sonders originell, die ausgezeichnete Umsetzung des Spiels tröstet jedoch über manch unausgegorenes Element hinweg.

Black kann per Winkelkanone um die Ecke schießen und düstere Orte mit Spezialscannern untersuchen. Zur Spannung trägt der exzellente Soundtrack bei, der auf Aktionen des Spielers reagiert. Realität und Erinnerungen überschneiden sich immer wieder und machen Get Even zu einem außergewöhnlichen Noir-Thriller.



- ⬆️ vertrackte Story
- ⬆️ packende Atmosphäre
- ⬇️ etwas inkonsistente Umsetzung

## Doom VFR



(Bethesda, USK 18, 30 €)

Mit Doom VFR kann man die Dämonen endlich in VR vernichten. Grafik und Stimmung sind bombastisch, wenn die Kämpfe auch statischer ablaufen als im Vorgänger. Per Teleport und Hechtschritt wechselt man die Stellung, um die Monster in Stücke zu schießen. Das ist in VR zwar anstrengend, klappt aber erstaunlich gut.

Für die PSVR und HTC Vive stehen verschiedene Steuervarianten zur Wahl: Per Gamepad funktioniert recht lässig aus

dem Sessel. Hand-Controller sind mangels Drehmöglichkeit jedoch gewöhnungsbedürftig. Intuitiver zielen und ausweichen kann man mit dem VR Aim Controller, den Sony mit dem VR-Shooter „Farpoint“ vertreibt. Dank der ausgefuchsten Bewegungssteuerung umgehen die Macher viele VR-Probleme. Das hohe Spieltempo schlaucht zwar, übel wurde uns jedoch nicht. Kleinere Bugs will id Software noch ausbessern.



- ⬆️ intensive VR-Action
- ⬆️ ausfeilte Bewegungsmuster
- ⬇️ komplizierte Steuerung

# Open-World- & Rollenspiele

## Horizon Zero Dawn



(Sony, USK 12, ca. 70 €)

**In diesem imposanten Open-World-Abenteuer macht der Spieler in einer postapokalyptischen Steinzeitwelt Jagd auf riesige Robotersaurier.**

Mit dem Action-Rollenspiel Horizon: Zero Dawn startet Sony eine neue Spielmarke, die mit ungewöhnlichem Setting und origineller Hauptfigur auftrumpft. Die junge Jägerin Aloy kämpft in einer postapokalyptischen Steinzeitwelt gegen Robodinos. Dabei spürt sie ihrer Herkunft nach und deckt eine Verschwörung auf, die die Sauzier in Killermaschinen verwandelt.

Über weite Strecken wirkt das opulente Abenteuer der Killzone-Macher wie ein episches Rollenspiel. Die Entwickler haben die Dialogpassagen ebenso aufwendig in Szene gesetzt wie die anspruchsvollen Kämpfe gegen gigantische Superdinos, die sich wie echte Tiere in ihrem Habitat bewegen. So muss Aloy verschiedene Jagdtaktiken einsetzen, um die Riesen zu erlegen. Dank High-Tech-Scanner und futuristischem Flitzebogen kommen Sci-Fi-Fans auf ihre Kosten.

Die Spielwelt sieht mit ihren exotischen Bergwäldern und Ruinenstädten atemberaubend schön aus. Selbst die Ne-



benfiguren wurden erstklassig in Szene gesetzt, sodass Aloy anrührende Momente erlebt. Dank der lebensechten Mimik baut man eine enge Beziehung zu den Figuren auf. Zwar erlebt man einige Ungereimtheiten, doch die durchdachte Regie führt die Geschichte immer wieder zu ihrem roten Faden zurück. Das gilt ebenso für The Frozen Wilds, die erste umfangreiche Erweiterung, die nahtlos ans Hauptspiel andockt. In der empfehlenswerten „Complete Edition“ ist das Add-on bereits enthalten.

Sony's neue Spielserie enthält alles, was das Abenteurerherz begehrte: eine riesige Spielwelt, die zur freien Erkundung

einlädt, eine frische Mixtur aus Sci-Fi und Steinzeit, eine packende Story mit abwechslungsreichen Missionen, herausfordernde Kämpfe und lebensechte Figuren. Wer üppig inszenierte Fantasy-Rollenspiele à la „Witcher 3“ mag, sollte sich unbedingt auf ein Rendezvous mit Aloy und den Maschinentieren einlassen. In den kommenden Jahren werden wir sicherlich weitere Folgen dieses aufwendig inszenierten Abenteuers erleben.

- ⬆ originelles Szenario
- ⬆ lebendige Spielwelt
- ⬆ aufwendige Inszenierung
- ⬆ anspruchsvolle Kämpfe

## Zelda: Breath of the Wild (Nintendo, USK 12, ca. 60 €)

Zum ersten Mal schickt Nintendo seinen Helden Link durch eine offene Rollenspielwelt voll packender Kämpfe, kniffliger Rätselschreine und spannender Erkundungstouren. Dabei nimmt einen das Spiel nicht an die Hand, sondern lässt genügend Raum für eigene Erkundungen und Ah-Momente. Bevor der Spieler mit vor Aufregung glühenden Ohren das Böse vernichtet, erlebt er eine zu Herzen gehende Story. In deren Verlauf reist er kreuz und quer durch eine riesige Fantasy-Welt und bezwingt unheilvolle Titanen.

Die Missionsreihenfolge ist beliebig, genau wie Links Reiseroute. Der Spieler genießt eine Freiheit wie beim Genre-Primus Skyrim und fühlt sich wie ein Kind im

Bonbonladen, wenn er verzückt vor der Entscheidung steht, welche Quest er denn als nächste erledigen soll. Nintendos souveräne Regie bringt den Spieler stets in die Spur und erinnert mit düsteren Wetterphänomenen daran, dass Existenzielles auf dem Spiel steht.

Den Entwicklern ist das betörendste Zelda-Abenteuer in 15 Jahren gelungen, dessen kleine Mankos, etwa die unzuverlässige Bewegungssteuerung und die rasch zerbrechenden Waffen, maximal ein Schulterzucken wert sind. Auf der rund 100-stündigen Reise gibts nichts, was den Spieler vom endlosen Weitersuchen abhält – außer dem gelegentlichen Bedürfnis, ins Bett zu plumpsen und neue Kraft zu tan-



ken für den nächsten Titanen. Es ist ein würdiges Abschiedsgeschenk an die Besitzer der Wii U und ein Pflichttitel für die neue mobile Switch.

- ⬆ wunderschöne Spielwelt
- ⬆ abwechslungsreiche Missionen
- ⬆ faire undfordernde Kämpfe

## Divinity: Original Sin 2 (Larian Studios, USK nicht geprüft, ca. 50 €)

Das Rollenspiel-Epos beweist, dass man sich selbst nach einem großartigen Erstling noch steigern kann. Die Rückkehr ins fantastische Reich Rivellon ist eines der größten Abenteuer der vergangenen Jahre geworden.

Taktische Kämpfe, verpackt in einer epischen Geschichte, viele Freiheiten beim Spielstil und ein Soundtrack, der selbst Herr-der-Ringe-Fans vor Neid erlassen lässt – Rollenspielerherz, was

willst du mehr? Allein die Kämpfe sind ein Fest für Tüftler. Wie bei einem Schachspiel muss man jede Aktion genau planen – jede Pfütze kann zur tödlichen Falle werden.

Manchmal geht es turbulent zu: Wenn die Helden aus dem Gefängnis ausbrechen, gleichzeitig wichtige Entscheidungen einer Nebenquest treffen und dazu noch miteinander flirten, muss der Spieler einen klaren Kopf behalten. Aber diesen Aufwand ist das Spiel in jeder Minute wert.



- ⬆️ epische Geschichte
- ⬆️ detailverliebte, offene Welt
- ⬆️ taktischer Tiegang

## Persona 5 (Atlus, USK 16 ca. 60 €)

Die Entwickler von Persona 5 mixten in ihrem Spiel Problemthemen von Jugendlichen wie Mobbing, Missbrauch und Selbstmord mit einem klassischen Setting aus japanischen Rollenspielen. Die Helden müssen dabei nicht nur diese Gegner besiegen, sondern auch Freundschaften pflegen, für Prüfungen büffeln und sich gegen Schikanen ihrer Lehrer wehren.

Neben den schrägen Gegnern überzeugt der Ideenreichtum der Macher. Wo

in anderen Spielen nämlich nach ein paar Stunden kaum noch etwas Neues passiert, überrascht Persona 5 selbst nach 20 Stunden noch mit neuen Spielementen.

Die Übertreibungen führen gelegentlich jedoch zur Übersättigung. Die Zwischensequenzen sind zu lang geraten und manche Kämpfe ziehen sich endlos hin, bis ein kleiner Fehler alles zunichte macht. Persona 5 ist eben kein Pausensnack, sondern erfordert Geduld und Hingabe.



- ⬆️ originelles Spielkonzept
- ⬆️ stilvolle Inszenierung
- ➡️ langatmige Zwischensequenzen

## Nier Automata (Square Enix, USK 16, ca. 50 €)

Die Helden dieses japanischen Actionrollenspiels sind Androiden, die mit feschen Steampunk-Kleidern über eine menschenleere Erde flitzen, auf der sie aggressive Maschinenwesen bekämpfen.

Mitunter mag man gern ein Tränchen zerdrücken, denn die Story thematisiert die Widersprüchlichkeit der Spezies Homo Sapiens an sich. Aus dem Blickwinkel der sympathischen Androiden wirkt das überaus tiefgründig und anrührend.

Action-Fans und Rollenspieler kommen voll auf ihre Kosten. Die Entwickler inszenieren das Echtzeitgemetzel als Martial-Arts-Ballet, das zwischendurch wie ein Arcade-lastiger Sidescroller gesteuert wird. Aktuell gibt es kein vergleichbares Abenteuer, das die Eleganz eines Bayonetta mit der Erzählfreude eines Final Fantasy so geschmeidig vereint, ohne dass der Spieler zu viel Kitsch-Sofße schlürfen müsste.



- ⬆️ rührende Geschichte
- ⬆️ überraschende Perspektivwechsel
- ➡️ teils detailarme Kulissen

## West of Loathing iOS

Das Rollenspiel West of Loathing lässt kaum ein gutes Haar an alten Westernmythen und schickt den Spieler als Strichmännchen in den Kampf gegen dämonische Kühe, Kobolde und Geisterpferde. Das klingt nach einem schlechten Scherz, unter der skurrilen Hülle verbirgt sich jedoch ein ernstzunehmendes Rollenspiel.

Die Entwickler fordern hier ein hohes Spieltempo. Ständig hat das Strichmännchen-Greenhorn neue Aufträge zu erledi-

(Asymmetric Publications, USK n. g., 10 €)

gen oder erlebt komisch-absurde Momente. Dagegen wirken die rundenbasierten Kämpfe fast wie ein Relikt aus alten Tagen.

Die forsche Herangehensweise macht West of Loathing zu einer Frischzellenkur für das angestaubte Genre der Indie-Rollenspiele. Die Entwickler setzen auf pure Unterhaltung – nicht immer jugendgerecht und geschmackvoll, aber immer originell und temporeich.



- ⬆️ witziges Szenario
- ⬆️ origineller Grafikstil
- ➡️ altbackenes Kampfsystem

## Strategie, Puzzle & Jump'n'Run

### Mario + Rabbids Kingdom Battle



(Ubisoft, USK 6, ca. 50 €)

**Lassen Sie sich von der verspielten Aufmachung nicht täuschen: Mario + Rabbids ist eines der kreativsten Taktikspiele der vergangenen Jahre.**

Für seinen ersten Switch-Titel hat sich Ubisofts Entwickler Davide Soliani etwas Besonderes ausgedacht: Er kombiniert eine ausgefuchste taktische Spielmechanik mit knuddeligen Figuren. Was auf den ersten Blick wie ein belangloses Party-Spiel wirkt, ist ein geradezu mustergültiges Beispiel, wie man komplexe Inhalte in einer leicht verdaulichen Verpackung serviert.

Statt sonst üblicher martialischen Space-Marines lässt Soliani mit Mario & Co. entzückende Comic-Figuren auflaufen. Dem sonst so zeitintensiven Ressourcenmanagement schiebt er einen Riegel vor, indem er den Spieler jeweils nur drei Figuren befehligen lässt.

Mario, Luigi und ihre Rabbids-Freunde treten auf verwinkelten Schlachtfeldern gegen wild gewordene Karnickel und riesige Bosse an. In diesen Schlachten wird wie in XCOM rundenweise gezogen. Man bringt die eigenen Figuren in gute Schusspositionen, ohne die Deckung aus



dem Auge zu verlieren. Der Clou sind die Sprungstafetten: Geschickt geplant, überbrückt das eigene Kämpfertrio große Entfernung und dezimiert die gegnerische Übermacht. Mit Spezialwaffen löst man aberwitzige Kettenreaktionen aus und schickt Gegner ins Karnickel-Nirvana.

Der Schwierigkeitsgrad zieht dabei nur langsam an. Sukzessive lernt man neue Angriffe und schaltet stärkere Waffen frei, die Gegner mit Honig verkleben oder ihre Deckung zertrümmern. Wer sein Dreier-Team nicht richtig koordiniert, zieht gegenüber der KI schnell den Kürzeren, denn die nutzt jede offene Flanke geschickt aus.

Die Franzosen spendierten dem Spiel vor Kurzem einen Mehrspielermodus, in dem zwei Spieler an der Switch gegenüber antreten. Gewonnen hat, wer in den kleinen Arenen die drei gegnerischen Figuren als Erster eliminiert.

Mario + Rabbids ist ein überaus gelungenes Crossover. Dank der geschickten Kombination aus taktischer Herausforderung mit flotter Spielweise avanciert es zur Überraschung des Jahres.

- ⬆️ peppige Inszenierung
- ⬆️ taktischer Tiefgang
- ⬆️ abwechslungsreiche Kämpfe
- ⬆️ großartiger Spielfluss

### Super Mario Odyssey



(Nintendo, Switch, USK 6, ca. 50 €)

In diesem quirligen Mario-Abenteuer benötigt der unermüdliche Prinzessinnen-Retter die Hilfe des sprechenden Hutes Cappy. Zusammen reisen die beiden durch Eis-, Wald- und Tropen-Landschaften, um Peach als entführte Braut aus den Klauen des bösen Bowlers zu befreien. Dazu durchstöbern sie die ungemein vielseitigen 3D-Terrains nach magischen Münzen und Monden, bestreiten knifflige Rätsel-Parcours und bewähren sich in nervenaufreibenden Levelboss-Kämpfen.

Auf den ersten Blick erinnert Odyssey an die älteren Teile von „Super Mario Galaxy“. Indes bringt Cappy frischen Wind ins Hüpf-Spring-Prozedere, denn der Hut-Wurf lässt sich vielseitig einsetzen: Mario

erledigt mit ihm Gegner aus der Ferne, überbrückt Abgründe oder übernimmt die Kontrolle über besonders große Widersacher. So schlüpft er in die Rolle von Fischen, Gumbas oder Dinosauriern, die immer wieder für kurzweilige Abwechslungen sorgen. Das macht einen Heidenspaß und reizt den Spieler, ungewöhnliche Lösungswege zu beschreiten (oder zu be tauchen), um die abgelegtesten Geheimräume zu entdecken.

Die Entwickler haben dieses Abenteuer-Potpourri derart motivierend inszeniert, dass man nach dem Sieg über Bowser gern noch weiter durch die Welt reist, um ihr noch mehr Geheimnisse zu entlocken. Zwar kennt man die bewährte



Formel der Mario-Spiele bereits aus früheren Titeln, in puncto Spielspaß setzt „Odyssey“ jedoch eine neue Bestmarke in der Karriere des Klempners.

- ⬆️ pfiffige Gestaltungswandlung
- ⬆️ originelle Minispiele
- ➡️ 08/15-Story

## Cuphead



(StudioMDHR, USK nicht geprüft, ca. 20 €)

Das Debüt der Brüder Chad und Jared Moldenhauer ist ein harter Brocken. Mancher Spieler verzweifelte gar an den häufigen Bildschirmtoden. Jedoch sollte man Cuphead keinesfalls auf seinen immens hohen Schwierigkeitsgrad reduzieren.

Visuell inspiriert von Zeichentrickklassikern der 30er und 40er Jahre schicken die Entwickler eine kleine Tasse in den Kampf gegen den Teufel und seine Untertanen. Den Spieler erwarten surreale

Gegner wie eine Riesenkartoffel oder eine durchgedrehte Jahrmarktsbesitzerin, die mit ihren Attraktionen um sich wirft. Zwischen den Hüpfenlagen wechselt das Abenteuer ins Genre der Shoot'em ups.

Um hier zu bestehen, braucht es schnelle Reflexe und geduldiges Auswendenlernen der Angriffsmuster. Es ist eine Hommage an die gute alte Zeit. Das erkennt selbst, wer dem Bildschirmtod nicht entrinnen kann.



⬆ origineller Grafikstil

⬆ hart, aber fair

⬇ mitunter zu hektisch

## Pyre



(Supergiant Games, USK 12, ca. 20 €)

Pyre mischt ein Fantasy-Rollenspiel mit sportlichen Rugby-Duellen. Die Regeln sind schnell verstanden, das Spielprinzip aber trotzdemfordernd. Mit einer Mannschaft aus drei Figuren muss man eine magische Kugel ins gegnerische Tor treiben, ohne sich von der ungewohnten Steuerung zu Fehlgriffen verleiten zu lassen.

Ein bunter Strauß von Figuren bringt neue Fähigkeiten aufs Feld. Dämonen, Erdwürmer und lebende Bäume halten

das Spiel mit ihren Taktiken lange frisch. Der ungewöhnliche Mix funktioniert deshalb so gut, weil sich die Macher von „Bastion“ auf ihre Stärken konzentrieren: malerische Zeichnungen und einen wunderbaren Sprecher, der diefordernden Partien aus dem Off kommentiert. Wem die Story der Solo-Kampagne zu betulich ist, der kann sich auf Duelle gegen die KI oder einen menschlichen Gegner am selben Rechner konzentrieren.



⬆ origineller Genre-Mix

⬆ wunderschöne Präsentation

⬇ kein Online-Multiplayer

## Steamworld Dig 2



(Image &amp; Form, USK 0, ca. 20 €)

Rusty ist verschwunden. Die putzige Bergarbeiterin Dorothy macht sich in diesem rätselhaften Jump'n'Dig-Adventure auf die Suche nach ihrem kleinen Roboterfreund. Wie in vergleichbaren Side-Scroller-Titeln à la Spelunky gräbt man mit Pickel, Presslufthammer und Sprengstoff tiefe Stollen durchs Erdreich, um eine wundersame Welt freizulegen, Schätze zu bergen und bis zur finalen Rettung jede Menge Geheimnisse zu lüften.

Das schwedische Entwicklerteam hat sich Schnickschnack wie 3D-Filmchen und einen Mehrspielermodus gespart. Stattdessen erlebt man ein angenehm altdisches Erkundungsspiel.

Man experimentiert mit Sprengmitteln und verbessert die Ausrüstung der Roboterheldin. Abgesehen von manch kniffligen Sprungpassagen gelingt dies so lässig wie in kaum einem anderen Rätsel-Jump'n'Run.



⬆ putzige Roboter-Figuren

⬆ pfiffige Rätsel

⬇ einige knifflige Sprungpassagen

## Card Thief



(Tinystatkales, USK nicht geprüft, ca. 3 €)

Der Berliner Entwickler Tinystatkales liefert mit Card Thief einen Zeitfresser ab, den man nur schwer aus der Hand legen kann. Die Diebeshatz kombiniert ein Kartenspiel mit einem Schleichabenteuer und sorgt für stundenlange Unterhaltung.

Auf einem 3 × 3 Karten großen Raster muss der Dieb durch ein Schloss schleichen, Soldaten ausweichen und schließlich mit dem Schatz entkommen. Jede Karte auf dem Spielfeld hat besondere

Eigenschaften und beeinflusst andere Karten.

Der Spieler muss stets abwägen, wie viele Schatzkarten er stibitzt und wann das Risiko zu groß wird. Das Prinzip ist leicht zu verstehen und besitzt einen hohen Wieder-Spielwert, da jedes Kartenschloss zufällig aufgebaut wird. Auf dem Smartphone eignet sich Card Thief deshalb für eine schnelle Runde zwischendurch ebenso wie für lange ausgetüftelte Beutezüge.



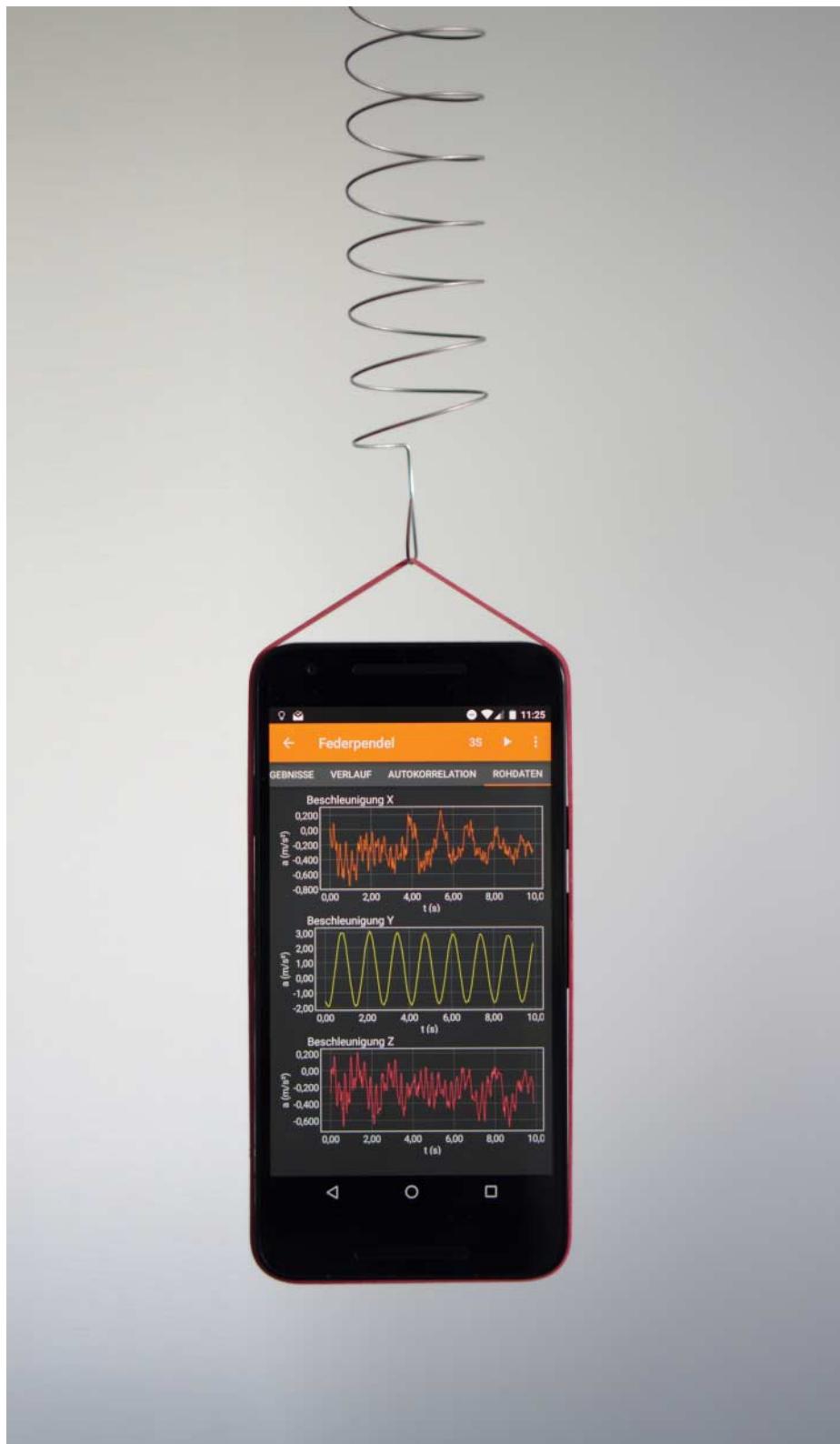
⬆ clevere Spielidee

⬆ ausgetüfteltes Regelwerk

⬇ manchmal glücksabhängig

# Labor in der Hosentasche

## Experimentieren mit der Physik-App phyphox



**Jedes Smartphone ist ein Mini-Physiklabor: Es enthält Sensoren für Licht, Beschleunigung, Magnetfeld und einiges mehr. Apps, die die Sensoren auslesen, gibt es viele. phyphox ist ein besonders gut gelungener Vertreter dieser Kategorie. Mit schlüssigem Bedienkonzept und gut gestaltetem Zusatzmaterial empfiehlt sich die App, um mit Kindern spannende Physik-Experimente auszuprobieren.**

**Von Dorothee Wiegand**

Kinder hantieren virtuos mit ihren Handys, aber dass ihr Smartphone nicht nur zum Chatten und Selfies knipsen taugt, ist ihnen dabei nicht unbedingt bewusst. Tatsächlich enthalten sogar ältere Modelle schon jede Menge Sensoren. Gyroskop, Lichtsensor, Magnetometer – was zunächst spaßfrei klingt, macht in Kombination mit phyphox Lust auf Physik.

Die App phyphox wird an der RWTH Aachen entwickelt. Der Name (gesprochen: „Fie-fox“) steht für „physical phone experiments“. Das Tolle an dieser Physik-App: Man kann einfach seinen Spieltrieb ausleben und in allen möglichen Lebenslagen spontane Messungen durchführen – man kann aber auch ganz ernsthaft physikalische Phänomene erforschen.

Um erst einmal die Bedienung kennenzulernen, empfiehlt sich einfaches Ausprobieren. Das kann zum Beispiel so aussehen: auf einen Stuhl mit Drehgestell setzen, aus der Rubrik „Sensoren“ den Eintrag „Gyroskop“ auswählen, Startpfeil antippen und losdrehen. Auch ohne den physikalischen Hintergrund zu studieren, erlebt man dabei ganz praktisch, wie die Kurven auf dem Handy-Display mit der Drehbewegung zusammenhängen. Falls auch ein Luftdrucksensor in dem Mobiltelefon

steckt, könnte ein Aufzug das nächste Versuchsobjekt sein: einsteigen, Rubrik „Alltag“ und dort den Eintrag „Aufzug“ wählen, Startpfeil antippen und losfahren.

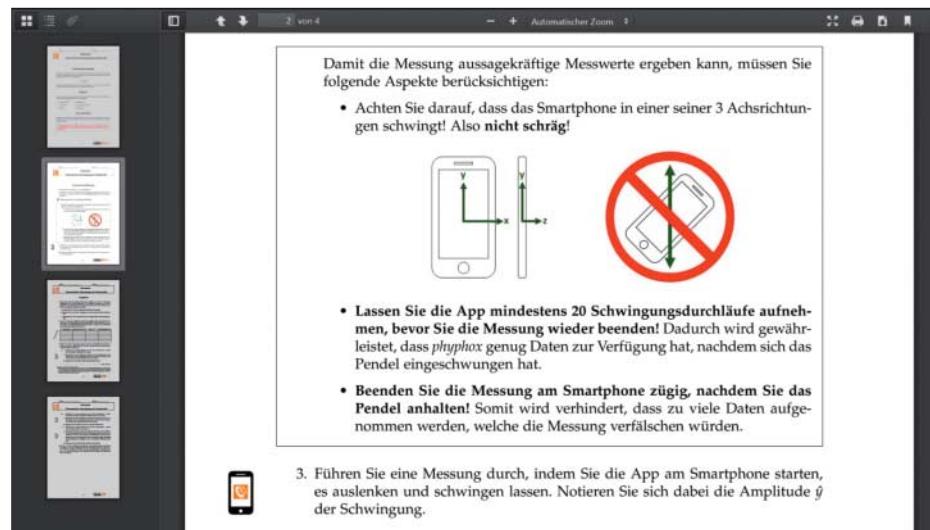
Schnell wird klar: In der ersten Rubrik namens „Sensoren“ ist man richtig, um die Rohdaten der Handy-Sensoren auszulesen. Es gibt Einträge für die Beschleunigung (mit und ohne Erdbeschleunigung g), für Gyroskop, Lichtsensor, Barometer, Magnetometer des Handys und für die GPS-Daten. In den folgenden Rubriken, nämlich „Akustik“, „Alltag“, „Mechanik“, „Werkzeuge“ und „Zeitmessung“, finden sich dagegen fertig vorbereitete Messanordnungen zum Experimentieren; sie heißen „Fadenpendel“, „Magnet-Lineal“ oder „Optische Stoppuhr“. Jeder Eintrag umfasst auch eine kurze Einführung und zu vielen der vorbereiteten Experimente gibt es anschauliche Videos.

## Schallgeschwindigkeit messen

Das Experiment zur Messung der Schallgeschwindigkeit, zu dem auch ein Video existiert, ist einerseits gut nachvollziehbar und andererseits schnell aufgebaut. Für die Umsetzung benötigt man zwei Smartphones mit installierter phyphox-App. Sie werden von zwei Personen bedient. Zwei Kinder ab etwa zehn Jahren können zu zweit experimentieren, ansonsten machen die Eltern mit.

In diesem Experiment soll die Zeit zwischen zwei Geräuschen gemessen werden. Beide Personen stellen sich dazu in einem definierten Abstand – beispielsweise fünf Meter – voneinander entfernt auf und wählen aus der Zeitmessung-Rubrik den Eintrag „Akustische Stoppuhr“. Hier kann man hinter dem Wort „Schwelle“ einen Wert zwischen 0 und 1 eingeben, um zu verhindern, dass ein zufälliges Umgebungsgeräusch die Messung startet. Der Wert sollte über dem dauerhaft hörbaren Umgebungsgeräusch liegen; das kann man vorab mit dem Experiment „Audio Oszilloskop“ messen. Wählen Sie ansonsten hier den Wert „0,2“, der für die meisten Smartphones bei normaler Zimmerlautstärke passen sollte, und justieren Sie ihn bei Bedarf durch Ausprobieren nach.

Beide Experiment-Teilnehmer legen ihr Smartphone nun messbereit vor sich. Eine Person klatscht in die Hände und beginnt damit die Zeitmessung beider Stoppuhren, wobei die Messung auf dem fünf Meter entfernt liegenden Smartphone



Auf der phyphox-Website gibt es nicht nur regelmäßig neue Experiment-Vorschläge, sondern auch didaktisch gut aufbereitetes Zusatzmaterial, das man als PDF herunterladen kann.

Nummer zwei um die Zeitspanne verzögert startet, die der Schall für diese Entfernung benötigt. Dann klatscht die zweite Person und stoppt damit die Messung. Uhr Nummer zwei stoppt sofort, während Uhr Nummer eins ihre Messung erst beendet, wenn der Schall bei ihr angekommen ist. Die Schallgeschwindigkeit lässt sich nun berechnen, indem man die Entfernung zwischen beiden Smartphones mal zwei nimmt und durch die Zeitdifferenz der beiden Messungen teilt.

Unsere Uhr Nummer eins stoppte 3,404 Sekunden zwischen beiden Klatscheräuschen, Uhr Nummer zwei zeigte 3,375 Sekunden an. 10 Meter geteilt durch die Differenz von 0,029 Sekunden ergibt 344 m/s, was sehr genau der Schallgeschwindigkeit in Luft entspricht. Dass wir gleich beim ersten Ausprobieren – mit einem iPhone und einem Android-Gerät – auf Anhieb perfekte Werte messen konnten, war allerdings sicherlich Zufall. Generell sollten Sie beim Experimentieren mit phyphox im Hinterkopf haben, dass Handy-Sensoren nicht immer präzise arbeiten. Wenn dann noch ein improvisierter Versuchsaufbau hinzukommt, darf man nicht mit allzu exakten Versuchsergebnissen rechnen. Darum geht es beim Tüfteln mit phyphox aber auch nicht. Wichtig ist vielmehr die Erkenntnis, dass sich Alltagsphänomene mit den Sensoren eines Smartphones spielerisch erforschen lassen.

Die phyphox-Website steckt voller Anregungen für Experimente. Für viele der

Vorschläge werden Alltagsgegenstände zweckentfremdet. So kann man das Smartphone in eine dicke Pappröhre stecken, die man so präpariert eine schiefe Ebene herunterrollen lässt – das Gyroskop zeichnet dann die zunehmende Geschwindigkeit der Drehung des Smartphones auf. Um die Zentrifugalbeschleunigung zu erforschen, lässt sich eine Salatschleuder verwenden: Das Handy wird dazu in das gut ausgepolsterte

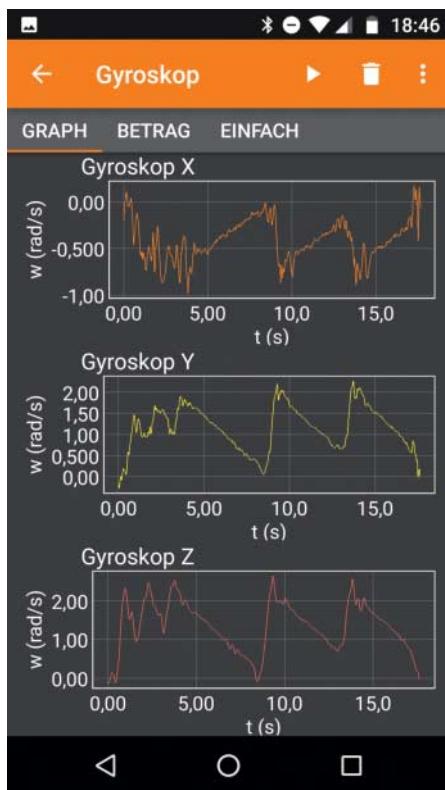
### Der c't-Tipp für Kinder und Eltern

#### Physik-Experimente mit dem Smartphone

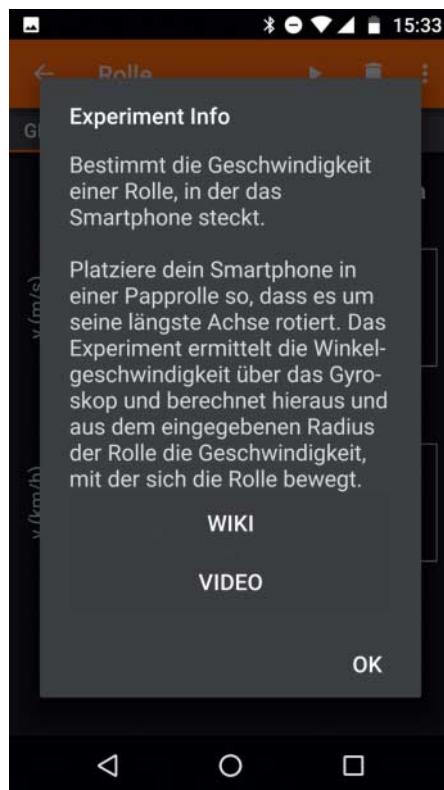
- Smartphone, App phyphox für Android (ab 4.0) oder iOS (ab 8.0), optional: Papprolle, Bindfaden, zweites Mobilgerät zum Fernsteuern, Tabellenkalkulation zur Datenauswertung**
- Grundlegendes Verständnis für physikalische Zusammenhänge**
- Unterschiedlich – einige Experimente lassen sich in wenigen Minuten durchführen, andere benötigen etwas Vorbereitung.**
- Kinder ab etwa 10 Jahren**
- Keine Kosten – die App ist kostenlos.**



Die vorbereiteten Experimente sind in der Physik-App phyphox nach Kategorien sortiert.



Auf dem Drehstuhl ein paarmal kräftig im Kreis gedreht – und schon zeigt phyphox faszinierende Kurven an.



Zu allen Experimenten gibt es eine kurze Einführung. Häufig kann man sich auch ein Video dazu anschauen.

terte Sieb der Schleuder gelegt. Während es sich dreht, erfasst das Gyroskop die Winkelgeschwindigkeit der Salatschleuder und der Beschleunigungssensor misst die Zentrifugalbeschleunigung.

### Mit Fernsteuerung

Wenn das Handy bei Experimenten wie diesen in einem Behälter verstaut wird, ergibt sich ein Problem: Der Startpfeil, der angetippt werden muss, um eine Messung zu starten, ist nicht frei zugänglich. Andererseits kann man aktuell in den Kurven, die phyphox aufzeichnet, nicht vor- und zurückscrollen. Messungen sollten daher so spät wie möglich vor Beginn des Experiments starten und unmittelbar danach stoppen, sonst wird am Anfang und am Ende eine lange Nulllinie aufgezeichnet. Hier kommt die Fernsteuerungsfunktion der App ins Spiel.

Das Smartphone, auf dem phyphox ausgeführt wird, lässt sich leicht mit einem PC oder Notebook verbinden: Der Rechner muss sich dazu im gleichen WLAN befinden. Wenn man die drei Punkte oben rechts antippt, erscheint ein kleines Menü, dessen vorletzter Eintrag „Fernzugriff erlauben“ lautet. Hier setzen

Sie ein Häkchen. Nachdem Sie den Sicherheitshinweis mit OK als gelesen markiert haben, blendet die App unten eine IP-Adresse ein, über die PC oder Notebook Zugriff auf die phyphox-Installation auf dem Handy erhalten. Öffnen Sie am Rechner ein Browserfenster und tippen Sie dort die gesamte Zeile – also zum Beispiel „<http://192.168.78.222:8080>“ – in die Adresszeile ein. Es sollte sich am Rechner ein phyphox-Fenster öffnen, über das Sie nun die App fernsteuern können.

Im WLAN von Institutionen oder Firmen, beispielsweise im Schulnetz, kann es sein, dass die Sicherheitseinstellungen den Fernzugriff auf die App verhindern. Dann können Sie die Netzwerk-Verbindung alternativ über die „Mobilgeräte“-Funktion des Handys herstellen. Die Verbindung auf diese Weise herzustellen hat zusätzlich den Vorteil, dass sie sich durch ein Passwort schützen lässt.

### Noch mehr Experimente

Die App wird derzeit weiter entwickelt. Einerseits ergänzen die Aachener Physiker nach und nach Funktionen, andererseits kommen regelmäßig neue Experimente hinzu. Zum RWTH Science Slam im No-

vember wurde ein Applaus-Meter veröffentlicht. Es verrechnet Dauer und Intensität eines Geräusches, um einen Score zu ermitteln: Je länger und je lauter das Geräusch, desto höher der Wert des Scores. Solche vorbereiteten Experimente lassen sich nachträglich in die App laden.

Es gibt auch einen Experiment-Editor, mit dem sich Experimente ansehen und beliebig modifizieren lassen. Profi-User legen damit eigene Experimente an, die sie für andere Anwender zur Verfügung stellen können.

Ein Tipp zum Schluss: Schauen Sie sich den „Weihnachtsempfänger“ aus der Rubrik „Spaß“ an. In dieser phyphox-Ergänzung geht es darum, die – etwas fiesen – Pfeiftöne eines Videos von der phyphox-Website zu dechiffrieren. Jeder Pfeifton setzt sich aus zwei Frequenzen zusammen. Die App bestimmt diese Frequenzen und zeichnet für jeden Ton einen Punkt in ein Koordinatensystem ein, wobei die beiden Frequenzen die x- und y-Position darstellen. Nach und nach entsteht aus diesen Punkten ein Bild ... Probieren Sie es aus!

(dwi@ct.de)

**App, Webseite:** [ct.de/yvgf](http://ct.de/yvgf)

Anzeige



# Bilderpracht

## Color Grading bei Videoaufnahmen in Log-Profilen

**Mit modernen Kameras lassen sich Videos in ungeahnter Bildqualität drehen. Allerdings bedarf es spezieller Aufnahme- und Formate sowie der Nachbearbeitung am Rechner, um das Optimum herauszuholen. Dafür steigen mit dem Aufwand auch die künstlerischen Freiheiten.**

**Von Nico Jurran**

Werbung für Videokameras überschütten Kaufinteressenten oft mit Hochglanz-Aufnahmen, auf denen auch in schwierigsten Lichtsituationen noch kleinste Details klar zu erkennen sind. Die ersten eigenen Aufnahmen bringen dann aber meist Ernüchterung: Die Videos unterscheiden sich kaum von dem, was einfache Kameras liefern. Vor allem aber scheint der tolle Bildsensor noch immer Probleme mit schwierigen Aufnahmesituationen zu haben – etwa in einem unbeleuchteten Raum, in dem durchs Fenster die Sonne scheint.

Die Wurzel dieses Übels liegt in der Abwärtskompatibilität: Auch modernste Kameras nehmen im Standard ITU-R BT.709 (besser bekannt als Rec.709) mit 8 Bit pro Farbkanal auf. So kommt am Ende ein Video heraus, das auf älteren Fernsehern genauso aussieht wie auf neuen TV-Modellen, PC-Monitoren, Beamern und Tablets. Allerdings ist dadurch auch der Kontrastumfang mager: Der liegt bei Rec.709 bei etwa sieben Blenden, während moderne Bildsensoren wesentlich leistungsfähiger sind und bis zu 14 oder gar 15 Stufen verarbeiten.

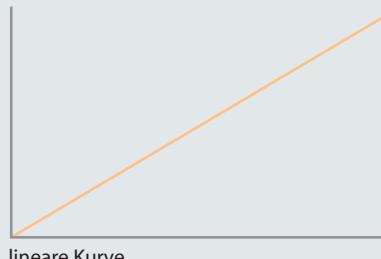
Beim Fotografieren würde man spätestens in solchen Situationen in den Raw-Aufnahmemodus wechseln, der den gesamten Kontrastumfang des Bildsensors nutzt. In der Nachbearbeitung ließen sich dann die zunächst im Schatten oder in überstrahlten Bildbereichen verschwundenen Details mit wenigen Klicks wieder sichtbar machen. Einen solchen Raw-Modus bieten für Videoaufnahmen bislang jedoch nur die wenigsten Kameras – schon wegen der anfallenden Datensmassen.

## Auf der Suche nach dem besseren Bild

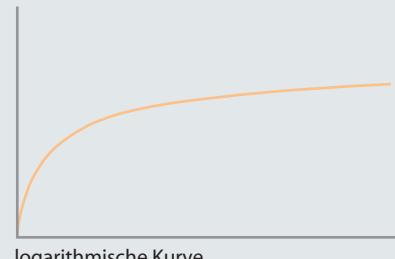
Bekommt man also wirklich keine besseren Bilder aus den Kameras heraus? Doch, aber wer die Möglichkeiten der Bildsensoren voll nutzen will, muss die Werkseinstellungen hinter sich lassen und Aufnahmemodi mit kryptischen Namen wie „S-Log“, „V-Log“, „D-Log“ oder „D-Cinelike“ aktivieren. Hierbei handelt es sich um sogenannte „Log-Gamma-Profile“, die bis zu 15 Blendenstufen in den Rec.709-Standard zwängen. Die Kamera generiert also ein Rec.709-konformes Videosignal, zeichnet darin aber ein auf den Sensor abgestimmtes und mit einer logarithmischen Gammakurve bearbeitetes Bild auf.

## Logarithmische Kurve

Vereinfachte Darstellung einer logarithmischen Kurve (rechts) im Vergleich zu einer linearen Kurve. Die Log-Kurve verschiebt dunklere Teile des Bildes nach oben und hellere Teile nach unten, damit Schatten beziehungsweise Highlights erhalten bleiben.



lineare Kurve



logarithmische Kurve

Solche Log-Profile bieten heute nicht nur Pro-Modelle von Firmen wie Arri und RED oder spiegellose Systemkameras beziehungsweise Spiegelreflexkameras der Spitzenklasse wie Panasonic Lumix DC-GH5, Sony Alpha 7s oder Canon EOS 5D Mark IV. Vielmehr stellen inzwischen auch viele preiswerte Kameras ein Log-Profil bereit, darunter bei der GoPro Hero seit der Version 3 in den Silver- und Black-Editionen (dort als „Protune Flat“ verfügbar) und der DJI Osmo (Plus). Selbst mit Drohnenkameras des letztgenannten

Herstellers sind Log-Aufnahmen möglich, wenn auch sicher nicht mit einem Umfang von 14 oder 15, sondern eher 9 oder 10 Blendenstufen.

Das Bild der Log-Aufnahmen sieht erst einmal schlechter aus als im Standard-Modus, alles wirkt flau und kontrastarm, nach Anwendung der passenden logarithmischen Korrekturkurve erhält man wieder ein brauchbares Bild.

Wendet man also beispielsweise in einem geeigneten Videobearbeitungsprogramm die passende Rec.709-Kurve auf

## Log und LUTs: 5 Tipps für den Einstieg

**Üben Sie den Umgang mit Profilen und LUTs.** Mit Log-Aufnahmen und LUTs sollten Sie sich nicht erst beschäftigen, wenn es an den „Ernstfall“ geht – schon weil viele Kameras mehrere Log-Profile bieten, die sehr unterschiedliche Ergebnisse liefern. Besser ist es, einfach mal ein und dieselbe Szene im Standardmodus und mit den einzelnen Log-Profilen aufzunehmen und anschließend farbzukorrigieren. So lässt sich feststellen, welche Kombinationen welche Möglichkeiten der Nachbearbeitung eröffnen beziehungsweise welche den persönlichen Geschmack am ehesten treffen.

**Beachten Sie etwaige Hinweise zu den LUTs.** Nicht immer holen die Log-Profile für alle LUTs gleichermaßen das Maximum aus dem Bildsensor heraus. Bei manchen Kameras ist es für optimale Resultate daher notwendig, zusätzlich die voreingestellten Werte für Schärfe, Sättigung oder Kontrast an die jeweilige

Matrix anzupassen. Die LUT-Anbieter führen die notwendigen Korrekturen gewöhnlich in einer mitgelieferten Dokumentation auf.

**Behalten Sie die Belichtung im Auge.** Log-Profile gehen bei den Aufnahmen an die Grenzen des Bildsensors, was auch Auswirkungen auf die Aufnahmen hat. Bei der Sony Alpha S7 kann man beispielsweise unter S-Log2 nur noch ISO-Werte ab 3200 nutzen. Um bei Tageslicht dennoch brauchbare Aufnahmen zu erhalten, müssen Sie mit einem ND-Filter, kleineren Belichtungszeiten oder einer kleineren Blende arbeiten. Wenn möglich, sollten Sie die Belichtung während der Aufnahme mit einem von der Kamera eingebblendeten Histogramm kontrollieren.

**Orientieren Sie sich am Ausgabeformat.** Mittlerweile gibt es eine Reihe von LUTs, die auf Anzeigegeräte jenseits von Rec.709 ausgerichtet sind – also bei-

spielsweise auf Displays mit erhöhtem Kontrastumfang beziehungsweise erweitertem Farbraum. Hier ist Vorsicht geboten: Es reicht nicht, dass der Monitor, an dem Sie die Bildkorrektur vornehmen, mit Werten jenseits von Rec.709 zuretkommt. Am Ende muss auch das Videoformat, in das das farbkorrigierte Video gerendert wird, derartige Bildparameter unterstützen.

**Dokumentieren Sie Ihre Arbeitsschritte.** Wer für ein größeres Projekt an mehreren Tagen filmt beziehungsweise die Nachbearbeitung in mehreren Schüben erledigt, sollte seine einzelnen Arbeitsschritte sorgfältig dokumentieren. Das gilt sowohl für die Einstellungen an der Kamera und eventuell genutzten Filtern als auch für die verwendeten LUTs und die dabei festgelegten Werte. Andernfalls kann es am Ende schwierig werden, dem Video tatsächlich einen einheitlichen Look zu verpassen.

die Log-Aufnahme an, erhält man am Ende wieder ein Video mit dem gewohnten Bild, das sich auf Knopfdruck ausspielen (rendern) lässt.

Dafür hat man nun aber die Möglichkeit, beispielsweise die Belichtung und den Kontrast zu korrigieren oder Glanzlichter zu betonen. Denn die Informationen beispielsweise zu besonders hellen Bildbereichen sind ja in der Log-Aufnahme vorhanden, sie befinden sich lediglich erst einmal außerhalb des Bereiches, den ein Rec.709-Display anzeigen kann. Hinsichtlich des Bearbeitungsspielraums liegen Log-Videos damit zwischen nativem Rec.709-Material und echten Raw-Aufnahmen.

Ein Vorteil von Log-Aufnahmen: Da die Videodaten Rec.709 übertreffen, lässt sich dasselbe Material später für andere Zielformate nutzen. Für Filmstudios arbeitende Coloristen nutzen diese Möglichkeit bereits, wenn sie Filme sowohl für die Veröffentlichung auf DVDs und

Blu-ray Discs als auch auf Ultra HD Blu-ray vorbereiten. Bei letzterem Discformat wurde mit Blick auf die Zukunft bereits der Farbraum BT.2020 spezifiziert, der den von Rec.709 um satte 40 Prozent übertrifft. Auch wenn aktuelle (UHD-)Fernseher BT.2020 noch nicht erreichen, zeigt dies doch, wohin die Reise auf lange Sicht geht.

## In der Matrix

Die Korrektur lässt in der Nachbearbeitung komplett von Hand vornehmen, was aber einige Erfahrung und Beschäftigung mit der Materie verlangt. Stattdessen kann man aber auch zu sogenannten Lookup Tables (LUTs) greifen. Hierbei handelt es sich um Tabellen, die zu den Werten in der Log-Datei korrespondierende Ausgabewerte enthalten. Diese LUTs lassen sich mittlerweile in einer Reihe von Videoprogrammen einbinden, darunter sogar kostenlose Software – dazu später mehr.

Die Korrekturmöglichkeiten hängen auch von der Art der Matrix ab. Eindimensionale LUTs (1D LUTs) als einfachste Variante enthalten für jeden Eingang einen exakten Ausgabewert. Dadurch kann man beispielsweise nicht die Farbsättigung ändern, ohne dabei die Helligkeit oder den Kontrast zu beeinflussen. Üblicherweise kommen daher dreidimensionale LUTs (3D LUTs) zum Einsatz, bei denen alle drei Grundfarben auf drei Achsen eines Gitterwürfels aufgetragen sind – was auch erklärt, warum eines der am häufigsten verwendeten 3D-LUT-Formate die Endung .CUBE trägt.

Wie bei Raw-Fotos gibt es bei Log-Aufzeichnungen keinen einheitlichen Standard. Die Hersteller stimmen die Kurven vielmehr auf die jeweiligen Kameras ab, selbst bei Modellen der gleichen Reihe können diese voneinander abweichen. Zudem bieten einige Hersteller verschiedene Log-Profile für unterschiedliche Einsatzgebiete und teilweise sogar mehrere Rec.709-LUTs an.

Sony stellt beispielsweise für seine großen 4K-Kameras zwei verschiedene Profile (S-Log2 und S-Log3) mit teilweise sogar unterschiedlichen Farträumen und vier Rec.709-LUTs bereit. S-Log2 gilt dabei als die „flachere“ Variante, S-Log3 kommt hingegen an analogen Film heran. Selbst bei DJIs Handheld-Kamera Osmo Pro findet man mit „D-Log“ und „D-Cinelike“ sogar bereits zwei unterschiedliche Profile.

Leider ist nicht bei allen Log-Profilen sofort die Ausrichtungen ersichtlich. Einige Kamerahersteller, darunter Canon und Sony, haben aber ausführliche Dokumentationen zu ihren Log-Profilen veröffentlicht, in denen unter anderem die verschiedenen logarithmischen Kurven aufgeführt und detailliert erläutert werden.

Für den Anwender bedeutet dies, dass er zum verwendeten Log-Profil passende LUTs benötigt, um (zumindest ohne weitere manuelle Korrekturen) die gewünschten Ergebnisse zu erhalten. Dies gilt vor allem für Produktionen, bei denen Aufnahmen unterschiedlicher Kamera-Modelle miteinander vermischt werden – oder wenn ein Teil der Aufnahmen in Rec.709 ohne Log-Profil angefertigt wurden sind.

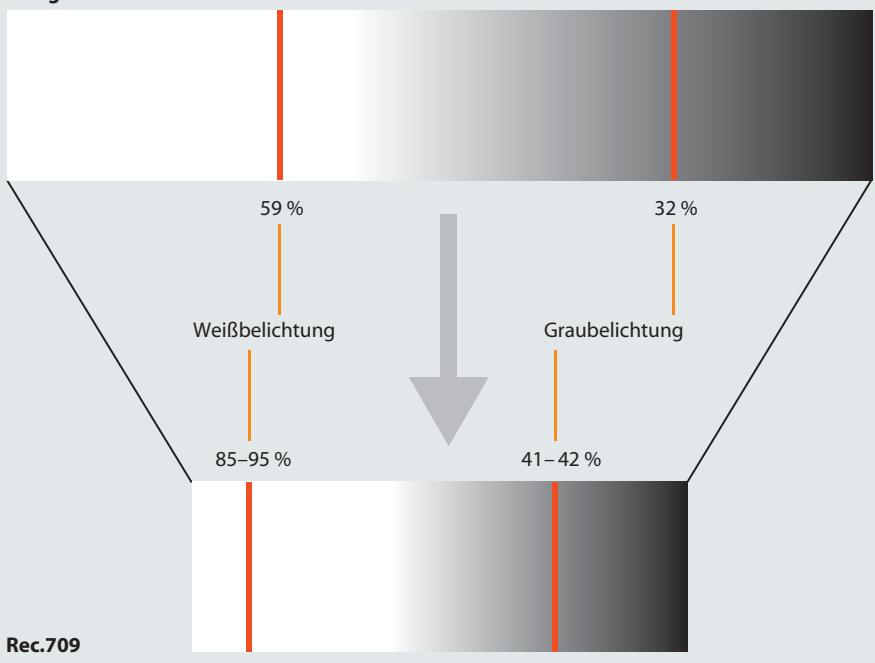
## Wir machen Kunst

LUTs lassen sich aber nicht nur einsetzen, um Details zu retten, sondern auch kreativ nutzen.

## Log-Aufnahme im Rec.709-Container

Vergleicht man S-Log2 (14 Blenden) mit Rec.709 (7 Blenden), fällt auf, dass bei Sonys Log-Profil Weiß nicht mit 85 bis 95 Prozent aufgenommen wird, sondern mit 59 Prozent. Auch der Wert für Mittelgrau ist von 41 bis 42 auf 32 Prozent verschoben. So kann S-Log2 helle und dunkle Details besser erfassen. In den Kontrastraum von Rec.709 gequetscht, wirkt das Bild dunkler, kontrastarm und farblos.

**S-Log2**



Anzeige

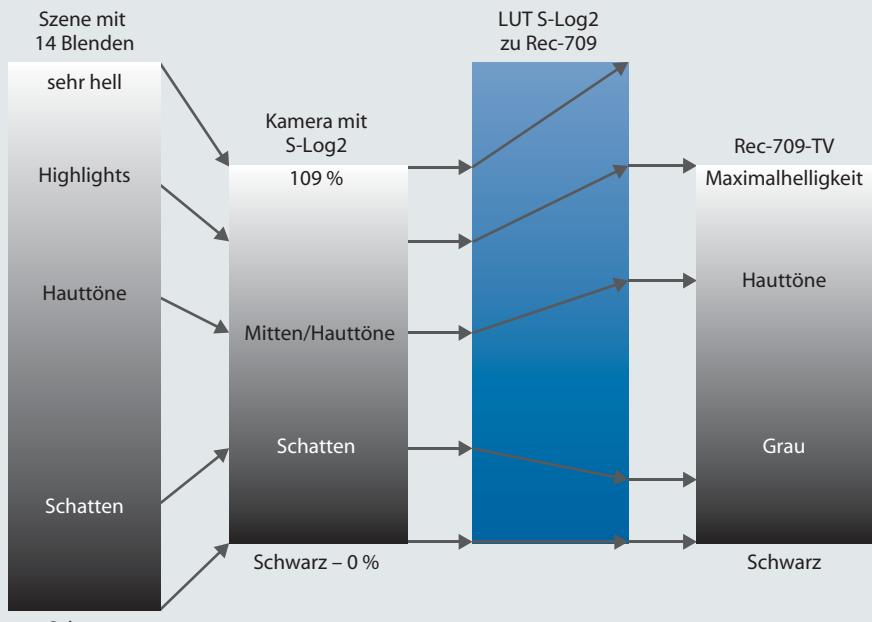
## 1D LUTs

Eindimensionale LUTs (hier je eine Tabelle für jede Grundfarbe) enthalten für jeden Eingangs- einen exakten Ausgangswert. In diesem Beispiel wird etwa aus dem Rot-Wert 5 der Wert 2.

R-LUT		G-LUT		B-LUT	
Eingabe	Ausgabe	Eingabe	Ausgabe	Eingabe	Ausgabe
0	0	0	0	0	7
1	1	1	1	1	7
2	1	2	2	2	7
3	1	3	3	3	8
4	2	4	4	4	8
5	2	5	5	5	8
...	...	...	...	...	...
251	250	251	249	251	255
252	251	252	250	252	255
253	252	253	251	253	255
254	254	254	253	254	255
255	255	255	255	255	255

## Von der Log-Aufnahme zum Rec.709-Display

Hier ein Beispiel einer Aufzeichnung einer Szene mit 14 Blenden im S-Log2-Modus und anschließende Korrektur mit einem Rec.709-LUT. Die Kamera verschiebt unter anderem die Hauttöne, die mittels LUT wieder an eine gewollte Position gebracht werden. Die Bildinformationen für besonders helle Bereiche werden abgeschnitten, da der Rec.709 sie nicht darstellen kann. Sie sind aber nicht verloren und lassen sich bei der Nachbearbeitung nutzen.



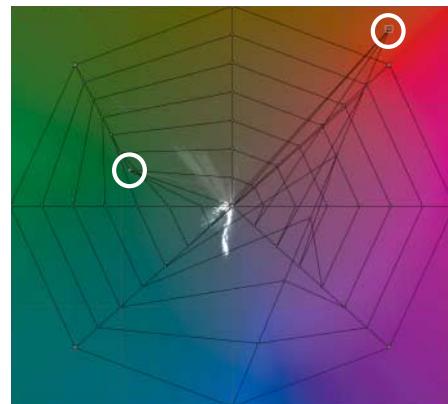
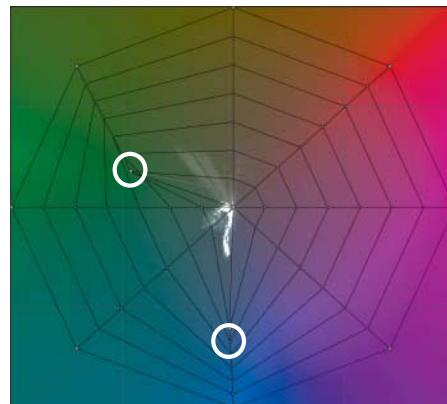
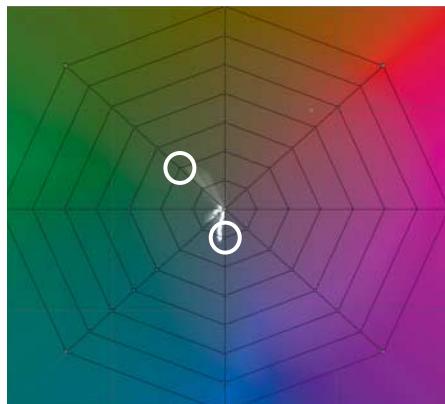
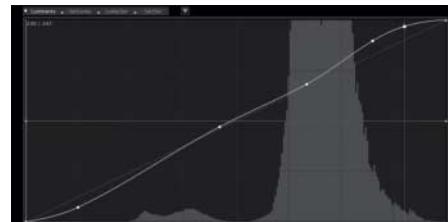
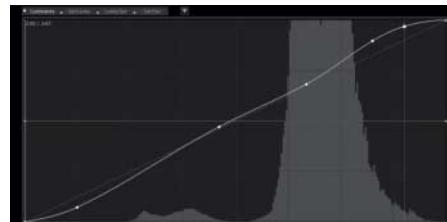
Die dafür genutzten „cineastischen“ LUTs „verdrehen“ Werte absichtlich, um dem Video ein bestimmtes Aussehen zu verleihen. So sorgt beispielsweise eine silbergräuliche Einfärbung des Bildes dafür, dass Aufnahmen von Gebäuden ein kühleres, nüchternes Aussehen bekommen – das man etwa von Science-Fiction-Filmen kennt.

Eine Verstärkung von Gelb und Orange erzeugt beim Zuschauer hingegen den Eindruck von Hitze – und wird daher gerne für Produktionen benutzt, die in der Wüste spielen. In romantischen Filmen wird wiederum oft auf warme Rottöne gesetzt, ein sattes Grün lässt schließlich einen Urwald noch dichter und bedrohlicher wirken. Eine gute Übersicht mit interaktiven Beispielen zur Anwendung von „Cinematic LUTs“ bei bekannten Filmen liefert die Website von IWLTBAP (siehe ct.de/ynnp).

Color Grading gehört heute zum täglichen Filmgeschäft. Der Streifen „O Brother, Where Art Thou“ wurde sogar komplett digital farbkorrigiert: Um den Film optisch stärker in die 1930er Jahre zu versetzen, überzogen die Macher ihn komplett mit einem warmen Sepia-Ton. Das ist sicher radikal, doch beim Betrachten vieler Making-ofs stellt man fest, wie wenig die Szenerie bei den Dreharbeiten mit den Bildern zu tun hat, die man später im Kino oder auf dem Fernseher sieht. Es sind also nicht die Kamera und ihre Optik alleine, die den cineastischen Look liefern.

Mit LUTs stehen nun aber eben auch Laien diese Art der Farbkorrektur für ihre eigenen Projekte offen. Eine ganze Reihe von Firmen wie Groundcontrol, Rocketstock und SmallHD bieten auf ihren Webseiten (siehe ct.de/ynnp) kostenlose Look-up Tables für die ersten Gehversuche an. Die cineastischen LUTs lassen sich auch auf gewöhnliche Videoaufnahmen anwenden. Dann steht für die weitere Bearbeitung aber nicht mehr der Spielraum zur Verfügung, den die Log-Aufnahmen eröffnen.

Mit Programmen wie dem 3D LUT Creator lassen sich sogar eigene LUTs erstellen – und zudem kann man hier gut ausprobieren, was die Veränderung von Werten in der Matrix konkret bewirkt. 3D LUT Creator ist als Demo (ohne Speichermöglichkeit) verfügbar, die Software-Entwickler stellen darüber hinaus eine ganze Reihe von Tutorials zum Thema bereit (Download und Links zu den Videos unter



Aus der Log-Aufnahme (linke Spalte) lässt sich durch Veränderung der Luminanzkurve und eine Verschiebung von Farbwerten (hier durch Kreise markiert) wieder das gewünschte Bild erschaffen (mittlere Spalte). Die Werte der Matrix lassen sich aber auch nutzen, um beispielsweise Bildbereiche gezielt umzufärben (rechte Spalte). Alle Veränderungen wurden in diesem Fall im 3D LUT Creator vorgenommen.

ct.de/ynnp). In diesen erläutern sie unter anderem, wie sich bestimmte Bereiche eines Videobildes gezielt umfärben lassen.

### **Das richtige Programm**

Neben den jeweiligen LUTs benötigt man noch eine Videosoftware, mit der sich die Tabellen auf die Log-Videos anwenden lassen.

Ganz vorne mit dabei ist erwartungsgemäß das im Profibereich häufig genutzte Programm Adobe Premiere Pro CC, das mittlerweile das Color-Grading-Plug-in „Lumitri“ (anwählbar unter „Fenster/Lumitri-Farben“) integriert hat. Darüber lassen sich beliebige Lookup Tables im CUBE-Format nutzen.

Apple Final Cut Pro X unterstützt in der aktuellen Fassung zwar Log-Aufnahmen, ab Werk kann man aber nur die mitgelieferten LUTs nutzen – und die sind

fast durchweg auf den Profibereich ausgerichtet. Einige LUT-Anbieter stellen daher zu ihren Lookup Tables spezielle Final-Cut-Plug-ins bereit. Pixel Film Studios bietet daneben kostenlos den „FCPX LUT Loader“ an, mit dem sich LUTs im CUBE-Format in Final Cut Pro X nutzen lassen. Ähnlich sieht es bei Vegas Pro ab Version 13 aus, wo man LUTs mit dem rund 2,50 Euro teuren LUT-Plug-in von Vision Color nutzen kann.

CyberLink bietet mit dem rund 130 teuren „ColorDirector“ ein Nachbearbeitungsprogramm im Einstiegssegment für Windows-Rechner an. Sogar ganz umsonst lassen sich LUTs mit DaVinci Resolve 14 ausprobieren, das Blackmagic auf seiner Seite zum Download (siehe ct.de/ynnp) anbietet. Dazu geht man nach dem Import seiner Log-Aufnahmen in das Programm über den Reiter „File“ oder das kleine Rad unten rechts in die Projektein-

stellungen, steuert dort unter „Color Management“ den Bereich Lookup Tables an. Dort wählt man unter „3D Input Lookup Table“ die gewünschte LUT aus.

Über „Open LUT Table“ und anschließendem „Update Lists“ lassen sich in DaVinciResolve 14 auch eigene LUTs (wiederum im CUBE-Format) importieren.

### **Zur Tat**

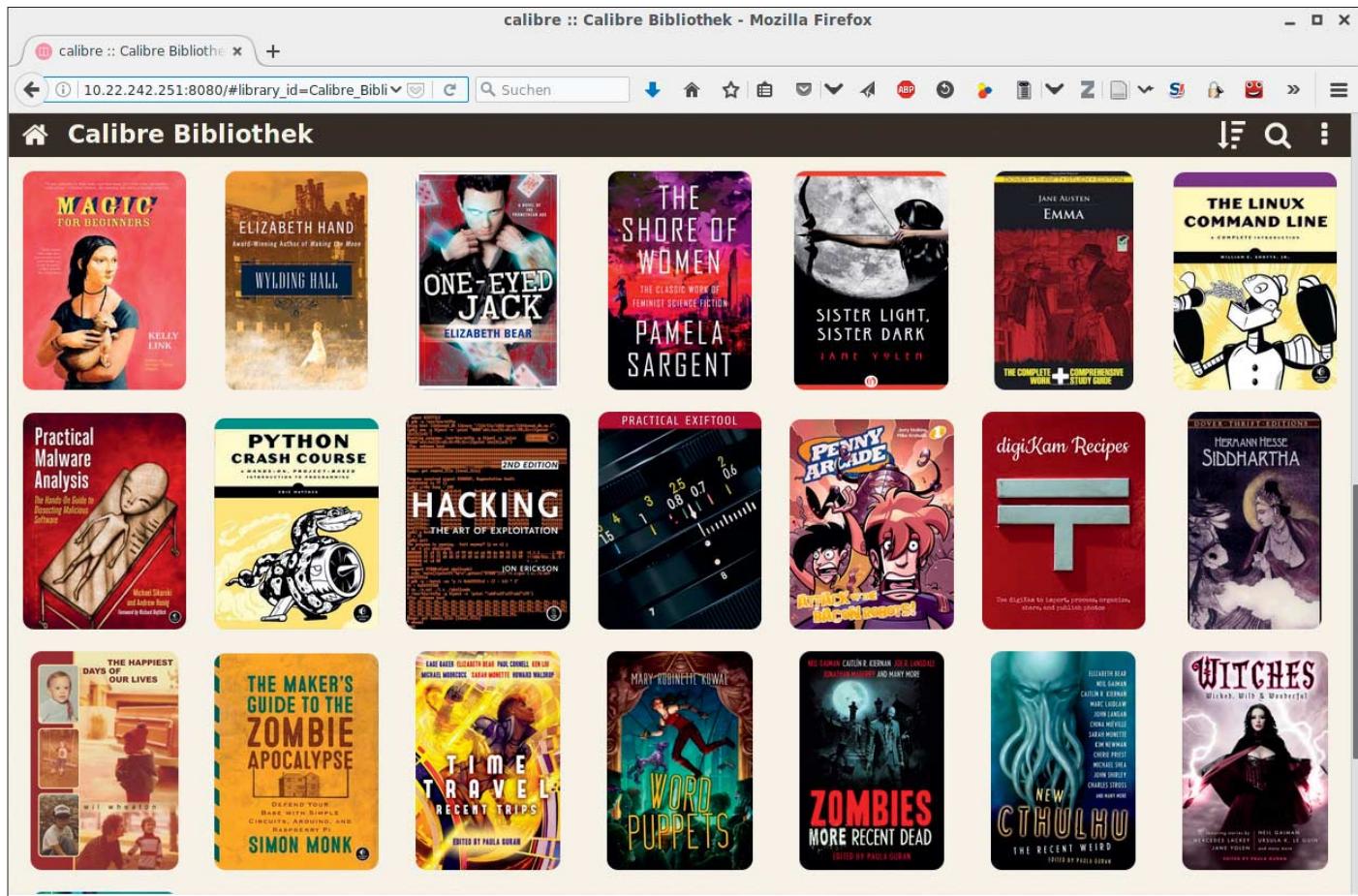
Der eine oder andere Leser hat nun vielleicht Lust bekommen, einmal selbst Log-Aufnahmen anzufertigen und diese mit LUTs zu verändern. Wir haben im Kasten auf Seite 131 einige Tipps zusammengestellt, damit die ersten Schritte auch zum gewünschten Ergebnis führen.

(nij@ct.de)

**Freie LUTs, Plug-ins und  
Videotutorials:** [ct.de/ynnp](http://ct.de/ynnp)

Anzeige

Anzeige



# Digitales Bücherregal

**E-Books auf allen Geräten im Netzwerk bequem durchsuchen, lesen und herunterladen**

**Im digitalen Bücherregal genauso stöbern wie im echten: Die E-Book-Verwaltung Calibre verteilt die E-Book-Bibliothek im lokalen Netzwerk, sodass die digitalen Bücher auf allen E-Readern, Tablets, Notebooks oder PCs für die ganze Familie bereitstehen. Zum Lesen genügt ein Browser, man braucht weder Apps noch Download-Tools. Die plattformübergreifend verfügbare Software Calibre kann auf dem PC ebenso laufen wie auf einem Raspi; fürs NAS gibt es gelungene Alternativen.**

**Von Liane M. Dubowy**

Während Musik- und Videodateien heutzutage meist über Netzwerk zum Abspielen bereitstehen, versauert die E-Book-Sammlung auf der Festplatte irgendeines PCs. Bücher und Comics, die etwa bei Humblebundle.com im Paket gekauft oder kostenlos von der Website des Projekt Gutenberg heruntergeladen wurden, geraten dann leicht in Vergessenheit. Damit das nicht passiert, kann die E-Book-Verwaltung Calibre sie komfortabel im Netzwerk anbieten. Dann kann die ganze Familie mit allen Geräten darauf zugreifen und die digitale Bibliothek bequem vom Sofa aus durchstöbern.

Die E-Books lassen sich im Browser herunterladen oder dort direkt lesen. Bleibt der Calibre-Server erreichbar, merkt er sich sogar den Lesefortschritt, sodass Sie zwischendurch das Gerät wechseln können.

Die E-Book-Verwaltung Calibre ist für Linux, macOS und Windows verfügbar und kostenlos. Ab Version 3 stellt die Open-Source-Software einen deutlich erweiterten Content-Server bereit, der die Calibre-Bibliothek im Netzwerk nicht nur zum Download, sondern auch zum Lesen anbietet. Als Content-Server eignen sich ein PC oder ein Raspberry Pi im lokalen Netzwerk. Fürs NAS gibt es Alternativen wie BicBucStriim und COPS.

## Schöner stöbern

Läuft der Calibre-Server, bietet er eine Übersichtsseite über die verfügbaren Calibre-Bibliotheken im lokalen Netzwerk an. Wer wie die Autorin dieses Artikels Comics, Technik-Wälzer und Romane in getrennten Bibliotheken aufbewahrt, kann hier auch mehrere Calibre-Bibliotheken zur Wahl anbieten. Egal ob Smart-

phone, Tablet, E-Reader oder Notebook: Auf allen Geräten mit Browser lassen sich dann die digitalen Buchcover durchblättern, Buchbeschreibungen lesen und die Bücher auf das jeweilige Gerät herunterladen. Wer will, kann direkt im Browser zu lesen beginnen; dabei wird das E-Book heruntergeladen und steht dann auch offline bereit.

Die Liste der Bücher wird wahlweise als Raster aus Coverbildern oder als Liste mit kurzen Beschreibungen präsentiert. Falls Sie andere Vorstellungen haben, gestalten Sie die Ansicht in Calibre in den Einstellungen unter „Netzwerkserver/Buchlistenvorlage“ frei in HTML.

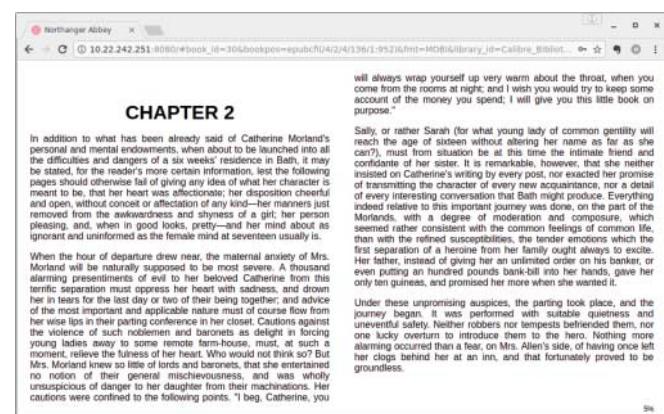
Mit Schaltflächen am oberen Rand der Website navigieren Sie durch die Bibliothek. Bereits zum Lesen heruntergeladene Bücher listet Calibre oben auf. Diese sind damit auch offline oder außerhalb des Netzwerks verfügbar. Wenn Sie ein Buch zum Lesen auswählen, schaltet der Browser in den Vollbildmodus. Ein Tippen auf den oberen Bildschirmrand beziehungsweise ein Rechtsklick auf den Bildschirm öffnet dann die Navigation und die Einstellungen. Darüber kehrt man zum Startbildschirm zurück, öffnet das Inhaltsverzeichnis, löscht ein heruntergeladenes Buch oder passt Schriftgröße, Farben und Ränder der Anzeige an.

## Inhalte-Server starten

Die Einrichtung des Calibre-Inhalte-Servers ist denkbar einfach: Starten Sie Calibre auf dem PC, auf dem die digitale Bibliothek liegt. Über die Schaltfläche „Verbinden/Teilen“ öffnen Sie ein kleines Menü und wählen dort „Inhalteserver starten“. Die Calibre-Bibliothek erreichen Sie dann im Browser über die lokale IP-Adresse des PCs, auf dem Calibre läuft, plus die Angabe des Ports, also beispielsweise über die URL <http://10.22.242.251:8080>. Einmal gestartet zeigt Calibre diese Infos unter „Verbinden/Teilen“ auch an und bietet eine Option zum Stoppen des Servers.

Fallstricke gibt es kaum, doch die vom Calibre-Server aus Javascript, HTML5 und CSS3 generierte Website wird nicht von allen Browsern korrekt dargestellt. Hat Ihr Browser damit Probleme, können Sie zur Mobilansicht wechseln, indem Sie der URL „/mobile“ hinzufügen, also beispielsweise <http://10.22.242.251:8080/mobile>. Dann stehen die Bücher allerdings nur zum Download bereit. Im Browser des Kindle Voyage beispielsweise funktioniert nur diese Version. Zum Lesen eignet sich

## Läuft der Inhalte-Server der E-Book-Verwaltung Calibre, können Sie die E-Books direkt im Browser lesen.



der Kindle aber sowieso besser, daher genügt es, die E-Books über den Browser herunterladen zu können.

Um Einstellungen wie den vom Inhalte-Server verwendeten Port anzupassen, öffnen Sie in den Einstellungen „Netzwerkserver“. Sollen nicht alle im Netzwerk ungehindert Zugriff auf die E-Books haben, aktivieren Sie „Require username and password to access the content server“ – offensichtlich wurden noch nicht alle Calibre-Optionen ins Deutsche übersetzt. Sie müssen dann im Reiter „Benutzerkonten“ einen oder mehrere Benutzer anlegen, die mit Namen und Passwort auf die Calibre-Bibliothek zugreifen können. Stehen mehrere Bibliotheken zur Verfügung, können Sie den Zugriff darauf für jeden Benutzer einzeln festlegen.

## E-Book-Server auf dem Raspi

Soll der PC nicht dauernd laufen, kann auch ein kleiner Raspberry Pi 3 die E-Book-Sammlung im Netzwerk anbieten. Dabei funktioniert der Calibre-Inhalte-Server ohne grafische Oberfläche; konfigurieren lässt er sich via SSH. In den Paketquellen der stabilen Raspbian-Version fehlen allerdings neuere Calibre-Ausgaben ab Version 3.

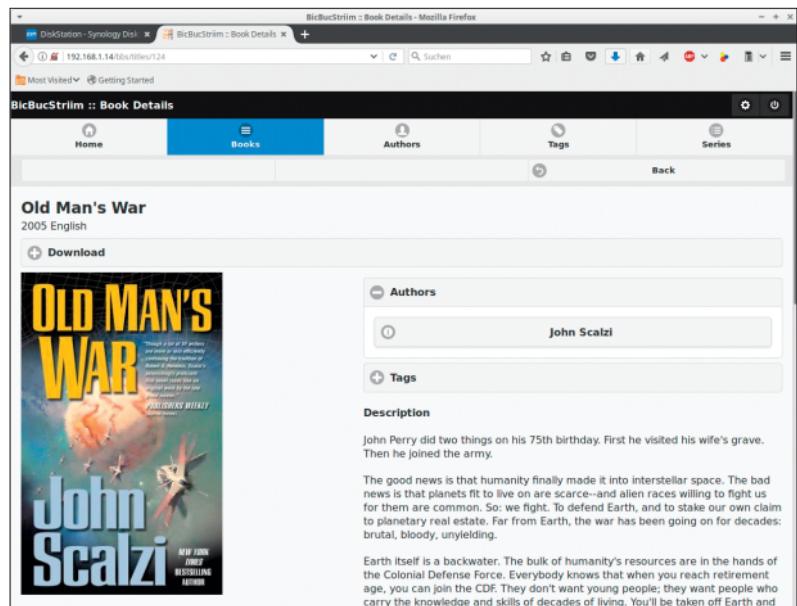
Die hier bei Redaktionsschluss verfügbare Version 2.75 bringt noch einen Inhalte-Server ohne Leseoption mit. Die Calibre-Bibliothek samt Beschreibungen in verschiedenen Formaten und Sortierungen zum Download anbieten kann aber auch diese Version. Die Bibliothek lässt sich durchsuchen und steht auch als abgespeckte Mobilversion bereit. Die aktuelle Calibre-Version selbst zu kompilieren ist aufgrund der vielen Abhängigkeiten nicht ratsam. Wer auf die Lesen-im-Browser-Funktion nicht verzichten will, kann einen Webserver auf dem Raspbian-System ein-

richten und die weiter unten beschriebene Alternative COPS einsetzen.

Der Inhalte-Server von Calibre braucht keine grafische Oberfläche, daher reicht auch ein Raspi ohne Display. SSH muss dann allerdings auf dem Raspi aktiviert sein. Auf dem Raspi-Desktop gibt es dafür in der „Raspberry-Pi-Konfiguration“ unter „Schnittstellen“ eine entsprechende Option, auf der Kommandozeile nutzen Sie „sudo raspi-config“. Das Standardpasswort raspberry des Benutzers pi sollten Sie dann allerdings ändern. Die Calibre-Bibliothek können Sie schon vorab über den Kartenleser oder später über das Netzwerk auf die MicroSD-Karte des Raspis schieben.



Die Auswahl eines Buches in der Calibre-Bibliothek ist auch auf dem Smartphone kein Problem.



Mit BicBucStriim stellen Sie die E-Books auf dem NAS im Netzwerk bereit. Zum Stöbern in der Bibliothek und den Buchbeschreibungen eignet sich jedes Gerät mit Browser.

Verbinden Sie sich per SSH mit dem Raspi (beispielsweise mit ssh pi@22.10.144.76) und starten Sie den Calibre-Server direkt aus dem Terminal. Dem Startkommando `calibre-server` geben Sie dabei alle weiteren Optionen mit auf den Weg, also beispielsweise den gewünschten Port und den Pfad zur auszuliefernden Calibre-Bibliothek. Wenn Sie den Inhalte-Server ohne weitere Optionen starten, verwendet Calibre den Standard-Port 8080 und alle ihm bekannten Bibliotheken. Der folgende Befehl fährt den Inhalte-Server mit einer spezifischen Bibliothek auf Port 8080 hoch.

```
calibre-server --port 8080 --with-j
& library "/home/pi/calibre-library"
```

Weitere praktische Optionen zum `calibre-server`-Befehl liefert die Manpage.

## Automatischer Start

Startet der Calibre-Inhalte-Server nach dem Hochfahren des Raspi oder Linux-PCs automatisch, steht die E-Buch-Sammlung ohne weiteres Zutun sogleich im Netzwerk bereit. Voraussetzung für die hier vorgestellte Lösung ist Systemd, das bereits installiert und eingerichtet sein muss. Bei Ubuntu, Raspbian und den meisten anderen Linux-Distributionen ist das der Fall.

Um den automatischen Start zu konfigurieren, legen Sie mit root-Rechten die Datei `/etc/systemd/system/calibre-server.service` mit folgendem Inhalt an:

```
[Unit]
Description=calibre content server
After=network.target
[Service]
Type=simple
User=lmd
Group=users
ExecStart=/usr/bin/calibre-server
  -> "/home/pi/calibre-library"
[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

Dabei ersetzen Sie „`lmd`“ durch Ihr Benutzerkürzel und „`users`“ durch die Gruppe. Auf dem Raspi lautet beides `pi`. Passen Sie auch den Pfad zur Calibre-Bibliothek sowie zur ausführbaren Datei `calibre-server` an. Letztere stöbert beispielsweise der Befehl `whereis calibre-server` auf.

Mit dem Kommando `sudo systemctl start calibre-server` starten Sie den Dienst. Um zu überprüfen, ob er läuft, tippen Sie `sudo systemctl status calibre-server`. Klappt das soweit, aktivieren Sie den automatischen Start beim Booten mit

```
sudo systemctl enable calibre-server
```

## E-Books im Browser lesen

Um auf die Calibre-Bibliothek zuzugreifen, öffnen Sie die oben genannte URL in einem Browser, also beispielsweise `http://10.22.242.251:8080`. Gegebenenfalls müssen Sie noch Ihren Benutzernamen und das Passwort eingeben, dann präsentiert eine Website je eine Schalt-

fläche für die verfügbaren Bibliotheken. Wählen Sie eine aus, dann lädt der Server die darin enthaltenen Bücher und zeigt standardmäßig deren Titelbilder in einem Raster an. Per Klick auf ein Titelbild öffnen Sie die Detailseite eines Buches mit seiner Beschreibung. Zwei Schaltflächen bieten das Buch hier zum „Herunterladen“ und zum „Lesen“ an.

Haben Sie „Lesen“ gewählt, schaltet Calibre den Browser automatisch in den Vollbildmodus und öffnet das Buch. Das klappt natürlich nur mit E-Books ohne harten Kopierschutz. Beenden Sie den Vollbildmodus bei Bedarf einfach wieder, Sie können trotzdem weiterlesen. Mit dem Mausrad beziehungsweise auf Mobilgeräten mit Tippen und Wischen blättern Sie durchs E-Book. Das Buch wird zum Lesen heruntergeladen und steht auch noch bereit, wenn Sie keinen Kontakt mehr zum Calibre-Server haben oder offline sind. Läuft der Calibre-Server im Hintergrund weiter, merkt er sich den aktuellen Stand, sodass man auf einem anderen Gerät an der gleichen Stelle direkt weiterlesen kann.

## Digitales Bücherregal auf dem NAS

Wer ein NAS nutzt, kann Calibre nicht direkt installieren, eine Calibre-Bibliothek aber trotzdem im Netzwerk zum Durchstöbern und Herunterladen anbieten. Dazu eignet sich etwa die Software BicBucStriim von Rainer Volz. Direkt lesen lassen sich die digitalen Bücher damit nicht, doch die Suche nach neuem Lesestoff gestaltet sich komfortabler als beispielsweise direkt auf einem Kindle, der noch nicht einmal Beschreibungen aus den Metadaten anzeigt. In der Weboberfläche von BicBucStriim sehen Sie neu hinzugefügte Bücher, durchsuchen die Bibliothek nach Autoren, Schlagwörtern oder sortiert nach Serien und sehen neben Coverbildern auch die Beschreibung eines Buches. Wir haben die Software auf einem NAS von Synology (DS411slim) getestet.

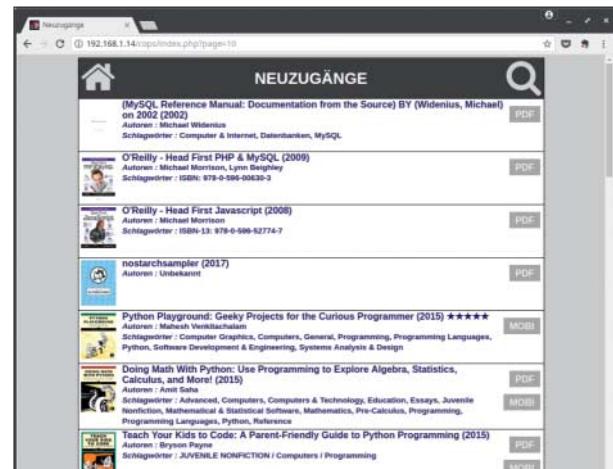
Voraussetzung für BicBucStriim ist, dass auf dem NAS ein Webserver läuft sowie mindestens PHP 5.3 und Sqlite3. Im DSM-Package-Center steht Apache als offizielles Paket bereit, das sich per Mausklick aktivieren lässt. BicBucStriim gibt es für Synology-NAS-Geräte als Community-Paket im Package Center, wenn Sie im DiskStation Manager (DSM) zunächst `SynoCommunity` als Paketquelle zulassen.

Wer keine nichtoffizielle Paketquelle aktivieren will, kann BicBucStrium von Hand installieren. Dazu laden Sie das ZIP-Archiv der aktuellen Version von <http://projekte.textmulch.de/bicbucstrium> herunter. Im Moment ist das die Version 1.4 vom November 2017. Laden Sie das BicBucStrium-Archiv auf das NAS ins Document Root des Webservers, zum Beispiel unter /volume1/web und entpacken Sie es. Das neue Verzeichnis benennen Sie in „bbs“ um. Das Unterverzeichnis „data“ und sein Inhalt müssen für alle beschreibbar sein. Falls das nicht schon der Fall ist, müssen Sie im Falle einer Fehlermeldung die Rechte über die Kommandozeile oder die Admin-Oberfläche des NAS anpassen. Das wars bereits, nun sollten Sie BicBucStrium über den Browser erreichen, im Beispiel unter <http://192.168.1.14/bbs/>.

Liegt die Calibre-Bibliothek außerhalb des Document Root, müssen Sie beispielsweise auf Synology-NAS-Geräten das Bibliotheksverzeichnis noch der PHP-Variablen `open_basedir` hinzufügen. Das erledigen Sie auf der Weboberfläche von DSM, indem Sie über den Button links oben „Web-Station“ aufrufen und dort zu den „PHP Settings“ wechseln. Ergänzen Sie den Pfad zum Bibliotheksordner am Ende der Zeile neben „`open_basedir`“ und aktivieren Sie die Option „PHP `open_basedir` benutzerspezifisch anpassen“.

Am Login-Bildschirm von BicBucStrium melden Sie sich mit dem Benutzer „admin“ und dem Passwort „admin“ an. Danach werden Sie direkt zum Adminbereich weitergeleitet, wo Sie zunächst den Pfad zur Calibre-Bibliothek angeben. Über das kleine Zahnrad oben rechts rufen Sie weitere Konfigurationsoptionen auf. Unter „Benutzer“ können Sie weitere User anlegen und vor allem das Passwort für den Admin-Zugang ändern.

## Die Übersicht über E-Book-Neuzugänge in COPS zeigt auch gleich, in welchen Formaten diese vorliegen.



Über die großen Schaltflächen oben im Browser navigieren Sie durch die Calibre-Bibliothek. Unter „Start“ listet BicBucStrium die zuletzt hinzugefügten Werke auf und informiert über die Anzahl der Bücher in der digitalen Bibliothek. Über „Bücher“ lässt sich die gesamte Sammlung durchblättern, „Autoren“ sortiert die E-Books nach eben diesen. „Schlagwörter“ macht die E-Books thematisch zugänglich und „Reihen“ fasst zu einer Serie gehörende E-Books zusammen. Über die Suchfunktion ganz oben durchsuchen Sie Titel, Autoren und Schlagwörter nach bestimmten Begriffen.

## Alternative COPS

Der „Calibre OPDS PHP Server“ (COPS) ist eine weitere Software, um die Calibre-Bibliothek im Netzwerk anzubieten. Sie lässt sich auf einem PC ebenso installieren wie auf einem NAS. Für Synology-Geräte gibt es ein COPS-Paket in der SynoCommunity-Paketquelle. Die manuelle Installation ist ebenfalls nicht schwer, ähnlich wie bei BicBucStrium müssen Sie ein ZIP-Paket herunterladen, im Document-Root des Webservers entpacken und in der Datei `config_local.php` den Pfad zum Verzeichnis mit der Calibre-Bibliothek eintragen. Auch

in diesem Fall muss – wie oben beschrieben – das Verzeichnis der PHP-Variablen `open_basedir` hinzugefügt werden. Im Browser öffnet man COPS dann beispielsweise unter <http://192.168.1.14/cops/>. Die Software bringt bereits einige Themes mit, um die Optik zu verändern. Auch eine Suchfunktion ist dabei.

Klickt man auf ein Buch, öffnet COPS standardmäßig eine Lightbox mit den Metadaten. Liegt das Buch im EPUB-Format vor, kann man es direkt im Browser lesen und mit den Cursor-Tasten durch das Buch blättern. Wer diese Funktion nutzen will, sollte in Calibre vorab möglichst viele Bücher ins EPUB-Format konvertieren.

COPS kann auch mehrere Bibliotheken anbieten, wenn man sowohl in der Datei `config_default.php` als auch `config_local.php` den Pfad zur Calibre-Bibliothek wie folgt setzt:

```
$config['calibre_directory'] = array
↳ ("CalibreBib1" => "/volume1/Books/",
↳ "CalibreBib1/", "CalibreBib2" => ↳
↳ "/volume1/Books/CalibreBib2");
```

## Nicht länger verstauben

Ein E-Book-Server präsentiert die digitale Bibliothek im Netzwerk so ansehnlich wie ein echtes Bücherregal. Bequem vom Sofa aus blättert man per Notebook, Smartphone, E-Reader oder Tablet in der digitalen Bibliothek und wählt den nächsten Lesestoff aus. Den kann man dann auch gleich herunterladen oder in einigen Fällen direkt im Browser lesen. Das ist selbst dann praktisch, wenn Sie Ihre E-Books bei Amazon kaufen und auf einem Kindle lesen. Dort sind die Buchbeschreibungen nur mit Umweg auf den Amazon-Shop einsehbar. Calibre, COPS und BicBucStrium können das besser.

(lmd@ct.de)

**Downloads und Dokumentation:**  
[ct.de/yvnp](http://ct.de/yvnp)

E-Books im EPUB-Format kann COPS zum Lesen direkt im Browser öffnen.

# Löchriger Schutz

## BGH schränkt den Käuferschutz von PayPal ein

**Paypal präsentiert seinen Kunden den Käuferschutz wie eine Versicherung beim Online-Shoppen. Der Bundesgerichtshof stellte nun aber klar, dass der Bezahl-dienst im Zweifel nicht alleine entscheiden darf, welche Partei im Konfliktfall gewinnt.**

**Von Joerg Heidrich**

Fast 19 Millionen deutsche Verbraucher nutzen PayPal beim Kauf im Internet zum Bezahlen. Damit sind Zahlungen über die ehemalige eBay-Tochter sogar beliebter als solche via Kreditkarte. Ein wesentliches Argument pro PayPal ist bislang der sogenannte Käuferschutz des Unternehmens: Entspricht die gelieferte Ware nicht der Artikelbeschreibung oder kommt sie gar nicht beim Empfänger an, zahlt PayPal nach einfacher Prüfung des Vorgangs den Kaufpreis an den Käufer zurück und holt sich das Geld vom Verkäufer wieder.

Im Prinzip setzt sich PayPal hier an die Stelle eines Zivilgerichts. Sowohl Käufer als auch Verkäufer sollen diesen Status akzeptieren, indem sie die Käufer- und Verkäuferschutzrichtlinie des Unternehmens abnicken. Nach dem Willen von PayPal bedeutet die Rückbuchung an den Käufer das Ende der Auseinandersetzung um den Kauf. Das Unternehmen maßt sich also an, mit seinen oberflächlichen Prüfungen der Sachverhalte Konflikte abschließend zu beurteilen. Das schmeckt einigen Online-Händlern offensichtlich nicht, die PayPal als Zahlungsmittel akzeptieren.

In zwei nun vom Bundesgerichtshof (BGH) entschiedenen Revisionsverfahren ging es um die Frage, ob der Verkäufer trotz der Rückbuchung des Kaufpreises durch PayPal weiterhin berechtigt ist, die Zahlung des Käufers zu verlangen, zum Beispiel mit einer Klage. In seinen beiden

Urteilen vom 22. November 2017 (Az. VIII ZR 83/16 und VIII ZR 213/16) entschied der Bundesgerichtshof zugunsten der Händler und stellt damit das Konstrukt Käuferschutz in Frage.

Im ersten Prozess hatte ein Kunde ein Smartphone im Wert von rund 600 Euro online erworben. Nachdem die Zahlung auf dem PayPal-Konto des Verkäufers eingegangen war, versandte der das Gerät in einem vereinbarungsgemäß unversicherten Päckchen. Das Telefon kam aber nie beim Käufer an. Dieser meldete einen „Konflikt“ bei PayPal und beantragte Rückerstattung des Kaufpreises gemäß Käuferschutzrichtlinie. Er erhielt das Geld zurück. Dagegen klagte der Verkäufer. Mit seiner auf Zahlung des Kaufpreises gerichteten Klage hatte er vor dem Landgericht Erfolg – der Kunde legte Revision am BGH ein.

Der zweite Rechtsstreit hatte den Erwerb einer Metallbandsäge zum Preis von knapp 500 Euro über einen Online-Shop zum Gegenstand. Der Käufer hatte seinen Antrag auf Käuferschutz damit begründet, dass die gelieferte Säge nicht den im Internet gezeigten Fotos entspreche. Das Gerät sei vielmehr von „sehr mangelhafter Qualität“ und „offensichtlich ein billiger Import aus Fernost“. PayPal forderte den Käufer auf, die Säge zu vernichten und buchte ihm den Kaufpreis unter Belastung des Verkäuferkontos zurück. Der Verkäufer klagte auf Zahlung des Kaufpreises, blieb allerdings in den ersten beiden Instanzen erfolglos.

### Stillschweigende Abreden

Der BGH hat nun entschieden, dass mit einem erfolgreichen Antrag auf Käuferschutz und der damit verbundenen Rückbuchung erst einmal ein erneuter Zahlungsanspruch des Verkäufers einhergeht. Laut BGH treffen beide Parteien – sowohl Verkäufer als auch Käufer – eine solche Vereinbarung mit der Verwendung des Bezahlsystems stillschweigend.

Diese Auslegung ergibt sich nach Ansicht der Richter aus einer „nach beiden Seiten hin interessengerechten Vertragsauslegung“, aber auch aus den von allen Parteien bestätigten allgemeinen Geschäftsbedingungen von PayPal und der Käuferschutzrichtlinie. Dort heißt es, dass die Bestimmungen des Zahlungsdienstleisters die gesetzlichen und vertraglichen Rechte zwischen Käufer und Verkäufer nicht berühren. Sie seien vielmehr „separat von diesen zu betrachten.“

Deshalb darf der Käufer laut BGH nach einem erfolglosen Antrag auf Käuferschutz auch die Gerichte in Anspruch nehmen. Es sei interessengerecht, dass umgekehrt auch der Verkäufer berechtigt sein muss, auf seiner Kaufpreisforderung zu bestehen und zu ihrer Durchsetzung gegebenenfalls die staatlichen Gerichte anzurufen. Die Notwendigkeit für einen solchen Rückgriff ergebe sich auch daraus, dass die von PayPal angelegten Prüfungsmaßstäbe vereinfacht seien und nicht der umfassenden Interessenabwägung eines Gerichts sowie den Kriterien des Gewährleistungsrechts entsprechen können.

Außerdem legte der BGH Wert auf die Feststellung, dass ein erfolgreicher Antrag auf Käuferschutz für den Käufer trotzdem von Vorteil sei. Schließlich erhalte er den Kaufpreis zurück und der Händler müsste sich aufwendig um das Eintreiben der Kaufsumme kümmern, gegebenenfalls vor Gericht.

In den konkreten Fällen waren beide Male die Verkäufer erfolgreich. Der Verkäufer des Mobiltelefons hat nach der Rückbelastung seines PayPal-Kontos weiterhin einen Anspruch auf Zahlung des Kaufpreises, entschied der BGH. Zwar habe der Käufer das Gerät nicht erhalten, habe aber eben das Risiko des unversicherten und nicht rückverfolgbaren Transports selbst zu tragen. Im zweiten Fall wies der BGH die Sache zur erneuten Verhandlung und Entscheidung an das Landgericht zurück. Dieses soll nun entscheiden, ob die erworbene Säge tatsächlich als mangelhaft zu beurteilen ist.

### Fazit

Mit dem Wegfall der Käufer-Absicherung entfällt der zentrale Vorteil des Käuferschutzes. Profiteure der BGH-Entscheidungen sind die Online-Händler. PayPal kündigte bereits an, die Entscheidungen zu prüfen und diese zum Anlass für eine Anpassung der eigenen Vertragsbestimmungen zu nehmen. (hob@ct.de) **ct**

Anzeige

# 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).

## Mehr RAM im Aldi-PC mit Ryzen

**?** Der günstige Medion Akoya P56000 mit Ryzen 5 1600 ist nur mit 8 GByte DDR4-2400-Speicher bestückt – der zweite DIMM-Slot ist frei. Muss da zum Aufrüsten unbedingt ein baugleiches Modul hinein oder gehen auch 16 GByte zusätzlich?

**!** Nein und ja: Mit einem zusätzlichen 16-GByte-Modul bekommen Sie 24 GByte RAM und auch damit funktioniert der Zweikanal-Betrieb des Hauptspeichers bei Zugriffen auf bis zu 16 GByte. Die restlichen 8 GByte nutzt der Prozessor dann einkanalig.

Beim original eingebauten Modul handelt es sich um ein Single-Rank-(SR)-DIMM mit acht DDR4-2400-SDRAM-Chips mit jeweils 8 Gigabit (1 Gigabyte) Kapazität. Ein Dual-Rank-(DR-)DIMM mit 16 GByte ist pro Rank nahezu baugleich, weshalb der Ryzen-Prozessor je einen Rank pro Kanal im Zweikanal-Modus nutzen kann. Das klappt auch, wenn Sie ein zweites SR-DIMM mit 8 GByte einbauen, um auf insgesamt 16 GByte Hauptspeicher zu kommen.

Weniger geeignet als zusätzliches Speichermodul ist ein DR-DIMM mit 8 GByte, das aus 16 Speicherchips mit je-

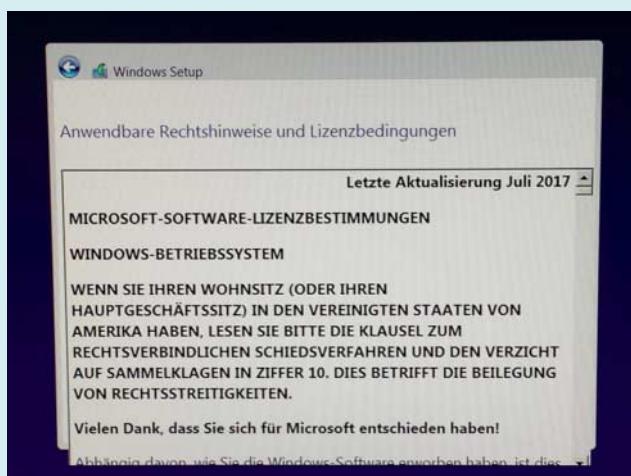
weils 4 GBit besteht. Damit ist nämlich der eine Kanal mit 8-GBit-Chips und der andere mit 4-GBit-Chips bestückt, was den Zweikanalbetrieb einschränkt. Trotzdem kann der PC auch so arbeiten und wird jedenfalls nicht langsamer.

Als zweites Modul sollten Sie ein DIMM mit der Geschwindigkeit DDR4-2400 nehmen: Dann läuft das RAM weiterhin mit 1,2 GHz und Double Data Rate (DDR). Wenn Sie nur ein langsameres DDR4-2133-Modul finden, ist das aber auch kein Beinbruch: Zwar taktet sich der gesamte Hauptspeicher dann auf dessen Frequenz von 1,066 GHz herunter – aber das verursacht keine spürbaren Nachteile. Umgekehrt bringt ein DDR4-2666-Modul in Kombination mit dem vorhandenen DDR4-2400-DIMM keine Vorteile, weil das RAM auch damit weiterhin als DDR4-2400 mit 1,2 GHz arbeiten würde.

Maximal können Sie zwei 16-GByte-Module einbauen, um auf 32 GByte Hauptspeicher zu kommen. (ciw@ct.de)

## Windows-Installation scheitert

**?** Ich versuche gerade, meine Windows-7-Installation wie in c't 25/2017 ab Seite 156 beschrieben per Upgrade-Installation auf Windows 10 zu aktualisieren. Sobald die Lizenzbestimmungen erscheinen, geht es aber nicht weiter.



So etwas haben wir auch noch nicht gesehen: Weil die Lizenzbestimmungen aus unerfindlichen Gründen die Schaltflächen verdecken, geht die Installation nur mit einem Trick weiter.

**!** Offenbar ist die Ansicht bei Ihnen dermaßen zerhauen, dass die Lizenzbestimmungen die Schaltflächen verdecken. Den Grund dafür kennen wir nicht – wir wüssten auch nicht, wie das reproduzierbar wäre, kennen aber einen Workaround: Tippen Sie zuerst auf die Leertaste, um das bei Ihnen verdeckte Häkchen zum Zustimmen zu setzen. Anschließend Enter (und die Daumen) drücken. Dann sollte es weitergehen. (axv@ct.de)

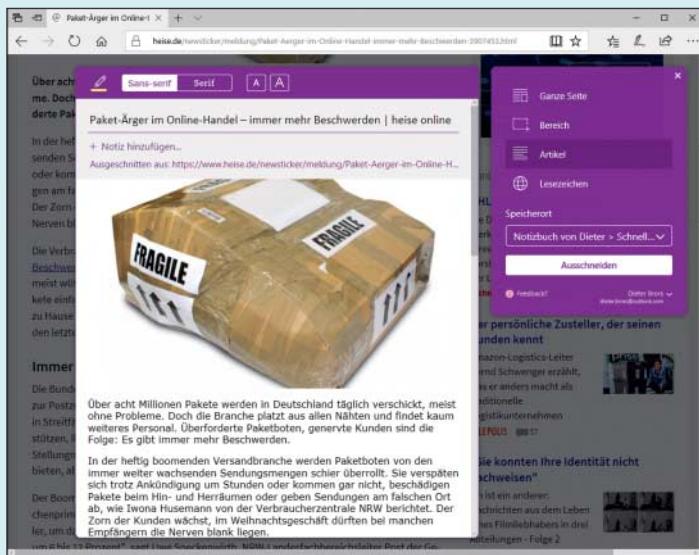
## Defekte Klinkenbuchse am alten iPhone

**?** Mein gebrauchtes, aber noch gutes iPhone 5 möchte ich eigentlich noch nicht ersetzen, doch die Kopfhörerbuchse ist so wackelig, dass der Stecker immer herausrutscht. Kann man das reparieren?

**!** Eine Reparatur wird sich nicht lohnen. Sie können aber von Apples Abschaffung der Kopfhörerbuchse profitieren: Der Audio-Adapter, der für die neuen iPhones erfunden wurde, funktioniert auch mit allen älteren iPhones mit Lightning-Buchse. Er kostet weniger als 10 Euro. (jam@ct.de)

## Webinhalte von Edge an OneNote senden

**?** Wenn man im Internet Explorer eine Webseite über „Send to OneNote“ an OneNote übergibt, kann man den Text problemlos editieren. Edge hingegen sendet die Webseite nur als Bild, das man nicht bearbeiten kann. Gibt es auch in Edge eine Möglichkeit, Webinhalte so an OneNote zu übertragen, dass man den Text bearbeiten kann?



**Nach Installation des Add-ons „Clip to One-Note“ sendet Microsofts Web-Browser Edge Inhalte in editierbarer Form zum Notizprogramm.**

hdparm -i /dev/sd?

Suchen Sie das richtige Laufwerk aus, das Startlaufwerk heißt meistens „sda“. Nun prüfen Sie mittels

hdparm -I /dev/sdX

ob das Laufwerk gesperrt ist (Security frozen). Das dürfte oft der Fall sein. Nun gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder Sie legen den PC schlafen und wecken ihn sogleich wieder auf oder Sie ziehen kurz das Stromkabel der SSD ab. Nach einem erneuten Aufruf von hdparm sollte der Security-Eintrag „not frozen“ lauten.

Setzen Sie nun für das gewünschte Device mit dem Befehl

```
hdparm --user-master u ↵
  --security-set-pass ↵
    ctmagazin /dev/sdX
```

das ATA-Security-Passwort auf die Zeichenkette „ctmagazin“, um es gleich darauf mitsamt aller Daten per Security Erase wieder zu entfernen:

```
hdparm --user-master u ↵
  --security-erase ↵
    ctmagazin /dev/sdX
```

Durch die Vergabe eines anderen Schlüssels sind die Daten zwar eigentlich nicht gelöscht, aber mit Sicherheit unlesbar.

(//@ct.de)

**!** Das klappt mit der Edge-Erweiterung „OneNote Web Clipper“, die Sie kostenlos im Microsoft-Store finden. Klicken Sie dazu in Edge oben auf das Symbol mit den drei Punkten, wählen Sie dann „Erweiterungen“ und anschließend „Erweiterungen aus dem Store abrufen“. Dort suchen Sie dann nach „OneNote Web Clipper“. (db@ct.de)

## Fotos vom alten iPhone aufs neue übertragen

**?** Ich habe vor Kurzem das neue iPhone X gekauft und wollte nun die Fotos von meinem alten 6s auf mein neues iPhone übertragen. Beim Einrichten hat es alle meine Einstellungen und Apps übernommen, es fehlen aber die Bilder, da mein iCloud-Speicher nicht ausreicht, um die Fotos zwischenzuspeichern. Welche Möglichkeiten gibt es, die Bilder zu übernehmen, ohne den iCloud-Speicher zu erweitern?

**!** Am einfachsten wäre es, ein Offline-Backup via iTunes vom alten Gerät anzufertigen und aufs neue zu spielen. In den Backup-Einstellungen von iTunes müssten Sie anstelle der iCloud „dieser Computer“ wählen.

Wenn die Fotos bereits auf dem PC oder Mac liegen, funktioniert es auch ohne Backup. Verbinden Sie dazu das iPhone mit dem PC und öffnen Sie iTunes. Unter „Fotos“ setzen Sie einen Haken bei „Fotos synchronisieren“, wählen unter „Fotos kopieren von“ den Ordner mit den Fotos aus und wenden dies dann an. (hcj@ct.de)

## Datenträger durch Überschreiben löschen

**?** Das Löschen durch Überschreiben schützt mein Laufwerk doch davor, dass jemand anderes Daten davon lesen kann, wenn ich es entsorge oder weitergebe, oder?

**!** Das Löschen eines Datenträgers durch einfaches Überschreiben reicht in vielen Fällen nicht aus. SSDs etwa haben einen Overprovisioning-Bereich, den sie für Aufräumarbeiten nutzen; diesen sieht das Betriebssystem nicht und kann ihn daher beim Überschreiben nicht beachten. Bei Festplatten können Daten in defekten Sektoren nicht erreicht werden – solche Sektoren werden von der Firmware einfach gegen Reservesektoren ausgetauscht, das Betriebssystem kennt sie ebenfalls nicht. In beiden Fällen kommt man zwar nur mit erheblichem Aufwand an die Daten heran, aber die Datenträger sind eben nicht komplett gelöscht.

SATA-Festplatten und -SSDs löscht man besser mit einem speziell dafür vorgesehenen Befehl. Nahezu jede SSD und die meisten aktuellen Festplatten kennen das sogenannte ATA Secure Erase. Während dies bei SSDs meistens nur wenige Sekunden dauert, kann sich der Vorgang bei Festplatten mehrere Stunden hinziehen.

Viele SSD-Hersteller liefern Hilfsprogramme mit, die unter anderem eine Funktion zum sicheren Löschen bereitstellen. Aber es lässt sich auch mit einer Linux-Live-Distribution über den Befehl hdparm erledigen. Öffnen Sie dazu eine Konsole mit Root-Rechten und lassen Sie sich eine Liste der angeschlossenen Laufwerke anzeigen:

## Windows-Update-Log unter Windows 10

**?** Bislang war bei Problemen mit Windows Update die von Windows erzeugte Protokolldatei „c:\windows\windowsupdate.log“ meine erste Anlaufstelle. Doch unter Windows 10 wird dort nichts mehr protokolliert, die Datei enthält bloß englischsprachige Hinweise auf irgendwas mit „Event Tracing“ sowie einen Link zu einer Microsoft-Seite, die ich noch weniger verstehe. Wie komme ich auf einfachem Weg an die Infos aus der Log-Datei?

**!** Microsoft hat die Protokollierung von Windows Update unter Windows 10 von herkömmlichen Textdateien auf Event Tracing (auf Deutsch ungefähr: Ereignisverfolgung) umgestellt. Die Protokolle landen nun unter „c:\windows\logs\windowsupdate“ in ETL-Dateien, was Zeit und Plattenplatz spart, aber auch dazu führt, dass das Ergebnis nicht ohne Weiteres lesbar ist.

Die Ereignisanzeige hilft zum Lesen allerdings nicht weiter, auch wenn der Name das suggerieren mag. Zwar finden Sie unter „Anwendungs- und Dienstprotokolle/Microsoft/Windows/Windows-UpdateClient/Operational“ Ereignisse, doch handelt es sich dabei nur um eine mickrige Auswahl. Vergessen Sie auch die eigentlich naheliegende Option, die ETL-Dateien mit der Ereignisanzeige zu öffnen, denn lesbar werden die protokollierten Ereignisse dadurch auch nicht: Die eigentlichen Informationen stecken in kryptischen „Payloads“.

Stattdessen können Sie das Log mit einem einfachen PowerShell-Befehl in eine lesbare Form umwandeln. Öffnen Sie eine PowerShell (zu finden im Windows+X-Menü, Administratorrechte sind nicht nötig) und tippen Sie diesen Befehl ein:

`Get-WindowsUpdateLog`

Anschließend landet das Log auf dem Desktop in Form einer Textdatei mit dem altbekannten Namen „WindowsUpdate.log“.

Sofern Ihre Windows-10-Installation noch nicht auf Version 1709 aktualisiert wurde („Fall Creators Update“), will der Befehl allerdings auf Microsofts Symbol-Server zugreifen und braucht dafür eine Internetverbindung. (axv@ct.de)

mindestens so lange laufen, bis es Ihnen die Images zur Auswahl anbietet. Falls dabei Schwierigkeiten auftreten, probieren Sie einen anderen Anschluss. Auch ist das Tauschen von Kabel und/oder Gehäuse einen Versuch wert. (axv@ct.de)

ha übersetzen. In diesem gibt man eine Formel ein, wobei es auch komplexere, verschachtelte Ausdrücke sein können. Er wandelt sie dann in die ausgewählte Zielsprache um, sodass man sie direkt in eine Excel-Zelle kopieren kann. Das Online-Tool unterstützt in beiden Richtungen über 30 Sprachen. (db@ct.de)

**Excel-Translator: [ct.de/y8v3](https://ct.de/y8v3)**

## Excel: Deutschsprachige Funktionen in US-Version

Unsere Firma setzt eine englischsprachige Version von Microsoft Office 2016 ein. Da ich früher immer mit einem deutschsprachigen Excel gearbeitet habe, fällt mir die Umstellung auf englische Funktionsnamen schwer – vor allem, wenn man im Web Tipps liest, die Formeln mit deutschsprachigen Funktionsnamen verwenden. Bislang behelfe ich mir damit, die deutschsprachigen Funktionsnamen über Google zu übersetzen. Gibt es einen Trick, mit dem ein englischsprachiges Excel auch deutsche Formeln versteht?

Uns ist kein solcher Weg bekannt. Es gibt im Web aber Listen mit einer Gelegenüberstellung der Funktionsnamen in diversen Sprachen. Noch komfortabler können Sie Formeln mit dem Excel-Translator des Excel-Spezialisten Mourad Lou-

## NVMe-SSDs über USB-Anschluss klonen

Mein Laptop ist nur mit einer 128 GByte großen NVMe-SSD ausgerüstet, die ich durch eine 512-GByte-NVMe-SSD ersetzen möchte. Um die alte SSD zu klonen, möchte ich die neue über USB anschließen, finde aber keinen Adapter für NVMe-SSDs.

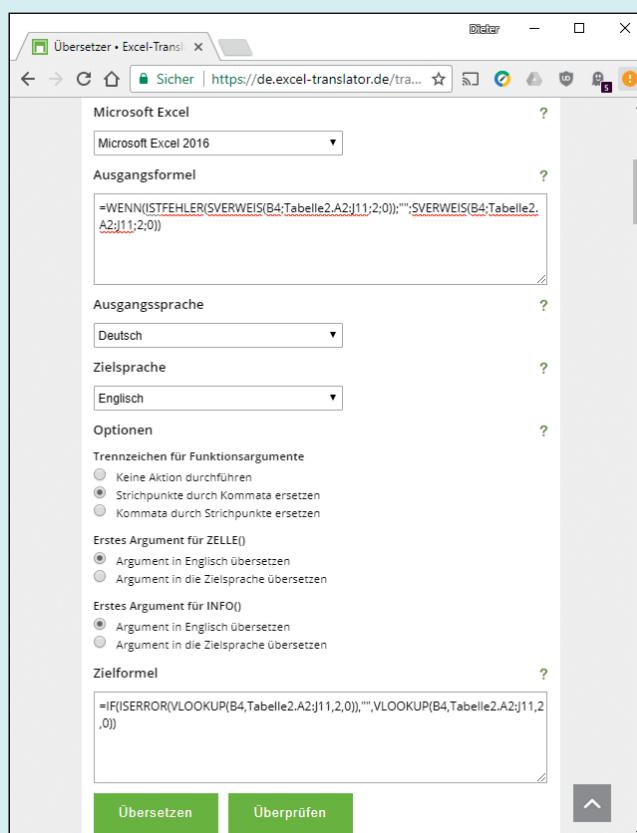
Leider ist uns derzeit kein USB-Adapter für NVMe-SSDs bekannt. Über einen kleinen Umweg kommen Sie aber ans Ziel: Legen Sie ein Image Ihres Systems auf einem anderen USB-Laufwerk an. Dann bauen Sie die neue NVMe-SSD ein und spielen das Image zurück. Alle benötigten Funktionen bietet unser Tool c't-WIMage (siehe [ct.de/wimage](https://ct.de/wimage)). (bkr@ct.de)

## c't-WIMage-Platte tauschen

Ich benutze seit Längerem Ihr Sicherungsskript c't-WIMage und verwen-de zum Sichern wie von Ihnen empfohlen eine USB-Festplatte. Die läuft aber mittlerweile voll, sodass ich sie gern gegen eine größere tauschen möchte. Geht das? Wie übertrage ich die gesicherten Images?

Das geht relativ simpel: Verwandeln Sie gemäß der Anleitung Ihre neue Festplatte genau wie die alte in ein Sicherungslaufwerk. Ihre Images speicherte c't-WIMage (siehe [ct.de/wimage](https://ct.de/wimage)) auf der alten Platte alle in der Datei install.wim im Ordner „sources“ – kopieren Sie diese einfach an die gleiche Stelle auf der neuen Platte. Kopieren Sie außerdem die Datei Backupliste.txt aus dem Wurzelverzeichnis der alten in das der neuen Platte – fertig.

Vergessen Sie aber nicht, auch bei der neuen Platte zu prüfen, ob Ihr PC wirklich von ihr bootet. Lassen Sie das Setup-Programm nach dem Booten von der Platte



**Das Online-Tool  
Excel-Translator  
übersetzt Funktionsnamen und auch komplexe Formeln in die von Excel unterstützten Sprachen.**

Anzeige



# FAQ

# Audioeditor Audacity

## Antworten auf die häufigsten Fragen

**Von Martin Reche**

### MP3s exportieren

**?** Ich kann mit Audacity keine Aufnahmen als MP3-Dateien exportieren. Woran liegt das?

**!** Für den Export in das komprimierte MP3-Format setzt Audacity den Lame-MP3-Encoder voraus, darf diesen aus Lizenzgründen aber selbst nicht mitbringen. Sie finden die Download-Seite für den Encoder unter ct.de/yvv5. Alternativ leitet Sie Audacity nach einem gescheiterten MP3-Export über Umwege dorthin. Die Installation können Sie ausführen, während Audacity läuft – anschließend sollte der MP3-Export auch ohne Programm-Neustart klappen.

Mit weiteren Plug-ins exportiert Audacity Aufnahmen übrigens auch in die Formate EAC3, AMR(NB), M4A und WMA und importiert Audiospuren von Videos. Dafür setzt das Programm mit FFmpeg weitere Bibliotheken voraus, die händisch installiert werden müssen. Den direkten Link zur Download-Seite finden Sie ebenfalls unter ct.de/yvv5.

### Windows-Sounds aufnehmen

**?** Ich würde gerne für ein Projekt den Ausgabesound von Windows mit Audacity mitschneiden. Wie mache ich das?

**!** Stellen Sie den Audio-Host auf Windows WASAP. Anschließend geben Sie als Aufnahmegerät die Tonausgabe Ihrer Soundkarte an, etwa „Lautsprecher (Realtek High Definition Audio (SST)) (loopback)“ oder „Lautsprecher (VIA High Definition Audio)“. Die Tonausgabe bleibt unverändert. Sollte die Aufnahme

nicht auf Anhieb klappen, schauen Sie unter „Bearbeiten/Einstellungen/Aufnahme“ nach, ob die pegelgesteuerte Aufnahme aktiv ist – falls das der Fall ist, schalten Sie diese aus. Entfernen Sie zudem den Haken aus der Checkbox „Eingabe per Software durchschleifen“.

### Optimal normalisieren

**?** Wenn ich eine Audiospur normalisiere, geraten manchmal nur diejenigen Bereiche meiner Audiospur lauter, die eh schon ausreichend laut waren. Der Rest bleibt hingegen weiterhin zu leise. Woran liegt das?

**!** Der Normalisieren-Effekt orientiert sich immer an der lautesten Stelle einer Markierung und zieht diese auf den festgelegten Maximalwert, etwa auf -1,0 Dezibel. Die leiseren Passagen werden nicht automatisch auf diesen Wert verstärkt, sondern nur im Verhältnis zum Maximalwert angeglichen. Wechseln sich in einer Aufnahme sehr laute und sehr leisen Passagen ab, steht daher vor dem Normalisieren ein wenig Feinarbeit an: Bringen Sie mit dem Hüllkurvenwerkzeug oder dem Verstärken-Effekt sämtliche Pegelspitzen auf das Niveau der restlichen Aufnahme, bevor Sie diese normalisieren.

### Auto-Ducking

**?** Für meinen Podcast möchte ich gerne ein Interview übersetzen. Der O-Ton soll dabei während der Übersetzung leise mitlaufen. Gibt es dafür eine Funktion, die die Lautstärken automatisch angleicht?

**!** Ja, das erledigt der Auto-Duck-Effekt. Dieser benötigt eine Steuerspur, im

Regelfall die deutsche Übersetzung. Richtet Sie die Steuerspur unter der Original-Spur an der gewünschten Stelle aus und führen Sie „Auto-Duck“ aus. Im aufklappenden Dialogfenster legen Sie per Mausklick fest, wie stark der Pegel der Originalspur abgesenkt werden soll. Audacity bietet hier von Haus aus -12 Dezibel an – nach unserer Erfahrung klingt es mit noch leiseren Pegeln um -15 Dezibel besser.

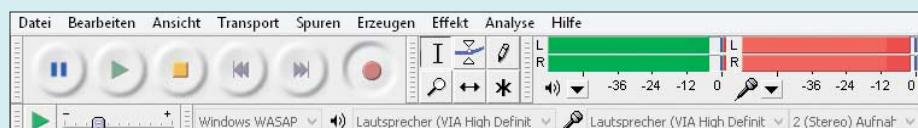
### Probleme mit dem Headset

**?** Ich besitzt ein einfaches Headset, mit dem meine Aufnahmen immer sehr leise geraten, auch wenn ich den Eingangsspeicher in Audacity voll ausreize. Wie kann ich meine Aufnahmen im Nachhinein möglichst einfach verstärken?

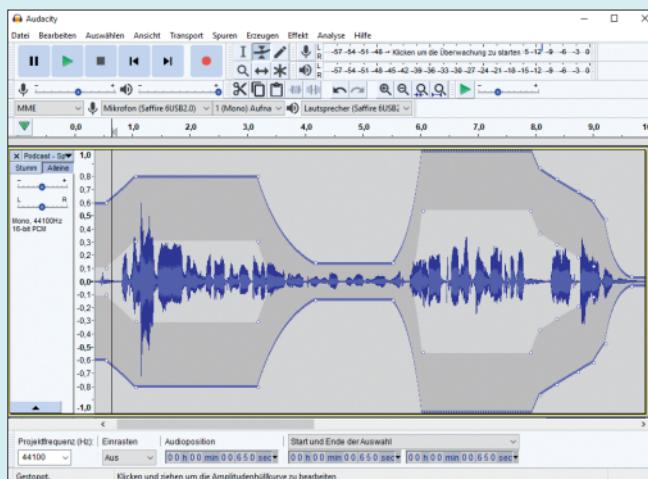
**!** Audacity bringt für die Nachbearbeitung von Lautstärken – sprich: Pegeln – mehrere Werkzeuge mit. Wenn Sie eine gleichmäßig ausgepegelte Aufnahme vorliegen haben, arbeiten Sie am besten mit dem Normalisieren-Effekt. Markieren Sie die Spur per Doppelklick und führen Sie „Normalisieren“ aus. Tragen Sie im aufklappenden Dialogfenster bei „Maximale Amplitude normalisieren auf“ den Wert -1,0 dB ein. So vermeiden Sie Verzerrungen durch Pegelspitzen. Bestätigen Sie die Eingabe und Audacity hebt den Pegel an.

Kleine Bereiche einer Aufnahme machen Sie mit dem Verstärken-Effekt lauter oder leiser. Markieren Sie den zu bearbeitenden Bereich, starten Sie den Effekt und tippen Sie die gewünschte Verstärkung in Dezibel ein. Sie können mit dem Effekt auch Pegelspitzen absenken, indem Sie mit negativen Werten arbeiten.

Mit dem Hüllkurvenwerkzeug variieren Sie den Pegel innerhalb einer längeren Audiospur. So können Sie etwa Betonungen innerhalb einer Gesangsspur setzen oder einzelne Takte einer Gitarrenaufnahme abdämpfen. Das Hüllkurvenwerkzeug rufen Sie mit F2 auf. Anschließend versehen Sie die Spur mit kleinen Markierungen und können die Pegel zwischen zwei Markern mit der Maus wahlweise anheben oder absenken. Auf diese Weise



Mit den richtigen Einstellungen zeichnet man mit Audacity sämtliche Desktop-Klänge auf, etwa die von Videos oder Skype-Präsentationen.



Mit dem Hüllkurvenwerkzeug bearbeitet man den Pegel einer Aufnahme detailliert und fügt optional Blenden ein.

und Taktart der Klickspur bestimmen und in der aktuellen Version 2.2 aus sechs Klängen für die Metronomschläge wählen. Für Songs, die mehrere unterschiedliche Taktarten besitzen, kann man für die einzelnen Teile individuelle Klickspuren erzeugen und diese auf einer Audiospur nahtlos aneinanderfügen. Das Metronom-Klicken zeichnet Audacity bei den Aufnahmen nicht auf.

## Stimmen mit Effekten verfremden

**?** Für ein Hörspiel würde ich gerne Stimmen verfremden, beispielsweise um ein Monster darzustellen oder Rufe aus einer tiefen Höhle zu simulieren. Welche Effekte kommen dafür in Frage?

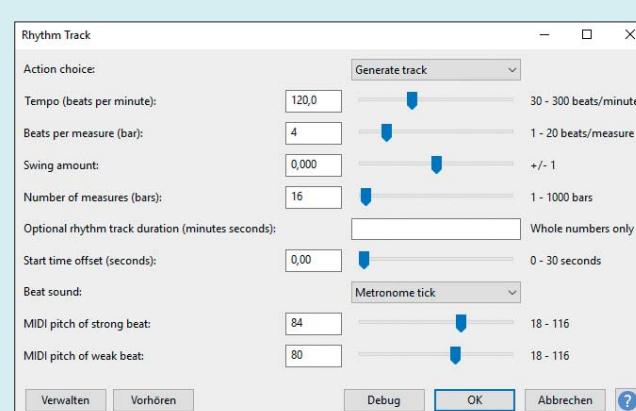
**!** Das Monster aus Ihrem konkreten Beispiel simulieren Sie am besten mit dem „Tonhöhe ändern“-Effekt. Damit können Sie die aufgenommene Stimme so bearbeiten, dass sie extrem tief oder extrem spitz klingt. Für den Ruf aus einer Höhle experimentieren Sie mit den Hall- und Echo-Effekten [1].

Sollten die mitgelieferten Effekte nicht reichen, finden Sie auf der Download-Seite des Entwicklers weitere Effekt-Bibliotheken. Mit diesen erweitern Sie das Verfremdungsrepertoire von Audacity um Dutzende weitere Möglichkeiten. Außerdem erhalten Sie zahlreiche Effekte für Musikproduktionen wie Tremolo, Delay, Trittschallfilter et cetera. (mre@ct.de)

## Literatur

[1] Thorsten Pehl, Monsterquatsch und Space-Kaninchen, Audioschnipsel aufnehmen und klanglich verfremden, c't 7/2015, S. 158

**Audacity, Lame-Encoder, FFmpeg-Bibliothek:** [ct.de/yvv5](http://ct.de/yvv5)



Für optimal getimierte Musikaufnahmen legt man mit Audacity Klickspuren an, die in der Aufnahme später nicht zu hören sind.

lassen sich auch individuelle Blenden, etwa Fade-outs, einfach realisieren.

## Schlechte Aufnahmequalität

**?** Ich habe mir für Sprachaufnahmen am Laptop ein hochwertiges Mikrofon mit Interface zugelegt. Trotzdem klingen die Aufnahmen indirekt und bleichern. Woran könnte das liegen?

**!** Prüfen Sie unter „Bearbeiten/Einstellungen/Geräte“, ob die neue Hardware erkannt wurde. In den Drop-down-Menüs von „Wiedergabe“ und „Aufnahme“ sollte der Name der externen Soundkarte, also des Interface, auftauchen. Wenn dort noch die integrierte Soundkarte des Laptops angezeigt wird, läuft die Aufnahme über die integrierten Mikrofone des Laptops, was den indirekten Klang erklärt.

## Kompressor und Equalizer

**?** Meine Aufnahmen klingen häufig zu spitz uns schlapp. Wie peppe ich sie mit Bordmitteln auf?

**!** Dafür bringt Audacity unter dem Menüeintrag „Effekte“ verschiedene Werkzeuge mit. Um Aufnahmen mehr Druck zu verleihen, kann sich Klangmanipulation per Equalizer oder Kompressor auszahlen. Beide finden Sie im Effekt-Menü. Beim Kompressor handelt es sich um einen Dynamikkompressor. Er hebt leise Bereiche einer Aufnahme an und senkt laute ab, ohne dass die Dynamik der Aufnahme darunter leidet. Vor allem

Sprachaufnahmen klingen nach dem Einsatz dieses Effektes bereits mit den Voreinstellungen deutlich kraftvoller – lediglich den Haken bei „Anhebung auf 0 dB nach dem Komprimieren“ sollte man rausnehmen, um Verzerrungen zu vermeiden.

Zusätzlich oder alternativ lässt sich der Klang mit dem Equalizer „Bass und Höhen“ bearbeiten. Damit können Sie den Bassbereich anheben und die Höhen beschneiden, indem Sie dafür einen negativen Wert eintragen. Mit den Einstellungen sollte man vorsichtig sein: Vor allem die Verständlichkeit von Sprachaufnahmen leidet unter zu viel Bass, reduziert man die Höhen zu stark, klingen Stimmen leicht bleichern und unnatürlich.

## Klickspuren erzeugen

**?** Kann man für Instrumental- und Gesangsaufnahmen irgendwo ein Metronom aktivieren, dessen Klicklaute nicht auf den Aufnahmen landen?

**!** Audacity stellt unter „Erzeugen/Rhythm Track“ ein solches Werkzeug zur Verfügung. Sie können Länge, Tempo



Bild: Albert Hulm

# Kartenmacher

## Eigene Landkarten aus OpenStreetMap-Daten gestalten

**OpenStreetMap sammelt Daten über Straßen, Orte und Gelände. Damit daraus Landkarten werden, braucht es eine Software wie Maperitive.**

**Von Jan Mahn**

Die universelle Landkarte für alle Anwendungen gibt es nicht. Wanderer, Autofahrer und Geocacher haben sehr unterschiedliche Vorstellungen, welche Details auf einer Karte sinnvoll sind. Mit der kostenlosen Software Maperitive erstellen Sie aus freien OpenStreetMap-Daten nützliche oder dekorative Karten,

die Sie als Vektor- oder Pixeldaten weiterverarbeiten können und genau das enthalten, was Sie benötigen.

Das Programm läuft nur unter Windows. Sie finden es über ct.de/ynya. Entpacken Sie das Archiv in einen beliebigen Ordner, einen Installer gibt es nicht. Öffnen Sie das Programm zum ersten Mal, landen Sie mitten in Slowenien. Von dieser Ansicht dürfen Sie sich nicht täuschen lassen – es sind aus dem Netz geladene Kacheln als Bilddateien, die der Orientierung dienen, nicht aktuelles Rohmaterial. Dieses muss Maperitive erst von OpenStreetMap herunterladen. Scrollen und verschieben Sie die Ansicht auf ein Gebiet Ihres Interesses, für den ersten Test reicht ein Ausschnitt einer Stadt. Wählen Sie im Menü „Map/Set Geometry Bounds“. Ma-

peritive zeichnet um den aktuellen Bildschirminhalt ein verschiebbares rotes Rechteck und begrenzt damit den Bereich, für den es Daten herunterladen soll. Den Download starten Sie über „Map/Download OSM Data (Overpass API)“. Im Programmfenster unten rechts sehen Sie jetzt zwei Ebenen: die Orientierungskarte (Web Map) und das gerade heruntergeladene Material (OSM file). Für die weitere Arbeit sollten Sie die Orientierungskarte mit einem Klick auf den gelben Stern ausblenden. Übrig bleibt ein Ausschnitt im OpenStreetMap-Standard-Layout, der beim Reinzoomen immer mehr Details preisgibt. Um ein Gefühl für die Möglichkeiten der Software zu bekommen, wählen Sie unter „Map/Switch to Rules“ eines der fünf Layouts. Freunde der Komman-

dozeile können im Feld „Commander“ mitlesen, welche Befehle die Menüpunkte ausführen und das Programm später ausschließlich über die Kommandozeile bedienen.

## Druckbereich

Maperitive kann die gerenderte Karte unter anderem als Bitmap oder Vektorgrafik für Inkscape oder Adobe Illustrator ausgeben, benötigt aber vorher die Information, welcher Bereich von Interesse ist. Klicken Sie dazu auf „Map/Set Printing Bounds“. Zusätzlich zum roten Rahmen für den Daten-Download gibt es jetzt einen blauen Rahmen für den Druckbereich. Soll die Karte später gedruckt werden, können Sie gleich ein Papierformat und einen Maßstab auswählen. Klicken Sie rechts auf den Rahmen und öffnen Sie „Properties“. Setzen Sie „Fixed Paper“ auf „True“ und wählen Sie das gewünschte Papierformat (die DIN-Formate sind bereits angelegt). Geben Sie unter „Map Scale“ einen Maßstab ein, beispielsweise 25000 für eine Wanderkarte im Maßstab 1:25000, passt Maperitive den Druckbereich automatisch an.

## XML-Ödnis

Die Daten, die die Freiwilligen in OpenStreetMap zusammengetragen haben, sind von der Darstellung als Landkarte oder Stadtplan unabhängig. Sie liegen im Rohzustand als XML-Datei vor und enthalten keine Bildinformationen – vergleichbar mit der Trennung zwischen HTML und CSS in der Webentwicklung. Für die Arbeit mit Maperitive und den Zusammenbau eigener Layouts ist es hilfreich, zumindest einen kurzen Blick auf die Datengrundlage zu werfen:

```
<way id="124221088" visible="true"
version="3" changeset="38231814"
timestamp="2016-04-01T17:27:31Z"
user="Papa Schlumpf" uid="13969">
<nd ref="1383204252"/>
<!-- [...] -->
<tag k="access" v="private"/>
<tag k="amenity" v="parking"/>
<tag k="fee" v="no"/>
<tag k="name"
v="Heise Mitarbeiter"/>
<tag k="parking" v="surface"/>
<tag k="park_ride" v="no"/>
</way>
```

In diesem Ausschnitt hat der Benutzer „Papa Schlumpf“ den Mitarbeiterparkplatz auf dem Heise-Verlagsgelände in

Hannover kartografiert und die Information hinterlegt, dass es sich um einen Privatparkplatz unter freiem Himmel handelt, der nicht für Park & Ride zur Verfügung steht.

Der kleine Ausschnitt lässt auch erahnen, dass die XML-Darstellung nicht gerade platzsparend ist und der Download von Rohdaten einer Großstadt einige Zeit dauern kann, weil Maperitive immer alle Informationen bis ins kleinste Detail abruft.

## So siehts aus

Mit Darstellungsregeln sagen Sie dem Programm, wie es die Daten darstellen soll. Für den Einstieg ist es empfehlenswert, mit einer bestehenden Regeldatei zu beginnen und sie an die Bedürfnisse anzupassen. Öffnen Sie im Maperitive-Verzeichnis den Ordner „Rules“ und kopieren Sie die Datei „urbanight.mrules“ als „test.mrules“ in den gleichen Ordner. Damit Maperitive die neue Regel verwenden kann, ist ein Befehl in der Maperitive-Kommandozeile nötig:

```
use-ruleset ↴
↳ location=Rules/test.mrules ↴
↳ as-alias=test
```

Ab jetzt taucht die Datei in der Liste als „test“ auf. Öffnen Sie die neue Regeldatei mit einem Text-Editor Ihres Vertrauens.

Einrückungen geben in Maperitive-Regeln die Struktur und müssen richtig übernommen werden. Im ersten Abschnitt werden features definiert, also alle Linien (wie Straßen und Flüsse), Punkte (wie Bergkuppen oder Denkmäler) und Flächen (Seen, Wälder, Felder). Nur Elemente, die hier definiert sind, tauchen in der Karte auf.

Als Beispiel soll eine Parkplatzkarte entstehen, die öffentliche und private Parkplätze hervorhebt. Fügen Sie im Abschnitt lines folgende Zeilen ein:

```
publicparkplatz: parking AND NOT ↴
↳ access = private
privateparkplatz: parking AND ↴
↳ access = private
```

Im nächsten Abschnitt properties, der für allgemeine Einstellungen der Karte zuständig ist, ändern Sie die Hintergrundfarbe auf ein freundliches Weiß: map-background-color : white. Maperitive versteht genau wie CSS sowohl hexadezimale Farbcodes (eingeleitet durch #) als auch englische Bezeichnungen. Jetzt fehlen noch zwei Regeln für öffentliche und private Parkplätze, die Sie innerhalb des Abschnitts rules platzieren:

```
target : publicparkplatz
define
    line-color : green
```



Mit dem Layout „Wireframe“ stellt die Karte nur Umrisse dar. Für den täglichen Gebrauch ungeeignet, aber dekorativ.



Mit je einer Regel für öffentliche und private Parkflächen entsteht eine nützliche Übersicht für Autofahrer.

```
line-opacity : 100%
line-width : 10:5;16:5
draw : line
target : privateparkplatz
define
  line-color : red
  line-opacity : 100%
  line-width : 2
draw : line
```

Speichern Sie die Datei im Texteditor ab. Maperitive liest die Regeln immer neu ein, wenn der Fokus zurück auf das Fenster wechselt, und Sie sehen das Ergebnis der Regelanpassung: Öffentliche Parkplätze werden jetzt grün umrandet, während private Flächen mit einer gestrichelten roten Linie dargestellt werden.

## Höhenlinien

Wanderer und Radfahrer brauchen Karten, aus denen das Höhenprofil der Landschaft ersichtlich ist. Die benötigten Höhendaten sind allerdings nicht im Datensatz von OpenStreetMap enthalten und müssen aus einer anderen Datenquelle nachgeladen werden. Das funktioniert leider nicht vollautomatisch, sondern nur mit einem kleinen Umweg über den Browser. Definieren Sie zunächst das gewünschte Gebiet in Maperitive und notieren Sie, in welchem Längen- und Breitengrad es liegt. Ohne Anmeldung können Sie bei der „United States Geological Survey“ Daten im Format SRTM3 mit der vergleichsweise groben Auflösung von 3 Bogensekunden (in Europa ungefähr 60–90 Meter) herunterladen. Die Download-Seite finden Sie über ct.de/ynya. Suchen Sie aus der langen Liste der Zip-Dateien die für Ihr Gebiet passende heraus. Der Name entspricht dem jeweiligen Breiten-

und Längengrad, für Hannover beispielsweise N52E009.hgt.zip. Erstreckt sich Ihre Karte über mehrere Bereiche, laden Sie diese Dateien nacheinander herunter. Entpacken Sie das Archiv und legen Sie die hgt-Datei anschließend im Verzeichnis der Maperitive-Installation in den Unterordner Cache\Rasters\SRTM3. Klicken Sie jetzt in Maperitive auf den Menüpunkt „Tools/Generate Relief Contours“. Das Programm beginnt mit der Verarbeitung – in Verbindung mit der mitgelieferten Regeldatei „hiking“ sehen Sie die Höhenlinien in der Karte. Höhenlinien werden über contour im Abschnitt features ange- sprochen. Für feiner aufgelöste SRTM-Daten müssen Sie sich im Datenportal der NASA registrieren – eine detaillierte An-

leitung von den Maperitive-Entwicklern haben wir verlinkt.

Ebenfalls im Menü „Tools“ verstecken sich Features, um die Flächen auf Grundlage der Höheninformationen einzufärben. Die Hillshading-Funktionen versuchen, das Profil durch Schattierungen darzustellen und „Generate Hypsometric Tinting“ färbt Flächen auf gleicher Höhe auch in gleicher Farbe ein.

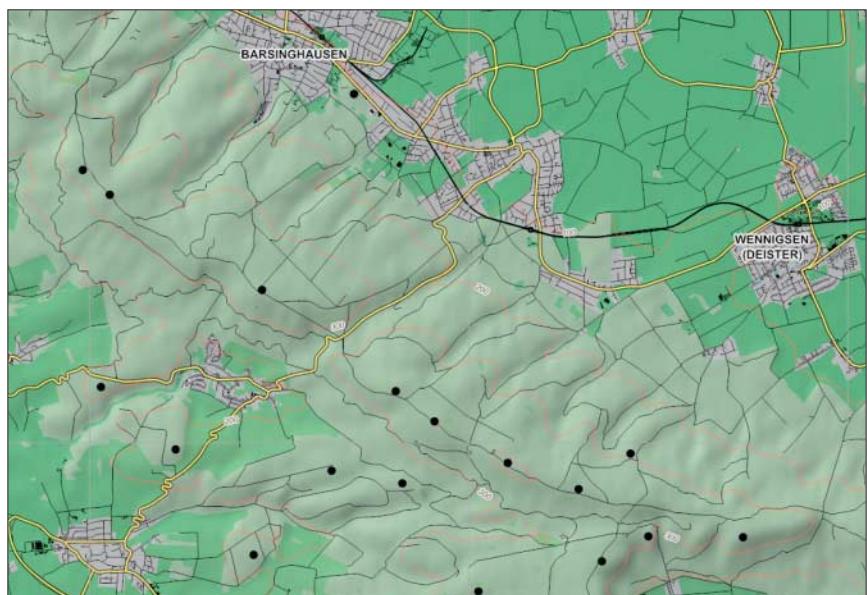
## Speichern und laden

Maperitive fehlt eine Funktion, die der Windows-Nutzer instinktiv erwarten würde: der Dialog zum Speichern und Öffnen einer „Maperitive-Datei“. Da das Programm im Hintergrund über eine eigene Kommandozeile bedient wird, können Sie alle Befehle, die im Commander-Fenster erscheinen, in eine Textdatei kopieren und diese mit der Endung .txt abspeichern. Über „File/Run Script“ können Sie diese laden und damit die Kartenerstellung vom Abrufen der Daten bis zum Export als Bild automatisieren.

Maperitive macht es dem Einsteiger nicht unbedingt leicht – dafür ist der Arbeitsablauf zu wenig intuitiv. Hat man das Prinzip einmal verstanden, entstehen nützliche oder dekorative Karten. Wer noch tiefer einsteigen will, kann zusätzlich die Python-Anbindung ausprobieren, um eigene Funktionen zu programmieren.

(jam@ct.de)

**Maperitive-Download und Höhendaten:**  
[ct.de/ynya](http://ct.de/ynya)



Einige Schattierungen auf Grundlage der Höhendaten machen das Höhenprofil anschaulich.

Anzeige



Bild: Albert Coen, Illustrator

# Draußen nur verschlüsselt

## Anmeldung am Windows-Notebook sicher oder bequem

**Auf einem Notebook liegen die Daten am besten sicher verschlüsselt, aber das erfordert bei jedem Start Aufwand zum Entsperren. Doch wenn Sie einige Konfigurationshandgriffe richtig kombinieren, können Sie künftig von Start zu Start selbst entscheiden, ob Sie dabei schnelles Entsperrnen ohne Verschlüsselung oder aufwendiges Login mit Verschlüsselung wollen.**

**Von Axel Vahldiek**

**E**in Notebook auf Reisen ist stets gefährdet: Es bleibt im Taxi liegen, das Hotelzimmer wird ausgeraubt, die Notebook-Tasche wird versehentlich vertauscht, die denkbaren Szenarien sind

vielfältig. Und damit dann kein Fremder die Daten auf dem Gerät ausspähen kann, nimmt man gern etwas mehr Aufwand für die Sicherheit in Kauf. Mitunter aber nervt er: Im Büro noch schnell letzte Änderungen an einer Datei eintippen, dann Deckel zuklappen, mit dem Gerät unterm Arm in den Konferenzraum hetzen, um den schon wartenden Kollegen direkt das Arbeitsergebnis zeigen zu können – in solchen Situationen stört das zwischenzeitliche Sperrn nur, und einen Sicherheitsgewinn bringt es auch nicht. So mancher hält auch seine verschlossene Wohnungs- oder Haustür für hinreichend sicher und möchte daheim gern auf die Verschlüsselung verzichten.

Zeit für ein paar Tricks: Richtig konfiguriert ist Ihr Notebook unterwegs sicher durch Verschlüsselung geschützt und steht daheim ohne Entsperren sofort bereit. Der Trick: Entscheiden Sie beim Beenden der Sitzung, ob sich Windows in

einen verschlüsselten oder unverschlüsselten Zustand verabschiedet.

Die Kurzform der nachfolgenden Anleitung: Verschlüsseln Sie, sofern nicht bereits passiert, zuerst die Festplatte oder SSD des Notebooks mit einer Software, die das Laufwerk per Kennwort-Eingabe wieder entsperren kann. Die gibt es entweder kostenlos oder sie ist bei den Pro-Editionen von Windows 8.1 und 10 sogar schon dabei (Pro, Enterprise, Education). Als nächstes konfigurieren Sie Windows so, dass Sie möglichst selten zwei Kennwörter hintereinander erst zum Entsperren und dann zum Anmelden eingeben müssen. Der letzte Schritt: Sorgen Sie dafür, dass nach dem Zuklappen des Notebook-Deckels beim nächsten Start keine Kennwortabfrage erscheint, nach dem Drücken des Ausschalters hingegen schon. So können Sie durch die Art des Beendens der aktuellen Sitzung entscheiden, ob Sie das nächste Mal ein Kennwort eingeben müssen.

## So funktioniert es

Dass der Trick funktioniert, liegt daran, dass Sie den verschiedenen Arten des Beendens unterschiedliche Aktionen zuordnen können, konkreter: zwei unterschiedliche Arten von Energiesparen, den „Energiesparmodus“ und den „Ruhezustand“. Der wesentliche Unterschied besteht in der Art, wie Windows dabei jeweils den Inhalt des Arbeitsspeichers konserviert. Beim Energiesparmodus bleibt er direkt im RAM erhalten (Suspend to RAM), was etwas Strom braucht. Daher ist er vor allem dann sinnvoll, wenn das Notebook beispielsweise am heimischen Schreibtisch am Netzteil hängt. Das verschlüsselte Laufwerk bleibt dabei entsperrt.

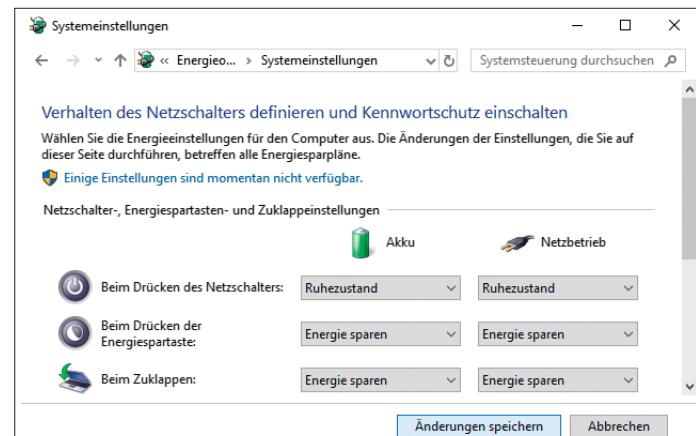
Beim Ruhezustand hingegen schreibt Windows den Arbeitsspeicherinhalt in die Systemdatei Hiberfil.sys, die versteckt direkt auf Laufwerk c: liegt (Suspend to disk). Anschließend kann sich der PC vollständig abschalten – und sperrt bei der Gelegenheit auch das verschlüsselte Laufwerk. Beim nächsten Start findet der Bootloader das Laufwerk also verschlüsselt vor und verlangt nach dem Kennwort. Als Alternative können Sie Windows auch komplett herunterfahren, das hier entscheidende Verhalten ist das gleiche.

## Verschlüsseln

Besitzer einer Pro-Edition von Windows 8.1 oder 10 können zum Verschlüsseln das bordeigene Bitlocker verwenden. Das ist ohnehin dabei und wird per Windows-Update bei Bedarf aktualisiert.

Die Pro-Editionen von Windows 7 haben zwar auch eine Bitlocker-Version an Bord, doch eignet die sich nicht für die hier empfohlene Arbeitsweise, weil sie kein Kennwort zum Entsperren akzeptiert, sondern nur einen auf dem Mainboard sitzenden TPM-Chip (Trusted Platform Module) oder einen Schlüssel auf einem USB-Stick. Das TPM hilft hier aber nicht, denn das ist ja ohnehin immer da, wenn das Notebook entsperrt wird. Die Idee hinter TPM-geschützter Verschlüsselung ist eine andere Art von Schutz: Eine kaputte oder einfach nur zu klein gewordene Festplatte kann man dann ohne Weiteres aus dem Gerät ausbauen, um sie zu entsorgen oder weiterzugeben – wer auch immer die anschließend bekommt, kann die Daten mangels passendem TPM nicht lesen. Den Schlüssel auf einem USB-Stick herumtragen zu müssen ist unbequem und hat den Nachteil, dass der Stick nicht nur in die Hosentasche, sondern auch

**Das Drücken des Netzschalters kann eine andere Aktion auslösen als das Zuklappen des Notebook-Deckels. Das lässt sich ausnutzen, um Windows mal mit und mal ohne Kennwort-Abfrage zu starten.**



durch das Loch darin passt, und dann sitzt man unterwegs vor einem nutzlosen Notebook.

Als Open-Source-Alternative bietet sich VeraCrypt an. Dieses Programm, der inoffizielle Nachfolger von TrueCrypt, läuft unter allen Windows-Editionen statt nur unter ausgewählten wie Bitlocker. Es kann zudem auch Linux und macOS verschlüsseln.

Anleitungen für das Verschlüsseln mit den beiden Programmen finden Sie in den beiden Kästen.

## Netzschatzer konfigurieren

Was beim Zuklappen und Netzschatzertreten passiert, konfigurieren Sie in der Systemsteuerung. Unter Windows 7 tippen Sie einfach so lange buchstabenweise das Wort „Energieoptionen“ ins Suchfeld des Startmenüs ein, bis der entsprechende Treffer erscheint. Unter Windows 8.1 und 10 drücken Sie stattdessen Windows+X, wählen Sie „Energieoptionen“ und dann „Zusätzliche Energieeinstellungen“ (je nach Display-Auflösung rechts oben oder ganz unten).

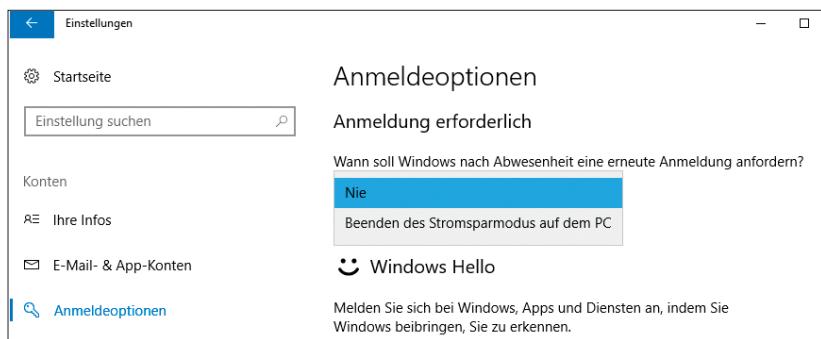
### Bitlocker einrichten

Damit Bitlocker ein Kennwort zum Entsperren des Laufwerks akzeptiert, ist eine Gruppenrichtlinie zu setzen. Rufen Sie dazu den Gruppenrichtlinieditor auf (Windows+R drücken, gredit.msc eintippen). Dort hangeln Sie sich durch zu „Computerkonfiguration/Administrative Vorlagen/Windows-Komponenten/Bitlocker-Laufwerksverschlüsselung/Betriebssystemlaufwerke“, wo Sie die Option „Zusätzliche Authentifizierung beim Start anfordern“ öffnen. Ändern Sie oben die Einstellung von „Nicht konfiguriert“ auf „Aktiviert“, woraufhin unten ein Häkchen vor „Bitlocker ohne kompatibles TPM zu lassen ...“ gesetzt sein sollte (sonst ergänzen Sie das Häkchen manuell).

Weiter geht es im Explorer, genauer im Kontextmenü der Systempartition (Rechtsklick auf Laufwerk c: im Explorer). Dort finden Sie die Option „Bitlocker aktivieren“. Wählen Sie „Kennwort eingeben“ aus und tippen Sie eines ein. Es folgt die Frage, wo Sie den Wiederherstellungsschlüssel speichern wollen, mit dem Sie auch dann noch an Ihre Daten

kommen, wenn Sie Ihr Kennwort vergessen haben. Drucken ist nicht die schlechteste Wahl, denn Papier ist vor Angriffen durch Schädlinge sicher. Das Blatt gehört anschließend sicher verwahrt, am besten in einem feuerfesten Tresor. Die nächsten Dialoge sind selbsterklärend, bei Zweifeln lesen Sie die dabeistehenden Hinweise.

Wenn der Assistent durch ist, müssen Sie Windows neustarten, damit es weitergeht. Währenddessen müssen Sie erstmals das Bitlocker-Kennwort eingeben. Damit ist der Vorgang aber noch nicht abgeschlossen. Den Fortschrittsbalken bekommen Sie zu sehen, wenn Sie auf das kleine Bitlocker-Symbol im Infobereich neben der Uhr klicken. Falls es dort nicht direkt zu sehen ist, klicken Sie an gleicher Stelle auf den Pfeil nach oben. Bis die Verschlüsselung abgeschlossen ist, kann es je nach Laufwerksgröße und Hardware-Geschwindigkeit einige Minuten oder gar Stunden dauern. Im Explorer trägt das Laufwerk anschließend ein Schloss-Symbol.



**Das Umstellen auf „Nie“ sorgt dafür, dass Windows das Kennwort nicht mehr nach dem Aufwachen wissen will, sondern nur nach dem Sperren, Abmelden oder Neustart.**

Weiter geht es bei allen Windows-Versionen oben links: „Auswählen, was bei Drücken von Netzschaltern geschehen soll“. Dort können Sie individuell für Netzschalter und fürs Zuklappen festlegen, was dann passieren soll. Falls Ihr Notebook eine zusätzliche Energiespar-taste besitzt, lässt die sich hier ebenfalls konfigurieren.

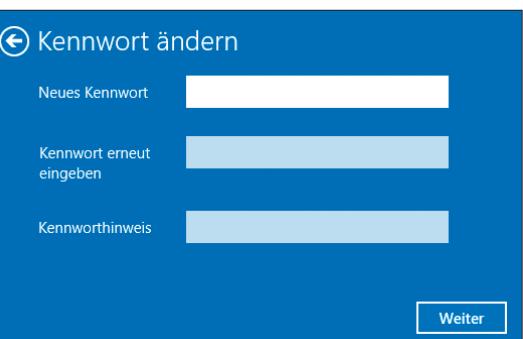
Entscheidend hier ist, dass Sie für Zuklappen und Netzschalterdrücken unterschiedliche Optionen auswählen. „Energiesparmodus“ bedeutet, dass Windows beim nächsten Start ohne Kennwort-Abfrage startet, bei „Ruhezustand“ und „Herunterfahren“ ist Windows anschließend geschützt und verlangt beim nächsten Start das Bitlocker-Kennwort. Nach-

dem Sie sich entschieden haben, was wann passieren soll, klicken Sie noch auf „Änderungen speichern“.

Um Missverständnisse zu vermeiden: Das Erscheinen der Kennwortabfrage hängt wirklich nur davon ab, ob Windows in den Ruhezustand oder in den Energiesparmodus schlafen geht. Wie Sie das machen, spielt dabei keine Rolle. Sie können also auch im Startmenü die entsprechenden Optionen anklicken – Zuklappen oder Ausschalterdrücken ist lediglich bequemer.

## Windows-Kennwort

Der nächste Handgriff hängt davon ab, ob Sie ein zusätzliches Kennwort vergeben wollen oder nicht. Der Unterschied: Mit Kennwort können Sie Windows mit der



**Wenn Sie das Kennwort für Ihr Nutzerkonto loswerden wollen, lassen Sie in diesem Dialog einfach alle Felder frei.**

Tastenkombination Windows+L sperren. Ohne Kennwort geht das zwar auch, ist aber witzlos, weil dann das Drücken der Enter-Taste reicht, um wieder zum Desktop zu gelangen.

Der Verzicht auf ein Windows-Kennwort hat zudem einen in vielen Fällen vernachlässigbaren Nachteil sowie einen gewichtigen Vorteil. Der Nachteil besteht darin, dass sich ohne Kennwort weder Remotedesktop-Sitzungen zum Notebook aufbauen noch Freigaben einrichten lassen. Nutzer anderer Rechner können also nicht auf freigegebene Dateien und Ordner auf dem Notebook zugreifen. Vom Notebook aus klappt der Zugriff auf Freigaben anderer Rechner oder des NAS aber weiter problemlos, es lassen sich auch andere Rechner fernsteuern. Dass niemand zugreifen kann, ist aber auch ein Vorteil: Weil Windows ohne Kennwort kurzerhand alle Arten von Remote-Zugriffen auf Ihr Notebook blockiert, verhindert es damit auch alle entsprechenden Angriffe. Das ist übrigens der Grund, warum es sicherer ist, kein Windows-Kennwort zu vergeben als ein leicht knackbares kurzes. Falls Sie bloß

**Zusätzliche Authentifizierung beim Start anfordern**

**Vorherige Einstellung** **Nächste Einstellung**

Nicht konfiguriert  Aktiviert  Deaktiviert

Kommentar:

Unterstützt auf: Mindestens Windows Server 2008 R2 oder Windows 7

**Optionen:**

BitLocker ohne kompatibles TPM zulassen (hierfür ein Kennwort oder ein USB-Flashlaufwerk mit Systemstartschlüssel erforderlich)

Einstellungen für Computer mit einem TPM:

- TPM-Start konfigurieren: **TPM zulassen**
- TPM-Systemstart-PIN konfigurieren: **Systemstart-PIN bei TPM zulassen**
- TPM-Systemstartschlüssel konfigurieren: **Systemstartschlüssel bei TPM zulassen**
- TPM-Systemstartschlüssel und -PIN konfigurieren: **Systemstartschlüssel und PIN bei TPM zulassen**

Hilfe:

Mit dieser Richtlinieneinstellung können Sie konfigurieren BitLocker bei jedem Computerstart eine zusätzliche Authentifizierung erfordert und ob Sie BitLocker mit oder TPM (Trusted Platform Module) verwenden. Diese Richtlinieneinstellung wird bei Aktivierung von BitLocker angewendet.

Hinweis: Beim Start kann nur eine der zusätzlichen Authentifizierungsoptionen erforderlich sein, da andernfalls Richtlinienfehler auftreten.

Falls Sie BitLocker auf einem Computer ohne TPM verwenden möchten, aktivieren Sie das Kontrollkästchen "BitLocker ohne kompatibles TPM zulassen". In diesem Modus ist für den entweder ein Kennwort oder ein USB-Laufwerk erforderlich. Verwendung eines Systemstartschlüssels werden die Schlüsselinformationen, die zum Verschlüsseln des Laufwerks verwendet werden, auf dem USB-Laufwerk gespeichert, wodurch ein USB-Stick entsteht. Wenn der USB-Stick eingesetzt wird, wird der Zugriff auf das Laufwerk authentifiziert, und es kann auf das Laufwerk zugegriffen werden. Wenn der USB-Stick verloren geht, kann der Zugriff auf das Laufwerk nicht mehr erfolgen.

← BitLocker-Laufwerkverschlüsselung (C:)

Festlegen, wie das Laufwerk beim Start entsperrt werden soll

Einige Einstellungen werden vom Systemadministrator verwaltet.

Um den Schutz Ihrer Daten zu erhöhen, können Sie festlegen, dass Sie von BitLocker bei jedem Start des PCs zur Eingabe eines Kennworts oder zum Anschließen eines USB-Speichersticks aufgefordert werden.

→ USB-Speicherstick anschließen  
→ Kennwort eingeben

**Wenn Sie eine Gruppenrichtlinie aktivieren, können Sie ab Windows 8.1 Pro Ihr Notebook mit Bitlocker so verschlüsseln, dass zum Entsperren ein Kennwort reicht.**

die Tipparbeit scheuen: Vergeben Sie trotzdem ein langes Kennwort, aber zusätzlich eine PIN, die Sie in den meisten Situationen stattdessen eingeben [1].

Falls Sie bislang ein Kennwort benutzen, künftig aber darauf verzichten wollen, entfernen Sie es. Windows-7-Nutzer finden den Dialog in der Systemsteuerung unter „Benutzerkonten/Eigenes Kennwort entfernen“. Unter Windows 8.1 und 10 geht das in den Einstellungen (Windows+I drücken) unter „Konten/Anmeldeoptionen“. Klicken Sie unter „Kennwort“ auf „Ändern“, tippen Sie ein letztes Mal Ihr Kennwort ein und lassen Sie im nachfolgenden Dialog einfach alle Felder leer, wenn Sie auf „Weiter“ klicken.

Falls Sie künftig ein Kennwort nutzen wollen, vergeben Sie es an jeweils gleicher Stelle wie im vorigen Absatz beschrieben. Entscheiden Sie selbst, ob es das gleiche wie zum Entschlüsseln sein soll oder ein anderes.

Wenn ein Kennwort vergeben ist, erscheint unter Windows 10 beim nächsten Aufruf der Anmeldeoptionen ein neuer

Menüpunkt: „Wann soll Windows nach Abwesenheit eine erneute Anmeldung anfordern?“. Stellen Sie hier um auf „Nie“, dann will Windows das Kennwort nicht mehr nach dem Aufwachen wissen, sondern nur nach dem Sperren, Abmelden oder Neustart. Letzteres ist dann die einzige Situation, in der Sie zweimal ein Kennwort eingeben müssen: erst zum Entschlüsseln und dann zum Anmelden.

Um das im letzten Absatz beschriebene Verhalten auch unter Windows 7 und 8.1 zu erhalten, klicken Sie in der Systemsteuerung unter „Energieoptionen“ oben links auf „Kennwort bei Reaktivierung anfordern“ und dann unten auf „Einige Einstellungen sind momentan nicht verfügbar“. Danach können Sie auf „Kennwort ist nicht erforderlich“ umstellen.

## Sperrbildschirm deaktivieren

Ob mit oder ohne Windows-Kennwort: Das Wegklicken des mit Windows 8 eingeführten Sperrbildschirms erfordert stets einen zusätzlichen Mausklick, um zum Desktop oder zum Anmeldeschirm zu ge-

langen, auf dem man das Kennwort eintippt. Wer möchte, kann den Sperrbildschirm deaktivieren.

Öffnen Sie dazu den Registry Editor (Windows-R drücken, regedit eintippen) und navigieren Sie zum Schlüssel „HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SOFTWARE\Policies\Microsoft\Windows“. Sofern darin noch kein Unterschlüssel namens „Personalization“ vorhanden ist, erstellen Sie ihn. Dazu öffnen Sie per Rechtsklick auf den Schlüssel „Windows“ dessen Kontextmenü, klicken auf „Neu“ und „Schlüssel“ und geben als Namen Personalization ein. Nun erzeugen Sie mit einem Rechtsklick auf den Schlüssel „Personalization“ einen neuen „DWORD-Wert (32 Bit)“, er bekommt den Namen NoLockScreen und den Wert 1, fertig.

(axv@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Schnellzugang, An Windows 10 mit PIN statt Kennwort anmelden, c't 19/2017, S. 152

**Veracrypt:** [ct.de/y9nn](http://ct.de/y9nn)

## Windows mit VeraCrypt verschlüsseln

Statt mit Bitlocker kann man eine Windows-Installation auch mit der Open-Source-Software VeraCrypt verschlüsseln – die funktioniert anders als Bitlocker mit allen Windows-Editionen. Dabei verhält sich der Computer in puncto Kennwort-abfragen genauso wie beim Einsatz von Bitlocker und die hier geschilderten Tricks funktionieren gleichermaßen. Seit der Version 1.18a kann VeraCrypt Windows auch verschlüsseln, wenn es im UEFI-Modus läuft. Die aktuelle Ausgabe 1.21 finden Sie über ct.de/y9nn.

Nach Installation und Start der Software passen Sie unter „Settings/Language“ die Sprache an. Klicken Sie danach unter „System“ auf „System-Partition/Laufwerk verschlüsseln“. Im Anschluss wählen Sie „Normal“ aus. Im nächsten Fenster können Sie sich für eine Verschlüsselung der Windows-Partition oder der gesamten Festplatte entscheiden. Bei letzterem erscheint das Angebot, den „Host-geschützten Bereich“ zu verschlüsseln. Das sollten Sie nicht annehmen, denn da liegen eh keine persönlichen Daten drin, womöglich aber relevante Systemdaten: Bei der „Host Protected

Area“, HPA, handelt es sich um einen im ATA4-Standard definierten, vom Betriebssystem normalerweise nicht erreichbaren Bereich der Platte.

Die Verschlüsselungseinstellungen im nächsten Fenster (RSA, SHA-256 oder SHA-512) können Sie so belassen – daran beißt sich nach derzeitigem Stand selbst ein Supercomputer der NSA die Zähne aus. Das Kennwort sollte aus Sicherheitsgründen allerdings mindestens 12 Zeichen lang sein. Im nächsten Fenster bewegen Sie den Mauszeiger hin und her, um so Zufallswerte für die Schlüssel zu erzeugen.

Im letzten Schritt sollten Sie unbedingt einen Rescue-Stick oder eine Rescue-DVD erzeugen, indem Sie das von VeraCrypt erzeugte Archiv darauf entpacken beziehungsweise brennen. Über den Rescue-Datenträger können Sie bei Problemen Windows dauerhaft wieder entschlüsseln oder den VeraCrypt-Bootloader wiederherstellen. Verwahren Sie den Datenträger an einem sicheren Ort. Wer die Erstellung des Rescue-Datenträgers überspringen möchte, muss die Funktion „Rettungsdaten überprüfen“ (sic!) abwählen –

ratsam ist das aber nicht, denn wenn Sie keinen oder nur einen nicht funktionierenden Rettungsdatenträger haben, kommen Sie bei Problemen womöglich selbst nicht mehr an Ihre Daten, was faktisch Datenverlust bedeutet.

Im Fenster „Sicher Löschen“ können Sie es bei der Standardeinstellung belassen. Am Ende fährt der Assistent einen Kompatibilitätstest, zu dem auch ein Neustart des Computers gehört. Im Anschluss beginnt die Verschlüsselung von Windows. Diese können Sie jederzeit pausieren und später fortsetzen. Wie lange es dauert, hängt von der Datenmenge und dem Hardware-Tempo ab. Bei einem frisch installierten Windows geht es aber mit den Standardeinstellungen eher um Minuten als Stunden. Starten Sie Windows neu oder wecken es aus dem Ruhezustand, müssen Sie Ihr Passwort eingeben; die PIM-Abfrage bestätigen Sie lediglich mit der Eingabetaste.

Um die Verschlüsselung von Windows rückgängig zu machen, wählen Sie unter dem „System“-Reiter „System-Partition/Laufwerk dauerhaft entschlüsseln“ aus.

(des@ct.de)

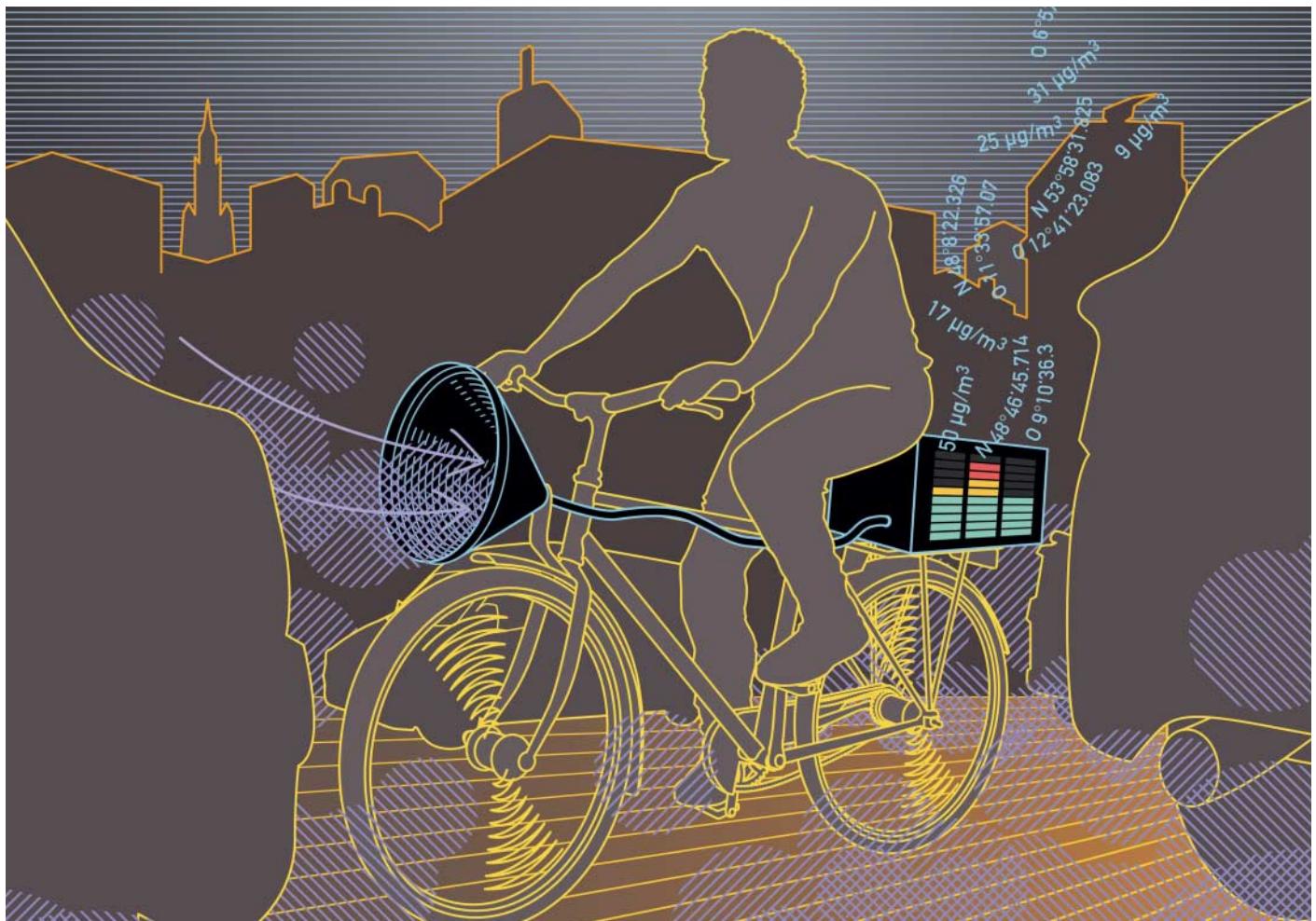


Bild: Rudolf A. Blaha

# Der eigene Schmutzfänger

**Feinstaub unterwegs messen und mit GPS-Daten aufzeichnen**

**Feinstaubbelastung in Städten führt immer häufiger zu Diskussionen über Fahrverbote. Mit dieser Anleitung können Sie sich für weniger als 100 Euro einen mobilen Feinstaubsensor bauen und selbst einschätzen, wie belastet Ihre Umgebung ist.**

**Von Ingmar Stapel**

Die aus Kostengründen nur wenigen offiziellen kommunalen Messstationen (siehe Kasten) reichen nicht aus, um ein Bild von der örtlichen Feinstaubbelastung zu bekommen. Daher sind hier und da Initiativen von Privatleuten entstan-

den, die mehr Daten zum Thema sammeln, wie etwa das Projekt <https://luftdaten.info>. Bei solchen und ähnlichen Projekten gibt es Anleitungen, sich selbst einen Feinstaubsensor zu bauen – allerdings für den stationären Betrieb, also zu Hause.

Flexibler ist der hier vorgestellte mobile Feinstaubsensor mit Datenaufzeichnung und GPS zum Selberbauen. Er ermöglicht einen raschen Überblick über den Feinstaub in der Luft zum Beispiel bei Radtouren, auf Wanderungen oder gar im Raucherbereich Ihrer Lieblingskneipe. Er misst zwei Partikelgrößen (2,5 Mikrometer sowie 10 Mikrometer) und erstellt aus den Werten farblich unterlegte Belastungskurven für Google Earth sowie eine Tabelle im CSV-Format für spätere Auswertungen.

Die Beschreibung ist bewusst einfach und in Schritt-für-Schritt-Manier gehalten. So sollten auch Nichtprogrammierer in der Lage sein, den Sensor aufzubauen, einzurichten und zu benutzen. Wer keine Lust hat, die einzelnen Schritte selbst nachzukochen, findet auf der Seite des Autors ein fix und fertiges Image. Dorthin und auch zu allen anderen erwähnten Downloads und Referenzen finden Sie via [ct.de/ygh8](http://ct.de/ygh8).

## Das brauchen Sie

Das Herzstück ist der Feinstaubsensor Nova SDS011. Er ist über den Versandhandel aus China für rund 18 Euro erhältlich. Er hängt an einem Raspberry Pi Zero W (11 Euro), auf dem ein Python-Programm die Feinstaubwerte zweier Partikelmaße (PM 10 und PM 2,5) auf-

zeichnet, außerdem Zeitpunkte und die GPS-Koordinaten bei den Messungen. Letztere steuert eine GPS-Maus (ab 40 Euro) bei.

Das Python-Programm sowie das Betriebssystem Raspbian Stretch finden auf einer Micro-SD-Karte mit 8 Gigabyte Platz, 4 Gigabyte tun es zur Not auch. Der Raspi hat zwar zwei Micro-USB-Buchsen, doch die direkt am Bohrloch befindliche dient nur der Stromversorgung. Unterwegs können Sie hier eine Powerbank anschließen. Weil Sie zwei Sensoren anklemmen müssen, der Raspi aber nur einen USB-Anschluss hat, brauchen Sie noch einen kleinen USB-Hub. Zum Luftsaugen nehmen Sie ein kurzes Stück Schlauch mit 6 Millimeter Innendurchmesser aus dem Baumarkt, das Sie auf den Feinstaubsensor aufstecken.

### Raspi startklar machen

Zuerst braucht der Raspberry Pi Zero W ein Betriebssystem. Raspbian Stretch als Lite-Version ist optimal. Dieses Projekt wurde mit 2017-11-29-raspbian-stretch-lite.img umgesetzt, zu finden im Download-Bereich von [www.raspberrypi.org](http://www.raspberrypi.org) oder via [ct.de/ygh8](http://ct.de/ygh8). Das heruntergeladene und entpackte Image schreiben Sie mit einem PC auf die Micro-SD-Karte. Bei Windows-Rechnern lässt sich das mit den kostenlosen Programmen Win32Disk-Imager oder Etcher erledigen. Letzteres gibt es auch für den Mac.

Der nächste Schritt ist das Anlegen einer zuerst leeren Datei namens „wpa\_supplicant.conf“. Der Raspi liest daraus beim Start die Zugangsdaten für WLANs aus, über die Sie Zugriff auf die Steuerung und die gespeicherten Daten bekommen.

Die Datei wird auf der Start-Partition per Editor mit den nötigen Daten gefüllt. Tipp: Wenn Sie den weitverbreiteten Editor Notepad++ verwenden, ändern Sie über das Menü „Bearbeiten, Format Zeilenende“ das Zeilenende der Datei auf „Konvertiere zu UNIX (LF)“, bevor Sie die Datei speichern. So vermeiden Sie, dass der Raspi beim Einlesen der Datei das Zeilenende nicht richtig erkennt.

Der Raspi soll sich idealerweise zu Hause mit Ihrem WLAN verbinden und unterwegs mit dem WLAN-Hotspot Ihres Smartphones, sodass Sie den Feinstaubsensor auch unterwegs bedienen können. Öffnen Sie also besagte Datei wpa\_supplicant.conf und tragen Sie unter ssid und psk jeweils den Namen (SSID) sowie das Passwort (PSK) Ihrer WLAN-Zugänge ein.

```
country=DE #omit if US
ctrl_interface=DIR=/var/run/wpa_supplicant GROUP=netdev
update_config=1

network={
    ssid="Heim-WLAN"
    psk="Passwort Heim-WLAN"
    key_mgmt=WPA-PSK
    priority=1
}

network={
    ssid="Handy-Hotspot"
    psk="Passwort Hotspot"
    key_mgmt=WPA-PSK
    priority=2
}
```

Speichern nicht vergessen. Gleich danach legen Sie eine Datei mit dem Namen „ssh“ ohne Dateiendung an, und zwar ebenfalls direkt auf der Micro-SD-Karte. Sie sorgt später dafür, dass der Raspi beim ersten Hochfahren den SSH-Zugang aktiviert. Den brauchen Sie, um die nötigen Software-Komponenten auf dem Raspi zu installieren und einzustellen. Sie arbeiten also mit dem Terminal-Fenster.

Erst wenn Sie beide Dateien angelegt haben, stecken Sie die Micro-SD-Karte in den Raspberry Pi Zero W und verbinden ihn mit der Stromversorgung. Nach ein paar Sekunden mit flackernd leuchtender LED ist der Rechner hochgefahren.

Als Nächstes testen Sie, ob Sie sich mit dem Raspberry Pi verbinden können. Das können Sie von einem Windows-PC

aus zum Beispiel mit dem Programm PuTTY machen, von einem Mac aus beispielsweise mit Termius oder direkt über Terminal. Vorausgesetzt, Sie haben beim Eintragen der WLAN-Daten keinen Fehler gemacht, sollte Ihr Raspi auf einem Mac- oder Linux-Rechner sowie auf Windows-PCs (erst recht mit installiertem Bonjour-Druckdienst) – auch in einem Firmennetz – unter dem Namen raspberrypi.local zu erreichen sein.

Der Raspi besorgt sich automatisch eine IP-Adresse. Wenn Ihr Netz wie üblich konfiguriert ist, erreichen Sie den Raspi auch sofort von der Kommandozeile Ihres PC aus:

```
ping raspberrypi
```

Wenn das schiefgeht, versuchen Sie es mit der IP-Adresse, die Sie bei einem Heim-Router wie der Fritzbox in der Konfigurationsoberfläche unter „Netzwerkgeräte“ finden. Bei anderen Routern heißt diese Liste auch „Clients“ oder „Netzwerk-Clients“. Die Adresse beziehungsweise den Namen des Zugangs tragen Sie im Feld Host Name von PuTTY beziehungsweise Termius ein. Zugang erhalten Sie mit dem Login pi und dem Passwort raspberry.

Haben Sie Zugang zu Ihrem Raspi, sollten Sie gleich aus Sicherheitsgründen das Standardpasswort für den User „pi“ ändern. Erledigen Sie dies im Terminal-Fenster mit:

```
sudo passwd pi
```



Die Komponenten für den mobilen Feinstaubsensor passen locker in eine kleine Kunststoffschachtel.

Device	Interface	IP Address	Signal
raspberrypi	WLAN	192.168.178.65	2,4 GHz, 72 / 51 Mbit/s
SEC30CDA72A43E2	WLAN	192.168.178.44	2,4 GHz, 54 / 1 Mbit/s
SonosZB	LAN 2 mit 100 Mbit/s	192.168.178.25	
SonosZP	LAN 2 mit 100 Mbit/s	192.168.178.33	
SonosZP	LAN 2 mit 100 Mbit/s	192.168.178.37	
SonosZP	LAN 2 mit 100 Mbit/s	192.168.178.35	
Ungenutzte Verbindungen			
android-20efee2e757...	WLAN	192.168.178.48	

Auf der Weboberfläche Ihres Routers können Sie in der Liste der angemeldeten Netzwerkgeräte sehen, welche IP-Adresse Ihr Raspi hat.

Bringen Sie dann erst mal die Raspbian-Installation mit den beiden folgenden Befehlen auf den neuesten Stand:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get upgrade -y
```

Das y bestätigt alle Abfragen automatisch mit „yes“. Danach erst kümmern Sie sich um Ihren Sensor und die GPS-Maus.

## Schnelltest von Sensor und GPS

Vor dem Einbau von Feinstaubsensor und GPS testen Sie die beiden Komponenten. Sie erledigen dabei gleich einen wichtigen Schritt. Damit die Feinstaub-Software später Daten von GPS-Maus und Feinstaubsender auslesen kann, ermitteln Sie im gleichen Zug deren interne Gerätename.

Fahren Sie zunächst den Raspi herunter. Das geht mit dem Befehl

```
sudo shutdown -h now
```

Verbinden Sie danach den Feinstaubsensor mit seinem mitgelieferten USB-Serial-Konverter. Stöpseln Sie ihn dann an den USB-Hub an, diesen wiederum an Ihren Raspberry Pi Zero W. Schalten Sie den Raspberry Pi wieder ein und melden Sie sich am Terminal-Fenster an. Geben Sie folgenden Befehl ein:

```
dmesg -w | grep tty
```

In der Ausgabe des Befehls sollte eine der letzten Zeilen so ähnlich wie diese aussehen:

```
ch341-uart converter now
attached to ttyUSB0
```

Das bedeutet, dass ttyUSB0 der Name des Anschlusses des Feinstaubensors ist.

Nun können Sie die GPS-Maus anstöpseln. Dann erscheint so etwas wie

```
cp210x converter now
attached to ttyUSB1
```

Also erreichen Sie die GPS-Maus am Anschluss ttyUSB1. Beenden Sie die Suche mit STRG+C und notieren Sie beide Namen.

Der nächste Schritt ist der Einbau ins Gehäuse. Das kann eine Brotdose sein oder auch eine leere Eisverpackung. Praxistipp: Sie können die einzelnen Bausteine auch mit Heißkleber oder Kabelbindern auf einem Stück Pappe befestigen und die Powerbank für die Stromversorgung darunter legen. Bohren Sie noch ein Loch für den Schlauch in das Gehäuse, über den der Feinstaubsensor die Luft für die Messung ansaugt, es sollte bei der

Messung kein Druck oder Sog anliegen. Ein weiteres Loch dient der Abluft. Bei Metalldosen sollten Sie die GPS-Maus außerhalb befestigen, damit sie GPS-Satelliten finden kann.

## Software, bitte!

Kurz rekapituliert: Der Raspi hat ein frisches Betriebssystem, die Sensoren funktionieren. Jetzt verpassen Sie dem Raspi das Drumherum, welches das Feinstaub-Skript zum Auslesen und Abrufen der Daten braucht.

Für den Zugriff auf den GPS-Empfänger folgt, in einer Zeile eingetippt

```
sudo apt-get install gpsd
gpsd-clients python-gps -y
```

Weil der Feinstaubsensor über einen USB-Serial-Konverter angeschlossen ist und mit der Programmiersprache Python ausgelesen werden soll, führen Sie nun folgende Befehle aus, um pyserial zu installieren:

```
sudo apt-get install python-pip -y
sudo python -m pip install pyserial
```

Mit dem Datei-Explorer Midnight Commander (mc) ist das Navigieren in den Ordnerstrukturen und das Bearbeiten von Dateien ein Kinderspiel. Mit

```
sudo apt-get install mc -y
```

holen Sie ihn auf den Raspi.

Besonders unterwegs wäre das Herumhantieren mit Kommandozeilen-Befehlen auf dem Smartphone ziemlich umständlich. Daher verpassen Sie dem Sensor nun einen Flask-Webserver, mit



Alles im Kasten.  
Damit der Sensor unterwegs nicht im Gehäuse herumpoltert, sollten Sie ihn fixieren.

dem er sich über eine Web-Oberfläche bedienen lässt. Sie bekommen ihn mit

```
sudo pip install flask
```

Damit Sie auf einen freigegebenen Ordner im Raspberry Pi zugreifen können, folgt die Installation eines Samba-Servers mit

```
sudo apt-get install samba -y
```

Das Feinstaub-Programm liegt auf der Entwicklerplattform Github. Den Zugriff darauf verschaffen Sie sich mit der Erweiterung git. Der Befehl lautet:

```
sudo apt-get install git -y
```

Die Messungen sollen einen korrekten Datum-Zeit-Stempel bekommen. Daher rüsten Sie mit

```
sudo apt-get install ntp
```

einfach den NTP-Dienst (NTP = Network Time Protocol) nach.

## GPS-Maus anlernen

Weiter geht es mit der Konfiguration des GPS-Programmes, das die Koordinaten für das Python-Programm bereitstellt. Damit das Python-Programm web\_feinstaub.py den GPS-Empfänger findet, braucht die GPSD-Konfiguration noch etwas Nachhilfe. Auch wer noch kein Linux-Held ist, kommt mit dem erwähnten Midnight Commander schnell ans Ziel. Rufen Sie ihn mit

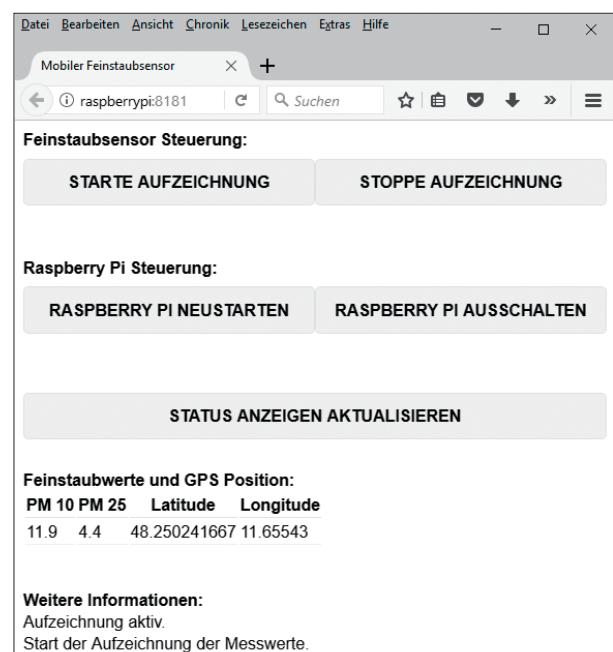
```
sudo mc
```

auf und navigieren Sie im linken Fensterbereich zum Ordner /etc/default/ und öffnen Sie mit der Maus oder mit F4 die GPS-Dämon-Konfigurationsdatei gpsd. Fragt der Midnight Commander nach dem gewünschten Editor, wählen Sie Nano aus. Passen Sie in der Zeile GPSD\_OPTIONS den Pfad zu Ihrem GPS-Gerät an, den Sie im Abschnitt „Schnelltest von Sensor und GPS“ ermittelt haben. Fügen Sie außerdem die Zeile GPSD\_SOCKET ein, falls sie noch nicht vorhanden ist.

```
START_DAEMON="true"  
DEVICES=""  
USBAUTO="true"  
GPSD_OPTIONS="/dev/ttyACM0"  
GPSD_SOCKET="/-h var/run/gpsd.sock"
```

Eine Fehlerquelle dabei sind die Gänsefüßchen. Achten Sie darauf, dass Sie nur die verwenden, die mit Umschalt-2 erzeugt werden. Mit Strg+X speichern Sie die Datei, bestätigen das durch y und drücken die Enter-Taste. Verlassen Sie den

**Über die Weboberfläche starten und beenden Sie Messungen und kontrollieren, ob der Sensor funktioniert.**



Midnight Commander mit F10. Wieder im Terminal-Fenster teilen Sie die Änderungen dem GPS-Programm durch

```
sudo dpkg-reconfigure gpsd
```

mit. Schalten Sie dann den Raspberry Pi aus:

```
sudo shutdown -h now
```

Nun prüfen Sie, ob Sie tatsächlich GPS-Daten empfangen können. Legen Sie den GPS-Empfänger mit Blick auf möglichst viel freien Himmel zum Beispiel auf eine Fensterbank und starten Sie den Raspi wieder. Melden Sie sich wie gehabt am Terminal an und geben Sie

```
cgps
```

ein. Nach einigen Minuten spätestens sollte die GPS-Maus die ersten GPS-Koordinaten liefern. Klappt das nicht, sollten Sie mit

```
ps -ef | grep gps
```

prüfen, ob der GPS-Dämon läuft, und nötigenfalls die GPSD-Konfigurationsdatei korrigieren.

## Daten im Netz freigeben

Sensor und GPS laufen, Server und Freigaben sind installiert, nun geht es in den Endspurt. Der vorhin installierte Samba-Server braucht noch etwas Zuwendung, damit Sie komfortabel auf die Messwerte zugreifen können. Das erledigen Sie mit der Konfigurationsdatei smb.conf im Ordner /etc/samba/. Starten Sie wie gehabt

den Midnight Commander und wechseln Sie in diesen Ordner. Öffnen Sie mit F4 die Datei smb.conf und bewegen Sie den Cursor nach ganz unten. Fügen Sie dann folgende Zeilen ein.

```
[feinstaub]  
path = /home/pi/Feinstaubsensor  
writeable = yes  
public = yes  
guest ok = yes  
guest only = yes  
guest account = nobody  
browseable = yes
```

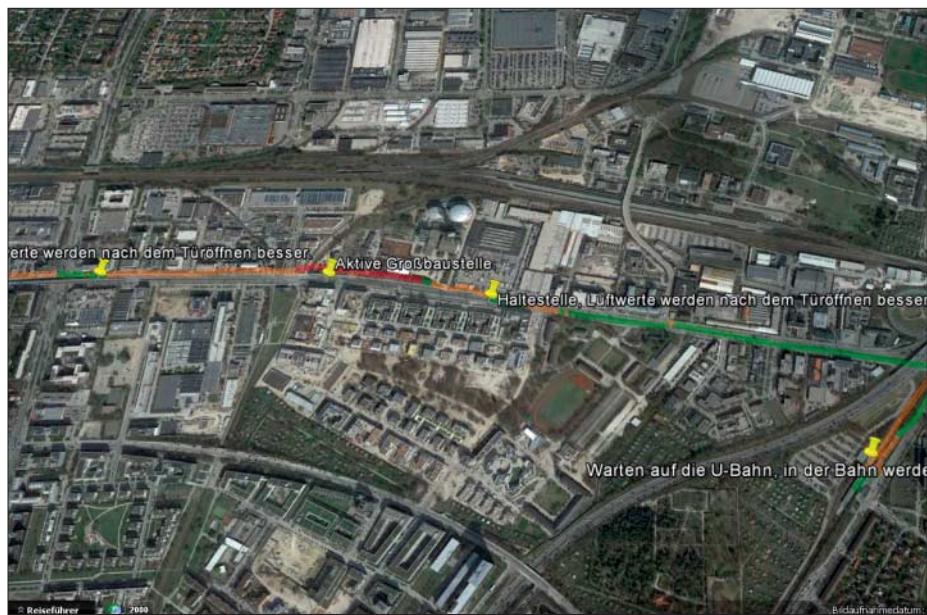
Speichern Sie die Änderungen und wechseln Sie ins Verzeichnis /home/pi/. Dort legen Sie mit F7 den Ordner „Feinstaubsensor“ an. Er ist nach einem Neustart von Samba im Netzwerk erreichbar und dort wird auch das Python-Programm web\_feinstaub.py abgelegt. Auch die beiden KML-Dateien mit den Feinstaubwerten für die Partikelgrößen PM 2,5 und PM 10 sowie die CSV-Tabelle landen dort.

Damit Sie über das Netzwerk auf den Ordner zum Löschen, Verschieben und Umbenennen der Dateien auch schreibend zugreifen können, ändern Sie die Dateirechte mit

```
sudo chmod 777 /home/pi/`  
`Feinstaubsensor`
```

Die Änderungen werden gleich aktiv. Bei Problemen hilft ein Neustart des Samba-Servers:

```
sudo /etc/init.d/samba restart
```



Die fertigen KML-Dateien enthalten die Werte, die zur Visualisierung auf der Karte in Ampelfarben übersetzt sind.

Die GPS-Maus liefert eine hochgenaue Uhrzeit frei Haus. Der bereits eingerichtete NTP-Dienst kann darüber auch ganz ohne sonstige Netzwerkverbindung das Datum und die Uhrzeit beziehen. Dazu ist nur eine kleine Ergänzung der NTP-Einstellungen nötig. Fügen Sie per Midnight Commander am Ende der Datei „/etc/ntp.conf“ die folgenden Zeilen ein:

```
# SHM 0
server 127.127.28.0
fudge 127.127.28.0 refid GPSa
# SHM 1
server 127.127.28.1
fudge 127.127.28.1 refid GPSp
```

Optional: Sie können die angezeigte Zeitzone umstellen mit

```
sudo dpkg-reconfigure tzdata
```

und folgen danach den Anweisungen. Anschließend starten Sie den NTP-Dienst neu mit

```
sudo service ntp restart
```

## Python beschwören

Nun haben Sie ein hübsches Biotop für das zentrale Python-Skript geschaffen, das die Daten auslesen und speichern soll. Beim Start des Python-Skripts läuft automatisch der Flask-Webserver an, der Ihnen eine Web-Oberfläche zum Steuern bereitstellt. Tippen Sie hier auf den Start-Button, werden die beiden KML-Dateien mit dem aktuellen Tag und der aktuellen Uhrzeit angelegt. Jede neue Messserie er-

hält also einen sprechenden Dateinamen, der verrät, wann die Messungen gemacht wurden. Weil nur Messwerte interessieren, die örtlich zugeordnet werden können, fallen Werte ohne GPS-Position unter den Tisch. Die zusätzlich angelegte CSV-Tabelle für weitergehende Auswertungen enthält hingegen auch Wertepaare ohne Koordinaten, zum Beispiel für Messungen in Räumen. Weitere Informationen zum Skript finden Sie im Github-Verzeichnis des Verfassers (siehe ct.de/ygh8).

Zum Installieren des Skripts `web_feinstaub.py` wechseln Sie mit dem Mid-

## Stückliste

- Raspberry Pi Zero W
- Nova Feinstaubsensor SDS011
- Micro-SD-Karte 4 Gigabyte, besser 8 Gigabyte
- Mini USB-Hub (Micro USB-Stecker/zwei USB-Buchsen)
- Micro-USB-Kabel
- Powerbank (10.000 mAh für zehn Stunden Betrieb)
- GPS-Maus (etwa Navilock NL-602U USB oder GM-65 USB)
- Schlauch mit 6 Millimeter Innendurchmesser
- Software (siehe Anleitung)

nigh Commander in den Ordner `/home/pi/` und klonen das Github-Verzeichnis mit

```
sudo git clone https://github.com/j
↳ custom-build-robots/j
↳ Feinstaubsensor.git
```

Es spricht nichts dagegen, das Skript an einer anderen Stelle zu installieren. Dann müssen Sie allerdings den betreffenden Pfadnamen im Autostart-Skript (unter `dir_path`) ändern. Im voreingestellten Pfad können Sie wegen der erteilten Samba-Freigabe mit anderen Computern im Netzwerk direkt auf die erstellen KML-Dateien zugreifen und sie beispielsweise in Google Earth öffnen.

Jetzt kommt auch der Moment, in dem Sie die anfangs ermittelte Adresse für den Feinstaubsensor brauchen. Nachdem der Zugriff auf die GPS-Maus ja verhältnismäßig kompliziert war, kommen Sie hier mit einem Eintrag direkt im Programmcode des Feinstaubsensor-Skripts davon. Und das geht so: Navigieren Sie mit dem Midnight Commander ins Verzeichnis `/home/pi/Feinstaubsensor` und öffnen Sie mit F4 (oder der Maus) das Python-Programm `web_feinstaub.py`. Suchen Sie dann die Zeile mit `/dev/ttyUSB0` und ändern Sie falls nötig die Adressangabe und speichern es. Zum Testen starten Sie das Programm über Terminal-Fenster mit

```
sudo python web_feinstaub.py
```

Auf die Weboberfläche können Sie nach Eingabe der jeweiligen IP-Adresse des Raspi, gefolgt von der Portnummer 8181 gelangen, zum Beispiel mit `http://192.168.1.44:8181`

## Autostart für mehr Bequemlichkeit

Gerade unterwegs ist es bequem, wenn der Server auf dem Raspi automatisch startet, sodass Sie ihn über die Weboberfläche bedienen können. Das lässt sich mit dem Skript `feinstaub_start.sh` automatisieren. Es liegt im Ordner `/home/pi/Feinstaubsensor/`. Sie müssen Raspbian zuerst beibringen, dass diese Datei ausführbar wie ein Programm ist. Das machen Sie im Terminalfenster mit

```
sudo chmod +x /home/pi/j
↳ Feinstaubsensor/feinstaub_start.sh&
```

Den automatischen Start legen Sie in der sogenannten Crontab-Datei fest. Öffnen Sie wie gehabt mit dem Midnight Commander die Datei `/etc/crontab` und fügen

Sie ans Ende die folgenden Zeilen ein – wieder ohne das Return-Zeichen:

```
# Starte das Feinstaubstart Skript
@reboot pi /home/pi/Feinstaubsensor/]
↳ feinstaub_start.sh &
```

Starten Sie jetzt Ihren Raspberry Pi neu. Der Server startet im Hintergrund und Sie können die Weboberfläche wie oben beschrieben über die IP-Adresse Ihres Raspis

aufrufen. Per Klick oder Fingertipp starten und stoppen Sie die Messungen. Über den erteilten Netzwerkzugriff darauf können Sie beispielsweise mit irgendeinem Computer im Heimnetzwerk die Daten bequem auslesen. Die KML-Datei erzeugt in Google Earth entsprechend eingefärbte Linien. Rote Farben stehen hierbei für hohe Werte, grüne für niedrige. Bei den ersten Messungen dürfte es sicherlich Aha-Effekte geben.

Die wohlriechenden Weihnachtsmärkte könnten sich als Feinstaubschleudern entpuppen und manche befürchtete Belastungsquelle als unkritisch. In jedem Fall könnten die gewonnenen Daten die Forderung offizieller Messungen mit anerkannten Messmethoden besser untermauern als das bloße Bauchgefühl. (mil@ct.de) **ct**

**Software und Anleitungen:** [ct.de/ygh8](http://ct.de/ygh8)

## Feinstaub in Städten

**Von Michael Link**

Dass Feinstaub die Atemwege schädigen kann, Lungenkrankheiten und Herzinfarkte begünstigt, bezweifelt niemand mehr. Nicht nur die Staubpartikel selbst sind das Problem, sondern auch die ihnen anhaftenden Schadstoffe. Je kleiner die Partikel sind, desto tiefer dringen sie in die Atemwege ein.

Stärkste Erzeuger sind die Industrie und der Verkehr mit je rund 68.000 Tonnen jährlich. Privathaushalte und Kleinverbraucher erzeugen je etwa halb so viel. Die Landwirtschaft erreicht 15.000 Tonnen. Die Silvester-Knallerei produziert ein Viertel des Feinstaub, den die Landwirtschaft in einem Jahr abgibt.

### Wiegen oder zählen?

Betrachtet man Feinstaub-Emissionen nur nach ihrem Gesamtgewicht, dann sind sie von 1995 bis 2015 gesunken, laut Umweltbundesamt (UBA) um 32,7 Prozent. Dazu trugen Gesetze zur Luftreinhaltung, aber auch die Schließung großer Industriebetriebe bei sowie milde Winter und verregnete Sommer.

Sprichwörtlich Grund zum Aufatmen ist das aber nicht. So hat das bundeseigene GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit darauf hingewiesen, dass gleichzeitig die Partikelanzahl zugenommen hat. Ursache ist der starke Anstieg kleinerer Partikel in der Luft. Gerade die sind aber lungengängig, machen also eher krank als große. Daraus resultiert die Idee, auch die Partikelzahl in Grenzwerte aufzunehmen.

Einen Schwellenwert, unterhalb dem Feinstaub unkritisch ist, gibt es nicht – auch geringe Belastungen über

einen längeren Zeitraum sind schädlich. Dennoch hat die EU solche Grenzwerte verabschiedet. Seit 2005 dürfen im Tagesmittel 50 Mikrogramm pro Kubikmeter bei einer Partikelgröße von 10 Mikrometer (PM10) pro Jahr nicht öfter als 35-mal überschritten werden. Für noch feinere Stäube mit einem Partikelmaß von 2,5 Mikrometern (PM2,5) gilt ein Grenzwert von 25 Mikrogramm pro Kubikmeter, der aber erst seit 2015 eingehalten werden muss.

Besonders die offiziellen Messstellen für das Partikelmaß PM2,5 sind sehr dünn gesät. In ganz Deutschland gibt es nur 186 Stationen dafür – selbst in der Feinstaub-Hochburg Stuttgart finden sich bloß drei, in ganz Berlin nur fünf. Für die Größe PM10 hat das Umweltbundesamt 376 Stationen, besonders in kleineren Städten fehlen sie aber ganz.

Noch feinere Stäube werden vom UBA nur an vier Stellen gemessen.

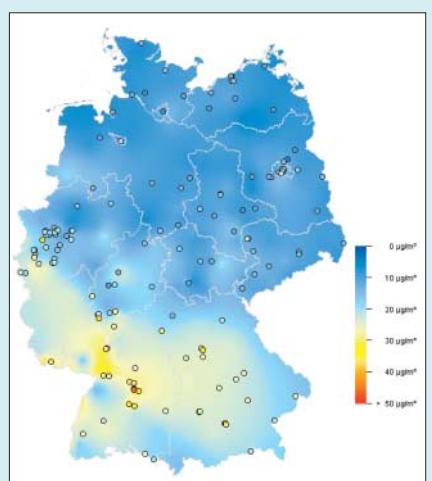
### Messen mit Beta-Strahlung

Der im Artikel erwähnte Sensor nutzt ein optisches Verfahren, bei dem anders als bei der üblichen Nephelometrie eine Probenbeheizung fehlt, die Feuchtigkeitseffekte minimiert. Daher wird man damit höhere Werte messen als eine offizielle Station. Das Messprinzip ist aber gleich und simpel: Man misst, wie stark das Licht eines Lasers oder einer LED von Partikeln im Luftstrom gestreut werden. Je mehr Streulicht, desto größer ist die Partikelkonzentration. Offizielle Messstationen nutzen auch die Beta-Absorption: Eine Kohlenstoff-14-Quelle sendet Betastrahlung aus, die durch die Feinstaubpartikel aus dem Luftstrom absorbiert und somit erfasst werden kann.

Die Stationen sammeln auch normgerecht (DIN EN 12341:2014) und automatisiert Proben: Ein Vorabscheider lässt nur Partikel einer bestimmten Größe in ein Ansaugrohr passieren. Das leitet einen festgelegten Luftstrom über einen Filter, auf dem sich Feinstaubpartikel absetzen. Wie in einem Revolver werden die Filter regelmäßig ausgetauscht, und zwar automatisch. Die Filter werden labortechnisch auf Gewicht und Zusammensetzung untersucht.

### Ausblick

Feinstaub wird weiter diskutiert werden. Mehr als bislang wird die Politik aber alle Verursacher zum Minimieren ihrer Emissionen zwingen müssen. Selbst Elektrofahrzeuge haben Reifenabrieb, und der erzeugt etwa fünfmal mehr Feinstaub als Verbrennungsmotoren in Autos.



**Die Feinstaubverteilung (PM10) an einem Junitag 2017 weist zu hohe Tagesmittelwerte in Stuttgart auf.**

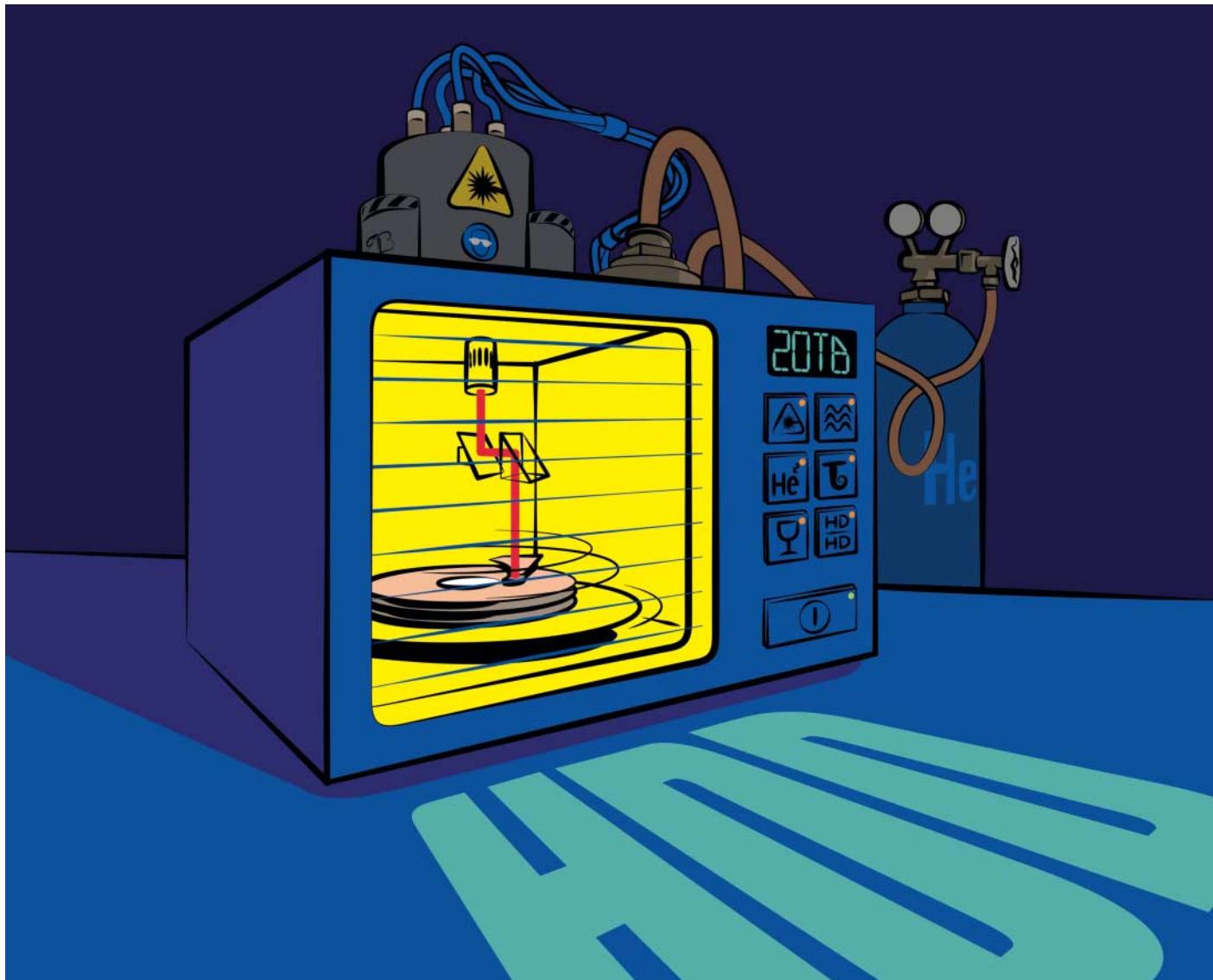


Bild: Rudolf A. Blaha

# Auf dem Weg zur 100-TByte-Festplatte

## Neue Techniken für mehr Kapazität

**Mittels Helium-Füllung und Shingled Magnetic Recording haben die Festplattenhersteller die Kapazitäten in den vergangenen Jahren massiv gesteigert. Nun geht es mit HAMR, HIMR, MAMR, MSMR, TDMR und Glasscheiben weiter voran auf dem Weg zu Festplatten mit 100 TByte.**

Von Lutz Labs

**O**bwohl SSDs in Desktop-PCs immer mehr Festplatten ablösen, braucht die IT-Branche weiter Festplatten – und zwar mit immer höherer Kapazität. Denn die NAND-Flash-Produzenten können in absehbarer Zeit gar nicht den Speicherbedarf decken, den die Unternehmen weltweit benötigen: 2025 soll lediglich ein Zehntel des weltweiten Speicherbedarfs mit SSDs befriedigt werden können, für den Rest kommen wohl weiterhin Festplatten zum Einsatz.

Dabei geht es weniger um Festplatten für Desktop-PCs, sondern vornehmlich um solche für den Server-Einsatz. Je mehr Kapazität diese besitzen, desto weniger Platz und Strom brauchen die Rechenzentrumsbetreiber für die benötigte Gesamtkapazität und desto weniger Energie müssen sie für die Kühlung aufwenden. Es geht dabei wahlgemerkt nicht um das NAS einer kleinen Firma mit 10 Festplatten, sondern um Installationen mit mehreren tausend Laufwerken – denn

dann geht es auch bei Raummiete und Energiekosten schon um richtig viel Geld.

Wie viel Speicherplatz Facebook, Google & Co. heute bereits zur Verfügung steht, ist unbekannt. Einzig der Cloud-Provider Backblaze berichtet in seiner Quartalsstatistik regelmäßig darüber: Ende Oktober waren es rund 400 Petabyte. Im dritten Quartal bauten die Techniker knapp 10.000 neue Festplatten mit einer Gesamtkapazität von 59 Petabyte ein [1].

Google bezifferte Anfang 2016 den täglichen Speicherzuwachs auf 1 Petabyte [2] – bei damals üblichen Laufwerksgrößen von maximal 8 Terabyte dürften das pro Tag also mindestens 125 Festplatten gewesen sein.

## Erfolgsmeldungen

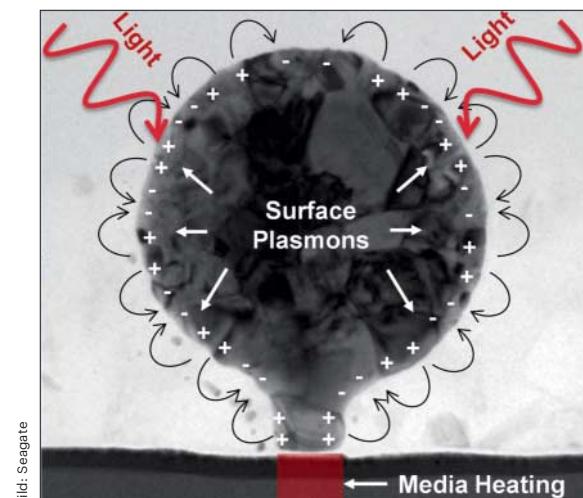
In den vergangenen drei Jahren haben die Festplattenhersteller bereits zwei neue Techniken zur Kapazitätserhöhung zur Serienreife gebracht: Helium-Füllung und Shingled Magnetic Recording. Mit dem Edelgas Helium verringern sich im Vergleich zu einer Luftfüllung die Verwirbelungen im Gehäuse. Dadurch können die einzelnen Scheiben (Platter) etwas dünner ausfallen, sodass nicht mehr nur sechs, sondern sieben, acht oder sogar neun Scheiben in das Gehäuse passen – eine Kapazitätssteigerung um bis zu 50 Prozent. Gleichzeitig sinkt die Leistungsaufnahme und die Platten heizen sich weniger auf.

Bei Shingled Magnetic Recording (SMR) überschreibt der Festplattenkopf einen Teil der vorher geschriebenen Spur, die damit etwas schmäler wird. Da aber die Leseköpfe ebenfalls schmäler sind, können sie die Daten der einzelnen Spuren dennoch lesen. Die Datendichte lässt sich durch SMR um rund 25 Prozent steigern, aktuell sind damit Scheiben mit rund 1,8 TByte möglich.

Seagate CFO Dave Morton versprach jedoch, dass auch die konventionelle Technik zu weiteren Steigerungen in der Lage sei. SMR-Platter mit einer Speicherkapazität von 2 Terabyte seien in der Entwicklung. Diese sollen vor allem in Desktop-Laufwerken mit 2, 4 oder 8 TByte zum Einsatz kommen.

HAMR, Heat Assisted Magnetic Recording, sollte der nächste Schritt sein. Die Magnetpartikel werden dabei kurz vor dem Schreiben punktuell knapp unter ihre Curie-Temperatur von rund 450 °C aufgeheizt, womit die zum Schreiben notwendige Magnetfeldstärke sinkt und

Der Plasmaausstoß eines Near Field Transducers erhitzt die Plattenoberfläche. Seine Energie erhält der NFT über den Laserstrahl.



damit die Größe der Schreibköpfe. Außerdem sinkt der Platzbedarf pro Bit. Die Magnetpartikel bestehen aus einer Eisen-Platin-Legierung; sie sind zwar kleiner als die bei konventioneller Aufzeichnung verwendeten, jedoch bei Raumtemperatur magnetisch stabil.

Die Hersteller experimentieren bereits seit Jahren mit HAMR. Die Daten rauschen bei 3,5-Zoll-Laufwerken (außen) mit bis zu 120 km/h an den Köpfen vorbei. Eine Nanosekunde reicht nach Seagate-Angaben zum Erhitzen aus, nach dem Schreiben kühlt sich die Oberfläche innerhalb einer weiteren Nanosekunde wieder

auf die Umgebungstemperatur ab. Durch die starke Erhitzung der Oberfläche kann es jedoch passieren, dass sich Teile des Schmiermittels von der Scheibenoberfläche lösen. Dies könnte im Laufe der Jahre dazu führen, dass die Köpfe damit benetzt werden und damit deren Abstand zur Oberfläche steigt – das hätte sinkende Datenraten zur Folge. Dieses Problem – und auch weitere mit der HAMR-Technik zusammenhängende – will Seagate jedoch gelöst haben.

Seagate arbeitet bei HAMR mit einem Laser mit 590 nm Wellenlänge. Auch über Optiken und andere Tricks lässt sich der

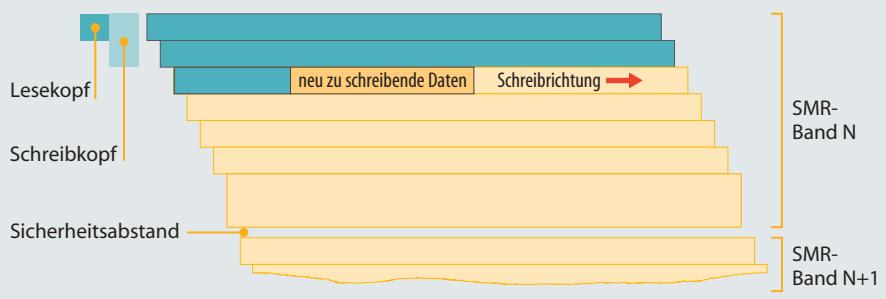
## Mehr Kapazität durch SMR

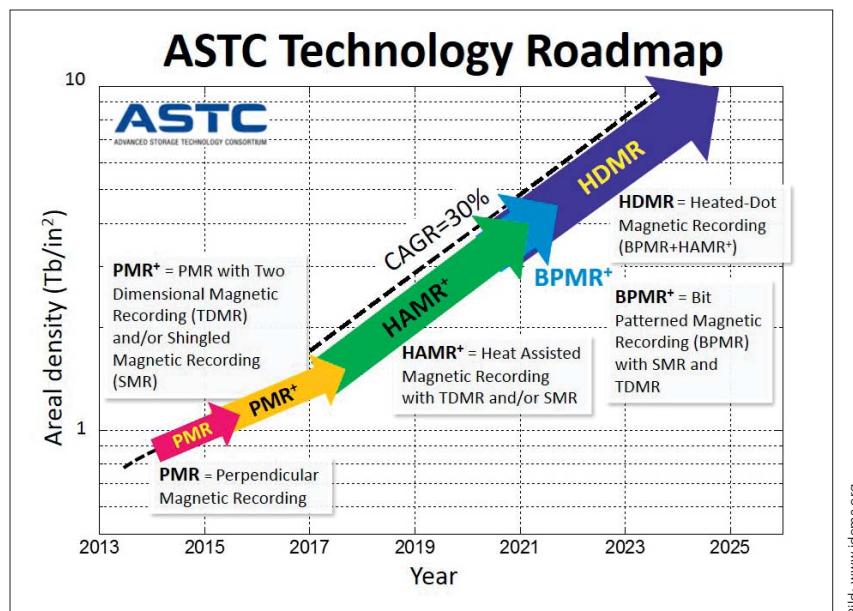
Bei Shingled Magnetic Recording wird ein Teil einer Datenspur von der nächsten überschrieben. Einen Sicherheitsabstand gibt es nicht mehr.

PMR (Perpendicular Magnetic Recording)



SMR (Shingled Magnetic Recording)





Der Weg zu 100-TByte-Festplatten führt über HAMR, BPM und HDMR – von MAMR und HIMR sprach die Roadmap der IDEMA vor drei Jahren noch nicht.

Laserpunkt nicht unter eine Größe von 100 nm bringen, die Spurbreite aktueller Festplatten liegt mit 70 nm jedoch bereits darunter. Der Laser selbst wird daher gar nicht zum Aufheizen der Platter genutzt, sondern lediglich zum Speisen eines Near Field Transducers (NFT), dessen Plasmaausstoß dann den zu beschreibenden Punkt erhitzt. Spurbreite und lineare Dichte sind dabei abhängig von der Laserleistung – je breiter die Spur, desto mehr Daten kann sie speichern. Mit dem NFT erreicht Seagate derzeit Spurbreiten von weniger als 35 Nanometer; für die weitere Kapazitätssteigerung muss die Spur jedoch noch schmäler werden – Seagate strebt 10 Nanometer an. Für 2019 hat Seagate HAMR-Festplatten mit 20 TByte Kapazität angekündigt, 2023 will das Unternehmen 40-TByte-Laufwerke bauen.

40.000 HAMR-Festplatten hat das Unternehmen nach eigenen Angaben schon gebaut, dazu einige Millionen HAMR-Köpfe. Die Laufwerke sollen als einfacher Ersatz für ältere Festplatten geeignet sein und keine Änderungen an Betriebssystem, Treibern und Anwendungssoftware erfordern. Die Laser benötigen weniger als 0,2 Watt, die vom Laufwerk aufgenommene Leistung erhöht sich praktisch nicht und die Laufwerke heizen sich auch nicht stärker auf. Im Labor sollen solche Schreibköpfe bereits 2 Petabyte übertragen haben, ein 12-TByte-Laufwerk könnte innerhalb von fünf Jahren 35 Petabyte verkraften – das liegt weit oberhalb

denkbarer Anwendungsszenarien. HAMR-Festplatten sollen also genauso zuverlässig sein wie aktuelle Festplatten. Der Start der Massenproduktion steht laut Seagate unmittelbar bevor.

### Datendichte vs. Superparamagnetismus

Eines der größten Probleme bei der Steigerung der Datendichte ist der Platz für den Schreibkopf. Dieser muss eine gewisse Größe haben, damit er genügend magnetische Energie erzeugt, um die Daten zu schreiben. Die Forscher sind also vor

allem bemüht, die notwendige Magnetfeldstärke zu verringern, damit sie kleinere Köpfe realisieren können.

Dies führt jedoch auch zu einer Vergrößerung der Magnetpartikel (Grains), die für die Speicherung eines Bits zuständig sind. Auch hier setzt die Physik Grenzen: Sehr kleine Teilchen eines magnetischen Materials können die Magnetisierung nicht mehr halten. Dieser Effekt ist unter dem Begriff Superparamagnetismus bekannt, thermische Effekte können die Magnetisierung umkehren.

Für eines der übernächsten Verfahren zur Kapazitätserhöhung steht deshalb auch wieder eine Vergrößerung der Grains an: Bit Patterned Media (BPM) arbeitet mit einem Magnetkorn pro Bit, durch seine Größe ist es von diesem Effekt nicht betroffen. Allerdings müssen die Magnetkörner in einem speziellem Muster angeordnet werden; die Firmware muss wissen, wo sich diese befinden. Statt einer gleichförmigen Oberfläche aus Körnern aufzutragen, muss zur Massenfertigung von Bit-Patterned-Medien zunächst auf lithografischem Wege eine Schablonemaske erzeugt werden [3].

Die kosteneffiziente Fertigung in Strukturgrößen zwischen 10 und 17 nm und das zielgenaue Ansteuern der Körner sind die wesentlichen Knackpunkte der Bit-Pattern-Technologie. Mit BPM soll die 100-TByte-Grenze fallen, das zumindest verspricht die International Disk Drive Equipment and Materials Association (IDEA) bereits seit Jahren. Bevor die Hersteller dieses sehr teure Verfahren an-



An jedem HAMR-Schreibkopf ist ein eigener Laser angebracht. Mit bloßem Auge ist er kaum zu erkennen: Er ist so lang wie ein Salzkorn und nur ein Drittel so breit.

Anzeige

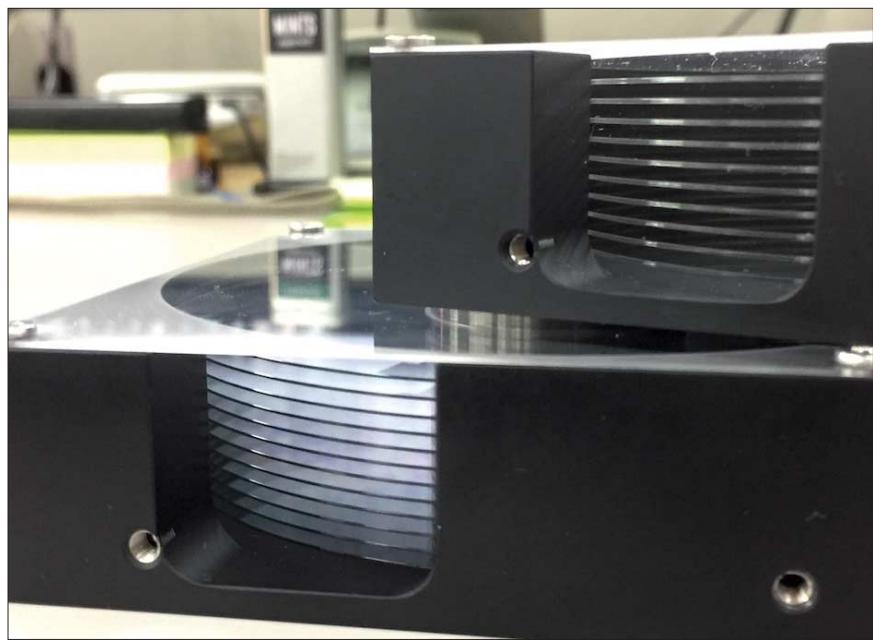


Bild: Hoya

Dünne Glas-Platter ermöglichen den Einbau von bis zu 12 Scheiben in ein übliches 3,5-Zoll-Gehäuse.

wenden, konzentrieren sie sich zunächst jedoch auf die im Folgenden beschriebenen.

### Dünnere Scheiben

Die Köpfe einer Festplatte haben zur Oberfläche der Scheiben im Betrieb einen Abstand von nur wenigen Nanometern, sie fliegen auf einem Luft- oder Helium-Polster darüber. Die Scheiben müssen daher sehr glatt sein. Traditionell kommt für die Scheiben eine Aluminium- oder Magnesium-Legierung zum Einsatz, IBM hatte jedoch bereits vor diversen Jahren in seiner Deskstar 75GXP Scheiben aus Glas eingesetzt. Ob diese für die hohe Ausfallrate dieses Laufwerks – sie wurden gerne auch als Deathstar bezeichnet – verantwortlich waren, ist unklar, aber Glas-Platter kamen danach praktisch nur noch in den kleineren 2,5-Zoll-Laufwerken zum Einsatz.

Nun aber erlebt Glas beziehungsweise Glaskeramik – hier sind kleine Kristallite mit einem Durchmesser von weniger als 40 Nanometer eingeschlossen, die für zusätzliche Stabilität sorgen – als Trägermaterial bei den größeren Laufwerken eine Renaissance. Glas ist thermisch formstabil, magnetisch neutral, nicht leitend und hat eine glattere Oberfläche als Aluminium.

Das japanische Unternehmen Hoya, der einzige Hersteller von Glas-Plattern, hat bereits Prototypen mit einer Dicke von nur 0,381 Millimetern gezeigt – klassische

Aluminium-Platter sind rund einen Millimeter dick. Bis zu 12 Scheiben sollen in ein übliches 3,5-Zoll-Gehäuse passen; mit konventioneller Technik mit einer Kapazität von 1,5 TByte pro Scheibe sind so Laufwerke mit bis zu 18 TByte erreichbar – und deutlich mehr mit HAMR, MAMR oder anderen kapazitätssteigernden Techniken.

HGST, Seagate, Toshiba und WD nutzen dünnere Platter bereits bei ihren heliumgefüllten Laufwerken; sie packen bis zu neun Scheiben in die Gehäuse – angeblich sind die HGST-Platter 0,635 Millimeter dick. Seagate nutzt in den 12-TByte-Laufwerken bereits Glas-Platter, macht jedoch zur Dicke der Scheiben keine Angaben. Laut Seagate sind dünnere Platter ein günstiges Mittel zur Kapazitätssteigerung, zehn davon sollten sich wohl in ein Gehäuse quetschen lassen. Toshiba nutzt in seiner jüngst vorgestellten NAS-Festplatte MN06ACA10T ebenfalls dünnere Scheiben, aber aus Aluminium. Die MN06ACA10T ist das erste Laufwerk, das trotz Luftfüllung mit sieben Scheiben bestückt ist; alle anderen Hersteller nutzen bei dieser Scheibenzahl Heliumfüllung.

Glas hat noch weitere Vorteile. Es leitet etwa die Wärme schlechter als Aluminium. Bei HAMR-Festplatten ist dies ein Vorteil, denn dort soll ja nur der zu beschreibende Punkt erhitzt werden und nicht der Bereich drum herum. Auch vertragen Glas-Platter höhere Temperaturen

als Aluminium und dehnen sich bei Erwärmung weniger aus.

Ein weiterer Vorteil dünnerer Platter ist ihr geringeres Gewicht. Dadurch benötigt der Motor weniger Leistung, um die Scheiben auf Drehzahl zu halten; sie können auch schneller starten. Durch eine erhöhte Platter-Anzahl relativiert sich dieser Vorteil jedoch wieder; das spezifische Gewicht von Glas liegt nur wenig unter dem von Aluminium. Zumindest aber dürften Laufwerke mit mehr Scheiben keine deutlich erhöhte Leistungsaufnahme aufweisen.

Der einzige Nachteil von Glas-Platten ist der gegenüber Aluminium-Platten höhere Preis.

### Höhere Gehäuse

Die Größe von Festplattengehäusen scheint in Stein gemeißelt: Es gibt 2,5- und 3,5-Zoll-Festplatten, alle anderen Formate sind ausgestorben. Google hatte im vergangenen Jahr jedoch gefordert, dass sich die Hersteller mehr auf Cloud-Storage konzentrieren, also etwa höhere Laufwerke bauen sollten. Der Bedarf der großen Rechenzentren ist so groß, dass sich alleine für sie eigene Serien lohnen könnten.

Höhere Gehäuse wären zwar ungewöhnlich, aber nicht neu: Seagate hatte Anfang des Jahrtausends die Barracuda 180 [4] im Programm, eine 180-GByte-Festplatte mit 40 Millimeter Bauhöhe. Auch HGST bestätigt, dass es durchaus möglich sei, doppelt hohe Laufwerke zu bauen; der Motor müsse allerdings etwas kräftiger ausfallen.

Bereits jetzt reizen die Festplattenhersteller die Toleranzen bei der Laufwerkhöhe aus; so ist etwa die HGST Ultrastar He12 mit 26,1 Millimeter Bauhöhe etwas höher als 1 Zoll (25,4 Millimeter). Für Scheiben und Köpfe steht im Gehäuse eine Höhe von knapp 17 Millimetern zur Verfügung, mit Helium-Füllung passen dort 8 Scheiben samt Köpfen hinein – pro Scheibe sind also etwas mehr als 2 Millimeter Platz notwendig, für das Gehäuse rund 9 Millimeter. Der Deckel besteht aus 0,5 Millimeter dickem Blech.

Nun scheint sich die Branche auf eine neue Höhe von 1,75 Zoll geeinigt zu haben, rund 44,5 Millimeter. Zwar müsste wohl der Plattenstapel oben durch ein weiteres Lager stabilisiert werden, um Schwingungen zu verringern, aber dennoch sollten in ein solches Gehäuse mindestens 16 Scheiben hineinpassen. Mit Helium-Füllung und konventioneller

Technik sind also Laufwerke mit 24 TByte möglich. Der Speicherplatz pro Rack dürfte jedoch kaum steigen, da die Gehäuse ja ebenfalls den doppelten Platz benötigen. Der kleine Raumgewinn von 0,25 Zoll dürfte für die Kühlung notwendig sein, da die Platten sich stärker aufheizen.

## TDMR & MSMR

Two Dimensional Magnetic Recording (TDMR) ist, anders als der Begriff vermuten lässt, keine neue Aufzeichnungs-technik. Es handelt sich vielmehr um ein Verfahren zur Verbesserung beim Lesen der magnetischen Informationen.

Mit schwindender Anzahl der Magnetpartikel sinkt nämlich auch das Signal, das der Lesekopf liefert; es geht zum Teil im Rauschen unter und wird von Informationen benachbarter Spuren überlagert. Daher setzen die Hersteller nicht mehr auf nur einen Lesekopf, sondern auf zwei nebeneinanderliegende. Beide lesen Teile benachbarter Spuren mit ein, die Signale werden addiert. Da sich die Signale der angeforderten Spur addieren, nicht aber die der benachbarten, verbessert sich die Signalqualität.

Multiple Sensor Magnetic Recording (MSMR) ist ein weiteres Verfahren, das Signal besser aus dem Rauschen herauszufiltern. Hier werden ebenfalls zwei Leseköpfe eingesetzt, die zwar quasi nacheinander die gleiche Position auslesen,

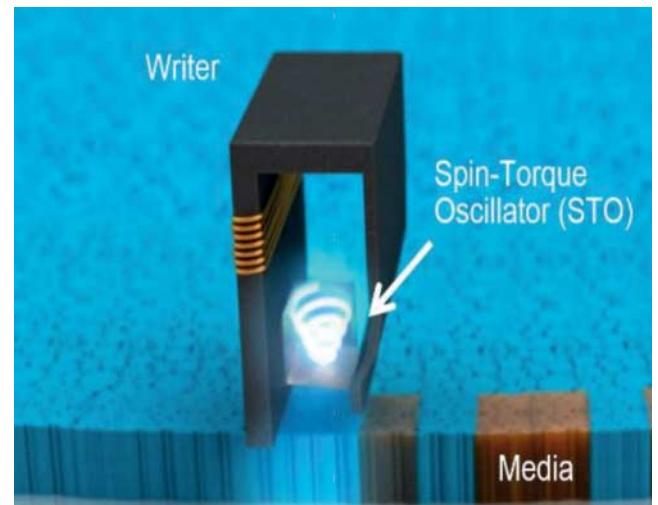


Bild: Western Digital

Ein Mikrowellen-sender unterstützt bei MAMR den Schreibkopf, damit er weniger magnetische Feldstärke aufbringen muss, um die Platten-Oberfläche zu magnetisieren.

jedoch unterschiedliche Daten liefern. Während der erste Sensor auf das Lesen der Daten optimiert ist, soll der zweite das thermische Rauschen aufnehmen – zieht man dieses vom Signal des ersten wieder ab, erhält man ein besseres Signal. MSMR lässt sich mit TDMR kombinieren.

## MAMR

Western Digital überraschte im September mit der Ankündigung, im kommenden Jahr erste Festplatten mit Microwave Assisted Magnetic Recording (MAMR) zu produzieren. Diese sollen zwar noch nicht in großen Stückzahlen verfügbar sein, aber schon 2019 soll die Serienfertigung starten und 2025 sind 40 TByte pro MAMR-Disk geplant.

MAMR arbeitet mit einem Mikrowellensender (Spin Torque Oscillator) am Schreibkopf, der der Magnetisierung schon einmal einen Schubs in die richtige Richtung gibt. Damit sinkt die für die Ummagnetisierung notwendige Feldstärke.

Festplatten-Köpfe werden bereits seit langem nicht mehr mit Drahtwicklungen hergestellt, sondern auf einem Silizium-Träger aufgebracht. Der von WD nun eingeführte Damascene-Prozess soll die Köpfe noch einmal verkleinern. Dazu werden Materialien in vorab eingeätzte Vertiefungen eingebracht. Die Magnetfeldstärke der Damascene-Köpfe ist zwar geringer als die klassischer Festplattenköpfe, im Zusammenspiel mit der Mikrowellentechnik soll sie jedoch für eine schnelle und sichere Magnetisierung der Plattenoberfläche ausreichen.

WD nennt noch einen dritten notwendigen Baustein für hochkapazitive Festplatten: einen Multi-Stage Micro Actuator. Da die Spuren immer schmäler

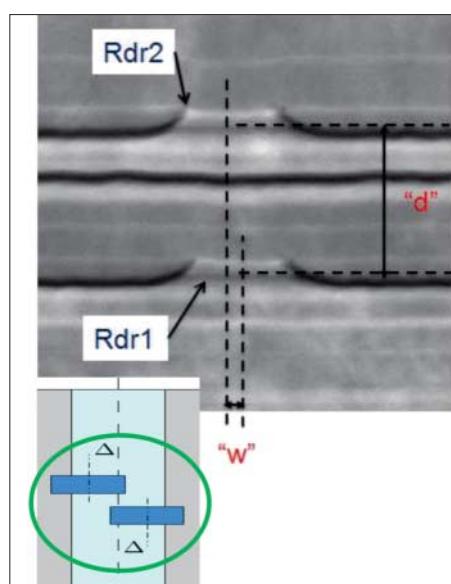
werden, reichen bislang eingesetzte Aktuatoren nicht mehr aus, die Köpfe genau genug zu positionieren. Der neue Multi-Stage Micro Actuator, den WD bereits seit der dritten Generation seiner Helium-Laufwerke mit 10 TByte einsetzt, besitzt ein bewegliches Element direkt am Kopfende und soll damit mehr als 400.000 Spuren pro Zoll zielgenau und schnell ansteuern können, also für Spurbreiten von weniger als 60 nm geeignet sein.

Die Datendichte will WD so von derzeit rund 1,1 TBit pro Quadratzoll auf bis zu 4 TBit pro Quadratzoll steigern, die Spurbreite soll dabei auf 25 nm sinken. Dabei kommt konventionelles PMR (Perpendicular Magnetic Recording) zum Einsatz. Da die lineare Dichte der Datenspuren ebenfalls steigt, dürften MAMR-Festplatten eine höhere Datenübertragungsrate aufweisen als aktuelle Festplatten – wie bei HAMR-Festplatten und SATA-SSDs könnte das SATA-Interface in naher Zukunft eine Begrenzung darstellen.

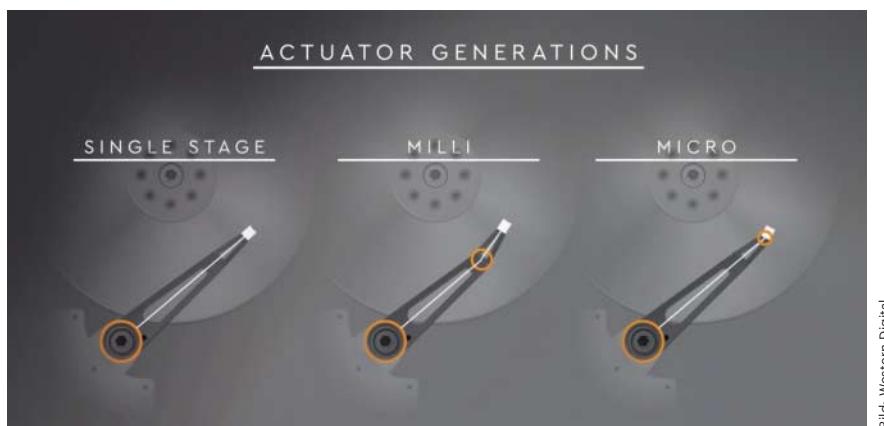
## HIMR

Von Seagate stammt die Idee, HAMR und Shingled Magnetic Recording [5] miteinander zu verschmelzen. Anders als SMR nutzt Heat Assisted Interlaced Magnetic Recording (HIMR, auch als HAMR IMR bezeichnet) nicht einzelne Bänder von mehreren hundert MByte, sondern überschreibt nur Teile der beiden benachbarten Spuren.

Bei HIMR unterscheidet man Bottom Tracks und Top Tracks. Physisch liegen sie auf derselben Ebene, die Unterscheidung dient lediglich der besseren Verdeutlichung. Bei leerer Festplatte nutzt die Firmware zunächst die Bottom Tracks. Sie



**TDMR erhöht die Signalqualität beim Lesen der magnetischen Informationen durch Überlagerung der Signale von zwei leicht versetzt angeordneten Leseköpfen.**



Der Multi-Stage-Micro-Aktuator von WD soll sich besonders fein positionieren lassen. Er besitzt dazu ein Gelenk direkt im Schreib-/Lese-Kopf.

sind fast doppelt so breit wie die Top Tracks; dies erreicht man durch eine rund 20 Prozent höhere Laserleistung. Die Datendichte ist höher, Seagate rechnet mit einem Gewinn von 24 Prozent gegenüber einfacher HAMR-Aufzeichnung. Damit stecken rund 70 Prozent der Gesamtkapazität in den Bottom Tracks.

Erst wenn alle Bottom Tracks beschrieben sind, nutzt die Platte die Top Tracks. Dabei überschreibt sie Teile der Bottom Tracks – Bottom Tracks und Top Tracks haben danach die gleiche Breite. Die Datendichte der Top Tracks liegt mit 97 Prozent etwas unter der einfacher HAMR-Aufzeichnung. Sollen nun Daten verändert werden, muss die Firmware zwei Fälle unterscheiden: Top Tracks

können einfach überschrieben werden, bei Bottom Tracks aber muss die Platte zunächst die beiden benachbarten Top Tracks einlesen und nach dem Schreiben der Bottom Tracks wieder rekonstruieren.

Die Nachteile kommen also erst zum Tragen, wenn die Platte zu mehr als 70 Prozent gefüllt ist, und auch nur dann, wenn die zu verändernden Daten in den Bottom Tracks liegen.

Zunächst möchte Seagate jedoch die HAMR-Technik ausreizen, und da gibt es noch ordentlich Potenzial: Bis zu 5 TBit pro Quadratzoll will Seagate erreichen; die Spurbreite würde dann bei rund 10 nm liegen. Pro Scheibe könnte dies zu einer Kapazität von mehr als 8 TByte führen. Falls die Köpfe nicht mehr Platz benötigen als die derzeit verwendeten und die Anzahl der Scheiben weiterhin bei acht liegt, würde eine HIMR-Festplatte also fast 70 TByte fassen.

Prinzipiell ist auch bei HAMR eine SMR-Aufzeichnung denkbar. Die damit möglichen Datendichten liegen nur wenig unter der von HIMR, SMR-Festplatten sind jedoch beim Wiederbeschreiben langsamer als HIMR-Festplatten. Daher wird SMR bei HAMR-Festplatten in der nahen Zukunft kaum zum Einsatz kommen.

### Näher dran mit Vakuum

Eine weitere Idee zur Kapazitätserhöhung kommt von dem amerikanischen Start-up L2Drive. Das Unternehmen will zwar selbst keine Festplatten herstellen, der CEO Karim Kaddeche hält jedoch einige Patente, die für die anderen Hersteller oder große Cloud-Provider interessant sein könnten. Letztere sind zwar bislang nicht als Hersteller eigener Laufwerke in Erscheinung getreten, aber Amazon soll

etwa an der Entwicklung von SSDs für den eigenen Bedarf arbeiten.

Die Idee von L2Drive ist, den Abstand zwischen Kopf und Magnetschicht weiter zu verringern. Jeder halbe Nanometer weniger verdoppelt laut Kaddeche die Signalstärke des Lesekopfes, und auch die Schreibköpfe benötigen bei geringerem Abstand weniger Leistung und könnten damit kleiner ausfallen.

Der wichtigste Baustein dazu ist eine exakte Abstandsregelung. Der Abstand zwischen Kopf und Platter wird dazu 100.000 Mal pro Sekunde gemessen und mittels eines piezoelektrischen Aktuators angepasst – dieser arbeitet mit 15 kHz. So lassen sich sogar geringe Unebenheiten der Platter ausgleichen. Mit Luft- oder Heliumfüllung funktioniert das nicht mehr, in der Platte muss Vakuum herrschen.

Da ein Headcrash nahezu ausgeschlossen ist, kann man bei der Technik auch auf die Schutzschicht verzichten, die auf Scheiben und Köpfen aufgebracht ist; auch das Schmiermittel auf den Scheiben entfällt. Damit will L2Drive den Abstand zwischen Kopf und Magnetschicht von derzeit 6 bis 8 auf zunächst 4,2 nm senken. Zwar müssten Köpfe und Magnetmaterialien noch angepasst werden, aber dann könnte die Datendichte auf bis zu 4 TBit pro Quadratzoll steigen.

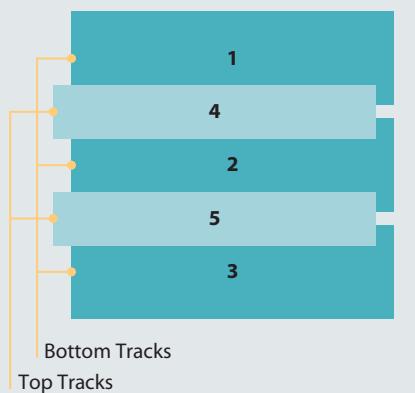
Vakuum mindert nicht nur die Vibrationen der Scheiben, sondern auch die Leistungsaufnahme. Diese soll noch unter der von heliumgefüllten Laufwerken liegen. Der Motor und die Befestigung der Platter auf der Spindel könnten etwas kleiner ausfallen. Damit lässt sich etwas Platz auf den inneren Bahnen der Platter gewinnen; L2Drive verspricht eine Steigerung um 8 Prozent.

Durch die manuelle Abstandsregelung kann L2Drive auch die äußeren Ränder der Platter besser ausnutzen; bei luft- oder heliumgefüllten Festplatten liegen hier die Rampen, über die die Köpfe in die Parkposition gleiten. Die Plattenoberfläche vergrößert sich damit um weitere 8 Prozent. Im Verbund mit der rund 20-prozentigen Steigerung der Flächendichte durch die Annäherung ergibt sich so ein Kapazitätszuwachs von 40 Prozent.

Die Technik kann mit anderen kombiniert werden. Durch den Wegfall des Schmiermittels würden etwa HAMR-Köpfe nicht mehr verschmieren. Angaben zur maximal möglichen Kapazität eines Laufwerks wollte sich Kaddeche im Gespräch

## Mehr Kapazität durch HIMR

Bei HIMR schreibt die Firmware zunächst alle Bottom Tracks der Platte voll, erst danach die Top Tracks. Damit werden Teile der Bottom Tracks überschrieben.



## Datendichte vs. Laserleistung

Bei HAMR-Festplatten steigt die Datendichte durch eine höhere Laserleistung. Dies nutzt man bei HIMR aus.



Dazu erhalten die Festplatten Regionen, die zwischen SMR- und PMR-Aufzeichnung umschalten können. SMR-Regionen könnten beispielsweise für Cold Data genutzt werden, während PMR-Regionen für Anwendungen mit hohem I/O-Bedarf zur Verfügung stehen. Selbst eine komplette Umschaltung zwischen SMR und PMR soll möglich sein.

### Die Festplatte lebt

Glas-Platter und Helium-Füllung, vielleicht auch Vakuum, dürften bei allen genannten kapazitätssteigernden Techniken zum Einsatz kommen, doch erstmals ringen mit HAMR und MAMR zwei verschiedene Verfahren um die Vorherrschaft für Festplatten mit mehr als 20 TByte Kapazität. Beide sind in Zusammenarbeit mit SMR, IMR, TDMR und MSMR für Festplatten jenseits der 50 TByte gut – für die für 2025 bereits vorhergesagten Festplatten mit 100 TByte aber dürfte ausschließlich BPM in Verbindung mit HAMR oder MAMR zum Einsatz kommen.

(ll@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Andy Klein, Hard Drive Stats for Q3 2017, [www.backblaze.com/blog/hard-drive-failure-rates-q3-2017](http://www.backblaze.com/blog/hard-drive-failure-rates-q3-2017)
- [2] Lutz Labs, Google stellt Forderungen an die Festplattenhersteller, [www.heise.de/-3119370](http://www.heise.de/-3119370)
- [3] Boi Feddern, Streben nach Größerem, Aufzeichnungsverfahren und Speichertechniken für die Festplatten der Zukunft, c't 24/2013, S. 172
- [4] Harald Bögeholz, Platten-Karussell, Festplatten mit EIDE- und SCSI-Schnittstelle, c't 12/2001, S. 162
- [5] Lutz Labs, 8-TByte-Festplatte mit SMR-Aufzeichnung, [www.heise.de/-2549084](http://www.heise.de/-2549084)
- [6] Dynamic Hybrid SMR, <https://itblog.sandisk.com/dynamic-hybrid-smr/>

nicht entlocken lassen, aber er rechnet mit der Verfügbarkeit erster Vakuum-Laufwerke im Jahr 2020. Zunächst will das Unternehmen jedoch einen Prototyp bauen, um potenzielle Partner von der Machbarkeit der Technik zu überzeugen.

### Dynamic Hybrid SMR

SMR erhöht die Kapazität von Festplatten um rund 25 Prozent, führt beim Überschreiben vorhandener Daten jedoch zu Geschwindigkeitseinbußen. Dynamic Hybrid SMR erhöht anders als die bisher hier vorgestellten Verfahren die Kapazität nicht, soll aber die SMR-Nachteile mindern.

SMR-Festplatten gibt es in drei Ausprägungen: Host Managed, Host Aware und Drive Managed. Letztere kümmern sich selbst um die optimale Verteilung der Daten auf die Platte; sie sind als direkter Ersatz konventioneller Festplatten gedacht und auch für Desktop-PCs geeignet.

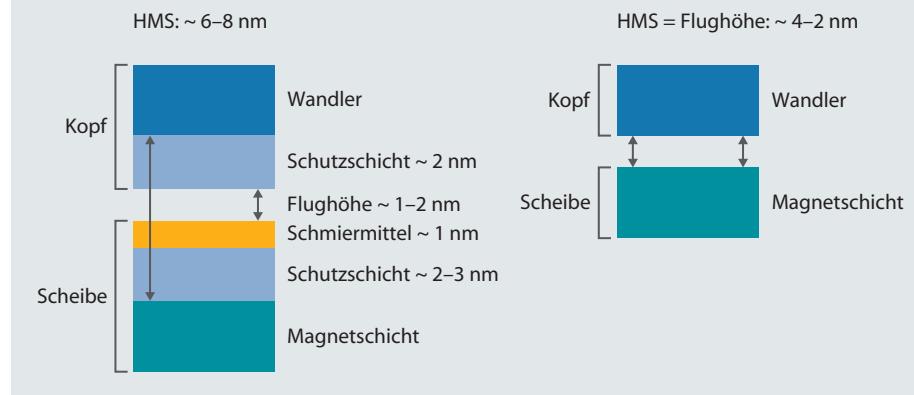
Bei Host-Managed-SMR-Festplatten kümmert sich der Treiber des Storage-Systems um die optimale Verteilung; er kann etwa Random-Zugriffe in sequentielle Zugriffe umbauen und so die Leistung steigern. Host-Aware-Festplatten

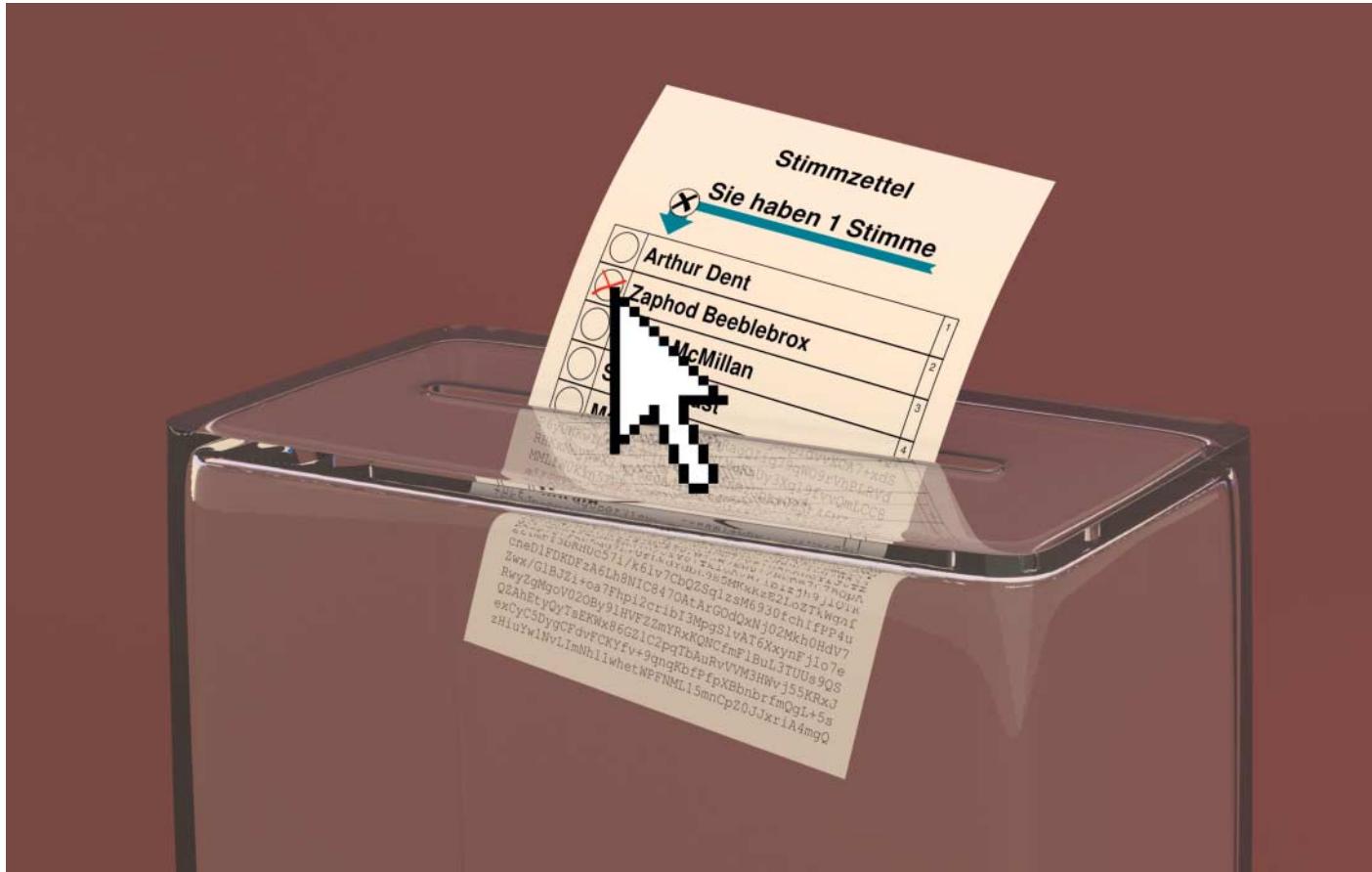
nehmen SMR-Befehle vom Host entgegen, können die SMR-Besonderheiten jedoch auch selbst organisieren.

WD schlägt nun mit Dynamic Hybrid SMR [6] eine Erweiterung für Host-Managed-Festplatten vor, bei der die Anwender zwischen größerer Kapazität und besserer Performance wechseln können, eventuell sogar im laufenden Betrieb.

## Weniger Abstand – mehr Kapazität

Sinkt der Abstand zwischen Kopf und Magnetschicht, lässt sich die Datendichte steigern. Dazu setzt L2Drive auf Vakuum.





# Wählen per Mausklick

**Sichere und geheime Wahlen übers Internet dank Kryptografie und Mathematik**

**Wählen übers Internet könnte die Demokratie schneller und bequemer machen. Damit dabei weder die Manipulationssicherheit noch das Wahlgeheimnis auf der Strecke bleiben, braucht man eine Menge mathematischer Tricks.**

**Von Karola Marky und Roberts Kolosovs**

Ganze 28,6 Prozent haben ihre Stimme bei der Bundestagswahl 2017 per Brief abgegeben, so viele wie nie. Dafür beantragt man Papier, kreuzt an, kuvertiert zweimal und wirft das Ganze in einen Kasten – ein ziemlich antiquiertes Verfahren in Zeiten des Internets. E-Voting ver-

spricht die Stimmabgabe noch einfacher und schneller zu machen. Ähnlich wie die Briefwahl könnte die Internetwahl eine zusätzliche Option zur Stimmabgabe neben dem Wahllokal sein.

Andere Länder bieten bereits Wahlen wie die zum Bundestag über das Internet an. In manchen Kantonen der Schweiz beispielsweise können die Bürger über das Internet abstimmen. Estland bietet als einziges Land in allen Regionen die Möglichkeit, in sämtlichen öffentlichen Wahlen über das Internet zu wählen.

Doch Wahlen haben einige Anforderungen, die man digital nicht einfach nachbilden kann. Beispielsweise soll die Wahl geheim sein, sodass niemand, auch nicht der Bundeswahlleiter weiß, wer welche Stimme abgegeben hat. Wähler und Wahlhelfer wollen mindestens so sicher wie bei der Urnenwahl sein, dass niemand

die Wahlzettel manipuliert, und die Auszählung soll auch jeder überprüfen können. Mit Kryptografie und Mathematik lassen sich diese Anforderungen auch für Internetwahlen umsetzen. Wir geben ein Beispiel, wie so etwas aussehen könnte.

## Nur Wahlberechtigte!

Das Internet ist eine dezentrale Infrastruktur, die Wahlbehörden nicht kontrollieren können. Niemand kann garantieren, dass das Netz sicher ist. Jeder Internetnutzer kann versuchen in die Wahl einzudringen, aber nur die wahlberechtigten Einwohner eines Landes dürfen die Möglichkeit bekommen, eine gültige Stimme abzugeben. Das ist die erste Herausforderung für jedes Protokoll für Internetwahlen.

Erreichen kann man das leicht, indem jeder Wähler zusammen mit dem Wahlbescheid Zugangsdaten bestehend aus

seiner Wähler-ID und einem Passwort erhält – versiegelt wie die PINs von neuen Bankkarten. Damit loggt sich der Wähler auf der Wahlwebseite ein und sucht seinen bevorzugten Kandidaten aus einer Liste aus. Gehen Sie fürs Beispiel von einer einfachen Mehrheitswahl aus: eine Kandidatenliste und eine Stimme pro Wähler. Per Klick markiert der Wähler seinen bevorzugten Kandidaten und schickt mit einem weiteren Klick die Stimme ab.

Leider könnten böse Nachbarn die Zugangsdaten einfach aus dem Briefkasten stehlen. Nichts würde sie abhalten in Ihrem Namen zu wählen. Deswegen bietet sich zusätzlich eine Identitätsprüfung beispielsweise mit dem elektronischen Personalausweis (eID) an. Der könnte jeden Wahlberechtigten authentifizieren. Dies setzt voraus, dass jeder Wahlberechtigte eine eID sowie ein Lesegerät besitzt.

## Lauschabwehr

Dieses primitive Wahlprotokoll ist sehr einfach verwendbar und leicht verständlich. Wie steht es aber mit der Sicherheit? Unterstützt dieses Wahlprotokoll eine geheime Wahl? Nein. Ein Angreifer könnte sich zwischen den Wähler und die digitale Wahlurne (den Server, der die Stimmen speichert) schalten und die Wahlauscheidung mitschneiden. Außerdem weiß auch der Wahlurnenserver, wie ein Wähler gewählt hat, und damit auch jeder, der Zugriff auf diesen Rechner hat. Diese Probleme lassen sich aber mit asymmetrischer Verschlüsselung lösen.

Dafür erzeugt die Wahlkommission vor der Wahl ein Schlüsselpaar. Der öffentliche Schlüssel wird an die Wähler verteilt. Im Beispiel gehört er zur Wahlwebseite. Mit ihm verschlüsselt die Webseite die Stimme des Wählers, bevor sie diese zum Server schickt. Der Geheimtext zu einer Stimme für einen bestimmten Kandidaten würde aber normalerweise immer gleich aussehen, sodass Angreifer nur jede Wahloption einmal verschlüsseln müssten, um von jedem zu wissen, was er gewählt hat. Verschlüsselt man jedoch zusätzlich eine Zufallszahl, sieht der Geheimtext jedes Mal anders aus.

Der private Schlüssel bleibt bei der Kommission sicher verwahrt, die ihn erst bei der Auszählung wieder hervorholte, um das Wahlergebnis zu ermitteln. Wenn die Stimme jetzt durchs Internet rauscht, kann ein Angreifer sie zwar abhören, weiß aber nicht, was der Wähler gewählt hat. Damit der Angreifer noch nicht einmal

den Geheimtext der Stimme mitlesen kann, sollte die Verbindung zum Wahlurnenserver zusätzlich HTTPS verwenden.

## Böse Wahlleiter austricksen

Allerdings ist die Stimme immer noch nicht komplett geheim, weil der Wahlurnenserver den Zusammenhang zwischen jedem Wähler und dem jeweiligen Geheimtext kennt. Wird dieser Server zur Entschlüsselung genutzt, kann ein böser Wahlleiter oder Admin den Zusammenhang zwischen dem Wähler und seinem gewählten Kandidaten herstellen. Das Problem entsteht unter anderem dann, wenn der böse Wahlleiter Stimmen entschlüsselt, die er einzelnen Wählern zuordnen kann.

Erweitert man das Wahlprotokoll mit homomorpher Verschlüsselung [1], nimmt man dem bösen Wahlleiter die Möglichkeit, einzelne Stimmen zu entschlüsseln. Bei dieser Art von Verschlüsselung kann man einfache mathematische Operationen auf den verschlüsselten Stimmen ausführen, die den gleichen Operationen auf dem Klartext entsprechen, ohne sie dafür entschlüsseln zu müssen. Für die Wahl reicht es, die Stimmen im verschlüsselten Zustand zu addieren (homomorphe Addition).

Damit das klappt, muss man allerdings die digitale Repräsentation des Stimmzettels anpassen. Optisch ändert sich in der Bedienoberfläche nichts. Die Wahlsoftware transformiert den Stimmzettel vor der Verschlüsselung so, dass neben dem gewählten Kandidaten eine Eins und neben den nicht gewählten Kandidaten eine Null steht. Alternativ könnte man auch einen Geheimtext pro Kandidat erstellen, der entsprechend der Entscheidung des Wählers eine Eins oder Null enthält. Mit diesem Verfahren addiert man alle verschlüsselten Stimmzettel in der digitalen Wahlurne vor der Auszählung zusammen.

Durch die Addition entsteht ein Geheimtext, der das Gesamtergebnis der Wahl enthält. Dieser verrät nun nichts mehr darüber, wie die einzelnen Wähler abgestimmt haben. Die homomorphe Verschlüsselung verhindert aber nicht, dass einzelne Stimmen entschlüsselt werden. Es könnte also passieren, dass jemand aus der Wahlkommission den geheimen Schlüssel der Wahl vor dem Ende der Wahl verwendet, um ein Zwischenergebnis zu entschlüsseln. Also muss man gewährleisten, dass der geheime Schlüssel der Wahl nicht vor dem Wahlgang eingesetzt wird. Dafür verteilt man sein Vertrauen auf mehrere Parteien und vertraut darauf, dass die sich nicht verschwören. Gibt es nur einen privaten Schlüssel, muss man allein dem Besitzer dieses Schlüssels vertrauen. Den privaten Schlüssel kann man aber in Teilen erzeugen, wobei nur je ein Teil an eine Partei geht. Erst wenn die verschiedenen Parteien ihre Teile zusammenlegen, entsteht der geheime Schlüssel, der das Ergebnis entschlüsseln kann. Im Prinzip funktioniert das wie eine Gruppe Piraten, bei denen jeder nur einen Teil der Schatzkarte besitzt. Dieser Trick wird als „Secret Sharing“ bezeichnet.

Damit kein Mitglied der Kommission die Wahl sabotieren kann, indem es sich weigert, seinen Schlüsselteil am Ende herauszugeben, verwendet man besser ein „Threshold-Secret-Sharing“. Dabei wird der private Schlüssel zwar in  $t$  Teilen erzeugt, um einen gültigen Schlüssel zusammenzusetzen, werden aber nur  $n$  Teile benötigt ( $t < n$ ). Man verteilt also beispielsweise  $n = 8$  Schlüsselteile an Mitglieder der Wahlkommission und vertraut darauf, dass mindestens  $t = 5$  davon bereit sind, ihren Teil zum Entschlüsseln des Ergebnisses herauszurücken. Die Annahme

## Verschlüsselte Stimmzettel

Der digitale Stimmzettel in der Bedienoberfläche (links) wird so kodiert, dass er für die homomorphe Auszählung verwendet werden kann (Mitte). Nach der Verschlüsselung ist vom eigentlichen Inhalt nichts mehr erkennbar (rechts).

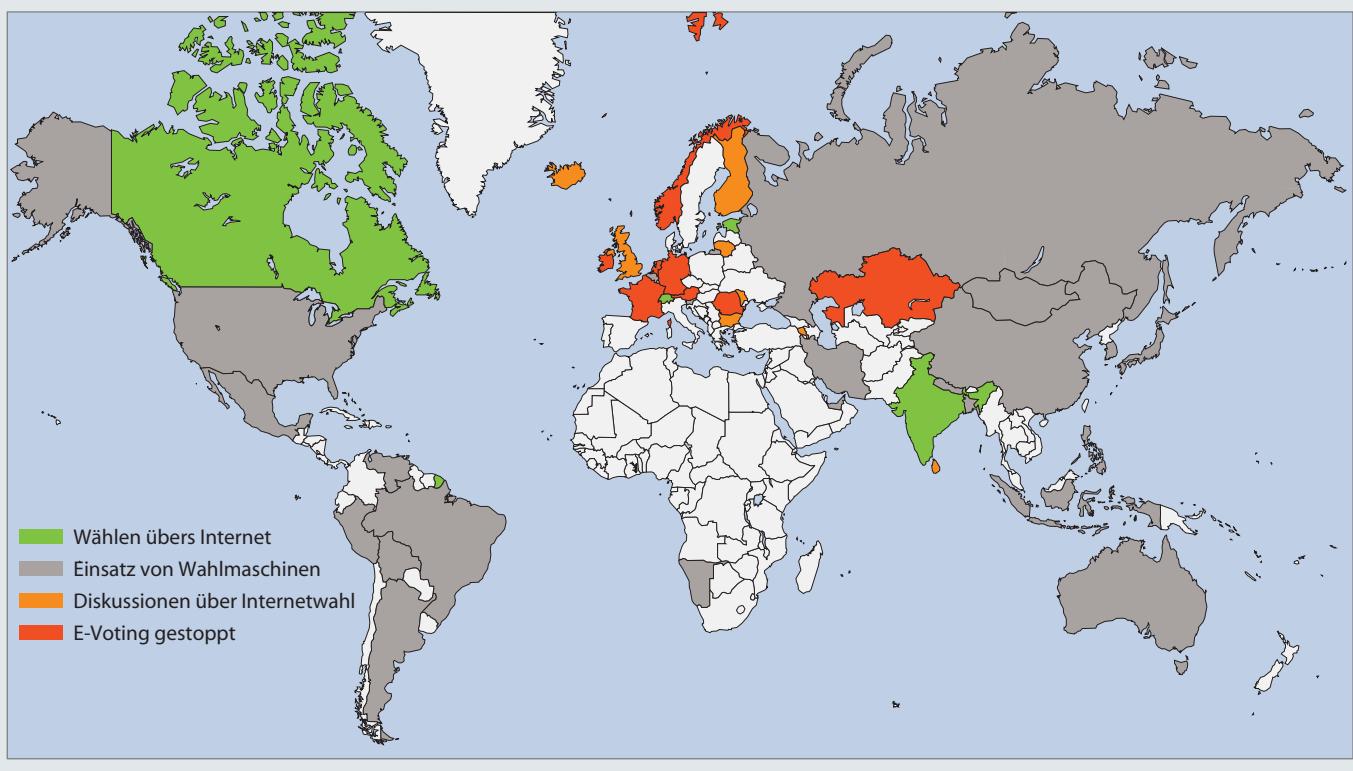
<input type="radio"/>	Arthur Dent
<input checked="" type="radio"/>	Zaphod Beeblebrox
<input type="radio"/>	Tricia McMillan
<input type="radio"/>	Slartibartfast

Arthur Dent	0
Zaphod Beeblebrox	1
Tricia McMillan	0
Slartibartfast	0
$\Sigma$	1

```
MrWmaqLUBAmBe4rTRZVNLMu8nUy3Xq13
UWkw1Q0Nrr6zC1h1HCl1uvGfnnzCb+025
MkeyNxT7/m+teoAd1Lqgt4CW7/y+DSR
fw0Kln5TDkaxs1jp4Yw4zH7EW9+/JN
TxRW+2kUM06NLTJD/c1Y0+tk1oArBr1b
p/2LfxshAqq7LxUFLkdYdh95SMKXREZ
mP13bRHUc571/k61v7CbQ28q1s1wM930
DLFDKDFsA6Lh8N1C8470A:ArGdOdNj10
/G1Bj21+o+7Phpi2crib13MpS1wAT6
ZgMqoV020By91HFZdmYRkN0Cfmf1bu
hEtYQyTsEKWx86GZ1C2p+q7bauRvVM3R
yC5dygCFdvFCkYYv+9ngq3bfPfpXBbnh
uW1Nv1Nm11whetWPFnM115mnCp20,
```

# Weltweiter Einsatz von E-Voting

Viele Länder setzen Wahlmaschinen ein, um die Auszählung zu erleichtern. Die Stimmabgabe übers Internet erlauben aber nur wenige Länder. Weltweiter Vorreiter ist hier Estland.



wäre, dass mindestens 5 Mitglieder dieser Kommission ehrlich und vertrauenswürdig handeln.

## Beweisen ohne verraten

Nun erlaubt das Protokoll eine geheime Wahl. Leider entsteht dabei ein neues Problem: Was ist, wenn ein Wähler seinen digitalen Stimmzettel so manipuliert, dass er einem Kandidaten zehn Stimmen statt einer gibt? Er müsste dafür nur eine eigene Wahlsoftware programmieren, die größere Zahlen im Stimmzettel verschlüsselt. Da lediglich das Ergebnis entschlüsselt wird, würde ein solcher Angriff in der aktuellen Version des Protokolls nicht auffallen. Aber auch das kann man mit Mathematik reparieren. Der Wähler (bzw. die Wahlsoftware für den Wähler) kann nämlich einen Beweis generieren, dass sein Geheimtext in der Summe genau 1 enthält. Weil dieser Beweis nicht offenbart, welchen Kandidaten er gewählt hat, wird diese Art Beweis als „Zero-Knowledge-Proof“ bezeichnet. Bei der Stimmabgabe überprüft der Wahlurnenserver automatisch diesen Beweis und informiert den Wähler, falls er seine Stimme ablehnt.

Leider rechnet homomorphe Verschlüsselung auch mit negativen Zahlen. Es könnte also jemand einem Kandidaten 20 Stimmen geben und einem anderen Kandidaten -19. In der Summe ergibt das 1, was der Wähler beweisen könnte. Hier helfen zusätzliche Zero-Knowledge-Proofs. Diese zeigen, dass der Geheimtext der jeweiligen Stimme eine valide Wahloption enthält, also dass hinter dem Kandidaten eine Eins oder eine Null steht. Auch diese brechen das Wahlgeheimnis nicht, weil sie nicht verraten, hinter welchem Kandidaten die Eins steht. Wie vorher rechnet der Wahlurnenserver den Beweis bei der Stimmabgabe nach.

## Überprüfungsmöglichkeiten für Wähler

Das Protokoll erlaubt einem ehrlichen Wähler, über Internet geheim seine Stimme abzugeben. Die genutzte Infrastruktur, also das Internet und das Wahlgerät des Wählers (sein eigener Rechner), ist allerdings nicht immer vertrauenswürdig und kann von der Wahlkommission nicht kontrolliert oder abgesichert werden. Wähler können deswegen nicht sicher sein, dass

ihre Stimmen wirklich den Wahlurnenserver erreichen. Außerdem könnte Malware auf dem Rechner des Wählers die Stimme vor dem Verschlüsseln manipulieren oder einfach löschen. Wähler sollten deswegen nachvollziehen können, ob ihre Stimmen von der Software (Wahlwebseite, Wahlurnenserver und Auszählkomponente) korrekt verarbeitet und ins Endergebnis integriert werden. Ob der Wahlurnenserver alle Stimmen korrekt ins Endergebnis integriert hat, kann man prüfen, indem man das selbst nachrechnet. Das geht, wenn der Server sowohl die verschlüsselten Einzelstimmen als auch den Geheimtext des Endergebnisses veröffentlicht.

Der nächste Schritt ist es zu zeigen, dass das entschlüsselte Endergebnis auch zum Geheimtext des Endergebnisses gehört. Sonst könnte die Wahlkommission ein beliebiges Ergebnis bekannt geben und behaupten, dass dies zum Geheimtext gehört. Den privaten Schlüssel der Wahl kann man nicht veröffentlichen, denn dann könnte jeder die verschlüsselten Stimmen von allen Wählern entschlüsseln und nachsehen, was wer gewählt hat. Also muss wieder die Mathematik aushelfen mit einem

sogenannten „Proof of Decryption“. Diesen kann die Wahlkommission aus dem Geheimtext, dem Klartext, dem öffentlichen Schlüssel und dem privaten Schlüssel errechnen. Jeder, der alle Teile außer dem privaten Schlüssel kennt, kann verifizieren, dass Geheimtext und das entschlüsselte Ergebnis zusammengehören. So ist sicher gestellt, dass alle Einzelstimmen auf dem Wahlurnenserver richtig zum Wahlergebnis zusammengerechnet wurden und dass dieses richtig entschlüsselt wurde. Man bezeichnet diesen Aspekt als „Tallied-as-Recorded-Verifiability“ (Gezählt-wie-empfangen-Überprüfbarkeit).

Dabei ist noch nicht sichergestellt, dass die Stimme des Wählers auch tatsächlich auf dem Wahlurnenserver angekommen ist. Der Server veröffentlicht die verschlüsselten Einzelstimmen jedoch bereits sowieso für das Nachrechnen des Gesamtergebnisses. Also kann er sie auch direkt nach dem Empfang auf einem sogenannten „Bulletin Board“ anzeigen. Das Bulletin Board ist eine Website, die einfach alle abgegebenen Stimmen auflistet. Alternativ könnte man dafür eine Blockchain verwenden. Da in die Verschlüsselung ein Zufallswert eingeht, sind alle Geheimtexte unterschiedlich und verraten ohne den privaten Schlüssel gar nichts. Der Wähler kann sich den Geheimtext seiner Stimme merken und auf dem Bulletin Board nach diesem suchen. Da der Geheimtext einer Stimme recht lang ist, kann man zusätzlich noch

einen kürzeren Prüfcode berechnen, beispielsweise ein kryptographischer Hash der verschlüsselten Stimme. Diesen Prüfcode kann der Wähler dann auch per Hand vergleichen. Das heißt dann „Recorded-as-Cast-Verifiability“ (Empfangen-wie-abgegeben-Überprüfbarkeit).

## Überprüfbarkeit des Wahlgeräts

Jetzt weiß der Wähler, dass seine verschlüsselte Stimme auf dem Wahlurnenserver angekommen ist und dass diese ins Endergebnis integriert wurde. Aber weiß er auch, ob seine Wahl, also der Kandidat, für den er stimmen wollte, auch tatsächlich richtig elektronisch festgehalten wurde? Konkret: Enthält der Geheimtext der Stimme auch wirklich den Kandidaten, für den der Wähler seine Stimme abgeben wollte? An dieser Stelle führt die Verschlüsselung, die zur Sicherheit und der Wahrung des Wahlgeheimnisses beigetragen hat, zu zusätzlicher Komplexität. Natürlich wurde das Wahlprotokoll zuvor auch schon komplexer, jedoch war diese zusätzliche Komplexität für den Wähler weitgehend unsichtbar. Der Wähler war bisher nicht gezwungen, mit der Verschlüsselung aktiv zu interagieren. Die zuvor beschriebene Tallied-as-Recorded-Verifiability können nämlich Wahlbeobachter prüfen, sodass die Sicherheit nicht daran hängt, ob der Wähler das System überprüft.

Der Wähler musste sich bisher lediglich authentifizieren, einen Kandidaten

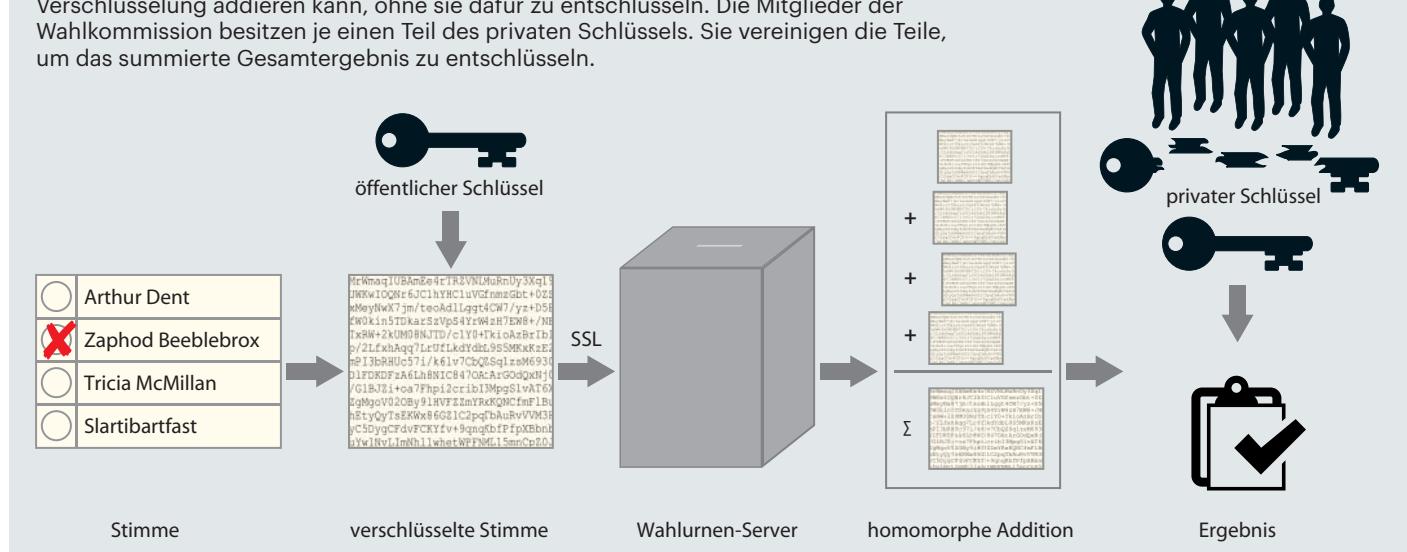
wählen und eine Zeichenkette vergleichen. Das Prüfen, ob ein Geheimtext den richtigen Kandidaten enthält, lässt sich aber nicht einfach automatisieren oder delegieren, denn eine betrügerische Wahlsoftware könnte die Prüfung so leicht fälschen wie die Stimme und ein externer Prüfer müsste die Entscheidung kennen, was das Wahlgeheimnis verletzt. Die „Cast-as-intended-Verifiability“ (Abgegeben-wie-gewollt-Prüfung) erfordert also, dass der Wähler sein System selbst überprüft. Dafür gibt es einige Ansätze aus der Forschung.

Ein Beispiel wären sogenannte „Return Codes“ (Rückgabe-Codes). Der Wähler bekommt dafür zusammen mit seinen Zugangsdaten und der Wahlbenachrichtigung noch ein Blatt mit einer Tabelle mit Kandidatennamen und zufälligen Codes (ein „Code Sheet“). In dieser Tabelle steht neben jedem Kandidaten ein dazugehöriger Return Code. Die Return Codes wurden zuvor zufällig erzeugt, ein Code Sheet mit eindeutigen Codes für jeden Wähler. Welcher Wähler welches Code Sheet erhalten hat, muss geheim bleiben.

Direkt nachdem der Wähler seine Stimme an den Wahlurnenserver übertragen hat, fragt dieser mit dem Geheimtext der Stimme den dazu passenden Return Code bei einem Codeserver an. Diesen Code schickt er mit der Eingangsbestätigung für die Stimme an den Wähler zurück. Der Wähler bekommt also fast sofort nach dem Abschicken der

# Geheime Wahl dank homomorpher Verschlüsselung

Die Wahlsoftware jedes Wählers verschlüsselt die Stimme mit dem öffentlichen Schlüssel der Wahl. Die verschlüsselten Stimmen sammelt ein Server, der sie dank homomorpher Verschlüsselung addieren kann, ohne sie dafür zu entschlüsseln. Die Mitglieder der Wahlkommission besitzen je einen Teil des privaten Schlüssels. Sie vereinigen die Teile, um das summierte Gesamtergebnis zu entschlüsseln.



Stimme einen Code zum Überprüfen der Stimme angezeigt.

Nun muss er vergleichen, ob die Antwort mit dem zum von ihm gewählten Kandidaten passenden Return Code auf seinem Code Sheet übereinstimmt. Stimmen die Codes, weiß der Wähler, dass seine Wahlsoftware nicht heimlich einen anderen Kandidaten gewählt hat, sondern tatsächlich die richtige Wahloption verschlüsselt auf dem Server angekommen ist. Dass alles korrekt geklappt hat, weiß aber der Wahlurnenserver noch nicht. Hätte die Software nämlich automatisch gewählt, ohne den Wähler überhaupt zu fragen, bekäme der Wahlurnenserver davon noch nichts mit.

Deswegen befindet sich auf dem Code Sheet zusätzlich ein individueller Bestätigungscode. Passt der angezeigte Return Code zu dem Kandidaten, den der Wähler wählen wollte, kann der Wähler dies gegenüber dem Server mit seinem Bestätigungscode versichern. Der Urnenserver wertet nur Stimmen mit einem korrekten Bestätigungscode.

Hätten Angreifer dem Wähler eine bösartige Software untergeschoben, würde das dem Wähler beim Vergleichen des Code Sheets auffallen. Er würde den Bestätigungscode dann nicht oder falsch eingeben und ins Wahllokal gehen oder auf einem anderen Computer abstimmen. Ist der Bestätigungscode falsch, schließt der Wahlserver die digitale Stimme von der Auszählung aus.

Bei einem korrekten Bestätigungscode sendet der Server einen weiteren Acknowledgement-Code, um dem Wäh-

ler zu bestätigen, dass der Bestätigungscode richtig war und seine Stimme in die Auszählung integriert wird. Diesen Acknowledgement-Code findet der Wähler ebenfalls auf dem Code Sheet. Man könnte an dieser Stelle noch garantieren, dass selbst das Wahlgerät, das der Wähler verwendet, nicht herausfindet, wie dieser gewählt hat (siehe Code Voting [2]).

Jetzt ist das Protokoll von Ende zu Ende verifizierbar. Wähler können überprüfen, dass ihr Wille korrekt festgehalten wurde, dass ihre abgegebene Stimme den Wahlurnenserver ohne Manipulation erreicht hat und dass der ihre Stimme korrekt in das Endergebnis integriert hat.

Das Protokoll verhindert oder entdeckt dabei Manipulationen durch eine fehlerhafte oder manipulierte Wahlsoftware und eine unehrliche Wahlbehörde, wenn genug Wähler verifizieren. Außenstehende Angreifer, welche das Wahlgeheimnis brechen wollen, werden unter den beschriebenen Annahmen verhindert. An der Einschränkung erkennen Sie, dass damit leider nicht alle denkbaren Angriffszenarien abgedeckt sind.

## Mit der Waffe an der Schläge

Einen weiteren Angriff auf Wahlen stellen Stimmenkauf und Wählerbedrohung dar. Unabhängig von der eingesetzten Technik kann nie ausgeschlossen werden, dass es Dritte gibt, die eine Wahl durch Besteckung, Einschüchterung oder sogar Gewalt manipulieren wollen. In Deutschland ist das vielleicht kein naheliegendes Szenario, in einigen afrikanischen Ländern beispielsweise sind Stimmenkauf und Bedrohung jedoch reale Probleme. Auch im häuslichen Kontext könnte es zu einer Beeinflussung kommen. Das ist oft nicht mal böse gemeint, sorgt aber dafür, dass Wähler entgegen ihres Willens abstimmen.

Das beschriebene Protokoll ist vor diesen Angriffen nicht sicher. Es gibt aber Systeme, die speziell dieses Problem adressieren. Das wohl bekannteste ist JCJ/Civitas [3], jedoch muss sich da vor allem in puncto Benutzbarkeit noch einiges tun, bevor ein solches Protokoll einsatzbereit für reale Wahlen wird.

## Wählen wir bald digital?

Das beschriebene Wahlprotokoll zeigt, dass eine geheime und Ende-zu-Ende-verifizierbare Wahl über das Internet durchaus möglich ist. Wähler können damit bequem von zu Hause oder aus dem Urlaub über das Internet wählen und prüfen, ob ihre

Stimme korrekt ins Endergebnis einfließt. Verglichen mit der Briefwahl ist das sogar sicherer. Nachdem der Stimmzettel in den Postkasten eingeworfen wurde, kann der Briefwähler nämlich nicht weiter nachvollziehen, was damit passiert. Selbst wenn er den Stimmzettel im Wahlamt abgibt, weiß er nicht mehr, als dass der Stimmzettel im Wahlamt ankam. Die Auszählung kann er dabei nicht überprüfen und auch nicht, ob das Wahlamt seine Stimme nicht einfach verschwinden lässt.

Durch ihre Komplexität haben Internetwahlen aber auch Nachteile. Das Internet ist immer noch eine unsichere Infrastruktur und selbst wenn alle bekannten Attacken in der Planung und Entwicklung bedacht wurden, so wird es immer „Zero-Day-Attacks“ geben, an die vorher niemand gedacht hat. Kryptografie und Zero-Knowledge-Proofs erfordern ein tiefgehendes Vorwissen, das viele Wähler nicht haben. Der größte Teil der Wähler müsste sich daher auf unabhängige Experten verlassen, welche die Wahl beobachten und die Software kontrollieren. Bei Cast-as-Intended-Verifiability (Prüfen ob die Software die richtige Option verschlüsselt hat) können die aber nichts mehr zentral überprüfen. Enorm wichtig ist auch, dass die Wahlsoftware so gestaltet ist, dass alle wesentlichen Schritte leicht verständlich, sehr gut benutzbar und für alle Wähler nachvollziehbar sind.

Möglicherweise sind Sie jetzt verwirrt, weil Sie von E-Voting bisher hauptsächlich im Zusammenhang mit Sicherheitslücken gehört haben. Das liegt daran, dass zum E-Voting auch Wahlmaschinen zählen, die im Wahllokal stehen und die Auszählung beschleunigen sollen. Bei vielen dieser Maschinen wurden Sicherheitslücken entdeckt, die das Wahlgeheimnis gefährdeten oder Manipulationen erlaubten. Das Debakel um die bei der Bundestagswahl eingesetzte Software PC-Wahl zeigt beispielhaft, wie wenig die Hersteller bei der Implementierung auf Sicherheit geachtet haben. Auch die Entscheidung für Security by Obscurity (Absichern durch ein Verschleiern der Funktionsweise) und damit gegen einsehbare Quelltexte und eine Überprüfung des Codes durch externe Experten hat sich als Fehler erwiesen. Richtig umgesetzt könnten elektronische Wahlen die Sicherheit jedoch sogar verbessern und zusätzlichen Wählern die Möglichkeit eröffnen, überhaupt an der Wahl teilzunehmen. Die Probleme mit Wahlcomputern zeigen aber auch, dass man nie vorschnell

## Code Sheet

Jeder Wähler erhält vor der Wahl ein individuelles Code Sheet. Er kann damit überprüfen und bestätigen, dass sein Wille korrekt vom Wahlsystem erfasst wurde.

Code Sheet ID: 3218432	
Zaphod Beeblebrox	424242
Marvin	978473
Arthur Dent	787658
Bestätigungscode	456498138
Acknowledgementcode	564568786

der konkreten Implementierung einer Wahlsoftware vertrauen sollte, denn in jeder Software können Fehler stecken.

Ob und in welcher Form Wahlen digitalisiert werden sollten, hängt neben den technischen Herausforderungen auch an den Anforderungen, die unsere Gesellschaft an die Demokratie stellt. Beispielsweise könnten Internetwahlen mehr direkte Demokratie erlauben. Auch flexiblere Delegationen oder Auszählverfahren mit mehr als einer Wahloption wären möglich. Nur manches davon geht bei klassischen Urnenwahlen mit Wahlzetteln. Hier kann nur eine gesellschaftliche Diskussion klären, welche Demokratie die Informationsgesellschaft der Zukunft braucht.

Die internationale Forschungsgemeinschaft entwickelt fortlaufend neue, immer bessere Protokolle, um sichere Internetwahlen zu ermöglichen. Die Materie ist jedoch komplex und die Angriffsvektoren sind vielfältig. Ein Teil der Forschungsliteratur beschäftigt sich dabei nur mit möglichen Angriffen. Auf dieser Basis muss man

## **Das Vorhandensein von unsicherer Wahlsoftware und unsicheren Wahlgeräten bedeutet nicht, dass eine sichere Wahl unmöglich ist.**

abwägen, ob die Vorteile von Internetwahlen die Risiken überwiegen. Die Entwicklung einer Implementierung sollte die Sicherheit an erste Stelle stellen und neueste Standards erfüllen. Außerdem sollten die Quelltexte lange vor dem ersten Einsatz veröffentlicht werden, damit auch externe Experten das Programm prüfen können.

Ob Deutschland je Internetwahlen nutzen wird, ist jedoch keinesfalls eine rein technische Frage. Im Jahr 2009 for-

mulierte das Bundesverfassungsgericht Leitsätze für den Einsatz von Wahlcomputern bei deutschen Wahlen. Diese müssen das sogenannte Öffentlichkeitsprinzip erfüllen. Es besagt: „Beim Einsatz elektronischer Wahlgeräte müssen die wesentlichen Schritte der Wahlhandlung und der Ergebnisermittlung vom Bürger zuverlässig und ohne besondere Sachkenntnis überprüft werden können.“ Ob genau dies auf ein Internetwahlprotokoll zutrifft, können also nur die Juristen zusammen mit Experten entscheiden. (jme@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Dr. Michael Brenner, Rechnen mit sieben Siegeln, Verschlüsselt rechnen mit homomorpher Verschlüsselung, c't 6/2016, S. 176
- [2] Budurushi et al., Pretty Understandable Democracy – A Secure and Understandable Internet Voting Scheme, International Conference on Availability, Reliability and Security 2013, S. 198
- [3] Clarkson et al., Civitas: Toward a Secure Voting System, IEEE Symposium on Security and Privacy 2008, S. 354

**Forschungsliteratur:** [ct.de/ys5b](http://ct.de/ys5b)

Anzeige

## Schnapp den DHL-Boten

[youtube.com/watch?v=DZxuDFQ\\_vZM](https://www.youtube.com/watch?v=DZxuDFQ_vZM)

[instructables.com/id/Die-DHL-FALLE-Vom-Browser-Ballett](http://instructables.com/id/Die-DHL-FALLE-Vom-Browser-Ballett)

Online-Shopping ist bequem, wenn zum angekündigten Lieferzeitpunkt der Paketbote an der Haustür klingelt – und nicht nur einen gelben Abholzettel in den Briefkasten wirft. Das Bohemian Browser Ballett hat zu diesem Zweck die **DHL-Falle** entwickelt: Beim Einwurf des verhassten Zettels spricht der Briefkasten zum Paketboten und/oder nimmt direkt ein Foto seines verdutzten Gesichts auf.

Um Ihrem Briefkasten die magischen Worte „Ich bin zu Hause, ich schwöre!“ zu entlocken oder den Boten sogar per Kamera durch den Briefkastenschlitz zu porträtiieren, müssen Sie aber ein wenig basteln. Die Falle setzt sich unter anderem aus einem Raspi Zero W und einer Powerbank zusammen. Der Link zur Bauanleitung steht auch in der Beschreibung des durchaus unterhaltsamen YouTube-Videos. (lel@ct.de)



## Brutaler Fokus

[themostdangerouswritingapp.com](http://themostdangerouswritingapp.com)

[hailoverman.com/flowstate](http://hailoverman.com/flowstate)

Die Deadline naht, der Druck steigt – und kaum hat man die ersten Zeilen geschrieben, starrt man wie gelähmt auf den blinkenden Cursor. Doch was, wenn jeder getippte Buchstabe bereits nach 5 Sekunden Pause auf Nimmerwiedersehen verschwindet? Wer ohne Unterbrechung schreiben muss und einen Hang zur Selbstgeißelung hat, nutzt die **mostdangerouswritingapp**. Die Idee ist nicht neu, es gab sowas schon als kostenpflichtige App für iOS und OS X unter dem Namen Flowstate (c't 6/2016). Jetzt kann sich jedermann kostenlos im Browser unter Druck setzen lassen.

Beim Start des Webdienstes entscheidet man sich für ein Zeitlimit zwischen 3 und 60 Minuten oder für ein Wortlimit zwischen 75 und 1667. Bis dieses gesetzte Ziel erreicht ist, muss der Tippende schreiben, dann kann er den geschriebenen Text speichern. Versagt er, wird sein Getipptes unwiderruflich gelöscht. Für Leute mit sehr hohem Spieltrieb gibt es auch noch den Hardcore-Modus: Hierin sieht man nicht mal das soeben getippte Wort, man hackt blindlings in die Tastatur.

Der Webdienst mostdangerouswritingapp ist kostenlos. Flowstate funktioniert ähnlich, sieht aber edler aus. Die App steigert ausschließlich die Produktivität von Apple-Nutzern und kostet dabei 10 Euro für den Mac und 5,50 Euro für iPhone und iPad. (lel@ct.de)

## Doodledidu

[google.com/doodles](http://google.com/doodles)

Die Google-Homepage beeindruckt alle paar Tage mit einem neuen Doodle. Über der Suchmaske zeigt sie Spiele, Animationen oder Logo-Designs, die passend zum Tag an historische oder aktuelle Ereignisse erinnern. Mal ein spielbares Pac-Man-Feld in Form des Logos, mal animierte Schriftzüge, die für die Präsidentschaftswahl in Chile werben. Viele der bisher 2000 Variationen findet man im **Google Doodle-Archiv**. Die Doodles sind chronologisch sortiert und lassen sich nach Schlagwörtern durchsuchen. Spiele und Animationen sind noch mal extra unter dem Schlagwort „interaktiv“ gelistet und sorgen dank dem Archiv auch Jahre nach ihrer Startseitenzeit für Spaß. (lel@ct.de)

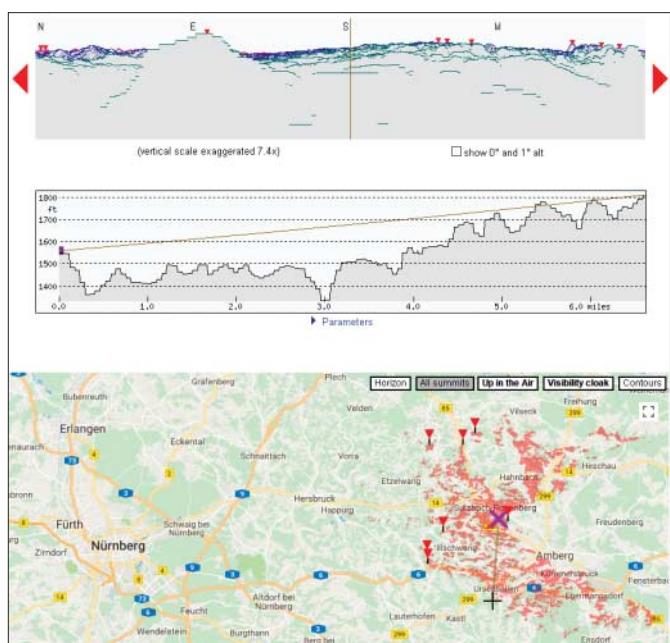
## Ich sag dir, was du siehst

[heywhatsthat.com](http://heywhatsthat.com)

[m.heywhatsthat.com](http://m.heywhatsthat.com)

Da steht man auf freier Fläche und erblickt in der Ferne graue Spitzen. Berge bestimmt. Aber welche es sind, kann man seinem Begleiter nicht so genau sagen. Außer man schaut schnell bei **heywhatsthat** nach. Die mobile Website erfasst den aktuellen Standort und zeigt die umliegenden Berge mit Namen und Höhenmetern an.

Im hannoverschen Flachland (Standort c't-Redaktion) sind es nur Brocken, Egge und Hoher Stuhl, aber dafür kann der Webdienst ja nichts. Der Service soll fast weltweit funktionieren. In der Desktop-Version kann man beispielsweise die Sicht von Mount Battie in Camden (USA) auf den Brocken auswählen und außer dem Höhenunterschied auch die Erhebungen zwischen den beiden Bergen betrachten. Neben der Bergbestimmung auf der Hauptseite bieten Unterseiten auch noch die Planung von Wanderwegen inklusive Höhenangaben oder Planetendaten für Astronomiebegeisterte. (lel@ct.de)



Anzeige



Abgehackte Hechtschritte helfen in Doom VFR dabei, dass VR-Spielern trotz des hohen Tempos nicht übel wird.

## Dämonen schießen in VR

Einer der Urväter der Ego-Shooter erobert in **Doom VFR** die virtuelle Realität. Per Playstation VR oder HTC Vive taucht der Spieler in den Mix aus Mystik und Science-Fiction ein. In dem neuen Szenario muss man die überrannte Marsstation mal wieder von Monstern befreien. Neben höllisch schnellen Ballereien warten kleinere Rätsel und Feuerlöscharbeiten auf den tapferen Monsterjäger.

Im Unterschied zu anderen VR-Shootern steht der Spieler nicht still, sondern kann die verzweigte Station frei erkunden. Doom VFR lässt sich per Gamepad, Hand-Controller oder auf der PS4 auch mit Sonys gewehrförmigen Aim-Controller steuern. Letzterer ist zusammen mit dem VR-Shooter „Farpoint“ für rund 90 Euro zu haben.

Über die Hand-Controller der Vive und PS4 hält man in der Rechten eine Wumme und in der Linken einen Teleporter. Mit ihm beamt man sich auf Knopfdruck an eine neue Position und zerstört angeschlagene Monster. Während der Zielsuche läuft die Action in Zeitlupe, was man zum taktischen Vorteil nutzen kann. Alternativ hastet man vor, zurück oder zur Seite. Diese abgehackten Bewegungen sind zwar gewöhnungsbedürftig, sie verhindern jedoch sehr wirkungsvoll, dass einem übel wird – trotz des hohen Tempos.

Dank der Raum-Tracker kann man sich mit der Vive-Brille recht frei bewegen. Mit der PSVR ist das deutlich schwieriger, da die PS4-Kamera den Spieler nur von vorne erfasst. Zudem lässt sich mit den Hand-Controllern beider Systeme nicht die Blickrichtung drehen; lediglich eine schnelle 180-Grad-Wende ist möglich. Im Kampfgetümmel verheddert man sich deshalb leicht im Kabel.

Mit einem Gamepad spielt man bequem vom Sessel und dreht seine Blickrichtung per Analogstick. Die Waffen wirken dann allerdings, als seien sie am Kopf angeklebt. Am besten klappt die Steuerung noch mit besagtem Aim-Controller für die PS4, weil man sich mit ihm per Analogstick drehen und intuitiv zielen kann.

Grafik und Sound sind überaus gelungen. Die kreisförmig aufgebaute Station schafft mit ihren Labors, Schächten und geheimen Gängen eine stimmige Atmosphäre. Gegenüber dem Original wurden die Arenen jedoch etwas vereinfacht, damit man sich in VR besser zurechtfindet.

Vor allem beeindrucken die Monster. Man zuckt richtig zusammen, wenn ein Hellknight auf einen zustürmt und fauchende Cacodemons heranschweben. Hier heißt es, immer in Bewegung bleiben, um von ihren Geschossen nicht getroffen zu werden. Da man in VR aller-

dings nicht so agil ist, muss man die Kämpfe taktischer angehen. Im Getümmel plant man stets den nächsten Teleportsprung – am besten hinter den Rücken der Angreifer, um sich dann blitzschnell um 180 Grad zu drehen.

Das Tempo und die häufigen Sprünge verlangen jedoch eine enorme Konzentration. Trotz des auf der leichtesten Stufe recht niedrigen Schwierigkeitsgrades gehört Doom VFR deshalb zu den forderndsten VR-Titeln überhaupt. Die insgesamt auf rund vier Stunden angelegte Solo-Kampagne konnten wir nicht an einem Stück absolvieren – nach jeweils einer halben Stunde war erst mal eine Pause nötig.

Kleinere Bugs könnte der Hersteller zwar noch ausbügeln, insgesamt ist die virtuelle Höllentour jedoch sehr gelungen. Id Software beweist hier, wie gut schnelle Action-Spiele in VR funktionieren.

(Stephan Greitemeier/hag@ct.de)

Doom VFR	
Vertrieb	Bethesda Softworks, <a href="http://www.doom.com">www.doom.com</a>
Systeme	Windows ab 7 mit HTC Vive, PS4 mit VR
PC-Anforderungen	ab Core i5-4590, 8 GByte RAM, Geforce GTX 1070 oder Radeon RX 480
Kopierschutz	Steam
Idee	○
Spaß	⊕⊕
Umsetzung	⊕
Dauermotivation	⊖
1 Spieler	Deutsch
USK	18 · 30 €

# Der blaue Igel dreht auf

**D**r. Eggman ist wieder da! Sonics unverbesserlicher Erzfeind will mit seiner Roboter-Armee und der Hilfe des mysteriösen Schurken „Infinite“ den ganzen Planeten erobern. Als letzte Gegenwehr sammeln Sonic und Tails ihre Freunde, um die Erde gemeinsam zu befreien.

Der schnellste Igel der Welt kehrt in **Sonic Forces** mit einem Überschallknall zurück. In 30 farbenprächtigen Leveln rast das Helden-Ensemble durch Dschungel, Städte und Raumstationen, sammelt Ringe und lehrt Eggman und Infinite das Fürchten. Dabei ist der blaue Blitz nicht der einzige Held des Spiels. Ein vom Spieler entworfener Avatar stellt das jüngste Mitglied in Tails' Résistance dar. Abwechselnd mit Sonic steuert man diesen durch die detaillierten Umgebungen.

Seit Sonics 2D-Anfängen in den 90ern hat sich einiges verändert: Neuerdings blickt man nicht mehr nur seitlich auf die Figuren, sondern rast zuweilen auch in der Verfolger-Perspektive durch die Level, wobei man dem Comic-Igel über die Schulter schaut. Mehrfach muss man sich als Balancekünstler bewähren, wenn man etwa durch Wildwasserrinnen rauscht oder hoch über der Stadt auf Stahlschienen surft. Große Sprünge werden als vorgerenderte Zwischensequenzen gezeigt. Die Steuerung ist

komplett auf Gamepads ausgelegt; einen Ritt auf Stahlschienen kontrolliert man beispielsweise über die Schultertasten.

Bei den Sprüngen hilft ein automatisches Zielsystem, das einen bei nochmaligem Drücken der A-Taste direkt auf Gegner oder Trampoline katapultiert. Leider geraten viele Bosskämpfe durch die Zielhilfe zu einfach. Vor allem die Duelle mit Infinite enttäuschen. Im Vergleich dazu fordern die verzweigten Achterbahnen der kurzen Level deutlich mehr; um alle Ebenen zu erkunden, muss man sie mehrfach durchspielen.

Nach absolvierten Leveln erhält man farbenfrohe Kleidungsstücke und nützliche Extras für seinen Avatar. Unter anderem kann man ihn mit Flammenwerfern, Eishämmern und Superbohrern aufrüsten, mit denen er die Roboterhorden zertrümmert. In manchen Leveln lässt sich ein fremder Avatar mieten, der mit seinen Spezialfähigkeiten auf Knopfdruck einspringt. Tägliche Herausforderungen und Rettungsmissionen laden zum erneuten Durchspielen absolvierter Level ein; per Gratis-DLC gibts drei zusätzliche Level, in denen Sonics Freund Shadow gegen Infinite kämpft. Leider gibt es keine Mehrspieler-Option, obwohl in einigen Leveln zwei Figuren über den Bildschirm rasen.

Die kunterbunte Grafik knallt. Die unterschiedlichen Perspektiven sorgen zwar für Abwechslung, allerdings verliert man dadurch auch leicht den Überblick. Zuweilen treten neue Gefahren allzu plötzlich auf, sodass man kaum noch ausweichen kann. Eine etwas ruhigere Kameraführung wäre hier wünschenswert gewesen.

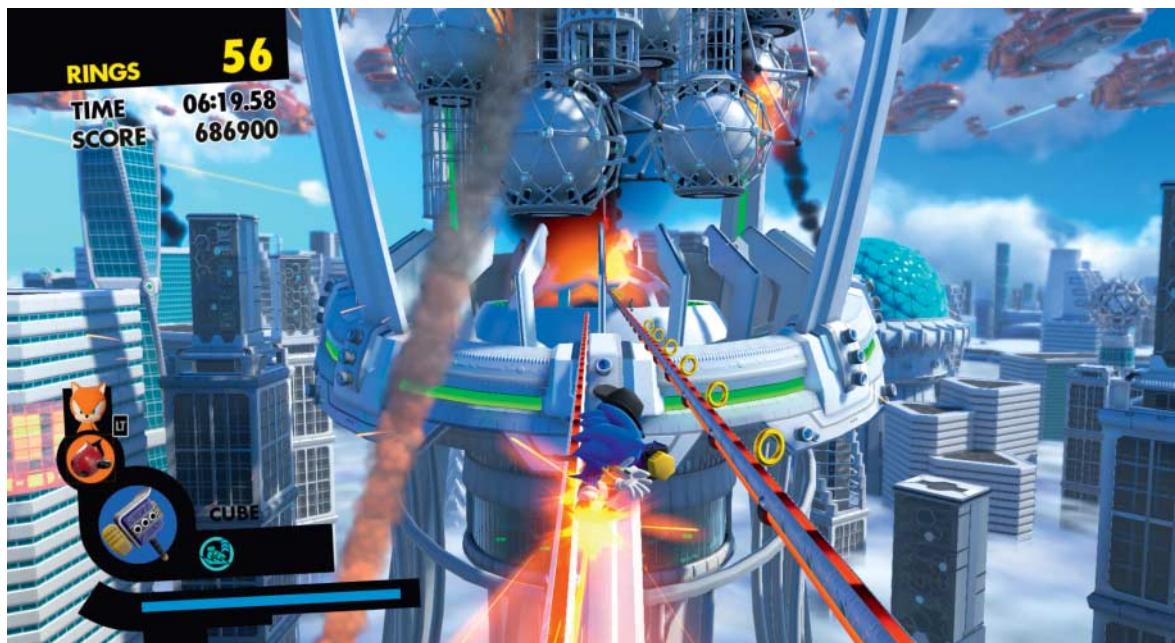
Auch 26 Jahre nach seinem Debüt auf dem Mega Drive kann Segas Maskottchen noch immer begeistern. Grafik und Sound sind fantastisch, die Story kindgerecht und die deutschen Sprecher ausgezeichnet. Nach fünf bis sechs Stunden hat man die Solo-Kampagne allerdings auch schon gemeistert. Längere Level, abwechslungsreichere Bossgegner und eine Mehrspieleroption hätten Sonic Forces gut getan.

(Stephan Greitemeier/hag@ct.de)

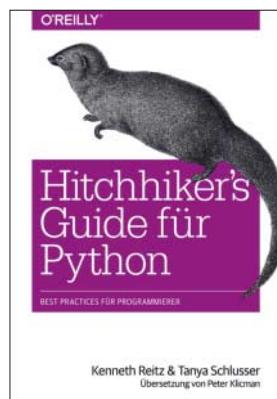
## Sonic Forces

Vertrieb	Sega, <a href="http://www.sonichethehedgehog.com/sonic-forces">www.sonichethehedgehog.com/sonic-forces</a>
System	Windows ab 7 (getestet), PS4, Xbox One, Nintendo Switch
PC-Anforderungen	2,7 GHz-PC, 4 GByte RAM, 2-GByte-Grafik
Kopierschutz	Steam
Idee	○
Spaß	⊕
Umsetzung	⊕
Dauermotivation	⊖

1 Spieler • Deutsch • USK 6 • 40 €



Im rasanten Jump & Run Sonic Forces durchlebt der Spieler einen wilden Ritt mit ständig wechselnden Perspektiven.



Kenneth Reitz, Tanya Schlusser  
**Hitchhiker's Guide  
für Python**

Best Practices für Programmierer

O'Reilly (dpunkt), Heidelberg 2017  
 (Der Buchverlag gehört wie c't zur  
 Heise-Mediengruppe.)  
 ISBN: 978-3-9600-9045-8  
 319 Seiten, 30 €  
 (PDF-/Epub-/Mobi-E-Book: 24 €)

Kenneth Reitz & Tanya Schlusser  
 Übersetzung von Peter Klicman

## Ratgeber für Schlangenbeschwörer

Wer eine Programmiersprache erlernt, macht sich normalerweise zunächst mit deren Syntax vertraut. Anschließend erkundet er die wichtigsten Bibliotheken, Idiome und Werkzeuge. Der zweite Schritt ist oft aufwendiger als der erste – dennoch gibt es zu gängigen Sprachen Unmengen von Grundlagenbüchern, während die jeweiligen Ökosysteme oft außen vor bleiben. Für Pythonisten füllt das Buch von Kenneth Reitz und Tanya Schlusser genau diese Lücke – grundlegende Kenntnisse der Programmiersprache setzt die Lektüre voraus.

Schon die Auswahl der Sprachversion bedeutet eine Herausforderung: Neben Python 3 ist noch immer Python 2 weit verbreitet, zudem gibt es verschiedene Interpreter. Die Autoren erklären die wichtigsten Unterschiede; im Buch verwenden sie die CPython-Implementierung von Python 3. Sie beschreiben die Installation des Interpreters einschließlich wichtiger Helfer wie pip und virtualenv für macOS, Linux und Windows.

Eine wichtige Rolle spielen die Programmierkonventionen, denen die Python-Gemeinde folgt. Anhand von mehreren Open-Source-Projekten unterschiedlicher Komplexität zeigen Reitz und Schlusser, wie sich diese Regeln in der Praxis auswirken. Zudem stellen sie Tools zur automatischen Überprüfung auf Regelkonformität vor.

Um fertige Python-Programme zu verteilen und installationsbereit zu machen, gibt es einige Optionen. Das Buch stellt die gängigen Paketmanager vor und behandelt auch die Verteilung von Paketen innerhalb privater Umgebungen per HTTP, Amazon S3 und mit Versionskontrollsystmen wie Git.

Nicht zuletzt erfährt der Leser noch einiges über die wichtigsten Bibliotheken für typische Einsatzgebiete, etwa zum Erstellen von Konsolenanwendungen, für den Datenbankzugriff, zur Manipulation von Text- und Bilddaten sowie für Administration und Automatisierung.

Die Fülle der vorgestellten Werkzeuge und Ressourcen führt dazu, dass jedes Thema nur knapp behandelt wird. Das schmälert den Wert des Buches als Orientierungshilfe nicht. Insgesamt ist es locker und verständlich gehalten. Die verstreuten Anspielungen an Douglas Adams' „Hitchhiker“-Romane bewegen sich glücklicherweise unterhalb der Nervenschwelle.

Der Erlös der gedruckten Fassung kommt dem „Django Girls“-Projekt zugute, das kostenlose Programmier-Kurzworkshops für Frauen anbietet. (Maik Schmidt/psz@ct.de)

## Kulturtechnisches Kompendium

An der Humboldt-Universität Berlin wird eine Medienwissenschaft gepflegt, die die typische Kluft zwischen Geisteswissenschaft und technisch-naturwissenschaftlichem Denken überwinden möchte. Medienarchäologe Stefan Höltgen ist überzeugt: Wer ernsthaft Entwicklung und Wirkungen von analogen und digitalen Medien untersuchen will, muss sich auch eingehend mit deren technischen Grundlagen befassen.

Die von ihm herausgegebene Lehrbuchreihe vermittelt das für ein solchermaßen technisch geerdetes Verständnis notwendige Wissen. Der vorliegende Band 1 behandelt die Themen Logik, Informations- und Speichertheorie. Weitere Bände sollen im jährlichen Rhythmus erscheinen. Dabei geht es dann um Kybernetik/Informatik/Programmierlehre (Band 2), Mathematik/Physik/Chemie (Band 3) respektive Elektronik/Computerbau/Facharchäologie (Band 4).

Der von Höltgen verfasste Buchteil zur Logik liefert eine konzentrierte Darstellung der Aussagelogik, der Booleschen Algebra sowie des binären Rechnens und vertieft diese Themen anhand vieler Rechenbeispiele. Ein Kapitel über Schaltalgebra wagt den Schritt in die technische Praxis und demonstriert die Überführung in konkrete Schaltungen. Zudem führt Höltgen in die Programmierung der klassischen 6502-CPU per Assembler ein. Exotische Themen wie Fuzzy-, Tri-State- und Quantenlogik werden kurz umrissen.

Der Physiker Horst Völz ist Autor der Kapitel, die sich mit Informations- und Speichertheorie befassen. Er liefert differenzierte, mathematisch wie historisch fundierte Darstellungen zu Begriffen wie „Information“, „Zeichen“ und „Entropie“. Auch Völz' Beitrag ist praxis- sowie hardwarenah orientiert, wenn er etwa Speicherschaltungen, Kompressionsalgorithmen oder die Genese und Funktion elektromagnetischer Speicherverfahren behandelt.

Das Buch bietet einen gut strukturierten und quellsattten Überblick über eine große Stoffmenge und ist nicht nur für Medienwissenschaftler interessant. Die Lektüre setzt laut Höltgen lediglich „Abiturwissen der jeweiligen Gebiete“ voraus.

Das detaillierte Inhaltsverzeichnis und das Register ermöglichen die Nutzung als Nachschlagewerk. Literaturhinweise, Beispielcodes und auf der Webseite des Verlags sukzessive veröffentlichte Übungen regen zum Weiterlernen und Experimentieren an. (Pit Noack/psz@ct.de)



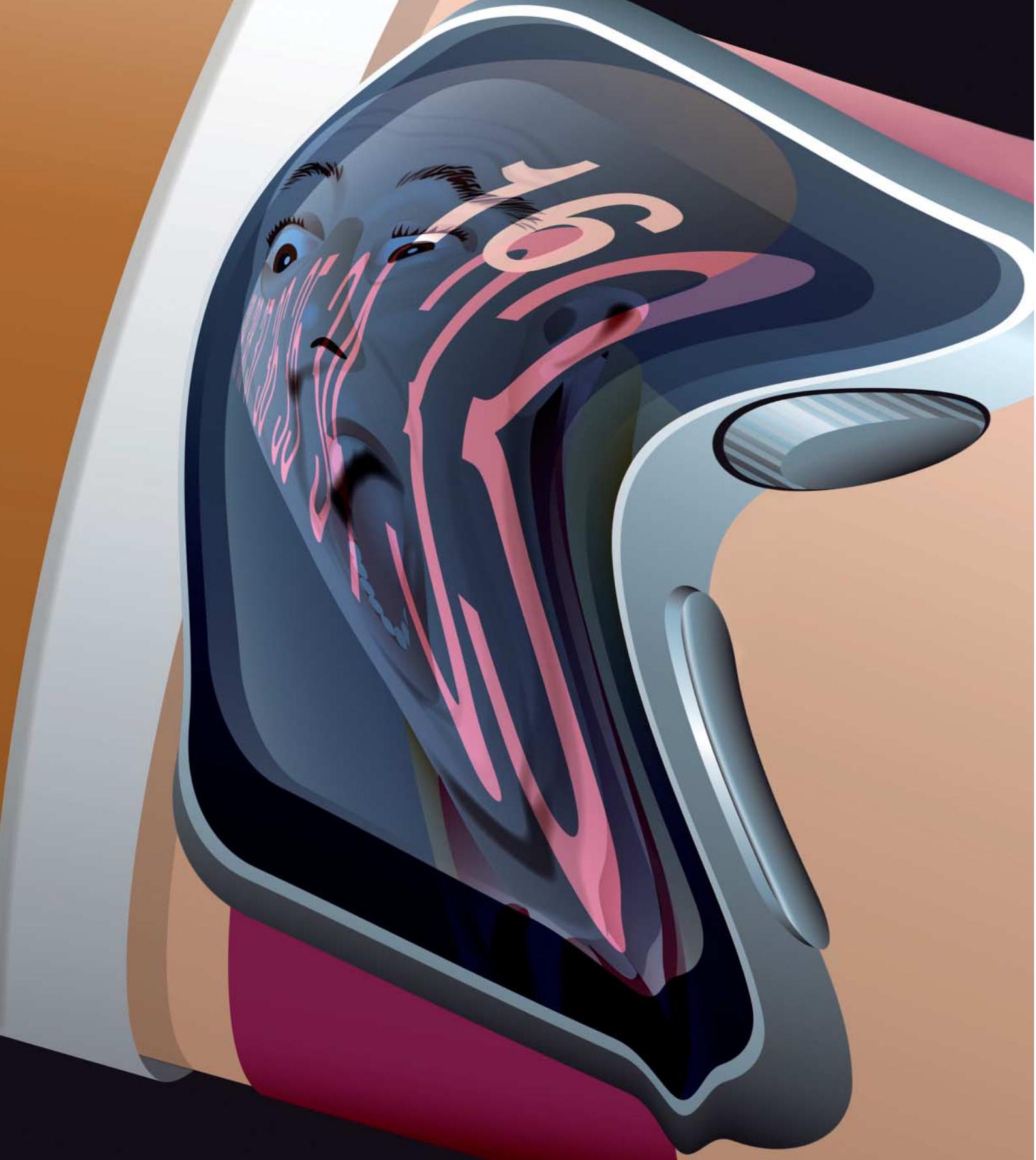
Stefan Höltgen, Horst Völz

**Medientechnisches  
Wissen**

Band 1: Logik, Informations- und  
Speichertheorie

De Gruyter Oldenbourg, Berlin 2017  
 ISBN: 978-3-1104-7748-1  
 291 Seiten, 40 €  
 (PDF-/Epub-/Mobi-E-Book: gleicher Preis)

Anzeige



# REALTRAUM

VON STEPHAN BECHER

© Copyright by Heise Medien

**E**s bestand kein Zweifel: Der Mann, den die Drehtür in diesem Augenblick ausspie, war das Opfer. Zumindest hatte ihn der Auftraggeber so genannt. Seinen Namen kannte Notker nicht. Das Opfer war Anfang Vierzig, mittelgroß, breitschultrig und durchtrainiert bis ins Mark. Der beigefarbene Anzug war offensichtlich maßgeschneidert, das rosa-farbene Hemd frisch gebügelt. Die schwarzen Schnürer waren poliert. Wäre die Kombination der Farben stimmiger gewesen, hätte man ihm trotz seiner grobschlächtigen Gesichtszüge so etwas wie Eleganz zusprechen können.

Sich nach allen Seiten umblickend strebte der Mann mit kraftvollen Schritten den Aufzügen zu. Notker wandte sich ab und tat so, als sei er mit seinem Smartphone beschäftigt. In Sweatshirt, Jeans und Turnschuhen und mit einem verschlissenen Rucksack auf dem Rücken würde ihn jeder für einen Studenten halten. Die Wartenden vor den Aufzügen spiegelten sich in einer halbtransparenten Übersichtstafel, so dass er sie unbemerkt beobachten konnte. Dass der Mann einen Aufzug benutzen würde und nicht ins Einkaufszentrum wollte, hatte der Auftraggeber angekündigt.

Einen nach dem anderen musterte der Mann die Wartenden. Zwischendurch blickte er auf seine Smartwatch. Neben seinen Bratpfannenhänden wirkte die Uhr kleiner als diejenige, die Notker für den Test der App erhalten hatte. Doch es stand außer Zweifel: Beide Smartwatches waren vom gleichen Typ.

Ein merkwürdiger Auftrag war das. Der Auftraggeber hatte lediglich am Telefon erklärt, worum es ging. Nach dem Anruf war Notker zum Briefkasten hinuntergeeilt und hatte darin einen unfrankierten Umschlag mit der Smartwatch und einem Bündel Geldscheine gefunden. Für ein paar Stunden Programmierarbeit war das Honorar mehr als üppig.

Die fertige App hatte Notker am Folgetag wie vereinbart in der Cloud abgelegt. Der Auftraggeber wollte sie dem Opfer unbemerkt während eines Saunabesuchs auf dessen Smartwatch installieren. Vor einer Stunde hatte sich der Auftraggeber dann zum zweiten Mal gemeldet, um Notker mitzuteilen, wie der Mann aussah und wann und wo er ihm aufzulauern solle.

Ping.

Die Türen des Aufzugs, neben dem Notker sich postiert hatte, fuhren auseinander. Drei Anzugträger und eine Dame im Businesskostüm verließen lachend die Kabine, gefolgt von einem grauhaarigen Mann mit Latzhose und kariertem Hemd, der einen Werkzeugkoffer in der einen und eine Kabeltrommel in der anderen Hand schlepppte. Die Wartenden strebten der Aufzugtür zu wie ein Schwarm Fische der Futterstelle eines Aquariums.

Der Mann rührte sich nicht. Hatte er Verdacht geschöpft? Wollte er vielleicht doch nicht Aufzug fahren, sondern wartete auf jemanden, der mit dem Aufzug herabkommen würde? In der Kabine war noch Platz für ihn.

Die Türen schlossen sich. Der Mann blickte erneut auf seine Smartwatch und sah sich dann um. Rasch widmete Notker sich wieder seinem Smartphone. Er tippte auf das Bluetooth-Icon, um sich zu vergewissern, dass das Smartphone die Uhr des Mannes gefunden hatte. Der Auftraggeber hatte ihm versichert, dass der Mann kein Technikkenner war. Er wusste womöglich nicht einmal, was Bluetooth war, geschweige denn, wie man damit beliebige Geräte koppeln konnte.

Ping.

Drei gackernde Gören sprangen aus einem der mittleren Aufzüge. Mit zwei Schritten betrat der Mann die leere Kabine. Eine Frau mit einem kleinen Jungen an der Hand hastete hinterher. Notker folgte ihnen.

„Gerade noch geschafft.“ Energisch presste die Mutter ihren Daumen auf den Knopf für den zwölften Stock. Ihr Sohn schaute indes eher bekümmert drein. Notker hatte, während er auf die Ankunft des Mannes wartete, die Übersichtstafel studiert und wusste deshalb, dass im zwölften Stock ein Zahnarzt sowie mehrere Fachärzte ihre Praxen hatten.

Ein einziger der achtundzwanzig Knöpfe leuchtete. Hatte der Mann auch einen Arztermin? Oder hatte er noch nicht entschieden, wohin er wollte? Unsinn. Dieser Mann hatte ein Ziel. Kurz entschlossen drückte Notker den obersten Knopf, den für die Dachterrasse.

Natürlich! Das war der Grund, warum der Mann den ersten Aufzug hatte fahren lassen. Nur die beiden mittleren der sechs Aufzüge fuhren bis nach oben. Doch warum hatte er den Knopf nicht selbst gedrückt? Und vor allem: Was wollte er auf der Dachterrasse?

Die Türen surrten. Notker hielt sein Smartphone vor die Brust und drehte sich zu den Türen, so wie es jeder in einem Aufzug machte, der den Blickkontakt mit anderen Fahrgästen vermeiden wollte.

\* \* \*

„Was wollten Sie auf der Dachterrasse?“

Bislang hatte Kommissar DeJong ihn erzählen lassen. Notker hatte gehofft, er würde es dabei bewenden lassen, doch anscheinend war der Kommissar noch nicht zufrieden. DeJongs wässrig-blaue Augen schienen einen Orkan mittlerer Stärke über der Nordsee zu reflektieren. Anhand der hochgewachsenen Statur, der dunkelblonden Haare und der nordischen Gesichtszüge verortete Notker den Ermittler unwillkürlich auf einer Insel oder wenigstens in Küstennähe.

Er schob sein Gesäß auf der glatten Sitzfläche des Holzstuhls bis zur Lehne nach hinten und bemühte sich um einen geraden Rücken. „Ich fahre manchmal vor dem Mittagessen nach oben, um frische Luft zu tanken und die Aussicht zu genießen.“

Es war unangenehm kühl in dem Vernehmungsraum. Die kahlen Wände und die spärliche Möblierung trugen wenig dazu bei, wärmende Gedanken aufkommen zu lassen.

„Hatten Sie vor, danach im Einkaufszentrum essen zu gehen?“

„Einmal wöchentlich hole ich mir im ‚Istanbul‘ einen Döner. Das Einkaufszentrum ist ja bloß fünf Minuten von meiner Wohnung entfernt.“

Hoffentlich kam DeJong nicht auf die Idee, seine Wohnung durchsuchen zu lassen. Wenn die Beamten das Geld und die Smartwatch fanden, würde Notker weitere Fragen beantworten müssen. Er nahm sich vor, beides verschwinden zu lassen. Auch die Projektdateien der App würde er einschließlich sämtlicher Backups löschen. Außerdem musste er die zwei Gespräche mit dem Auftraggeber aus der Anrufliste seines Telefons entfernen.

„Den Döner kann ich übrigens sehr empfehlen. Mehmet verwendet ausschließlich Fleisch von nach islamischem Brauch geschächteten Rindern.“

Notker wusste nicht, ob er sich vor DeJongs Schweigen mehr fürchten sollte als vor seiner nächsten Frage. Er konnte noch immer nicht fassen, was auf der Dachterrasse geschehen war.

\* \* \*

Ping.

„Komm jetzt, der Doktor wartet bestimmt schon.“ Die Mutter zerrte ihren Sohn hinaus in den Flur. Bevor die Türen sich schlossen, konnte Notker auf dem Hochglanzdisplay eines an der Wand montierten Bildschirms einen Blick in das sich spiegelnde Innere der Aufzugskabine erhaschen. Der Mann in der hinteren Ecke blickte schon wieder auf seine Smartwatch. Er machte nicht den Eindruck, als ob sich jemand Scherze mit ihm erlauben würde. Dennoch wirkte er geradezu verstört. Notker erinnerte sich an eine Filmszene mit zwei Männern in einem Aufzug, von denen einer den Auftrag hatte, den anderen während der Fahrt zu erdrosseln. Es konnte doch nicht sein, dass ein Kerl, der einem Gegner vermutlich mit einer einzigen Armbewegung das Genick brechen konnte, Angst vor ihm hatte. Vor ihm, der jede Art körperlicher Gewalt so sehr verabscheute, dass er nach diesem blöden Film erst gegen Morgen hatte einschlafen können.

## DER AUFTRAGGEBER HATTE WIE VERSPROCHEN ALLE SCHUTZMECHANISMEN AUSSER KRAFT GESETZT

Warum aktivierte der Auftraggeber die App nicht selbst, um sich anschließend an der Verblüffung des Mannes zu weiden? So oft, wie der auf die Uhr schaute, würde er nicht lange warten müssen. Befürchtete der Auftraggeber etwa, der Mann würde den Spaß durchschauen, wenn er selbst in der Nähe war? Und überhaupt: Wer war schon bereit, eine solche Summe zu zahlen, nur um jemandem einen Streich zu spielen?

Ping.

Das Surren der sich öffnenden Aufzugtüren klang hier oben heller als in den darunter liegenden Stockwerken. Kühlle Luft schwang in die Kabine. Notker zögerte. Was, wenn der Mann im Aufzug blieb?

Er klammerte sich an sein Smartphone und trat auf die Dachterrasse hinaus. Am Geländer stand ein Pärchen Arm in Arm und blickte auf die Dächer der Stadt hinab. Notker wandte sich zur Seite, damit er aus dem Augenwinkel erkennen konnte, was der Mann machte.

Der Mann verließ die Aufzugskabine und verschwand unverzüglich hinter einer anderen Ecke des Aufbaus. Mit drei Fingerbewegungen koppelte Notker sein Smartphone mit der Smartwatch des Mannes und startete die App. Der

Auftraggeber hatte wie versprochen alle Schutzmechanismen außer Kraft gesetzt. Außerdem hatte er den Signalton, der normalerweise auf die erfolgreiche Herstellung einer Bluetooth-Verbindung hinwies, abgeschaltet.

Am liebsten wäre Notker gleich wieder hinunterfahren. Die Aufzugtüren standen noch immer einladend geöffnet. Doch damit hätte er seinen Auftrag nicht vollständig erfüllt. Verständlicherweise wollte der Auftraggeber wissen, wie der Mann reagierte, wenn er entdeckte, dass seine Uhr rückwärts lief. Er rief die Kamera-App auf, drückte den Video-Button und folgte dem Mann.

\* \* \*

„Machen Sie öfters Videoaufnahmen von Fremden?“ Kommissar DeJongs Blick schien sich direkt in Notkers Gehirn zu bohren.

„Ich wollte bloß die Aussicht festhalten. So weit wie heute kann man von dort oben selten sehen.“ Wahrscheinlich hatte DeJong die Kopie des Videos bereits mehrmals abgespielt. Er selbst hatte hingegen noch keine Gelegenheit gehabt, es sich anzusehen. Notker hoffte, dass das Display der Smartwatch auf dem Video nicht abzulesen war, weil der Himmel sich unter fast jedem Betrachtungswinkel darin spiegeln würde. Die meiste Zeit dürfte es ohnehin vom Ärmel des Sakkos verdeckt gewesen sein.

„Sie haben aber nicht die Aussicht gefilmt.“

„Natürlich nicht. So, wie der Mann sich benommen hat, hätte wohl jeder, der zufällig eine laufende Kamera in der Hand hielt, ihn anvisiert.“

„Hatten Sie den Eindruck, er sei nervös gewesen?“

Notker zuckte mit den Schultern. „Er hat ständig auf seine Uhr gesehen, so als ob er einen wichtigen Termin hätte. Dass ich ihn aufgenommen habe, hat er womöglich gar nicht gemerkt.“

DeJong lehnte sich in seinem Bürostuhl zurück. Er sah Notker an wie ein Lehrer einen Schüler, der nicht einsehen wollte, warum er sich den Namen der Hauptstadt von Madagaskar einprägen sollte.

„Warum, glauben Sie, hat er sich vor Ihnen gefürchtet?“

Das war die Frage, auf die Notker gewartet hatte. Eine plausible Antwort war ihm bislang noch nicht eingefallen. Die Tatsache abzustreiten wäre indes zwecklos gewesen, denn niemand hätte die Angst im Gesicht des Mannes übersehen können.

Jemand klopfte an die Tür.

„Ja!“, rief DeJong.

Notker drehte sich um. Eine Frau mit maskulinen Zügen und kurzen, von grauen Strähnen durchwobenen Haaren steckte den Kopf herein. Sie nickte Notker zu und wandte sich dann an DeJong: „Entschuldige bitte, Keven. Kann ich dich einen Moment sprechen?“

DeJong nickte bloß, folgte seiner Kollegin nach draußen und schloss die Tür hinter sich. Seinen dunkelblauen Sacko ließ er über der Stuhllehne hängen.

\* \* \*

Auf der Rückseite des Aufbaus entdeckte Notker den Mann wieder.

Eine Sekunde lang starrten sie sich gegenseitig an. Der Mann wichen einen Schritt zurück. Dann hob er den Arm und blickte auf seine Smartwatch. Doch die erwartete Verblüffung blieb aus. Stattdessen hellte ein Lächeln sein Gesicht auf und ging in ein triumphierendes Grinsen über. Er trat einen weiteren Schritt zurück, drehte sich um und begann, auf die Ecke der Dachterrasse zuzulaufen. Dabei breitete er die Arme aus und pumpte mit ihnen wie ein Schwan, der sich in die Lüfte erheben wollte.

Notker blieb stehen. Er hielt das Smartphone nun direkt vor sich, um die Aufführung des Mannes aufzuzeichnen. Auch das Pärchen betrachtete die Szene mit großen Augen.

Ohne abzuheben erreichte der Mann das Geländer. Als sei es eine Selbstverständlichkeit, umklammerte er mit beiden Händen den Handlauf, ging in die Knie und schwang sich hinüber. Er verharrte auf der anderen Seite, um ein letztes Mal auf seine Smartwatch zu sehen. Dann breitete er die Arme aus und ließ sich über den Vorsprung fallen.

Der Aufschrei der jungen Frau beendete den Augenblick fassungsloser Stille. Sie krallte sich in die Arme ihres Partners, begrub ihr Gesicht an seiner Schulter und begann zu schluchzen. Er redete beruhigend auf sie ein. Mit einer Hand strich er ihr über den Rücken, mit der anderen nestelte er in seiner Hosentasche herum, um sein Smartphone herauszufischen. Vergebens befahl Notker seinem Verstand, den vermeintlichen Alptraum zu beenden.

„Was ist hier passiert?“

Ein großer, drahtiger Mann in Jeans und einem dunkelblauen Sakko stand wenige Meter hinter ihm. Er musste eben erst mit dem Aufzug gekommen sein. In seiner Frage lagen Autorität und Selbstbewusstsein, wie Notker sie allenfalls von Tatort-Kommissaren kannte.

\* \* \*

Höchstens zwei Minuten waren vergangen, als sich die Tür des Vernehmungsraums wieder öffnete. Notker erkannte DeJongs Schritte.

Der Kommissar setzte sich auf seinen Platz, streckte den Arm aus und legte eine Klarsichttüte mit einer Armbanduhr vor sich auf den Tisch. Ein Sprung zog sich quer über das dunkle Display, eine Ecke des Edelstahlrahmens war eingedellt. Auf dem cremeweißen Lederarmband befanden sich dunkelbraune, teilweise verschmierte Flecken. Eigentlich hätten von der Smartwatch nur Trümmer übrig sein dürfen. Notker wollte lieber nicht darüber nachdenken, was den Aufschlag gedämpft hatte.

„Möchten Sie mir etwas sagen?“, fragte ihn DeJong.

Notker zwang sich, weiterzuatmen. Mit einer kaputten Uhr konnte DeJong wenig anfangen. Oder vielleicht doch? Sofern der Speicherchip intakt war, ließen sich darin gewiss Hinweise auf die kürzlich installierte App finden.

„Das ist seine Smartwatch, nicht wahr?“ Notker bezweifelte nicht, dass DeJong alles daran setzen würde, herauszufinden, was der Mann unmittelbar vor seinem Tod darauf gesehen hatte.

„Er hieß Jako. Jako Djordjević. Er war einer meiner Informanten. Leider wurde ich aufgehalten und kam deshalb zwei Minuten zu spät. Wir hatten uns auf der Dachterrasse verabredet, weil er fürchtete, enttarnt worden zu sein.“

Notker nickte bloß. Ein enttarnter Spitzel würde selbst in einem harmlosen Studenten eine Bedrohung erkennen. Erst recht, wenn der ihn mit der Kamera seines Smartphones ins Visier nahm. Der Auftraggeber musste das gewusst haben. Doch wieso sollte eine rückwärts laufende Uhr diesen Jako dazu gebracht haben, sich in die Tiefe zu stürzen?

## EIGENTLICH HÄTTEN VON DER SMARTWATCH NUR TRÜMMER ÜBRIG SEIN DÜRFEN.

„Jako war Klarträumer“, fuhr DeJong fort. „Wissen Sie, was ein Klartraum ist?“

„Ich habe davon gehört.“

Klarträume waren Träume, in denen sich der Schlafende bewusst war, dass er träumte. Mit ein wenig Übung konnte man solche Träume beeinflussen, konnte beliebige Personen auftreten lassen, sich an jeden Ort des Universums beamen, aufregenden Sex haben oder fliegen.

Fliegen? Das war es. Der Mann hatte sich nicht von der Dachterrasse gestürzt. Er hatte versucht, seinem mutmaßlichen Verfolger davonzufliegen.

„Um regelmäßig Klarträume zu erleben, muss man sich angewöhnen, in der Realität ständig nach Situationen Ausschau zu halten, die häufig in Träumen vorkommen“, erklärte DeJong. „Zum Beispiel, dass man verfolgt wird.“

„Soll ich etwa der Verfolger gewesen sein? Das ist absurd.“

„Jako hat das zumindest geglaubt. Sie dürfen sich gern das Video ansehen.“ DeJong deutete mit der offenen Hand auf die Tasche von Notkers Sweatshirt. Darin hatte er sein Smartphone verstaut, nachdem der Kommissar es ihm zurückgegeben hatte.

„Selbst wenn er das geglaubt hat, ist das doch kein Grund, davonzufliegen.“ Notker biss sich auf die Zunge. Eigentlich hatte er „sich in den Tod zu stürzen“ sagen wollen.

„Ein Klarträumer, der eine typische Traumsituation erlebt – beispielsweise verfolgt zu werden –, führt stets einen sogenannten Realitätscheck durch. Jako hat dazu immer auf seine Uhr geschaut. Änderten sich die Ziffern in unvorhergesehener Weise, konnte er sicher sein zu träumen.“ DeJong beugte sich vor. „Und jetzt passen Sie auf.“ Durch die Tüte hindurch nahm er die Smartwatch zwischen Daumen und Zeigefinger und drückte auf die Krone. Die Smartwatch erwachte zum Leben. Stunden, Minuten und Sekunden leuchteten in futuristisch anmutenden Ziffern unter dem gesprungenen Glas. Notker brauchte nicht länger hinzusehen, um zu wissen, dass die Zeitanzeige rückwärts lief.

„Unsere Experten haben die Uhr gründlich untersucht“, sagte DeJong. „In der Liste der letzten Bluetooth-Verbindungen steht ein Gerät mit der Bezeichnung NVK1991.“

NVK waren Notkers Initialen, die Zahl dahinter entsprach seinem Geburtsjahr. Hätte er sich doch bloß irgendeinen Fantasienamen für sein Smartphone ausgedacht! Oder besser noch, er hätte ganz die Finger von diesem Auftrag gelassen.

„Sie haben gewonnen“, sagte er. (psz@ct.de) ct

Anzeige

# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: [www.ct.de](http://www.ct.de), E-Mail: ct@ct.de

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Was schützt wovor?“: Axel Vahldiek ([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de)), „Hardware-Upgrades für Ihren Körper“: Julius Beineke ([jube@ct.de](mailto:jube@ct.de))

**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink ([jr@ct.de](mailto:jr@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteur:** 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:** Bernd Behr ([bb@ct.de](mailto:bb@ct.de)), 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 ([lel@ct.de](mailto:lel@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)), Peter-Michael Ziegler ([pmz@ct.de](mailto:pmz@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 ([imd@ct.de](mailto:imd@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 Schirrmacher ([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 Schüßler ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Axel Vahldiek ([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de)), Olivia von Westernhagen ([ovw@ct.de](mailto:ovw@ct.de))

**Ressort Hardware**

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([cw@ct.de](mailto:cw@ct.de)), Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de)), Andreas Stiller ([as@ct.de](mailto:as@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 Müsigg ([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 ([hc@ct.de](mailto:hc@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 Jurran ([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 ([mf@ct.de](mailto:mf@ct.de)), Daniel Herbig ([dah@ct.de](mailto:dah@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 Wilkens ([anw@ct.de](mailto:anw@ct.de))

**c't online:** Ulrike Kuhlmann ([ltg@ct.de](mailto:ltg@ct.de)), [uk@ct.de](mailto:uk@ct.de))

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de))

**Koordination Social Media:** Martin Fischer ([mf@ct.de](mailto:mf@ct.de)), Dr. Volker Zota ([vza@ct.de](mailto:vza@ct.de))

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Redaktionsassistentin:** 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 Assistentin:** Ralf Schneider ([ltg@ct.de](mailto:ltg@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 Teige ([te@ct.de](mailto:te@ct.de))

**Dokumentation:** Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))

**Korrespondenten Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar,

Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Frankfurt:** Volker Weber ([vow@ct.de](mailto:vow@ct.de)), Elly-Heuss-Knapp-Weg 8,

64285 Darmstadt, Tel.: 0 61 51/2 66 18

**Nordamerika:** Daniel Aj Sokolov ([ds@ct.de](mailto:ds@ct.de)),

91 Nelsons Landing Blvd., Apt 600, Bedford, NS, B4A 3X4, Kanada, Tel.: +1 77 83 00 06 37

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker ([lbe@ct.de](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 Schirwitzke

**DTP-Produktion:** Wolfgang Otto ([ltg@ct.de](mailto:ltg@ct.de)), Ben Dietrich Berlin, Martina Fredrich, Jörg Gottschalk,

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,

**Story:** Susanne Wustmann und Michael Thiele, Dortmund, **3D-Illustrationen und Titelbild:** tsamedien, Düsseldorf, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](mailto:pgpCA@ct.heise.de)>

A3B5 24C1 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: B3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](mailto:pgpCA@ct.heise.de)>

19ED 6E1A 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: [sq4lecqy4izcpkp.onion](mailto:sq4lecqy4izcpkp.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 Schräder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schräder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)  
(verantwortlich für den Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/ct](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 Comrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Comrades (-156)

**DVD-ROM-Herstellung:** Klaus Ditze (Ltg.), Nicole Tiemann

**Druck:** Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,  
BIC: 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); ermäßiges 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. Ermäßiges Abonnement für Mitglieder von AUGE, 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 Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.

Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsberecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2017 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

# Vorschau 2/2018

Ab 6. Januar 2018 am Kiosk und auf ct.de



## 3D-Scans selbst machen

Mit einer Digitalkamera und 3DF Zephyr schicken Sie beliebige Objekte in die dritte Dimension, anstatt sie mühevoll am PC nachzubauen. Die Photogrammetrie-Software berechnet aus Fotostrecken erst Punktwolken und dann ein 3D-Modell. Das Ergebnis kann man mit Blender weiterverarbeiten oder im Internet teilen.



## Der richtige E-Book-Reader

Extra groß oder besonders leicht, 50 Euro oder besser 320 Euro, Amazon oder deutscher Buchhandel: Welcher E-Book-Reader passt zu mir? c't beantwortet, was ein Reader können muss, was Luxus ist und welches Ökosystem das bequemste ist. Dazu testen wir die beiden neuen Kindle Oasis und Tolino epos.

Außerdem:

## Notebook-Kaufberatung

Notebooks gibt es von klein bis groß und von ganz billig bis exorbitant teuer: mit SSD oder HDD, mit CPU-Grafik oder separatem Grafik-Prozessor, von Full HD bis 4K. c't verrät Ihnen, welche Klasse wofür taugt und wie viel Geld Sie für den geplanten Einsatz in die Hand nehmen müssen.

## IoT im Eigenbau

Smart-Home-Produkte und Internet-of-Things-Gadgets sind meist auf Cloud-Dienste angewiesen. Dass das nicht sein muss, zeigen wir mit fünf leicht nachzubauenden IoT-Projekten, die nicht nach Hause telefonieren und sich in eine bestehende IoT- und Smart-Home-Infrastruktur integrieren können.

## Virtuelle Maschinen für Windows 10

Wer auf seinem Windows-PC gleichzeitig ein anderes Betriebssystem benutzen will, braucht einen Desktop-Virtualisierer. Die drei dafür empfehlenswerten Pakete von Microsoft, Oracle und VMware unterscheiden sich in puncto Komfort, Funktionsumfang und Preis.

Noch mehr  
Heise-Know-how:



Make 6/2017  
jetzt am Kiosk und auf  
heise-shop.de



iX 1/2018  
jetzt am Kiosk und auf  
heise-shop.de



c't Digitale Fotografie 1/2018  
jetzt am Kiosk und auf  
heise-shop.de