

# KI selbst ausprobieren

Im Browser testen • Neuronales Netz programmieren

IM  
TEST

- Kamera-Apps für Android
- Textbaustein-Tools für Windows
- Gaming-Notebook: Ryzen und GeForce
- Apple CarPlay oder Android Auto?

## c't-Security-Checklisten

Günstige Allrounder mit Scanner und Fax  
**Drucker für Heim und Büro**

Forschung: Mit Licht hören  
Ganz legal: Microsoft-Billig-Lizenzen  
Audio-Recording von Podcast bis Konzert  
Docker-Alternative Podman für Linux



Alle halbe Jahre wieder: 1803, 1809, 1903 ...

## Windows 10: Upgrades meistern

Funktions-Upgrades steuern • FAQ: Probleme lösen

€ 5,20

AT € 5,70 | LUX, BEL € 6,00

NL € 6,30 | IT, ES € 6,50

CHF 7,60 | DKK 57,00

4 199 148 405207 21



PCs, Workstations, Notebooks, Server, Storage, Cloud-Services,  
professionelle Tablet-PCs, Industrie-PCs, Sonderlösungen



1989 gegründet und seither inhabergeführt haben wir uns auf die Entwicklung, Herstellung und den Vertrieb hochwertiger IT-Lösungen spezialisiert. Die Fertigung direkt in Giengen an der Brenz ermöglicht eine hohe Flexibilität und sehr kurze Lieferzeiten. Am Erfolg des Unternehmens sind mehr als 180 Mitarbeiter beteiligt. Wir vertreiben unsere Systeme ausschließlich über 3.000 Systemhäuser und IT-Fachhändler.



Unsere Eigenmarken:

**exone®**  
[www.exone.de](http://www.exone.de)

**Pokini**  
[www.pokini.de](http://www.pokini.de)

**calmo**  
[www.calmo-pc.de](http://www.calmo-pc.de)

Machen Sie sich selbst ein Bild unserer Produktion.  
Das exone Imagevideo finden Sie unter:

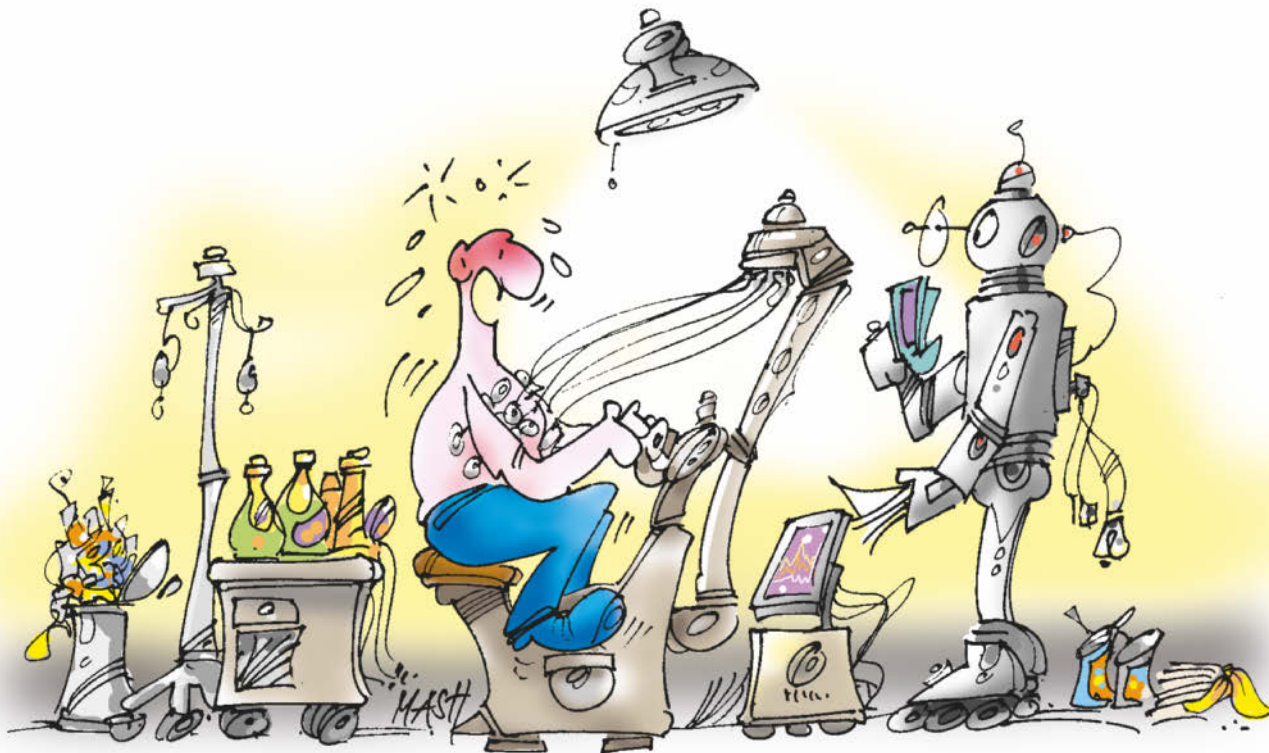
[www.exone.de/video](http://www.exone.de/video)

Besuchen  
Sie uns auf der  
**sps** Messe  
Nürnberg  
26.-28.11.2019  
Halle 8  
Stand 220

Erfragen Sie einen Fachhändler  
in Ihrer Nähe:

**07322 / 96 15 - 288**





## KI: Bot-Diener statt Diener-Bots

Zukunftsforscher gehen davon aus, dass schlaue Algorithmen und KI dank Machine Learning all die einfachen, langweiligen und stupiden Jobs überflüssig machen werden. Schraubensortierer, LKW-Fahrer und Hotline-Telefonisten werden dann nicht mehr gebraucht.

Für mich hat sich diese Prognose bisher noch nicht bestätigt. Im Gegenteil: Seit Google, Amazon & Co. in mein Leben getreten sind, haben sie mir ziemlich viel öde Arbeit aufgebrummt. Es fing damit an, dass ich im Netz schlecht eingescannte Texte für den Captcha-Check entziffern sollte. Nun mache ich Ampeln, Autos und "Store Fronts" auf pixeligen Fotos aus, um mich auf mancher Website einzuloggen, und trainiere damit gleichzeitig die Google-KI. Das blinkende Fitness-Armband lasse ich für smarte Health-Analysen auch nachts an, damit es Schlaf und Puls überwacht - die Kalorien muss ich leider händisch hinzufügen. Als ich noch einen Amazon Echo besaß, sollte ich in aller Regelmäßigkeit zur "Service-Verbesserung" überprüfen, ob Alexa mich richtig verstanden hat.

Weil ich Letzteres offensichtlich zu häufig ignoriert habe, haben nun schlecht bezahlte Amazon-Mitarbeiter in Rumänien solche Gesprächsfetzen ausgewertet. Auf den Philippinen kontrollieren Facebook-Angestellte, ob Zuckerbergs KI-Programme auch ja alle Brustwarzenschnappschüsse und Prügelvideos richtig erkannt haben. Und ich bin mir sicher: Auch die automatischen Schlagwörter für Google Fotos überprüft jemand zumindest stichprobenweise

(wenigstens einer, der sich meine Urlaubsfotos anguckt). Stupide Arbeit wird mehr.

Was ich mir dagegen gut vorstellen kann: Dass irgendwann Watson zuverlässigere Diagnosen als mein Hausarzt stellt, dass Siri emotionalere Foo-Fighters-Songs als Dave Grohl komponiert und - ja, ich traue es mich gar nicht zu sagen - dass der Heise-Botti spannendere Überschriften zu Technik-News schreibt als ich (siehe S. 26).

Wenn meine kreative Arbeit dann nicht mehr gefragt ist, sieht mein Arbeitstag wahrscheinlich so aus: Morgens eine Stunde aufs Ergometer für die Dr.-Watson-KI, mittags Drohnen-Bildanalysen überprüfen für den Weltfrieden, abends noch ein bisschen im Stau stehen für die Verkehrsprognose. Und wenn ich dann noch Energie habe, generiere ich zum Schluss ordentlich Trainingsmaterial für den Socken-Sortier-Algorithmus meines Smart-Home-Anbieters.

Die entscheidende Frage ist dann nur: Wer bezahlt mich dafür?



*Achim Barczok*

Achim Barczok

---

HostEurope

---

# Starkes Business im Blick, starker Server im Rücken.

Je ambitionierter Ihr Online-Projekt, desto entscheidender der richtige Server. Unsere Virtual Server sind ganz vorn dabei: 2019 wie auch schon 2018 wurden sie von den Usern mit Gold bei den Hosting & Service Provider Awards ausgezeichnet. Goldrichtig auch für Ihren Erfolg!





## Virtual Server

Aktualisierte Betriebssysteme:

Ubuntu 18.04, Debian 9, CentOS 7, Windows Server 2019

- ✓ **Enorm leistungsstark:**  
100% ultraschnelle SSD-Festplatten
- ✓ **Herausragend sicher:**  
Automatische Backups, Monitoring,  
SSL dauerhaft inklusive
- ✓ **Leicht zu bedienen:**  
Plesk Onyx als neueste Version  
inklusive

Virtual Server  
ab

**9,99**  
€/mtl.



**Hewlett Packard  
Enterprise**

**HostEurope**

[www.hosteurope.de](http://www.hosteurope.de)

# Inhalt 21/2019

## Trends & News

- 38** Online-Tracking: Kaum zu umgehen trotz neuer Schutzmaßnahmen
- 40** Bit-Rauschen: Noch stärkerer AMD Epyc, Chipsätze für 2020
- 41** 1-Kilo-Notebook mit LTE und sehr langer Laufzeit: HP Elite Dragonfly
- 42** Netze: DECT-Telefonsystem, Wi-Fi-6-Repeater
- 43** Online-Lastschrift in Gefahr
- 44** TV-Betriebsmodus „Filmmaker Mode“ für optimales Seherlebnis
- 45** Android-Smartphone Huawei Mate 30
- 46** Apple: iPhone 11, iPad, Apple TV+
- 47** Faltbares Android-Phone: Samsung Galaxy Fold 5G
- 48** Linux: Gnome 3.34, Distribution „Manjaro“, 64-Bit-Kernel für den Raspi
- 49** Embedded Systems: Rock Pi X, ZeroPi
- 50** Forschung: Bionik, Carbon Nanotubes, Schaltbare magnetische Moleküle
- 51** VR-Headset HTC Vive Cosmos
- 52** Anwendungen: Skylum Luminar 4, Sicherheitsmodul für Bondrucker, Fotoserver
- 54** PSD2: Was bei der Umstellung klappte und was nicht
- 56** Zahlen, Daten, Fakten: Digitales Einkaufen
- 57** Leistungsschutzrecht vorerst gekippt
- 58** Internet: Chrome und Firefox mit DNS over HTTPS, Google-Kalender, Datenschutz
- 60** Edward Snowdens Memoiren: Harte Kost
- 62** Physik-Nobelpreisträger Rainer Weiss im Interview
- 68** Web-Tipps: Katzen-Know-how, Reguläre Ausdrücke, Film Noir, Fußball-Lieder

## Wissen

- 16 Ganz legal: Microsoft-Billig-Lizenzen**
- 20 KI selbst ausprobieren**
- 26 Künstliche Intelligenz im Browser ausprobieren**

- 30** KI-Lernangebote für Einsteiger und Fortgeschrittene
- 32** Deep-Learning-Algorithmen selbst programmieren
- 64** Vorsicht, Kunde: Streit um beschädigtes Paket
- 66** Lichtkunst: Wie „Deep Web“ Geschichten mit Lasern erzählt
- 116 Audio-Recording von Podcast bis Konzert**
- 124 Crash-Simulation am Großrechner**
- 130 Docker-Alternative Podman für Linux**
- 138 Forschung: Mit Licht hören**
- 142** Sicherheitslücken: Warum Geheimhaltung nichts nützt
- 164** Recht: Fallstricke beim Bezahlen mit der SEPA-Lastschrift
- 178** Tastaturen: Wie sie funktionieren

## Test & Kaufberatung

- 78 Gaming-Notebook: Ryzen und GeForce**
- 80** Android-Smartphones: Xiaomi 9T Pro und Motorola One Zoom



### Windows 10: Upgrades meistern

Upgrades für Windows 10 bringen viele neue Funktionen, sind aber auch immer wieder für unschöne Überraschungen gut. Wir erklären, wie Sie die Upgrades steuern, und was Sie tun können, wenn die Installation zickt.



## KI selbst ausprobieren

Künstliche Intelligenz: Bedrohung für die Menschheit, nur ein weiteres Werbebuzzword oder was? Anhand vieler eingängiger Beispiele erfahren Sie, warum die Technik so wichtig ist – und was sie kann und was nicht.

- 82** WLAN-Basis für Außeneinsatz: Pearl 7links WLR-1200
- 82** Dualband-WLAN-Basen: Mikrotik hAP ac<sup>2</sup> und cAP ac
- 83** Fenstermanager: Microsoft FancyZones
- 83** Outdoor-Festplatte G-Technology ArmorATD
- 84** Zahnbürste mit KI: Oral-B Genius X 20000N
- 86** Instant Messenger: Dino
- 86** Übersetzungssoftware: DeepL für Windows und macOS
- 86** Podcatcher CPod 1.27.1
- 88 Drucker für Heim und Büro**
- 96 Apple CarPlay oder Android Auto**
- 100 Kamera-Apps für Android**
- 106 Textbaustein-Tools für Windows**
- 122** Mobiler 8-Spur-Audiorekorder: Zoom F8n
- 136** Barebone-Systeme: Die Top 10 auf einen Blick
- 158** Action-Adventure: Astral Chain
- 172** Bücher: Webanalyse, IT erklären

## Praxis & Tipps

### 70 Windows 10: Upgrades meistern

**74** FAQ: Funktions-Upgrades für Windows 10

### 112 c't-Security-Checklisten

**148** Programmieren: Haustiersimulator für Fortgeschrittene

**152** Versteckte Dateien unter Windows aufstöbern

## Rubriken

**3** Editorial: KI: Bot-Diener statt Diener-Bots

**10** Leserforum

**15** Schlagseite

**180** Story: Dreamscape von *Manuel Schmitt*

**188** Stellenmarkt

**192** Inserentenverzeichnis

**193** Impressum

**194** Vorschau



## Drucker für Heim und Büro

Wer wenig druckt und einen platzsparenden Drucker mit WLAN sucht, der auch scannt, kopiert und faxt, bekommt gut ausgestattete Geräte schon ab 120 Euro. Vier aktuelle Modelle von Brother, Canon, Epson und HP im Test.



# TERRA MOBILE 1550

*Schickes Aluminium-Gehäuse  
und schlankes Design*

**999,-\***

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.



## Windows 10 Pro steht stellvertretend für geschäftlichen Erfolg.

Mit Windows 10 Pro können Sie Ihren Fokus ganz auf Ihre Geschäfte richten. Ein großer IT-Aufwand ist nicht erforderlich. Windows 10 Pro bietet eine stabile Grundlage mit integrierten Sicherheitsfeatures und einfach zu implementierende Managementlösungen und sorgt für eine gesteigerte Produktivität. So sind Sie mit Ihrem Unternehmen

immer auf dem richtigen Weg. Durch den Umstieg auf Windows 10 Pro erhalten Sie agile, kosteneffektive Funktionen für eine bessere Verwaltung und einen noch besseren Schutz Ihrer Systeme und Daten. Mit den preisgünstigen, stabilen und vielseitig einsetzbaren Windows 10 Pro-Geräten kann Ihr Team Aufgaben schneller erledigen.

## ERHÄLTlich BEI IHREM TERRA FACHHÄNDLER

Indat GmbH, 10707 Berlin, Tel. 030/8933393 • IBN Gesellschaft für Systemtechnik mbH, 14478 Potsdam, Tel. 0331/888400 • Capeletti & Perl GmbH, 20097 Hamburg, Tel. 040/236220 • Computer-Service-Buchholz GmbH, 21244 Buchholz i. d. N., Tel. 04181/137373 • micro computer systemhaus Kiel GmbH, 24118 Kiel, Tel. 0431/661730 • Caligrafika, 26133 Oldenburg, Tel. 0441/9250095 • T&S Computech GmbH, 30175 Hannover, Tel. 0511/884817 • B.I.T. Datentechnik GmbH, 31675 Bückeburg, Tel. 05722/95040 • Systemhaus Przykopanski, 31848 Bad Münde, Tel. 05042/933160 • MBörso-Computer GmbH, 33100 Paderborn, Tel. 05251/28818-0 • Microtec GmbH, 33649 Bielefeld, 0521/9455274 • bits+bytes Computer GmbH & Co. KG, 35745 Herborn, Tel. 02772/94990 • RODIAC EDV-Systemhaus GmbH, 42551 Velbert, Tel. 02051/989000 • ServeNet Computervertrieb, 42279 Wuppertal, Tel. 0202/266166 • Rose Computer GmbH, 46395 Bocholt, Tel. 02871/244400 • Kortenbrede Datentechnik GmbH, 48161 Münster, Tel. 02533/930802 • Füßner Computersysteme GmbH, 48431 Rheine, Tel. 05971/92100 • Großbecker & Nordt Bürotechnik-Handels-GmbH, 50859 Köln, Tel. 02234/40890 • Franken & Vogel GmbH, 55124 Mainz, Tel. 06131/14406-34 • SURE DataSystems, 57627 Hachenburg, Tel. 02662/95830 • J.S. EDV-Systemberatung GmbH, 63843 Niedernberg, 06028/97450 • LANTech Informationstechn. GmbH, 63911 Klingenberg, Tel. 09372/94510 • Pauly Büromaschinen Vertriebs GmbH, 65555 Limburg, Tel. 06431/500466 • hecom TK + IT Lösungen, 67071 Ludwigshafen, Tel. 0621/6719070 • Lehmann Elektronik, 67346 Speyer, Tel. 06232/28746 • Krieger GmbH & Co KG, 68163 Mannheim, Tel. 0621/833160 • G+S Computer GmbH, 68519 Viernheim, Tel. 06204/607921 • Kai Müller GmbH, 72574 Bad Urach-Hengen, Tel. 07125/946880 • Danner IT-Systemhaus GmbH, 72760 Reutlingen, Tel. 07121/56780 • MP-Datentechnik GmbH, 73730 Esslingen, 0711/3609163 • Resin GmbH & Co. KG, 79589 Binzen, Tel. 07261/6660 • Office Komplett, 79664 Wehr, Tel. 07762 / 708860 • Dr. Levante GmbH & Co. KG, 79639 Grenzach Wyhlen, Tel. 07624/916710 • Schwarz Computer Systeme GmbH, 92318 Neumarkt, Tel. 09181/48550 • K&L electronics GmbH, 95466 Weidenberg, 09278/98610-0 •



### TERRA MOBILE 1550

- Intel® Core™ i5-8265U Prozessor (6M Cache, bis zu 3.90 GHz)
- Windows 10 Pro
- 39.6 cm (15.6"), 1920x1080 Pixel Non Glare Display
- 8 GB RAM
- 256 GB SSD
- Intel® UHD Graphics 620
- Bluetooth, WLAN

Artikel-Nr.: 1220633

*Dockingstation  
optional*

### TERRA MOBILE Thunderbolt™ 3 Dockingstation 900

Die USB-C Thunderbolt™ 3 Dockingstation ermöglicht den Anschluss von Peripheriegeräten wie z.B. 1x Bildschirm, Netzwerk, Lautsprecher, Maus, Tastatur und bietet eine hohe Datenübertragungsgeschwindigkeit.

Artikel-Nr.: 1480128



**269,-\***

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.

[www.wortmann.de](http://www.wortmann.de)

**WORTMANN AG**  
IT. MADE IN GERMANY.

\* Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise in € inklusive gesetzlicher Mehrwertsteuer. Es gelten die AGB der Wortmann AG, zu finden unter [www.wortmann.de](http://www.wortmann.de). Solange der Vorrat reicht. Keine Mitnahmegarantie.

Ultrabook, Celeron, Celeron Inside, Core Inside, Intel, das Intel-Logo, Intel Atom, Intel Atom Inside, Intel Core, Intel Inside, das „Intel Inside“-Logo, Intel vPro, Itanium, Itanium Inside, Pentium, Pentium Inside, vPro Inside, Xeon, Xeon Phi, Xeon Inside und Intel Optane sind Marken der Intel Corporation oder ihrer Tochtergesellschaften in den USA und/oder anderen Ländern.



## Problem Zahlungsdienstleister

Wie Sie die richtige Bezahlmethode für Ihre Online-Käufe finden, c't 20/2019, S. 16

Herr Montz geht sehr schön darauf ein, wie viele Dienstleister an einem Zahlungsvorgang beteiligt sind. Ich habe bisher bei (Online-)Geschäften darauf geachtet, dass möglichst wenig Beteiligte involviert sind, da somit bei Problemen der richtige Ansprechpartner einfacher zu ermitteln ist. Ich bevorzuge daher, wenn Barzahlung oder Kauf auf Rechnung nicht angeboten werden, immer die Zahlung per Kreditkarte, welche ein Produkt meiner Hausbank ist. Dieser Artikel geht jedoch leider nur darauf ein, welche Möglichkeiten ich habe, wenn beim Händler etwas schief läuft und stellt hier Kreditkarte und PayPal (scheinbar) gleich.

Was passiert aber, wenn bei einem der beteiligten Zahlungsdienstleister etwas schief läuft? Ich erinnere mich zum Beispiel an „Vorsicht, Kunde“-Fälle, bei denen PayPal Kundengelder einfach mit der dubiosen Begründung „Terrorverdacht“ eingefroren hat. Seine (hoffentlich) meist kleine Forderung gegenüber einem amerikanischen Konzern geltend zu machen, scheint da aussichtslos. Daher ärgere ich mich immer, wenn Kreditkartenzahlung beworben wird und sich dann beim Abschluss des Geschäfts herausstellt, dass Kreditkarte über PayPal gemeint ist.

Dominik A. Trümper

## StGB sticht DSGVO

Was wir von Alexa & Co. in Zukunft erwarten dürfen, c't 20/2019, S. 72

Warum wird im Zusammenhang mit den Sprachassistenten immer nur über die DSGVO diskutiert, also eine „simple“ Verordnung, und nicht über das Strafgesetzbuch? Insbesondere die Aussage des Rechtsanwaltes, ob Besucher informiert werden müssen, halte ich für sehr fragwürdig. Es besteht nämlich ein Unterschied zwischen Bild- und Tonaufnahmen. Unbefugte Tonaufnahmen sind nach §201 StGB verboten.

Niko Wilms

## Empfindlich getroffen

Auf Seite 73 sprechen Sie von einer „Achillesverse“. Ich hoffe Sie fassen es nicht als oberlehrerhaft auf, wenn ich vorschlage, das „v“ in Hinkunft in diesem Zusammenhang durch ein „f“ zu ersetzen.

Dr. Ingo Gutjahr

*Wir werden uns alle Mühe geben. Die Autoren und ihr Korrekturleser wurden derweil zur vollständigen Lektüre der Achilleis im lateinischen Original verdonnert.*

## Musik und Hörbücher

Acht Hörbuch-Apps für Android, iOS und Windows 10 im Test, c't 20/2019, S. 100

Deezer hat eine eigene Hörbuch-App in der App mit Lesezeichen, eigener Liste der Hörbücher und so weiter. Als Tipp zu Hörbüchern ist auch noch die Spooks-App zu erwähnen, die zum Beispiel mit Deezer zusammenarbeitet.

Burkard Krüger

## Öffentlich-rechtliches Angebot

Warum wird denn die ARD Audiothek in Ihrem Artikel nicht erwähnt? Hier finden sich kostenlos sehr gute Hörbücher, auch für Kinder.

Marno Bastek

*Die Audiothek ist eher eine Podcast- als eine Hörbuch-App. Deswegen passte sie trotz der guten Inhalte nicht in unseren Artikel.*



Bild: Rudolf A. Blaha

Hörbücher sind so sehr im Trend, dass viele Leser uns weitere Quellen ans Herz gelegt haben.

## 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.

👤 Anonyme Hinweise  
<https://heise.de/investigativ>

## Hörbücher ausleihen

Die Onleihe-App der öffentlichen Bibliotheken bietet auch Hörbücher an. Mit einem Beitrag von 15 Euro je Jahr (7,50 Euro für Rentner und andere Ermäßigungsberechtigte) bei der Stadtbücherei Dachau kann man sich beliebig viele Hörbücher ausleihen und auf mehreren Geräten wiedergeben.

Außer Streaming gibt es die Möglichkeit von Downloads, wenn auch unvorhersehbar in teils ordentlicher, teils unterirdischer Performance. Nach meiner Meinung fehlt der App nichts Wichtiges (verglichen mit Audible und Tolino), auch ein Sleptimer ist an Bord. Büchereitypisch muss man damit leben, dass nicht jedes Hörbuch zu jeder Zeit verfügbar ist, aber das kann man mit Vormerkoptionen und Merklisten in der App in den Griff bekommen. Ebenfalls büchereitypisch ist die Leihdauer von maximal 14 Tagen, aber es ist nicht verboten, ein Hörbuch mehrmals auszuleihen. Und, mal ehrlich, wer weniger als im Mittel eine Stunde täglich hört, kriegt eh nix mit.

Hans-Joachim Bock

## Zahlen per Lastschrift

Einen wichtigen Punkt haben Sie vergessen – die Zahlungsarten bei den Anbietern. Ich habe nämlich gerade bei Thalia festgestellt, dass man ein Hörbuch-Abo nur per PayPal, Kreditkarte und demnächst auch





**Kostenlose  
SSL-Zertifikate**

**12** .de-Domains  
inklusive!



## Zum Knutschen: Homepage 12

**12 .de-Domains inklusive**

**Kostenlose SSL-Zertifikate**

- > SSL-Zertifikate von Let's Encrypt für alle Domains per Mausklick
- > 100 GB Webspace
- > 5 externe Domains
- > 1.000 E-Mail-Adressen
- > 100 GB E-Mail-Speicher
- > 100 aktuelle 1-Klick-Applikationen
- > 100 SSD MySQL-5-Datenbanken

**Einmalig verlängert bis 31. Oktober 2019!**

**Bis Ende September 2019!**  
Keine Bestellannahme nach  
dem 30.09.2019 möglich.

**2,29**  
€/Monat\*

**Preis gilt dauerhaft!**

\* Preis/Monat inkl. 19% MwSt. Es fällt keine Einrichtungsgebühr an. Vertragslaufzeit jeweils 6 Monate, jederzeit kündbar mit einem Monat Frist zum Vertragsende.

030 - 20 18 10 00 | nur unter **www.1blu.de/12**

per Payback-Guthaben bezahlen kann. Für mich ist das nicht zeitgemäß. Bei Audible ist eine Zahlung beispielsweise per Lastschriftverfahren möglich.

Helge Mayr ✓

## Telekom-Anschlüsse

Was Router-Wizards übersehen und wie man das nachholt, c't 20/2019, S. 132

Die Telekom BNG-Zugänge erlauben prinzipiell, wie Sie richtig schreiben, die Identifikation des Anschlusses und eine automatische Konfiguration des angeschlossenen Telekom-Routers. Dies trifft aber nicht zu, wenn ein BNG-Anschluss mit einem DeutschlandLAN IP Voice/Data-Tarif kombiniert wird und dabei die Option „feste IP-Adresse“ aktiviert ist. Dann muss die Konfiguration nach wie vor stets durch eine manuelle Eingabe der Anmeldedaten erfolgen.

Olaf Pluta ✓

## Doppelte Buchführung

An welchen Stellen der Windows-Explorer trickst, c't 20/2019, S. 134

Nach meinen Tests funktionieren 32- und 64-Bit-Anwendungen auch im jeweils falschen Ordner, daher ist die Zweiteilung in „C:\Programme“ und „C:\Programme (x86)“ doch – anders als bei den „System“-Ordern – technisch gar nicht notwendig? Soweit ich das sehe, dient die Zweiteilung nur für den Fall, dass eine Anwendung in beiden Varianten existiert. Genauso könnte es dann aber auch nur einen einzigen, einheitlichen C:\Programme-Ordner geben und die Anwendungsordner werden verschieden benannt, zum Beispiel Putty32 und Putty64.

DerGo



## Kontoklau

Streaming-Dienst reagiert nicht auf Sicherheitswarnung, c't 19/2019, S. 56

Mir ist Ähnliches wie in dem Beitrag geschildert passiert: Am 31.7.2019 wurde sich nachts zwischen 3 und 4 Uhr (MESZ) aus Penang, Malaysia und aus Bogota, Kolumbien in mein Netflix-Konto eingeloggt. Kurz darauf wurde mein Passwort geändert; zum Glück aber nicht meine E-Mail-Adresse! Nachdem ich morgens gegen 7 Uhr die E-Mails las, habe ich sofort mein Passwort geändert und so wieder Kontrolle über mein Konto erhalten. Ich konnte in der Zugriffs-Historie sehen, dass per Webbrowser ein Zugriff aus Kolumbien erfolgte (IP 81.49.66.147), komischerweise war von dem Login aus Malaysia nichts zu sehen. Ein fader Nachgeschmack bleibt, wenn ich durch Zufall in der c't von einem ähnlichen Fall lese: Wie in Ihrem Artikel frage auch ich mich, wie meine Zugangsdaten nach Kolumbien beziehungsweise Malaysia geraten sind.

Sonja Voget ✓

## Vorbildlich

Kurztest Magic Wormhole, c't 19/2019, S. 102

Der Autor des Programms Magic Wormhole und Betreiber des Hilfsgateways ist schneller auf meinen Einwand eingegangen, als ich es testen konnte. Wenn nur alle IPv6-Bugs so schnell gefixt werden würden.

Thomas Schäfer

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Erst löten, dann basteln

Unterrichtsprojekt: Haustiersimulator für Fortgeschrittene, c't 21/2019, S. 148

Um am Grove NFC das I2C-Protokoll nutzen zu können, müssen erst noch drei Lötbrücken getrennt und drei neue zusammen gelötet werden. Unter [ct.de/yq3f](http://ct.de/yq3f) finden Sie die genaue Anleitung dazu.

Löt-Anleitung: [ct.de/yq3f](http://ct.de/yq3f)

### Hörbuchverlage bei BookBeat

Acht Hörbuch-Apps für Android, iOS und Windows 10 im Test, c't 20/2019, S. 100

BookBeat hat auch einige Titel von Verlagen im Angebot, die nicht zur Verlagsgruppe Bonnier gehören. Viele Verlage halten sich offenbar aufgrund des Flatrate-Modells allerdings zurück.

## Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

☎ Artikel-Hotline  
jeden Montag 16–17 Uhr  
05 11/53 52-333

## Firmware-Update nötig für IR

Pearls WLAN-Universalfernbedienung mit MQTT nutzen, c't 19/2019, S. 154

Wer die Fernbedienungs-Box mit Tuya-convert geflasht hat, muss danach ein Firmware-Update auf eine neuere Sonoff-Tasmota-Version durchführen. In der von Tuya-convert installierten Minimalversion der Firmware fehlt der Code für die Infrarot-Steuerung. Am besten nimmt man die Variante „Sonoff-Sensors“. Diese enthält zahlreiche zusätzliche IR-Protokolle und kann auch Klimaanlage per Infrarot steuern.

## Tekkin nicht mehr flashbar

Smarte Steckdosen ohne Hersteller-Cloud betreiben, c't 19/2019, S. 121

Neuere Versionen der Steckdose Tekkin SP22 lassen sich nicht mehr mit Tuya-convert flashen. Der Hersteller verwendet nicht mehr den ESP8266. Leider ist der Unterschied auf der Verpackung nicht zu erkennen.

## 65 statt 650 kByte im Flug

Internet-Engpässe mit Windows-Tools aufspüren, c't 18/2019, S. 152

Im Text heißt es, bei VDSL50 seien bei einer Latenz von 13 Millisekunden im Downstream rund 650.000 Byte „auf der Leitung“. Richtig ist: Es sind rund 65.000 Byte (ca. 5 MByte/s × 0,013 s); entsprechend rund 13 kByte beim Senden (Upstream).

## Grundkurs verwendet Java 11

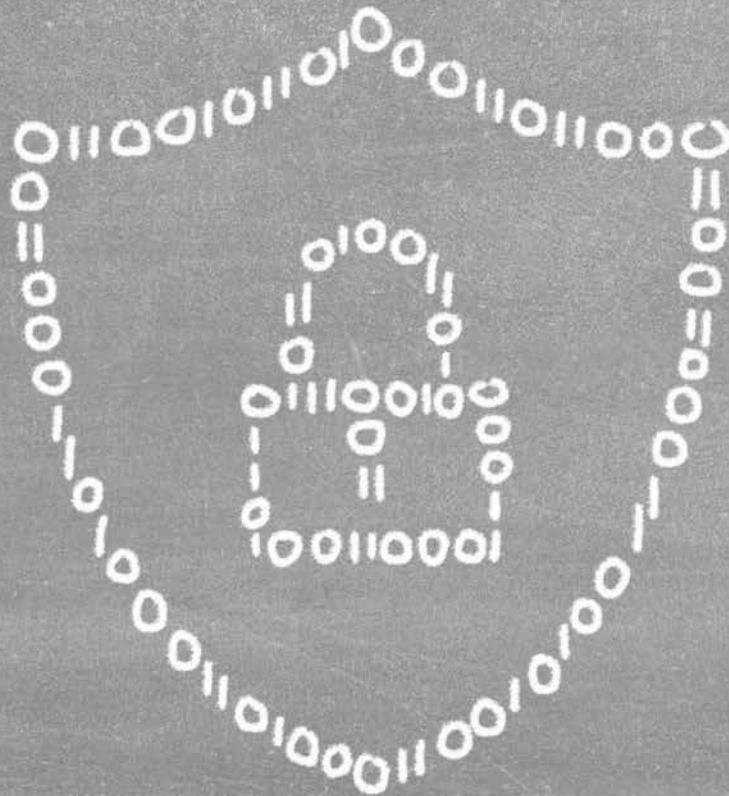
Buchkritik: Java – Der Grundkurs, c't 18/2019, S. 174

Michael Kofler verwendet in der dritten Auflage seines im Rheinwerk-Verlag erschienenen „Java-Grundkurses“ Java 11 LTS als Grundlage, nicht wie beschrieben Java 9. Darüber hinaus geht das Buch bereits kurz auf die neue Select-Syntax von Java 12 ein.





Sie sind  
**IT-Security Spezialist**  
**(m/w/divers)** und gehen  
immer auf Nummer sicher?



Mit der weltweiten Vernetzung von Unternehmen, Kunden und Lieferanten steigt der Bedarf an IT-Sicherheitslösungen. Als spezialisiertes Beratungsunternehmen unterstützen wir unsere Kunden dabei, ihre IT-Landschaften optimal aufzustellen.

Kommen Sie an Bord: [www.lhind.de/it-security-jobs](http://www.lhind.de/it-security-jobs)



**6. BIS 8. NOVEMBER 2019 IN DORTMUND**

IM RAHMEN DER DIGITALEN WOCHEN DORTMUND VOM 4. BIS 8. NOVEMBER 2019

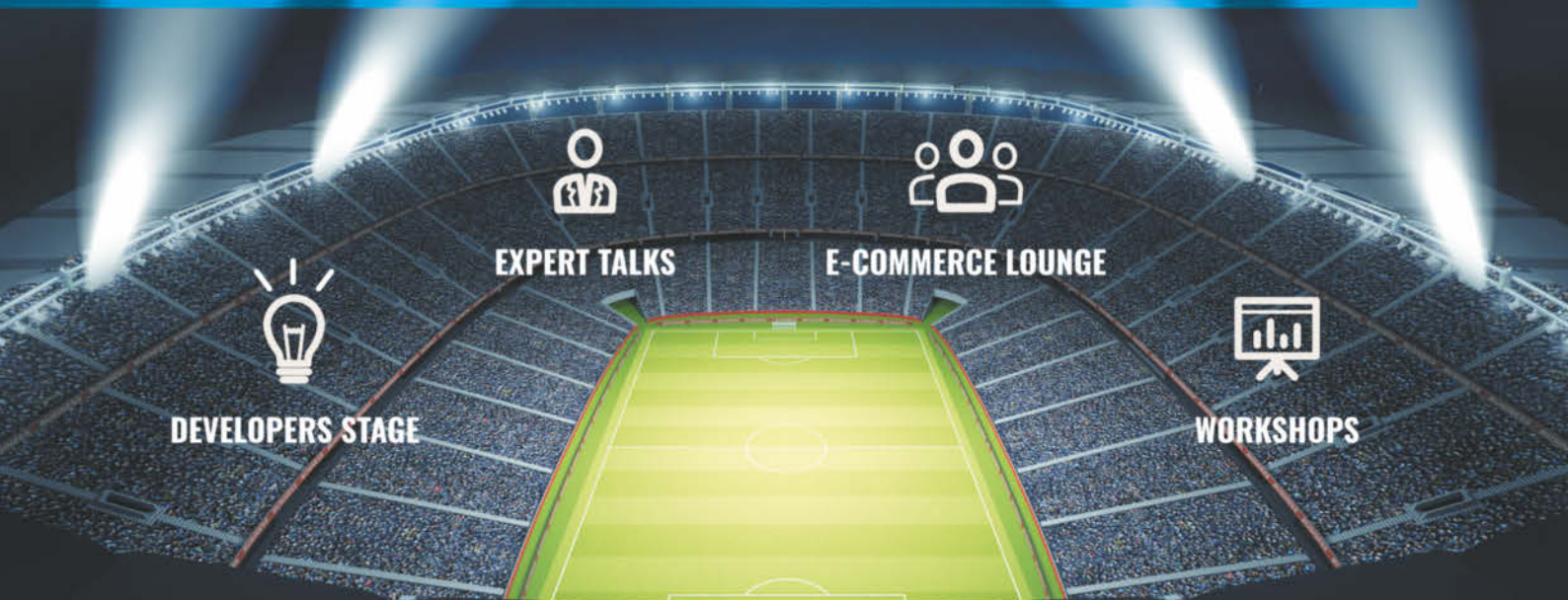
Die PHP.RUHR Web Development Conference ist der ideale Ort, um sich über neue Trends und Technologien auszutauschen, sowie für Networking in der atemberaubenden Atmosphäre von Deutschlands größtem Fußball-Stadion.

Die Veranstaltung richtet sich gleichermaßen an Software-Entwickler und an Entscheider aus Unternehmen und Verwaltungen. Schwerpunkte sind die populäre Programmiersprache PHP, Web-Entwicklung und Internet-Technologien.



## RANGA YOGESHWAR | KEYNOTE: DER GROSSE UMBRUCH

Der bekannte Wissenschaftsjournalist Ranga Yogeshwar hält im Rahmen des Networking-Abends „Bits & Currywurst“ am 7. November ab 18 Uhr eine Keynote zum Thema Digitalisierung und künstliche Intelligenz, die sich an seiner ARD-Dokumentation „Der große Umbruch“ orientiert.



ANMELDUNG UND WEITERE INFOS UNTER [WWW.PHP.RUHR](http://WWW.PHP.RUHR)





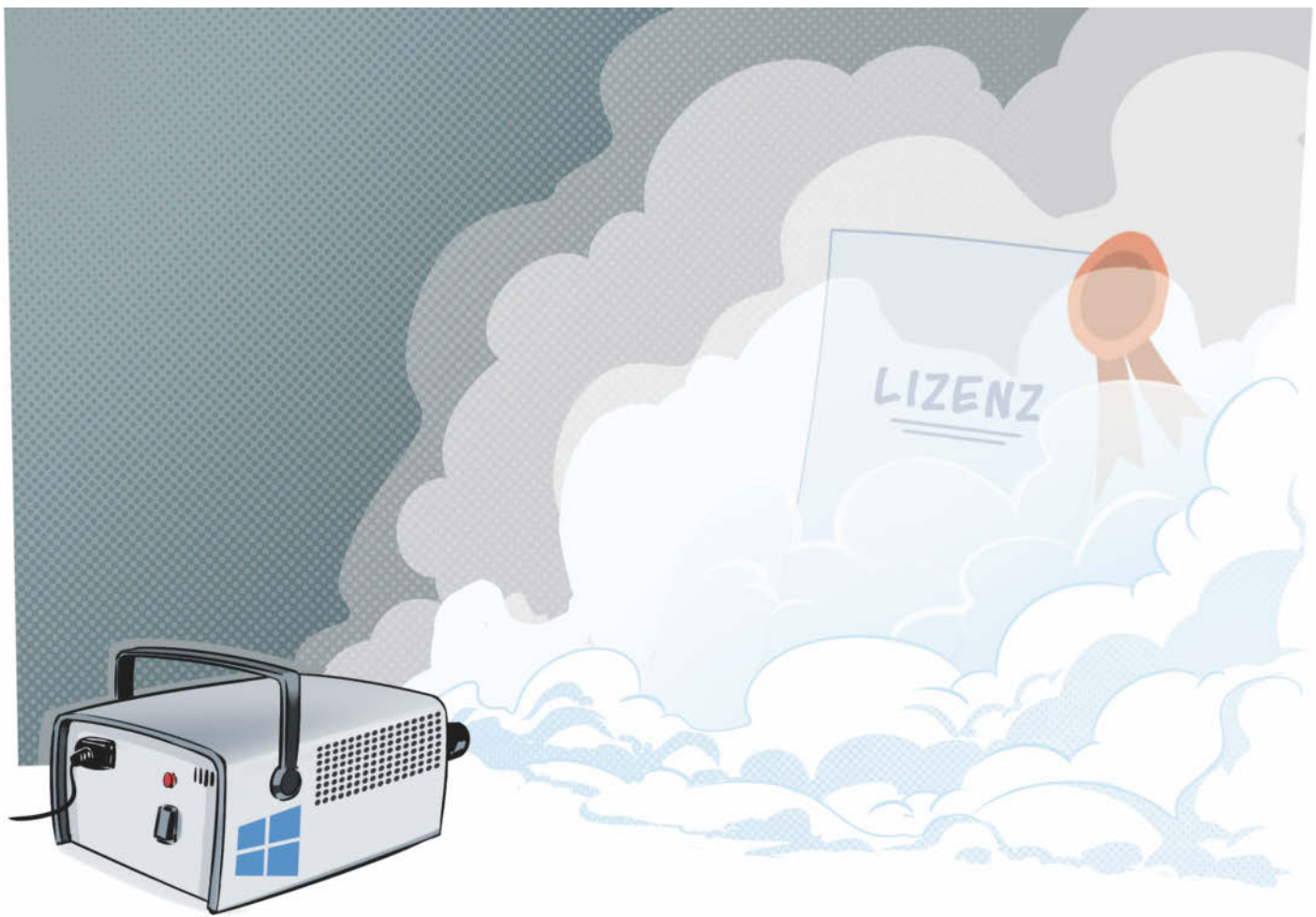


Bild: Albert Hulm

# Klare Verhältnisse

## Einwandfreie Microsoft-Schnäppchen aus dem Supermarkt

**„Das kann gar nicht legal sein“ und „Die verkaufen jeden Schlüssel x-mal“, so häuften sich Kommentare zu unseren Berichten über Billig-Lizenzen bei Edeka. Microsoft hüllt sich in Schweigen, doch wir konnten den Nebel lichten.**

Von Peter Schüler

**B**ei einigen Edeka-Supermärkten gibt es sogenannte Lizengo-Cards zu kaufen – das sind letztlich Quittungen mit PINs, die man auf der Webseite des Händlers Lizengo zum Download eines Windows- oder MS-Office-Pakets mitsamt Aktivierungsschlüssel verwenden kann. Der

Clou dabei: Ein Windows 10 Pro oder ein MS Office 2019 Standard kostet über diesen Kanal mit 40 beziehungsweise 195 Euro dramatisch weniger, als ein MS-Partner im Einkauf zahlen müsste [1].

Ganz abgesehen vom Preis weckt noch ein Detail Verdacht: Microsoft vermarktet die Edition „Standard“ seiner Office-Suite ausschließlich an Unternehmenskunden mit einer Volumenlizenz. Dass wir diese Software bei Edeka problemlos als anonymen Einzelkunde erstehen konnten, passt also gar nicht ins Drehbuch von Microsoft.

### Keine Hilfe von MS

Was PC-Sparfüchse freut, bringt Distributoren und MS-Partner in Rage – kein Wunder, dass wir zuerst aus dieser Richtung den Tipp bekamen, dem verdächtigen An-

gebot auf den Grund zu gehen. Gehört, getan: Testkäufe verhalfen uns auf Anhieb zu funktionstüchtiger, problemlos aktivierbarer Software, und nicht einmal Microsoft fand nach unserer Anfrage ein Haar in der Suppe. Der Konzern wollte aber auch keine Farbe bekennen: Erfolgreiche Aktivierung sei kein Beweis für ein Nutzungsrecht, sondern eben nur der Türöffner.

Bei Microsoft Deutschland erklärte man uns, wenn wir mehr über unsere Lizenzen erfahren wollten, müssten wir den Product Identification Service (PID) des Softwarehauses bemühen. Der verspricht, typischerweise binnen 24 Stunden nach Erhalt eines suspekten Produkts eine Bewertung zu liefern.

Microsoft wollte uns nicht einmal helfen, den gekauften Office-Schlüssel zu klassifizieren, so wie man das mit dem se-



rienmäßigen Werkzeug slmgr für Windows-Schlüssel tun kann.

Unsere erste Anfrage per E-Mail an den PID-Service bescherte uns keine Antwort. Im zweiten Anlauf schickten wir alle Rechnungen und Kassenbons als Papierkopien, eine eidesstattliche Echtheitserklärung und die Original-Lizengo-Cards (in Wirklichkeit ja nur zwei Pappmanschetten) per Einschreiben an den PID-Service. Microsoft teilte uns daraufhin mit, es habe die PR-Agentur CreaKom mit den Nachforschungen beauftragt, und diese erläuterte uns nach sechs Wochen in einem achtseitigen Standard-schreiben alt bekannte Gerichtsurteile über den stillschweigend unterstellten Handel mit gebrauchten Softwarelizenzen. Dass es in unserem Fall jedoch um den Verkauf ungebrauchter Neulizenzen mit ganz anderen Rechtsgrundlagen geht, ist den Prüfern offenbar entgangen.

### With a little Help from our Friends

Was wäre die c't ohne ihre engagierte Leserschaft! Mit deren Hilfe erfuhren wir erstens von einer wenig bekannten Hotline-Nummer und zweitens vom inoffiziellen Werkzeug PIDcheck. In der Hotline konnten wir eine knappe Stunde lang Musik hören, bis ein Hinweis erschien, der englischsprachige Support sei momentan vielleicht etwas weniger überlastet. Tatsächlich konnten wir dann in einer weiteren halben Stunde dem Support-Mitarbeiter Joshua in Seattle die Auskunft entlocken, unser Key sei ein mehrfach nutzbarer MAK (Multiple Activation Key). Ob wir den als Privatleute nutzen dürften, konnte uns Joshua aber auch nicht sagen.

Das Prüfprogramm bestätigte die Klassifizierung und zeigte zudem an, der Schlüssel erlaube noch weitere 45 von ursprünglich 50 Aktivierungen. Also haben wir uns für 195 Euro die technische Möglichkeit erkaufte, das normalerweise 500 Euro teure Firmen-Office nicht weniger als 45-mal auf unterschiedlichen Rechnern in Betrieb zu nehmen.

Wir haben daraufhin alle Lizengo-Kunden unter unseren Lesern gebeten,

Hashes für die von dieser Firma ausgelieferten Aktivierungsschlüssel zu errechnen und uns diese Hashes zuzuschicken. Dadurch musste niemand seinen Schlüssel preisgeben, weil der sich nicht aus dem Hash rekonstruieren lässt, aber wir konnten die Liste der eingesandten Hashes auf Dubletten abklopfen.

Auf diesen Aufruf hin erhielten wir über 300 Hashes aus Windows-Schlüsseln und gut 100 aus Office-Schlüsseln.

Unter den gehashten Office-Keys entdeckten wir knapp ein Dutzend Dubletten – einen Doppelgänger auch zu dem Schlüssel aus unserem eigenen Testkauf. Diesen analysierten wir drei Wochen nach dem ersten Test noch einmal mit PIDcheck, und jetzt meldete das Tool nur noch 35 zulässige Aktivierungen.

Offensichtlich liefert also Lizengo MAKs für Office Standard mehrfach aus. Schlüssel zu den unterschiedlichen angebotenen Windows-Versionen und zu MS Office Home & Student offenbarten nur eine einzige Dublette. Anders als Office Standard kann man diese Pakete mit normalen Einmalschlüsseln aktivieren, und davon macht Lizengo offenbar in fast allen Fällen Gebrauch.

### Legal, illegal ...?

Unkontrolliert verkaufte MAKs sind Freifahrtscheine für hemmungslosen Missbrauch. Streng genommen erwirbt jeder Einzelkunde pro Kauf das Recht zu einer einzigen Aktivierung. Wäre er der einzige, der einen bestimmten MAK erhalten hat, könnte er diesen öfter nutzen, als ihm das zusteht. In diesem Falle würde nur Microsoft geschädigt, sofern es den Schlüssel nicht blockiert – was erfahrungsgemäß sehr selten geschieht. Diese Konsequenz hätte sich der Kunde dann ausschließlich selbst zuzuschreiben.

Was aber, wenn ein Kunde A denselben Schlüssel erhält wie ein anderer Käufer B? Dann könnte A in die Röhre gucken, wenn ihm B durch den Verbrauch aller offenstehenden Aktivierungsmöglichkeiten zuvorkommt. Probleme könnten auch später noch auftauchen, wenn B so viele Installationen zu aktivieren versucht, dass der betreffende Schlüssel bei Microsoft



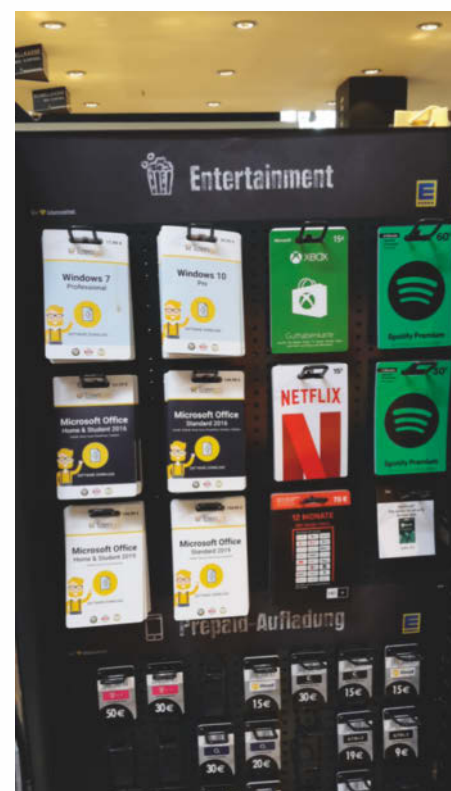
**Viele der c't-Investigativ-Recherchen sind nur möglich dank Informationen, die Leser und Hinweisgeber direkt oder anonym an uns übermitteln.**

Wenn Sie selbst Kenntnis von einem Missstand haben, von dem die Öffentlichkeit erfahren sollte, können Sie uns einen anonymen Hinweis oder brisantes Material zukommen lassen. Nutzen Sie dafür bitte unseren anonymen und sicheren Briefkasten.

<https://heise.de/investigativ>

auffällt und daraufhin auch zum Schaden von A gesperrt wird.

Wer einen Aktivierungsschlüssel aus dubioser Quelle – etwa per eBay aus Nirwanistan – bezogen hat, kann sein Geld in so einem Fall sofort abschreiben. Der Er-



Einige Edeka-Märkte verkaufen außer Handykarten und Netflix-Gutscheinen auch Microsoft-Programmlizenzen.



Der dreigeschossige Firmensitz von Lizengo neben dem Kölner Schloss Röttgen wirkt sehr repräsentativ.

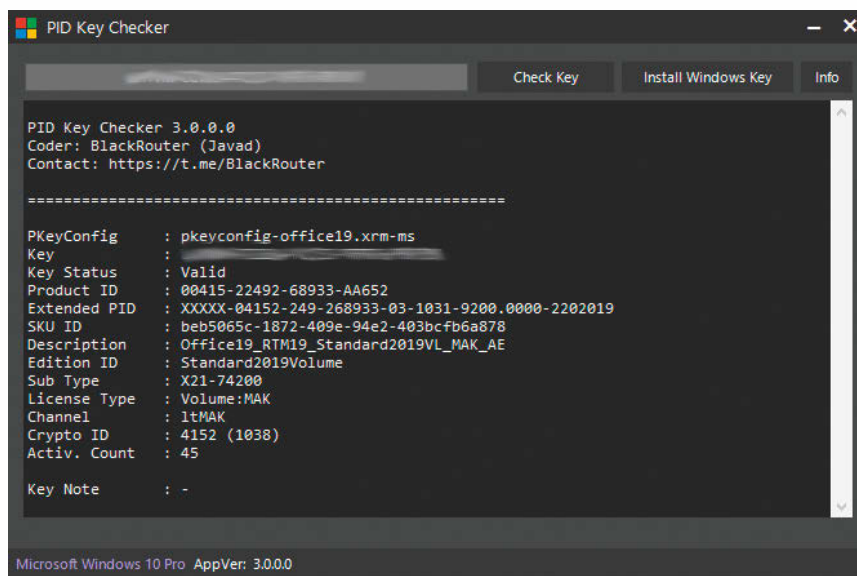
halt eines Schlüssels – zumal eines womöglich gefälschten – begründet keine Lizenz, und ohne ausdrückliche Lizenzgarantie hat man nichts in der Hand, um sein Nutzungsrecht geltend zu machen [2, 3]. In Deutschland ansässige Softwarehändler wie LizenzDirekt distanzieren sich nach Kräften von solchen unseriösen Anbietern und versprechen ihren Kunden, auch bei Aktivierungsproblemen die Nutzung zu ermöglichen. Dafür müssen sich die Kunden mit ihrer Auftragsbestätigung legitimieren.

„Auf den Schlüssel kommt es rechtlich gar nicht an. Aber wir sorgen selbstverständlich für die Aktivierung der Software unserer Kunden“, erklärt Andreas E. Thyen, Präsident des Verwaltungsrats von LizenzDirekt, ganz unverblümt gegenüber c’t. „Maßgebend ist, dass wir für jede einzelne Lizenz, die wir verkaufen, nachweisen können, dass wir sie legal beschafft und gehandelt haben.“ Der Händler vermarktet Gebrauchtlizenzen auch aus dem Bestand von Großkonzernen und verbucht jede einzelne Lizenz individuell und revisionssicher, auch wenn sie aus einem riesigen Bündel stammt. Weil es solche Lizenzen mitunter nur zusammen mit tausendfach nutzbaren MAKs vertreiben kann, beschränkt sich LizenzDirekt auf Geschäfte mit Unternehmenskunden, bei denen es Schindluder mit solchen Keys durch die Vertragsgestaltung ausschließen kann.

Lizengo bedient im Unterschied dazu auch Privatkunden, und zwar nach Auskunft gegenüber c’t ausschließlich mit ungebrauchten Lizenzen, die es im Fall von Microsoft-Produkten ausschließlich von offiziellen MS-Distributoren in sehr großen Stückzahlen einkauft. Darunter könnten wohl auch Lizenzen auftauchen, die ein Distributor aus einer Unternehmensinsolvenz oder einem

Überbestand beschafft habe. Auf diesem Wege will der Händler seine Preisvorteile von teilweise mehr als 80 Prozent gegenüber dem Listenpreis erzielen. Bis zum Beweis des Gegenteils werden wir uns damit zufriedengeben müssen. Lizengo hat aber in allen Fällen die bindende Zusage, bei seiner Handelsware handele es sich um ungebrauchte und weltweit legal handelbare Lizenzen. Das zumindest versicherte uns der CEO Tobias Zielke in den gediegenen Kölner Räumlichkeiten des Unternehmens mit aktuell 90 Mitarbeitern.

Lizengo verwaltet genau wie LizenzDirekt nach eigener Aussage jede Lizenz individuell in einem spezialisierten Warenwirtschaftssystem. Zielke versicherte uns schriftlich, Lizengo würde jedem Kunden nicht funktionierende oder nachträglich blockierte Aktivierungsschlüssel im Rahmen der gekauften Lizenzen ohne zeitliche Beschränkung kostenlos ersetzen. Diese Garantie ist vor allem für Privatanwender von Bedeutung. Für Unternehmenskunden, die mit Lizengo einen Volumenlizenzvertrag abschließen, besteht ohnehin kein Risiko, dass sie darüber in Beweisnot kommen könnten. Wenn die Warenwirtschaft des Händlers fehlerfrei funktioniert, sollte der Herkunftsnachweis gelingen. Lizengo besteht seit 2013 am Markt und weist für das Jahr 2017 (mit damals rund 40 Mitarbeitern) einen Umsatz von annähernd 7 Millionen Euro aus.



Bei unserem ersten Test mit PIDcheck erwies sich der Activation Key zu unserem Office-Kauf als mehrfach aktivierbarer Schlüssel mit 45 verbleibenden Freischaltungen. Drei Wochen später waren es nur noch 35.



## Fast alles koscher

Im Großen und Ganzen sind die über Edeka vermarkteten Lizenzen nach unserem Verständnis nicht zu beanstanden. Eine Ausnahme erscheint uns aber erwähnenswert: Softwarekäufer müssen bei der Installation normalerweise Microsofts End User License Agreement (EULA) bestätigen und damit einige Einschränkungen anerkennen, die ihnen das Softwarehaus auferlegt – zum Beispiel, dass sie die Software nicht dekompile oder vermieten dürfen. MS Office Standard wird aber nach Microsofts Erwartung ausschließlich über Volumenverträge lizenziert, wobei ein Firmen-Admin für die Verpflichtungen gegenüber Microsoft eintreten muss. Dieser Admin erhält einen MAK und muss die Vertragsvereinbarungen anerkennen. Das gilt aber nicht für den Endbenutzer, der die Software im vorgesehenen Szenario gar nicht selbst installiert. Wenn Lizengo solche Software zusammen mit einem MAK an Privatkunden ausliefert, ist der geplante Weg des Vertragsabschlusses ausgehebelt: Der Kunde erhält zum Beispiel zusammen mit einer einzelnen gekauften Lizenz einen Schlüssel, den er womöglich für sehr viele Installationen nutzen kann, bekommt bei diesen Installationen aber kein EULA vorgelegt. Die Rechnung des Händlers bleibt auch in solchen Fällen eher nichtssagend und weist einfach nur aus „1 Microsoft Office 2019 Standard“. Dass sich die betreffende Lizenz nur auf einen einzigen Arbeitsplatz bezieht und alle weiteren Installationen unrechtmäßig sind, bleibt unerwähnt.

Ob sich Lizengo durch diesen Mangel für Microsoft angreifbar macht, können und wollen wir nicht beurteilen. Anwender muss das aber wohl nicht kümmern. Wer die betreffende Software nicht öfter installiert oder an Geschäftspartner weitergibt, als er Lizenzen erworben hat, handelt korrekt. Sollte der zugehörige Aktivierungsschlüssel versagen oder nach einiger Zeit von Microsoft blockiert werden, kann er jederzeit einen neuen Schlüssel von Lizengo verlangen – falls er den Erwerb der Lizenz nachweisen kann.

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

## Literatur

- [1] Peter Schüler, Recht (und?) billig, Verdächtig billige Lizenzen für Windows und MS Office bei Edeka, c't 17/2019, S. 42
- [2] Jan Mahn, Wollen Sie ein W kaufen?, c't 1/2019, S. 96
- [3] Peter Schüler, Einmalig(?) günstig, c't 18/2019, S. 37



## Kommentar: Microsoft, Nebelsoft

Von Peter Schüler

**S**oftwarelizenzen sind ein Angstthema für Privatanwender, Firmen-Admins und IT-Betreuer. Die maßgeblichen Regelwerke sind unsäglich schwer verständlich und trotzdem mit Interpretationsspielräumen und Unwägbarkeiten gespickt. Zumindest im gewerblichen Bereich drohen zudem erhebliche Kosten, wenn man etwa durch einen herbeigerufenen Auditor eines Lizenzmissbrauchs für schuldig befunden wird. Viele Unternehmen verlassen sich deshalb notgedrungen auf die Angaben ihres IT-Distributors, der ihnen eine mutmaßlich angemessene Zahl von Softwarelizenzen zu Microsofts ungünstigen Katalogpreisen verkauft. Ob die Mengenberechnung stimmt, kann man als Anwender kaum überprüfen; selbst ausgewiesene Lizenz-Fachleute kommen in vielen Fällen zu abweichenden Ergebnissen. Außerdem haben uns anlässlich unserer Leserbefragung gleich mehrere IT-Distributoren berichtet, sie hätten Lizengo-Lizenzen für ihre Kunden eingekauft, weil sie diesen damit dramatische Kostenvorteile im Vergleich zu den Listenpreisen verschaffen konnten. Doch erst von uns erhofften sie sich brauchbare Auskünfte, ob sie damit ordnungsmäßige oder anfechtbare Nutzungsrechte vermittelt hätten. Wenn schon solche Profis nichts über den Status angebotener Lizenzen in Erfahrung bringen können, wie kann man das von einem Privatanwender verlangen?

Keine Frage: Softwareentwickler haben ein Recht auf Lizenz-einnahmen und dürfen sich gegen Raubkopien oder Lizenzmissbrauch absichern. Aber Anwender haben ein genauso gutes Recht auf klare Regeln und einen transparenten Lizenzmarkt. Feuchte Träume von Softwarehäusern, sie

könnten ihre Lizenzen monopolistisch bepreisen und den weiteren Handel nach Gutdünken dominieren, sind nicht legitim. Sehr wohl korrekt ist aber das Geschäftsmodell einiger Anbieter, von Microsoft veräußerte Lizenzen weiter zu vermarkten. Redliche Anwender verdienen die Chance, Lizenzen vom günstigsten Anbieter zu beziehen. Aber die haben sie nur, wenn sie legale Lizenzen von Raubkopien unterscheiden können. Genau diese Unterscheidung wäre zwar technisch möglich, wird aber von Microsoft torpediert. Softwareanbieter wie Adobe werden beiden Seiten gerecht: Wer eine Lizenz für die Creative Suite kauft, muss diese durch Registrierung in Adobes Datenbank aktivieren, kann die Aktivierung aber jederzeit überprüfen, zurückziehen und für einen anderen Rechner verwenden. Das gilt auch für Lizenzen aus zweiter Hand.

Zur Begründung, warum Microsoft nicht genauso verfährt, könnte man dem Softwarehaus zweierlei Motive unterstellen: Einerseits kann der Konzern durch die stillschweigende Tolerierung von Windows-Raubkopien zusätzliche Office-Abonnenten anfixen. Andererseits übertölpelt die Verschleierungstaktik zahllose redliche Anwender. Die zahlen dann etwa für eine Windows-Lizenz, die sie völlig legal für 40 Euro erwerben könnten, satte 260 Euro direkt an Microsoft.

Das Softwarehaus stellt mit dieser Praxis auch seine Vertriebspartner in den Regen: Die zahlen mitunter im Einkauf 400 Euro für eine Lizenz zu MS Office Standard, die sie dann mit einer Mindestabnahmemenge von fünf Stück abgeben sollen, und Privatanwender erhalten dieselbe Lizenz anderswo einzeln für 195 Euro.

# KI zum Anfassen

Machine Learning: Maßlos übertrieben,  
aufs fahrlässigste unterschätzt



<b>Überblick .....</b>	<b>Seite 20</b>
<b>KI-Beispiele .....</b>	<b>Seite 26</b>
<b>Lernangebote für KI .....</b>	<b>Seite 30</b>
<b>Programmierbeispiel .....</b>	<b>Seite 32</b>



## KI wird Wirtschaft, Berufswelt und Gesellschaft einschneidend verändern. Allerdings verzerren gefühlte Wahrheiten und Ängste die öffentliche Diskussion. Zeit für einen Realitätscheck.

Von Jo Bager

**K**ünstliche Intelligenz kann heute Gesichter erkennen, Vorlieben herausfiltern und sogar selbstständig einparken. Da sollte es ein leichtes sein, zwischen Original und Parodie zu unterscheiden.“ – Der Tweet ist eines von vielen Beispielen für die Missverständnisse rund um KI. Die Rechteverwertungsgesellschaft Gema hatte ihn in der Auseinandersetzung um die EU-Urheberrechtsnovelle abgesetzt.

Der Verfasser des Tweets hat sich offenbar von den vielen Erfolgsmeldungen über künstliche Intelligenz beeindrucken lassen, die derzeit kursieren: Hier kann KI Objekte in Bildern erkennen, dort Nachrichtenartikel schreiben. Und fahren nicht in den USA schon massenweise KI-gesteuerte Autos durch die Gegend? Da sollte es doch verhältnismäßig einfach sein, ernst gemeinte Posts von Satire zu unterscheiden. Doch das kann künstliche Intelligenz aktuell nicht leisten. Und aus heutiger Sicht wird es auch noch viele, viele Jahre so bleiben – wenn KI überhaupt einmal so weit sein wird.

### Begrifflicher Nebel

KI ist neben der Robotik, dem IoT und der Vernetzung ein wesentliches Element der Digitalisierung. Doch während sich jeder bei Robotern etwas Konkretes vorstellen kann und man den Grad und die Qualität der Vernetzung sogar messen kann, haben viele Menschen keine genaue Vorstellung davon, was KI eigentlich ist, was sie kann und was nicht.

Das hat auch mit den Begriffen zu tun: Wer oft genug „Künstliche Intelligenz“, „Machine Learning“ oder „Deep Learning“ gehört hat, für den kann sich schon mal der Gedanke festsetzen, dass die neue Technik tatsächlich der Intelligenz oder dem Lernen nahekommmt, die man Menschen zuspricht.

So scheinen sich bei manchem Beobachter die Meldungen über sprachverstehende, meisterhaft Go spielende und Auto

fahrende KIs zu einem Bild einer allmächtigen künstlichen Intelligenz zusammenzufügen, die alle diese Fähigkeiten und noch viel mehr vereint. Und wenn *die* künstliche Intelligenz so viele Dinge beherrscht – oft besser als jeder Mensch –, dann wird sie die Menschheit bald in allem hinter sich lassen.

Einige Kritiker warnen schon vor der bevorstehenden sogenannten Singularität, dem Moment, an dem superintelligenten Maschinen die Menschen überflügeln. Dabei beherrscht jedes einzelne der in der letzten Zeit gehypten Systeme genau eine Sache – aber nur diese eine, sonst nichts. KI-Systeme sind Fachidioten, die auf bestimmte Aufgabe hin entwickelt und optimiert wurden. Eine KI, die Bilder klassifiziert, kann nicht auf „Auto fahren“ umschulen oder die neue Fertigkeit dazu lernen. Und zu einer „Super-KI“ können sich die Spezialisten auch nicht zusammenschließen.

Der Versachlichung läuft es auch entgegen, dass der Boom der KI-Systeme eng mit der grundsätzlichen Kritik an den großen (IT-)Unternehmen verknüpft ist.

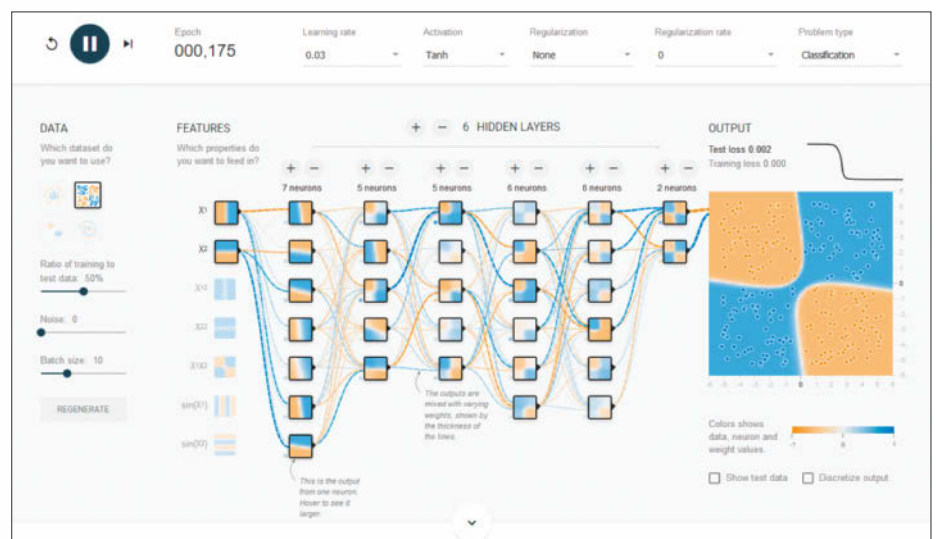
Allerdings weiß man gar nicht genau, wie etwa Facebook die Timelines seiner Nutzer und Google seine Ergebnisseiten zusammenstellt, weil die Unternehmen ihre Betriebsinterna als Geschäftsgeheimnisse schützen. Es ist also gar nicht klar, wovon man spricht: Geht es überhaupt um KI oder ist etwas viel Simpleres im Spiel? In solchen Situationen ist dann häufig von Algorithmen die Rede – einem noch viel breiteren Begriff als KI.

### KI & Co.

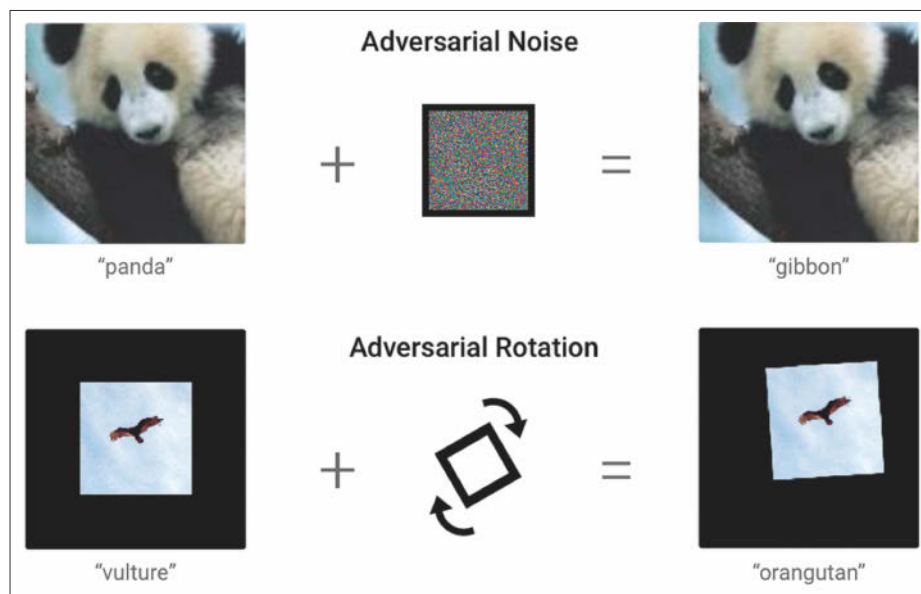
In dieser unübersichtlichen Gemengelage sollte man erst einmal in aller Kürze die wichtigsten Begriffe klären: Ein **Algorithmus** ist in der IT ganz allgemein eine Vorschrift zur Verarbeitung von Daten. Das kann alles mögliche sein, ein simpler Sortieralgorithmus, der die Dateien eines Ordners alphabetisch anordnet, die JPEG-Kompression, die Bilder klein rechnet, aber auch ein KI-Verfahren.

Der Begriff **Künstliche Intelligenz**, (KI, neudeutsch Artificial Intelligence, AI) ist ein Teilgebiet der Informatik, das sich mit der Automatisierung intelligenten Verhaltens befasst. Dabei ist der Begriff schon deshalb nicht eindeutig abgrenzbar, weil es keine universelle Definition von „Intelligenz“ gibt.

Nichtsdestotrotz hat diese mehr als ein halbes Jahrhundert alte Disziplin eine große Auswahl an Verfahren hervorgebracht, die unter der Flagge „KI“ segeln. Manche davon drehen sich um von Menschen vorgegebenes Wissen, etwa Ontologien wie der Knowledge Graph von Google.



Mit Googles Neural Network Playground kann man mit einem neuronalen Netz im Browser herumexperimentieren.



Mit kleinen, für das menschliche Auge mitunter unsichtbaren Veränderungen am Input kommen KI-Bilderkenner aus dem Tritt.

gle – eine riesige Datenbank mit formalisiertem Weltwissen, das in großen Teilen aus der Wikipedia extrahiert wird. Dagegen leiten beim sogenannten **Machine Learning** (maschinellern Lernen) Algorithmen ihr Wissen selber ab. Sie lernen aus Beispielen und können diese nach Beendigung einer Lernphase verallgemeinern.

Es gibt etliche Verfahren für Machine Learning. Wenn aktuell von Machine Learning die Rede ist, geht es fast immer um **künstliche neuronale Netze**. Bei diesen Netzen hat man sich die Nervenzellen von Lebewesen zum Vorbild genommen, die Neuronen. Jedes Neuron eines künstlichen neuronalen Netzwerks empfängt eine Reihe von Eingangssignalen, die es gewichtet. Aus dem Input berechnet es ein Ausgangssignal, das entweder das Eingangssignal für ein oder mehrere andere künstliche Neuronen ist oder ein Ausgangssignal für das gesamte neuronale Netzwerk.

Die Neuronen sind in der Regel in Schichten angeordnet. Wenn ein Netzwerk mehr als eine Schicht zwischen Ein- und Ausgabeschicht aufweist (sogenannte verborgene Schichten oder Hidden Layer), nennt man es auch tief. Man spricht dann auch von **Deep Learning** und tiefen Netzwerken (Deep Networks). Komplexe Netze haben auch schon mal mehr als hundert Hidden Layer.

Es gibt verschiedene Typen von Neuronen und verschiedene Weisen, diese miteinander zu vernetzen. Abhängig davon, welche Neuronentypen in einem Netz verwendet werden und wie sie mit-

einander und mit ihrer Umgebung verknüpft sind, beherrscht das Netz bestimmte Aufgaben besonders gut.

Deep Learning wird in der Regel in Software realisiert. Im Training etwa eines Bilderkenners werden diesem Tausende bis Millionen von Bildern präsentiert. Dabei startet ein neuronales Netzwerk bei null: die Parameter in den Nervenzellen sind anfangs völlig zufällig eingestellt, so dass es anfangs zum Beispiel einen Hund erkennt, wenn es eine Katze als Input erhält.

Mit jedem neuen Trainingsbeispiel erhält das Netz Feedback über seine Erkennungsleistung und justiert daraufhin die unzähligen Parameter neu. Auf diese Weise lernt das Netz nach und nach, was an einem Gesicht, einer Katze, einem Hund oder einem Flugzeug essenziell ist. Das Training wird mit den Trainingsdaten etliche Male wiederholt, bis die Fehlerrate unter eine gewünschte Schwelle rutscht.

Das Training mit den Abertausenden Beispielen und den Justierungen ist sehr zeit- und rechenintensiv. Ist die Trainingsphase eines Deep Network beendet, erhält es kein Feedback mehr und seine Parameter werden nicht mehr verändert: Es leitet nun nur noch aus den vorhandenen Parametern seine Einschätzungen ab, was für Objekte auf den Bildern enthalten sind, die man ihm präsentiert. Diese sogenannte Inferenz bedarf wesentlich weniger Rechenleistung. So lässt sich ein Spracherkenner auch auf älterer Smartphone-Hardware betreiben.

## Von der Nische zur Massenapplication

Letztlich basieren Netze auf relativ alter Forschung. KI und insbesondere der Einsatz von künstlichen neuronalen Netzen hat lange Jahre ein Nischendasein gefristet, man spricht auch von ihrem Dornröschenschlaf. Aufgewacht ist diese Disziplin dann in den Nuller Jahren bei den IT-Riesen Google, Microsoft und Co., weil diese über die drei Zutaten verfügten, um sie in Form von Deep Learning auf ein neues Niveau zu heben: Die Tech-Riesen besaßen erstens Massen an Daten, die für das Training komplexer Netze notwendig sind. Diese Trainingsdaten waren zweitens gut erschlossen – also Bilder zum Beispiel mit den Objekten getaggt, die darauf zu sehen waren –, um den neuronalen Netzen in der Trainingsphase das richtige Feedback geben zu können. Drittens verfügten sie mit ihren Rechenzentren über die Rechenkapazität, um überhaupt komplexe neuronale Netzwerke betreiben zu können.

Heutzutage muss man keine riesigen Rechenzentren unterhalten, um aufwendige KI-Anwendungen zu nutzen. Google, Amazon, Microsoft und Co. vermieten KI-Rechenpower in ihren Clouds. Und auch die Chip-Hersteller haben auf den Boom reagiert und bezahlbare Hardware für Deep Learning bereitgestellt: Bei Nvidia stellen viele aktuelle Grafikkarten spezielle Funktionen bereit, mit denen sich tiefe neuronale Netze effizient betreiben lassen. Die neuesten Intel-Prozessoren können KI-Verfahren ebenfalls beschleunigen.

## Wundertechnik mit Schwächen

Deep Learning und Co. sind prädestiniert für automatisierte Entscheidungsfindungsprozesse – und nehmen darin bereits heute auf die Leben von Milliarden Menschen Einfluss: Beim sogenannten Predictive Policing etwa wertet eine KI Kriminalstatistiken aus und lässt die Polizei an Brennpunkten verstärkt Streife fahren.

Beim Einsatz von KI passieren aber immer wieder Fehler: Ein KI-System „erkannte“ Huskys nur anhand von im Bildhintergrund vorhandenem Schnee – und versagte bei Huskys, wo der Schnee fehlte. Ein anderes klassifizierte dunkelhäutige Menschen als Gorillas. Ein drittes bevorzugte in einem Bewerbungsprozess systematisch Männer gegenüber Frauen.

Zudem lassen sich Deep-Learning-Systeme manipulieren. So haben Forscher ein „intelligentes“ Antivirus-Programm



## Bausteine für den KI-Einsatz

Welche Fertigkeiten sich bereits von KI übernehmen lassen, verrät das sogenannte Periodensystem der KI des kanadischen Informatikers Kris Hammond (auf deutsch unter <https://periodensystem-ki.de>). Es soll helfen, sich systematisch über die Einsatzzwecke, Chancen und Risiken von Künstlicher Intelligenz auszutauschen, ohne sich dabei in Diskursen über ihre technische Umsetzung zu verlieren.

Insgesamt 28 KI-„Elemente“ zählt dieses System auf, von der „Speech Recognition“ (Sr) bis hin zu „Control“ (Cn). Bei letzterem geht es zum Beispiel um das intelligente Steuern anderer Systeme, wenn keine physische Manipulation oder Handlung erforderlich ist, also zum Beispiel um den automatisierten Handel. Für jedes Element erklärt das Periodensystem ausführlich, was es leistet, für welche Aufgaben im Unternehmen es sich einsetzen lässt und mit welchen anderen Elementen es zusammenhängt.

Das System sortiert die KI-Elemente in die drei Gruppen Assess (erfassen, grün), Infer (ableiten, gelb und orange) und Respond (antworten/reagieren, violett) ein. Typische KI-Anwen-

Sr	Si								
Audio Recognition	Ai	Pi	Pl						
Fr	Fi	Ei	Ps		Lr				
Ir	Ii	Sy	Dm	Lg	Lc	MI		Cm	
Gr	Gi	Da	Te	Lu	Lt	Ms	Ma	Cn	

Das Periodensystem der KI-Elemente

dungsfälle kombinieren häufig je ein Element aus jeder Gruppe. Ein autonomes Auto etwa muss die Verkehrssituation erfassen, permanent die Wahrscheinlichkeit eines Auffahrunfalls ableiten und gegebenenfalls ein Brems- oder Ausweichmanöver einleiten.

Der zweidimensionale Aufbau des Periodensystems hat anders als beim Periodensystem in der Chemie keine weitere Bedeutung, es ging Hammond wohl eher darum, ein griffiges Bild für seine Unterteilung der KI-Fertigkeiten zu finden.

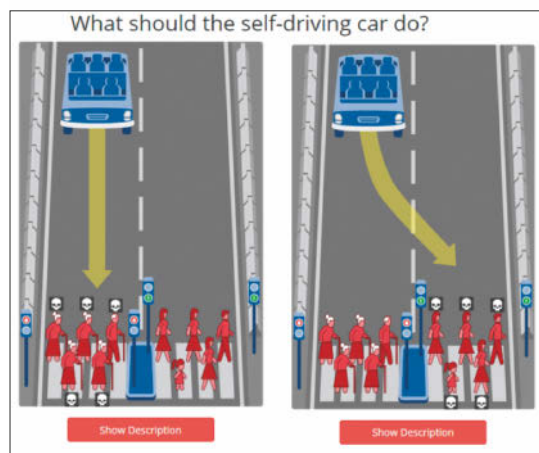
# Was tun Sie bei einem Hackerangriff?

**Entspannt bleiben – denn mit secunet sind Daten und Infrastruktur premiumsicher.**

Wo Daten und IT-Infrastrukturen vor Cyberangriffen geschützt werden müssen, steht secunet bereit. Als IT-Sicherheitspartner der Bundesrepublik Deutschland bieten wir Behörden und Unternehmen Expertenberatung und premiumsichere Lösungen zum Schutz von Kommunikation und Daten.

**secunet – Ihr Partner für IT-Premiumsicherheit.**

**secunet**



**KI-Anwendungen stellen die Entwickler vor neue moralische Fragen. In diesem Szenario hat das selbstfahrende Auto einen Bremschaden. Soll es die alten Frauen oder die jungen Frauen und das Kind verschonen?**

ausgetrickst, indem sie einfach ein paar ausgewählte Zeichenketten an einen Virus anhängen – der damit nicht mehr als Malware erkannt wurde. Der Artikel „Irren ist künstlich“ [1] gibt einen Überblick über derartige Grenzen der KI.

Die Fehler und Schwächen von KI-Systemen haben eine Reihe von Gründen. So ist der aktuelle breite Einsatz des Deep Learning in vielerlei Hinsicht immer noch Pionierarbeit, obwohl es bereits seit Jahrzehnten Grundlagenforschung zu neuronalen Netzen gibt. Man probiert mit verschiedenen Netzwerktopologien und Neuronentypen herum, bis man glaubt, ein marktreifes Produkt am Start zu haben. Probleme zeigen sich mitunter erst im Praxiseinsatz.

Ein Schwachpunkt sind häufig die verwendeten Trainingsdaten. Enthalten diese eine bestimmte Verzerrung, dann kann das dazu führen, dass die austrianierten Systeme diese weitergeben. Das erwähnte System für die Beurteilung von Bewerbern war mit den Bewerber- und Einstellungsdaten aus der Vergangenheit trainiert worden – und Männer waren dort offenbar bevorzugt worden.

Die Schwierigkeiten beim Entwurf von Deep-Learning-Systemen haben auch damit zu tun, dass man nicht gut in sie hineinschauen kann. Es fehlen Debugging-Werkzeuge, wie sie in der klassischen Programmierung üblich sind. Insbesondere ist es oft schwierig nachzuvollziehen, wie KI-Systeme zu ihren Entscheidungen kommen. „Explainable AI“, derzeit ein wichtiger Zweig in der KI-Forschung [2], versucht, KI-Systeme besser nachvollziehbar zu machen.

## Ethische Herausforderungen

Die Fehler und Achillesfersen von Deep Learning und anderen Algorithmen sind

insbesondere dann ein Problem, wenn sie über Menschen entscheiden. Daher befassen sich Freiheitsrechtler, Informatiker, Juristen und Philosophen unter der Bezeichnung Algorithmenethik seit einigen Jahren mit ethischen Fragestellungen, die mit dem Einsatz von sogenannten algorithmischen Entscheidungssystemen zusammenhängen. Sie wollen sicherstellen, dass solche Systeme zum Wohle der Gesellschaft gestaltet werden.

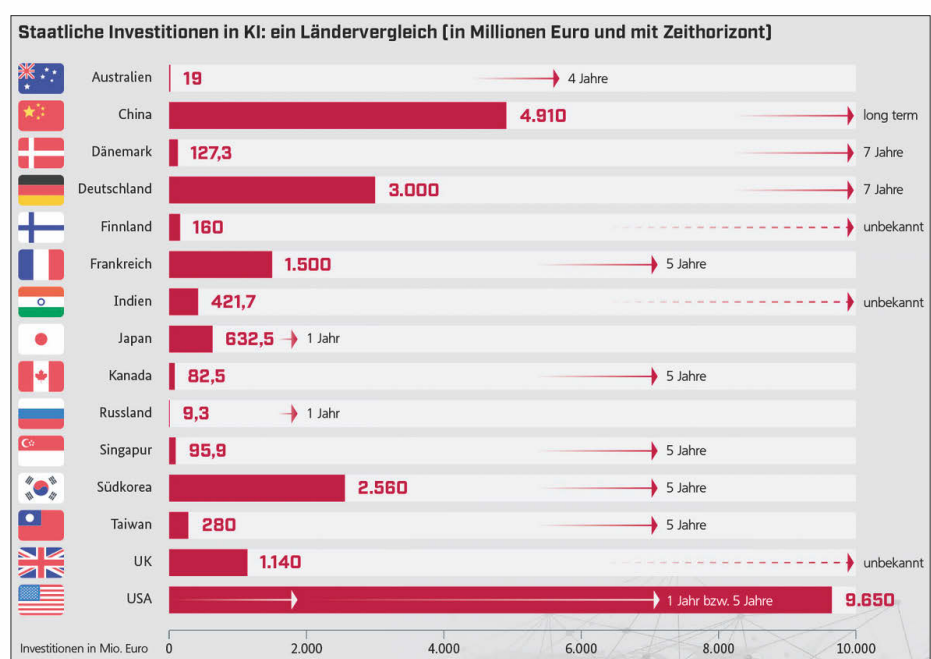
Mittlerweile haben sich etliche Unternehmen aus der IT-Branche Ethikstandards für die Entwicklung von Anwendungen gegeben (Überblick unter [ct.de/y6g7](http://ct.de/y6g7)). Darüber hinaus gibt es branchenübergreifende Gremien, die sich mit dem verantwortungsvollen Einsatz von KI auseinandersetzen. An der sogenannten Partner-

ship on AI etwa beteiligen sich hundert Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Bürgerrechtsorganisationen. Die Non-Profit-Organisation OpenAI soll künstliche Intelligenz zum Vorteil der Gesellschaft entwickeln. Geldgeber der Organisation sind der Investor und Unternehmer Elon Musk und Microsoft.

Neben diesen Branchen-Initiativen ringen auch die Regierungen überall auf der Welt darum, Regeln für den Einsatz von KI vorzugeben. Daneben gilt es für sie, am Ball zu bleiben: Volkswirtschaften, die beim Thema Künstliche Intelligenz ins Hintertreffen geraten sind, nicht zukunftsfähig.

Im Dezember 2018 hat sich Deutschland eine KI-Strategie gegeben – wie bereits mehr als 20 andere Nationen zuvor (Überblick: [ct.de/y6g7](http://ct.de/y6g7)). So will die Regierung die Forschung in Deutschland und Europa ausbauen. Dazu soll ein „international wettbewerbsfähiges KI-Ökosystem in Deutschland“ entstehen. Besonders eng will Deutschland mit Frankreich zusammenarbeiten.

Die Bundesregierung hat gleich mehrere Gremien ins Leben gerufen, die bei der Gestaltung von KI eine Rolle spielen. Neben dem Digitalrat, der die Bundesregierung ganz allgemein zu Fragen der Digitalisierung berät, spielt vor allem die Plattform Lernende Systeme eine wichtige Rolle. Darin erarbeiten Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und zi-



**Eine Milliardenwette auf die neue Technik: Die großen Industrienationen investieren in den nächsten Jahren viele Milliarden Euro in KI.**



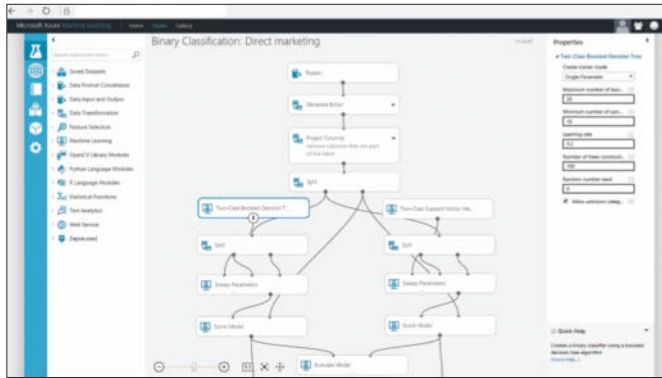


Bild: Microsoft

**KI zum Mieten:** In den Clouds von Microsoft und Co. kann jedermann KI-Anwendungen betreiben.

vilgesellschaftlichen Organisationen gemeinsam Szenarien, Empfehlungen, Gestaltungsoptionen und Roadmaps.

Auch die Wirtschaft sieht die Bedeutung der neuen Technik. So gaben in einer Studie des Branchenverbandes Bitkom 60 Prozent der befragten Unternehmen an, dass KI eine wichtige Rolle für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft spiele. Bedeutung und Praxis klaffen aber massiv auseinander. Gerade einmal 2 Prozent der Unternehmen gaben an, dass sie KI bereits einsetzen. Und nur weitere 9 Prozent diskutierten den Einsatz oder hatten bereits konkrete Pläne dazu.

Für viele Arbeitnehmer und für den Arbeitsmarkt generell dürfte KI große Veränderungen mit sich bringen: Berufsbilder verändern sich stark, wenn eine intelligente Software plötzlich Aufgaben übernehmen kann, die bisher einem Menschen vorbehalten werden. Oder Jobs fallen komplett weg, wie Anfang 2018 bei Zalando. Damals hatte der Modeversender verkündet, dass Aufgaben wie das Verschicken von Werbe-E-Mails in Zukunft verstärkt von Algorithmen oder Künstlicher Intelligenz anstatt von Menschen übernommen werden sollen und 250 Stellen in der Marketingabteilung gestrichen. Gleichzeitig suchte das Unternehmen Entwickler und Datenanalysten.

## KI mundgerecht

KI verändert die Welt – wie sich das auswirkt, davon geben die folgenden Artikel einen Eindruck. Der Beitrag ab Seite 26 zeigt die Vielseitigkeit von KI anhand etlicher Beispiele vor allem aus dem Bereich der Kreativität. Sie möchten verstehen, wie Deep Networks funktionieren? Der Artikel ab der Seite 30 präsentiert eine Auswahl an Lernquellen für jeden Wissensstand. Wer noch tiefer in die Materie einsteigen will, erfährt ab Seite 32, wie er ein eigenes neuronales Netz mit Python programmiert.

(jo@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Andrea Trinkwalder: Irren ist künstlich, Wo künstliche Intelligenz noch schwächelt, c't 24/18, S. 130
- [2] Andreas Holzinger: Interpretierbare KI, Neue Methoden zeigen Entscheidungswege künstlicher Intelligenz auf, c't 22/18, S. 136

**Umfangreiche Linksammlung:** [ct.de/y6g7](https://ct.de/y6g7)

# IT-Sicherheit

Secorvo (Hrsg.)

## Informationssicherheit und Datenschutz

Handbuch für Praktiker und Begleitbuch zum T.I.S.P.

3. Auflage  
2019, 824 Seiten  
€ 84,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-596-4

NEU



M. Knoll

## Praxisorientiertes IT-Risikomanagement

Konzeption, Implementierung und Überprüfung

2. Auflage  
2019, 452 Seiten  
€ 46,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-655-8

NEU



J. Forshaw

## Netzwerkprotokolle hacken

Sicherheitslücken verstehen, analysieren und schützen

2018, 366 Seiten  
€ 36,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-569-8



F. Simon · J. Grossmann · C. Graf · J. Mottok · M. Schneider

## Basiswissen Sicherheitstests

Aus- und Weiterbildung zum ISTQB® Advanced Level Specialist – Certified Security Tester

2019, 414 Seiten  
€ 39,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-618-3



H. Stauffer

## Security für Data-Warehouse- und Business-Intelligence-Systeme

Konzepte, Vorgehen und Praxis

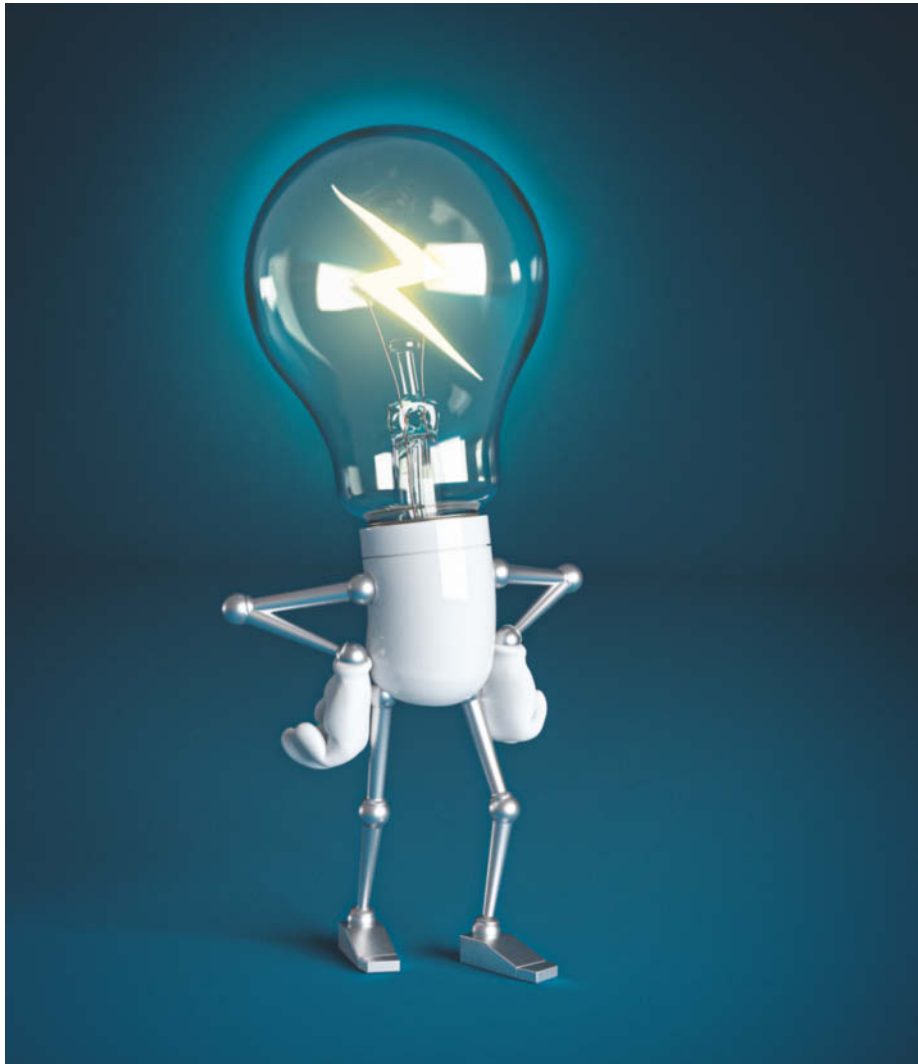
2018, 302 Seiten  
€ 59,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-419-6



dpunkt.verlag

fon: 0 62 21 / 14 83 40  
e-mail: [bestellung@dpunkt.de](mailto:bestellung@dpunkt.de)  
[www.dpunkt.de](http://www.dpunkt.de)

**plus+**  
Buch + E-Book:  
[www.dpunkt.plus](http://www.dpunkt.plus)



# Klicken, herumspielen, staunen

## KI mit dem Browser ausprobieren

**Machine Learning ist schon an erstaunlich vielen Stellen im Einsatz. Am beeindruckendsten lässt sich das Potenzial der Technik erfahren, wenn sie kreativ wird und Bilder malt, Texte verfasst oder Musik komponiert.**

Von Jo Bager

**M**an muss sich immer wieder vergegenwärtigen, wieviele Anwendungen Machine Learning in welch kurzer Zeit substanziell verbessert oder komplett neu ermöglicht hat, denn beim Einsatz der Technik üben sich viele Unternehmen in Understatement. Siri erkennt gesprochene Sprache und Facebook erkennt Gesichter, ohne dass Apple und Co. groß auf die dahinterliegende Technik

hinweisen würden. Kann der Anwender bei diesen Beispielen noch konkret nachvollziehen, dass eine neue, ziemlich mächtige Technik am Werk ist, arbeitet Machine Learning an anderen Stellen völlig unsichtbar als Infrastrukturanbieter im Hintergrund. Ridesharing-Anbieter wie Uber oder Lyft etwa steuern ihre Flotte durch KI-Systeme. Netflix berechnet seine Empfehlungen aus den Nutzungshistorien des einzelnen Anwenders und denen der gesamten Nutzerschaft.

Ausgerechnet der Uralt-Dienst E-Mail war einer der Vorreiter für den Siegeszug von lernenden Verfahren auf dem Desktop. Ältere Semester werden sich noch erinnern, dass man vor ein paar Jahren „intelligente“ Spam-Filter noch von Hand trainieren musste, indem man ihnen explizit beibrachte, welche E-Mail Spam ist und welche nicht. Auch heute noch sortieren lernende Spam-Filter Werbemails aus, allerdings in aller Regel unsichtbar beim Provider, oft ohne dass der Anwender eingreifen muss.

KI erobert sehr schnell neue, auch kritische Lebensbereiche. So kann man bei Robo-Tradern seine Ersparnisse von Software-Robotern verwalten lassen. Der Weg zu einem „Doktor KI“ ist zwar noch weit. Mit der Smartphone-App Ada erhält man aber schon einen ersten Eindruck. Die App hilft beim Einordnen gesundheitlicher Symptome. Bei einzelnen Aufgaben haben sich KI-Anwendungen zudem bereits als zuverlässiger gezeigt als spezialisierte Ärzte, etwa bei der Diagnose bestimmter Krebsformen. Beim Predictive Policing schließlich steuert eine KI, wo die Polizei verstärkt Streife fährt.

Die Liste ließe sich beliebig mit Beispielen aus den verschiedensten Bereichen erweitern. In diesem Heft auf Seite 84 finden Sie zum Beispiel eine KI-gesteuerte Zahnbürste. Wir beschränken uns in der Folge auf eine Auswahl von Beispielen aus kreativen Feldern, weil sie am besten erlebbar machen, was KI alles kann. Zudem lassen sich viele der Beispiele im Browser ausprobieren.

### Erkennen und klassifizieren

Die Königsdisziplin des Deep Learning ist die Mustererkennung. Und dafür gibt es reichlich Beispiele im Netz, mit denen Jedermann experimentieren kann. Für **How old do I look?** etwa hat Microsoft ein neuronales Netz darauf programmiert, zu schätzen, wie alt Personen auf Bildern sein mögen (alle Links siehe [ct.de/yz3](http://ct.de/yz3)).



Sie können die Anwendung mit vorgegebenen Fotos ausprobieren oder ein eigenes hochladen. Die Ergebnisse sind nicht immer perfekt, aber es macht Spaß, sich mit Freunden schätzen zu lassen.

KI kann nicht nur das Alter veranschlagen, sondern auch Emotionen erkennen. Auch dafür gibt es eine Demo-Website von Microsoft. Die KI liefert zu einem hochgeladenen Bild einen kompletten Datensatz zurück, aus dem sich unter anderem ablesen lässt, welche Haarfarbe und welches Geschlecht das System erkannt hat.

Zusätzlich gibt die KI für die Emotionen anger (Zorn), contempt (Verachtung), disgust (Ekel), fear (Angst), happiness (Freude), neutral, sadness (Traurigkeit) und surprise (Überraschung) einen Wert zwischen 0 und 1 aus, die einer Einschätzung entsprechen, wieviel von der jeweiligen Emotion zu sehen ist: Ein Wert nahe Null bedeutet wenig, ein Wert nahe 1 viel. Auch die **Emotionserkennung** können Sie mit eigenen Bildern ausprobieren.

Bei **IBM Watson** könne Sie sogar einen allgemeinen Erkennen auf Ihre Bilder loslassen. Er versucht zum Beispiel zu bestimmen, was eine abgebildete Person macht, ob das Bild draußen oder drinnen aufgenommen wurde und um was für eine Gegend oder einen Raum es sich handeln könnte. Eine Peperonipizza erkannte er in unseren Experimenten nicht nur allgemein als Pizza, sondern nannte auch den genauen Typ.

## Von Gekritzelt bis Van Gogh

Bei Googles **Quick, Draw!** testet man spielerisch die Erkennungsleistung eines neuronalen Netzwerks – und trainiert es zugleich. Der Besucher erhält die Aufgabe, mit der Maus nacheinander sechs kleine

Skizzen von Objekten anzufertigen, die die Website zufällig vorgibt. Nur jeweils 20 Sekunden Zeit erhält er dafür.

Die KI versucht dabei, zu erraten, was das Gekritzelt sein soll. Ist sie sich hinreichend sicher, bricht sie auch schon vor den zwanzig Sekunden ab. Nebenbei füllt der Besucher mit diesem Spiel die öffentlich zugängliche weltweit größte Datenbank für Zeichnungen.

KI kann auch selber malen [1]. Das lässt sich bei **deepart.io** oder **Dreamscope** ausprobieren. Mit einer Technik namens Stiltransfer übertragen diese Sites die grafische Machart eines Bildes auf ein anderes. So lässt sich zum Beispiel einem beliebigen Portrait oder Landschaftsbild ein Look geben, als sei es von Vincent Van Gogh gemalt worden. Stiltransfer ist mittlerweile schon im Mainstream angekommen: Es gibt etliche Apps für iOS und Android.

Auf die Spitze bei der Kreativität treibt es derzeit Nvidia. Der Grafikkartenhersteller hat sein neuronales Netz **Gaugan** darauf trainiert, aus sehr groben Skizzen annähernd fotorealistische Landschaften zu generieren. In einem interaktiven Editor malt der Besucher nur die groben Umrisse einer Landschaft – nach einem Klick kreiert Gaugan sie in Fotoqualität.

Die kreativen Fähigkeiten von KI haben auch eine potenziell gefährliche Seite. Die zeigt sich auf der Website, die **Which Face is real** fragt, also „Welches Gesicht ist echt?“ Zwei vermeintliche Fotos von Gesichtern stellt es zur Wahl, von denen eines einen echten Menschen zeigt. Das andere dagegen gibt es nicht in der Realität.

Ein neuronales Netzwerk hat es geschaffen: Ein bemerkenswertes Beispiel

für die Kunstfertigkeit maschinellen Lernens, denn es ist für den Besucher wirklich nicht immer einfach, das falsche Gesicht zu identifizieren. Gleichzeitig soll die Website Besucher auch für die Missbrauchsmöglichkeiten von KI sensibilisieren und zeigen, wie einfach damit gefälschte Identitäten erzeugt werden können.

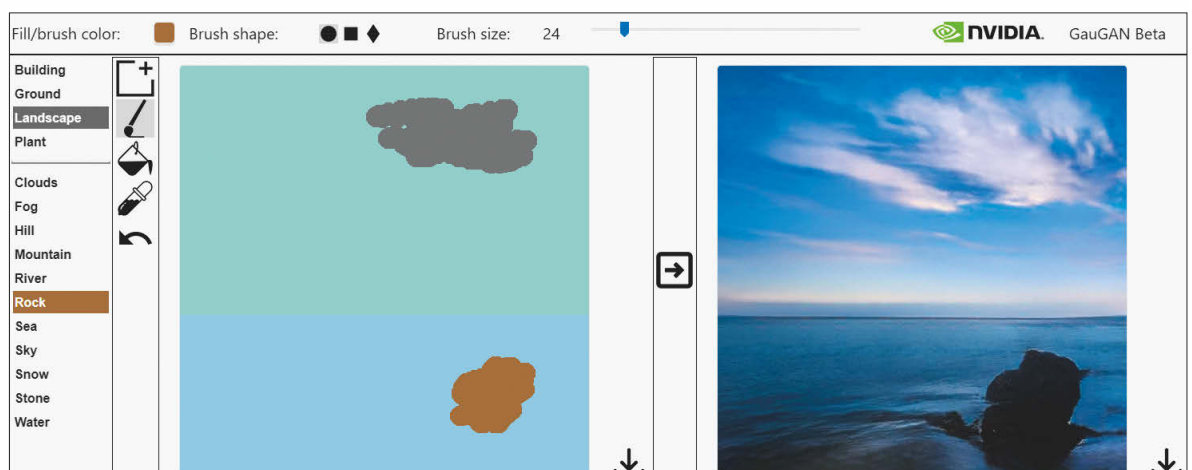
Fälschen lassen sich nicht nur statische Bilder. Wer Fake News verbreiten will, kann mittlerweile per KI Politikern in Ton und Bewegtbild falsche Aussagen in den Mund legen – Deep Fake werden solche fabrizierten Videodateien genannt. Die Ergebnisse sind für Unbedarfte oft nicht erkennbar. Glücklicherweise gibt es (noch) keinen einfach zu bedienenden Editor für Deep Fakes. Unter [ct.de/ye3](https://ct.de/ye3) finden Sie aber eine Auswahl von Beispielsvideos, die eindrucksvoll zeigen, wie gut sich mit Deep Fakes Videos fälschen lassen.

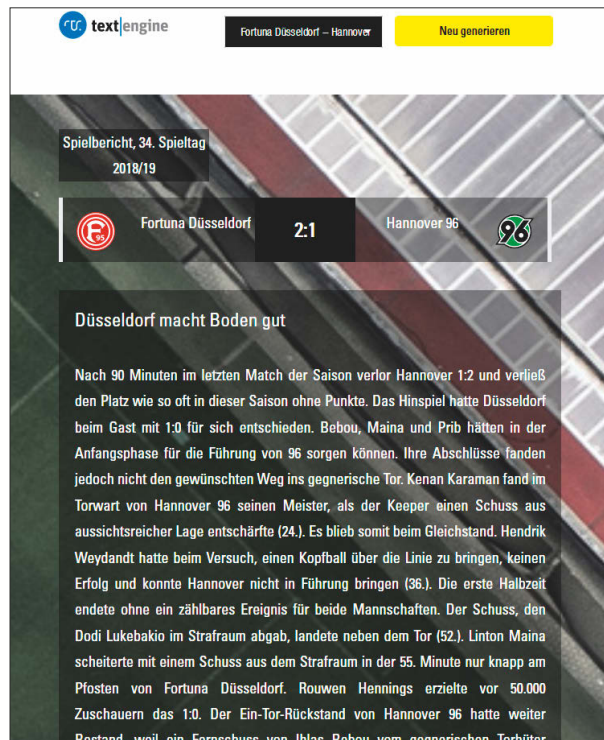
## Textmaschinen

Einige KI-Anwendungen können sehr gut texten. Etliche Medien veröffentlichen zum Beispiel automatisch generierte Artikel, die sich von denen eines Redakteurs nicht mehr unterscheiden lassen – etwa bei Wettervorhersagen, Börsennotizen und bei Sportberichten.

Davon kann man sich zum Beispiel bei **Retresco** einen Eindruck verschaffen. Der Anbieter stellt Textgeneratoren für verschiedene Websites bereit. Auf seiner Homepage demonstriert er die Möglichkeiten am Beispiel von Fußball-Spielberichten für die erste Liga. Haben Sie sich einen Spielbericht anfertigen lassen, probieren Sie den Button „Neu generieren“ aus: Das Programm spuckt zum selben Spiel eine völlig neue Zusammenfassung aus.

Aus ein paar mit der Maus hindilletierten Punkten, Linien und Flächen zaubert Adobes KI Gaugan annähernd fotorealistische Landschaften.





Wie von einem Menschen geschriebene Fußball-Spielberichte: kein Problem für eine KI.

KI spielt heute auch bei den Musik-Profis eine immer wichtigere Rolle. So können KI-Filter auf Knopfdruck ein Schlagzeug aus einem Gesamtmix entfernen. Mit Yamahas Software-Synthesizer Vocaloid kann man sogar künstlichen Gesang erzeugen, bei dem man Stimme, Text, Melodie und Betonung beliebig anpassen kann [2]. Mittlerweile gibt es etliche Stücke, bei deren Entstehung KI eine Rolle gespielt hat. Kostproben gefällig? Unsere Kollegin Jennifer Lepies aus der Redaktion der Technology Review hat eine Reihe von Tracks und Alben zusammengestellt.

## Spiele und mehr

Schach, Go, Super Mario, Dota 2, StarCraft 2, Quake 3, zuletzt sogar Poker: Bei vielen Brett- und Computerspielen brillieren KI-Anwendungen und stechen menschliche Gegner aus. Das hat auch damit zu tun, dass Spiele oft ein sehr kleines, überschaubares Regelwerk haben, das sich Spiele-KIs mitunter nur durch Beobachtung selbst beibringen konnten. Ausprobieren lassen sich die meisten der siegreichen KI-Anwendungen nicht. Allerdings gibt es etliche Videos der jeweiligen Siege, siehe [ct.de/yz3](http://ct.de/yz3).

Sollten Sie von den hier vorgestellten Beispielen noch nicht genug haben: Schauen Sie auf den Websites der großen Tech-Unternehmen um. Alleine bei Google finden Sie Dutzende weitere Experimente. ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de)) **ct**

Mensch oder Maschine: Das ist die Frage bei **Bot or not**. Die Website präsentiert ein Gedicht und die Aufgabe für den Besucher lautet, zu erraten, ob das Werk von einem Menschen oder einer Software verfasst wurde. Der KI-Ingenieur Adam King hat mit **Talk to Transformer** eine KI veröffentlicht, die mehrere Absätze lange englischsprachige Artikel generiert, wenn man ihr ein oder zwei Sätze vorgibt.

## Musikmacher

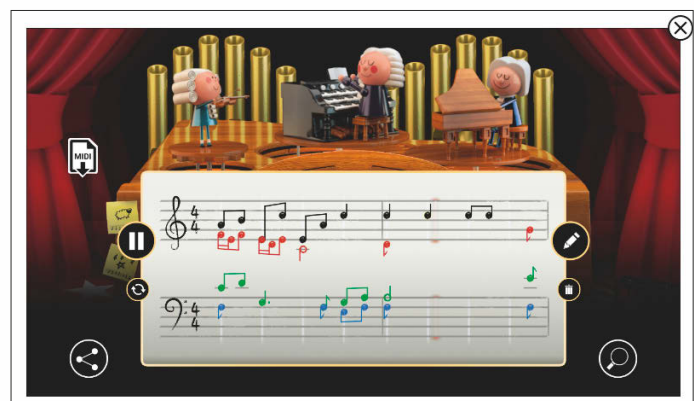
Zum 334. Geburtstag des Komponisten Johann Sebastian Bach am 21. März 2019 hat sich Google ein ganz besonderes Doodle einfallen lassen. Mit dieser auch heute noch abrufbaren interaktiven Anwendung namens **Zu Ehren von Johann Sebastian Bach** „komponieren“ Besucher Melodien im Stile des Meisters. Sie geben dabei die Noten für eine Stimme vor. Die Anwendung harmonisiert sie mit weiteren Stimmen im Stile Bachs. Dazu wurde die Anwendung mit mehr als 300 Werken trainiert.

Für ein weiteres Experiment, **The Infinite Drum Machine**, hat Google einen Drum Sequencer aus tausenden von Alltagsgeräuschen gebaut. Diese Geräusche sind in einer riesigen zweidimensionalen Punktwolke angeordnet, aus der sich der Musiker bedient. Als Besonderheit kommt dabei nicht wie bei fast allen anderen aktuellen KI-Anwendungen Deep Learning

zum Einsatz; die Matrix ist statt dessen mit der Methode „t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding (t-SNE)“ nach akustischer Ähnlichkeit sortiert. Ein anderes sehr witziges Experiment, **Giorgio Cam**, versucht, Objekte mit der PC-Kamera zu erkennen und macht daraus dann Musik mit Schnipseln aus Giorgio Moroders Werken.

Der Algorithmus von **Mubert**, einer für Android und iOS verfügbaren App, erzeugt endlose Musik-Streams bestimmter Genres wie House oder Ambient oder für bestimmte Gelegenheiten (work, study, etc.). Der Player auf der Website hat zwar einen im Vergleich zur App eingeschränkten Funktionsumfang, gibt aber einen guten Eindruck von Muberts Potenzial.

Mit Googles Doodle zum Geburtstag von Johann Sebastian gibt der Nutzer nur die (schwarzen) Noten für die erste Stimme vor; die restlichen drei stammen aus einer KI.



## Literatur

- [1] Andrea Trinkwalder, Bildbearbeitung mit Hirn, Künstliche Intelligenz macht Bildbearbeitung intuitiv, c't 11/17, S. 76
- [2] Hartmut Gieselmann, Elvis aus der Maschine, Wie KI die Musikproduktion verändert, c't 17/19, S. 64

Vorgestellte Websites: [ct.de/yz3](http://ct.de/yz3)



## IT-Job, der über 0 und 1 hinausgeht |



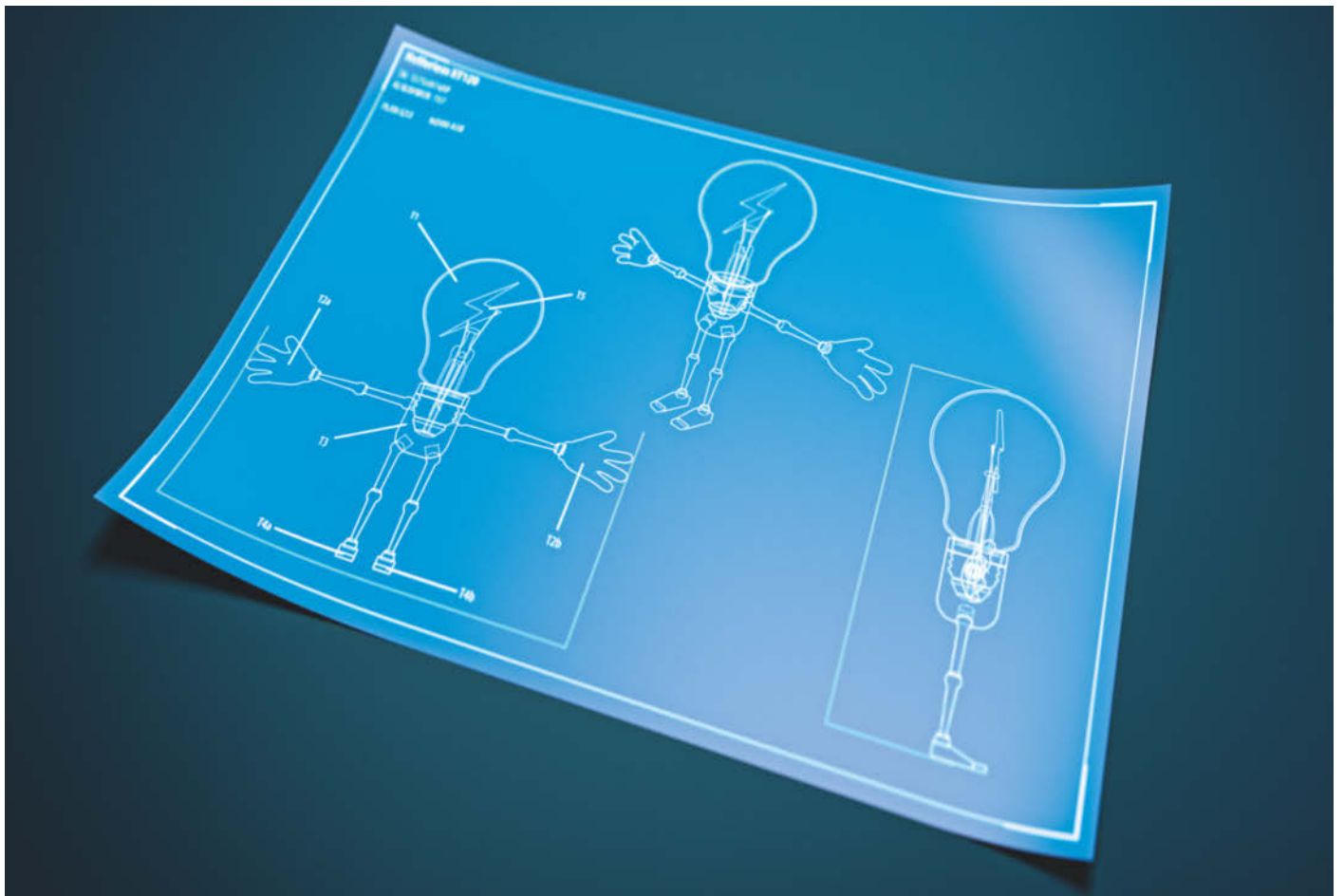
**DZ BANK Gruppe**  
Zweitgrößte **FinanzGruppe** Deutschlands  
**Digitale Trendsetter** im Bankwesen  
**Moderne** Projektmanagement-Methoden  
**Vielseitige** Entwicklungsmöglichkeiten  
**Ganzheitlicher** Problemlöser

Wenn auch Sie im Job mehr bewirken wollen: Willkommen im Team.  
Bewerben Sie sich jetzt: [www.karriere.dzbankgruppe.de](http://www.karriere.dzbankgruppe.de)

Jetzt bewerben!

MEHR  
BE  WIR KEN

 **DZ BANK Gruppe**



# Maschinelles Lernen lernen

## KI-Lernangebote für Einsteiger und Fortgeschrittene

**Auch wenn schon viele KI-Anwendungen den Alltag erobern – nachvollziehen kann man in aller Regel nicht, wie etwa ein neuronales Netz eine Katze erkennt oder wie es das gelernt hat. Glücklicherweise geben im Netz viele exzellente Lernquellen Einblicke ins maschinelle Lernen.**

Von Jo Bager

**G**oogles **Teachable Machine** erklärt die Funktionsweise von Machine Learning auf spielerische Weise, sodass auch Kinder sie nachvollziehen können. Gegebenenfalls muss ihnen allerdings ein Erwachsener die englischsprachigen Erklärungstexte überset-

zen. Der Besucher benötigt nur einen Browser und eine Webcam. Mit deren Bildern lässt sich ein neuronales Netzwerk trainieren, drei verschiedene Gesten zu erkennen. Teachable Machine weist diesen Gesten drei Farben zu: grün, rosa und orange. Je nachdem, welche Geste es erkennt, gibt es unterschiedliche Bilder, Töne oder Sätze aus.

Um dem Netzwerk die erste Geste beizubringen, etwa eine grüßende Hand, führt man sie aus und drückt dabei den Knopf „Train Green“. Teachable Machine macht dabei eine Fotoserie. Das Netzwerk sollte mit mindestens 30 Fotos pro Farbe trainiert werden, empfiehlt das Tutorial.

Diesen Schritt wiederholt man jetzt mit den Gesten für die Farben rosa und orange. Anschließend zeigt das Netzwerk live an, welche Geste es momentan erkennt. Genauer gesagt, gibt es permanent für alle drei Farben aus, mit welcher

Wahrscheinlichkeit es die jeweilige Geste im Bild erkennen – und für die mit der höchsten Wahrscheinlichkeit präsentiert es die Ausgabe.

Teachable Machine führt sehr gut vor Augen, wie deutlich voneinander abgegrenzte Eingabedaten die Erkennungsergebnisse verbessern und wie unerwartete Effekte die Ergebnisse verschlechtern können, etwa eine andere Beleuchtung als beim Training. Dass die Anwendung die Notebook-Kamera nutzt, ist übrigens unproblematisch: Sie läuft komplett im Browser und überträgt keine Bilder zu Google.

### Selbst verdrahten

Tiefere Einblicke erlaubt **A Neural Network Playground**, mit dem der Besucher den gesamten Nutzungsprozess eines tiefen künstlichen neuronalen Netzwerks durchspielen kann – die Auswahl der ein-



zelnen Neuronen, ihre Staffelung in verborgenen Schichten, das Training, die Ausgabe: Vielleicht der intuitivste Zugang, um zu erfahren, wie Deep Learning tickt (siehe Abbildung S. 21).

Mit dem Baukasten lassen sich unter anderem Klassifikatoren bauen. Die Aufgabe dabei ist, Datenpunkte einer von zwei Mengen zuzuordnen. Das klingt komplizierter, als es ist. Der Spielplatz stellt Daten, Neuronen und Gewichte grafisch dar. So sieht man auf den ersten Blick, wie sich jedes Neuron und jede Verbindung auf das Gesamtnetz auswirkt – und zwar vor dem, beim und nach dem Lernen. Und dann kann man losexperimentieren: Das vorgegebene Netz will partout nicht eines der vorgegebenen Datensets erkennen? Dann kann man es mit neuen Netzwerkebenen und Neuronen ausstatten und es erneut versuchen. Die Netzwerktopologie ist übrigens in der URL enthalten. Wer eine schöne Lösung für ein Problem gefunden hat, kann sie also leicht weitergeben.

## Die Frage nach dem Warum

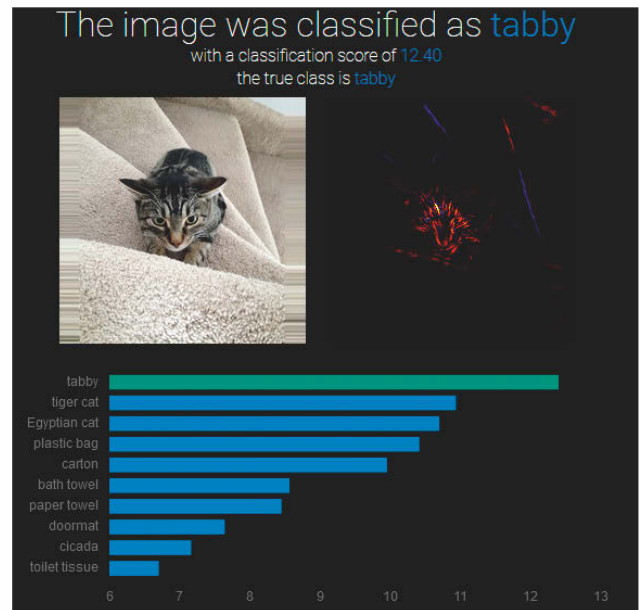
Normalerweise kann man nicht in ein neuronales Netzwerk hineinschauen wie beim Neural Network Playground – viele künstliche neuronale Netze sind Black Boxes, weil sie wesentlich komplexer sind. Dass man ihre Entscheidungen nicht nachvollziehen kann, ist aber ein Problem für viele Anwendungsfälle, etwa medizinische Diagnosen: Hier will man wissen, warum eine KI eine bestimmte Entscheidung getroffen hat.

Aus diesem Grund ist derzeit die sogenannte interpretierbare KI ein wichtiges Forschungsfeld. Hier sucht man nach Wegen, um die Entscheidungswege künstlicher Intelligenz transparent zu machen. Ein Verfahren dazu nennt sich Layer-Wise Relevance Propagation. Es durchläuft, stark vereinfacht, die Entscheidungsprozesse in neuronalen Netzen rückwärts.

Dabei wird nachvollziehbar, welcher Input welchen Einfluss auf das Ergebnis hat. Der Einfluss jedes Merkmals auf das Ergebnis lässt sich zum Beispiel durch Heatmaps visualisieren. Auf dem Server des **Fraunhofer HHI** kann man diese Methode mit Fotos, Texten und handschriftlichen Ziffern ausprobieren (alle Links unter [ct.de/y5s1](https://ct.de/y5s1)).

Auch die Forscher von Google und OpenAI lassen Sie in ihre Netzwerke hineinschauen. Dazu haben sie einen Weg

Das markante Gesicht dieser Katze hat beim Bildklassifikator offenbar den Ausschlag für die richtige Erkennung gegeben.



gefunden, die in einem Bilderkenner-Netzwerk realisierten Konzepte zu visualisieren, also zum Beispiel: Was ist ein (idealtypisches) Radio? Dabei kommen sehenswerte Bilder-Matrizen heraus, sogenannte **Activation Atlases**.

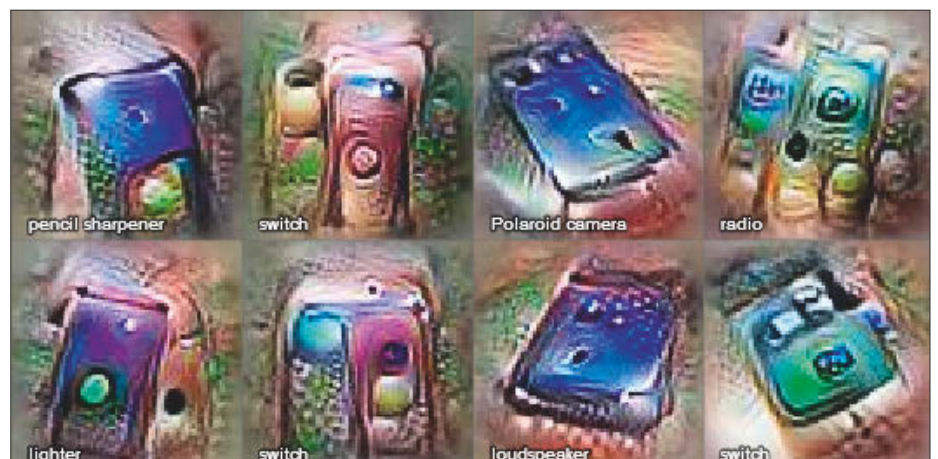
## Tiefer eintauchen

Wer sich mit den vorgestellten drei Diensten einen intuitiven Zugang zum Deep Learning verschafft und Blut geleckt hat, will vielleicht tiefer in die Materie einsteigen und auch die mathematischen Grundlagen verstehen. Dazu ist das kostenlose Online-Buch **Neural Networks and Deep Learning** ein guter Startpunkt. Praktisch: Das erste Kapitel behandelt die Buchstabenerkennung ausführlich, um die es im folgenden Programmierartikel geht.

Es gibt auch zahlreiche Online-Kurse über das Thema Machine Learning. Sehr zu empfehlen ist der Kurs von Andrew Ng bei Coursera. Ng ist ein angesehener KIVorreiter und lehrt an der Universität Stanford. Der Kurs selbst ist kostenlos; wer ihn mit einem Zertifikat abschließen will, zahlt 71 Euro.

Viele, viele weitere Links auf Lernquellen zum Thema Deep Learning finden sich in der Sammlung **Awesome Deep Learning Resources** bei GitHub, die der Entwickler Guillaume Chevalier zusammengetragen hat. Bei **learn anything** sammeln die Besucher Lernquellen verschiedener Art, angefangen bei Wikipedia-Artikeln über freie Bücher bis zu Reddit-Threads oder Subreddits. ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de)) **ct**

Alle Links: [ct.de/y5s1](https://ct.de/y5s1)



Mit den Activation Atlases von Google und OpenAI kann man ein Stück weit in die Black Box „neuronales Netzwerk“ schauen.



# „Hallo Welt“ der KI

## Mit der Python-Bibliothek Keras Deep-Learning-Algorithmen selbst programmieren

**Neuronale Netze klingen nach Gehirn und komplexer Biologie. Maschinelles Lernen leiht dort aber nur primitive Ideen. Eigentlich erstellt der Rechner nämlich nur selbstständig Statistiken – und die wenigen dafür nötigen Zeilen Python kann jeder auf dem heimischen Rechner leicht selbst programmieren. Um die Mathematik dahinter kümmert sich das Framework Keras automatisch.**

Von Pina Merkert

**C**omputer sind dumme Maschinen. Sie arbeiten zwar Millionen von Befehlen pro Sekunde ab, es muss aber stets ein Programmierer exakt festlegen, was die Maschine wann tun soll.

Das ist das Prinzip klassischer Programme von Menschenhand.

Einen ganz anderen Ansatz verfolgt künstliche Intelligenz in Form des maschinellen Lernens (ML): Der Rechner bleibt zwar gleich dumm, aber Framework-Programmierer haben lernfähige Algorithmen vorgegeben, die sich selbstständig an eine Herausforderung anpassen können. Diese Anpassung erfolgt in einer Trainingsphase, in der die Algorithmen Tausende von Beispielen zu sehen bekommen und interne Parameter dabei so verändern, dass sie möglichst gut den Beispielen entsprechen. Ein Lernalgorithmus startet also zumeist in einem Zustand, in dem er kein Problem zufriedenstellend löst. Durch das Training spezialisiert er sich auf die Aufgabe, die der Datensatz implizit vorgibt. Erst nach dem Training meistert der Algorithmus die gestellte Herausforderung, was Data Scientists als „Inferencing“ bezeichnen.

Es gibt bereits seit vielen Jahrzehnten solche lernfähigen Algorithmen. Die „klassischen Verfahren“ bauen auf einfachen Ideen auf. K-Nearest-Neighbour sucht beispielsweise eine vorgegebene Zahl ( $k$ ) an Beispielen aus den Trainingsdaten, die am ehesten zu einer neuen Eingabe passt, und mittelt für seine Vorhersage die Ausgaben aus diesen Beispielen. Entscheidungsbäume lernen, anhand einer Kaskade von Wenn-Dann-Entscheidungen die passenden Ausgaben zu liefern. In der ersten Kinect hat diese einfache Idee gereicht, damit Microsoft damit Körperteile erkannte. Bayesian-Netzwerke, Hidden-Markov-Modelle und Support-Vector-Machines erstellen alle automatisierte Statistiken und liefern teils erstaunlich gute Ergebnisse. Die Qualität der Vorhersagen hängt nämlich nur bedingt vom verwendeten Algorithmus ab. Auch klassische effiziente ML-Algorithmen liefern mit guten Trainingsdaten akkurate Resultate.



## Datensatz: Pina schläft?

Zeit	x1: Schloss	x2: Strom	y: Pina schläft
15:00	0	0	0
17:00	0	0	0
19:00	1	0	0
21:00	1	20	0
23:00	1	20	0
01:00	1	0	1
03:00	1	0	1
05:00	1	0	1

### Gute Daten sind teuer

Trainingsdaten zu erzeugen war aber lange Zeit ein zu großer Kostenfaktor. Oft war es billiger, wenn ein Programmierer das Problem durchschaute und dann den für die Lösung notwendigen Code per Hand zusammenschrieb. Das änderte sich jedoch mit dem „Deep Learning“. Das „tiefe“ Lernen nutzt neuronale Netze, einen Lernalgorithmus, den es bereits seit den 1950er-Jahren gibt. Dessen simulierte Neuronen lassen sich leicht stapeln, was für tiefe Strukturen sorgt. Die Tiefe nutzt das Deep Learning dazu, aus wenig vorkonstruierten Datensätzen automatisch Features zu extrahieren. Mit denen kann das Netzwerk erlernen, die richtigen Ausgaben zu berechnen, obwohl kein Programmierer die Daten aufwendig per Hand vorverarbeitet hat. Man braucht für diese Art von Lernalgorithmus zwar noch mehr Trainingsbeispiele als für die klassischen Verfahren, spart aber Programmierarbeit.

Maschinelles Lernen ist damit etwas für Programmierer, die es nicht so genau nehmen wollen: Statt eines exakten Algorithmus wählt man nur ein grobes Modell für die Berechnung. Dazu sammelt man den Datensatz mit Beispielen und lässt den Rechner selbst herausfinden, wie die Details aussehen müssen, damit das Modell zu den Beispielen passt.

Gerade beim Deep Learning bestehen die Modelle aber aus unüberschaubar vielen Neuronen mit Millionen von Parametern, die sich während des Trainings alle gleichzeitig ändern. Mancher fühlt sich daher von der Komplexität solcher Systeme erschlagen. Die zugrunde liegenden Ideen sind aber ausgesprochen einfach und die Netzwerke wenden lediglich die immer gleiche Idee wieder und wieder an. Mit dem Code aus diesem Artikel trainieren Sie selbst auf betagten Notebooks im Handumdrehen ein neuronales Netz.

Keine Angst vor komplexen Netzen: Der beschriebene Code fängt ganz klein an.

### Ein Neuron

Maschinelles Lernen beginnt stets mit einem Datensatz (siehe Tabelle). Im ersten Beispiel geht es darum, aus dem Status von Pinas smartem Fahrradschloss und dem Stromverbrauch gemessen an ihrem Lichtschalter vorherzusagen, ob Pina gerade schläft oder nicht. Eine einfache Funktion, um das zu berechnen, wäre:

$$y_- = \max(w1 * x1 + w2 * x2 + b, 0)$$

Bei  $x1$  handelt es sich um den Status des Schlosses, bei  $x2$  um den gemessenen Stromverbrauch in Watt.  $w1$ ,  $w2$  und  $b$  sind Parameter, die der Rechner aus den Daten lernen soll. Die  $\max()$ -Funktion mit 0 ist eine Aktivierungsfunktion, die sogenannte „rectified linear unit“ (ReLU). Die ReLU sorgt dafür, dass das Ergebnis  $y_-$  nie negativ wird. Diese Berechnung als Funktion zu definieren reicht als Modell schon aus.

Beim Training geht es nun darum, die drei Parameter automatisch so zu wählen, dass es für die Daten aus der Tabelle keinen Unterschied zwischen der errechneten Vorhersage für den Schlafstatus  $y_-$  und dem gemessenen Status  $y$  gibt. Da der Rechner dabei nicht sofort richtig liegt, definiert man die Loss-Funktion. Ihr Wert muss klein sein, wenn der Rechner seine Aufgabe gut macht, und groß, wenn es große Unterschiede zwischen  $y_-$  und  $y$  gibt. Da sie nicht negativ werden soll, bietet sich die quadrierte Differenz als Loss an:

$$\text{loss} = (y - y_-) ** 2$$

Das Training besteht nun darin, die Parameter mit zufälligen Werten zu befüllen und einen Optimierungsalgorithmus anzuwenden, der die Parameter in kleinen Schritten so anpasst, dass  $\text{loss}$  immer kleiner wird. Eine effiziente Methode nutzt die „Backpropagation of Errors“ in Form der Ableitung (Gradient) der Loss-Funktion. Weniger mathematisch ausgedrückt schaut der Algorithmus in jedem Schritt, welcher Parameter wie stark dazu beigetragen hat, dass  $\text{loss}$  größer 0 war, und passt diesen Parameter entsprechend mehr oder weniger an. Der Algorithmus heißt „Gradientenabstieg“, weil er die analytisch berechnete Ableitung nutzt, um herauszufinden, in welche Richtung die Loss-Funktion am steilsten abfällt. Der Gradientenabstieg funktioniert mit beliebig vielen Parametern, sodass man auch sehr komplexe Modelle mit vielen Para-

metern mit dem immer gleichen Algorithmus optimieren kann.

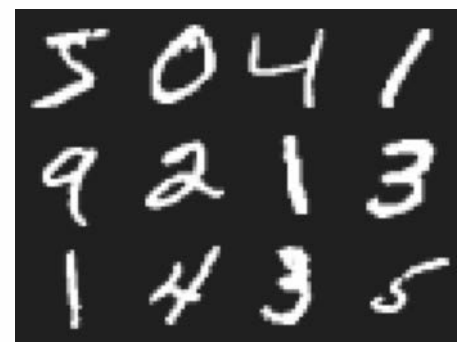
Im Beispiel, ob Pina schläft, findet der Gradientenabstieg die Parameter  $w1=1.0$ ,  $w2=-0.05$  und  $b=0.0$ . In die Formel eingesetzt kommen damit die Werte 0.0, 0.0, 1.0, 0.0, 0.0, 1.0, 1.0 und 1.0 heraus. Der dritte Wert (19:00 Uhr) sollte aber 0.0 sein. Das Modell ist hier zu einfach und erreicht nach dem Training deshalb nur eine Genauigkeit von 87,5 Prozent. So etwas passiert beim maschinellen Lernen oft. Um die Genauigkeit zu steigern, könnte man die Eingabedaten um die Uhrzeit erweitern: dann lernt das System, dass Schlafen nachmittags unwahrscheinlich ist.

Bei der einfachen Formel für das Modell handelt es sich übrigens um ein einzelnes simuliertes Neuron. Nutzt man die Ergebnisse einer solchen Berechnung als Eingaben für weitere Neuronen, hat man bereits ein mehrschichtiges neuronales Netz definiert. Mit den komplexen Strukturen in echten Gehirnen hat das also wenig zu tun. Die Formeln ähneln eher den bedingten Wahrscheinlichkeiten aus der Bayes'schen Statistik.

### Handgeschriebene Ziffern

Mit einem so einfachen Beispiel, bei dem man perfekte Parameter in Sekunden erraten kann, erschließt sich der Hype ums Deep Learning natürlich nicht. Deswegen gilt als „Hallo Welt“ der KI auch das Erkennen von handgeschriebenen Ziffern aus dem MNIST-Datensatz. Der enthält 70.000  $28 \times 28$ -Pixel große Bilder und dazu jeweils die passende Ziffer, die die KI erkennen soll.

Um mit solchen Datensätzen zu arbeiten, eignet sich das Python-Framework



An diesen zwölf Bildern aus dem MNIST-Datensatz wird klar, dass die Erkennung für den Rechner nicht trivial ist. Beispielsweise könnte auch ein Mensch die 5 ganz rechts in der dritten Zeile fälschlicherweise als 6 identifizieren.

Keras. Es kümmert sich nicht nur um die Mathematik hinter den Algorithmen, sondern bringt für einen schnellen Einstieg auch Funktionen mit, um übliche Datensätze wie MNIST automatisch zu laden. Der Befehl `pip install keras` installiert das Framework samt Abhängigkeiten in jede Python-Umgebung, die `pip` kennt (beispielsweise ein frisches Virtualenv unter Linux oder eine Anaconda-Installation unter Windows). Den Datensatz laden dann folgende vier Zeilen Python:

```
from keras.datasets import mnist
train_da, test_da = mnist.load_data()
x_train, y_train = train_da
x_test, y_test = test_da
```

`load_data()` lädt die Daten aufgeteilt in zwei Teile: 60.000 Bilder (`x_train`) und Labels (`y_train`) dienen zum Training. Die 10.000 Bilder und Labels in `x_test` und `y_test` bekommt der Trainingsalgorithmus bewusst nicht zu sehen. Mit ihnen prüft man nach dem Training, ob die KI nur Beispiele auswendig gelernt hat oder auch mit unbekannten Daten zurechtkommt.

Neuronale Netze erwarten ihre Eingaben normalerweise als Gleitkommazahlen mit 32 Bit, normalisiert auf den Wertebereich zwischen 0 und 1. Der Code im

```
import keras.backend as K
from keras.utils import to_categorical

def load_data():
    dat_form = K.image_data_format()
    rows, cols = 28, 28
    train_size = x_train.shape[0]
    test_size = x_test.shape[0]
    if dat_form == 'channels_first':
        x_train = x_train.reshape(
            train_size, 1, rows, cols)
        x_test = x_test.reshape(
            test_size, 1, rows, cols)
        input_shape = (1, rows, cols)
    else:
        x_train = x_train.reshape(
            train_size, rows, cols, 1)
        x_test = x_test.reshape(
            test_size, rows, cols, 1)
        input_shape = (rows, cols, 1)
    # norm data to float in range 0..1
    x_train = x_train.astype('float32')
    x_test = x_test.astype('float32')
    x_train /= 255
    x_test /= 255
    # conv class vecs to one hot vec
    y_train = to_categorical(y_train, 10)
    y_test = to_categorical(y_test, 10)
```

**Vor dem Training muss man die Daten normieren und die korrekte Ausgabe als Vektor darstellen.**

Kasten konvertiert die Daten ins richtige Format und gibt den Bilddaten auch gleich eine zweidimensionale Struktur (erst später relevant, um ein Convolutional Network zu trainieren).

Um für die ersten Tests schnell loszulegen, haben wir die Menge der Trainingsdaten zunächst auf 100 Datensätze zusammengestutzt:

```
x_train = x_train[:100]
y_train = y_train[:100]
```

## Ein ganz einfaches Modell

Die meisten neuronalen Netze bestehen aus Schichten mit voneinander unabhängigen „Neuronen“, von denen jedes wie die einfache Funktion vom Anfang funktioniert (Eingaben mit Gewichten multiplizieren, Bias addieren, nicht lineare Aktivierungsfunktion auf das Ergebnis anwenden). Die Ausgaben einer Schicht verwenden diese Netze jeweils als Eingabe der nächsten Schicht. Die Ausgabeschicht enthält bei Klassifikationsaufgaben für jede zu unterscheidende Klasse ein Neuron. Ein solches Modell erzeugt Keras weitgehend automatisch mit der Klasse `Sequential()`:

```
from keras.models import Sequential
from keras.layers import Dense, Flatten
model = Sequential()
model.add(Flatten())
model.add(Dense(10, activation='softmax'))
```

Dieses Modell verwandelt mit `Flatten()` die Eingabedaten (Array aus  $28 \times 28$  Zahlen) zuerst von einem 2D-Bild in einen eindimensionalen Vektor mit  $28 \times 28 = 784$  Dimensionen. Die Funktion `model.add()` fügt die Berechnungen jeweils als eine Schicht zum 'Model'-Objekt hinzu. Danach berechnet `Dense()` die Aktivierungen für zehn Neuronen, eines für jede Ziffer, die herauskommen kann. Im Idealfall gibt für jedes Eingabebild nur ein Neuron einen nennenswert großen Wert aus.

Die Aktivierungsfunktion 'softmax' normiert die Aktivierungen der zehn Neuronen, sodass sie in der Summe 1 ergeben. Dadurch kann man mit dem Ergebnis wie mit Wahrscheinlichkeiten rechnen. Ist eine der zehn Zahlen im Ausgabevektor beinahe 100 Prozent, ist sich das neuronale Netz sehr sicher. Sind die zehn Zahlen in der Nähe von 10 Prozent, hat das Netz keine Ahnung, welche Ziffer im Eingabebild geschrieben wurde.

Keras baut intern einen Graphen an Berechnungen auf, optimiert diesen auto-

matisch und bringt ihn in ein Format, damit der Rechner ihn effizient auf der Hardware ausführen kann. Das Framework nutzt dabei auch Grafikkarten und KI-Beschleuniger, sofern diese im Rechner stecken.

Der Python-Code für das Modell definiert die Berechnungen von den Eingaben zu den Ausgaben (forward pass). Zum Trainieren bestimmt Keras vollautomatisch die Ableitung der Loss-Funktion (backward pass) und fügt die Berechnungen dafür zusammen mit dem Algorithmus für den Gradientenabstieg zum Berechnungsgraph hinzu. Um all das zu definieren, reicht eine Zeile:

```
from keras.losses import categorical_crossentropy
from keras.optimizers import Adam
model.compile(
    loss=categorical_crossentropy,
    optimizer=Adam(),
    metrics=['accuracy'])
```

Die `categorical_crossentropy` ist eine Loss-Funktion, die den quadrierten Abstand zwischen berechneten Ausgaben und gewünschten Daten (One-Hot-Vektor der gewünschten Klasse) berechnet. Sie eignet sich für alle Klassifizierungsprobleme, bei denen der Datensatz korrekte Antworten enthält (supervised Learning).

Der Optimierungsalgorithmus `Adam()` ist eine Variante des Gradientenabstiegs, die Parameter wie Schrittweite selbst während des Trainings anpasst. Der Adam-Algorithmus funktioniert recht robust für die meisten Probleme beim Deep Learning, ohne dass man viele Hyperparameter per Hand einstellen müsste.

Der Parameter `metrics=['accuracy']` veranlasst Keras, beim Training nicht nur Loss zu berechnen, sondern nachzuzählen, bei wie vielen Bildern das Netz die korrekte Ziffer errät.

## Training starten

Um das Training zu starten, reicht ein Aufruf von `model.fit()`:

```
history = model.fit(x_train, y_train,
    batch_size=128,
    epochs=12, verbose=1,
    validation_data=(x_test, y_test))
```

Die Funktion nimmt als ersten Parameter die Eingaben und als zweiten Parameter die Ausgaben entgegen. Die `batch_size` legt fest, wie viele Datensätze das Netz auf einmal berechnet. Man wählt die Batches möglichst groß, da das die Vektoreinheit-

ten der CPU und mehr noch der Grafikkarten auslastet. Außerdem stabilisieren große Batches das Training, da Ausreißer im Datensatz dann nicht zu starken Ausschlägen bei den Gradienten führen, die den Optimierungsalgorithmus in die falsche Richtung lenken. Die natürliche Grenze für die Batchgröße ist der Arbeitsspeicher, da für eine effiziente Berechnung alle Daten eines Batches in den Speicher passen müssen.

Der Parameter `epochs` legt fest, wie oft der Trainingsalgorithmus alle 128 Trainingsdaten durchläuft. Zwölf dieser Epochen reichen für dieses Beispiel aus. Für Probleme, die beim Training mehr Schwierigkeiten bereiten, muss man auf eine kleinere Lernrate (ein Hyperparameter des Optimierungsalgorithmus) und mehr Epochen ausweichen.

Damit Keras nach jeder Epoche getestet, wie gut das Netz auf unbekannten Daten abschneidet, reicht es, die Testdaten lediglich als `validation_data=(x_test, y_test)` anzugeben.

Die Funktion `model.fit()` gibt ein `History`-Objekt mit statistischen Daten über das Training zurück. Um die später auszuwerten, lohnt es, diese in der Variable `history` zu speichern. Wir haben mit diesen Daten die Diagramme in diesem Artikel erzeugt. Wie das geht, sehen Sie im Repository auf GitHub, das Sie über [ct.de/ycnd](https://ct.de/ycnd) finden.

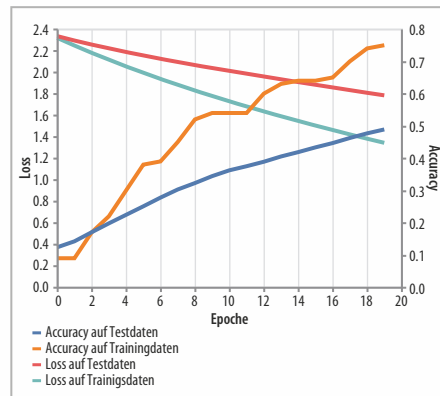
## Tieferes Netz

Das Netz mit nur einer Schicht errät nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 49 Prozent die richtige Ziffer (Accuracy auf Testdaten). Das bescheinigt dem Netz noch keine besondere Intelligenz (immerhin besser als raten). Um es intelligenter zu machen, muss man ihm nur mehr Neuronen geben und dafür direkt hinter `Flatten()` eine weitere Schicht einfügen:

```
model.add(Dense(200, activation='relu'))
```

Die zusätzliche Schicht hat 200 Neuronen (mit der Anzahl können Sie gern herumspielen), die zuerst über die Eingaben „nachdenken“. Aus deren Ergebnissen berechnet dann die bereits vorher definierte Ausgabeschicht ihre Vermutung, welche Ziffer im Bild zu sehen ist.

Da die neue Schicht von außen nicht sichtbar ist (keine ihrer Aktivierungen landet direkt im Ausgabevektor), bezeichnet man sie als „hidden layer“. Beim Deep Learning bestehen die Netze größtenteils aus solchen versteckten Schichten.



**Mit einer einzigen Schicht Neuronen erreicht das Netz eine Genauigkeit von nur 49 Prozent.**

Ein erneuter Trainingsdurchlauf zeigt: Die zusätzlichen Neuronen verbessern das Netz erheblich. Bei den Trainingsdaten liegt es nach 20 Epochen bereits in zehn von zehn Fällen richtig. Bei den Testdaten schneidet es mit knapp 70 Prozent allerdings deutlich schlechter ab. Was ist passiert?

## Nichts verstanden

Neuronale Netze verhalten sich oft wie faule Schüler: Manchmal reicht es für ein gutes Ergebnis auf den Trainingsdaten, diese auswendig zu lernen. Es würde einfach mehr Mühe kosten, den tatsächlichen Zusammenhang zu verstehen, als die Beispiele in den Parametern zu kodieren. Beim Gradientenabstieg gab es in diesem Fall einen steileren Abhang fürs Auswendiglernen als fürs Verstehen des Zusammenhangs.

Dieses Phänomen heißt „Overfitting“ und man erkennt es daran, dass ein Netz auf unbekannten Daten deutlich schlechter abschneidet als auf den Trainingsdaten.

Die naheliegende Maßnahme gegen Overfitting ist ein größerer Datensatz. Muss das Netz beim Training mit mehr unterschiedlichen Daten zurechtkommen, lohnt es sich irgendwann nicht mehr, einzelne der vielen Daten auswendig zu lernen. Das Verstehen des Zusammenhangs entpuppt sich dann als der einfachere Weg. Statt mit 100 Bildern sollten Sie daher immer mit allen 60.000 trainieren, was entsprechend länger dauert.

Bei vielen KI-Aufgaben ist es aber sehr aufwendig und teuer, einen genügend großen Datensatz zusammenzustellen, der Overfitting verhindert. Daher hat sich ein Trick beim Definieren des Modells einge-

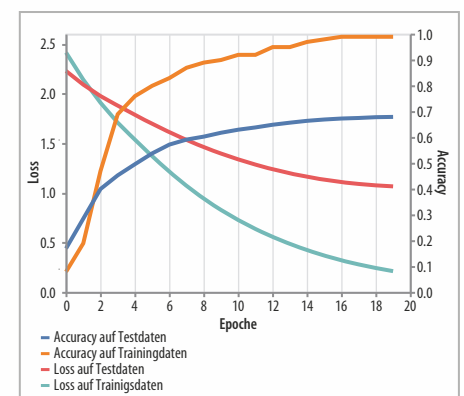
bürgert: Zwischen den Schichten mit Neuronen schiebt man `Dropout()` ein. Diese Schicht setzt zufällig einen Teil der Aktivierungen der vorherigen Schicht auf 0. Damit kommt das Netz nicht mehr verlässlich an jeden Parameter und tut sich schwerer im Auswendiglernen. Der Nachteil davon: Das Training dauert länger und verschlingt mehr Rechenleistung. Eine Schicht, die zufällig die Hälfte aller Informationen verwirft, definiert die folgende Zeile (eingefügt zwischen den hidden layer und der Ausgabeschicht):

```
from keras.layers import Dropout
model.add(Dropout(0.5))
```

Mit dem so erhöhten Aufwand dreht der Lüfter beim Training schon einige Sekunden hoch. Das Netz erkennt dafür aber bereits in fast 98 Prozent der Fälle die richtige Ziffer. Mit mehr Rechenleistung (beispielsweise von einer Grafikkarte) oder längerer Rechenzeit als bei den ersten Versuchen geht es aber noch besser.

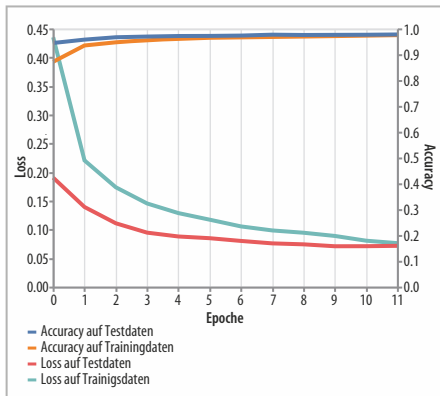
## Convolutional Network

Mit Convolutional Networks verabschieden sich neuronale Netze endgültig vom Gehirn als Vorlage. Die Netze nutzen hier die mathematische Operation der Faltung, um kleine Matrizen schrittweise übers Bild zu schieben und dabei Formen zu erkennen. Das lässt sich effizient berechnen, da die Schicht dabei wenige Parameter für die Gewichte immer wieder verwendet. Stellt man sich das mit einem biologischen Gehirn vor, wäre das, als würde ein Neuron die Synapsen eines benachbarten Neurons kopieren – das kommt in einem echten Gehirn sicher nicht vor.



**Nichts verstanden, nur Trainingsdaten auswendig gelernt: Beim gefürchteten „Overfitting“ schneidet das Netz auf den Trainingsdaten viel besser ab als auf den Testdaten.**





Trainiert mit 60.000 Datensätzen und Dropout, kommt es nicht mehr zum Overfitting – und das Netz liegt in knapp 98 Prozent der Fälle richtig.

Mit Faltungen lassen sich ganz hervorragend Filter erlernen, um Formen in einem Bild zu erkennen. Die so erkannten Features nutzt dann die nächste Schicht zum Erlernen noch komplexerer Formen und so weiter. Kommen auf diese Weise mehr als vier Schichten zusammen, spricht man von „Deep Learning“.

In dem `model` in Keras zwei zusätzliche Schichten mit Faltungen zu definieren, geht genauso einfach wie bei anderen versteckten Schichten:

```
from keras.layers import Conv2D
from keras.layers import MaxPooling2D
model.add(Conv2D(
    32, kernel_size=(3, 3),
    activation='relu',
    input_shape=input_shape))
model.add(Conv2D(
    64, kernel_size=(3, 3),
    activation='relu'))
model.add(MaxPooling2D(
    pool_size=(2, 2)))
model.add(Dropout(0.25))
```

Die neuen `Conv2D()`-Schichten gehören vor die bestehende `Flatten()`-Schicht, da sie die zweidimensionale Struktur der Eingabebilder nutzen (den `Dense()`-Layern war diese Struktur egal). Die erste Schicht lernt 32 Filter mit einer Matrixgröße von  $3 \times 3$ , die zweite 64 davon.

Danach folgt ein Pooling-Layer, der von je vier Aktivierungen ( $2 \times 2$ ) immer nur die größte weitergibt. Solche Schichten reduzieren die Auflösung des Bilds und werfen dabei einen Teil der Pixel. Da mit der Anzahl der Filter aber auch die Zahl der Kanäle pro Pixel steigt, muss das Netz hier nur lernen, die Information über die von den Filtern erkannten Formen zu kodieren.

Dieses Netz zu trainieren dauert auf einem älteren Notebook mit vier Kernen nun schon mehr als 15 Minuten. Die Trainingszeit hängt sehr stark daran, wie viele CPU-Kerne mitarbeiten oder wie viele Compute-Cores die Grafikkarte mitbringt. Dafür erkennt das Netz nach dem Training mehr als 99 Prozent der Ziffern richtig. Damit schneidet es bei dieser Aufgabe besser ab als ein Mensch.

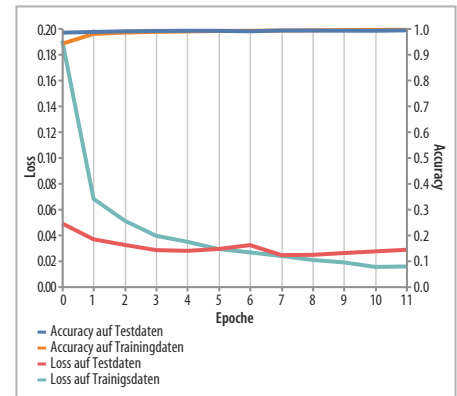
## Spielwiese für Experimentierer

Keras macht es extrem einfach, Modelle für verschiedenste Netzwerkarchitekturen zu definieren. Das lädt zum Experimentieren ein, denn am Optimierungsalgorithmus und der Loss-Funktion muss man nur in seltenen Fällen drehen.

Möchte man eine bestehende Lösung, beispielsweise aus einem Forschungspapier, für einen eigenen Datensatz anpassen, reicht es meist, die Struktur zuerst nachzubauen und an den Hyperparametern zu drehen. Wer dabei nicht die Übersicht über die berechneten Experimente verlieren will, dem sei das Framework Sacred empfohlen [1], das systematisch Parameter und Ergebnisse durchsuchbar protokolliert. Der Code in unserem Repository (siehe [ct.de/ycnd](https://ct.de/ycnd)) nutzt bereits Sacred.

Wir raten sehr dazu, Deep-Learning-Experimente selbst auszuführen. Man bekommt dadurch ein Gefühl dafür, wo die Probleme bei Datensätzen und Netzwerkstrukturen liegen, und lernt den Hype ums Deep Learning besser einzuschätzen. Nützlich ist die Technik auf jeden Fall und viele Ergebnisse sind faszinierend, wenn man sich vor Augen führt, wie einfach die zugrunde liegenden Algorithmen sind.

Microsoft, Google und Amazon bieten in ihren Clouds über APIs Zugriff auf



Die Trainingskurve zeigt: Das Convolutional Network lernt ohne Overfitting und liegt in mehr als 99 Prozent der Beispiele richtig.

trainierte Netze, die transkribieren, vorlesen, übersetzen, Zustimmung messen und Bilder analysieren. Auch zahlreiche Startups erlauben API-Zugriff auf ihre trainierten Netze, geben dabei aber ebenfalls die genauen Parameter nicht preis.

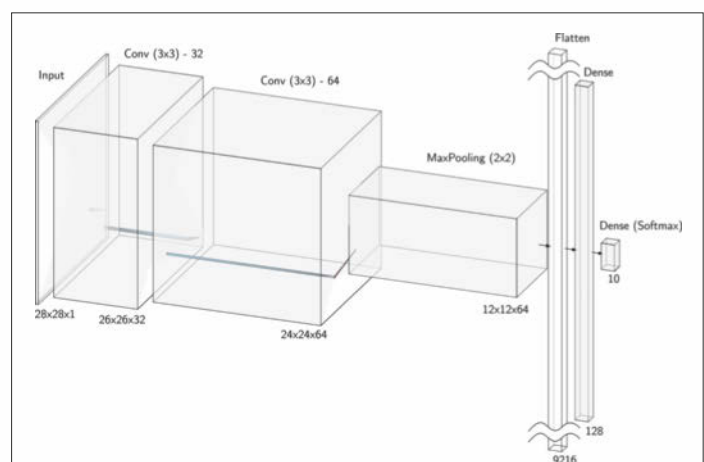
Leider ist jedoch nicht jede Anwendung, die mit „KI“ beworben wird, auch wirklich schlau. Manche Firmen verwenden gar kein maschinelles Lernen, andere trainieren neuronale Netze mit ungenügenden Daten. Leider gibt es beim Deep Learning nämlich viele zu kleine Datensätze oder solche mit einem Bias, der die Ergebnisse wertlos macht. Wer neuronale Netze mal selbst trainiert hat, erkennt solche Probleme oder weiß, die richtigen Fragen zu stellen. (pmk@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Pina Merkert, Ehre das Zwischenergebnis!, Dank Sacred nie wieder Parameter für KI & Co. vergessen, c't 20/2017, S. 174

Code bei GitHub, Keras-Doku: [ct.de/ycnd](https://ct.de/ycnd)

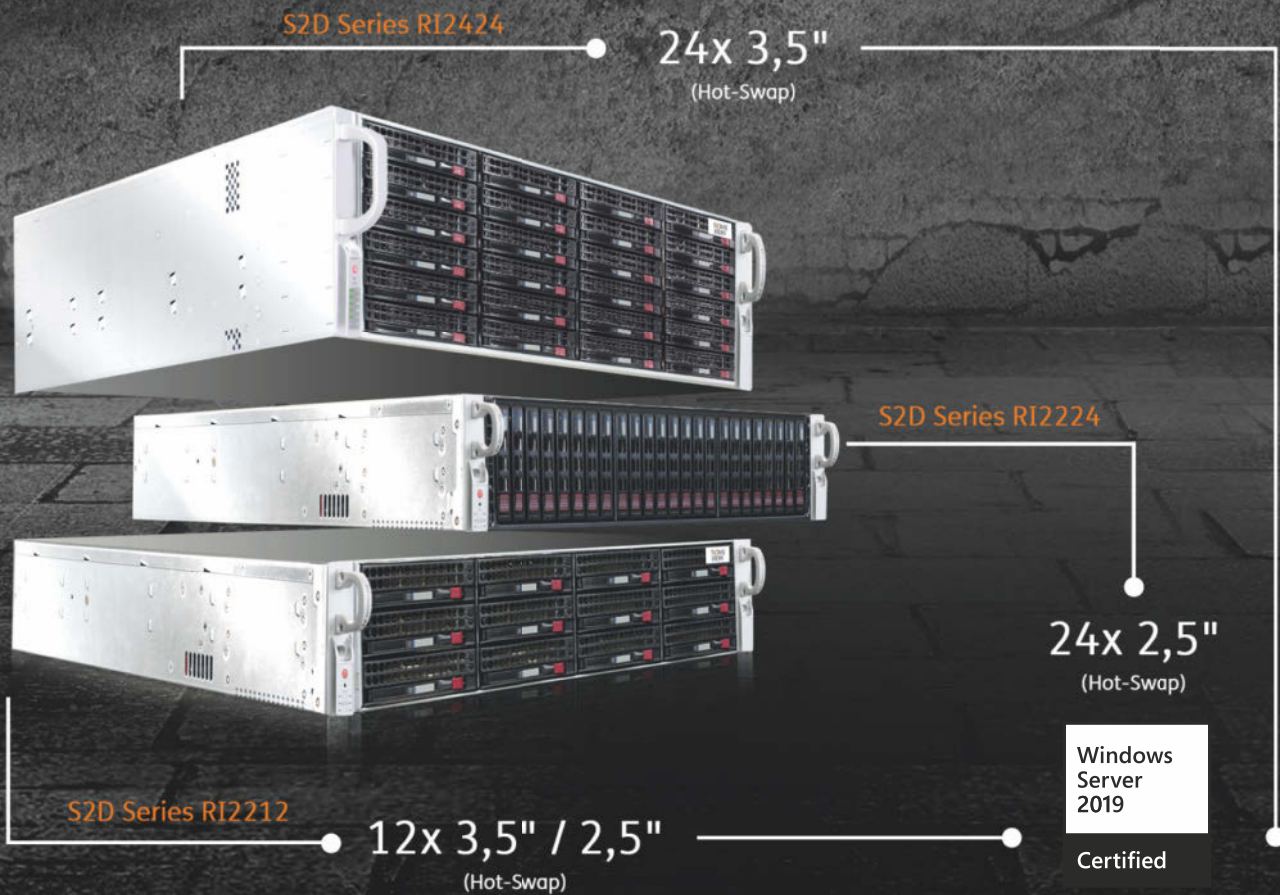
Das Convolutional Network nutzt die zweidimensionale Struktur der Bilddaten, um auf den ersten beiden Schichten Features zu lernen, die überall im Bild vorkommen können.



# Passender wird's nicht!

## Zertifizierte S2D Rack-Server Serie

Mit Windows Server 2019 und Storage Spaces Direct (S2D) realisieren Sie auch anspruchsvolle SDS- und HCI-Projekte ganz ohne Software von Drittanbietern. Die passenden Hardware-Bausteine finden Sie ab sofort bei Thomas-Krenn.



Jetzt erhältlich!

Im **Thomas-Krenn-Onlineshop**

**[thomas-krenn.com/serie](https://thomas-krenn.com/serie)**

**Kontaktieren Sie uns:**

+49 (0) 8551.9150-300

**THOMAS  
KRENN®**



# Cookie-Dämmerung

## Trotz neuer Schutzmaßnahmen können Verbraucher Tracking kaum entgehen

**Die Tracker-Blockierer in Firefox und Safari zeigen Wirkung und sogar Google will mit seinem Browser Chrome weniger Daten sammeln. Ein Sieg für den Datenschutz? Eher eine kurzfristige Eindämmung der Schnüffelei.**

Von Torsten Kleinz

Die Anfang September veröffentlichte Firefox-Version 69 hat deutsche Website-Betreiber und die Werbeindustrie deutlich getroffen. Der Open-Source-Browser blockiert in seiner Standard-Einstellung Third-Party-Cookies, die vor allem in der Werbebranche zur Personalisierung der angezeigten Werbemittel eingesetzt werden.

Die Änderung vollzog sich in enormen Tempo. Dank automatisierter Updates waren bereits nach wenigen Tagen 80 Prozent der Firefox-Nutzer mit den neuen Standard-Einstellungen unterwegs, wie Alwin Viereck von United Internet Media auf dem Online Ad Summit im Vorfeld der Fachmesse dmexco in Köln erläuterte.

### Firefox und Safari blocken

Die Mozilla Foundation, die Firefox herausbringt, eifert mit ihrem Schritt Apple nach. Der iPhone-Konzern hat in seinem Browser Safari bereits im vergangenen Jahr eine „Intelligent Tracking Prevention“ aktiviert, die ebenfalls verhindert, dass Werbetreibende Nutzer über verschiedene Webseiten verfolgen und so ihre vermeintlichen Vorlieben identifizieren können.

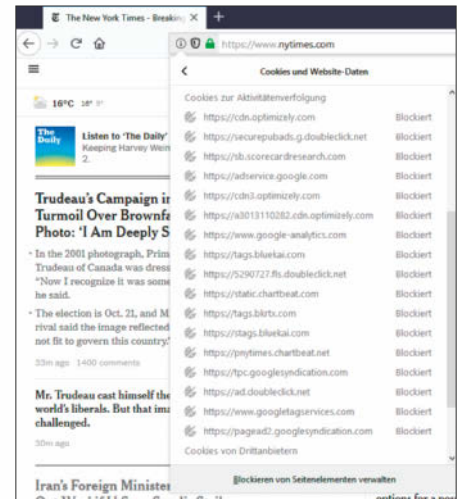
Tracking ist die Basis für die sogenannte „programmatische Werbeaußenspielung“, bei der Online-Marketeers Werbeflächen in Echtzeit exakt auf vordefinierte Zielgruppen ersteigern [1]. Auch für Web-

site-Betreiber ist Tracking attraktiv: Sie können deutlich höhere Preise pro Werbefläche verlangen. Das führt dazu, dass etliche Websites mit Dutzenden Trackern versuchen, dem Besucher nachzuspüren.

Kommt ein Besucher mit einem aktuellen Firefox oder Safari vorbei, können die Website-Betreiber allerdings nur noch nicht personalisierte Werbung ausliefern, die relativ schlecht bezahlt wird. Angesichts des hohen Marktanteils der beiden Browser in Deutschland – zusammen kommen beide über 30 Prozent – bedeutet dies einen erheblichen Verlust. Viereck kalkuliert aktuell mit 15 Prozent geringeren Werbeeinnahmen.

### Abwehrreflexe und -maßnahmen

Einige Vertreter der Werbebranche sprechen den Browser-Herstellern die Legitimität ab, in ihr Geschäft eingreifen. Stefan Mölling von der Axel Springer-Tochter Media Impact etwa erklärte: „Die Mozillas dieser Welt bevormunden sowohl die Nutzer als auch die Gesetzgeber.“ Deshalb gelte es, einen neuen branchenweiten



Firefox blockiert Tracking-Cookies jetzt standardmäßig.

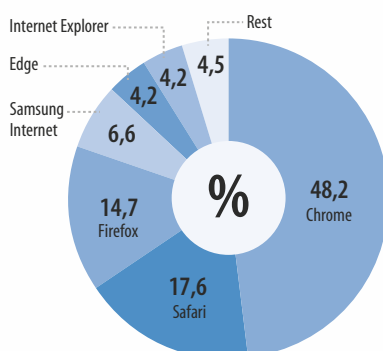
Schulterschluss zu suchen, um auch die Politik davon zu überzeugen, dass hier eine Regulierung der Browser zugunsten der Werbefinanzierung notwendig sei.

Eine Antwort auf die Cookie-lose Welt könnte semantisches Targeting (Contextual Advertising) sein. Damit können Website-Betreiber Anzeigen gezielt in einem werberelevanten Umfeld platzieren, zum Beispiel durch im Vorfeld festgelegte Keywords. Verlage und Fernsehsender wollen Werbekunden bessere Möglichkeiten zur Platzierung anbieten. Andere Adtech-Unternehmen wollen die Cookie-Blockade umgehen. Sie arbeiten an Wegen, die Informationen, die derzeit noch von Third-Party-Cookies erfasst werden, künftig in die First-Party-Cookies zu verschieben und im Hintergrund zwischen den Website-Betreibern zu synchronisieren.

Ob dieser Ansatz funktionieren wird, ist allerdings noch unklar. So hat Apple bereits mit Sanktionen gedroht, falls Websites die Privatsphäre-Einstellungen der Safari-Nutzer umgehen wollen. Auch ist noch unklar, welche ID-Anbieter sich im Hintergrund durchsetzen können und ob

### Browser-Markt

In Deutschland haben Firefox und Safari gut 30 Prozent Marktanteil. Dass diese beiden Browser Tracker blockieren, spürt die Werbeindustrie deutlich.





die neuen Datenprofile die gleiche Detailtiefe haben, wie es die Werbeindustrie mittlerweile gewohnt ist.

## Googles Datenschutz-Sandbox

Google hat ebenfalls angekündigt, mit seinem Browser Chrome weniger Daten der Surfer einsammeln zu wollen. Derart drastische Maßnahmen, wie sie Apple und Mozilla umsetzen, sind allerdings nicht im Interesse Googles, das den Löwenanteil seiner Einnahmen mit personalisierter Werbung erzielt.

Zudem ist Google noch weit von einer konkreten Umsetzung entfernt. Das Unternehmen hat unter der Bezeichnung „Privacy Sandbox“ mehrere Vorschläge auf GitHub veröffentlicht, die einen gangbaren Mittelweg zwischen Privatsphäre und Monetarisierung aufzeigen sollen.

So sollen Browser ein „Privacy Budget“ verwalten, das Websites eingeschränkten Zugriff auf Nutzerdaten gibt, sodass Nutzer etwa in eine Werbeziel-

gruppe einsortiert werden, aber nicht persönlich identifiziert werden können. Google sieht auch die Einrichtung zentraler Identitätsdienstleister vor, die per API beschränkten Zugriff auf Nutzerdaten bieten und den Nutzer über die weitergegebenen Infos informieren. Google will auch andere Browser-Hersteller von seinem Konzept überzeugen.

## Verhasste „Walled Gardens“

Ob sich die Browser-Hersteller – sowie die Werbe-Welt – mit dem Konzept anfreunden können, ist derzeit aber mehr als fraglich. So hat die Mozilla Foundation im September ein eigenes 100-Millionen-Dollar-Programm ausgelobt, das Geschäftsmodelle zur nachhaltigen Finanzierung des World Wide Webs entwickeln helfen soll.

Doch hier stellt sich die Frage, ob es dazu nicht ohnehin zu spät ist. Die Werbe-Konkurrenz wirft Facebook und Google vor, ein Duopol gebildet zu haben, das inzwischen drei Viertel der Werbeeinnahmen in ihre „Walled Gardens“ leitet, ob-

wohl sie nur einen wesentlichen geringeren Teil der Nutzungszeit auf sich vereinen können. Die beiden Unternehmen sind zudem nicht auf die Hilfe Dritter angewiesen, wenn es um die Aggregation detaillierter Nutzungsprofile geht – weil sie schon so viel über ihre Nutzer wissen.

## Hase-und-Igel-Spiel

Für den Benutzer, der seine Privatsphäre schützen will, bedeuten die aktuellen Entwicklungen also: Die Tracker-Blocker von Safari und Firefox sind wohl nur ein Etappensieg beim Hase-und-Igel-Spiel zwischen Browser-Herstellern und Werbeindustrie. Für Google und Facebook gelten darüber hinaus eigene Regeln. Es ist fast unmöglich, von den beiden Riesen nicht getrackt zu werden. (jo@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Siegeszug der Daten, Programmatic Advertising: Versteigerte Werbeplätze, c't 21/18, S. 40

Weiterführende Informationen: [ct.de/ytyd](https://www.ct.de/ytyd)

„Die Verbindung ist spitze, ich bin aber trotzdem gleich weg.“

cloudya

Die Cloud-Telefonanlage mit der ausfallsicheren Infrastruktur. Immer und überall.

Die neue Freiheit der Businesskommunikation.

nfon.com



# Bit-Rauschen

## Noch stärkerer AMD Epyc und Chipsätze für 2020

**AMD heizt der Epyc-Lokomotive weiter ein, was auch ein Schlaglicht auf den erwarteten Ryzen Threadripper 3000 wirft. Intel plant für Anfang 2020 eine neue Core-i-Fassung samt neuer Chipsätze.**

Von Christof Windeck

Wer liefern kann, ist klar im Vorteil: AMD legt beim Epyc 7002 noch einen drauf, und zwar das neue 280-Watt-Topmodell Epyc 7H12. Es hat 64 Kerne wie ein Epyc 7742, darf aber unter Last 65 Watt mehr verheizen, um höher zu takten. Atos packt 192 dieser Epyc 7H12 in wassergekühlte Server-Racks für Supercomputer mit mehr als 12.000 CPU-Kernen.

Bald geht auch das Duell AMD Ryzen Threadripper gegen Intel Core X in die nächste Runde, vermutlich wieder mit AMD auf dem Siebertreppchen. Zwar dürfte der Threadripper 3000 weiterhin „nur“ 32 Kerne haben, aber bekanntlich hat AMD mit Zen 2 deren Gleitkomma-Rechenleistung verdoppelt und die Taktfrequenzen gesteigert – siehe Epyc. Intel dagegen kann beim Core X mit Cascade-Lake- statt Skylake-Technik nur einen winzigen Hüpf machen; vielleicht aktiviert man zwei AVX-512-Einheiten pro Kern, aber dafür gibt es immer noch nicht viel (PC-)Software.

Nach Spekulationen kommen für den Threadripper 3000 neue Mainboards ohne physische Chipsätze. Denn der Threadripper bringt nicht bloß eine enorme Anzahl von PCIe-4.0-Lanes mit, sondern kann viele davon auch in den SATA-Modus umschalten. Auch USB 3.0 – Pardon, USB 3.2 Gen 1 – ist eingebaut, nur für USB 3.2 Gen 2 braucht man einen Zusatzchip. Jedenfalls kommen angeblich Threadripper-3000-Boards als TRX40, TRX80 und WRX80. Sie unterscheiden sich bei der Anzahl der Speicherkanäle – vier oder acht – sowie der PCIe-4.0-Lanes. Die TRX40-Boards treten demnach die

Nachfolge der X399-Boards an, bloß mit PCIe 4.0. Das „W“ in WRX80 spricht für einen Einsatz in Workstations; zum TRX80 hingegen weiß man noch wenig.

### Serie-400-Chipsätze

Ziemlich sicher ist hingegen, dass bei Intels Mittelklasse-Plattform die Fassung von LGA1151v2 auf LGA1200 wechselt – wohl zur Consumer Electronics Show (CES) Anfang Januar 2020 in Las Vegas. Glaubt man der Gerüchteküche, kommt die Chipsatz-Serie 400 – also Z470, B460, H410 und so weiter – mit eingebautem Thunderbolt 3, aber weiterhin mit PCIe 3.0. Serie-400-Boards mit LGA1200-Fassungen bilden den Unterbau für kommende Comet-Lake-S-Prozessoren, die Intel notgedrungen weiterhin mit 14-nm-Technik fertigt. Maximal zehn Kerne werden erwartet. Die nominelle Thermal Design Power (TDP), die unter (Turbo-)Last aber weit überschritten wird, wächst bei Comet Lake-S von 95 auf 125 Watt.

Vielleicht schiebt Intel später im Jahr 2020 oder gar erst 2021 den Rocket Lake-S nach, eine Mischung aus 14-nm-CPU – mit weiterhin zehn Kernen – und 10-nm-GPU. Der Ausblick auf 2021 ist bei Intel aber völlig offen: Zuletzt hatten Intel-Manager angekündigt, sehr schnell von 10- auf 7-nm-Fertigung umsteigen zu wollen. Was das für Desktop-PC-Prozessoren bedeutet, lässt sich kaum einschätzen, weil sie für Intel immer weiter an Bedeutung verlieren. Laut den Marktforschern der GfK kaufen schon 78 Prozent der Privatreute lieber Notebooks. Rechnet man dann noch Mini-PCs mit Notebook-Tech-

nik heraus, etwa Intels beliebte NUCs, bleiben weniger als 20 Prozent Desktop-Prozessoren übrig.

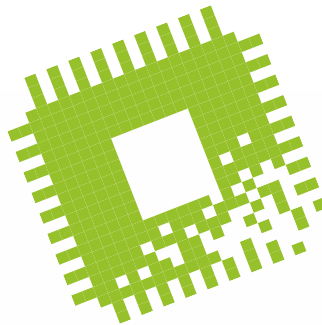
Bei Notebooks wiederum steht Intel weiterhin sehr gut da, denn AMD greift mit den Mobil-Ryzens bisher vor allem in der Mittelklasse an. Von Intel sind Innovationen wie der hoch integrierte Lakefield zu erwarten, der die ARM-Konkurrenz aus lüfterlosen Tablets und 2-in-1-Hybriden wie Microsofts Surface fernhalten soll. Hier wird es im Herbst spannend, falls Samsungs Galaxy Book S mit Qualcomm Snapdragon 8cx dann tatsächlich zu haben ist.

### Zombie-Bug

Wenn man schon kein Glück hat, kommt auch noch Pech dazu: Gerade bringt Intel nach jahrelanger Verzögerung endlich die 10-nm-Fertigung auf Touren, da stolpert man bei der 14-nm-Technik über eine Panne, die peinlicherweise noch aus der 22-nm-Ära stammt. Immerhin scheint der Fehler aber kaum praktische Bedeutung zu haben, weil er erst nach jahrelangem Dauerbetrieb auftritt, falls die betroffene Schnittstelle dabei häufig auf bestimmte Weise verwendet wird. Intel beteuert, dass der Fehler bisher nicht oder jedenfalls nicht besonders häufig auftritt, sondern bei Simulationen im Labor gefunden wurde. Betroffen sind Billig-Notebooks, Mini-PCs, NAS und Embedded Systems mit Atom-, Celeron- und Pentium-Prozessoren der Generation Apollo Lake aus dem Jahr 2016, also etwa Celeron N3350, N3450, J3355, Pentium N4200 oder Atom x5-E3940. Hier kann – wie seinerzeit beim Atom C2000 – die Low-Pincount-Schnittstelle (LPC) ausfallen. Dann booten die Systeme unter Umständen nicht mehr.

Bekannt wurde das Problem, weil Intel für die 15 Jahre lieferbaren „E“- und Atom-Versionen der Apollo-Lake-Chips das neue Stepping F-1 einführt, bei dem der LPC auch nach vielen Jahren nicht ausfallen soll.

(ciw@ct.de) 



**Sechs wassergekühlte AMD Epyc 7H12 packt Atos auf einen Einschub für den Supercomputer Bullsequana XH2000.**



Bild: AMD



## HP Elite Dragonfly: 1-Kilo-Notebook mit LTE und extremer Laufzeit

Trotz Vollmetallgehäuse und 360-Grad-Scharnieren wiegt HPs neues Business-Notebook nur rund 1 Kilogramm. Das **13,3-Zoll-Notebook** soll mit einer Akkuladung über 24 Stunden durchhalten.

Im Datenblatt verrät HP allerdings, dass es zwei unterschiedliche Akkukapazitäten gibt. Nur der größere schafft die lange Laufzeit, der schwächere die 1 Kilogramm Gesamtgewicht – und ist dabei immer noch für fast 17 Betriebsstunden gut. Zudem muss für die langen Laufzeiten ein energiesparendes Full-HD-Panel (bis zu 400 cd/m<sup>2</sup>) im Deckel stecken. Ein 4K-Bildschirm ist mit 550 cd/m<sup>2</sup> etwas heller und das Privacy-Display mit dritter Sure-View-Generation soll gar satte 1000 cd/m<sup>2</sup> erzielen.

Im Elite Dragonfly kommt ein potenter Quad-Core aus Intels U-Familie zum Einsatz. Letztere stammt weiterhin aus der achten Core-i-Generation, weil das Elite Dragonfly als Business-Gerät mit vPro-Fernwartungsfunktionen daherkommt – entsprechende CPU-Modelle gibt es aber noch nicht in der zehnten Core-i-Generation.

Manche Ausstattungsvarianten des Elite Dragonfly haben ein 4x4-taugliches LTE-Modem an Bord. WLAN ist immer dabei, wobei

HP bereits mit Wi-Fi-6-tauglichen Modulen wirbt. Oberhalb des Bildschirms befindet sich eine Windows-Hello-taugliche Webcam. Als Schnittstellen sind unter anderem zwei USB-C-Buchsen mit Thunderbolt 3, eine USB-A-Buchse und ein normalgroßer HDMI-Ausgang vorgesehen. Das Elite Dragonfly soll ab Mitte November zu Preisen ab 2000 Euro erhältlich sein.

(mue@ct.de)



Bild: HP

HPs Elite Dragonfly mit Vollmetallgehäuse gibt es in verschiedenen Varianten: Die leichteste wiegt unter 1 Kilogramm, die ausdauerndste soll 24 Stunden Laufzeit schaffen.

### Kurz & knapp: Hardware

Intels Achtkernprozessor **Core i9-9900KS** soll als Konter zu AMDs Ryzen-3000-Mehrkernern mit 5 GHz Takt auf allen Kernen antreten. Nach diversen BIOS-Updates der Mainboard-Hersteller ist nun auch klar, wie Intel das erreichen will: Der KS-Prozessor soll rund ein Drittel mehr Energie als der i9-9900K verbraten dürfen und eine TDP von 127 Watt haben.

Neue **BIOS** für AMDs Ryzen 3000: Die angekündigte neue AGESA-Version ist da. Version 1003ABBA soll den schwächelnden Boost auf vielen AM4-Plattformen um 25 bis 50 MHz beschleunigen und so für ruhigere Gemüter sorgen – spüren wird man die marginale Mehrleistung kaum.

In unseren Tests auf einem Athlon 200GE mit Vega-3-Grafik ermöglichten die 19.8.1-Treiber endlich, **Netflix auch in Ultra HD** anzuschauen.

Angekündigt war das lediglich für die Radeon RX 5700 mit Navi-GPU. Zuvor war Netflix in UHD mit AMD-Grafik nur mit Polaris-GPUs ab der RX-400-Reihe möglich, für welche die Treiber die DRM-Spezifikation Microsoft Playready 3.0 umsetzen.

Ab Version 19.8.1 der **AMD-Grafiktreiber** ist die im Zusammenspiel mit VMware Workstation Pro auftretende Sicherheitslücke CVE-2019-5049 behoben.

Die Treiberversion 19.9.1 bringt die Funktion Radeon Image Sharpening auch für Grafikkarten der RX400-/500-Reihe mit, um **Spielegrafik per Schärfefilter aufzuhübschen**. Das klappt unter Vulkan sowie DirectX 11 und 12. Zuvor war die Funktion nur für die RX-5700-Karten verfügbar, dort zusätzlich auch für DX9-Spiele. Die Vega-Familie bleibt derzeit außen vor.

## Sichere Inseln

im Netzwerk



Einzelne gefährdete Geräte (z.B. mit veraltetem OS) vor unerlaubtem Zugriff schützen mit der neuen **W&T-Microwall**:

- Industrie-Kleinfirewall
- Whitelist-basiert (IP/Port)
- Routing: Standard oder NAT



Nicht grübeln!  
Mehr Infos und Muster unter:

[wut.de/insel](http://wut.de/insel)





## DECT-Telefonie für große Gebäude

**Der TK-Hersteller Auerswald hat ein DECT-System ins Sortiment genommen, das kleine und mittlere Unternehmen mittels Multicell-Funktion vollständig abdeckt.**

Unternehmen haben viel mehr Telefone, als in Heimnetzen genutzt werden. Sie müssen auch größere Flächen abdecken, was nur sehr selten mit einer einzelnen

Basisstation klappt. Die jüngst vorgestellte Comfortel-500-Reihe von Auerswald soll diese Aufgabe lösen. Als Einsteiger-Basisstation bedient die WS-500S maximal 20 Handgeräte, sie kann bis zu acht Gespräche gleichzeitig transportieren. Wenn das nicht mehr genügt, kann sie per Lizenzupgrade zur WS-500M werden, die 250 Telefone und zehn simultane Telefonate schafft.



Das DECT-Telefonsystem Auerswald Comfortel 500 kann als Multicell-Anlage große Gebäude abdecken und bis zu 250 Telefone bei 60 simultanen Gesprächen bedienen.

Das Upgrade schaltet auch die Multicell-Fähigkeit frei, sodass bis zu 59 weitere, per LAN angebundene WS-500M die Abdeckung komplettieren. Jede Basis transportiert mit dem Standard-Codec (G.711) zehn Gespräche, bei HD-Telefonie (G.722) fünf. Das Gesamtsystem schafft 60 simultane Gespräche.

Die Comfortel-500-Reihe arbeitet mit Auerswald-VoIP-Anlagen und beliebigen SIP-Servern zusammen. Die Verwaltung und Überwachung läuft per Browser oder über die Protokolle SNMPv3 und Syslog. Die Telefonbuchfunktion kann ein zentrales Verzeichnis per LDAP befragen.

Passend zu den Basen hat Auerswald drei neue DECT-Handsets ins Sortiment genommen: Das M-510 als klassisches Bürogerät, das M-520 als kompaktere Alternative mit größerem Display und das M-530 als wasserdichtes Outdoor-Gerät (IP65) im Gummigehäuse. Alle Telefone haben einen 2,5-mm-Headset-Anschluss, Bluetooth-Headsets funktionieren am M-510 und am M-520.

Die Basisstationen WS-500S und WS-500M kosten rund 120 und 430 Euro, das klassische Bürohandset M-510 gibt es für 80 Euro, die Modelle M-520 und M-530 zu 115 Euro. (amo@ct.de)

## Repeater für extraflottes WLAN

Netgear's „Nighthawk AX8 WiFi 6 Mesh Extender“ (EAX80) soll bei der nächsten WLAN-Generation **Wi-Fi 6** (alias IEEE 802.11ax, ct.de/-4523985) **Funklöcher in großen Wohnungen stopfen**. Damit das optimal klappt, nutzt der EAX80 maximal 8 MIMO-Streams (ct.de/-4261615). So kann er auch mehrere Multi-User-MIMO-fähige Clients gleichzeitig mit Daten versorgen, was mehr Sendezeit für andere Geräte übrig lässt und damit die Funkzelleneffizienz steigert.

Wie der 8-Stream-Router RAX120 (Test in c't 19/2019) funkt der EAX80 im 2,4-GHz-Band maximal mit 1,2 GBit/s brutto, auf 5 GHz mit bis zu 4,8 GBit/s. Er arbeitet auch mit anderen Routern und Clients zusammen, auch älterer WLAN-Generationen. Über vier Gigabit-Ethernet-Ports versorgt der Repeater Geräte mit Daten, die selbst keine WLAN-Schnittstel-

le haben. Für den ab Ende Oktober erhältlichen EAX80 ruft Netgear stolze 300 Euro (UVP) auf. (ea@ct.de)



Der Repeater Netgear EAX80 für die nächste WLAN-Generation Wi-Fi 6 funkt über gleich 8 Antennen.

### Kurz & knapp

Lancoms Netzwerk-Betriebssystem LCOS hat Version 10.32 erreicht: Sie enthält einen Treiber für das **Wireless ePaper USB-Modem**. Damit kann jedes LCOS-basierte Gerät mit USB-Port ePaper-Displays steuern. Außerdem sind die SSH-Hostkey-Verfahren rsa-sha2-256 und rsa-sha2-512 dazugekommen.

Die **WLAN-Steckdose D-Link „Mini Wi-Fi Smart Plug“** (DSP-W118) misst nur 60 mm x 60 mm und soll so auch mehrfach nebeneinander in Steckleisten passen. Der 33 Euro teure Zwischenstecker schaltet elektrische Verbraucher bis 3680 VA Leistungsaufnahme (16 Ampere bei 230 Volt) ferngesteuert per mydlink-App, Amazon Echo, Google Home oder IFTTT.

# Online-Lastschrift in Gefahr

Hat der EuGH eines der beliebtesten Internet-Bezahlverfahren der Deutschen vom Markt gefegt? Diese Frage hat seit dem Urteil zur Online-Lastschrift vom 5. September den eCommerce umgetrieben.

In dem Verfahren hatten Verbraucherschützer des österreichischen Vereins für Konsumenteninformation (VKI) gegen die Deutsche Bahn geklagt, die nur Kunden mit Wohnsitz in Deutschland die Online-Lastschrift als Bezahlverfahren anbietet. Der VKI sah darin einen **Verstoß gegen die SEPA-Verordnung**. Die Bahn hatte sich hingegen auf eine Ausnahmeregelung in der sogenannten Geoblocking-Verordnung berufen.

Der EuGH schloss sich der Argumentation der Kläger an. Händler könnten auch andere Bezahlverfahren anbieten oder die Ware erst bei gesichertem Geldeingang verschicken – was im Alltag einer Lastschrift jedoch praxisfern erscheint.

Das Problem der Bahn und anderer Anbieter: Der Kunde darf Lastschriften bis zu acht Wochen lang ohne Begründung zurückbuchen; der Händler muss seine Forderungen dann im aufwendigen Mahnverfahren eintreiben. Da die Zahlungsmoral in Deutschland hoch ist und Bonitätsprüfungen und Forderungsmanagement gut funktionieren, blieb dieses Risiko bislang überschaubar. Im übrigen Europa könnte die Online-Lastschrift zukünftig aber vermehrt Käufer mit betrügerischen Absichten anlocken, denn Bonitätsprüfung und Forderungsmanagement sind selbst in vielen EU-Ländern gar nicht oder nur unter hohem Ressourceneinsatz möglich.

Einige Experten erwarten daher das faktische Ende der Lastschrift im Onlinehandel, da das wirtschaftliche Risiko für Händler zu hoch werde. Inzwischen steht daneben die Auffassung, dass das

Urteil nicht untersagt, dem Kunden eine Bezahlart nach einer negativ ausgefallenen Risikoprüfung zu verweigern. Darauf wies in einem Kommentar etwa Ulrich Binnebösel hin, Zahlungsmittelexperte im Handelsverband Deutschland. Für den Erhalt der Online-Lastschrift müssten allerdings

klare Kriterien und Rechtssicherheit geschaffen werden.

Weitere Hintergründe und rechtliche Aspekte der Online-Lastschrift finden Sie auch auf Seite 164, wo der Fachanwalt Dr. Matthäus Schindele erklärt, wie diese Bezahlart genau funktioniert. ([mon@ct.de](mailto:mon@ct.de))

## Conrad optimiert meinen Einkaufsprozess.

- ✓ Ein breites Produktspektrum für jeden Bedarf
- ✓ Ein stetig wachsendes Spezialsortiment inklusive Sonderbeschaffungen
- ✓ Individuelle Betreuung für Businesskunden

Niklas M., Teamleiter Einkauf,  
bb-net media GmbH

Entdecken Sie die Plattform für Ihr Business unter [conrad.de/business](https://conrad.de/business)

**CONRAD**

# Anruf aus Hollywood

Fernseher sollen Filme und Serien wie vom Macher gewünscht anzeigen

**Auf Initiative berühmter Filmmacher hat die UHD Alliance einen neuen Betriebsmodus „Filmmaker Mode“ spezifiziert, der für das optimale Seherlebnis sorgen soll. Erste TV-Hersteller sind an Bord.**

Von Nico Jurran

Wer heute einen Fernseher kauft, kann sich sicher sein, dass dieser mit einem ab Werk aktiven Algorithmus ausgestattet ist, der zu den existierenden Videobildern Zwischenbilder berechnet und hinzufügt (Motion Smoothing oder Motion Interpolation, kurz Interpolation). Die TV-Hersteller reagieren damit auf den Umstand, dass Kinofilme trotz aller Digitalisierung nach wie vor mit einer Bildwiederholrate von 24 Bildern pro Sekunde gedreht werden – und sich bei der Wiedergabe auf dem Fernseher bei Schwenks ein gewisses Ruckeln einstellt.

Einige mögen die Zwischenbildberechnung wegen der flüssigeren Bewegungsdarstellung. Andere lehnen sie ab, weil Filme durch die Bearbeitung wie eine billige Videoproduktion aussehen (Soap-Effekt) – und haben dabei eine große Zahl

von Filmmachern hinter sich, die im Hinzufragen der künstlich geschaffenen Bilder sogar einen Angriff auf ihre künstlerische Intention sehen.

Fest steht, dass TV-Käufer oft nicht wissen, dass die unter Begriffen wie „Digital Natural Motion“, „TruMotion“ oder „Auto Motion Plus“ vermarkteten Interpolationsalgorithmen in ihrem Fernseher aktiv sind – und erst recht nicht, wie man diese Funktion ausschaltet.

Eine Reihe bekannter Regisseure, darunter Martin Scorsese („Taxi Driver“), Christopher Nolan („The Dark Knight“), James Cameron („Avatar“) und J.J. Abrams („Star Trek“), wollen dem Treiben der TV-Hersteller nun ein Ende setzen. Zusammen mit der UHD Alliance spezifizierten sie dafür einen neuen TV-Betriebsmodus namens „Filmmaker Mode“, der bei allen Videoinhalten unabhängig von deren Auflösung (Standard, High Definition oder Ultra-HD) zum Einsatz kommen kann.

## Das steckt dahinter

Läuft ein Fernseher im Filmmaker Mode, muss er Inhalte mit der Bildwiederholrate der Quelle und ohne jegliche Zwischenbildberechnung anzeigen – Filme also üb-



licherweise mit 24 Bildern pro Sekunde, Videoproduktionen je nach Herkunftsland mit 50 oder 60 Hertz (oder jeweils einem Vielfachen davon, aber ohne künstlich hinzugerechnete Bilder). Moderne TVs sind ohne Weiteres in der Lage, mit verschiedenen Bildwiederholfrequenzen zu laufen.

Das Verbot der Bildbearbeitung umfasst jegliche „Bildverbesserer“, darunter Algorithmen, die das Bild nachträglich schärfen, Farben intensivieren, die Farbsättigung verändern oder Rauschen (Filmkorn) entfernen. Der Weißpunkt muss für HDR- und SDR-Inhalte bei D65 liegen.

Schließlich sind TV-Hersteller verpflichtet, die Funktion „Filmmaker Mode“ zu nennen, um nicht mit verschiedenen Bezeichnungen für ein und dieselbe Sache erneut Verwirrung zu stiften.

## Im Boot

Zum Start der neuen Spezifikation kündigten LG, Panasonic und Vizio an, den Filmmaker Mode in ihre kommenden Geräte zu integrieren. Fernseher dieser Firmen werden auf der Fernbedienung eine dedizierte Taste haben, mit dem sich der Modus aktivieren lässt.

Alternativ sollen Filmstudios kommende Wiedergabegeräte über Metadaten im Datenstrom automatisch in den Modus schalten können. Gegenüber c't erklärte die UHD Alliance auf Nachfrage, dass sich diese Automatik vom Nutzer aber deaktivieren lassen wird. Man wolle dem Zuschauer nicht etwas aufzwingen, sondern ihm die Möglichkeit geben, schnell und einfach zum optimalen Seherlebnis zu kommen.

Die UHD Alliance geht davon aus, dass der Filmmaker Mode bei den Zuschauern gut ankommen wird. Eine Umfrage unter TV-Zuschauern hätte laut ihren Angaben ergeben, dass rund 88 Prozent von ihnen einen entsprechenden dedizierten Filmmodus schätzen würden. Bei den Besitzern von UHD-TVs seien es sogar rund 96 Prozent der Befragten gewesen.

(nij@ct.de) **ct**



Panasonic warb Anfang September auf der IFA bereits mit dem „Filmmaker Mode“, der in kommende Fernseher des Unternehmens integriert wird.



## Huawei: Android ohne Google

**Weil Huawei neue Smartphones nicht mehr mit den Google-Diensten ausstatten darf, muss eine andere Lösung her. Doch die bleibt lückenhaft.**

Im Mittelpunkt der Präsentation der High-End-Smartphones Mate 30 Pro sowie Mate 30 stand nicht die Technik, sondern die Software. Denn in Folge des Handelsstreits zwischen den USA und China muss Huawei zum ersten Mal ohne Google-Dienste auskommen. Das wirft einige Fragen auf: Kommt ein neues Betriebssystem zum Einsatz oder weiter Android? Wie sieht so ein Android dann aus, und wie einfach macht man den Käufern die nachträgliche Installation von Google Maps und Co.?

Huawei blieb vage. Die fehlenden Google Mobile Services (GMS) sollen durch die Huawei Mobile Services (HMS) ersetzt werden. Diese Plattform unterstützen bereits mehr als 40.000 Apps, bekannte Namen nannte Huawei aber nicht. Ein mit einer Milliarde US-Dollar gefüllter Fördertopf solle Entwicklern die HMS schmackhaft machen. Zwar verwies Huawei darauf, dass auch Drittentwickler-Apps lauffähig seien, nannte aber keine Details zu möglichen Einschränkungen etwa der Maps-Schnittstelle. Gar nicht ä-

ßerte sich Huawei dazu, ob die nachträgliche Installation des Play Stores ermöglicht wird. Beim ersten Ausprobieren eines Mate-30-Demogeräts ließ sich der Play Store zwar installieren, startete aber nicht. Fest steht, dass Huaweis Bedienoberfläche EMUI 10 zum Einsatz kommt – auf der Basis von Android 10.

Davon unabhängig bewirbt Huawei erneut die Kamera als eines der wichtigsten Merkmale. Das Mate 30 Pro hat gleich vier Sensoren auf der Rückseite: zwei 40-Megapixel-Kameras mit 1/1,54 (Ultra-Weitwinkel) und 1/1,7 Zoll (Weitwinkel) großen Sensoren, eine 8-Megapixel-Telekamera sowie eine Time-of-Flight-Kamera (ToF) für Tiefenmessungen. Die Rückseite des Mate 30 beherbergt drei Kameras mit 40 (Weitwinkel), 16 (Ultra-Weitwinkel) und 8 Megapixeln (Tele). Die Telekamera der beiden Modelle vergrößert dreifach.

Herzstück der Spitzenhandys ist Huaweis hauseigener Chip Kirin 990. Dessen zwei schnelle Kerne laufen mit 2,86 GHz, zwei weitere A76-Kerne mit 2,36 GHz, vier langsame mit 1,95 GHz.

Beide Smartphones unterstützen schnelles Laden. Per Kabel liegt das Maximum bei 40 Watt, drahtlos sind bis zu 27 Watt möglich. Zusätzlich können die Geräte als Qi-Powerbank genutzt werden.

Im Pro-Modell sitzt ein 6,53 Zoll großes OLED-Panel mit 2400 × 1176 Pixeln, das weit in die linke und rechte Seite des Gehäuses gezogen ist. Das Standardmodell hat ein mit 6,62 Zoll sogar knapp größeres OLED, aber nur mit 2340 × 1080 Pixeln und klassischem Rahmen; das Handy ist daher ein paar Millimeter höher und breiter. Eine spezielle Frontkamera erkennt Gesten für die Bedienung des Geräts. So kann beispielsweise per Handbewegung gescrollt werden.

Beide Geräte unterstützen Stifteingaben mit Huaweis M-Pen. Damit treten sie in Konkurrenz zu den Samsung Note.

Laut Huawei sollen die Geräte in diesem Jahr in Europa in den Handel kommen. Ob das allerdings auch für Deutschland gilt, ließ das Unternehmen bis Redaktionsschluss offen. Immerhin gibt es Euro-Preise: Das Mate 30 wird mit 8 GByte Arbeitsspeicher und 128 GByte internem Speicher für 800 Euro angeboten, für das Mate 30 Pro (8 GByte / 256 GByte) verlangt Huawei 1100 Euro, für die 5G-Variante 1200 Euro. (rbr@ct.de)

# Wussten Sie schon ...

## Cloud-Verschlüsselung von Boxcryptor gibt es auch für Unternehmen.



**boxcryptor enterprise**

- ☑ Effiziente Cloud-Nutzung
- ☑ Sicher dank Verschlüsselung
- ☑ Einfache Einrichtung
- ☑ Unterstützt DS-GVO-Konformität

**Treffen Sie uns auf der it-sa 2019:**  
Halle 10.0,  
Stand 10.0-524

Alle Infos und unser kostenloses Trial finden Sie unter:

[www.boxcryptor.com/enterprise](http://www.boxcryptor.com/enterprise)



Foto: Patrick Bellmer

**Das Mate 30 Pro wird in einer 4G- und 5G-Version angeboten – aber vorerst nicht in Deutschland.**



# iPhones mit Superweitwinkel

Apples 2019er-Handys: iPhone 11, 11 Pro und 11 Pro Max

**Beim iPhone 11 sinkt der Preis, die beiden Topmodelle bekommen eine verbesserte Kamera – und alle drei werden schneller und ausdauernder. Zusätzlich kommen ein günstigeres iPad, eine neue Watch und ein Streaming-Dienst.**

Von Jörg Wirtgen

Nach iPhone 8, dem übersprungenen 9 und dem römischen X kommt das iPhone 11, und zwar in drei Ausführungen. Die beiden Topmodelle iPhone 11 Pro und Pro Max folgen dem Trend zur Dreifach-Kamera, sie fotografieren nun zusätzlich per Superweitwinkel. Das Tele wird lichtstärker, f/2 statt f/2,4, bleibt aber bei einer Zweifach-Vergrößerung. Alle drei Kameras liefern 12 Megapixel; ein neuer Nachtmodus soll Fotos bei geringem Licht automatisch aufhellen. Das sind ähnliche Daten wie beim Samsung S10/Note 10; das Fünffachtele des Huawei P30 Pro – allerdings mit lichtschwachen f/3,4 – bleibt damit unerreicht.

Das iPhone 11 bekommt ebenfalls das Ultraweitwinkel, aber kein Tele. Mit 800 Euro Einstiegspreis ist es etwas billiger als der Vorgänger iPhone XR. Es hat weiterhin ein 6,1-Zoll-LCD, mindestens 64

GByte Speicher und kommt in Rot, Grün, Gelb, Rosa, Schwarz und Weiß.

Auch bei den Pro-Modellen bleiben die Displaygrößen von 5,8 und 6,5 Zoll, die OLED-Technik sowie die Auflösung unverändert. Die Helligkeit soll nun 1200 cd/m<sup>2</sup> erreichen, was die Displays im direkten Sonnenlicht ablesbar macht. Ein Digitizer wie bei den iPad Pro fehlt allerdings, per Stift sind die iPhone Pro also nicht bedienbar. Das Display reagiert nicht mehr auf die Druckstärke (3D Touch), sondern nutzt das beim iPhone XS eingeführte „Haptic Touch“; man drückt also länger auf die gewünschte Stelle.

Alle drei iPhones laufen mit Apples SoC A13 Bionic. Er ist in einem 7-nm-Verfahren gefertigt, was ihn 20 Prozent schneller als den Vorgänger laufen lässt – bei gesenktem Stromhunger. Die Laufzeiten sollen daher gegenüber den Vorgängern um mindestens vier Stunden zulegen. Den Pro legt Apple endlich ein stärkeres Netzteil mit 18 statt 5 Watt bei, sodass sie schneller laden. Alle drei iPhones behalten den Lightning-Anschluss, anders als die inzwischen auf USB-C umgestellten iPad Pro.

Die iPhone Pro unterstützen Wi-Fi 6 und Gigabit-LTE, von einer 5G-Variante war nicht die Rede. Das iPhone 11 Pro kostet 1149 Euro mit 64 GByte, 1319 Euro mit 256 GByte und 1549 Euro mit 512 GByte.

Das 11 Pro Max kostet jeweils 100 Euro mehr. Außer in Grau, Silber und Gold sind sie in einem neuen Grünton erhältlich. Alle drei Modelle sollten bei Erscheinen des Hefts lieferbar sein.

## Some More Things ...

Das Einstiegs-iPad bekommt ein größeres Display: Es zeigt nun 2160 × 1620 Pixel auf 10,2 Zoll statt wie das 2018er-iPad 2048 × 1536 Pixel auf 9,7 Zoll. Zudem bekommt es einen Anschluss für ein Smart Keyboard. Unverändert erkennt es nur den Stift der ersten Generation und läuft mit dem Bionic A10. Die Version mit 32 GByte Flash kostet 379 Euro, die mit 128 GByte 479 Euro. Für die Klappstatur sind 179 Euro fällig. Ausliefern will Apple ab Oktober.

Die Apple Watch 5 zeigt auf Wunsch permanent die Uhrzeit an. Das kostet bei OLED-Displays nicht allzu viel Laufzeit, weil nur die eingeschalteten Pixel Strom benötigen. Zusätzlich dimmt die Uhr die Anzeige und schaltet sie von 60 auf 1 Hz Bildwiederholfrequenz. So soll der Akku wie beim Vorgänger rund 18 Stunden halten.

Die Watch 5 gibt es weiterhin in 40 oder 44 Millimeter Größe, mit oder ohne LTE sowie in Gehäusen aus Aluminium, Edelstahl, Titan und Keramik; bei 450 Euro geht es los.

## Netflix-Konkurrenz

Der Streaming-Dienst Apple TV+ soll am 1. November starten. Für 5 Euro im Monat bekommt man Zugriff auf Serien, Spielfilme und Dokumentationen, darunter auch einige exklusive Titel wie die Science-Fiction-Serie „For All Mankind“ und die Drama-Serie „The Morning Show“ mit Jennifer Aniston und Reese Witherspoon.

Der Dienst steht nicht nur Besitzern von Apple-Hardware offen, sondern ist auch per Browser und anderen Streaming-Boxen zu empfangen, etwa Smart-TVs und Amazons FireTV. Bis zu sechs Personen können sich einen Zugang teilen.

Der Spieledienst Apple Arcade kostet ebenfalls 5 Euro im Monat und startet schon im September. Er benötigt ein iPhone, iPad, Mac oder Apple TV und ermöglicht das Synchronisieren von Spielständen zwischen den Geräten. Mit rund 100 Spielen will Apple starten, darunter viele exklusive – wobei sich das auf die Mobilplattform bezieht. Die Spiele sind also nicht unter Android erhältlich, einige aber für Playstation, Xbox oder Nintendo Switch – diese tragbare Spielkonsole sieht Apple offenbar nicht als Mobilgerät.

(jow@ct.de) **ct**



# Samsung Galaxy Fold 5G ausprobiert

**Nachdem die erste Markteinführung des Galaxy Fold im Debakel endete, wagt Samsung nun einen zweiten Versuch: Ab sofort ist das innovative Faltfon für 2100 Euro erhältlich.**

Eigentlich hätte Samsungs erstes Falt-Smartphone Galaxy Fold bereits Ende April in den Handel kommen sollen, doch dann wurde der Start kurzerhand verschoben. Der Grund: Mehrere vorab an Journalisten verschickte Testgeräte waren durch Defekte ausgefallen. Betroffen war vor allem das faltbare OLED-Display.

Kurz vor Redaktionsschluss ist nun eine neue, verbesserte Variante mit der Bezeichnung Galaxy Fold 5G in die Läden ge-

kommen – die erste Version kam noch ohne 5G-Unterstützung. c't konnte das Gerät bereits ausprobieren.

Als Erstes fällt auf, dass die Ränder der dringend benötigten Schutzfolie nun unter dem Gehäuserahmen verschwinden. Die Folie lässt sich also nicht mehr abziehen, denn das würde das Display kaputt machen. Außerdem ist der Bildschirm am Scharnier oben und unten mit einer kleinen Abdeckung geschützt, sodass keine Fremdkörper mehr eindringen können, die von unten gegen das empfindliche OLED-Display drücken und so die organische Leuchtschicht zerstören.

Obwohl Samsung betonte, dass auf unserem Testgerät noch nicht die finale Software installiert ist, funktionierte die

Bedienung nahezu einwandfrei. Insgesamt macht die Software einen durchdachten Eindruck. Starteten wir beispielsweise auf dem kleinen äußeren Display den Browser, YouTube oder Google Maps, begrüßte uns die entsprechende App direkt nach dem Aufklappen und ohne Verzögerung auf ausgeklappter Displaygröße – sehr praktisch. Außerdem lässt sich bei aufgeklapptem Bildschirm durch einen Wisch vom rechten Rand nach innen eine zweite oder sogar dritte App aufs Display holen. Bei vielen Dutzend Aufklappversuchen passierte es allerdings zweimal, dass der rechte Teil des Displays schwarz blieb und erst nach einmal Zu- und Aufklappen anging; ob das ein Hardware- oder Softwarefehler ist, muss ein Test der Verkaufsversion zeigen.

Das Smartphone reagiert auf Eingaben sowohl auf dem äußeren Display als auch auf dem Aufklappbildschirm sehr flott. Angetrieben wird es von einem Snapdragon-855-SoC mit 12 GByte RAM. Obwohl Samsung mit dem Exynos 580 bereits ein SoC mit integriertem 5G-Chip angekündigt hat, kommt beim Galaxy Fold 5G ein externes Qualcomm-X50-5G-Modul zum Einsatz. Das Hauptdisplay hat eine Diagonale von 7,3 Zoll (18,5 cm) und eine Auflösung von 2152 × 1536 Pixeln. Der 4,6-Zoll-Frontbildschirm (11,6 cm) zeigt 1680 × 720 Pixel. Das Fold 5G wiegt 276 Gramm, zum Vergleich: Samsungs S10+ bringt 175 Gramm auf die Waage.

Das Samsung Galaxy Fold 5G kommt in Deutschland am 18. September für 2100 Euro in den Handel. Erhältlich ist es in den Farben Schwarz und Silber. (jkj@ct.de)



Im halb aufgeklappten Zustand erkennt man die Falz des Galaxy Fold 5G deutlich, komplett aufgeklappt nur aus bestimmten Blickwinkeln.



USB zu TPC/IP  
INU-100    USB-Hub  
IH-304    Seriiell zu USB  
SU-302

Die Systemlösung für industrieoptimierten Fernzugriff –  
**flexibel, platzsparend, beliebig kombinierbar!**

- Isochroner USB Modus: Übertragung von Audio-Video Daten
- Fernzugriff auf USB-Geräte: virtuelle USB-Kabelverlängerung über das Netzwerk
  - In Kombination mit dem IH-304: Anzahl der anschließbaren USB-Geräte kostengünstig erweitern
  - In Kombination mit der SU-302: auch auf alle seriellen Geräte
- Störfest, robust und ausfallsicher
- bis zu 100 MB/s Datentransfer, Verbraucher via Relais schaltbar
- 5 Jahre Garantie, regelmäßige Software-Updates, technischer Support weltweit kostenlos, Made in Germany



**Testprodukte anfordern!**

SEH Computertechnik GmbH | Hotline: +49(0)521-94226-0 | E-Mail: info@seh.de | [www.seh.de](http://www.seh.de)



# Gnome 3.34: Eye-Candy und Ressourcenanalyse

**Die neue Version des verbreiteten Linux-Desktops verbessert Bedienung und Leistung. Für Programmierer gibt es bessere Analyse-Tools, um Flaschenhalse in ihren Anwendungen zu finden.**

Die Entwickler des Open-Source-Projekts konzentrierten sich bei Gnome 3.34 auf die mit der Vorversion begonnenen Modernisierungen. Die Systemeinstellungen haben jetzt ein responsives Design, was die Darstellung auf kleineren Geräten verbessert. Der Abschnitt zum Einstellen der Hintergrundbilder wurde gänzlich neu gestaltet. Eigene Hintergründe muss man nicht mehr im Bilder-Ordner ablegen, sondern kann ein beliebiges Bild auf dem System auswählen. In der Programmübersicht lassen sich die Starter der einzelnen Anwendungen in Ordner gruppieren. Wie auf dem Smartphone schiebt man dazu die Icons der Apps übereinander.

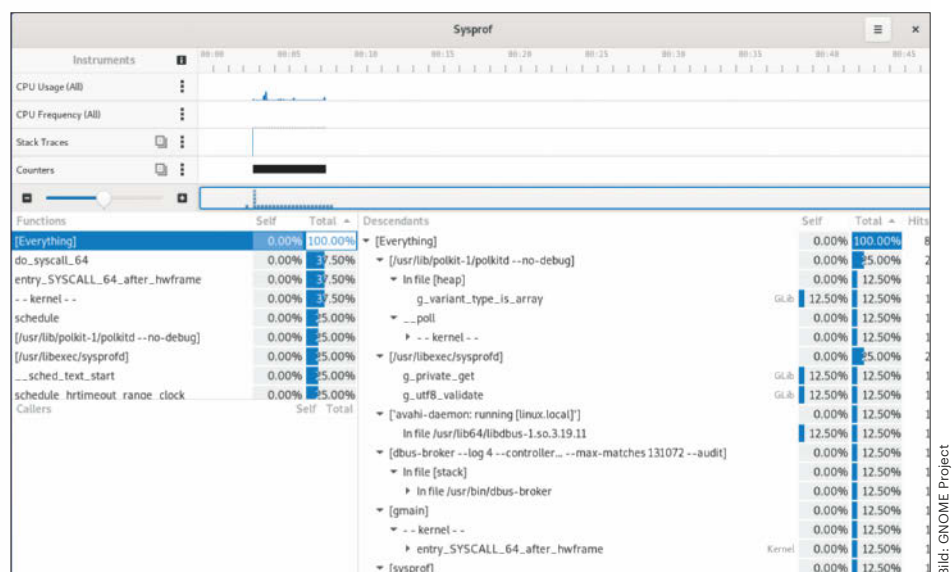
Für Programmierer und neugierige Nutzer sind die neuen Funktionen im Analyse-Tool Sysprof interessant, das jetzt mehr Möglichkeiten bietet. Um den Ressourcenverbrauch von Anwendungen zu messen, bezieht Sysprof zusätzliche Datenquellen für Energieverbrauch, Netzwerk-Traffic und Platten-I/O ein. Außerdem integriert es nun Logging für interne Gnome-Komponenten wie GTK und Mut-

ter, mit dem Entwickler ihre Gnome-Programme auf Flaschenhalse und Performance-Probleme untersuchen können. Dadurch soll es einfacher sein, Programme für Gnome effizienter zu machen.

Der Gnome-Browser „Web“ (ehemals Epiphany) isoliert Prozesse in einer Sandbox, um nur Zugriff auf wirklich benötigte Ressourcen zu erlauben. Der Werbefilter wurde umgestellt auf die WebKit-Inhaltsfilter, die unter anderem auch Apple

beim Safari-Browser nutzt. Die Musik-App überwacht bestimmte Verzeichnisse und fügt neue Musik automatisch der Bibliothek hinzu. Außerdem spielt Gnome Musik Alben ohne Unterbrechung beim Songwechsel ab.

Gnome 3.34 wird unter anderem in den Linux-Distributionen Ubuntu 19.10 und Fedora 31 enthalten sein, die im Herbst erscheinen. In Arch Linux ist es bereits jetzt enthalten. (ktn@ct.de)



Mit mehr Datenquellen soll das Analyse-Tool Sysprof Entwickler unterstützen, ihre Apps ressourcenschonender zu machen. Davon soll auch der Gnome-Desktop insgesamt profitieren.

## Professionalisierung bei der Linux-Distribution Manjaro

Die Manjaro-Entwickler Philip Müller und Bernhard Landauer haben gemeinsam mit der Software-Firma Blue Systems ein neues Unternehmen aus der Taufe gehoben: Die Manjaro GmbH & Co. KG soll dafür sorgen, dass sich Müller und Landauer künftig in Vollzeit der Pflege der Linux-Distribution Manjaro widmen können. Das soll auch die Auslieferung von Bugfixes und Sicherheits-Updates beschleunigen und die Möglichkeit bieten, „Manjaro“ als Marke zu schützen sowie Verträge zu unterzeichnen. Bereits in der Vergangenheit hatte Manjaro mit Hardware-Herstellern kooperiert.

Spenden an das Manjaro-Projekt fließen in Zukunft an eine Non-Profit-Organisation, die diese verwaltet und deren Verwendung sie transparent macht. Dabei soll kein Geld an das neu gegründete Unternehmen fließen, stattdessen sollen Ausgaben rund um das Manjaro-Projekt finanziert werden, beispielsweise Community-Events, Reise-, Hardware- oder Hosting-Kosten. Für die User und an der Zusammenarbeit mit der Community wird sich voraussichtlich nichts ändern. Manjaro soll in seiner gegenwärtigen Form als Open-Source-Projekt fortgeführt werden. (lmd@ct.de)

## 64-Bit-Kernel für Raspberry Pi

Die Raspberry-Pi-Foundation hat einen experimentellen 64-Bit-Kernel für den Raspi bereitgestellt. Angekündigt wurde dieser bereits zur Veröffentlichung des Raspberry Pi 4. Der Fokus der Entwicklung liegt auf dem Raspi 4, teilte der Raspi-Entwickler Dom Cobley im offiziellen Forum mit. Auf dem Raspi 3 sei etwa die USB-Anbindung langsamer als mit 32-Bit-Kernel. Bei einem kurzen Test von c't lief auch der X-Server nicht mehr.

Der Raspi 4 läuft mit dem Kernel auf den ersten Blick problemlos. Wann die finale Fassung des Kernels erscheint, ist noch nicht bekannt. (mls@ct.de)

## Raspberry-Pi-Konkurrent für Windows

Die Firma „Team Radxa“ aus Shenzhen hat den Rock Pi X im Raspberry-Pi-Format vor allem für die Nutzung mit Windows 10 entwickelt. Dafür habe man zahlreiche Kundenwünsche bekommen, so Radxa. Statt eines ARM-Chips **nutzt der Rock Pi X den Intel-Prozessor Atom x5-Z8300** aus der 2015 eingeführten Generation Cherry Trail. Zum Einstiegspreis von 39 US-Dollar gibt es aber nur 1 GByte RAM; mit 2 oder 4 GByte kostet der Rock Pi X schon 49 beziehungsweise 69 US-Dollar. Auch für einen WLAN-Adapter (inklusive Bluetooth 4.2) verlangt Radxa 10 US-Dollar Aufpreis. Da man für Windows 10 mindestens 2 GByte RAM neh-

men sollte, kommt man inklusive WLAN kaum unter 59 US-Dollar weg – zuzüglich Versandkosten und Einfuhrumsatzsteuer. Einen Liefertermin nennt Radxa auch noch nicht.

Der Rock Pi X hat wie der Raspberry Pi 4 Gigabit Ethernet und USB 3.0 an Bord, aber sonst weniger Schnittstellen (kein UART, kein SPI). SATA oder ein M.2-Slot für eine NVMe-SSD fehlen wie beim Raspi. Fürs Betriebssystem gibt es einen MicroSD-Kartenleser; gegen Aufpreis ist eMMC-Flash vorgesehen. Der Atom x5 sitzt auf der Unterseite der Platine; vermutlich wird Radxa gegen Aufpreis einen Kühlkörper verkaufen. (ciw@ct.de)

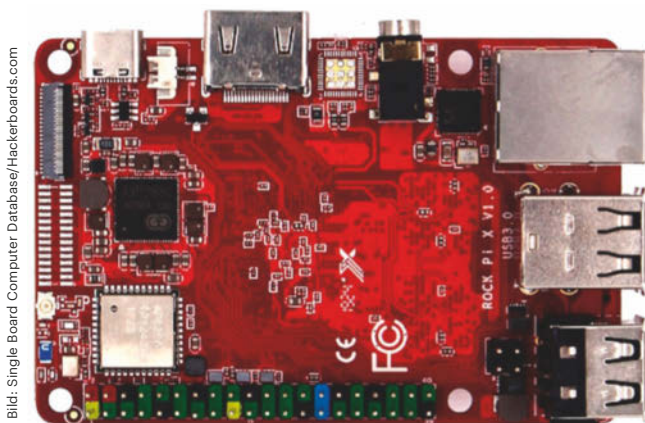


Bild: Single Board Computer Database/Hackerboards.com

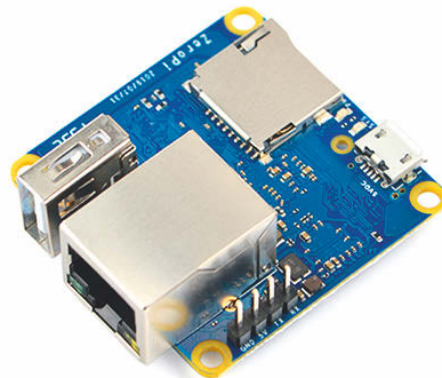
Der Rock Pi X gleicht einem Raspberry Pi, hat aber einen alten Intel-Prozessor.

## Billiger Netzcomputer

FriendlyElec's **ZeroPi kostet nur 13 US-Dollar** und kombiniert den ARM-Prozessor Allwinner H3 (4 × ARM Cortex-A7) mit 512 MByte RAM, MicroSD-Kartenleser, USB-2.0- und Gigabit-Ethernet-Buchse. Letztere hängt am integrierten Ethernet-MAC des Allwinner H3. Bis auf einen UART-Port fürs Debugging sowie eine Micro-USB-Buchse zur Stromversorgung gibt es keine weiteren Anschlüsse, aber Löt pads, um einen SPI-Flash-Chip aufzulöten. Die quadratische Platine hat vier Zentimeter Kantenlänge.

Der ZeroPi läuft beispielsweise mit dem Linux FriendlyCore (auf Basis von Ubuntu Core) oder OpenWRT und eignet sich vor allem für Netzwerkprojekte. Im Vergleich zum schon länger lieferbaren NanoPi Neo2 oder dem Orange Pi Zero Plus ist der ZeroPi vor allem billiger. Von

NanoPi Neo und Orange Pi unterscheidet er sich durch Gigabit Ethernet statt bloß Fast Ethernet. (ciw@ct.de)



FriendlyElec ZeroPi: vier Cortex-A7-Kerne, 512 MByte RAM und Gigabit Ethernet für 13 US-Dollar

Bild: FriendlyElec

aikux.com

Sicherheit und Effizienz  
für Ihre Daten und  
Berechtigungen

Neu bei  
aikux.com

migRaven  
24/7

Archivierung neu gedacht  
Relevante Daten im Blick  
statt Datenberge auf dem  
Fileserver.

itsa 2019

aikux.com ist tenfold Integrationspartner.  
Treffen Sie uns gemeinsam auf der it-sa  
vom 8.-10. Oktober in Nürnberg!

[www.aikux.com/itsa-tickets](http://www.aikux.com/itsa-tickets)

tenfold

Berechtigungs-  
management  
der nächsten Generation



Automatisierung  
Nachvollziehbarkeit  
Sicherheit



## Prothese leitet Reize ans Gehirn

**Ein künstliches Bein mit Sensoren an der Fußsohle überträgt Druckempfindungen an die Nervenbahnen. Der Patient fühlt, wenn der Fuß auftritt.**

Die bionische Beinprothese, die ein internationales Forscherteam an Freiwilligen erprobt hat, beruht auf einer kommerziell erhältlichen Prothese mit elektronischem Kniegelenk. Die Prothese eignet sich also für Träger, denen ein Bein oberhalb des Knies amputiert worden ist. An der Sohle des Prothesenfußes haben die Wissenschaftler acht Berührungssensoren befestigt, zusätzliche Bewegungssensoren registrieren die Knieaktivität.

Die besondere Herausforderung bestand in der Entwicklung einer **Schnittstelle der Beinprothese zu den Nerven** im Oberschenkel der Testnutzer. Chirurgisch ließen die Forscher unter der Leitung von Dr. Stanisa Raspopovic, Professor am Institut für Robotik und Intelligente Systeme der ETH Zürich, Elektroden in den Oberschenkeln der Testläufer platzieren und diese mit den Beinnerven verbinden. Das Ziel war es, eine stabile Schnittstelle und im Endeffekt ein möglichst lebens-

echtes Gefühl für die erkannten Reize zu erzeugen.

Die Testpersonen absolvierten schließlich einige Aufgaben, sowohl mit als auch ohne die Weiterleitung der Sensorenreize. Man weiß, dass viele Prothesenträger ihrem gesunden Bein stärker vertrauen. Weil sie nicht spüren, ob ihr künstlicher Fuß etwa schon am Boden ist oder noch in der Luft hängt, stolpern sie und stoßen sich. In den Versuchen konnten die Probanden mit Neurofeedback

wesentlich schneller über Asphalt und sogar durch Sand gehen. Sie mussten sich weniger anstrengen und hatten stärkeres Vertrauen in die Prothese mit Nervenanschluss als in eine ohne.

Zudem haben die Wissenschaftler die Neuroschnittstelle am Stumpf für eine Neurostimulationstherapie genutzt. Die beiden Testpersonen, die bis dahin über heftige Phantomschmerzen klagten, hatten nach einem Monat keine beziehungsweise nur noch geringe Schmerzen. (agr@ct.de)

**Die Prothese leitet das Druckempfinden weiter bis ins Gehirn: Mit neuem Feingefühl machen Laufen und Radfahren mehr Spaß.**



Bild: ETH Zürich

## Chip aus Nanoröhrchen

Am MIT sind die Forscher einen großen Schritt auf dem Weg vom Silizium-Chip zur Kohlenstoffnanoröhrchen-Technik vorangekommen. Sie bauten einen 16-Bit-Mikroprozessor mit mehr als **14.000 Kohlenstoffnanoröhrchen-Transistoren** in RISC-V-Architektur. Die Forschungsgruppe um Max Shulaker am MIT ließ auf dem Chip Programme ablaufen und konnte den gesamten Befehlssatz nutzen. Die Transistoren aus Kohlenstoffnanoröhrchen schalteten nicht nur schneller als Siliziumtransistoren, sie könnten nach Studien der Wissenschaftler auch bis zu zehnmal energieeffizienter arbeiten.

Der besondere Reiz des neuen MIT-Chips: Er ist in herkömmlichen, serienfähigen Verfahren wie beispielsweise der Wafer-Technik gefertigt. Den Forschern gelang es, dabei die Ausschussquoten der Kohlenstoffnanoröhrchen-Transistoren ge-

hörig zu senken. Sie setzten ausschließlich auf Techniken, die sich auch mit Anlagen zur Herstellung heutiger Silizium-Chips umsetzen lassen. (agr@ct.de)

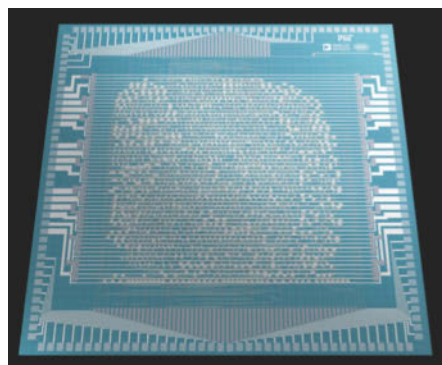


Bild: MIT

**Bestückt mit über 14.000 Transistoren aus Kohlenstoff-Nanoröhrchen: Die MIT-Ingenieure haben ihren Chip in Wafertechnik hergestellt.**

## Magnet durch Licht gesteuert

In der Entdeckung eines neuen Stoffes sehen die Forscher um Professor Dr. Wolfram Sander von der Ruhr-Universität Bochum eine Chance für Speichermedien der Zukunft. Grünes Licht genügt, um das Molekül 3-methoxy-9-flourenylidene in einen paramagnetischen Zustand zu bringen. Es richtet sich also nach einem äußeren Magnetfeld aus. **Blaues Licht schaltet das Molekül** um, es bildet ein schwaches entgegengesetztes magnetisches Moment. Das Geheimnis liege in der Methoxygruppe, die lichtgesteuert ihre Position im Molekülaufbau ändert. Leider ist der Stoff nur in sehr tiefen Temperaturen einsatzbereit, etwa zwischen -70 und -170 Grad Celsius. Die Bochumer forschen nun nach ähnlichen Materialien für höhere Temperaturen. (agr@ct.de)



# HTCs VR-Headset Vive Cosmos ausprobiert

**Die Vive Cosmos benötigt einen PC, aber durch sechs integrierte Kameras keine externen Tracking-Sensoren.**

Das populäre PC-VR-Headset HTC Vive bekommt einen Nachfolger: Vive Cosmos heißt er und kommt komplett ohne externe Sensoren aus. Die Brille orientiert sich mithilfe von sechs integrierten Kameras im Raum und erkennt damit auch die Hand-Controller. Bei unserem Probelauf mit der Vive Cosmos funktionierte das Tracking ordentlich, Details dazu muss ein ausführlicherer Test klären.

In Sachen Auflösung liefert die Cosmos gute Hausmannskost: 1440 × 1700 Bildpunkte zeigt jedes der beiden eingebauten 90-Hz-LC-Displays, bei der Vive sind es 1080 × 1200, bei der Vive Pro 1440 × 1600 – letztere allerdings mit OLED-Technik. Die Cosmos-LCDs sind etwas weniger farbkraftig, zeigen dafür aber auch ein glatteres Bild. OLEDs in VR-Brillen nutzen meist eine ungleichmäßige Anzahl von Subpixeln („PenTile-Matrix“), was zu einem etwas ausgefransten Bild führt.

Das diagonale Sichtfeld gibt HTC mit 110 Grad an, genau wie bei der Vive und der Vive Pro. Deutlich verbessert hat HTC die Ergonomie: Die Vive Cosmos nutzt nun das von Playstation VR, Rift S und an-



**Die sechs eingebauten Tracking-Kameras der Vive Cosmos sind deutlich zu erkennen.**

deren Headsets bekannte „Halo-Design“, bei dem das Gewicht über einen Kunststoffring auf dem ganzen Kopf verteilt ist statt wie zuvor nur wie bei einer Skibrille auf dem Gesicht. Dank eines Scharniers kann man das Headset hochklappen, wenn man etwas in der echten Welt erleben will.

Zudem wurde das Gewicht reduziert: Bringt die Vive Pro über ein Kilogramm auf die Waage, sind es bei der Vive Cosmos nur noch 665 Gramm. Ein im aufgesetzten Zustand unhörbarer Lüfter sorgt dafür, dass die Linsen auch bei schweiß-

treibenden Anwendungen nicht beschlagen. Für die Tonausgabe sorgen die bewährten Kopfhörer des bislang als Vive-Zubehör verkauften Deluxe Audio Straps, die bei der Cosmos nun fest eingebaut sind. Die mitgelieferten Controller wirken auffällig schwer, fassen sich aber besser an als die alten, länglichen Vive-Controller. Sie bieten jedoch nicht das Fingertracking der Valve-Index-Controller.

HTC vermarktet die Vive Cosmos als Consumer-Gerät für 800 Euro inklusive Controllern und einer einjährigen Software-Flatrate („Viveport Infinite“). Die 1400 Euro teure Vive Pro bleibt als Alternative für kommerzielle Anbieter im Handel. Die Ur-Vive (ohne Pro) läuft aus.

Eigentlich klingen 800 Euro nach einem guten Angebot, wäre da nicht die Konkurrenz: Die Oculus Rift S zum Beispiel ist 350 Euro günstiger als die Cosmos, bietet aber auch etwas weniger: Der eingebaute Kopfhörer klingt nicht so gut, die Auflösung ist mit 1280 × 1440 Pixel etwas geringer, die Bildwiederholrate liegt bei 80 statt bei 90 Hz; außerdem lässt sich der Augenabstand bei der Rift S nicht wie bei der Cosmos manuell einstellen. Aber reicht das, um den Mehrpreis zu rechtfertigen? Das wird der Markt entscheiden – ab sofort kann man die Vive Cosmos vorbestellen, am 3. Oktober soll sie in den Handel kommen. (jkj@ct.de)

## Security ist ein Wettlauf und Sie liegen vorne!

### Ihr Vorsprung heißt Wissen!

Wissen, wer im Netz ist. Wissen, wer sich ungewöhnlich verhält. Wissen, was passiert. Behalten Sie die Kontrolle: Der **cognitix Threat Defender** überwacht mit modernster KI-Technologie und Data Analytics Ihr Netzwerk und bietet

- Echtzeit-Analyse
- Treffsichere Angriffs-Detektion
- Automatische Reaktion

**Bedrohungen sofort erkennen und schneller abwehren:**

**cognitix Threat Defender**

Mehr unter [www.genua.de/threat-defender](http://www.genua.de/threat-defender)

**Vorne bleiben:** Besuchen Sie uns auf der **it-sa**, 8. – 10. Oktober 2019 in Nürnberg und gewinnen Sie ein **Hacking Bootcamp** für Ihr IT-Team.



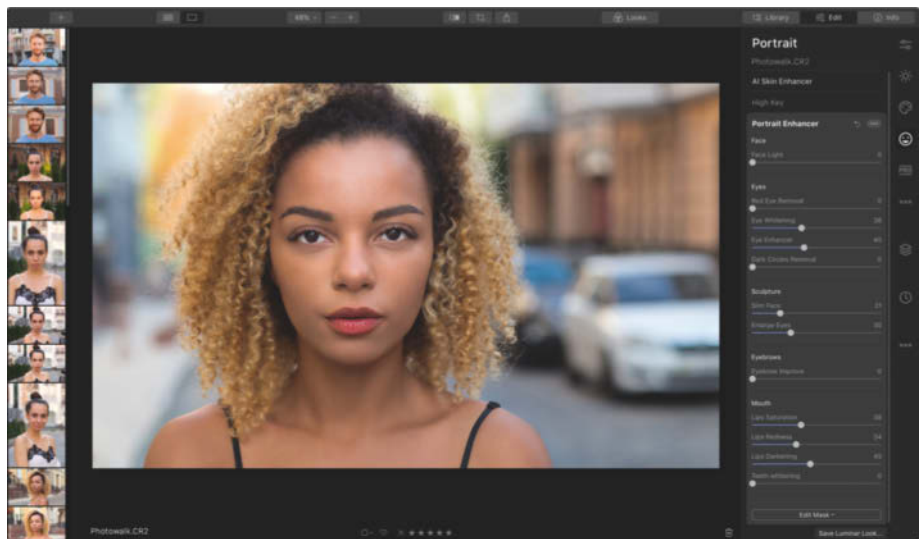
**genua** Ein Unternehmen der Bundesdruckerei

## Neue Filter für Skylum Luminar 4

**Der Raw-Entwickler Luminar 4 bearbeitet Fotos mithilfe künstlicher Intelligenz. Im Herbst soll ein Update mit neuen Filtern für Landschafts- und Porträtfotos erscheinen.**

Maschinelles Lernen soll bei Luminar manuelle Nacharbeit minimieren. Dazu enthält das Programm Algorithmen, die den Himmel bearbeiten, Kontrast erhöhen oder Hauttöne optimieren. Die Entwicklungseinstellungen lassen sich von einem auf andere Bilder übertragen.

Mit „AI Sky Replacement“ lässt sich der Himmel durch eines von über 20 Wolkenbildern austauschen. Die Maske wird über künstliche Intelligenz erzeugt und soll auch bei komplizierten Strukturen weder Halos noch Lücken hervorrufen. Die Farbtemperatur des Quellbilds passt das Programm automatisch an. Der „Landscape Enhancer“ bringt einen Regler zum Entfernen von Dunst mit, wie ihn auch andere Raw-Entwickler bieten. Eher ungewöhnlich ist die Simulation der goldenen Stunde: Sie taucht das Foto in warme Farbstimmung. „AI Structure“ beeinflusst den lokalen Kontrast über einen einzelnen Regler. Hauttöne behandelt der



Der „AI Skin Enhancer“ in Luminar 4 erkennt Gesichter und retuschiert Hautunreinheiten, er erhält aber die Porenstruktur.

Filter schonender als beispielsweise eine Ziegelwand im Hintergrund.

Der „AI Skin Enhancer“ erkennt Gesichter und retuschiert Falten sowie Unreinheiten nach einem einzigen Reglerzug, ohne einen wächsernen Bildeindruck zu produzieren. Schatten, Poren, Haut und Sommersprossen soll er erhalten. Mit dem „Portrait Enhancer“ kann man Por-

träts über eine größere Anzahl an Reglern weiterbearbeiten. Der Filter bearbeitet beispielsweise die Farbe von Haut, Augenbrauen und Lippen.

Skylum Luminar 4 soll im Herbst für Windows und macOS erscheinen und etwa 100 Euro kosten. Es läuft selbstständig oder in Photoshop und Lightroom als Plug-in. (akr@ct.de)

## Fiskalfähige Kassenbons

Epson hat ein **Sicherheitsmodul** im Sinne der deutschen Registrierkassenverordnung als Zubehör für seinen Kassensbondrucker TM-m30F herausgebracht. Es hat die Abmessungen einer Mikro-SD-Karte und passt in einen Slot des Epson-USB-Hub OT-UH30, der sich wiederum an den Bondrucker anstecken lässt. Neu gekaufte Drucker werden mit dem Modul ausgeliefert; bereits vorhandene Exemplare dieses Druckermodells kann man mit einem Fiskal-Upgrade-Kit nachrüsten.

Mit dieser Ausrüstung wird der Drucker für Einzelhändler, Gastwirte und Hotels fiskalfähig – damit erzeugte Kassenbons korrespondieren mit nicht manipulierbaren elektronischen Datensätzen, wie es der Gesetzgeber ab Anfang 2020 vorschreibt (siehe c't 26/2016, S. 150). Diese Datensätze werden online oder beim Offline-Einsatz über gelegentliche Internet-

Verbindungen in die Buchhaltungssoftware des Betriebs übertragen, wo sie revisionssicher gespeichert werden müssen.

(hps@ct.de)



Das Sicherheitsmodul (links) wird an der Unterseite des Epson-Bondrucker TM-m30F eingesteckt.

## Kostenloser Fotoserver

Der **Private-Cloud-Fotoserver** PicApport 8 von Contecon Software kann nun Geodaten wie Reiserouten zusammen mit Fotos auf einer Karte darstellen. Dazu bindet er Karten von OpenStreetMap ein. Die Tracks lassen sich farblich darstellen. PicApport setzt jetzt eine SSL-Verbindung voraus. Die Zertifikate holt sich die Software dabei automatisch von letsencrypt.org. Über eine grafische Administrationsoberfläche kann man Serverstatus und -konfiguration anzeigen lassen, Konfigurationsdateien bearbeiten und Befehle ausführen.

Der für Privatanwender kostenlose Server verwendet Java und läuft daher plattformunabhängig unter Windows, macOS und Linux. Er stellt Fotos im LAN für alle Endgeräte bereit, die einen Webbrowser mitbringen. (akr@ct.de)



## Partiturauszüge mit Steinberg Dorico 3

Steinbergs **Notationsprogramm** Dorico 3 ist in den Versionen Pro und Elements erschienen. Beide Versionen von Dorico 3 bringen Tabulatur-Unterstützung und erweiterte Funktionen zur Gitarrennotation inklusive Symbolen für Bending, Slide und Obertonspiel sowie klassischer Fingersätze. Die Anzahl von Saiten und Bündeln lässt sich konfigurieren, sodass Dorico auch ungewöhnliche Instrumente mit Tabulaturen versehen kann, beispielsweise Banjos.

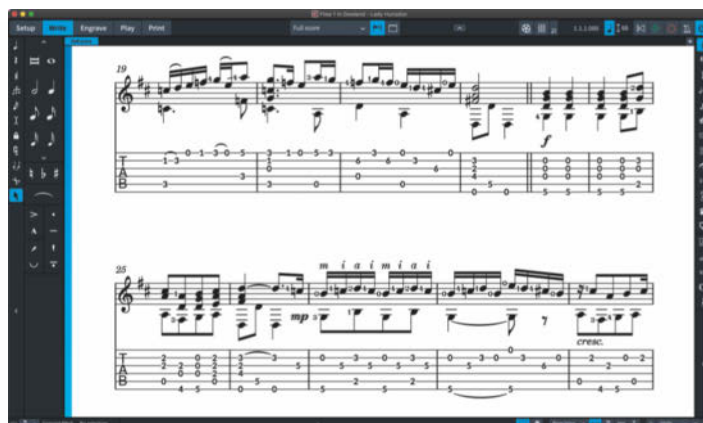
Das Programm bringt einen Editor für Akkord-Diagramme mit und notiert Harfenpedal-Diagramme. Zur Wiedergabe von Vokalklängen enthält es die

Soundbibliothek für Chorklänge Olympus Choir Micro von Soundiron.

Die Pro-Version kann automatisch Partiturauszüge generieren. Ein Auszug zeigt die Noten mehrerer Instrumentalisten innerhalb einer reduzierten Anzahl an Notensystemen. Das spart Platz und lässt sich besser lesen. Änderungen an der Partitur überträgt das Programm selbstständig auf die Auszüge.

Dorico Pro 3 kostet 559 Euro. Studenten und Lehrer zahlen 359 Euro. Dorico Elements 3 kostet 99,99 Euro beziehungsweise 66,99 Euro als pädagogische Lizenz. Darüber hinaus bietet Steinberg Crossgrade-Preise. (akr@ct.de)

Dorico 3 bringt erweiterte Gitarrennotation inklusive Fingersätzen in der Notenansicht.



## Kurz & knapp

Das **Videoschnittprogramm** Premiere Pro soll noch dieses Jahr um die Funktion „Auto Reframe“ ergänzt werden. Mithilfe von KI beschneidet sie Videos inhaltsbasiert mit Rücksicht auf das Motiv, beispielsweise von 16:9 auf vertikales Instagram-Format. Die Funktion war auf der Adobe Max 2018 als „Smooth Operator“ vorgestellt worden.

Mit dem webbasierten **Instant-Messaging-Dienst** Slack generierte Daten wie Nachrichten, Beiträge, Dateien und Suchen sollen sich künftig auf Servern außerhalb der USA speichern lassen. Der gleichnamige Anbieter hat für Ende 2019 „lokales Hosting“ angekündigt – deutsche Kunden können dann Server in Frankfurt/Main nutzen.

Der **Dateipacker** WinZip 24 hat eine neue Funktion bekommen, mit deren Hilfe man Dateien lokal, im Netzwerk und auf Cloud-Speichern suchen kann. Häufig benutzte Dateien kann man im Schnellzugriffsbereich ablegen. Die neue Methode ZSTD soll effizienter komprimieren als ältere Algorithmen. WinZip 24 Pro kostet 59,44 Euro; die Standardversion ohne Stapelverarbeitung 35,64 Euro.

- ✓ Über 90 Produkte
- ✓ Offene Plattform
- ✓ Software der Zentrale CCU3 kostenlos verfügbar
- ✓ Frei konfigurierbare Partner-Apps

mediola<sup>®</sup>  
and creative  
neo



Ihr individuelles  
Smart Home

homematic<sup>IP</sup>  
Smartes Wohnen, das begeistert.



# PSD2 jetzt Alltag

## Neue Zahlungsdiensterichtlinie weitgehend umgesetzt

**Die deutschen Banken und Sparkassen haben ihre Online-Zugänge erfolgreich auf die neuen Anforderungen des Gesetzgebers umgestellt. Die wenigen Probleme dabei wurden schnell gelöst oder liegen im Detail.**

Von Markus Montz

**S**pätestens am 14. September mussten die deutschen Kredithäuser ihre Zugänge zum Online-Banking an die Anforderungen der Zweiten Europäischen Zahlungsdiensterichtlinie (PSD2) angepasst haben. Experten und informierte Verbraucher hatten den neuen Alltag mit einiger Spannung erwartet.

Die meisten Kunden bekamen von der Umstellung wenig mit, abgesehen von der neuen Zwei-Faktor-Authentifizierung beim Login. Diese schreibt die PSD2 im Rahmen der sogenannten Starken Kundenauthentifizierung (SCA) für den Zugriff auf Zahlungskonten vor, in der Praxis also Girokonten und Kreditkartenkonten. Genau wie bei Überweisungen fragt die Bank künftig zwei Faktoren ab, die aus zwei der drei Kategorien Wissen (etwa PIN oder Passwort), Besitz (etwa Bankkarte oder Mobiltelefon) und Inhärenz (biologische Merkmale wie etwa Fingerabdruck oder Iris) stammen müssen. In der Praxis läuft dies fast immer auf PIN oder Passwort plus TAN hinaus.

### Nur „wenige Ruckler“

Wie eine Umfrage innerhalb der c't-Redaktion ergab, bemerkten Kunden von Volks- und Raiffeisenbanken sowie der Sparkassen oft nicht einmal die SCA beim Login: Ihre Institute nutzen eine Ausnahmeregelung, nach der eine SCA nur alle 90 Tage erforderlich ist [1]. Als Stichtag dafür setzten sie das letzte Login vor dem 14. September. Kunden, die nach dem Login länger als 90 Tage zurückliegende Umsätze abfragen wollten, mussten aber wie vom Gesetzgeber vorgesehen eine TAN übermitteln. Anderswo, etwa bei der

comdirect, erfolgte die erste Abfrage hingegen mit dem ersten Login nach dem 14. September. Sie fragt zudem auch dann, wenn man kein Zahlungs-, sondern etwa nur ein Sparkonto führt.

Die Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) erklärte gegenüber der dpa, die Lage sei trotz einzelner Schwierigkeiten „bis auf die wenigen Ruckler ruhig“. Zufrieden äußerten sich auch der Deutsche Sparkassen- und Giroverband, der Bundesverband der Volks- und Raiffeisenbanken sowie mehrere große Privatbanken, darunter die Deutsche Bank. Ähnlich sahen es in der internen Blitzumfrage viele c't-Redakteure.

Größere Probleme hatten in der Woche vor dem 14. September vor allem Kunden der Postbank. Laut dpa war der Kontozugriff zeitweise nicht möglich; zudem seien die Hotlines überlastet gewesen. Ein Sprecher bestätigte dpa die Probleme, verortete sie aber nicht im technischen Bereich; die Überlastung der Hotline führte er auf Streiks zurück. Auch zahlreiche Kunden der Commerzbank hatten nach der Umstellung vorübergehend Probleme bei der Anmeldung. Die Hotline war genau wie bei der Tochter comdirect zwischenzeitlich stark frequentiert und kaum erreichbar.

Zeitweise Schwierigkeiten gab es zudem bei Multibanking-Anwendungen. So hatten wir zunächst Probleme, ein

Tagesgeldkonto der comdirect in die Apps und Weboberflächen von Volksbanken und Sparkassen zu integrieren. Die comdirect erklärte gegenüber c't, ihr seien keine solchen Probleme bekannt. Der Bundesverband der Volks- und Raiffeisenbanken verwies allgemein auf unterschiedliche Interpretationen bei einzelnen FinTS-Schnittstellen, der Deutsche Sparkassen- und Giroverband wollte angesichts der Komplexität Probleme ebenfalls nicht grundsätzlich ausschließen. Auch der Homebankingsoftware-Hersteller Buhl Data schrieb im Support-Forum, dass die vollständige Anbindung einiger Banken noch andauere.

### Online-Handel

Eigentlich sollte bei Zahlungen mit Kreditkarten, PayPal und anderen Online-Bezahlarten ab dem 14. September ebenfalls ein zweiter Faktor abgefragt werden. Die Europäische Bankenaufsicht hatte den nationalen Aufsichtsbehörden auf Bitte des Handels jedoch im Juni freigestellt, ob sie diese Vorschrift bereits durchsetzen wollen. Von dieser Regelung macht unter anderem die BaFin Gebrauch. Eine neue Deadline steht weiterhin aus [2]. Ein stichprobenartiger Test der c't-Redaktion ergab, dass kaum ein Händler die Zwei-Faktor-Abfrage bereits aktiviert hat – nicht einmal Zalando, das mit der Umstellung im Backend nach eigenen Angaben schon vor Wochen fertig war. Hier bleibt für die Kunden bis auf Weiteres also fast alles beim Alten. (mon@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Markus Montz, Zweitschlösser, Neue Onlinebanking-Regeln ab September, c't 18/2019, S. 66
- [2] Markus Montz, Startschwierigkeiten, Neue Bezahlregeln im E-Commerce greifen später, c't 19/2019, S. 48

**Auch Umsatzabfragen müssen zukünftig mit einer Zwei-Faktor-Authentifizierung abgesichert sein, wenn der Zeitraum länger als 90 Tage zurückreicht.**

# Shift happens.

Die Zukunft gestalten – mit Enterprise IT-Services von Cronon.

Treffen Sie uns hier:

## **Smart Country Convention 2019**

22.-24.10.2019 | CityCube Berlin

[cronon.net](https://cronon.net)

Enterprise IT-Services von Cronon: immer einen kompetenten Ansprechpartner an Ihrer Seite.



# Zahlen, Daten, Fakten

## Technik beim Einkauf im Einzelhandel

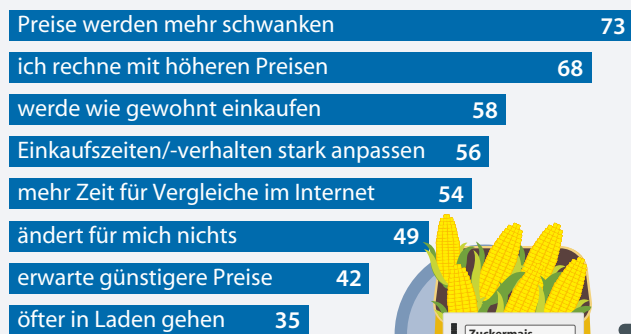
**D**igitaltechnik hält Einzug im lokalen Handel. Digitale Preisschilder werden dabei von vielen Kunden eher kritisch gesehen. Selbst-Scan-Kassen finden viele hingegen gut. Viele glauben, dass es damit an der Kasse schneller geht. Über-

raschend viele halten AR-Apps und -Brillen beim Einkaufen für sinnvoll. Doch nur rund ein Drittel wünscht sich mehr Technik im Supermarkt. Beim Bezahlen mit Smartphone oder Uhr hat das letzte Jahr eine sprunghafte Zunahme gebracht.

Laut Comarch-Umfrage soll im Jahre 2030 das Bargeld als Standardzahlungsmittel abgelöst sein. Viele glauben, dass es zu diesem Zeitpunkt weniger Läden und weniger menschliches Personal geben wird. (mil@ct.de) **ct**

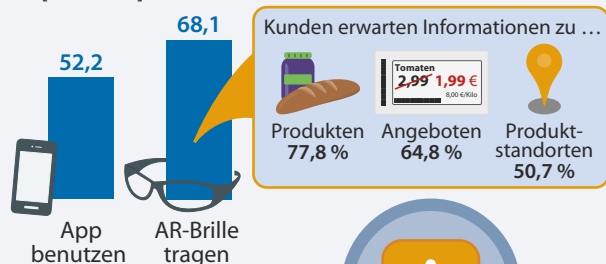
### ► Wie denkt man über digitale Preisschilder in Läden?

... viele kennen das, erwarten aber höhere Preise dadurch [in Prozent].<sup>1</sup>



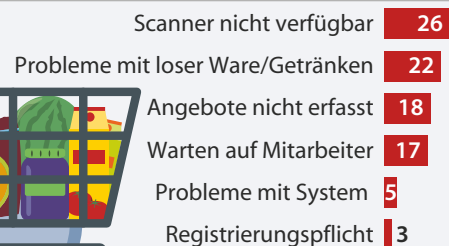
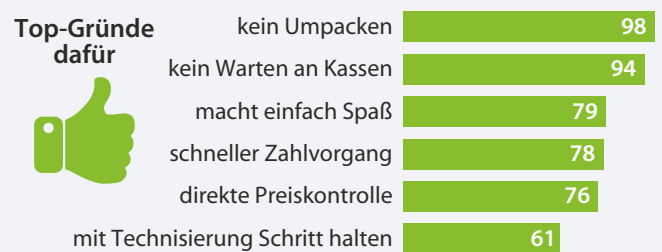
### ► Wer will eine AR-Datenbrille- oder -App im Laden?

... erstaunlich viele finden AR-Technik im Laden sinnvoll [in Prozent].<sup>3</sup>



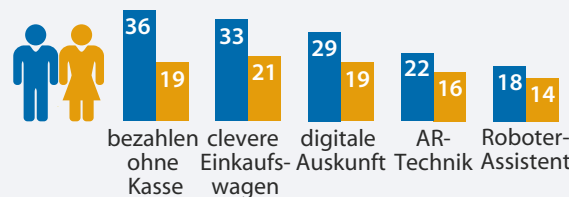
### ► Was spricht dafür, Einkäufe selbst zu scannen?

... es ist komfortabel, aber nicht alles lässt sich scannen [in Prozent].<sup>2</sup>



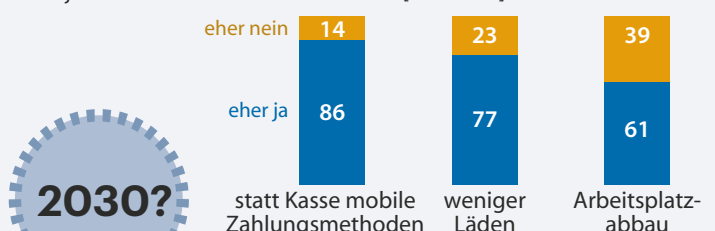
### ► Was soll kommen?

... nur rund ein Drittel hat Wünsche – große Unterschiede gibt es zwischen weiblichen und männlichen Kunden [in Prozent].<sup>4</sup>



### ► Wie wird das Einkaufen 2030 sein?

... auf jeden Fall mit mehr Technik im Laden [in Prozent].<sup>6</sup>



2030?



### ► Wie viele zahlen per Smartphone?

... gerade das letzte Jahr hat einen großen Zuwachs gebracht: Schon jeder Dritte zahlt so [in Prozent].<sup>5</sup>



# Deutsches Leistungsschutzrecht vorerst gekippt

Der Europäische Gerichtshof (EuGH) hat das 2013 eingeführte Leistungsschutzrecht für Presseverlage gekippt. Das Gesetz sei **nicht anwendbar**, stellte das Gericht am 12. September fest. Der EuGH war 2017 vom Berliner Landgericht (LG) eingeschaltet worden. Die Verwertungsgesellschaft VG Media verlangte in einem Rechtsstreit von Google Schadenersatz, weil sich der Internet-Konzern weigert, für die Darstellung von Textauszügen und Vorschauabbildern in der Google-Suche zu zahlen. Die VG Media vertritt dabei etliche Presseverlage in Deutschland, darunter Axel Springer, Handelsblatt, Funke und Dumont.

Das Landgericht hatte Zweifel, ob sich die VG Media überhaupt auf die deutsche Regelung berufen kann. Dieser Zweifel war berechtigt: Beim deutschen Leistungsschutzrecht handelt es sich nach Auffassung des EuGH um „eine Vorschrift betreffend Dienste der Informationsgesellschaft“, also eine „technische Vorschrift“. Bei solchen Regelungen müsse die EU-Kommission vorab „notifiziert“ werden. Der EuGH folgte damit der Argumentation seines Generalanwalts Gerald Hogan.

Die Bundesregierung war hingegen der Ansicht, dass das Leistungsschutzrecht nicht speziell auf Dienste der Informationsgesellschaft zielte. Zum Ende der

schwarz-gelben Koalition im Bund entschied sich das Justizministerium deshalb gegen die Notifizierung der EU-Kommission – auch, weil es sonst kaum möglich gewesen wäre, das Leistungsschutzrecht noch vor der Bundestagswahl im Herbst 2013 zu verabschieden.

Inzwischen ist mit der neuen EU-Urheberrechtsrichtlinie ein verschärftes europäisches Leistungsschutzrecht auf den Weg gebracht worden. Eine Umsetzung in deutsches Recht hat die Bundesregierung aber noch nicht vorgenommen, sie hat dafür bis 2021 Zeit. (hob@ct.de)

## Desinfec't 2019/20 ist da

Das neue Sonderheft c't wissen ist ab sofort erhältlich und bringt Desinfec't 2019/20 als DVD-Beilage mit. Mit dem **Rettungssystem** scannt man Windows-Computer, die sich seltsam verhalten, auf Trojaner und andere Schädlinge. Desinfec't hat sich schon häufig als Retter in der Not bewährt. Der Start gelingt direkt von DVD oder USB-Stick – es ist ein eigenständiges auf Linux basierendes Live-System. So schaut man aus sicherer Entfernung auf eine inaktive Windows-Installation. Außerdem hat Desinfec't Tools für Profis an Bord, mit denen man unter Umständen verloren geglaubte Daten retten kann.

Dank eines Downloadcodes kann man sich das System auch herunterladen und auf einen USB-Stick kopieren. Das Heft ist



am Kiosk und im heise Shop für 12,90 Euro erhältlich. Das E-Paper inklusive Download von Desinfec't 2019/20 kostet 9,99 Euro. Zeitnah wird es das E-Paper noch auf einem USB-Stick geben, von dem auch Desinfec't startet. Der 16-GB-USB-Stick kostet 19,90 Euro. (des@ct.de)

**WIBU**  
SYSTEMS

## Denken Sie an Softwareschutz?

### Denken Sie an CodeMeter!

- Lizenzen in HW, SW und Cloud
- PCs, Mobile, Embedded, SPS und Mikrocontroller
- x86, ARM und PPC
- ERP-, CRM- und e-Commerce-Integration



**30**  
YEARS

1989-2019  
propelling your  
business to  
new heights



**sps**

smart production solutions

Halle 7, Stand 660

+49 721 931720  
sales@wibu.com  
www.wibu.com



**SECURITY  
LICENSING**  
PERFECTION IN PROTECTION

E. Bott · C. Stinson

## Windows 10 für Experten

Insider-Wissen –  
praxisnah & kompetent

3. Auflage  
2019, 854 Seiten  
€ 36,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-638-1  
(Microsoft Press)



E. Glatz

## Betriebssysteme

Grundlagen, Konzepte,  
Systemprogrammierung

4. Auflage  
2019, 734 Seiten  
€ 44,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-705-0



U. Troppens · N. Haustein

## Speichernetze

Grundlagen, Architekturen,  
Datenmanagement

3. Auflage  
2019, 960 Seiten  
€ 69,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-503-2



L. Betz · T. Widhalm

## Icinga 2

Ein praktischer Einstieg ins Monitoring

2. Auflage  
2018, 686 Seiten  
€ 44,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-556-8




J. Arundel · J. Domingus

## Cloud Native DevOps mit Kubernetes

Bauen, Deployen und Skalieren  
moderner Anwendungen in der Cloud

2019, 368 Seiten  
€ 39,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-698-5



 dpunkt.verlag

fon: 0 62 21 / 14 83 40  
e-mail: bestellung@dpunkt.de  
www.dpunkt.de

**plus+**  
Buch + E-Book:  
www.dpunkt.plus

## Browser verschlüsseln DNS-Anfragen

**Bislang läuft die Kommunikation von Browsern mit DNS-Servern meist unverschlüsselt. Weil dies als Unsicherheitsfaktor gilt, rüsten die Hersteller ihre Software nach: Firefox und Chrome beherrschen nun DNS over HTTPS (DoH).**

Mozilla und Google setzen in ihren Browsern künftig auf DNS over HTTPS (DoH), um Namensauflösungen besser abzuschirmen. Mit DoH können Browser ihre DNS-Abfragen verschlüsseln, um beispielsweise die Privatsphäre der Nutzer besser zu schützen – insbesondere in offenen Netzen, etwa an Hotspots. Das ist auch sinnvoll, denn unverschlüsselte DNS-Abfragen sind durch Man-in-the-Middle-Attacken verwundbar – ein Angreifer kann den Traffic also manipulieren. DoH schützt vor DNS-Hijacking und Spoofing. Außerdem hilft DoH, DNS-gestützte Zensurmaßnahmen zu verhindern.

Mit Abfragen beim DNS erfahren Browser, welche IP-Adresse hinter einem Domain-Namen steckt. Nur mit der IP-Adresse erreichen sie den Webserver, von dem sie die Inhalte laden sollen. Standardmäßig fragen Browser beim DNS-Server nach, den das Betriebssystem vorgibt – meist bei dem des Internetproviders. Die Kommunikation erfolgt unverschlüsselt.

Firefox enthält seit Version 60 die Option, DoH als experimentelle Funktion zu aktivieren. Noch im September will Mozilla DoH nun zum Standard und nach und nach zur Voreinstellung machen – zunächst aber nur in den USA.

Allerdings erntet Mozilla Kritik an der Umsetzung: Derzeit stellt Firefox sämtliche DoH-Requests an den DNS-Dienst von Cloudflare. Mozilla arbeitet mit dem amerikanischen Cloud-Anbieter zusammen, um DoH in Firefox anbieten zu können. Cloudflare könne den Traffic zu Geschäftszwecken analysieren, was die Privatsphäre gefährde, so die Kritiker. OpenBSD etwa hat sich entschieden, aus diesem Grund im Firefox-Port der Distribution die automatische Verwendung von DoH zu deaktivieren.

Google hat derweil angekündigt, DoH ab Chrome 78 experimentell zu unterstützen, dessen stabile Variante am 22. Oktober erscheinen soll. Anders als Mozilla legt sich Google nicht auf einen DNS-Dienst fest: Für das Experiment arbeitet der Konzern mit einigen DNS-Providern zusammen, die DoH bereits unterstützen. Derzeit seien das Cleanbrowsing, Cloudflare, DNS.SB, OpenDNS, Quad9 sowie Google selbst.

Der vom Nutzer bislang verwendete DNS-Anbieter soll bleiben, Chrome versuche lediglich auf den gleichwertigen DoH-Dienst des Providers umzustellen, teilte Google mit: „Mit diesem Ansatz ändert sich der verwendete DNS-Dienst nicht, sondern nur das Protokoll.“ Dadurch sollen bestehende DNS-Filter und Kinderschutzsysteme aktiv bleiben.

Chrome verwendet DoH wenn möglich, andernfalls arbeitet der Browser wie gehabt und sendet herkömmliche DNS-Anfragen. Der DoH-Test soll für „einen Bruchteil der Chrome-Anwender“ und auf allen unterstützten Plattformen laufen – dazu zählen iOS und Linux derzeit nicht.

(hob@ct.de)

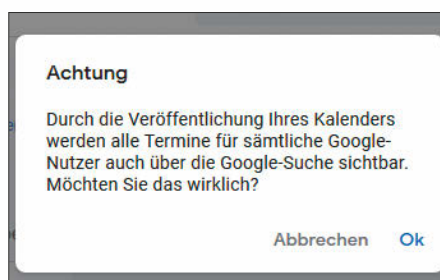


## Versehentlich veröffentlichte Google-Kalender

Im Web lassen sich tausende private **Google-Kalender** aufspüren und einsehen. Darauf wies der Sicherheitsforscher Avinash Jain hin, nachdem er die Probe aufs Exempel gemacht hatte. In einem Blog-Eintrag beschreibt Jain, mit welchen Suchparametern er die Kalender im Netz aufspürte. Auf diese Weise entdeckte er auch sensible Einträge, beispielsweise von einer Arztpraxis.

Google erklärte in einer Stellungnahme, dass öffentliche Kalender eben öffentlich seien. Es liege in der Verantwortung der Nutzer, ihre Daten zu schützen. Standardmäßig sind die Google-Kalender auf privat gestellt, betonte Google. Nur der jeweilige Besitzer hat also Zugriff darauf. Anwender können den Kalender aber auch für Familienmitglieder, Freunde oder Kollegen freigeben. Zudem ist es möglich, ihn öffentlich zu machen. In die-

sem Fall zeigt Google einen deutlichen Hinweis an: „Durch die Veröffentlichung Ihres Kalenders werden alle Termine für sämtliche Google-Nutzer auch über die Google-Suche sichtbar. Möchten Sie das wirklich?“ Der Vorfall zeigt: Nutzer sollten Warnhinweise lieber lesen statt blind abzunicken. (hob@ct.de)



Google warnt sehr deutlich vor der Freigabe eines Kalenders.

## Geteilte Verantwortung

Die Betreiber von gewerblichen **Fanpages auf Facebook** sind mitverantwortlich für die Datenverarbeitung, die im Hintergrund läuft. Bei schweren Mängeln dürfen Datenschutzbehörden daher die Betreiber verpflichten, die Unternehmensseite abzuschalten. Das hat das Bundesverwaltungsgericht in Leipzig entschieden. (Az.: 6 C 15.18) Auch wenn Facebook selbst ein Adressat für die Beschwerden sein könnte, dürften die Datenschützer aus Gründen der Effektivität auch die Seitenbetreiber in die Pflicht nehmen.

Der Entscheidung liegt ein Fall aus Schleswig-Holstein zugrunde. Das Unabhängige Landeszentrum für Datenschutz (ULD) forderte 2011 von der Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein die Deaktivierung ihrer Fanpage. Beim Aufruf der Seite würden Daten der Nutzer erhoben, ohne dass diese darüber informiert würden. Inwiefern diese Datenverarbeitung tatsächlich rechtswidrig war, müsse aber noch genauer geklärt werden, urteilten die Leipziger Richter. Sie verwiesen den Fall darum zur erneuten Verhandlung und Entscheidung an das Oberverwaltungsgericht in Schleswig-Holstein zurück.

In den Vorinstanzen war die Wirtschaftsakademie erfolgreich gewesen. Das Oberverwaltungsgericht hatte entschieden, sie sei nicht datenschutzrechtlich verantwortlich, weil sie keinen Zugriff auf die erhobenen Daten bei Facebook habe. Dagegen hatte sich das ULD in dem Revisionsverfahren gewandt.

(hob@ct.de)

## Ticketverkauf für die c't <webdev> startet

Anfang Oktober startet der Ticketverkauf für die Frontend-Konferenz von c't. Bis die Agenda feststeht – voraussichtlich Mitte Oktober –, gibt es ein vergünstigtes Wild-Card-Ticket für 499 Euro. Danach verkaufen wir 100 Tickets zum Frühbucherpreis von 589 Euro. Der reguläre Preis wird bei 699 Euro liegen. Bei



der c't <webdev> wird sich an den zwei Konferenztagen, dem 5. und 6. Februar, wieder alles um die Entwicklung von Frontends aller Art drehen (www.ctwebdev.de). (jo@ct.de)



## ARGUS Optical Power Meter

- Leistungsfähiges und hochpräzises Optical Power Meter für alle ARGUS-Tester mit SFP-Slot
- Live-Anzeige des Pegels und Speicherung der Messung, Ausgabe als QR-Code
- Misst verschiedene Wellenlängen (z. B. GPON) und verfügt über einen universellen SC-Steckverbinder (2,5 mm)

Informieren Sie sich jetzt über dieses und weitere ARGUS Zubehörprodukte:  
intec Gesellschaft für Informationstechnik mbH  
Telefon: 02351/90 70-0 · E-Mail: sales@argus.info · www.argus.info



**Broadband World Forum**  
15.-17. Oktober 2019  
Amsterdam  
Broadband Pavilion  
Stand A40 (Pod)





Bild: Jörg Carstensen/dpa

# „Offenes Buch“

## Edward Snowden veröffentlicht eine Autobiografie

**Kein europäisches Land will sich bislang dazu durchringen, dem NSA-Whistleblower Edward Snowden politisches Asyl anzubieten. Nun meldete er sich mit seinen Memoiren aus dem russischen Exil zu Wort.**

**Von Detlef Borchers**

Über die Ereignisse rund um den NSA-Whistleblower Edward Snowden und seine Enthüllungen hat die Filmerin Laura Poitras mit „Citizenfour“ bereits eine Oscar-prämierte, sehr sehenswerte Doku produziert. Außerdem gibt es mit „Snowden“ einen herzerweichenden Spielfilm von Oliver Stone. Und dann sind da noch mindestens 14 Bücher, die seine Tat im Sommer 2013 beschreiben. Nun also kommt sein eigenes Buch und fügt dem ganzen Material eine neue Komponente hinzu.

Snowden selbst erzählt besser als Film, Doku und all die Bücher, wie einem IT-Techniker Zweifel an der Arbeit für die Geheimdienste kommen, bis zu dem Schluss, den er so formuliert: „Das Betriebssystem meines Landes – seine Regierung – hatte entschieden, dass es am besten funktionierte, wenn es defekt war.“ Defekt in dem Sinne, dass die Geheimdienste abseits aller Kontrollen alles überwachen und speichern können, was ihnen wichtig ist. Alles.

### Harte Kost

Für Leser mit IT-Kenntnissen sind die 425 Seiten mitunter harte Kost, denn Snowden hat das Buch für Laien konzipiert, die vielleicht ein Smartphone haben und darauf herumtippen, sich aber nicht die Bohne für Computer interessieren. Er erklärt ausführlich, wie Router funktionieren und was das Problem mit den Metadaten ist, die beim Gang ins Internet anfallen und ausgewertet werden können. In diese Erklärungen sind auch die Warnungen (von Snowden einmal

„Manifeste“ genannt) eingewoben, mit denen er sich direkt an den Leser wendet.

So etwa bei dem von Snowden aufgedeckten Überwachungsprogramm XKEYSCORE, das eine zentrale Rolle bei seiner Konvertierung zum Whistleblower spielte. Wer während der Lektüre eine Suchmaschine nach XKEYSCORE befragt, landet gemäß Snowden sofort in den Fängen der Geheimdienste: „Herzlichen Glückwunsch. Du bist jetzt im System, ein Opfer Deiner eigenen Neugier. Doch selbst wenn Du nichts Online gesucht hast, wäre es für eine interessierte Regierung eine Kleinigkeit herauszufinden, dass Du dieses Buch liest. (...) Wenn Du dies hier – diesen Satz – gerade auf irgendeinem modernen elektronischen Gerät, etwa auf einem Smartphone oder Tablet liest, dann können die Geheimdienste Dir folgen und Dich lesen,“ schreibt Snowden.

Alle diese Daten würden „auf Ewigkeit gespeichert“, eben als Permanent Record, so der Titel seines Buchs. „Das ist das Ergebnis aus zwei Jahrzehnten unkontrollierter Innovation, das Endprodukt einer Politiker- und Unternehmerschicht, die davon träumt, Dich zu beherrschen. Egal wo, egal wann und egal, was Du tust. Dein Leben ist zu einem offenen Buch geworden.“

Für Snowden setzen Google, Facebook und Amazon das fort, was die US-amerikanischen Geheimdienste CIA und NSA begonnen haben. Was er während der sieben Jahre als Systemadministrator, Systemanalyst und schließlich als Systemintegrator auf verschiedenen Stationen in Genf, Tokio und Hawaii in Erfahrung bringen konnte, wird nahtlos vom „Überwachungskapitalismus“ fortgesetzt, der so viele Daten wie möglich speichert. Den Begriff hat er bei der US-amerikanischen Wirtschaftswissenschaftlerin Shoshana Zuboff geliehen. Doch ein Hinweis darauf fehlt, denn Snowdens Buch ist frei von Fußnoten und Verweisen.

### Sicherheitsstufe Top Secret

Am besten lesen sich die autobiografischen Passagen, etwa, wenn der junge Edward seinen ersten „Hack“ begeht und an seinem Geburtstag, dem 21. Juni, alle Uhren im Haus verstellt, damit er länger wachbleiben darf. Die herausragende Rolle, die das frühe, freie Internet im Leben des Heranwachsenden Snowden spielte, wird hymnisch besungen, im def-

tigen Kontrast zur Scheidung seiner Eltern, die die Familie (und den Internetzugang) trennt. Während es in der Schule nicht besonders gut läuft, arbeitet Snowden an kleineren Webprojekten in Fort Meade, dem Stammsitz der NSA.

So auch am 9. September 2001, als das World Trade Center und das Pentagon angegriffen werden. Das Chaos bei der Evakuierung von Fort Meade beeindruckt ihn und er meldet sich bei der US Army, bereit, sein Vaterland zu verteidigen. In der Grundausbildung bricht er sich die Knochen und wird als untauglich befunden. Schließlich wird Snowden bei einer der vielen Firmen eingestellt, die als Subunternehmen Mitarbeiter für die CIA rekrutieren, und beginnt, mit 22 Jahren als Systemadministrator zu arbeiten. Seine Überprüfung führt zur höchstmöglichen Sicherheitsstufe TS/CSI: Top Secret/Sensitive Compartmented Information. Snowden darf damit als Admin mit Dateien arbeiten, die nur wenigen ausgewählten Personen zugänglich sind.

Seine Karriere verläuft glatt, er wird bald von der CIA als Angestellter übernommen und zu Auslandseinsätzen geschickt. In Genf sichert er das Netzwerk der Botschaft und hilft den „echten“ CIA-Agenten bei der Anwerbung von Informanten. In Tokio entwickelt er Pläne für ein systemweites Backup. Dabei steigt er zu einflussreichen Posten auf: „Ich saß mit den Chefs der CIA-Technikabteilungen zusammen, um ihnen die Lösung für jedes erdenkliche Problem zu präsentieren und schmackhaft zu machen.“

Erste Zweifel an seiner IT-Arbeit kommen Snowden, als er 2009 zur NSA wechselt. Bei Aufräumarbeiten in den Verzeichnissen von Mitarbeitern findet er den ungekürzten Bericht über das „President Surveillance Programm“ (PSP), der umfassenden geheimdienstlichen Überwachung. Im Jahre 2005 hatte ein Whistleblower der New York Times eine gekürzte Fassung dieser Exekutivorder zugespielt. Der Zeitungsbericht über das unkontrollierte Anzapfen von Telefon- und Internet-Leitungen ohne richterlichen Beschluss sorgte für Aufsehen, geriet dann aber in Vergessenheit.

Die zufällig gefundene, ungekürzte Fassung zum PSP öffnet Snowden seiner Schilderung zufolge die Augen, sie ist sein „nuklearer Moment“, wie er schreibt. Er beginnt mit einer aktiven Suche nach Übergriffen der NSA. Snowden ist ab 2009 „entschlossen, herauszufinden, ob

ein amerikanisches System der Massenüberwachung existierte und wenn ja, wie es funktionierte.“

Auch aus gesundheitlichen Gründen lässt er sich herunterstufen und wird Sharepoint-Administrator an der NSA-Abhörstation Hawaii, die in einem Tunnel unter einer Ananasfarm untergebracht ist. Hier hat er alle Zeit, Zugriffsrechte und die Ruhe, Dokumente zu sammeln und auf MicroSD-Karten aus der Tunnelanlage zu schmuggeln. Die Karten trägt er in der Backe oder in genieteten Jeans durch die Kontrollen.

### Krimi-Komödie

Zwei Ereignisse bestärken ihn in seinem Entschluss, die Öffentlichkeit zu alarmieren. Anfang 2012 berichtet der Journalist James Bamford vom Bau eines riesigen Rechenzentrums der NSA in Bluffdale, Utah. Es soll Yottabytes an Daten speichern können. Wozu ein Geheimdienst solch ein System braucht, wurde nicht gefragt. Im Jahre 2013 trat Ian Hunt, der Technikchef der CIA, auf einer Konferenz auf und erklärte unverblümt: „Es liegt nahezu in unserer Reichweite, alle von Menschen erzeugten Informationen zu erfassen.“ Auch hier blieb die Entrüstung aus, nur wenige Fachmedien berichteten.

Mit der Schilderung, wie Snowden Journalisten kontaktiert und in Hongkong anleitet, die Dokumente zu interpretieren, kippiert die Autobiografie zur Krimi-Komödie. Denn zunächst einmal passiert gar nichts, weil die kontaktierten Journalisten nicht reagieren. Erst vorab geschickte Dokumente über Systeme wie XKEYSCORE oder PRISM machen den Journalisten

Glen Greenwald neugierig. Er fliegt nach Hongkong, begleitet von der Filmemacherin Laura Poitras.

Im Juni 2013 schließlich platzt die Bombe und Snowden, gefilmt von Poitras, wird weltweit bekannt. Im Buch gibt es einen interessanten Perspektivwechsel, denn was in den USA passiert, erzählt Snowdens Freundin Lindsay Mills. Zu ihrem Schutz hatte Snowden eisern über seine Pläne geschwiegen, ein Whistleblower zu werden. Als er untertaucht und nach Hongkong reist, ist Mills völlig ahnungslos. Einzig der auf Snowdens Skype-Konto geänderte Status zu „Sorry, aber es musste sein“ ist möglicherweise ein Hinweis auf sein Abtauchen. Später, als sich die Aufregung um Snowden gelegt hat, fliegt Mills nach Moskau, um bei ihrem Ed zu sein. Seit zwei Jahren sind Edward Snowden und Lindsay Mills verheiratet.

Edward Snowden war sieben Jahre lang bei der CIA und der NSA. Bald ist dies auch die Zeitspanne, die er im russischen Exil verbracht hat. Kein europäisches Land hat sich dazu durchringen können, ihm politisches Asyl anzubieten. Dabei haben die USA mit Donald Trump inzwischen einen Präsidenten, der jeden wissen ließ, dass er Snowden gerne tot sehen möchte.

Somit kann ausgeschlossen werden, dass ihn in seinem Land ein faires Strafverfahren erwartet, wie dies viele deutsche Politiker der eigenen Aussage nach glauben. Die Mutlosigkeit in der Causa Snowden enttarnt die Rede von der westlichen Wertegemeinschaft als bösen Zynismus. (hob@ct.de) **ct**



Wieder auf dem Schirm: Whistleblower Edward Snowden (links) war Mitte September ein gefragter Interview-Partner, hier im ZDF-heute-journal.



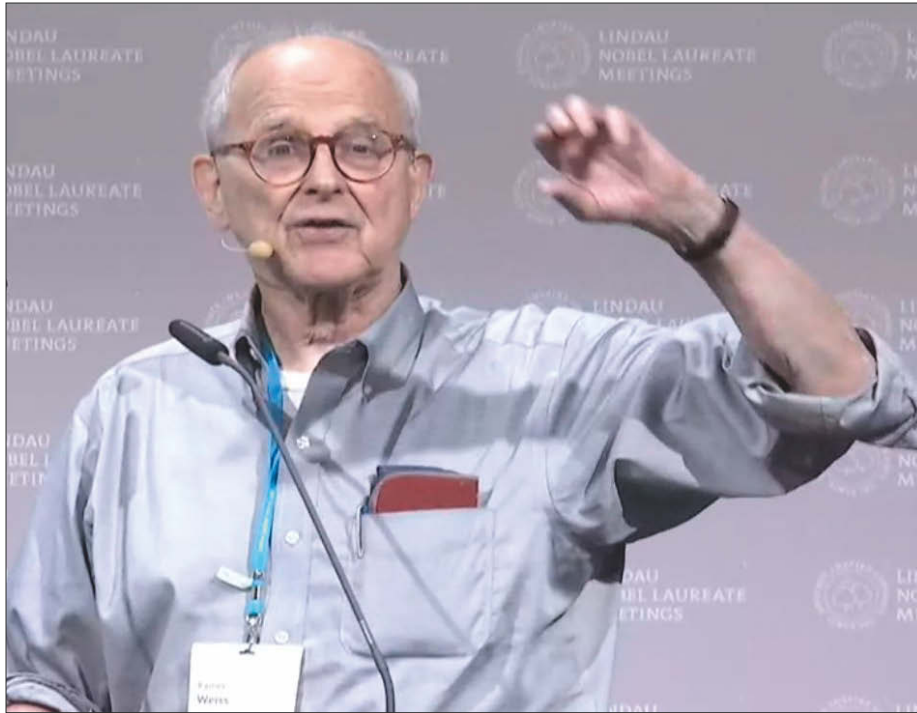


Bild: Lindau Nobel Laureate Meetings

# Schwarze Löcher belauscht

## Nobelpreisträger Rainer Weiss im Interview

**Er brauchte eine neuartige Idee, sehr feine Messanlagen und immense Kollisionen im All, um als erster Mensch die von Einstein vorhergesagten Gravitationswellen real zu messen. Ein Gespräch mit Nobelpreisträger Rainer Weiss.**

Von Andreas Stiller

**A**ufgrund seiner Ideen spürte die Menschheit 2015 erstmals Gravitationswellen auf: Rainer Weiss erhielt gemeinsam mit Kip Thorne und Barry Barish den Physik-Nobelpreis 2017. Das Komitee zeichnete die drei für ihre ent-

scheidenden Beiträge zum Laser-Interferometer-Gravitationswellen-Observatorium (LIGO) aus. Es sprach Weiss die Hälfte des Preises zu und seinen beiden Kollegen je ein Viertel. Die Existenz von Gravitationswellen ergeben sich als eine Folge der Relativitätstheorie. Änderungen im lokalen Gravitationsfeld breiten sich über diese Wellen mit Lichtgeschwindigkeit im Raum aus, beispielsweise wenn massereiche schwarze Löcher kollidieren.

Geboren wurde Weiss am 29. September 1932 in Berlin. Schon bald darauf floh seine Familie in die Tschechoslowakei und später in die USA. Weiss studierte Physik am MIT in Boston, später war er dort Professor. Von ihm stammte die Idee, große Laser-Interferometer mit ki-

lometerlangen Armen zur Entdeckung von Gravitationswellen einzusetzen [1, 2].

Während des diesjährigen Treffens der Physiknobelpreisträger in Lindau hatte ich als c't-Korrespondent Gelegenheit, mit Weiss über seine Forschungen, den Nobelpreis und das aktuelle Forschungsumfeld zu sprechen. Der Wissenschaftler setzt sich heute massiv gegen Nationalismus und Populismus ein, vor allem im eigenen Land. Er wirbt für Wissenschaft und Forschungsfreiheit.

**c't: Herr Professor Weiss, wie ist Ihre Erfahrung als noch frisch gebackener Nobelpreisträger? Kommen Sie nach dieser Ehrung leichter an Forschungsgelder heran?**

**Rainer Weiss:** Nein, denn wir sind in einer furchtbaren Situation in den Vereinigten Staaten. Viele gute Leute haben die Regierung verlassen. Wo immer ich bin, weise ich darauf hin, wie wichtig die National Science Foundation (NSF) ist, wenn es um Zuschüsse für die Grundlagenforschung geht. Das Problem: Die politisch Verantwortlichen verstehen die Wichtigkeit des Militärs für die Verteidigung, auch der Wert der Gesundheit ist ihnen klar. Sie mögen vielleicht auch verstehen, dass Energie wichtig ist – da bin ich mir allerdings nicht so sicher. Aber was zur Hölle ist Wissenschaft? Warum sollten sie dafür Steuergelder zahlen? In Europa verstehen die Regierenden das deutlich besser.

**c't: Und wenn es schon Wissenschaft so schwer mit der Akzeptanz hat, was ist dann erst mit Gravitationswellen?**

**Weiss:** Sie werden lachen, das ist dann gar nicht so schwer. Ich habe es sogar einfacher als die Elementarteilchenphysiker mit ihren Higgs-Bosonen oder die Festkörperphysiker – denn bei Gravitationswellen ist Einstein involviert. Fragen Sie irgendwen nach einem bekannten Wissenschaftler und er wird Einstein nennen. In jeder Highschool lernt man etwas über Schwarze Löcher.

**c't: Aber wie bekamen Sie mit dem Forschungsthema zu Beginn einen Fuß in die Tür?**

**Weiss:** Als wir Mitte der 70er-Jahre starteten, hatten wir das Glück, dass sich Richard A. Isaacson bei der NSF als unermüdlicher Advokat für die Gravitationsphysik einsetzte. Der Physiker Joseph

Weber hatte Erfolge gemeldet, die sich aber allesamt als falsch herausstellten. Trotzdem packte Isaacson das Thema immer wieder auf die Agenda. Kip Thorne und ich haben daher später einen Teil unseres Preisgeldes für den Richard A. Isaacson Award ausgelobt, der von der Amerikanischen Physikalischen Gesellschaft nunmehr alljährlich vergeben wird. Zudem bekamen wir Support aus der Industrie und aus Deutschland. Der deutsche Computer- und Gravitationswellen-Pionier Heinz Billing und seine Mannschaft machten mehr als irgendwer sonst, um das Thema voranzutreiben.

### c't: Billings Unterstützung war für den Zuschlag zu LIGO wichtig?

**Weiss:** Ja, Billing war bedeutender Max-Planck-Direktor. Letztlich sprach das NSF-Komitee eine sehr interessante Empfehlung aus: Verschwendet keine Zeit, baut nicht ein, sondern gleich zwei Detektoren. Macht sie groß genug und setzt sie weit entfernt voneinander, sodass sie auch eine Chance haben, erfolgreich zu sein.

### c't: Hat die NSF das Projekt gleich als Milliardenprogramm gestartet?

**Weiss:** Zunächst gab es 180 Millionen Dollar für den ersten Detektor, dann 150 Millionen für den zweiten. Die ließen wir dann sechs Jahre laufen und entdeckten – nichts! Im Verlaufe der Jahre sind dann

mit allen Upgrades und Betriebskosten etwa eine Milliarde Dollar zusammengekommen.

Noch ein Wort zu Billing: Er hatte wundervolle Leute rund um Walter Winkler. Es waren nicht nur Physiker, sondern alles auch Computer-Ingenieure. Zunächst hatte auch Billing wie Weber mit Metallzylindern experimentiert, er hatte aber die präziseren und glaubwürdigeren Ergebnisse und konnte zeigen, dass Weber gar nichts gesehen haben konnte. Ich schickte Billing Mitte der 70er mein Proposal und rechnete damit, wie von den anderen der mit Zylinder experimentierenden Gruppen auf Ablehnung zu stoßen. Doch zu meiner großen Überraschung rief er mich an und sagte zur Laser-Interferometrie: „Tolle Idee, können wir das auch machen?“ Ob ich denn einen Doktoranden hätte, der beim Aufbau eines Prototyps in Deutschland mithelfen könne. Einen PhD-Studenten hatte ich nicht, aber mit David Shoemaker einen Postdoc, der gerne nach München/Garching ging. Die Deutschen waren gut dabei, bauten einen 30-Meter-Prototyp und planten Großes. Doch da kam die negative Seite der Wiedervereinigung – die bereits vorgesehenen Gelder wurden gestrichen. Zudem ging Billing leider in Rente und der verantwortliche Nachfolger hielt es nicht so mit den Gravitationswellen.

**c't:** Ich war erstaunt zu hören, dass Bruce Allen, der Max-Planck-Direktor vom Albert-Einstein-Institut in Hannover, der unter anderem für die Datenanalyse und die IT-Technik zuständig ist, die LIGO-Allianz Anfang des Jahres verlassen hat.

**Weiss:** Ja, Bruce und seiner Gruppe kommt das Verdienst zu, einen Großteil der Software für die Datenanalyse designt und für die geeignete Hardware gesorgt zu haben. Und Bruce trug ganz bedeutend zu dem Discovery-Paper bei [3]. Seine Arbeit war zentral für das Papier.

Die Kollaboration hat bis zur Veröffentlichung gut zusammengearbeitet, aber danach brach sie auseinander. Jeder hatte Punkte, die er besonders herausstellen wollte. Bruce war über diese Rigidität äußerst verärgert. Die Daten von den Detektoren werden aber mit einer Latenz von ein bis eineinhalb Jahre komplett veröffentlicht, sodass auch die Hannoveraner sie dann verarbeiten können.

(agr@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2017/weiss/lecture/>. Video
- [2] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/andp.201800349>, Transcript
- [3] B.P. Abbott et al. (mit über 1000 Autoren), Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger, <https://arxiv.org/abs/1602.03837>

## Geisterwellen

Albert Einstein hatte die Gravitationswellen als kleinste Schwingungen von Raum und Zeit schon 1916 als direkte Folge seiner Allgemeinen Relativitätstheorie postuliert. Zugleich vermerkte er, dass sie ob ihrer Winzigkeit eher „Geisterwellen“ gleichen, die wohl nie nachgewiesen werden können“. Fast 100 Jahre später haben es die Forscher mithilfe hochpräziser Laser-Interferometer doch geschafft. Am 14. September 2015 wurden erstmals Gravitationswellen mit hoher Signifikanz von den beiden Advanced-LIGO-Detektoren in den USA erkannt. Gesehen haben die Wellen allerdings zuerst die diensthabenden Wissenschaftler in Hannover.

Das Signal wurde zwei Schwarzen Löchern zugeordnet, die sich 1,3 Milliarden Lichtjahre von hier umkreisen, sich

immer näher kamen und schließlich miteinander kollidierten. Es folgten zehn weitere als signifikant eingestufte Events, allesamt bis auf eines (eine Kollision von zwei Neutronensternen) von verschmelzenden Schwarzen Löchern.

In der laufenden Messphase O3 mit deutlich verbesserten Detektoren und

unter Teilnahme des VIRGO-Detectors in Pisa hätte man eigentlich mehr signifikante Events erwarten können. Doch bislang hat man lediglich 27 mehr oder weniger gute Kandidaten registriert (zuletzt am 10. September 2019), die noch weiter untersucht werden. Und so gibt es auch Kritiker, die die Signifikanz insgesamt bezweifeln.

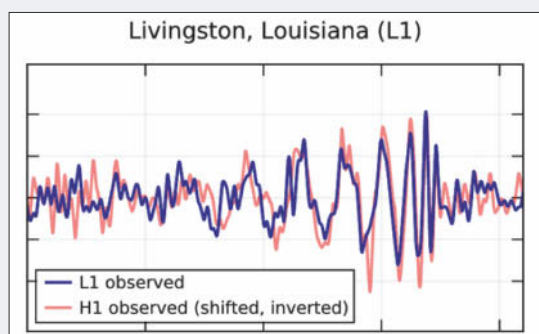


Bild: LIGO

**Die perfekte Welle: Am 14. September 2015 registrierten die Detektoren in Livingston (L1) und Hanford (H1) zugleich Gravitationswellen einer gewaltigen Kollision zweier Schwarzer Löcher.**





# Schlecht verpackt

## Kunde badet Streit um beschädigtes Paket aus

**Wer nach einem Widerruf im Versandhandel die Ware zurückgesendet hat, darf erwarten, auch sein Geld umgehend zurückzuerhalten. Um Ausreden, mit denen er dem Kunden sein Geld vorenthält, ist Händler Sambase nicht verlegen. Und Versender DHL quält den Kunden mit Bearbeitungszeiten von mehr als einem halben Jahr.**

Von Tim Gerber

Anfang Dezember vergangenen Jahres erwarb Oliver T. bei der Firma Sambase aus Linden einen Fernseher der Marke LG. Das Gerät war für seinen Vater bestimmt, der seit dem Sommer in einem Pflegeheim untergebracht war, und sollte dem alten Herren dort etwas Abwechslung verschaffen. Am 17. Dezember wurde der Fernseher geliefert. Als er einige Tage später im Pflegeheim aufgestellt werden sollte, stellte sich jedoch heraus, dass der 32 Zoll große Bildschirm für den Raum doch etwas zu klein war. Oliver T. packte den Fernse-

her also sofort wieder ein und widerrief am 27. Dezember den online abgeschlossenen Kaufvertrag fristgerecht. Seiner sich aus dem Widerruf ergebenden Pflicht, die erhaltene Ware binnen 14 Tagen zurückzusenden, kam Oliver T. ebenfalls noch am selben Tage nach. In derselben Verpackung, in welcher er es erhalten hatte, übergab er das Gerät an DHL.

Im Gegenzug erwartete der Kunde nun, dass ihm der Händler umgehend den bezahlten Kaufbetrag von immerhin knapp 460 Euro erstatten würde. Doch stattdessen kam Anfang Januar das Paket wieder bei ihm an. Sambase hatte einfach die Annahme verweigert.

Deshalb bat der Kunde um eine Erklärung. Die Verpackung sei beschädigt gewesen und der DHL-Kurier habe sich bei der Übergabe geweigert, dies zu bestätigen, teilte der Händler mit. Deshalb habe man die Annahme verweigern müssen, da DHL den Schaden sonst nicht anerkennen würde. Der Kunde solle sich nun seinerseits an DHL wenden und um Schadensregulierung ersuchen. Tatsächlich zeigte der äußere Karton an der Oberkante einen etwa drei Zentimeter tiefen Einschnitt, wie er beim Transport gelegentlich durch eine scharfkantige Ecke entsteht.

Notgedrungen suchte Oliver T. die nächste Postfiliale auf, die das beschädigte Paket an DHL zur Untersuchung weitergab. Die könne vier bis sechs Wochen dauern, sagte man ihm. Doch auch nach zwei Monaten war nichts geschehen. Weder hatte Oliver T. sein Geld zurück noch war von DHL irgendeine Reaktion auf seine Reklamation erfolgt. Er wartete geduldig, aber als nach insgesamt 16 Wochen noch immer keine Reaktion seitens DHL erfolgt war, fragte er am 24. April per Fax freundlich nach dem Stand der Dinge. Eine Reaktion des Logistik-Riesen blieb freilich weiterhin aus. Geduldig wie er war, wartete er weitere Monate ab und wandte sich erst am 15. Juli erneut per Fax an DHL und erbat bescheiden, nach einem halben Jahr doch nun über den Stand der Untersuchung informiert zu werden.

### Herablassende Antwort

Ende Juli ließ sich DHL endlich herab, dem Kunden auf seine Reklamation vom Januar zu antworten. Den entstandenen Schaden könne man ihm allerdings nicht erstatten, denn sein Paket habe zu wenig federndes Material enthalten, um den Inhalt sicher zu schützen. Auch die Außenverpackung habe für einen zuverlässigen

Schutz nicht ausgereicht. Nach seinen allgemeinen Geschäftsbedingungen müssten Sendungsinhalte so verpackt sein, dass eine Beschädigung beim Transport ausgeschlossen sei.

Gegen diese Behandlung protestierte Oliver T. mit Schreiben vom 5. August. Darin beschwerte er sich zunächst über die lange Bearbeitungszeit. Auch mit dem Inhalt der Antwort wollte er sich nicht zufriedengeben und wandte ein, die Originalverpackung verwendet zu haben, die auch der Verkäufer für den Versand verwandt hatte. Außerdem wollte er wissen, wie denn nun mit der Sendung weiter verfahren werden solle, und bat darum, das Paket an die Firma Sambase zu schicken, damit diese den (vermeintlichen) Schaden an dem Fernseher begutachten könne.

Bereits am 8. August erhielt er eine Antwort von DHL, die aber wenig Erhellendes enthielt. Die Verpackung sei vielleicht für den Sammelversand auf einer Palette geeignet gewesen, aber nicht für den Einzelsendversand an Kunden. Seine Frage, was denn nun aus dem noch immer bei DHL befindlichen Paket werden solle und seine Bitte, dies dem Verkäufer Sambase zuzustellen, beantwortete das Unternehmen nicht. Auch auf eine weitere Nachfrage per E-Mail vom 23. August erhielt Oliver T. keine Antwort mehr. Eine Woche später, am 28. August, wandte er sich deshalb an c't.

Wir fragten sowohl bei Sambase als auch bei DHL am 29. August an. Vom Verkäufer wollten wir wissen, warum er die Annahme verweigert und vor allem den Kaufpreis nicht erstattet habe. Den Paketdienstleister fragten wir, warum die Bearbeitung so lange gedauert hätte und wie man sich eine Verpackung, bei der die Beschädigung des Inhalts völlig ausgeschlossen ist, denn vorstellen müsse und vor allem, wo man als Kunde die notwendigen Informationen und Hinweise erhalte, wenn denn nicht bei der Übergabe der Sendung an DHL.

## Steine im Weg

Sambase-Geschäftsführer Andreas Schmidt antwortete uns noch am selben Tag: „Fakt ist, das Gerät kam in einer zerstörten Umverpackung in unserer Logistik an und der Fahrer wollte den Schaden nicht quittieren, da die Umverpackung und somit der Schutz nicht ausreichend

war. Nach Rücknahme durch DHL haben wir keinerlei Zugriff mehr auf die Sendung, da wir nicht im Namen Dritter (DSVGO) in Aktion treten können. Da uns das Gerät nicht vorliegt, erstatten wir natürlich keinen Kaufpreis. Wir haben schon Steine in Druckerverpackungen zurück-erhalten!“

Eine Antwort von DHL blieb bis Redaktionsschluss aus. Immerhin bequemte man sich nun, das Paket an Sambase zurückzuschicken. Von dessen Geschäftsführer Andreas Schmidt wollten wir nun wissen, warum er den Kunden in die Auseinandersetzung um den vermeintlichen Transportschaden mit hineingezogen habe, obwohl er nach dem eindeutigen Wortlaut des Gesetzes (§ 355 Absatz 3 Satz 4 BGB) im Falle des Widerrufs das alleinige Risiko für den Rücktransport der Ware trägt. Auf diese Frage erhielten wir bis Redaktionsschluss keine Antwort. Am Ende erwies sich der Fernseher jedoch als völlig unbeschädigt und Sambase erstattet nach mehrfacher Nachfrage unsererseits am 6. September dem Kunden den Kaufpreis des Fernsehers, den man ihm seit sieben Monaten schuldete.

## Reine Schikane

Objektiv betrachtet erweist sich die Annahmeverweigerung durch Sambase als reine Schikane. Eine eventuelle Beschädigung beim Transport hätte der Verkäufer allein mit DHL regeln müssen. Die Angestellten in seiner Logistik können die beschädigte Verpackung im Zweifel ja selbst bezeugen. Jedenfalls war die Rückerstattung des Kaufpreises spätestens am 10. Januar fällig. Der Kunde hätte sie ohne weitere Mahnung einklagen können. Das Ge-

setz regelt in § 357 BGB die Folgen eines Widerrufs und die wechselseitigen Pflichten sehr eindeutig. Der Käufer muss die erhaltene Ware innerhalb von 14 Tagen zurückschicken, der Verkäufer innerhalb dieser Frist den Kaufpreis erstatten.

Mit der rechtzeitigen Übergabe an den Paketdienst hat der Käufer seine gesetzliche Verpflichtung erfüllt. Hinsichtlich Verpackung genügt er seiner Sorgfaltspflicht, wenn er die Ware genau so verpackt, wie er sie erhalten hat. Der Verkäufer darf mit der Rückzahlung nur so lange warten, bis er die Ware zurückerhalten hat oder der Kunde deren Versand nachweist.

Hier konnte der Kunde den Versand nicht nur belegen, die Ware war auch beim Verkäufer eingegangen. Der darf die Annahme nicht verweigern. Eventuelle Beschädigungen muss er selbst reklamieren. Was Sambase mit Oliver T. hier versucht hat, ist in höchstem Maße unseriös. Am Ende sollte laut Geschäftsführer Schmidt sogar noch der Datenschutz herhalten, um dem Kunden die ihm seit Monaten zustehende Rückzahlung des Kaufpreises vorzuenthalten.

Kunden sollten sich in solchen Fällen unseriösen Geschäftsgebarens deutlich weniger geduldig zeigen als Oliver T. Wenn der Verkäufer die Annahme der Rücksendung verweigert, dann muss der Kunde das zurückerhaltene Paket lediglich aufbewahren. Er kann den Verkäufer dann auffordern, die Ware abzuholen. Auf das Geduldsspiel der Schadensbearbeitung durch DHL beziehungsweise dessen peinliche Schlamperien muss sich der Kunde hingegen nicht einlassen und sollte es auch nicht. (tig@ct.de) **ct**

**Rechte und Pflichten beim Widerruf:**  
[ct.de/ymrc](http://ct.de/ymrc)

Die Verpackung des Fernsehers war erkennbar nur äußerlich beschädigt. Den Kaufpreis muss der Verkäufer aber auch in einem solchen Fall innerhalb von 14 Tagen erstatten, weil er laut Gesetz das Transportrisiko beim Rückversand trägt.





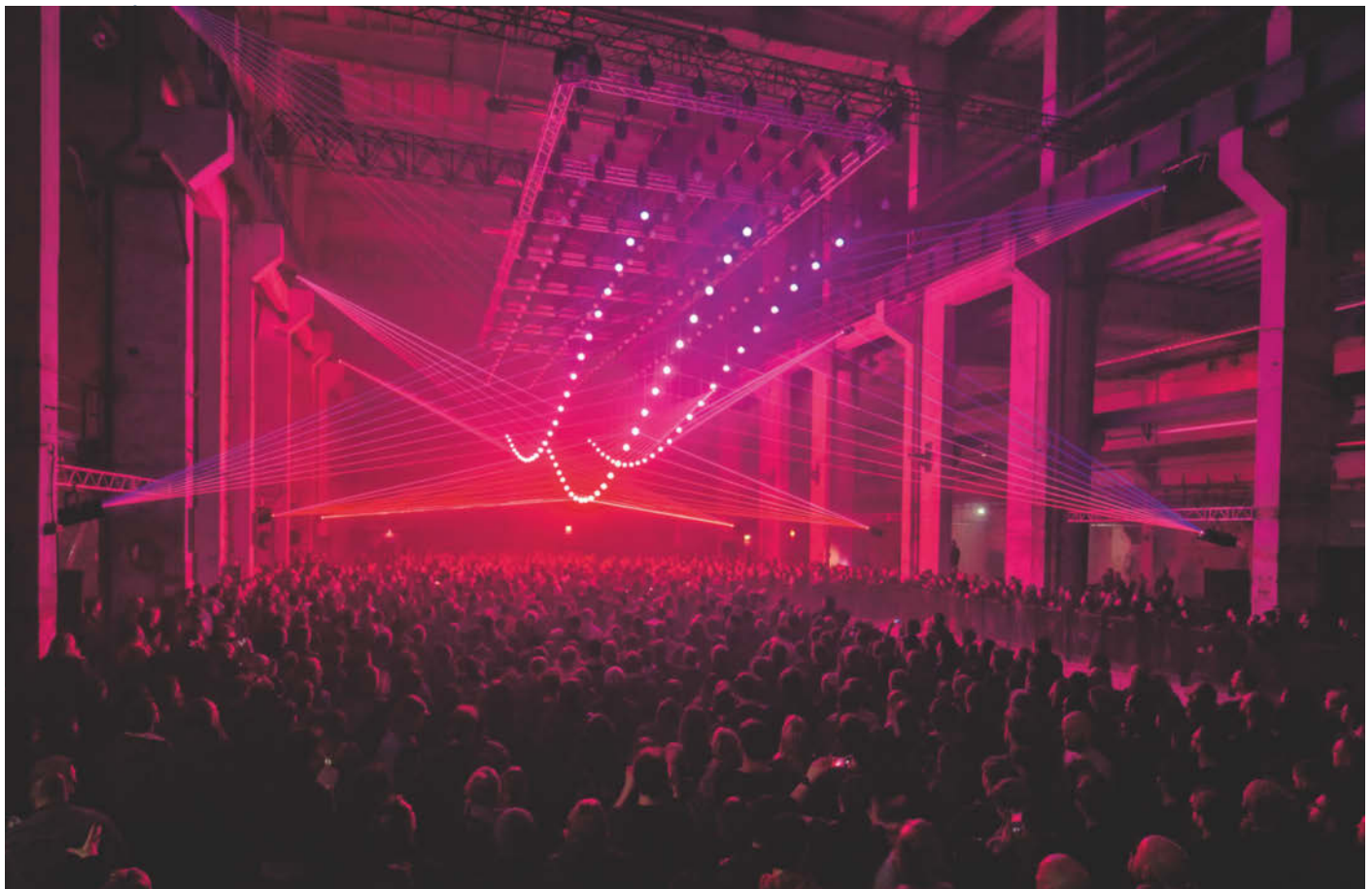


Bild: Ralph Lahmann

# Lichtnetz

## Wie „Deep Web“ Geschichten mit Lasern erzählt

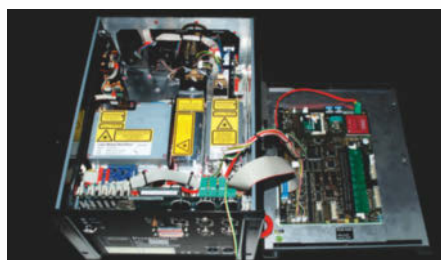
**175 wassergefüllte Kugeln, zwölf Hochleistungs-Lasermodule und ein Sieben-Kanal-Soundsystem: Hinter den Kulissen der beeindruckenden Lichtkunstinstallation „Deep Web“.**

**Von Jan-Keno Janssen**

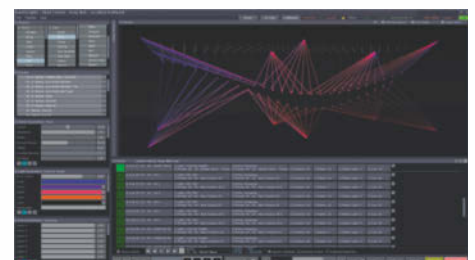
Wer bei „Lasershow“ an eine zweitklassige Urlaubsdisko denkt, hat die Rechnung ohne Christopher Bauder und Robert Henke gemacht: Mit ihrem Projekt „Deep Web“ beweisen sie eindrucksvoll, dass man mit Laserstrahlen auch echte Kunst produzieren und dabei sogar Geschichten erzählen kann. Sechs Wochen lang bespielten die Künstler das Kraftwerk Berlin täglich mit Licht und Ton; an vier Abenden sogar live. c’t war bei einer der Live-Performances dabei.

Betritt man die 100 Meter lange Turbinenhalle des 1961 erbauten Heizkraftwerks, deutet zunächst nichts darauf hin, dass hier gleich unzählige Laserstrahlen durch den Raum schießen – die zwölf Desktop-PC-großen Laserprojektoren sieht man gar nicht, die 170 von der Decke hängenden weißen Kugeln erkennt man im Halbdunkel nur bei genauem Hinschauen. Zunächst bleiben die Kugeln unbewegt, dafür zeigt das Sieben-Kanal-Soundsystem, was es so draufhat: Sakrale

Flächensounds wandern durch den Raum, verzerrte Funksprüche der Apollo-11-Mission verursachen kollektive Gänsehaut – dass hier Robert Henke an den Reglern sitzt, ist unverkennbar. Der Musiker ist ein Meister der ungewöhnlichen Geräusche. Ziemlich passend, dass er seine Abschlussarbeit im Tongestaltungs-Studium über „Echtzeitmodellierung nichtlinearer Distortionen von Schallplatten“ geschrieben hat. Für sein Musikprojekt Monolake entwickelte er eigene Software, um auf



**Aufgeschraubt: So sehen die zwölf Laser-Projektoren von innen aus.**



**Die TouchDesigner-Software steuert die Deep-Web-Installation.**



In der 100 Meter langen Turbinenhalle des alten Heizkraftwerks in Berlin erkennt man die 175 von der Decke hängenden Kugeln nur bei genauem Hinsehen.



der Bühne in Echtzeit Sounds manipulieren zu können - daraus entstand Anfang der 2000er-Jahre Ableton Live, das inzwischen wohl populärste Softwarepaket im Bereich der elektronischen Musik.

### Krächzende Modem-Sounds

Fast 10 Minuten dauert die stimmungsvolle Ouvertüre, bis der erste Laserstrahl zu sehen ist. Blau illuminiert er eine der von der Decke hängenden Kugeln und löst dann eine Kettenreaktion aus: Von Kugel zu Kugel bahnen sich mehrere blaue Strahlen durch die Halle. Dass hier auf die Anfänge des Internets angespielt wird, dämmert einem spätestens, wenn altertümliche Modem-Carrier-Sounds aus den Lautsprechern krächzen. Jetzt geht's richtig ab: In allen Farben des Regenbogens leuchten die Kugeln, tanzen auf und ab, erzeugen immer wieder neue Muster und Verbindungen von unzähligen Knotenpunkten – wie ein Netzwerk, „Deep Web“ eben. Faszinierend sieht das aus – und ehe man sich versieht ist die einstündige Show auch schon wieder vorbei. Wow.

### Technische Meisterleistung

Damit das Laser-Kugel-Ballett die erwünschte Wirkung erzielt, müssen alle Komponenten millisekundengenau ansteuerbar sein. Und das ist gar nicht so einfach. So wird jede der 175 weißen Kunststoffkugeln beispielsweise von einer motorgesteuerten Seilwinde hoch- und runtergefahren. Zum Einsatz kommt dabei das vom Lichtkünstler Christopher Bauder selbstentwickelte Winch-LED-System, das man in seiner inzwischen vierten Generation auch ab 2000 Euro über seine Firma Kinetic Lights kaufen kann. Jede Winde trägt drei Kilogramm und kann eine Kugel sieben Meter weit

heben oder senken, mit einer Geschwindigkeit von bis zu einem halben Meter pro Sekunde. Über die DMX512-Schnittstelle ist die Position mit 16 Bit Genauigkeit millimetergenau festlegbar. Die Kugeln sind jeweils mit zwei Litern Wasser gefüllt; dadurch breche sich das Licht schöner, erklärt Bauder.

Gemeinsam formen die Kugeln eine 30 Meter lange, 20 Meter breite, 10 Meter hohe und nahezu in Echtzeit beispielbare 3D-Skulptur – jede Kugel ist also quasi ein Voxel, das obendrein auch noch eine beliebige Farbe annehmen kann. Für die Farbe kommen die Laser zum Einsatz: An den Seitenwänden der Halle sind 12 Phaenon-X-Laserprojektoren von LaserAnimation Solinger installiert. Die Projektoren haben jeweils fünf Lasermodule mit den Farben Rot, Gelb, Grün, Blau und Cyan eingebaut, woraus sie die Farbe des ausgegebenen Laserstrahls mischen können. Alleine das rote Lasermodul hat 48 Laserdioden mit jeweils 200 Milli watt, was 9600 Milli watt entspricht. Insgesamt bringen es die 12-Laserprojektoren auf 320 Watt Leistung.

Zwei bewegliche Spiegel in jedem Laserprojektor richten den Strahl auf die Kugeln; und das in blitzartiger Geschwindigkeit: 40.000 Punkte pro Sekunde in 8 Grad Auslenkung schafft das System. In der Deep-Web-Praxis illuminiert jeder Projektor bis zu 90 Kugeln gleichzeitig, ohne dass den Zuschauern die einzelnen Laserpulse auffallen. Für die Echtzeitsteuerung von Kugeln und Lasern haben die Künstler den Aufbau in der visuellen Programmiersprache TouchDesigner nachgebaut. Die Software kommuniziert über die DMX512-Schnittstelle mit den Kugel-Seilwinden, für die Laser kommen zwei Protokolle zum Einsatz: Jeder Laserprojektor empfängt über seinen Laser-



Bild: picture alliance/Christoph Soeder/dpa

**Haben das Laser-Ballett gestaltet:**  
Lichtkünstler Christopher Bauder (links)  
und Musiker Robert Henke.

graph-DSP-Controller per MIDI-Nachfolger OSC die aktuelle Position der zu illuminierten Kugel und über das Ethernet-DMX512-Protokoll Artnet die Farbdaten. Für die Live-Musik nutzt Robert Henke Ableton Live und Max for Live, die er mit einem Novation-Launch-Control-XL-Controller und einer Döpfer-Faderbox steuert.

Die Deep-Web-Technik ist inzwischen wieder abgebaut. Christopher Bauder und Robert Henke werden aber auch in Zukunft beweisen, dass Lasershows mehr sind als Discobespaßung; neue Projekte sind bereits in Planung. (jkj@ct.de) **ct**

**Video:** [ct.de/yut3](https://www.ct.de/yut3)

## Sinnvoller Catcontent

[katzencontent.com](http://katzencontent.com)

Sie finden Katzencontent im Internet sinnlos und überflüssig? Dann ist vielleicht **Katzencontent** die richtige Seite für Sie. Hinter den hier versammelten Informationen rund um Katzenaufzucht, -pflege und -zubehör steckt viel Sachverstand. Von der Grundausstattung fürs Katzenbaby über Beschreibungen seltener Rassen bis zu Rechten und Pflichten bei der Katzenhaltung in einer Mietwohnung gibt es hier für Katzenhalter viel Lesestoff und ... ja, auch niedliche Bilder. Die Beiträge der Seite sind schon einige Jahre alt, der Inhalt ist aber zeitlos und nach wie vor aktuell. (dwi@ct.de)

## Nicht ganz reguläres Kreuzworträtsel

[regexcrossword.com](http://regexcrossword.com)

In den Rätseln der Webseite **Regex Crossword** stehen neben den zunächst leeren Buchstaben-Kästchen nicht die üblichen Beschreibungen wie „griechische Göttin“ oder „Nebenfluss der Loire“, sondern Reguläre Ausdrücke. Jedes Quadrat liegt auf dem Kreuzungspunkt zweier Ausdrücke und soll mit einem Buchstaben gefüllt werden, der dem Suchmuster dieser beiden Ausdrücke genügt. Dazwischen gibt es auch Felder, die ein Leerzeichen erwarten. Die fertige Lösung ergibt in den Rätseln der höheren Level von links nach rechts und von oben nach unten gelesen einen kurzen, oft hinter sinnigen Satz.

Die neun kleinen Übungen des Tutorials führen in den Spaß ein. Anschließend sind die Rätsel des Beginners-Levels leicht zu bewältigen. Doch schon auf dem Intermediate-Level trifft man die ersten längeren Ausdrücke an und alle weiteren Level fordern Konzentration und Knobelfähigkeiten des Besuchers ordentlich heraus. Wer seinen Fortschritt speichern möchte, muss sich anmelden und bekommt dann eine Spielernummer zugewiesen, die in der Highscore-Liste der Webseite auftaucht. Neben den Rätseln der Betreiber Maria Hagsten Michelsen und Ole Bjørn Michelsen gibt es auch noch 700 von angefixten Besuchern erstellte Knobelaufgaben. (dwi@ct.de)

### How to play

Regex Crossword is a game similar to sudoku or the traditional crossword puzzle, where you must guess the correct letter vertical lines of a grid. In Regex Crossword you are not given a word to guess, but a pattern that tells you which letters

### Regex pattern

So what does such a regular expression pattern look like? Well, it can be very simple, e.g. `[AB]*` which means that A or B can occur zero or more times. The advanced than this, but you can always find a quick reference by clicking [here](#) above.

### Example solution

Let's walk through a test example, just to get the hang of it. Given the following Regex Crossword puzzle, you first need see if there are some of them that can only have one solution.

If we look at the first "clue" `A*`, it means that the first row can have zero or more A's. No other letters are allowed, so we just write A's all the way. That was easy!

If we then look at the clue in the first column, `[C]*`, it is actually literally an A followed by B. We already have the A, so we add the B in the last position.

Now we only need the last two clues means that the last two clues occur zero or more times. `[B(C)*]` means B or C, or more times.

### Quantifiers

<code>*</code>	0 or more n
<code>+</code>	1 or more n
<code>?</code>	0 or 1 n
<code>{n}</code>	Exactly n
<code>{n,}</code>	2 or more n
<code>{n,m}</code>	2, 3 or 4 n

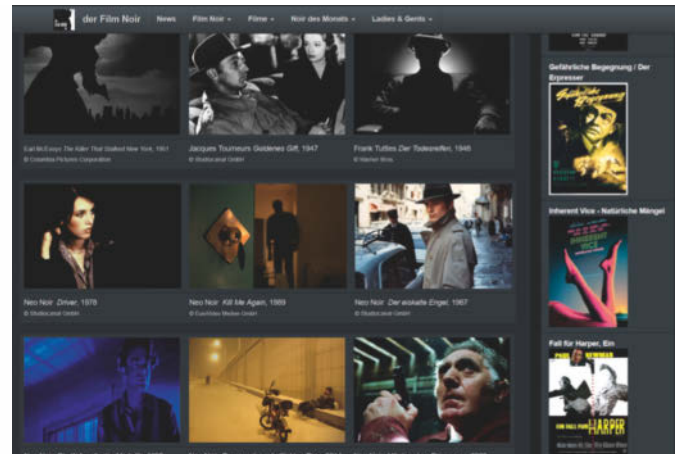
### Ranges

Any character except new line (`\n`)

<code>[AB]</code>	A or B
<code>(...)</code>	Group
<code>[ABC]</code>	Range (A, B or C)
<code>[^ABC]</code>	Not A, B or C
<code>[A-Z]</code>	Character between A and Z, upper case
<code>[0-9]</code>	Number between 0 and 9
<code>[A-Z0-9]</code>	Characters between A and Z, and numbers between 0 and 9
<code>\n</code>	nth group/skip pattern

### Character Classes

<code>\w</code>	Word (a-z, A-Z, 0-9, including ...)
-----------------	-------------------------------------



## Film Noir in Farbe

[der-film-noir.de](http://der-film-noir.de)

Was genau mit „Film Noir“ gemeint ist, darüber streiten Film-Experten. Weder sind sie sich einig, ob der Begriff ein Genre, einen Stil oder einfach eine Gruppe von Filmen bezeichnet, noch gibt es klare Kriterien dafür, welche Filme zu dieser Gruppe zählen. **der Film Noir** vermittelt ungeachtet dieser Unschärfen viel Wissenswertes zu Stilelementen, Literaturvorlagen und Ikonen wie Humphrey Bogart oder Joan Bennett. Die Film-Datenbank lässt sich nach Zeit und Ort der Entstehung durchstöbern. Sie enthält viele Klassiker wie „Die Spur des Falken“ oder „Im Zeichen des Bösen“. Filmbeschreibungen und Schauspieler-Biografien werden durch historische Filmplakate abgerundet.

Die Seite richtet sich aber durchaus nicht nur an Hardcore-Cineasten. Wer ganz einfach ab und an gern ins Kino geht, findet in der Rubrik „Noir des Monats“ aktuelle Filmtipps. Die News-Rubrik der Seite liefert Infos zu Filmfestivals, TV-Termine von Filmklassikern sowie Hinweise auf neue Ausgaben von älteren Filmen auf BD oder DVD. (dwi@ct.de)

## Cooler Gesänge

[fanchants.com](http://fanchants.com)

Nach Clubs, Ländern und Ligen sortiert liefert **FanChants** Audio-Beispiele der Lieder, die Fußballfans während eines Spieles anstimmen. Der Engländer Michael Dennis hat die Seite ins Leben gerufen. Um direkt in den Fußballstadien Audioaufnahmen zu sammeln, bereiste er viele Länder. In einem Spiegel-Interview aus dem Jahr 2012 bezeichnete er die Fangesänge in seiner Heimat als „spontaner und demokratischer“ als in Deutschland, wo er Fans als „organisierter“ empfand.

Inzwischen kennt die Seite mehr als 25.000 Lieder. Zu vielen liefert sie außer der Audio-Aufnahme auch den Text in der Landessprache und häufig eine englische Übersetzung, die allerdings mitunter ein bisschen holpert. Die Datenbank lässt sich nach Liedanfängen und Club-Namen durchsuchen. Wer sich bei FanChants anmeldet, kann selbst Audio-Material beisteuern. Zum Mitnehmen ins Stadion gibt es zu der Webseite die gleichnamige App für Android und iOS. (dwi@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: [ct.de/y1uk](http://ct.de/y1uk)



# IT-Sicherheit im Mittelstand

Wie sicher ist der Mittelstand und welche Faktoren beeinflussen Unternehmen bei ihrer IT-Sicherheitsstrategie?

**AKTUELLE STUDIE JETZT VERFÜGBAR**

Genießt die IT-Sicherheit den notwendigen Stellenwert? Sind Mitarbeiter für die Gefahren sensibilisiert worden? Welche technischen und mitarbeiterzentrierten Maßnahmen sind besonders wichtig?

Um diese und weitere Fragen zu beantworten, wurden im Rahmen dieser Studie 202 Unternehmen aller Branchen zu ihren IT-Sicherheitsmaßnahmen untersucht. Die Studie wurde in Zusammenarbeit mit Drivelock erstellt.

Weitere Informationen erhalten Sie unter:

[www.drivelock.de/it-sicherheit-im-mittelstand](http://www.drivelock.de/it-sicherheit-im-mittelstand)



Besuchen Sie uns auf der it-sa 2019:  
Halle 9 | Stand 9-230

 **techconsult**  
The IT Market Analysts



# Schwere Pakete

Funktions-Upgrades und wie sie sich steuern lassen



**Windows 10 und die Funktions-Upgrades:** ..... **Seite 70**  
**Häufige Fragen und Antworten:** ..... **Seite 74**



## Seit Windows 10 ist es vorbei mit der Ruhe: Regelmäßige Funktions-Upgrades tauschen das vorhandene Windows gegen eine neue Version aus. Das bringt immer wieder Probleme, doch viele davon lassen sich in den Griff kriegen oder von vornherein vermeiden.

Von Jan Schübler

**W**indows 10 hat schon durch die Erfassung von Telemetriedaten einen miesen Ruf, aber die vermutlich größte Nerverei an Windows 10 in der gelebten Praxis sind die Funktions-Upgrades – jene bislang halbjährlich gelieferten Pakete, die Windows 10 um neue Funktionen ergänzen. Immerhin blockieren sie den Rechner meist nicht mehr stundenlang mit diversen Neustarts, wie es noch mit den frühen Ausgaben der Fall war. Inzwischen erfolgt ein beträchtlicher Teil der Installation bereits vor einem Neustart recht unauffällig im Hintergrund. Die Neustartphase dauert auf modernen PCs daher mitunter nur noch zehn, vielleicht fünfzehn Minuten, doch auch die können lang werden, wenn ein Abgabetermin oder eine Präsentation keinen Aufschub duldet.

Zudem ändert es nichts daran, dass beim Einspielen auch der neuesten Versionen immer mal wieder etwas schiefgeht. In den meisten Fällen geht das mit einem Abbruch oder Absturz der Installation während einer der Neustartphasen einher – und im Extremfall auch mit immer wiederkehrenden Versuchen des Systems, das Upgrade einzuspielen. Das Konzept, die Anwender dauernd mit neuen Versionen des Systems zu versorgen, nennt Microsoft ironischerweise „Windows as a Service“ – streng genommen ein Begriff, der nur für Geschäftskunden stimmt, die Windows 10 über ein Abo-Modell nutzen.

Um Probleme beim Upgrade-Vorgang (oder beim späteren Betrieb der neuen Ausgabe) zu vermeiden, ist es sinnvoll, die Installation des Pakets hinauszuzögern. Microsoft bessert die Macken in neuen Windows-10-Versionen in den ersten Wochen und Monaten nach Release kräftig aus. Dass normale An-

wender hier zweifelsfrei als Betatester herangezogen werden, liegt zu einem gewissen Teil in der Natur der Sache: Wie sich das Upgrade auf hunderten Millionen Systemen mit den verrücktesten Konfigurationen in der Praxis verhalten wird, lässt sich durch hausinterne Beta-tests kaum vollständig erfassen. Allerdings hat Microsoft mit dem Betatestprogramm „Windows Insider“ auch eine recht massive Gruppe von Testern zur Hand, und in jüngerer Vergangenheit zeigte sich immer wieder, dass teils schwerwiegende Probleme mit Upgrades und Updates von eben diesen Testern erkannt und gemeldet wurden, die Berichte durch Microsoft aber offenkundig ignoriert oder übersehen wurden [1].

### Steuerungs-Optionen

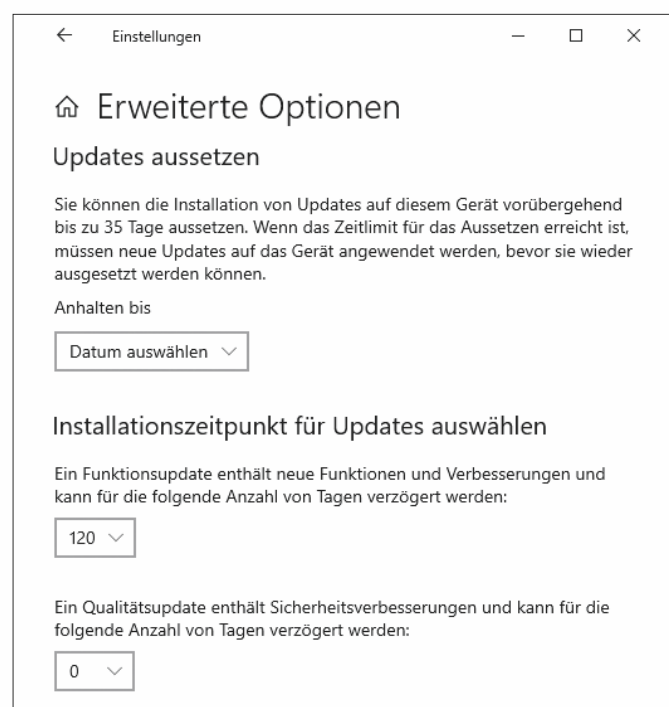
Wann ein Funktions-Upgrade überhaupt angeboten wird, lässt sich steuern. Eine Ausnahme bildet die Home-Edition von

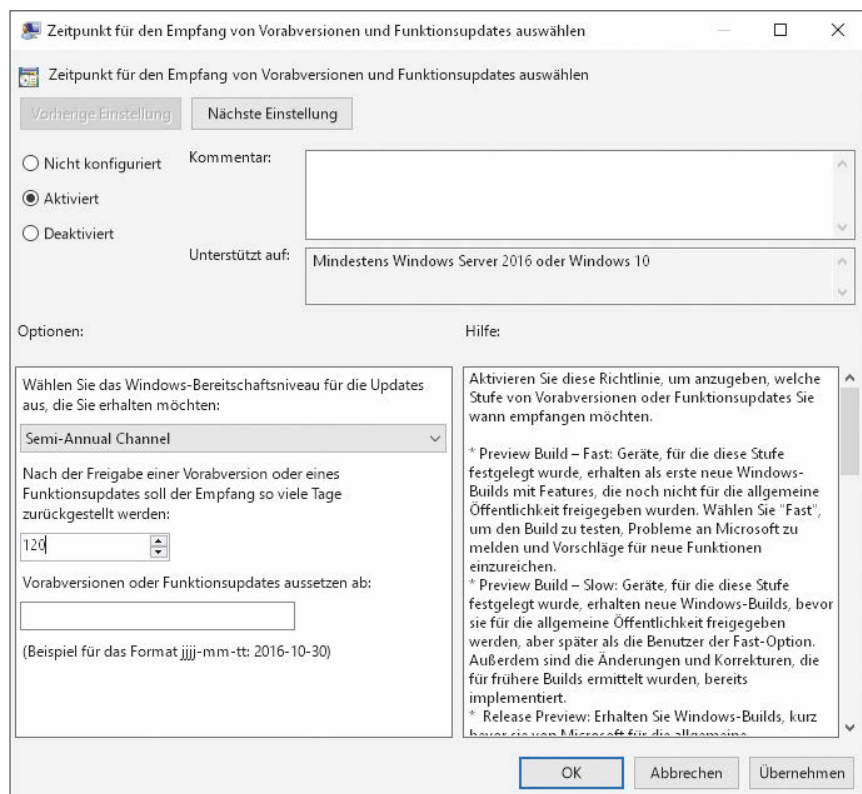
Windows 10. Ihr fehlen die nötigen Optionen, und auch eine Bearbeitung von Registry-Schlüsseln hilft nicht weiter – der folgende Abschnitt gilt daher nicht für Windows 10 Home.

Zur Steuerung gibts gleich mehrere Möglichkeiten. Die bekannteste findet sich in den Einstellungen unter „Update und Sicherheit/Windows Update/Erweiterte Optionen“. Im Bereich „Installationszeitpunkt für Updates auswählen“ kann der Wert für „Ein Funktionsupdate [...] kann für die folgende Anzahl von Tagen verzögert werden“ frei zwischen 0 und 365 Tagen gewählt werden. Erst nach der angegebenen Anzahl von Tagen nach Veröffentlichung wird das Upgrade angeboten. Als Stichtag gilt dabei das von Microsoft im Versionsverlauf genannte Release-Datum (siehe [ct.de/ybxf](http://ct.de/ybxf)).

Alternativ lässt sich die Verzögerung auch per Gruppenrichtlinie setzen. Dazu öffnen Sie den Editor für Gruppenrichtlinien (Windows-Taste, `gpedit.msc`, Eingabetaste) und navigieren zum Unterordner „Computerkonfiguration/Administrative Vorlagen/Windows-Komponenten/Windows Update/Windows Update für Unternehmen“. Doppelklicken Sie auf die Richtlinie „Zeitpunkt für den Empfang von Vorabversionen und Funktionsupdates auswählen“. Setzen Sie sie auf „Aktiviert“ und wählen Sie für das Windows-Bereitschaftsniveau „Semi-Annual Channel“. Nun tragen Sie unter „Nach Freigabe [...] soll der Empfang so viele Tage zurückge-

**In den Windows-Update-Einstellungen befindet sich die gängige Variante zum Verzögern von Upgrades – wenn die Schalter denn verfügbar sind.**





Die Gruppenrichtlinie für Upgrades ist nicht nur praktisch für verwaltete Umgebungen – sie hilft auch, wenn die Verzögerung im Windows-Update-Menü fehlt.

stellt werden“ die gewünschte Verzögerung ein. Die Gruppenrichtlinie hat übrigens die höhere Priorität: Ist sie aktiviert, ist das entsprechende Auswahlfeld in den Einstellungen ausgegraut.

## Optionen fehlen?

Hin und wieder haben wir von Lesern, die auf Version 1903 aktualisiert haben, die Rückmeldung bekommen, dass die Verzögerungsoption in den Einstellungen nicht verfügbar ist – sie ist nicht etwa ausgegraut, sondern der Abschnitt „Installationszeitpunkt für Updates auswählen“ fehlt vollständig.

Für diesen Fehler haben wir bis dato keine Lösung, die garantiert funktioniert, wohl aber Tipps: So hat es bei einigen Betroffenen geholfen, die Registry-Schlüssel zu löschen, die die Einstellungen abbilden. Dazu öffnen Sie den Registry-Editor (Windows-Taste, `regedit`, Eingabetaste) und klicken sich durch zum Schlüssel „HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SOFTWARE\Microsoft\WindowsUpdate\UX\Settings“. Löschen Sie nun die Einträge „DeferFeatureUpdatesPeriodInDays“ und „DeferQualityUpdatesPeriodInDays“ und starten Sie den Rechner neu. Eventuell

vorher eingestellte Verzögerungen müssen danach neu gesetzt werden.

Wenn diese Lösung nicht weiterhilft, legen Sie die Verzögerung stattdessen wie oben beschrieben per Gruppenrichtlinie fest – hierarchisch steht sie ohnehin über den „erweiterten Optionen“ in Windows Update und setzt außer Kraft, was auch immer dort eingestellt ist.

Wenn Sie die Verzögerung nicht rechtzeitig gesetzt haben und ein Funktions-Upgrade im Hintergrund schon installiert wird, können Sie das abbrechen, solange Sie Windows noch keinen Neustart erlaubt haben. Nutzen Sie dafür in den erweiterten Optionen von Windows Update die Funktion „Updates aussetzen“ – eventuelle Vorbereitungen für Funktions-Upgrades werden damit abgewürgt.

## Zweig abgesägt

Eine weitere Steuerfunktion hat Microsoft abgeschafft, die es noch bis zu den 2018er-Versionen von Windows 10 gab. Es handelt sich um die Unterscheidung zwischen dem „Semi-Annual Channel (Targeted)“ – früher „Current Branch“ genannt – und dem „Semi-Annual Channel“ ohne den Targeted-Zusatz, der früher

„Current Branch for Business“ hieß. Die Einstellung auf letzteren Kanal bewirkte, dass Windows Update ein neues Funktions-Upgrade erst dann herunterlud und installierte, sobald Microsoft der Meinung war, es sei nun fit für den geschäftlichen Einsatz. Das war meist rund vier Monate nach Veröffentlichung.

Diese Unterscheidung war letztlich überflüssig und wurde abgeschafft. Sie hat in der Vergangenheit ohnehin immer wieder für Verwirrung gesorgt. So war vielen Anwendern nicht klar, ob sich eine Verzögerung durch diese Channel-Auswahl zu einer eventuellen separaten Verzögerung in Tagen addiert, oder ob eine der Einstellungen die andere außer Kraft setzt. Wer diese Option bislang verwendet hat, soll einfach eine passende Verzögerungsdauer einstellen – zum Beispiel 120 Tage.

## Zwang weg

Für Privatanwender sind die Steuerungsfunktionen tatsächlich gar nicht mehr so wichtig: Windows Update lädt und installiert die neuen Versionen im Normalfall nicht mehr automatisch, sondern weist in Windows Update darauf hin, dass eine neue Ausgabe verfügbar ist; erst mit einem Klick auf „Herunterladen und installieren“ werden Download und Installation angestoßen. „Im Normalfall“ deshalb, weil Microsoft sich dann doch Zwangs-Installationen vorbehält, wenn sich die laufende Ausgabe ihrem Support-Ende nähert.

Diese Abschwächung des Funktions-Upgrade-Zwangs gilt auch für die Home-Edition, und sie lindert einen Schmerz, mit dem vor allem Anwender dieser Edition seit Jahren zu kämpfen hatten: dass neue Versionen nicht nur ungefragt und oft zur Unzeit auf den PC kommen und ihn mit etwas Pech für einige Zeit blockieren oder gar außer Gefecht setzen, sondern dass auch keine sinnvolle Möglichkeit zur Gegenwehr vorhanden war. Details zur Lockerung des Zwangs können Sie in [2] nachlesen.

Die Neuerung der „Herunterladen und Installieren“-Schaltfläche gilt nicht nur für Funktions-Upgrades, sondern auch solche kumulativen Updates, die nicht sicherheitsrelevant sind. Im Regelfall erscheinen sie innerhalb von ein bis zwei Wochen nach dem allmonatlichen Patchday (zweiter Dienstag im Monat). So kann man auf „Updates suchen“ klicken, um zu prüfen, ob wirklich alle kritischen Updates installiert sind, ohne dabei gleich



die Installation von unwichtigen Patches auszulösen.

## Wie läuft das?

Wie so ein Funktions-Upgrade technisch abläuft, hat Microsoft übrigens dokumentiert (siehe [ct.de/ybxf](https://ct.de/ybxf)), ebenso diverse, recht technisch gehaltene Tipps zum Auswerten von Upgrade-Fehlercodes (siehe auch Artikel ab S. 74). Die Kurzform:

**Downlevel** ist die Phase vor dem ersten Neustart: Prüfen von Systemvoraussetzungen, Eigenarten der Installation (Windows To Go, BitLocker etc.) und des verfügbaren Speicherplatzes; eventuelles Einbinden externer Datenträger als temporäre Speichererweiterung und Anwenden von dynamischen Updates (Updates für die Setup-Komponenten, das neue System und die Treiber). Auch prüft das Setup anhand einer Datenbank, ob inkompatible Soft- oder Hardware im System zu finden ist. Danach ermittelt („inventarisiert“) es alles, was es beizubehalten gilt: Programme, Treiber, Benutzerdateien und Einstellungen. Vor dem Neustart kümmert sich das Setup noch darum, eine eventuelle Festplattenverschlüsselung anzuhalten, damit Laufwerk C: in der folgenden Installationsphase ansprechbar bleibt.

In der Phase **Safe OS** bootet der PC in die Installations- und Notfallumgebung Windows RE. Von dort aus erfolgt nicht nur die eigentliche Installation des neuen Systems, auch wird das alte Windows in den Ordner C:\Windows.old verschoben, falls später ein Rollback nötig oder ge-

wünscht ist, also ein „Downgrade“ auf die bisher installierte Ausgabe. Für den Fall eines Absturzes während des Upgrades legt Windows RE sich zudem temporär als Standardbetriebssystem fest, damit es im Fall des Falles noch die Chance hat, das fehlgeschlagene Upgrade rückgängig zu machen.

Anders als man vermuten mag, werden Programme, Dokumente und Einstellung nicht während der Safe-OS-Phase in die neue Windows-Version portiert. Dies erfolgt nach erfolgreicher Installation der

## Windows Update

Sie sind auf dem neuesten Stand.  
Letzte Überprüfung: Heute, 13:22

Nach Updates suchen

### Funktionsupdate für Windows 10, Version 1903

Die nächste Windows-Version mit neuen Features und Sicherheitsverbesserungen ist verfügbar. Wenn Sie für das Update bereit sind, wählen Sie „Jetzt herunterladen und installieren“.

[Jetzt herunterladen und installieren](#)

[Nutzungszeit ändern](#)

[Updateverlauf anzeigen](#)

[Erweiterte Optionen](#)

Bleiben Sie auf dem neuesten Stand

Wir sind dabei, das neueste Update mit interessanten neuen Funktionen und Sicherheitsverbesserungen fertigzustellen. Suchen

**Dass Funktions-Upgrades nicht mehr direkt zwangsinstalliert werden, kommt vor allem Home-Anwendern zugute, die bislang kaum eine Chance zur Abwehr neuer Ausgaben hatten.**

neuen Systemversion und einem Neustart – für Treiber und Systemeinstellungen während **First Boot**, Benutzerdaten und -einstellungen beim **Second Boot**, auch OOBE-Boot genannt.

## Rolle rückwärts

Auch nach einem vermeintlich erfolgreichen Funktions-Upgrade kann es in Einzelfällen nötig sein, zur alten Version zurückzukehren, etwa wenn ein spezielles Programm oder Gerät unter der neuen Ausgabe nicht mehr funktioniert.

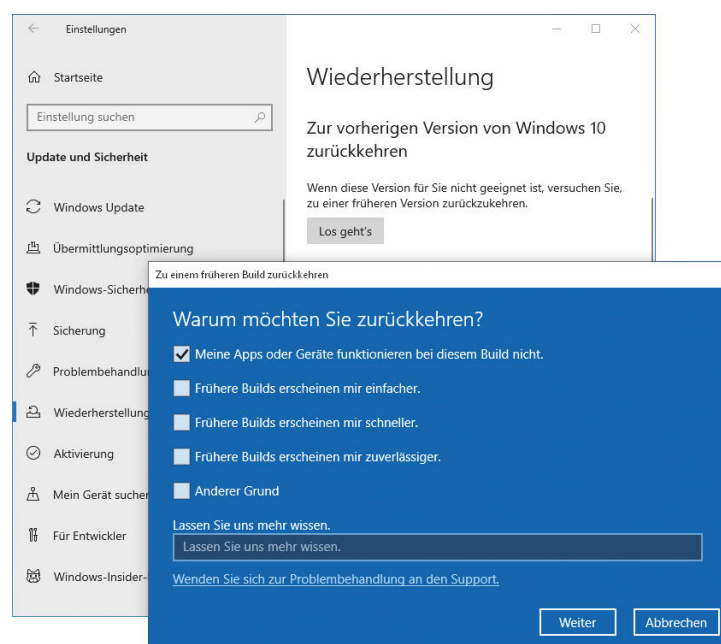
Dieser Rollback ist nach erfolgreichem Funktions-Upgrade zehn Tage lang möglich; danach löscht Windows die Sicherheitskopie des alten Systems automatisch. Prüfen Sie daher nach einem Funktions-Upgrade zügig, ob alles noch so tut, wie es soll. Die Rückkehr zum älteren Windows können Sie in den Windows-10-Einstellungen unter „Update und Sicherheit/Wiederherstellung“ auslösen. Klicken Sie unter „Zur vorherigen Version von Windows 10 zurückkehren“ auf die Schaltfläche „Los geht's“.

([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)) **ct**

## Literatur

- [1] Jan Mahn, Microsoft hat versagt: Analyse zum Rückzug von Windows 10 1809 und Server 2019, [heise.de/-4200499](https://heise.de/-4200499)
- [2] Jan Schüßler, Redmonder Aussichten, Microsoft krepelt „Windows as a Service“ um, c't 10/2019, S. 34

**Upgrade-Dokumentation:** [ct.de/ybxf](https://ct.de/ybxf)



**Zickt eine neue Windows-Ausgabe allzu sehr, kann man sie noch bis zu zehn Tage runterwerfen und zur älteren Version zurückkehren.**

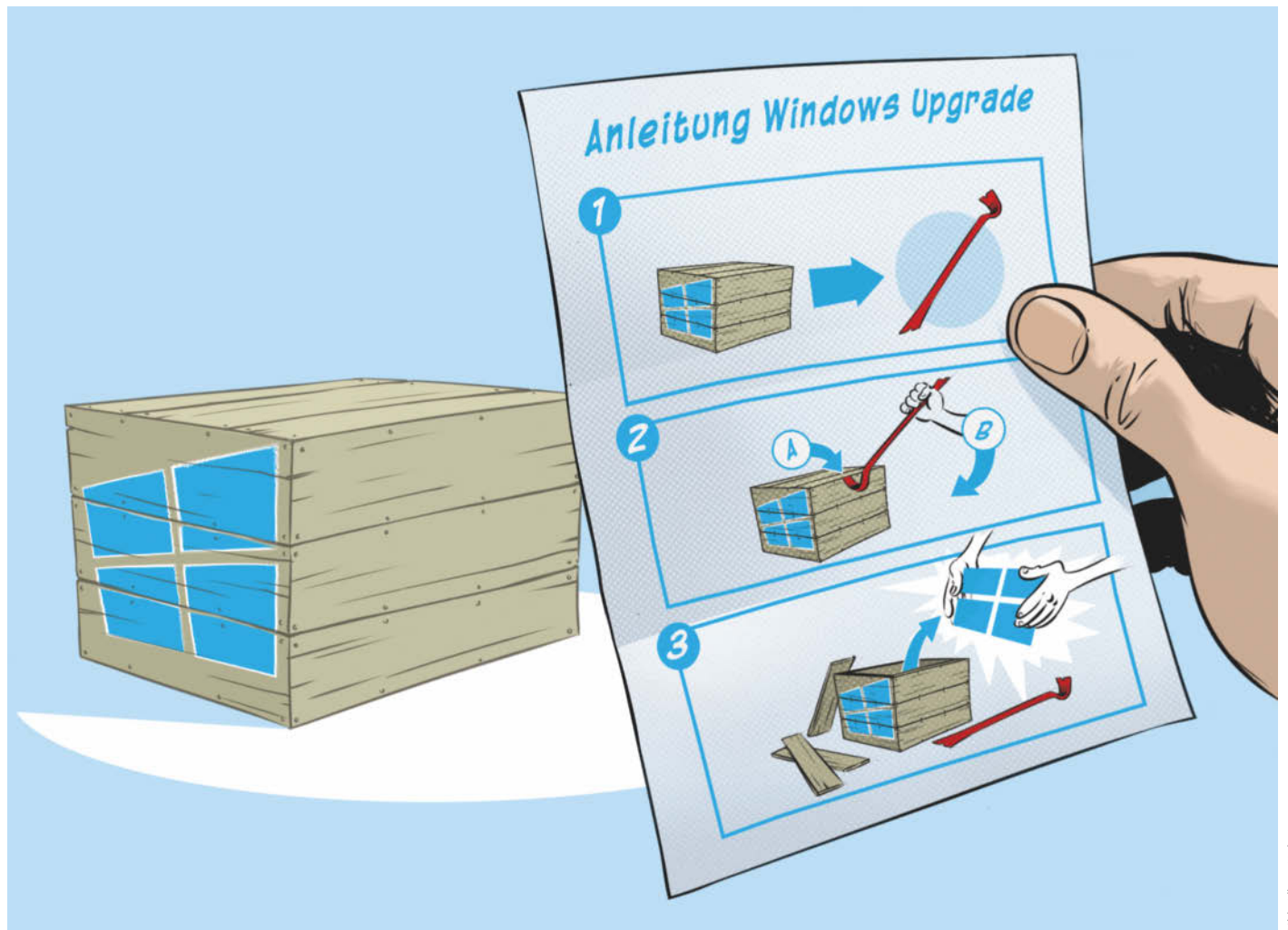


Bild: Albert Hum

# Funktions-Upgrades für Windows 10


## Antworten auf häufige Fragen

**Funktions-Upgrades sind eine der größten Baustellen von Windows 10, und entsprechend viele Fragen erreichen uns dazu. Hier fassen wir zusammen, was wir am häufigsten antworten.**

**Von Jan Schüßler**

### Zu tun ...

 Ein Funktions-Upgrade steht an – diesmal von Version 1809 auf 1903. Was sollte ich auf jeden Fall machen?

 Ein Backup! Mindestens von Ihren wichtigen Dateien, aber besser auch vom kompletten System. Für wichtige Dateien und Ordner eignet sich etwa das kostenlose Duplicati; komplette Backups des Systemlaufwerks lassen sich gut mit c't-

WIMage erledigen (siehe [ct.de/yzut](https://ct.de/yzut)). Backup-Software mit größerem Funktionsumfang haben wir in [1] getestet. Mit einem System-Backup lässt sich der Rechner relativ unkompliziert auf einen funktionierenden Zustand zurücksetzen, sollte ein Funktions-Upgrade einmal allzu viel Stress verursachen. Aktualisieren Sie Ihr Mobilgerät außerdem nicht im Akkubetrieb, damit ihm beim Upgrade nicht unvermittelt die Puste ausgeht.

## ... und zu lassen

**?** Gibt es etwas, das man auf keinen Fall tun sollte, weil Funktions-Upgrades sonst schiefgehen?

**!** Manche Veränderungen am System sind tatsächlich dafür bekannt, Probleme zu bereiten. Kritisch wird es etwa, wenn der Stammordner für Benutzerprofile auf ein anderes Laufwerk verschoben wurde, wie wir es in c't 5/2009 für Windows 7 beschrieben haben. Inzwischen raten wir von einem solchen Eingriff ausdrücklich ab – bei so modifizierten Windows-10-Installationen gehen Funktions-Upgrades dauernd schief. Die Empfehlung lautet hier, einmal in den sauren Apfel zu beißen und eine saubere Neuinstallation des Systems vorzunehmen.

Ein weiteres Problem stellt manche Software zur Festplattenverschlüsselung dar, nämlich immer dann, wenn das Upgrade-Setup nicht mit der Verschlüsselungssoftware zusammenspielt. Mit Veracrypt klappt das seit über einem Jahr; Microsofts BitLocker ist ohnehin unproblematisch. Ist die Software nicht unterstützt, können Sie versuchen, dem Upgrade-Setup den Verschlüsselungstreiber über den Kommandozeilenschalter „Reflect-Drivers“ einzupfropfen, etwa mit

```

e:\setup.exe /ReflectDrivers <pfad>

```

Alle Schalter hat Microsoft online dokumentiert (siehe ct.de/yzut). Konsultieren Sie aber auch die Dokumentation des Verschlüsselungssoftwareanbieters – oder verwenden Sie eine sauber unterstützte Verschlüsselung wie Veracrypt oder BitLocker.

## USB-Stick erstellen

**?** Hin und wieder empfehlen Sie, das Upgrade mit einem Setup-USB-Stick auszuführen, um Probleme zu vermeiden. Wie erstelle ich den?

**!** Mithilfe des Media Creation Tools, kurz MCT, das Microsoft zum Download anbietet (siehe ct.de/yzut). Es läuft auf Windows 7 und neuer. Wichtig: Klicken Sie auf der Microsoft-Downloadseite auf „Tool jetzt herunterladen“ und nicht auf „Jetzt aktualisieren“.

Nach dem Start des MCT und Abnicken der Lizenzbedingungen wählen Sie die Option „Installationsmedien ... für einen anderen PC erstellen“. Ob es dabei

tatsächlich um einen anderen PC geht, ist völlig egal – nur so kommen Sie an den USB-Stick heran. Die nun folgenden Optionen (Deutsch, Windows 10, 64-Bit) sollten meist passen. Ändern müssen Sie hier nur etwas, wenn Sie den Stick tatsächlich auf einem anderen PC als dem zu aktualisierenden erstellen und die Architektur nicht passt (32 Bit vs. 64 Bit).

Stecken Sie nun einen mindestens 8 GByte großen USB-Stick an den PC. Achtung: Der Stick wird im weiteren Verlauf geleert – sichern Sie also eventuelle Daten. Der Rest ist selbsterklärend; das MCT lädt Windows 10 herunter, schreibt es auf den Stick und meldet sich, sobald der Vorgang beendet ist.

## Stick verwenden

**?** Wie verwende ich den Setup-USB-Stick zum Aktualisieren von Windows 10?

**!** Wichtig ist vor allem: Lassen Sie nicht den PC vom Stick booten! Dadurch würden Sie zwar auch ein Setup starten, doch das würde sich nur eignen, um einem PC eine saubere Neuinstallation zu verpassen. Stecken Sie den Stick stattdessen unter laufendem Windows 10 an. Sofern Windows nicht automatisch vorschlägt, das Setup zu starten, öffnen Sie den Stick im Datei-Explorer und doppelklicken Sie die Anwendung „setup“ beziehungsweise „setup.exe“. Die (wenigen) Abfragen des Setup-Dialogs sind selbsterklärend.

Der Stick eignet sich ebenfalls dafür, mehrere PCs zu aktualisieren, ohne auf allen jeweils das rund 3 GByte Datenpaket herunterzuladen.

## Upgrade forcieren?

**?** Die Features der neuen Windows-10-Version will ich haben! Aber Windows Update bietet sie mir nicht an. Wie bekomme ich das Upgrade trotzdem möglichst schnell? Die Methode „saubere Neuinstallation“ kommt für mich allerdings nicht infrage – viel zu aufwendig.

**!** In diesem Fall ist eine Installation per Setup-USB-Stick einen Versuch wert (siehe Tipp weiter oben). Ein solcher Stick hat zudem den Vorteil, dass der Download bei eventuellen Fehlern nicht jedes Mal erneut erfolgen muss. Auch hier gilt: Boo-

ten Sie den PC nicht mit dem Stick. Klemmen Sie ihn unter laufendem Windows an, starten Sie das Programm setup.exe aus dem Stammverzeichnis des Sticks und folgen Sie den Anweisungen.

Ob das Ganze überhaupt sinnvoll ist, steht auf einem anderen Blatt. Wir empfehlen, zuvor auf jeden Fall ein funktionierendes Backup des Systems zu erstellen und für den Fall des Falles auch die Zeit einzuplanen, es zurückzuspielen, wenn die neue Windows-Ausgabe doch noch nicht für Ihren PC taugt. Denn wenn sie in Windows Update nicht auftaucht, hat das meist einen Grund. Es kann sein, dass es reiner Zufall ist und Ihr Rechner schlicht nicht im ersten Schwung mit aktualisiert wird. Ebenso kann es aber sein, dass ein triftiger Grund vorliegt, etwa eine bekannte Inkompatibilität.

Bevor Sie das Upgrade forcieren, sollten Sie daher zumindest in Microsofts Dokumentation nachsehen. Dort sind nicht unbedingt alle, aber doch meist die gravierendsten bekannten Upgrade-Blockaden aufgelistet (siehe ct.de/yzut).

## Inkompatibles Programm

**?** Das Setup meldet, ich solle ein bestimmtes inkompatibles Programm entfernen, eine veraltete Version des Verschlüsselungstools PGP. Nur – ich hab das gar nicht installiert!

**!** Denkbar ist, dass es tatsächlich installiert ist, Sie das aber gar nicht wissen. So sind uns beispielsweise Fälle bekannt, in denen eine alte PGP-Version als Bestandteil des Cloudspeicher-Verschlüsslers BoxCryptor auf den Rechner kam. Es half eine Deinstallation der Software und erneute Installation nach abgeschlossenem Upgrade.

In sehr skurrilen Fällen kam es zudem vor, dass das Upgrade nur wegen der Anwesenheit eines veralteten Setup-Paketes eines Avira-Virenwächters auf einem reinen Datenlaufwerk gemeckert hat; installiert war die Software aber nie auf dem PC. Nach unserem Eindruck hat Microsoft dieses Problem aber inzwischen im Griff.

## Fehlercodes nachschlagen

**?** Das Upgrade ist mit einem Fehlercode schiefgegangen. Gibts eine Liste, in der ich den Code nachschlagen kann?



! Ja, Microsoft pflegt eine Liste mit den wichtigsten Codes und gibt Tipps, die Abhilfe schaffen können (siehe [ct.de/yzut](http://ct.de/yzut)).

## Fehlercodes selbst auswerten

? Ich kann meinen Fehlercode nicht in der oben genannten Liste finden. Es muss doch möglich sein, selbst herauszufinden, was er bedeutet?

! Das erfordert einen Haufen Zeit und Geduld, die Sie vielleicht gar nicht haben, wenn Sie nicht gerade passionierter Windows-Entwickler sind. Doch schon mit ein paar Grundkenntnissen bekommt man immerhin eine Ahnung davon, was der Code aussagen will – vor allem, in welcher Setup-Phase etwas schiefging und was für eine Aktion daran beteiligt war. Auf einem anderen Blatt steht aber, ob die gewonnene Info überhaupt hilft.

Fehlercodes werden als Hexadezimalzahlen ausgegeben und haben meist ein Format wie zum Beispiel „0xC1900101–0x20007“. Hilfreich zum Lesen solcher Angaben ist zunächst zu wissen, dass das jeweils vorangehende Präfix „0x“ kein Bestandteil der Zahl selbst ist, sondern das darauf Folgende lediglich als Hexadezimalzahl ausweist. Die reinen Fehlercode-Werte lauten im Beispiel also „C1900101“ und „20007“. Interessant ist davon zunächst der zweite Teil, hier also „20007“. Die bedeutsamen Ziffern davon sind nur die erste („2“) und die letzten beiden („07“).

Die erste Ziffer hat im Regelfall Werte zwischen 1 und 4. Sie bezeichnet die Setup-Phase, in der der Fehler aufgetreten ist. „1“ steht für die Downlevel-Phase (alles, was vor dem initialen Neustart passiert), „2“ für die Phase Safe OS (eigentliches Austauschen des Betriebssystems von Windows RE aus), „3“ für die Phase First Boot (Übernahme von Treibern, Einstellungen etc.) und „4“ für die OOBE-Boot-Phase (Übernahme der Benutzerdaten und Abschluss der Installation; auch Second-Boot-Phase genannt).

Die letzten beiden Ziffern wiederum geben einen Hinweis auf die Aktion, bei der der Fehler auftrat. Hier gibts bereits deutlich mehr Möglichkeiten. „07“ steht etwa für einen Fehler bei einer Treiberinstallation, „0D“ für ein Problem bei einer Datenübernahme in die neue Instal-

lation und „16“ für Registry-Fehler. Eine komplette Liste der Codes hat Microsoft in einem länglichen Hilfethema im Netz veröffentlicht (siehe [ct.de/yzut](http://ct.de/yzut)).

In unserem Beispiel besagt der Fehlercode „0x20007“ also, dass es in der Phase Safe OS ein Problem mit einem Treiber gab. Welcher das ist, lässt sich möglicherweise im Fehlerprotokoll herausfinden – in manchen Fällen auch einfacher, wenn das System mit einem Bluescreen abstürzt. Dieser nennt oft ganz konkret den Namen der ursächlichen Treiberdatei.

Den ersten Teil des Fehlercodes auszuwerten (also den achtstelligen, im Beispiel „C1900101“) ist diffiziler. Zunächst schaut man, ob der Code mit „8“ oder mit „C“ beginnt; das besagt, ob die letzten vier Stellen des Codes einen Win32-Fehler oder eine NTSTATUS-Meldung benennen. Diese letzten vier Stellen können Sie dann in der passenden Fehlerliste bei Microsoft nachschlagen (siehe [ct.de/yzut](http://ct.de/yzut)).

Wer sich nicht gerade hauptberuflich mit dem Lösen von Upgradeproblemen befasst, kann mit der Fehlersuche auf diese Weise eine Menge Zeit verbrennen – auch uns ist so etwas meist viel zu aufwendig. Der pragmatische Tipp lautet: Wenn Sie nach einer halben oder einer

Stunde des Herumforschens nicht nennenswert weitergekommen sind, überlegen Sie sich genau, ob eine saubere Neuinstallation des Systems nicht unterm Strich doch weniger Zeit raubt ...

## Fehlerprotokoll anschauen

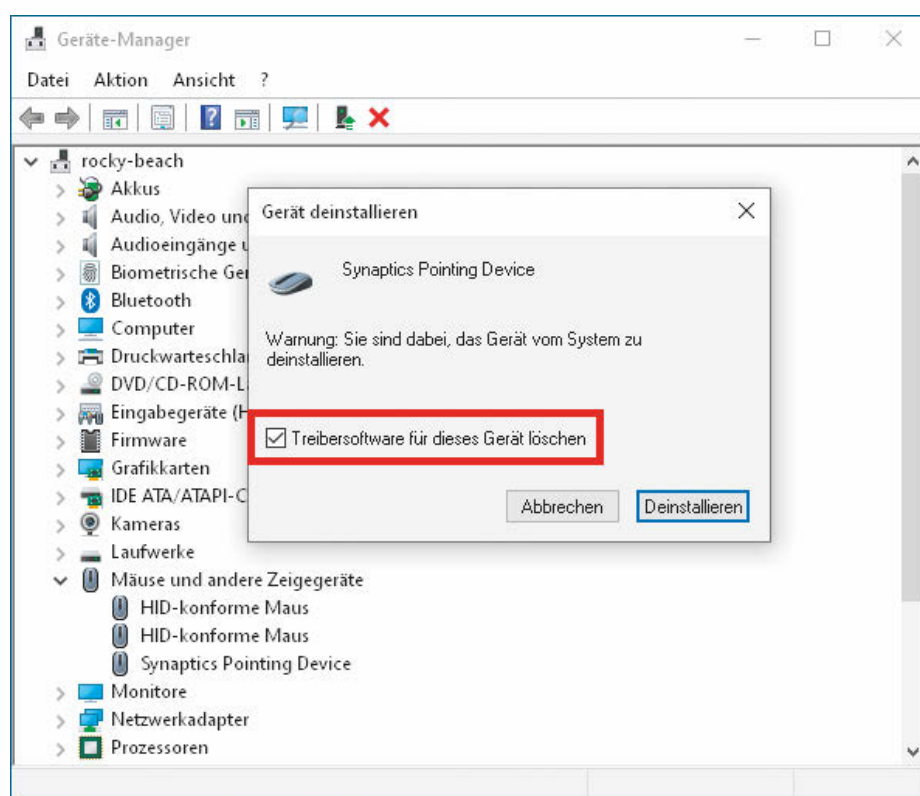
? Windows protokolliert so viel Zeug – doch sicher auch, wenn ein Upgrade-Fehler auftritt?

! Ja, und das Protokoll finden Sie meist im Ordner %windir%\panther (geben Sie das einfach in die Adresszeile des Datei-Explorers ein). Dort finden Sie eine Textdatei mit dem Namen „setuperr.log“.

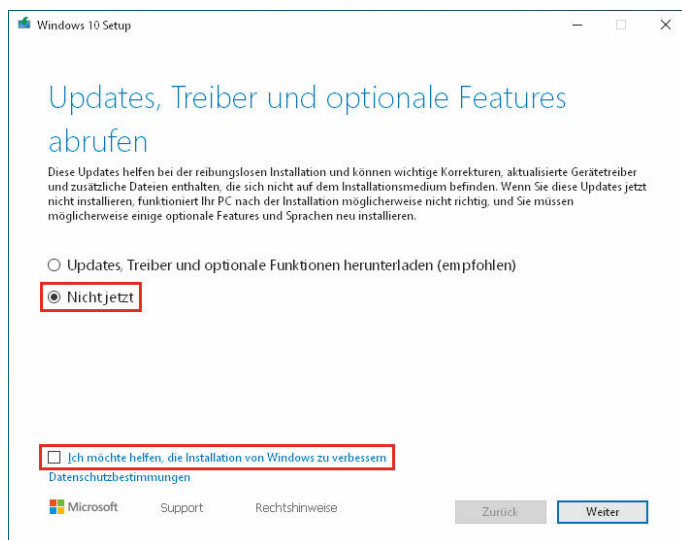
Dass die Informationen daraus Ihnen auch weiterhelfen, ist nicht unbedingt garantiert – einige, aber nicht alle Meldungen bestehen aus verständlichem Klartext. Zumindest ein Fehlercode lässt sich aber oft herausziehen.

## Treiberproblem mit Bluescreen

? Beim Upgrade setzt es immer wieder einen Absturz mit Bluescreen (Stop-Fehler). Der Bluescreen nennt auch eine



Verursacht ein Treiber reproduzierbar Bluescreens, werfen Sie ihn komplett raus.



Treiberdatei, die den Absturz verursacht – aber wie komme ich damit weiter?

! Zunächst gilt es herauszufinden, zu welchem Gerät die Treiberdatei gehört – nach unserer Erfahrung treten Probleme häufig mit manchen integrierten SD-Kartenlesern in Notebooks auf. Im Zweifel gilt: Google ist dein Freund. Haben Sie das Gerät ermittelt, öffnen Sie den Geräte-Manager per Windows+X und Auswahl von „Geräte-Manager“. Suchen Sie das passende Gerät, klicken Sie darauf mit der rechten Maustaste und wählen Sie „Gerät deinstallieren“. Im nun folgenden Bestätigungsdialog achten Sie darauf, ein Häkchen vor „Treibersoftware für dieses Gerät löschen“ zu setzen.

Nun könnten Sie das Upgrade zwar einfach starten, doch das würde vermutlich nichts bringen: Weil das Setup die vorhandene Hardware prüft, würde der problematische Treiber bei nächster Gelegenheit wieder aus dem Netz nachgeladen und das Spiel geht von vorne los. Das Mittel der Wahl ist hier deshalb eine Offline-Aktualisierung: Trennen Sie die Internetverbindung und aktualisieren Sie den PC mit einem Setup-USB-Stick, den Sie mit dem Media Creation Tool erstellt haben (siehe oben).

Starten Sie das Programm setup.exe aus dem Stammverzeichnis des Sticks und klicken Sie im ersten Dialog auf „Ändern, wie Windows Setup Updates herunterlädt“. Wählen Sie nun die Option „Nicht jetzt“, entfernen Sie darunter das Häkchen vor „Ich möchte helfen, die Installation von Windows zu verbessern“ und klicken Sie auf „Weiter“. Der Rest der Dialoge ist selbsterklärend.

Bei hartnäckigen Treiberproblemen kann auch ein Offline-Upgrade zusammen mit einem Setup-USB-Stick helfen.

über den im Prozessor beziehungsweise Chipsatz integrierten Controller.

## Upgrade-Zwang

? Gibt es nun einen Zwang seitens Windows, neue Versionen zu installieren, oder nicht (mehr)?

! Dazu ein klares Jein. Richtig ist, dass Windows Update eine neue Ausgabe nicht mehr automatisch installiert, sobald sie verfügbar ist und der Rechner als kompatibel erkannt wurde. Stattdessen erscheint die neue Ausgabe in Windows Update als optionales Update mit der Möglichkeit zum „Jetzt herunterladen und installieren“ (das gilt übrigens auch für kumulative Updates, die nicht sicherheitskritisch sind).

Ist eine installierte Version allerdings so alt, dass sie sich dem Ende ihres Supportzeitraums nähert, wird Windows doch automatisch eine neuere installieren. So geschieht es derzeit auf Rechnern, die noch mit Version 1803 laufen; einer Version, die im November 2019 aus dem Support fällt.

Ist das Upgrade erfolgreich abgeschlossen, stellen sie die Internetverbindung wieder her und suchen nach eventuell ausstehenden Windows-Updates.

## Sonst noch Tipps?

? Gibt es sonst noch allgemeine Tipps, die Sie immer empfehlen, wenn ein Funktions-Upgrade zickt?

! Entfernen Sie eventuelle Virenwächter, Adware-Scanner und Firewalls, sofern Sie hier etwas anderes einsetzen als die Microsoft-Bordmittel. Das Gleiche gilt für manche Backup-Software, die mit eigenen Treibern zur Datenträgerüberwachung und/oder Bootmanagern ins System eingreift. In einem Fall half es, eine VPN-Software eines Drittanbieters zu deinstallieren; in einem anderen Fall lief das Upgrade nur durch, wenn wir zum Neustart des PCs das Netzkabel abgezogen hatten.

Klemmen Sie alle Peripheriegeräte ab, die zum Upgrade nicht zwingend nötig sind; versuchen Sie bei Desktop-PCs außerdem, ob das Entfernen eventueller Steckkarten hilft (Soundkarten, sekundäre Grafikkarten, USB- und FireWire-Steckkarten etc.). Geht um es eine Aktualisierung per USB-Stick, versuchen Sie verschiedene Ports – wenn vorhanden, vor allem USB-2.0-Ports. Auch im Jahr 2019 hören wir immer noch von Fällen, in denen das Setup via USB-3.0-Buchse Probleme bereitet. Wie schon seit Jahren gibts vor allem dann Probleme, wenn die 3.0er-Anbindung technisch über einen Zusatz-Controllerchip läuft, und nicht

## Update? -grade? was?

? Was ist der Unterschied zwischen einem Funktions-Update und einem Funktions-Upgrade?

! Bislang keiner. Microsoft bezeichnet die Installation einer neuen Windows-10-Ausgabe als Funktions-Update. Weil das Ganze rein technisch aber keine Update-Installation ist (einfacher Austausch von Systemdateien), sondern ein Upgrade (Austausch des kompletten Betriebssystems), verwenden wir den technisch korrekten Begriff Funktions-Upgrade.

Künftig gibt es allerdings auch Funktions-Updates, bei denen der Begriff auch technisch stimmt, jedenfalls für einige Anwender. Die für Herbst 2019 angekündigte Version 1909 (auch 19H2 genannt) kommt wie ein monatlicher kumulativer Patch auf den PC – vorausgesetzt, es ist bereits Version 1903 installiert. (jss@ct.de)

## Literatur

[1] Jan Schüßler, Sicherheitsnetze, Backup-Programme für Windows, c't 8/2018, S. 122

MCT und Dokumentationen: [ct.de/yzut](https://ct.de/yzut)



# Seltene Kombination

## Gaming-Notebook mit Ryzen-CPU und GeForce-GPU

**Im bezahlbaren Gaming-Notebook RoG Zephyrus G kombiniert Asus Technik von AMD, Nvidia und Intel. Die ungewöhnliche Zusammenstellung beschert dem 15,6-Zoll-Notebook ausreichend 3D-Performance und ordentliche Laufzeit.**

**Von Florian Müssig**

Asus verwendet im dünnen und leichten 15,6-Zoll-Notebook RoG Zephyrus G den derzeit schnellsten AMD-Mobilprozessor Ryzen 7 3750H und stellt ihm Nvidias Mittelklasse-GPU GeForce GTX 1660 Ti zur Seite. Dass das Notebook damit insgesamt als Mittelklasse-Gaming-Gerät konzipiert ist, liegt am Ryzen: Als Vierkern-CPU kommt seine Performance nicht an die Sechs- oder Achtkerner der neunten Core-i-Generation heran, die in teuren High-End-Maschinen ihre Arbeit verrichten.

Anders als die Modellnummer suggeriert, stecken im Ryzen 7 3750H auch

noch nicht die optimierten Zen-2-Kerne der Desktop-3000er. Stattdessen sind die Mobilabieger eng mit den Ryzen-2000-Vorgängern verwandt. Die überarbeitete Kernarchitektur und mehr CPU-Kerne sind erst im nächsten Jahr in der mobilen Ryzen-4000-Familie zu erwarten.

Dennoch hat der Ryzen 7 3750H genug Wumms, um der GeForce-GPU ausreichend Daten für eine flüssige Darstellung in Full-HD-Auflösung zuzuliefern. Dreht man die Detail- und Effektregler auf, so ist wie üblich die GPU und nicht die CPU der limitierende Faktor bei den Bildwiederholraten. Der Nvidia-Chip ist abseits von Spielen deaktiviert und die im AMD-Prozessor integrierte Vega-Grafik übernimmt – das altbekannte Hybrid-Zusammenspiel klappt also nicht nur zwischen GPUs von Intel und Nvidia.

### Dunkler Bildschirm

Der matte, blickwinkelstabile Bildschirm macht bei Arbeiten wie Zocken eine gute Figur, kann aber nicht mit Besonderheiten wie großem Farbraum oder hohen Bildwiederholraten dienen. Die maximale Helligkeit beträgt lediglich 200 cd/m<sup>2</sup>, was am unteren Rand dessen liegt, was man heutzutage in Neugeräten vorfindet.

Ab Werk ist der Bildschirm oft sogar noch dunkler, weil Asus die Stromspareinstellungen des AMD-Grafiktreibers fast aufs Maximum hochschiebt. Die volle Helligkeit gibt es dann nur bei einem rein weißen Bildschirm. Sobald etwas anderes zu sehen ist, dreht der Treiber Kontrast und andere Parameter hoch und senkt im Gegenzug die tatsächliche Helligkeit – was es an hellen Tagen stark erschwert, überhaupt noch etwas zu erkennen. Um das nervige Verhalten abzustellen, zieht man in den Radeon-Einstellungen den Energiesparregler ganz nach links. Wir haben die in der Tabelle angegebenen Akkulaufzeiten mit diesen korrigierten Einstellungen gemessen und kamen im Optimalfall auf knapp 14 Stunden.

Das Problem: In der Vorinstallation von Asus ist die Radeon-Konfigurationssoftware nicht vorhanden. Abhilfe bringen erst AMDs Referenztreiber, die sich beim Testgerät problemlos installieren ließen (wie übrigens auch die offiziellen Nvidia-Treiber für den GeForce-Chip) – nach deren Installation findet man den benötigten Einstellungsdialog nach einem Rechtsklick auf den Desktop.



## Geister-Alarm

Die neuen Grafiktreiber findet man auf den Webseiten der GPU-Hersteller, nicht aber im Support-Bereich der Asus-Webseite oder über das vorinstallierte Update-Hilfsprogramm MyAsus. Letzteres bot auf unserem Testgerät außer einem BIOS-Update auch eine neue Version des Aura-Dienstes an, schaffte es aber in mehreren Anläufen nicht, diesen zu installieren. Wir haben es dann manuell heruntergeladen und installiert.

Dumm nur, dass MyAsus irgendwo intern vermerkt hat, dass es da noch ein ausstehendes Update gäbe und regelmäßig per Pop-up nachbohrt, dieses doch bitte zu installieren. Startet man MyAsus, so wird eine erneute Update-Suche durchgeführt und anschließend ist angeblich alles okay – spätestens nach dem nächsten Notebook-Neustart kommt die falsche Erinnerung aber zurück. Da auch ein Neuinstallieren der App über den Windows-Store den Geister-Alarm nicht behoben hat, haben wir MyAsus schlussendlich entnervt deinstalliert – dann war Ruhe.

Der Druckpunkt der beleuchteten Tastatur gefällt, das Layout hat allerdings Licht- wie Schattenseiten. Dedizierte Tasten für Bild-Auf/-Ab-Pos1/Ende haben uns überzeugt, die einzelne Enter-Taste und der fummelig kleine Cursor-Block hingegen weniger. Einige Sonderfunktionen wie etwa die Lautstärkeregelung wurde auf zusätzliche Tasten oberhalb von F1 bis F4 ausgelagert, sodass man sie flott ohne Fn-Tastenkombination erreicht.

Der Lüfter läuft bei mittlerer Last mit akzeptabler Lautstärke; bei voll ausgelasteter CPU und GPU rauscht er mit bis zu 4 Sone sehr laut. Bei geringer Systemlast wird der Lüfter nie unhörbar leise, was in ruhigen Umgebungen stört. Je nach Umgebung ebenfalls nervig ist, dass das Notebook den Nutzer bei jedem Einschalten mit einem lautstarken Jingle begrüßt – dieser lässt sich glücklicherweise im BIOS-Setup deaktivieren.

Asus verkauft das RoG Zephyrus G nur in zwei Varianten: wie hier getestet für 1250 Euro oder für 100 Euro weniger mit identischer Hardware, aber ohne Windows-Vorinstallation/-Lizenz. Die im Datenblatt aufgeführten anderen SSD-Kapazitäten und das optionale 120-Hz-Display kann man hierzulande also nicht kaufen. Nach dem Abschrauben der Bodenplatte findet man eine Intel-SSD in einem M.2-Slot. Ein zweiter Einbauplatz für ein wei-

## Asus RoG Zephyrus G: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	GA502DU-BQ015T
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / L / – / –
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 2 × R / 2 × L (1 × Typ C) / L
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / L / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	– / ✓ / ✓ / ✓ / –
Ausstattung	
Display	Panda LM156LF-CL03: 15,6 Zoll / 39,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 141 dpi, 10 ... 196 cd/m², matt
Prozessor	AMD Ryzen 7 3750H (4 Kerne mit HT), 2,3 GHz (Turbo bis 4 GHz), 4 × 512 KByte L2-, 4 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	8 GByte DDR4-2400 / AMD Picasso
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	PEG: Nvidia GeForce GTX 1660 Ti Max-Q (6144 MByte GDDR6) / ✓
Sound	HDA: Realtek ALC298
LAN / WLAN	PCIe: Realtek 8168 (Gbit) / PCIe: Realtek RTL8821CE (Wi-Fi 5, 1 × 1 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Realtek (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 + AMD PSP 10.0 / –
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Intel 660p (512 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	75 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	180 W, 538 g, 15,2 cm × 7,2 cm × 2,3 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	2,1 kg / 36 cm × 25,2 cm / 2 ... 2,4 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,1 cm / 19 mm × 17,5 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,6 W / 0,5 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max	3,9 W / 6,5 W / 7,8 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	74,2 W / 13,5 W / 94,8 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	141,9 W / 0,91
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	13,8 h / 7,4 h / 1,9 h
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,4 h / 9,7 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,2 Sone / 4 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	1115,5 / 942,4 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	72940 / 65029
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	10 / 4,9 MByte/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 99,4 dB(A)
CineBench R20 Rendering (1 / n CPU)	352 / 1745
3DMark: Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	19020 / 20394 / 10213 / 4230 / –
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	1250 €
Garantie	2 Jahre
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden	

teres M.2-2280-Kärtchen ist wie auch der einzige RAM-Slot leer; die ab Werk vorhandenen 8 GByte Arbeitsspeicher sind auf die rot lackierte Hauptplatine gelötet. Zudem lässt sich das WLAN-Modul tauschen; letzteres ist als Single-Stream-Modul arg lahm. Bei sämtlichen Basteleien sollte man bedenken, dass man damit im Fall des Falls die zweijährige Herstellergarantie verwirkt und dann auf Kulanz oder die gesetzliche Gewährleistung des Händlers angewiesen ist.

## Fazit

Das Asus RoG Zephyrus G ist ein Mittelklasse-Notebook, das genug Power für Full-HD-Gaming liefert, abseits vom Zocken ordentliche Laufzeiten erreicht und mit großer SSD zum verhältnismäßig kleinen Preis über die Ladentheken geht. Letzterer diktiert allerdings auch Abstriche wie das dunkle Display, das schwache WLAN-Modul – und womöglich auch das Fein-Tuning der Lüftersteuerung.

(mue@ct.de) **ct**



# Angriff der 400-Euro-Handys

## Xiaomi 9T Pro und Motorola One Zoom

**Tolle Kameras, Spitzendisplay und starker Akku für etwas mehr als 400 Euro: Xiaomi 9T Pro und Motorola One Zoom wollen eine Alternative zur Oberklasse sein. Das gelingt ihnen unterschiedlich gut.**

Von Robin Brand

**M**oderne Spitzenhandys können viel, knacken aber auch schnell mal die 1000-Euro-Marke. Potente Kamerasysteme mit drei Brennweiten und Spielereien wie Fingerabdruckscanner im Display gibt es mittlerweile auch in der 400-Euro-

Klasse. Das Motorola One Zoom richtet sich mit Quadkamera samt Dreifachtele an Handyfotografen, spart aber am Chip-satz. Das Xiaomi Mi 9T Pro liefert selbst hier High-End-Ware – kann das gut gehen?

Optisch bestehen beide Probanden den Vergleich mit teureren Geräten. Die gläserne Rückseite des Mi 9T Pro, das erste Gerät, das die Chinesen offiziell in Deutschland vertreiben, funkelt in Blau und Schwarz (oder wahlweise in Rot und Schwarz), die Vorderseite besteht fast ausschließlich aus Display. Das plane Panel ist von einem schmalen Rahmen eingefasst, die Pop-up-Frontkamera lugt nur bei Bedarf aus dem Gehäuse hervor. Das Motorola-Handy besteht auf der Rückseite ebenfalls aus Glas, dieses aber ist mattiert.

Das OLED misst wie jenes des Xiaomi 6,4 Zoll im 19,5:9-Format, ist aber von einer kleinen Aussparung für die Frontkamera unterbrochen.

### Tolle Displays

Die Displays selbst zeigen die Inhalte kontraststark an – und leuchten in jeder Situation hell genug. Die maximale Helligkeit des Motorola ist messbar höher, praxis-relevant ist dieser Vorsprung aber nicht. Beide Displays lösen 2340 × 1080 Pixel auf, was eine Pixeldichte von 404 dpi ergibt. Das reicht fürs Spielen, Lesen, Videos schauen vollkommen aus. Dass manch andere High-End-Geräte wie das Sony Xperia 1 mit 600 dpi deutlich schärfere Panels haben, dürfte vor allem zweckdienlich fürs Marketing sein.

Bei gutem Licht schießen die Hauptkameras beider Handys farbenfrohe Fotos mit vielen Details, die des Xiaomi sind an den Rändern schärfer. Im etwas überschärften Look mit harter Zeichnung von Kanten und einer kühlen JPEG-Bearbeitung ähneln sich Mi 9T Pro und One Zoom. Im direkten Vergleich bildet zum Beispiel das Samsung Galaxy Note 10 die Motive rauschärmer ab. Aber das fällt nur bei wenigen Top-Smartphones als Vergleichsgröße auf. Bei gutem Licht gehören sowohl das Motorola als auch das Xiaomi zu den besseren Smartphone-Knipsen – mit leichten Vorteilen für das Xiaomi.

### Die Kameras

Bei abnehmendem Licht verlieren beide Geräte stärker an Bildqualität als die Klassenbesten um Huawei P30 Pro, Samsung Galaxy Note 10 oder Google Pixel 3. Sichtbar wird das schon bei etwa 80 Lux, vergleichbar mit der Beleuchtung in einem Hausflur. Andererseits schießen beide bei diesem Licht deutlich bessere Fotos als das etwas teurere Samsung Galaxy A80 – wiederum mit leichten Vorteilen für das Mi 9T Pro gegenüber dem One Zoom. Bei noch weniger Licht im Nachtmodus fällt dieses dann hinter das Motorola zurück. Vor allem freihändig geschossene Fotos werden mit dem Motorola besser, hier macht sich auch der fehlende optische Bildstabilisator beim Xiaomi bemerkbar. Im Nachtmodus ist beim Motorola nur die Hauptlinse ansteuerbar, das Xiaomi bietet zwar eine Zweifachvergrößerung an, springt dann aber in den Digitalzoom der Hauptkamera.

Die Telekameras beider Handys sind bei gutem Licht brauchbar. Das Dreifachtele des Motorola zeigt mehr Details, bil-

det Objekte plastischer ab als die zweifache Vergrößerung des Xiaomi. Bei schwächer werdendem Licht lässt das Motorola stark nach, während beim Xiaomi im Labor schon bei 80 Lux die Hauptkamera im Digitalzoom übernimmt – aber die besseren Ergebnisse liefert. Ärgerlich: War beim Xiaomi Mi 9T (c't 19/2019, S. 94) noch die Telekamera unsauber eingebaut, ist es bei unserem Pro-Testgerät der Weitwinkel, der um circa 1,4 Grad schief sitzt. Die Fotoqualität beeinträchtigt das nicht, es nervt aber, wenn man das Handy beim Fotografieren auf einer geraden Fläche abstützen möchte. Kein Grund zur Freude sind auch die Fotos mit dem Weitwinkel selbst. Dass die Aufnahmen stets etwas matschig geraten, fällt auf dem Smartphone-Display aber kaum auf – und so ist die dritte Linse doch ein Mehrwert, bildet sie doch mehr ab als die Hauptkamera.

## Vorteil Xiaomi

Deutlicher unterscheiden sich die beiden Smartphones bei der Rechenleistung. Mit Qualcomms Spitzenchip Snapdragon 855 gehört das Xiaomi zu den schnellsten Android-Smartphones auf dem Markt. Sowohl im Einkern- als auch im Mehrkernbetrieb erreicht das Motorola mit Snapdragon 675 nur rund 50 Prozent der Benchmark-Werte des Xiaomi. Noch größer wird der Unterschied bei der 3D-Rechenleistung. So ist die Performance des Motorola eher mit jener des Samsung Galaxy A50 (c't 11/2019, S. 94, 280 Euro) vergleichbar – für den Alltag ausreichend, aber mit wenig Leistungsreserven für moderne 3D-Spiele.

Irreführend ist derweil die Namensgebung des Motorola: Waren die Sprösslinge von Motorolas neuer One-Linie bis dato immer mit dem Google-Standard Android One ausgestattet, ist das beim One Zoom nicht der Fall. Das ist ärgerlich, bedeutet Android One schließlich, dass das Handy drei Jahre regelmäßige Sicherheitsupdates und zwei Android-Versionen-Upgrades erhält. Beim One Zoom greift dieses Versprechen nicht, Motorola spricht lediglich von einem Versions-Upgrade. Die Bedienoberfläche selbst ist aufgeräumt und nahe am Stock-Android.

Anders beim Mi 9T Pro mit der Xiaomi-Oberfläche MIUI 10: Das System bringt zwar einige nützliche Erweiterungen mit, wie eine praktische App-Verwaltung und die Möglichkeit, mehrere Konten in Apps wie WhatsApp oder Facebook zu hinterlegen. Wenig Spaß macht dage-

gen das unübersichtliche Einstellungs-menü.

Beide Geräte punkten mit langer Ausdauer. Das 9T Pro toppt die ohnehin schon ordentlichen Werte des One Zoom – erst nach 20,2 Stunden ging dem Xiaomi beim Abspielen der Videoschleife der Saft aus. Damit gehört es zu den absoluten Langläufern. Wieder aufgeladen ist das Xiaomi in anderthalb, das Motorola in zwei Stunden.

## Fazit

Beide Geräte bieten viel für ihren Preis. Das Motorola One Zoom hätte die perfekte Alternative zu den Google-Pixel-Geräten sein können. Doch leider ist es im Gegensatz zu den Motorola-Schwestermodellen

der One-Serie nicht mit Android One ausgestattet. Mit einer für den Preis außergewöhnlich guten Kamera mit Dreifachtele, langen Laufzeiten und tollem Display bleibt es eine Empfehlung wert. Wer allerdings nicht unbedingt drei Brennweiten benötigt, greift besser zum Google Pixel 3a.

Noch mehr bietet das Xiaomi. Mit längeren Laufzeiten und deutlich schnellerem Chipsatz ist dieses eine empfehlenswerte Alternative zu weit teureren Geräten wie OnePlus 7 Pro, Sony Xperia 1 & Co.; Xiaomi vertreibt die Geräte mittlerweile offiziell über einige Händler und repariert auch in der EU. China-Importe mit fragwürdiger Einfuhrumsatzsteuer und unklarer Händlergewährleistung gehören also der Vergangenheit an. (rbr@ct.de) **ct**

## Android-Smartphones

Modell	Motorola One Zoom	Xiaomi Mi 9T Pro
Betriebssystem / Sicherheitspatch	Android 9 / Juli 2019	Android 9 / August 2019
Prozessor (Kerne) / Grafik	Qualcomm Snapdragon 675 (2 × 2 GHz, 6 × 1,7 GHz) / Qualcomm Adreno 612	Qualcomm Snapdragon 855 (1 × 2,84 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Qualcomm Adreno 640
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher	6 GByte / 128 GByte (115 GByte) / ✓	6 GByte / 128 GByte (116 GByte) / –
WLAN / 5 GHz / Dual-Band / Bluetooth / NFC	WiFi 5 / ✓ / ✓ / 5.0 / ✓	WiFi 5 / ✓ / ✓ / 5.0 / ✓
Standortbestimmung	GPS, Glonass, Galileo	GPS, Glonass, Galileo, Beidou
Fingerabdrucksensor	✓ (im Display)	✓ (im Display)
mobile Datenverbindung / SAR-Wert (Head, EU)	LTE Cat. 12/5 (600 Mbit/s / 75 Mbit/s) / 0,709 W/kg	LTE Cat. 12/13 (600 Mbit/s / 150 Mbit/s) / 1,302 W/kg
Dual-SIM / microSD zusätzlich / eSIM	✓ / – / –	✓ / – / –
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	4000 mAh / – / –	4000 mAh / – / –
USB-Anschluss / OTG / Kopfhörerbuchse	Typ-C (3.1) / ✓ / ✓	Typ-C (2.0) / ✓ / ✓
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	15,8 × 7,5 × 0,9 cm / 190 g / –	15,7 × 7,4 × 0,9 cm / 195 g / –
Farbvarianten	Grau, Bronze, Lila	Blau, Rot, Schwarz
<b>Kamera</b>		
Kameraauflösung / Blende / OIS	12 MP / f/1.7 / ✓	12 MP / f/1.8 / –
Zweitkamera Auflösung / Blende / OIS	12 MP / f/2.4 / ✓ (Dreifachtele)	8 MP / f/2.4 / – (Zweifachtele)
Drittkamera Auflösung / Blende / OIS / Pixel	12 MP / f/2.2 / – (Ultra-Weitwinkel)	13 MP / f/2.4 / – (Ultra-Weitwinkel)
Frontkamera Auflösung / Blende	25 MP / f/2	20 MP / f2.2
<b>Display</b>		
Technik	6,4" OLED	6,4" OLED
Auflösung (Pixeldichte)	2340 × 1080 Pixel (404 dpi)	2340 × 1080 Pixel (404 dpi)
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	4,4 ... 720 cd/m² / 97 %	2,1 ... 663 cd/m² / 93 %
<b>Laufzeiten &amp; Benchmarks</b>		
Laufzeit Stream / 3D-Spiel / WLAN-Surfen / Video <sup>1</sup>	15 / 10 h / 12,1 h / 15,3 h	18,2 h / 11,7 h / 13,6 h / 20,2 h
Ladezeit 50 % / 100 %	41 min / 122 min	32 min / 82 min
Geekbench Single / Multi	1858 / 5575	3417 / 10919
3D Mark Ice Storm / Sling Shot Extreme	23069 / 1054	63186 / 5682
<b>Bewertung</b>		
Software / Performance	⊕ / ○	⊕ / ⊕⊕
Display / Laufzeit	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕
Kamera	⊕	⊕
Preis	430 €	450 €

<sup>1</sup> Abruf einer einfachen Website, Spiel: Asphalt 8, gemessen bei 200 cd/m²

✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht





## WLAN nach draußen

**Das Multi-Mode-Gerät Pearl 7links WLR-1200 bringt schnelles WLAN in den Garten.**

Der WLR-1200 kann nicht nur als Outdoor-Repeater, sondern auch als Router oder Access-Point in beiden WLAN-Bändern 2,4 und 5 GHz gleichzeitig arbeiten. Der AP-Modus verspricht beste Performance, wenn man das Internet nach draußen bringen will. Beim Setup fragt der Browser-Assistent die wichtigsten Parameter ab, vergisst aber die Sommerzeitschaltung.

Mit einer Fritzbox 7580 baute der WLR-1200 im AP-Modus erst dann eine Gigabit-Verbindung auf, als wir einen GE-Switch dazwischenschalteten. Danach war der WLAN-Durchsatz gegen ein Intel-WLAN-Modul AX200 je nach Band sehr gut bis gerade zufriedenstellend. Für „Internet im Garten“ genügt es allemal. Als AP reicht der WLR-1200 IPv6 weiter, setzt aber Multicast-Live-IPTV wie bei MagentaTV nicht passend um, es ruckelt arg. Pearl will mit einem Firmware-Update nachbessern. Auch ohne bekommt man schon einen angemessenen Gegenwert fürs Geld. (ea@ct.de)



## Billige Kraftprotze

**Die WLAN-Basen Mikrotik hAP ac² und cAP ac haben flotte Prozessorkerne, funken flink und kosten wenig.**

Seinen Access-Points hAP ac² und cAP ac hat Mikrotik den WLAN-Systemchip Qualcomm IPQ4018 spendiert, dessen nahezu identischer Bruder IPQ4019 beispielsweise Googles Wifi-Nodes antreibt. Die Mikrotik-APs sind zwar nicht so hübsch, kosten mit 65 beziehungsweise 58 Euro aber auch nicht mal die Hälfte.

Das hAP-ac²-Modell (links) ist mit seinen fünf Ethernet-Ports für den Einsatz als WLAN-Router prädestiniert, was auch die Werkseinstellung ist. Die vier ARM-Kerne des IPQ4018 haben genug Dampf, um auch die WLAN-Controller-Software CAPsMAN auszuführen: Die NAT-Performance bei IP-zu-IP-Umsetzung lag beim Gigabit-Ethernet-Maximum. Im PPPoE-Betrieb begrenzte unser Testrechner den NAT-Durchsatz; er reichte aber für die meisten heute üblichen Internetangebote immer noch aus.

Am USB-Port akzeptiert der Router USB-Sticks für HSPA oder LTE, falls man die Internetverbindung per Mobilfunk (3G/4G) herstellen muss. (ea@ct.de)



Der cAP ac ist als reiner Access-Point konzipiert. Außer einem Injektor für proprietäres PoE liegt ihm ein zweiter, eckiger Gehäusedeckel bei. Den kann man aufsetzen, wenn das runde Gehäuse nicht ins Gebäudedesign passt. Einen Teil der am ersten Ethernet-Port per PoE hereinkommenden Leistung (proprietär oder standardisiert, IEEE 802.3af/at) kann der AP über den zweiten Port weitergeben (nur proprietär), beispielsweise an eine LAN-Kamera oder einen cAP-Lite-AP.

In beiden Geräten läuft Mikrotiks RouterOS (im Test Version 6.45.6), das dem Admin große Freiheit bei der Konfiguration und Zugriff noch aufs kleinste Schraubchen gewährt. Im Firmenumfeld gefragte Funktionen wie WPA2-EAP (individuelle Authentifizierung per IEEE 802.1x/Radius), Multi-SSID-Betrieb mit VLANs und Protected Management Frames (PMF) im WLAN wenn möglich sind selbstverständlich.

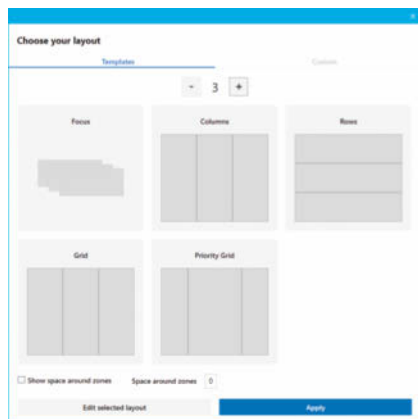
Bei der die Stromkosten bestimmen den Leistungsaufnahme gaben sich die APs angenehm bescheiden. Die WLAN-Leistung gegen ein Intel-Modul AX200 war im 2,4-GHz-Band bei beiden Modellen sehr gut, auf 5 GHz zufriedenstellend. Angesichts des niedrigen Preises und der hohen Flexibilität von Mikrotiks RouterOS können die Geräte als Schnäppchen gelten. (ea@ct.de)

### Pearl 7links WLR-1200

WLAN-Basis für Außeneinsatz	
Anbieter	Pearl, www.pearl.de
WLAN (MIMO-Streams)	Wi-Fi 4 (2) + Wi-Fi 5 (2), simultan dualband
Bedienelemente	Reset, 4+3 Statusleuchten
Anschlüsse / Schutzklasse	2 × RJ45 / IP65
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m (AX200)	170 / 90–121 MBit/s
5 GHz nah / 20 m	320 / 5–78 MBit/s
Leistungsaufnahme	5,1 Watt / 10,0 VA (idle, ca. 13 € jährlich bei Dauerbetrieb und 30 ct/kWh)
Preis	90 €

### Mikrotik hAP ac² / cAP ac

Dualband-WLAN-Basen	
Hersteller	Mikrotik, www.mikrotik.com
WLAN (MIMO-Streams)	Wi-Fi 4 (2) + Wi-Fi 5 (2), simultan dualband, DFS, WPS
Bedienelemente	Reset/WPS, Mode, 7 Leuchten / Reset, Mode, 7 Leuchten
Anschlüsse	5 × RJ45, 1 × USB 2.0 / 2 × RJ45
NAT-Performance PPPoE (DS / US)	949 / 949 MBit/s (hAP ac²)
NAT IP-zu-IP (DS / US)	864 / 884 MBit/s (hAP ac²)
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m (AX200)	191 / 70–114 MBit/s / 189 / 66–103 MBit/s
5 GHz nah / 20 m	340 / 41–105 MBit/s / 304 / 62–109 MBit/s
Leistungsaufnahme	4,6 / 4,1 Watt (am Stromnetz, idle, ca. 12 / 11 € jährlich bei Dauerbetrieb und 30 ct/kWh)
Preis	65 / 58 €



## Fensterverteiler

**Auf großen Monitoren lässt sich besser arbeiten, wenn man sie in virtuelle kleinere Flächen unterteilt. Windows selbst bietet dazu nur eine Viertelung an, doch nun bringt Microsoft das flexiblere Tool FancyZones.**

Als hätte Microsoft die c't gelesen: Im Test der Fenstermanager (c't 19/2019, S. 26) wünschten wir uns eine bessere Lösung von Microsoft als das eingebaute Andocken, wenige Tage später erschien die Betaversion von FancyZones der neu aufgelegten PowerToys.

FancyZones unterteilt den Desktop in beliebig konfigurierbare Slots; für unterschiedliche Monitore merkt es sich individuelle Layouts. Anwendungen passt man per Maus und gedrückter Umschalt-Taste in diese Slots ein, alternativ tippt man Windows+Links/+Rechts. Ändert sich die Display-Konfiguration – etwa weil man einen Monitor an ein Notebook anschließt –, versucht FancyZones recht erfolgreich die Einpassungen zu erhalten. Es ist nicht möglich, Fenster per Hotkey in einen Slot zu schieben. Auch kann man Fenster nicht automatisch über mehrere Slots aufziehen.

Den Betastatus merkt man an Kleinigkeiten. Manchmal beispielsweise misslingt das Verschieben per Tastatur oder das Definieren eigener Layouts. Um einige eingepasste Fenster bleibt ein kleiner Rand. Insgesamt lohnt es sich, die weitere Entwicklung zu beobachten. (jow@ct.de)

## Microsoft FancyZones

Fenstermanager für Windows	
Hersteller	Microsoft, <a href="https://github.com/microsoft/PowerToys">https://github.com/microsoft/PowerToys</a>
Systemanforderungen	Windows 10
Preis	kostenlos



## Robuste Mobilplatte

**Externe Festplatten eignen sich gut, um große Datenmengen von einem Ort zum anderen zu transportieren. Gut, wenn sie wie die G-Technology ArmorATD auch einen kleinen Sturz verkraften.**

2,5-Zoll-Festplatten sind anders als ihre größeren Verwandten mit 3,5 Zoll von Haus aus besser gegen einen Sturz geschützt: Die Schockfestigkeit im ausgeschalteten Zustand ist drei- bis fünfmal so hoch. Ein Gummiüberzug erhöht den Schutz noch einmal. Beides hat Western Digital in der ArmorATD vereint, die unter dem Markennamen G-Technology erhältlich ist.

Anschluss findet die ArmorATD – das ATD steht für All Terrain Drive – über eine USB-C-Buchs. Das Gehäuse ist nach Unternehmensangaben regenwasser- und staubdicht nach IP54 und hält einen Druck von 450 Kilogramm sowie einen Fall aus 1,2 Metern aus. Im Test überstand die Festplatte mehrere Stürze vom Schreibtisch auf den Teppichboden.

Bei den Geschwindigkeitstests schnitt die ArmorATD mit rund 130 MByte/s beim Lesen und Schreiben für eine 2,5-Zoll-Festplatte gut ab. Die Leistungsaufnahme liegt dabei knapp über 3 Watt, ein durchaus üblicher Wert. Im Leerlauf aber nimmt die ArmorATD rund 2,5 Watt auf, das ist zu viel. Die ArmorATD eignet sich für den Einsatz im Freien, ähnlich robuste Modelle von anderen Herstellern sind jedoch günstiger. (ll@ct.de)

## G-Technology ArmorATD

Mobilfestplatte für den Outdoor-Einsatz	
Hersteller	G-Technology, <a href="http://www.g-technology.com">www.g-technology.com</a>
Modellbezeichnung	OG10434-1 / GARCWWA20001AAB
Straßenpreis	1 TByte: 80 €, 2 TByte: 115 € (getestet), 4 TByte: 162 €

Deutschlands größter  
Kongress für Embedded  
Software Professionals

Rund 100 Expertenvorträge –  
17 Kompaktseminare –  
große Fachausstellung



KEYNOTE:

Sense-Think-Connect-Act!  
Wie ein neues Paradigma die  
Zukunft des IoT bestimmt

Lars Reger,  
NXP Semiconductors

WEITERE VORTRÄGE ZU:

- Architektur & Design
- C/C++ für Embedded
- Open Source & Linux
- Safety & Security
- KI & Machine Learning
- Software-Test & Qualität
- uvm.

Jetzt buchen  
und sparen!  
Frühbucher bis  
31. Oktober

PROGRAMM UND ANMELDUNG UNTER:  
[www.esk-kongress.de](http://www.esk-kongress.de)



Embedded Software Engineering Kongress

# 2019

2. – 6. Dezember 2019, Sindelfingen

VERANSTALTER

ELEKTRONIK  
PRAXIS

MICRO CONSULT

GOLDSPONSOREN

axivion  
stopping software erosion

Green Hills  
SOFTWARE

# Schlauer putzen

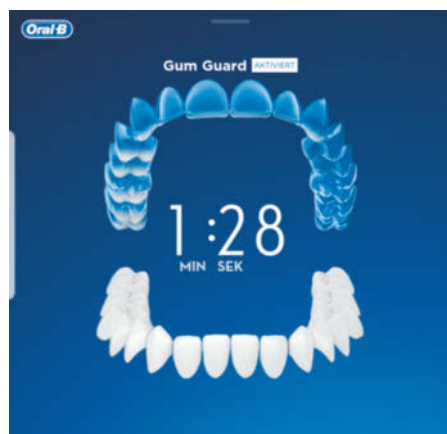
## Zahnbürste mit KI: Oral-B Genius X 20000N

**Künstliche Intelligenz soll nun auch die Zahnhigiene revolutionieren. Die Oral-B Genius X 20000N weiß um tausende Putzroutinen und ist damit Zahnbürste gewordene Expertin für das menschliche Putzverhalten.**

Von André Kramer

Nutzer aus Asien, Europa und den USA haben im Rahmen einer Forschungsstudie von Oral-B mit neuer Bürstentechnik geputzt. Procter & Gamble hat Videomaterial der Putzvorgänge und Daten der Putzsensoren der Bürste ausgewertet, um einen neuen Algorithmus zu entwickeln, der das Putzverhalten mithilfe künstlicher Intelligenz überwacht. Alle Teilnehmer haben wissentlich und freiwillig an der Studie partizipiert. Der Algorithmus entstand, betont der Hersteller, nicht auf Basis der App-Statistiken beliebiger Oral-B-Nutzer.

Das Ergebnis steht nun in Form der Oral-B Genius X 20000N in den Läden. Das Zahnbürstenset besteht wie gehabt aus Handstück, Ladegerät, Bürstenfach und einem Reiseetui mit USB-Ladefunktion. Gegenüber dem Vorgängermodell sieht die Hardware völlig identisch aus.



Die freundliche Oral-B-App färbt ausreichend geputzte Sektoren weiß ein.

Der Li-ion-Akku soll zwei Wochen halten, ohne dass die Umdrehungsgeschwindigkeit nachlässt. Die Bürste warnt mit dreifacher Andruckkontrolle vor zu viel Kraftaufwand beim Putzen. Nach zwei Minuten gibt sie ein Signal, so dass man auch ohne App kontrollieren kann, ob man lange genug geputzt hat. All das konnte schon die Oral-B Genius 9000.

### Die Oral-B-App

Die elektrische Zahnbürste verbindet sich über Bluetooth mit der Oral-B-App, die kostenlos für Android und iOS zur Verfügung steht. Die App verlangt bei der Einrichtung Standortdaten; das persönliche „Oral-B Me Konto“ die Postleitzahl. Das hat mehr mit Marketing als mit Zähneputzen zu tun, aber sei es drum. Anmeldung und Seitenaufruf funktionierten im Test nicht zuverlässig: Mal ist das Kennwort angeblich ungültig, mal die Seite nicht erreichbar.

Nach erfolgreicher Anmeldung geht es los mit dem Coaching: Was ist dein Ziel? Mundgeruch bekämpfen? Weißere Zähne? Die Verbesserung der Zahnpflege? Die App erinnert morgens und abends ans Putzen und alle drei Monate an den Austausch des Bürstenkopfs. Als Putzzeit gibt sie zwei Minuten an. Dabei soll man weder zu hart aufdrücken, noch Bereiche im Mund vernachlässigen.

Zusätzlich wacht sie über den Einsatz von Zahnseide, über Zungenreinigung und über Spülung mit antibakterieller Lösung, was man allerdings manuell erfassen soll. Man muss schon großer Fan persönlicher Statistiken sein, um das durchzuziehen. Im Alltag führt das zu einem lästigen „Ja, weiter“-Spielchen nach dem Zähneputzen und schreckt letztlich eher vom Einsatz der App ab.

### Besser putzen?

Sobald man die Zahnbürste einschaltet, startet der Timer in der App. Die Ansicht wechselt zu einem gläsernen, in sechs Sektoren eingeteilten Gebiss: Schneidezähne sowie linke und rechte Backenzäh-



ne jeweils oben und unten. Die App erkennt, wohin sich die Bürste bewegt. Der aktuell geputzte Sektor blinkt und färbt sich nach und nach weiß. Bei zu starkem Druck warnt die App. Außerdem leuchtet die Bürste dabei rot.

Die Positionserkennung funktioniert durchaus zuverlässig. Manchmal springt die App zwischen den Sektoren hin und her. Im Endeffekt dauert es dadurch etwas länger als zwei Minuten, um ein Ergebnis zu erzielen, das die Software zufriedenstellt. Aber erstmals braucht die App außer den Sensoren des Handstücks keine weiteren Hilfsmittel, um die Lage der Bürste im Mund zu erkennen. Die Oral-B Genius 9000N war ein Usability-Desaster, bei dem man während des Putzens exakt in die Smartphone-Kamera schauen sollte. Sonst erfasste die App nichts. Eine Smartphone-Halterung lag bei – und vermutlich bei den meisten Nutzern bis zum Schluss in der Schachtel.

### Fazit

Jedes Mal mit Smartphone zu putzen kostet Überwindung. Schließlich funktioniert die Bürste auch ohne. Dafür wacht die App effektiv darüber, alle Zähne gleichmäßig zu reinigen, ohne dem Nutzer dabei unangenehme Verrenkungen abzuverlangen wie der Vorgänger.

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

## Oral-B Genius X 20000N

Elektrische Zahnbürste	
Hersteller	Procter & Gamble, www.oralb.de
Systemanf.	Android ab 6.0, iOS ab 11.0
Preis (Liste / Straße)	369,99 € / ca. 200 €



### Workshops:

- Testgetriebene Entwicklung mit Swift
- Machine Learning und iOS
- Einführung in die Performance-Optimierung
- Cross-Plattform-Entwicklung

### Vorträge u. a.:

- CryptoKit in der Praxis
- Sign In With Apple
- Plattformübergreifende UIs
- iPad-Apps auf den Mac portieren mit Catalyst
- Asynchron programmieren mit RxSwift
- Concurrency in iOS
- Zum Stand von Server-Side Swift

### Referenten u. a.:

- Phillip Shoemaker, ehemals Apple
- Max Seelemann, Ulysses
- Frank Illenberger, ProjectWizards
- Nelli Hergenröther, Evenly
- Peter Steinberger, PSPDFKit
- Gabriel Jourdan, goodnotes

**Frühbucherrabatt  
bis 10. Oktober 2019 sichern!**

- Sicherheitsanalyse von iOS-Apps
- Willkommen NFC!
- Progressive Web Apps
- Innovative Design-Konzepte und Accessibility
- Was Vorstände als App haben wollen
- Augmented Reality Next Level: RealityKit
- Rezepte für erfolgreiches Augmented Reality

- Andy Abgottspon, Hazu
- Sabine Geithner, Mercedes-Benz.io
- Kai Brüning, ProjectWizards
- Peter Kolski, MauAR-App
- Marco Feltmann, Star Finanz
- Björn Lindner, EnBW

Vollständiges Programm und Tickets unter:  
**[www.heise-macdev.de](http://www.heise-macdev.de)**

Goldsponsor



Veranstalter

**Mac&i**



heise **Developer**



dpunkt.verlag

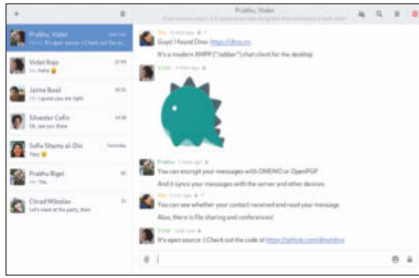


Bild: Dino Team

## Dino-Chat

**Der Instant-Messenger Dino tritt an als moderner Jabber-Client für den Linux-Desktop, der Nachrichten einfach, aber sicher verschlüsselt.**

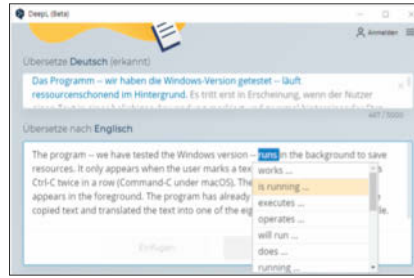
Eigentlich gibt es genügend Clients für das Chat-Protokoll XMPP, auch bekannt als Jabber. Doch viele dieser Desktop-Clients sind etwas angestaubt oder durch zahlreiche Funktionen überfrachtet. Dino orientiert sich hingegen an modernen Apps wie Signal oder Telegram.

Einfachheit steht im Vordergrund. Auf der linken Seite sind die letzten Chats aufgelistet und im rechten Hauptfenster befindet sich der Gesprächsverlauf mit dem aktuellen Chat-Partner. Die klassische Liste der Online-Kontakte fehlt. Um Nachrichten verschlüsselt zu schicken, klickt man auf das Schloss-Symbol und wählt OMEMO. Wenn der Client des Gegenübers auch OMEMO unterstützt, dann richtet Dino die Verschlüsselung automatisch passend ein. Ansonsten zeigt Dino eine Warnung an und man kann die Nachrichten nicht abschicken.

Die Schlüssel werden standardmäßig ohne Nachfrage akzeptiert, aber man kann diese auf Wunsch manuell verifizieren. Verschlüsselte Chats sind zwar auch per OpenPGP möglich, aber dies ist prinzipbedingt komplizierter. Im Unterschied zu Signal unterstützt Dino dank XMPP auch mehrere Konten, aber keine Sprachnachrichten. Dateitransfer oder Emojis sind aber integriert. Insgesamt überzeugt Dino als einfacher, sicherer Client für XMPP. (ktn@ct.de)

### Dino

Instant Messenger	
Hersteller	Dino Team, <a href="https://dino.im">https://dino.im</a>
Systemanf.	Linux
Preis	kostenlos, Open Source (GPLv3)



## Desktop-Übersetzer

**Der Online-Übersetzungsdienst DeepL hat praktische Desktop-Apps herausgebracht.**

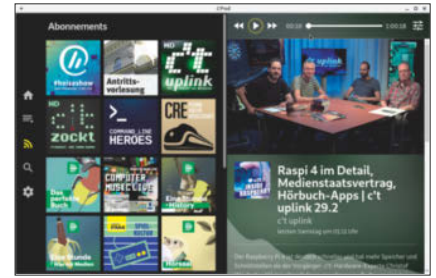
Im Vergleich mit anderen Online-Übersetzern liefert DeepL des gleichnamigen Kölner Unternehmens oft die akkuratesten Ergebnisse. Jetzt hat DeepL Anwendungen für Windows und macOS herausgebracht, die sich transparent ins Gastsystem integrieren und Ad-hoc-Übersetzungen noch einfacher machen.

Das Programm – wir haben die Windows-Version getestet – läuft ressourcenschonend im Hintergrund. Es tritt erst in Erscheinung, wenn der Nutzer einen Text in einer beliebigen Anwendung markiert und zweimal hintereinander Strg+C drückt (Cmd+C unter macOS). Dann zeigt sich das DeepL-Programmfenster im Vordergrund. Die Sprache des kopierten Texts hat das Programm dabei bereits erkannt und den Text in eine der acht anderen Sprachen übersetzt, die es beherrscht.

DeepL kann zwischen den Sprachen Deutsch, Englisch, Französisch, Spanisch, Portugiesisch, Italienisch, Niederländisch, Polnisch und Russisch übersetzen. Klickt der Anwender im Programmfenster auf ein Wort der Übersetzung, zeigt DeepL ihm Alternativen an. Ist er mit der Übersetzung zufrieden, landet die Übersetzung mit einem Klick in der Zwischenablage. Texte von bis zu 5000 Zeichen Länge übersetzt DeepL gratis. Um längere Texte bearbeiten zu lassen, muss der Kunde ein kostenpflichtiges Abo abschließen. (jo@ct.de)

### DeepL

Desktop-Übersetzer	
Hersteller	DeepL, <a href="https://www.deepl.com/de/app">www.deepl.com/de/app</a>
Systemanf.	Windows, macOS
Preis	kostenlos, Abonnement ab 5,99 €/Monat



## Podcasts

**Die Linux-Software CPod lädt Podcasts aus dem Netz. Podcast-Abos von anderen Geräten übernimmt das Tool via Synchronisation mit dem Online-Dienst gpodder.net.**

Audio- und Videopodcasts findet man in CPod über die Suchfunktion, wo man die Podcasts auch gleich abonnieren kann. Welche Angebote man bereits abonniert hat, zeigt die Übersicht „Abonnements“. Ein Klick auf die Schaltfläche „Details“ liefert dabei Infos über eine Sendung und listet die verfügbaren Folgen auf, die über ein Suchfeld durchsuchbar sind. Eine einzelne Folge spielt CPod auf Wunsch direkt ab oder lädt sie für unterwegs herunter. Für eine längere Playlist legt man Sendungen in einer Warteschlange ab, die CPod dann abspielt.

Wer Podcasts auf verschiedenen Plattformen oder Rechnern hört, kann mit dem Online-Dienst gpodder.net die Feeds synchronisieren. Allerdings unterstützen nur wenig Mobil-Clients den Dienst. Alternativ ex- und importiert CPod Podcasts auch als OPML-Datei.

Die Software lässt sich gut mit der Tastatur bedienen: Schnell springt man so in einem Podcast ein Stück vor oder zurück. Welche Tasten zum Einsatz kommen und wie viel man vor- oder zurückspult, lässt sich konfigurieren. Eilige können Podcasts schneller ablaufen lassen, bei Bedarf bremst CPod aber auch Schnellsprecher mit reduzierter Wiedergabegeschwindigkeit ein. (lmd@ct.de)

### CPod 1.27.1

Podcatcher	
Hersteller	Zachary James Guard, <a href="https://github.com/z-----/CPod">https://github.com/z-----/CPod</a>
Systemanf.	Linux
Preis	kostenlos (Apache License 2.0)



## Die Konferenz für Frontend-Entwicklung | Komed, Köln | 5. – 6. Februar 2020 Tages-Workshops am 4. Februar 2020

Nach der erfolgreichen Premiere mit 260 Teilnehmern laden wir zur **c't <webdev> 2020** ein. Die Konferenz bringt professionelle Web-Entwickler über die Grenzen einzelner Programmiersprachen und Frameworks hinaus zusammen und gibt ihnen die Möglichkeit, sich über alltägliche Probleme auszutauschen, sowie über neue Ansätze und Tools zu informieren

### Aktuelle Themen rund um die Frameworks

- > Vue.js
- > React
- > Angular

### Weitere Auswahl der Themen

- > Performance und Testing
- > Entwicklung von robustem, gut wartbarem Code
- > Praxisberichte aus Unternehmen
- > Website Security
- > alternative Frontends, etwa WebXR
- > Web, Design und Grafik
- > Accessibili-
- > u.v.m.

Jetzt mit  
der Wildcard  
200 Euro  
sparen!

```
15 $( '.input
16 $(@).p
17 .focus
18 if $(@
19 $(@)
20
21 $( '.input
22 $(@)
23 $(@)
24 return
25
26 $.fn.nmd
27 placem
28 onShow
29 plac
30
31 #default m
32 window.def
33 $modal =
34 $modal.f
35 $modal.f
36 $modal.a
37 closeO
38 if redir
39 $( '.de
40 loca
41
```

Line 37, Column

Weitere Informationen und Tickets unter: [www.ctwebdev.de](http://www.ctwebdev.de)





# Schreibtisch-Diener

## Kompakte Multifunktionsgeräte mit Fax

**Suchen Sie einen Multifunktionsdrucker, der möglichst viel kann, nicht zu viel kostet und wenig Platz braucht? Schon für hundert Euro bekommt man schnuckelige Geräte mit WLAN, Fax und Cloud-Anbindung. Sparen beim Gerätepreis bezahlt man meist mit hohen Tintenkosten – aber nicht immer.**

**Von Rudolf Opitz**

**W**enn die Kinder aus dem Haus sind, sinkt das Druckaufkommen in der Familie rapide. Dann reicht ein kleiner Drucker, der nicht zu viel Schreibtischplatz belegt. Scannen, kopieren und faxen sollte man damit aber schon können. Auf Komfortfunktionen wie WLAN, Drucken vom Smartphone und Scannen in die

Cloud möchte man ebenfalls nicht verzichten.

Wir haben vier aktuelle Tinten-Multifunktionsgeräte für Haushalte und kleine Büros im c't-Labor unserem Testparcours unterzogen: Brother MFC-J895DW, Canon Maxify MB2150, Epson WorkForce WF-2850DWF und HP OfficeJet Pro 8022 AiO. Der kleinste, der WorkForce WF-2850, ist so neu, dass ihn viele Webshops zum Redaktionsschluss noch nicht gelistet hatten. Bei einem Herstellerpreis von 120 Euro dürfte man ihn aber bald für einen zweistelligen Betrag bekommen.

Alle Multifunktionsdrucker im Test drucken automatisch beidseitig, was Papier spart, den Druck aber verlangsamt. Außerdem haben alle einen Leisedruckmodus, der ebenfalls die Druckgeschwindigkeit verringert, aber auch besonders beim Papiereinzug die Geräusche der Mechanik dämpft. Für den Faxversand und

zum Scannen mehrerer Einzelblätter sind die Geräte mit einem Vorlageneinzug (Automatic Document Feeder, ADF) auf der Scannerklappe ausgestattet, die allerdings nur die Vorderseite scannen.

### Stabile Tinte

In Tintendruckern für Büroaufgaben kommen üblicherweise Tinten mit festen Farbpartikeln (pigmentierte Tinten) zum Einsatz. Die sorgen für eine gute Deckung, wie man sie von Laserdruckern her kennt. Außerdem sind feste Pigmente sehr lichtbeständig – ein Kriterium für Dokumentenechtheit. Die Testmodelle von Brother, Canon und HP verwenden durchweg pigmentierte Tinten, was unser Belichtungstest [1] auch bestätigte.

Die farbigen Tinten von Epson blieben dagegen überraschend stark aus, nur Schwarz blieb recht stabil. Normalerweise setzt Epson in den WorkForce-Modellen seine exzellente DuraBrite-Pigmenttinte

ein, nicht jedoch im WF-2850DWF: Bei seinen 603-Tinten bestehen die Grundfarben Cyan, Magenta und Gelb aus Flüssigfarbstofftinten (Dye-Tinten). Die lassen sich für feine Farbabstufungen beim Fotodruck zwar besser mischen, sind aber sehr lichtempfindlich. Lediglich die Schwarztinte enthält feste Pigmente.

Im Wischtest, in dem wir Texte 30 Sekunden nach dem Druck mit einem Textmarker bearbeiteten, verwischte die Epson-Tinte selbst beim erneuten Überstreichen nicht. Auch den Tinten von Brother, Canon und HP machte einfaches Markieren nichts aus, erst bei mehrfachem Überstreichen blieben einige Pigmente an der Markerspitze hängen. Lesbar blieben die Texte in jedem Fall.

## Besser XL-Patronen

Für den Test brauchte der Epson WorkForce zwei komplette Sätze Normalpatronen: Die 603-Farbseiten reichen nur für 130 ISO-Farbseiten (nach der Norm ISO/IEC 24711/12). Als Ersatzpatrone sollte man daher stets zur XL-Variante greifen, die mehr als doppelt so viele Seiten schafft und mit der man unterm Strich günstiger druckt. XL-Patronen gibt es auch für die anderen Drucker im Test; Canon bietet die mitgelieferten „Normal“-Patronen als Ersatz gar nicht erst an.

Selbst mit XL-Patronen druckt der WorkForce mit 16,45 Cent pro ISO-Farbseite am teuersten. Bei den Tintenkosten am günstigsten ist der HP OfficeJet Pro mit 10,3 Cent pro ISO-Seite. Sparsam ist besonders die XXL-Patrone HP917 für die Schwarztinte – bei Büroaufgaben immer noch die wichtigste Farbe. Der Schwarzanteil liegt beim OfficeJet damit bei 3,4 Cent, dicht gefolgt vom Canon Maxify (3,6 Cent). Der Schwarzanteil pro ISO-Seite der Mitbewerber kostet zwischen 4,8 und 5 Cent.

HP bietet für seine Drucker mit Instant Ink allerdings eine Alternative an, mit der man die Tintenkosten pro Seite in den einstelligen Cent-Bereich drücken kann: das Instant-Ink-Abo. Damit bezahlt man nicht mehr die Tinte, sondern die Druckseite – egal, wie viel Tinte zum Bedrucken verwendet wurde. Es gibt verschiedene Abos von 15 Seiten (gratis!) bis 700 Seiten pro Monat (20 Euro). Die Anzahl der Druckseiten meldet der Drucker an den HP-Server, der auch rechtzeitig den Versand frischer Patronen in die Wege leitet, wenn der Tintenvorrat zur

Neige geht. Pro Seite (nicht nur ISO-Seite) zahlt man dann zwischen 2,9 und 6 Cent – bei 15 Seiten pro Monat nichts. Druckt man mehr, kosten 10 Seiten einen Euro (also 10 Cent pro Seite). Dazu muss man allerdings gestatten, dass der Drucker im Betrieb mit dem Internet verbunden ist und Daten an HP übermittelt.

## Grundausstattung

Die kleinen Bürodruker in unserem Test bieten bezogen auf den Preis eine ordentliche Ausstattung, können mit Business-Geräten aber nicht mithalten: 20 Seiten pro Minute schafft keiner, ebenso wenig wie automatische Duplexkopien. Ein Papierfach für mindestens 250 Blatt Normalpapier hat nur der Canon Maxify.

Einen USB-Host-Anschluss zum Anstecken eines USB-Sticks haben lediglich die Testgeräte von Brother und Canon, beim Brother-Modell kann man auch eine SD-Karte einstecken. Die Speicher dienen dann als Scanziel; außerdem lassen sich auf ihnen gespeicherte JPEG-Fotos direkt ausdrucken, ohne den PC anschalten zu müssen. Der Canon Maxify bietet auch den Druck von PDFs an, erkennt aber nur selbst gescannte Dateien – bei allen anderen PDFs gibt es lediglich eine Fehlermeldung.

Via WLAN verbinden sich alle Testdrucker mit dem lokalen Netzwerk und kommunizieren so mit allen PCs, Smartphones und Tablets. Wer eine Kabelverbindung zum Router bevorzugt, sollte zum Brother-Gerät oder zum HP OfficeJet greifen, denn die beiden haben einen Ethernet-Anschluss. Der Brother MFC-J895DW hat auf dem Bedienpanel ein NFC-Tag (Near Field Communication) zum schnellen Koppeln mit dem Smartphone und der App „Brother iPrint&Scan“. Über WiFi Direct baut der Drucker dann ein eigenes WLAN auf, mit dem sich das Mobilgerät automatisch verbindet. Ein Zugang zum heimischen WLAN ist nicht nötig. Auch die anderen Testgeräte bieten eine WiFi-Direct-Verbindung an. Die Drucker-SSID und das Passwort muss man bei ihnen allerdings selbst eingeben.

## Vernetzt

Viele Netzwerkfunktionen lagern die Hersteller in die Cloud aus – besonders bei der unteren Preisklasse. Möchte man einen Scan per E-Mail verschicken, übernimmt dies der jeweilige Cloud-Dienst des Herstellers. Die Dienste von Brother, Canon und Epson verbinden die Drucker auch mit Cloud-Speichern wie Dropbox und

## Verbrauchskosten Tinte

[Cent / ISO-Seite (A4)]	Normalpatrone		X(X)L-Patrone	
	Farbe	Schwarzanteil	Farbe	Schwarzanteil
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-J895DW	20,98	7,5	16,24	5
Canon Maxify MB2150	–	–	13,24	3,58
Epson WorkForce WF-2850DWF	22,21	7,46	16,45	4,8
HP OfficeJet Pro 8022	16,14	5,66	10,3	3,4

## Leistungsaufnahme

	Aus [Watt]	Sleep [Watt]	Bereitschaft [Watt]	Kopieren [Watt]
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-J895DW	0,2	1	3	15
Canon Maxify MB2150	0,25	1,44	5,6	27
Epson WorkForce WF-2850DWF	0,2	0,9	4,4	15,1
HP OfficeJet Pro 8022	0,12	1,4	5,2	20,3

## Geräuschentwicklung

Kopie	ADF-Scannen [sone]	Drucken [sone]	Drucken Leise-Modus [sone]
	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-J895DW	5,8	6,3	3,9
Canon Maxify MB2150	5,9	3,6	2,6
Epson WorkForce WF-2850DWF	5	8,9	5,8
HP OfficeJet Pro 8022	3,5	6	5



## Brother MFC-J895DW

Der kompakte MFC-J895DW bietet die beste Ausstattung im Testfeld: eine staubgeschützte 150-Blatt-Kassette, einen praktischen Einzelblatteinzug für Fotopapier oder Umschläge, Ethernet sowie einen USB-Host-Port und einen SD-Karten-Slot. Das Bedienpanel mit dem Touchscreen und dem NFC-Tag lässt sich ankippen. Für Buchscans kann man die Scannerklappe mit dem Vorlageneinzug um 2,3 Zentimeter anheben.

Die Menüs bieten eine gute Übersicht, zwölf Favoritenfelder lassen sich frei belegen. Die Kopierfunktion zählt die ausgegebenen Kopien allerdings nicht mit. Das Web-Frontend ist ab Werk mit dem Passwort „initpass“ geschützt, stellt aber nur wenige Optionen bereit. Den Registriervorgang bei Google Cloud Print muss man zur Sicherheit am Drucker bestätigen – clever.

Flott druckt das Brother-Gerät nur in der Einstellung „Schnell“, Text ist gut lesbar. Der für alle Qualitätsstufen zuschaltbare Tintensparmodus umrandet Farbflächen, nur Normaltext bleibt unangetastet. Sehr langsam arbeitet der Drucker in der Qualität „Beste“ und beim Duplexdruck. Beim Bedrucken der Rückseiten schaltet er offenbar in den langsamen Leise-Modus.

Unsere Grafikseite gelang dem MFC-J895DW sauber, nur geriet das c't-Blau etwas zu hell. Fotos druckt er auch auf Normalpapier randlos, auf Fotopapier gefiel die für ein Bürogerät überraschend gute Qualität. Die zeigte sich auch beim Direktdruck von JPEGs vom USB-Stick.

Für Kopien braucht der Drucker Zeit; den Tintensparmodus findet man auch in den Kopieroptionen. Für Schwarz-Weiß-Kopien von Text auf Farbseiten kann man die Hintergrundfarbe entfernen, was im Test sehr gut funktionierte. Fotos kopierte das Brother-Mufu nur mit Rand, zu dunkel und detailarm.

Auch Fotoscans waren zu dunkel mit hässlichem Grünstich und einem Raster. Letzteres verringerte „Rauschen entfernen“ immerhin deutlich. Grafikscans zeigten statt Blau ein Türkis, statt dunklem Rot Schwarz. Graufächen und feine Schriften sahen aber gut aus. Die in der Scansoftware integrierte OCR übersetzte Standardtext fehlerfrei und ist auch für Tabellen und kleine Schriften brauchbar. Der Cloud-Dienst „Brother Web Connect“ erstellt ebenfalls durchsuchbare PDFs.

- ↑ Einzelblatteinzug
- ↑ gute OCR
- ↑ USB-Host und SD-Slot
- ↓ schlechte Fotoscans



## Canon Maxify MB2150

Die große Papierkassette des bulligen Canon Maxify fasst 250 Blatt, ragt vorne aber rund 7 Zentimeter aus dem Gehäuse heraus. Ein Einzelblatteinzug fehlt. Die Scannerklappe hat für Bücher 2,4 Zentimeter Spiel in den Scharnieren. Für USB-Sticks gibt es einen Port an der Front.

Ein kleines Farbdisplay zeigt die weitgehend übersichtlichen Menüs, die über Funktionstasten bedient werden. Das magere Web-Frontend hat ab Werk einen Passwortschutz (Seriennummer), zeigt den Status und enthält Netzwerk- und Cloud-Einstellungen.

Außer Google Cloud Print stellt Canon das „IJ Cloud Printing Center“ bereit, das wie Brother Web Connect den Zugriff auf Cloud-Dienste vom Gerät aus vermittelt. Allerdings sind die Einrichtung und die Bedienung so umständlich, dass man den Dienst kaum nutzen möchte: So muss man Anmelde-daten über die Zifferntastatur eingeben, dazu kommt die unübersichtliche Darstellung auf dem Mini-Display.

Drucken von Mobilgeräten klappte via App, AirPrint und den Android-Plug-ins, nur zeigte der Canon Print Service eine falsche Papiereinstellung (4 × 6 Index-Card statt A4).

Der Drucker bietet die zwei Qualitätsstufen Standard und Hoch, aber keine Tintensparfunktion. Texte druckte er in der Standardstufe ansehnlich und flott, bei „Hoch“ wird er langsam. Als einziges Testgerät druckt und kopiert der Maxify im Duplexbetrieb zügig. Das Canon-Modell druckt grundsätzlich nur mit Rand, Fotos brachte er aber ansehnlich zu Normal- und Fotopapier. Graufächen unserer Testgrafik zeigten einen Braunstich.

Auf Kopien brauchten wir nicht lange zu warten. Auf Textkopien fielen zahlreiche Satellitentropfchen um die Buchstaben auf. Schwarz-Weiß-Kopien von Text auf Farbseiten blieben bei minimierter Druckintensität lesbar, allerdings mit unterschiedlich dunklem Grauhintergrund. Auf Kopien von Fotos störte ein Grünstich, dunkle Details fehlten.

Das ScanGear-Programm und Twain-Modul bietet manuellen Weißabgleich und viele Filter. Gesichter auf Fotoscans wirkten ziemlich rot, bei unserer Testgrafik fiel nur ein etwas zu helles Blau auf. Die OCR im Scan-Utility taugt nur für Briefe mit Standardschrift, bei kleineren Schriften macht sie zu viele Fehler, Initiale erkannte sie nicht.

- ↑ schneller Duplexdruck
- ↑ großes Papierfach
- ↓ kein Randlosdruck
- ↓ Cloud-Funktionen schlecht bedienbar





### Epson WorkForce WF-2850DWf

Der sehr kompakte WorkForce hat nur einen ungeschützten hinteren Papiereinzug für 100 Blatt und gibt fertige Drucke nach vorn aus. Die Scannerklappe lässt sich in den Scharnieren um 1,1 Zentimeter anheben. Ein USB-Port für Speichersticks fehlt. Das Bedienpanel mit dem kleinen Farbdisplay und der Folientastatur ist stufenlos anklippbar. Ein leicht wechselbarer Wartungsbehälter fängt Tinte bei Reinigungsvorgängen auf.

Schaltflächen auf dem Display muss man über die Cursortasten selektieren – das Menü ist für Touchscreens optimiert. Nach etwas Gewöhnung klappt die Bedienung aber gut. Die mitgelieferten Starterpatronen reichen nur für wenige Drucke, ein Ersatzset XL-Patronen (80 Euro) sollte man gleich mit einrechnen.

Das Web-Frontend des WorkForce bietet einige System- und Netzwerkeinstellungen inklusive SSL, Cloud-Services, Statusmeldungen und Firmware-Update. Die nützlichen Cloud-Funktionen lassen sich einfach einrichten und bedienen. Auch Drucken von Mobilgeräten aus klappte gut.

Der WF-2850 druckt nur in der blassen, aber lesbaren Entwurfsqualität schnell, spätestens in der Einstellung „Stark“ wird er schnarchlangsam. Für Alltagsdrucke reicht aber „Standard“ aus. Für den Duplexdruck braucht man ebenfalls Geduld. Text und Grafik druckte das Epson-Gerät in guter Qualität, die blassen, bläulichen und streifigen Fotos gefallen weniger. Randlosdruck klappt auch auf Normalpapier.

Beim Kopieren lässt sich der WorkForce ebenfalls Zeit. Bei Texten bot er im Test gute Qualität, Grafiken mit Text in Farbflächen wirkten matschig und überschärft (Doppelkonturen). Auf Kopien von Fotos störten Streifen und schwache Rottöne. Für Schwarz-Weiß-Kopien von Text auf Farbseiten stellten wir die Dichte auf -4, dann erhielten wir gut lesbare Ergebnisse mit Grauhintergrund.

Das Scanprogramm und Twain-Modul Epson Scan 2 bietet nur für Text optimierte Optionen. Ein 600-dpi-Scan (Foto) dauerte mit fast zwei Minuten sehr lange, lieferte aber eine beachtliche Qualität und Detailwiedergabe. Druckraster lassen sich auf Kosten von etwas Detailschärfe ausfiltern. Die Texterkennung erkannte zwar Initiale, machte aber schon bei dicker gedrucktem Text Fehler, eine Tabelle erkannte sie überhaupt nicht.

- ↑ braucht wenig Stellfläche
- ↑ wechselbarer Resttintenbehälter
- ↓ sehr langsam
- ↓ teure Tinte



### HP OfficeJet Pro 8022 AIO

Mit 46 Zentimetern ist der schicke OfficeJet Pro vergleichsweise breit. Als einzige Papierzuführung dient die staubgeschützte 225-Blatt-Kassette. Die Scannerklappe hat in den Scharnieren kein Spiel, was Buchscans erschwert. Ports für USB-Sticks oder Speicherkarten fehlen.

Man bedient das Gerät fast ausschließlich über den kleinen anklippbaren Touchscreen. Die Menüs sind übersichtlich; für die Pull-down-Leiste mit den Einstellungen braucht man aber schmale Finger. Leider lässt sich der kapazitive Touchscreen nicht mit normalen Stiften bedienen.

Gefallen hat uns das umfangreiche Web-Frontend, dessen Funktionen übersichtlich in Reiter unterteilt sind. Zum Registrieren bei den Cloud-Diensten von Google und HP druckt das Gerät Seiten mit URLs aus, statt direkt zu verlinken, sowie bei Erfolg eine Bestätigung – unbequem und eine Papierverschwendung.

Der Mobildruck über AirPrint, Mopria und die App „HP Smart“ klappt, doch so smart, Druckformate an den europäischen Markt anzupassen, war HP nicht: 10 × 15-Fotos haben alle einen feinen weißen Rand an einer Seite.

Im Entwurfsdruck arbeitet der OfficeJet zügig und liefert gut lesbare Textseiten. Erst in der Einstellung „Optimal“ lässt sich der Drucker viel Zeit – die Vorgängermodelle waren hier schneller. Texte sehen sehr gut aus, auch Grafik gelingt dem OfficeJet gut. Für den Fotodruck taugt er dagegen nicht: zu dunkel, ohne Details und extreme Farbkontraste.

Für Farbkopien braucht das HP-Gerät fast doppelt so lange wie für Schwarz-Weiß-Kopien, der langsame Vorlageneinzug bremst zusätzlich. Text-Kopien sahen noch gut aus, auf Graufächern störten aber hässliche Streifen. Bei Kopien von Fotos blieb auch auf A4-Fotopapier ein weißer Streifen an einer Seite. Bei maximaler Helligkeit und Text-Optimierung erstellte der OfficeJet saubere Schwarz-auf-Weiß-Kopien von Text auf grünem und blauem Hintergrund, nur bei Rot konnte man den Text auf Dunkelgrau kaum lesen.

Beim Scannen von Fotos (600 dpi) waren die Ergebnisse HP-typisch völlig überschärft, dunkle Details wirkten künstlich aufgehellt. Dunkelrot auf der Grafikvorlage wurde auf dem Scan zu Schwarz. Eine Texterkennung liefert HP nicht mit.

- ↑ mit Tinten-Abo günstiger Druck
- ↑ gute Textqualität
- ↓ kein USB-Host-Port
- ↓ schlechte Fotodrucke und -Scans



Auf Normalpapier blichen die Tinten von Brother mäßig, die von Epson stark aus (im Einzelbild von links nach rechts: 0, 100 und 200 Stunden im Tageslichtsimulator).

Google Drive; die kann man dann direkt am Gerät als Scanziel auswählen oder dort gespeicherte Dateien ausdrucken.

Die Dienste von HP und Epson ordnen jedem angemeldeten Drucker eine individuelle Mailadresse zu. An diese gesendete Mails werden automatisch ausgedruckt – inklusive Anhängen in gängigen Bild- und Dokumentformaten. Mit Google Cloud Print lassen sich alle Testgeräte verbinden. Fast alle leiten zur Bestätigung einfach auf die Google-Anmeldeseite weiter, nur HP druckt dazu eine Seite mit QR-Code und URL aus – eine Tinten- und Papierverschwendung.

Zum Drucken vom Smartphone gibt es Hersteller-Apps sowie die Android- und iOS-eigenen Dienste, die jeder Drucker im Test beherrscht. Bei iOS ist das Air-Print, Android nutzt dazu Plug-ins der Mopria (Mobile Printing Alliance) oder die der Druckerhersteller.

## Drucken, kopieren, scannen, faxen

Alle Drucker brachten im Test eine gute bis sehr gute Textqualität zu Papier. Die bekommt man in der besten Qualitätseinstellung, in der sich alle Geräte viel Zeit lassen. In der wesentlich schnelleren Nor-

maleinstellung lieferten alle ebenfalls guten Schriftdruck, Unterschiede sieht man erst unter der Lupe. Im noch schnelleren und tintesparsamen Entwurfsdruck blieben Texte lesbar, hier fallen die Qualitätsunterschiede aber auch deutlich auf.

Um schnell Einzelseiten zu kopieren, empfiehlt sich die Glasaufgabe der Scanner. Zwar haben alle Testgeräte auch einen Vorlageneinzug, der aber nur beim Maxify zügig arbeitet. Die Scanner sind für das Digitalisieren von Text und Grafik optimiert, brauchbare Fotoscans lieferten nur der Canon Maxify und der Epson WorkForce. Die Scanprogramme von Brother, Canon und Epson enthalten zum Erstellen von durchsuchbaren PDFs eine Texterkennung (Optical Character Recognition, OCR), die allerdings meist nur für normale Textgrößen taugen.

Alle Testgeräte verschickten und empfangen Faxe auch über VoIP-Telefonleitungen und druckten Sendeberichte mit Kopie der ersten Faxseite. Eingehende Faxe leiten die Geräte von Brother und Epson als PDF via Fax-Tool an einen PC weiter, der Canon Maxify nutzt dazu Freigabeordner. Bei Epson und HP kann man auch einen Cloud-Dienst für die Fax-Weiterleitung einstellen.

## Fazit

Wer einen Allrounder sucht, muss in dieser Klasse Kompromisse eingehen; eine eierlegende Wollmilchsaure war in unserem Test nicht dabei. Wenigdrucker, die ein platzsparendes Gerät suchen und auf Fotos verzichten können, sind mit dem Epson WorkForce WF-2850DW gut bedient. Bei größerem Druckaufkommen empfiehlt sich der HP-OfficeJet Pro 8022 mit Instant-Ink-Abo. Mit der Farbwiedergabe haben beide Modelle allerdings ihre Probleme.

Wer auch schöne Fotos drucken möchte, sollte sich den Brother MFC-J895DW näher ansehen, der hier für ein Büro-Gerät überraschend gut abschneidet. Leider gilt das nicht für Scans und Kopien. Dem Allrounder am nächsten kommt Canons Maxify MB2150, der Text, Grafik und Fotos in brauchbarer Qualität druckt – letztere leider nur mit Rand. Für den voluminösen Maxify benötigt man aber eine ausreichend große Stellfläche.

(rop@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Druckproben im Sonnenlichtsimulator: <https://heise.de/-2289259>

## Kopierzeiten

[Minuten:Sekunden]	20 Farbkopien	20 ADF-Kopien	Grafik (beste Qual.)	A4-Foto (beste Qual.)
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-J895DW	3:16	5:55	1:15	2:03
Canon Maxify MB2150	1:35	1:49	1:14	4:16
Epson WorkForce WF-2850DW	3:24	5:35	1:57	7:16
HP OfficeJet Pro 8022	2:32	5:31	1:15	2:38

## Druckleistung (ISO-Seite Farbe)

[Seiten / Minute]	Entwurf / schnell	normal	normal leise	beste Qualität
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Brother MFC-J895DW	18,2	13,8	6	2,3
Canon Maxify MB2150	–	17,1	4	2
Epson WorkForce WF-2850DW	13,6	8,2	5,2	1,7
HP OfficeJet Pro 8022	18,5	14,1	4,2	2,5

## Multifunktions-Tintendrucker fürs kleine Büro

Gerät	MFC-J895DW	Maxify MB2150	WorkForce WF-2850DWF	OfficeJet Pro 8022
Hersteller	Brother, www.brother.de	Canon, www.canon.de	Epson, www.epson.de	HP, www.hp.com/de
Druckverfahren / Patronen	Piezo / 4	Thermisch / 4	Piezo / 4	Thermisch / 4
Auflösung (Fotodruck) <sup>1</sup>	6000 dpi × 1200 dpi	1200 dpi × 600 dpi	5760 dpi × 1440 dpi	4800 dpi × 1200 dpi
Papiergewichte <sup>1</sup>	64 g/m <sup>2</sup> ... 300 g/m <sup>2</sup>	64 g/m <sup>2</sup> ... 275 g/m <sup>2</sup>	64 g/m <sup>2</sup> ... 256 g/m <sup>2</sup>	60 g/m <sup>2</sup> ... 280 g/m <sup>2</sup>
Papierzufuhr	1 × Kassette 150 Blatt, Einzelblatteinzug	1 × Kassette 250 Blatt	100 Blatt (Einzug hinten)	1 × Kassette 225 Blatt
Papierablage <sup>1</sup>	50 Blatt	50 Blatt	30 Blatt	60 Blatt
autom.Duplexdruck / randloser Fotodruck	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓ (nur Fotopapier)
Leisedruck-Modus	✓	✓	✓	✓
monatl. Druckvolumen (empf. / max.)	k. A.	200–1000 Seiten / 15.000 Seiten	k. A. / 3000 Seiten	800 Seiten / 20.000 Seiten
<b>Scannen, kopieren und faxen</b>				
Scannertyp / Farbtiefe Farbe, Graustufen <sup>1</sup>	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit
Auflösung physisch <sup>1</sup>	2400 dpi × 1200 dpi, ADF: 1200 dpi × 600 dpi	1200 dpi × 1200 dpi	2400 dpi × 1200 dpi	1200 dpi × 1200 dpi
Vorlageneinzug / Duplex	20 Blatt / –	50 Blatt / –	30 Blatt / –	35 Blatt / –
Twain- / WIA-Modul / OCR-Software	✓ / ✓ / ✓ (ControlCenter integriert)	✓ / – / ✓ (Scan-Utility integriert)	✓ / ✓ / ✓ (Epson Scan 2 integriert)	✓ / ✓ / –
Skalierung (Kopie)	25 % ... 400 %	25 % ... 400 %	25 % ... 400 %	25 % ... 400 %
PC-Fax (senden / empfangen)	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –
Kurzwahladressen	100 (je 2 Nummern)	100	60	99
Fax-Speicher <sup>1</sup> / Sendebericht mit Faxkopie	200 Seiten / ✓	250 Seiten / ✓	100 Seiten / ✓	100 Seiten / ✓
<b>Netzwerk- / Cloud-Funktionen</b>				
Scan to E-Mail / FTP / SMB-Freigabe	✓ (Cloud-Dienst) / – / –	✓ (Cloud-Dienst) / – / ✓	✓ (Cloud-Dienst) / – / ✓	✓ (Cloud-Dienst) / – / –
Scan to USB-Stick / Cloudspeicher	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓	– / ✓
Druck-App	iPrint&Scan (Android, iOS, Windows 10)	Canon Print (Android, iOS)	Epson iPrint (Android, iOS)	HP Smart (Android, iOS, Windows 10)
NFC / WiFi Direct	✓ / ✓	– / ✓	– / ✓	– / ✓
AirPrint / Android Print / Mopria	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Google Cloud Print / Herstelldienst	✓ / Brother Web Connect	✓ / IJ Cloud Printing Center	✓ / Epson Connect	✓ / HP Connected
<b>Sonstiges</b>				
Schnittstellen	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz), RJ-11 (Fax, Telefon)	USB 2.0, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz), RJ-11 (Fax, Telefon)	USB 2.0, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz), RJ-11 (Fax, Telefon)	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE802.11n 2,4 und 5 GHz), RJ-11 (Fax, Telefon)
Betriebsabm. (B × T × H) / Gewicht	42 cm × 58 cm × 23 cm / 7,7 kg	46 cm × 60 cm × 29 cm / 10,6 kg	38 cm × 58 cm × 22 cm / 5,2 kg	47,5 cm × 52,5 cm × 24 cm / 8,2 kg
Display	6,8-cm-Touchscreen (resistiv)	6,2-cm-Farbdisplay	6,1-cm-Farbdisplay	6,9-cm-Touchscreen (kapazitiv)
Treiber für Windows	ab Windows 7, ab Server 2008	ab Windows Vista SP2, ab Server 2008	ab Windows XP, ab Server 2003	ab Windows 7, ab Server 2008
Treiber für Mac / Sonstige	macOS ab 10.9.x / Linux (CUPS)	macOS ab 10.8.5 / Linux	macOS ab 10.6.8 / –	macOS ab 10.11 / Linux (HPLIP)
Software	Nuance PaperPort 14 SE, Brother Utilities (CC4, Scanner- und Fax-Utility), Status Monitor	Canon My Printer, Quick Utility Toolbox, IJ Scan Utility, Kurzwahl, Scanner Selector, NW Device Setup	Epson Scan 2, Event Manager, Fax Utility, Epson Photo+, ScanSmart, Printer Connection Checker	HP OfficeJet Pro 8020 series, HP Scan, HP Twain (setup), HP Photo Creations
Speicherkarten / USB-Host	SD-Slot / ✓	– / ✓	– / –	– / –
<b>Tintenpatronen</b>				
Schwarz (Reichweite <sup>1</sup> )	LC-3211 BK (200 S.); LC-3213XL BK (400 S.)	1500 XL BK (1200 S.)	603 BK (150 S.), 603XL BK (500 S.)	HP 912 BK (300 S.), HP 912 XL BK (825 S.), HP 917XL (1500 S.)
Farbe (Reichweite <sup>1</sup> )	LC-3211 C, M, Y (je 200 S.); LC-3213XL C, M, Y (je 400 S.)	1500 XL: C (1020 S.), M (780 S.), Y (935 S.)	603 C, M, Y (je 130 S.), 603XL C, M, Y (je 350 S.)	HP 912 C, M, Y (je 315 S.), HP 912 XL C, M, Y (je 825 S.)
Tintenkosten pro ISO-Farbseite (XL-Patrone)	16,24 ct, Schwarzanteil 5 ct	13,24 ct, Schwarzanteil 3,58 ct	16,45 ct, Schwarzanteil 4,8 ct	10,3 ct, Schwarzanteil 3,40 ct
mitgeliefert	Starterpatronen (200 S.)	1500 (400 / 300 S.)	Setup-Patronen (150 / 130 S.)	912 Setup (ca. 300 S.)
sonst. Verbrauchsmaterial / Notizen	–	–	Tintenauffangbehälter (23 €)	– / 2 Monate Instant-Ink-Abo inkl.
<b>Messergebnisse und Bewertungen</b>				
Druckzeiten [Min:Sek]	10 Blatt (normal) Duplex: 5:02 / Grafikseite (beste): 0:45 / 50 Seiten (normal): 6:57	10 Blatt (normal) Duplex: 1:46 / Grafikseite (beste): 0:57 / 50 Seiten (normal): 8:02	10 Blatt (normal) Duplex: 3:13 / Grafikseite (beste): 3:08 / 50 Seiten (normal): 14:24	10 Blatt (normal) Duplex: 2:12 / Grafikseite (beste): 0:58 / 50 Seiten (normal): 10:18
Scanzeiten	Vorschau: 8 s / 300 dpi: 13 s / 600 dpi: 39 s	Vorschau: 6 s / 300 dpi: 17 s / 600 dpi: 51 s	Vorschau: 11 s / 300 dpi: 28 s / 600 dpi: 116 s	Vorschau: 17 s / 300 dpi: 17 s / 600 dpi: 72 s
Bedienung / Netzwerkfunktionen	⊕ / ⊕	○ / ○	○ / ⊕	⊕ / ⊕
Text- / Grafikdruck	⊕ / ⊕	⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕
Fotodruck (Foto- / Normalpapier / App)	⊕ / ○ / ⊕	⊕ / ○ / ⊕	⊕ / ○ / ○	⊕⊕ / ○ / ⊕⊕
Kopierqualität Text / Grafik / Foto	○ / ⊕ / ⊕⊕	○ / ○ / ○	⊕ / ○ / ○	⊕ / ○ / ○
Scanqualität Grafik / Foto / Text (OCR)	○ / ⊕⊕ / ⊕	⊕ / ○ / ○	⊕ / ⊕ / ⊕⊕	○ / ⊕⊕ / –
Lichtbeständigkeit Normal- / Fotopapier	○ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕
Herstellergarantie	3 Jahre	1 Jahr, 3 Jahre nach Registrierung	1 Jahr	1 Jahr, 3 Jahre nach Registrierung
Gerätepreis (UVP / Straße)	200 € / 170 €	152 € / 135 €	120 € / 115 €	160 € / 135 €
<sup>1</sup> Herstellerangabe				
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊕⊕ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden   k. A. keine Angabe				



# **NEU** 1&1 VORTEILS

## 1&1 DSL INTERNET & TELEFON

ab **9,99** €/Monat\*

Preisvorteil für 12 Monate,  
danach 29,99 €/Monat.  
Ohne WLAN-Gerät.



# WELT!



**JETZT 240,- €  
PREISVORTEIL ODER  
WLAN-GERÄT  
AUF WUNSCH DAZU!\***



Mit einem 1&1 DSL-Anschluss und dem leistungsstarken 1&1 HomeServer erleben Sie bestes WLAN im ganzen Haus. Wechseln Sie jetzt zu 1&1 DSL und sichern Sie sich 240,- € Preisvorteil oder eines von vielen WLAN-Geräten aus der **1&1 Vorteilswelt**. Oder als Special aus unserer TV-Werbung den smarten E-Scooter von SoFlow mit Straßenzulassung.

Ob PC, Tablet, Smartphone, eine Spielekonsole oder digitaler Fernseher – dank **1&1 WLAN-Versprechen** bringt 1&1 Ihre WLAN-fähigen Geräte ins Netz. Egal, welches Gerät und egal, wo Sie dieses gekauft haben. Ein Anruf genügt und ein 1&1 Experte hilft Ihnen bei der WLAN-Installation. Kostenlos.

**☎ 02602/9690**

\*1&1 DSL 16 für 9,99 €/Monat für 12 Monate, danach 29,99 €/Monat. Inklusive Telefon-Flat ins dt. Festnetz, Internet-Flat mit bis zu 16 MBit/s und 1&1 DSL-Modem für 0,- €. Auch mit leistungsstarkem 1&1 HomeServer+ für 4,99 €/Monat mehr erhältlich. Router-Versand 9,90 €. 24 Monate Vertragslaufzeit. Sonderkündigung im ersten Monat möglich. 1&1 WLAN-Versprechen: Beratung ist abhängig von den örtlichen Gegebenheiten und WLAN-Standard. Ausgenommen sind sicherheitsrelevante Systeme. 1&1 ist nicht verantwortlich für den unrechtmäßigen Einsatz von Überwachungskameras. Bei Auswahl eines Zusatzgerätes aus der 1&1 Vorteilswelt, erhältlich ab 1&1 DSL 50, entfällt der Preisvorteil für die ersten 12 Monate, zzgl. günstiger Einmalzahlung oder 24-monatige Ratenzahlung (von gewähltem Gerät abhängig). Abbildungen ähnlich. Solange der Vorrat reicht. Versicherungskennzeichen nicht enthalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur



**1und1.de**



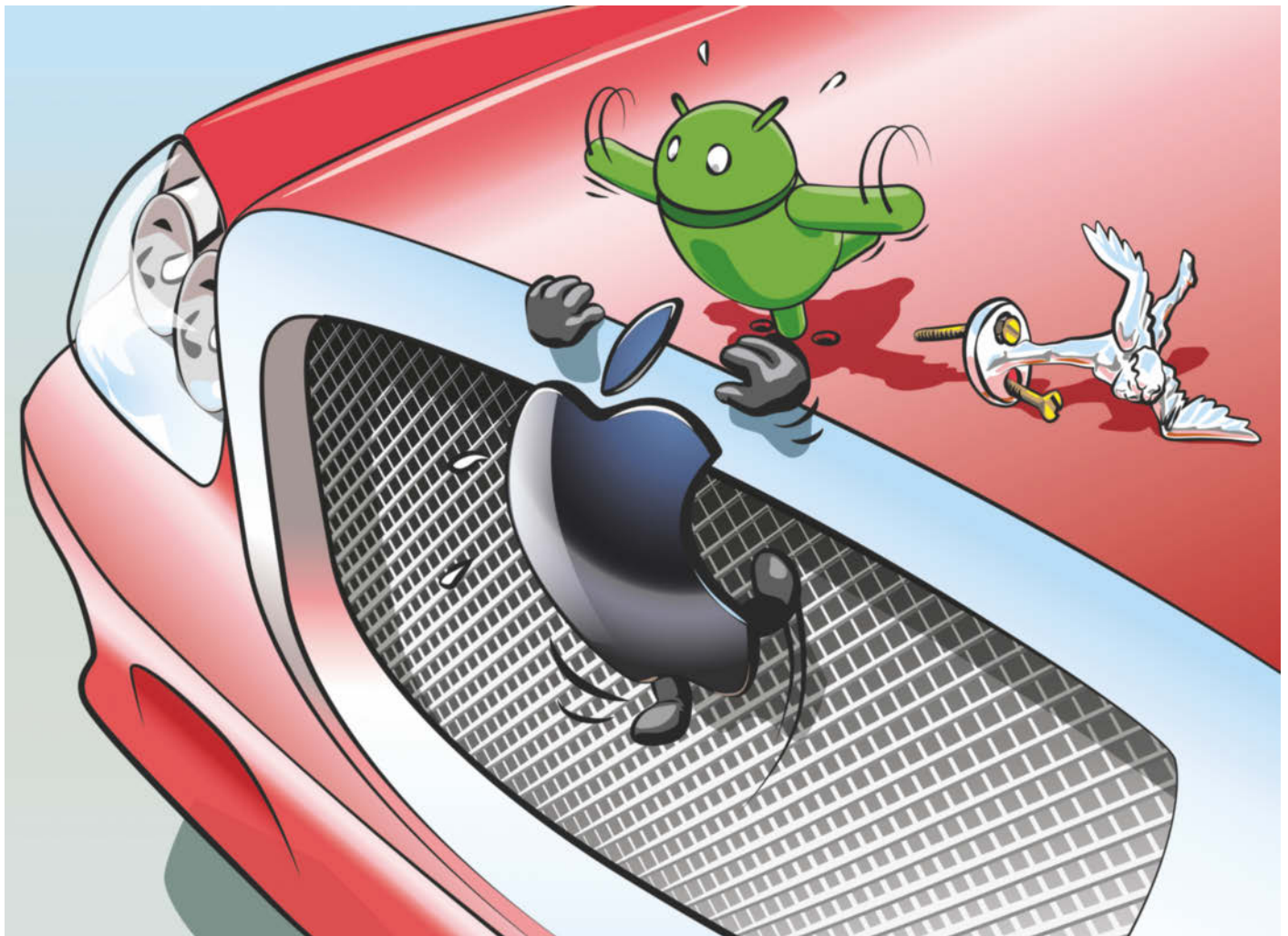


Bild: Rudolf A. Blaha

# Aufpoliert

## Android Auto und Apple Car Play als Autoradio-Ersatz

**Apple und Google wollen die Karten im Kampf ums Autocockpit neu mischen: Nach langer Stagnation verpassen sie ihren fahrzeug-optimierten Bedienoberflächen ein Update.**

**Von Sven Hansen und Stefan Porteck**

**E**in Zufall war es wohl kaum: Kurz nachdem Apple sein In-Car-Erlebnis CarPlay mit der öffentlichen Beta von iOS 13 ausgespielt hatte, zog auch Google mit der überarbeiteten Version von Android Auto nach. Beide Systeme nutzen die Re-

chenkraft des Smartphones, um von Internetradio, Streaming-Musik und Podcasts über Messaging bis hin zur Navigation alle gängigen Infotainment-Funktionen aufs Hauptdisplay des Fahrzeugs zu beamen. Theoretisch funktioniert das bei beiden schon kabellos, in den meisten Fahrzeugen ist allerdings nur die kabelgebundene Variante anzutreffen – das Telefon muss per USB angesteckt sein; die komfortable Variante ohne Kabel ist offenbar noch zu fehleranfällig.

Bei Apple gibt es womöglich einen handfesten Grund: In Foreneinträgen berichten User, die CarPlay kabellos nutzen, von leergelutschten Akkus trotz paralleler Ladung per Qi. Vielleicht schickten die Hersteller zu unserem Test der Top-Infotainment-Systeme in c't 16/2019, S. 98 des-

halb nur Modelle mit kabelgebundener Smartphone-Anbindung.

Für diesen Artikel testeten wir die neuen Oberflächen in einem Kia e-Soul mit 10-Zoll-Breitdisplay. Kias Infotainment-System der Samsung-Tochter Harman Kardon ist von Haus aus gut ausgestattet, unterstützt aber obendrein sowohl Googles Android Auto, als auch Apples CarPlay. Umso spannender fanden wir zu beobachten, ob man sich mit den frischen Versionen von CarPlay oder Android Auto einen wirklichen Mehrwert ins Auto holt.

### **Oberflächliches**

Einfach alle Apps des Smartphones in eine App-Übersicht zu werfen, um sie in mehr oder weniger angepasster Optik auf dem Fahrzeugdisplay anzuzeigen, ist wenig



sinnvoll: Zum einen wäre die Liste der verfügbaren Apps sehr lang, weshalb man ständig suchend und wischend mit dem Display interagieren müsste. Zum anderen gibt es App-Gruppen, wie beispielsweise Videoplayer, die man während der Fahrt schon aus Sicherheitsgründen nicht benutzen sollte.

## Alles neu

In der neuen Version von Android Auto, die mit Erscheinen dieses Artikels für alle Android-Versionen ausgespielt sein sollte, rückt Multitasking stärker in den Vordergrund. Statt statische Icons einzublenden, passt sich die untere Steuerleiste dynamisch an die gerade genutzten Apps an. Hierfür erhält die Oberfläche einen interaktiven Widget-Bereich, der beispielsweise Player-Buttons einblendet, sobald man Musik abspielt. Diese bleiben auch dann erreichbar, wenn man zum Beispiel zu Google Maps wechselt. Im umgekehrten Fall, etwa beim Wechsel von Maps zu Spotify, enthält das Widget dagegen kompakte Routeninformationen. Das spart Fingertipps und lenkt viel weniger vom Verkehrsgeschehen ab. Links vom interaktiven Widget findet sich eine dauerhafte Schaltfläche, die einen App-Drawer öffnet, wie man ihn vom Smartphone und auch von Apple CarPlay bereits kennt, und der alle mit Android Auto kompatiblen Apps anzeigt. Die vier zuletzt genutzten Apps pinnt das System zur schnellen Orientierung am oberen Bildrand an.

Mit der optischen Überarbeitung hat sich Android Auto vom Bedienkonzept merklich an Apple CarPlay angenähert, das schon länger die zuletzt geöffneten Apps nach Kategorien sortiert automatisch am linken Bildrand platziert und für alle weiteren Apps ebenfalls eine App-Übersicht bereitstellt.

Doch auch Apple hat mit iOS 13 das Multitasking bei CarPlay noch stärker herausgearbeitet. Statt ein Widget stellt Apple eine in Einzelfenster aufgeteilte Übersicht als Dashboard bereit. Die linke Hälfte nimmt jeweils die Straßenkarte ein, rechts im Dashboard blendet CarPlay die Steuerung der Audiowiedergabe sowie anstehende Termine und eine Schnellauswahl gespeicherter Navigations-Favoriten wie das Zuhause oder den Arbeitsplatz ein. In den USA gibt es sogar HomeKit-kompatible Garagenöffner, die sich ebenfalls direkt vom Dashboard aus betätigen lassen.

Neu an Bord ist eine Kalender-App, die an Termine erinnert und obendrein

gleich anbietet, die Navigation an den im Termin hinterlegten Ort zu starten. Die Reihenfolge der von CarPlay gelisteten Apps lässt sich nach wie vor am iPhone verändern, wenn auch nicht so komfortabel wie bei iOS 12. Die Inhalte des Dashboards sind nicht veränderbar, so lässt sich Apples Kartendarstellung nicht durch Google Maps ersetzen.

Bedient wird CarPlay weiterhin über die Touchscreen-Eingaben am Fahrzeug-Display oder auf Wunsch via Siri über Sprachkommandos. Gleiches gilt natürlich für Android Auto mit dem Google Assistant. Diesen hat Google nun etwas prominenter im System platziert: In der App-Übersicht finden sich Icons für Wetter, Kalender und Erinnerungen, die ein kleines Assistant-Symbol zielt. Sie starten keine dedizierte App, sondern triggern den Assistant, die Wettervorhersage und anstehende Termine per Sprache auszugeben und zu erfragen, wann und woran man erinnert werden möchte.

Apropos Sprachassistent: Da die Spracherkennung und Auswertung bei beiden Systemen über die Cloud läuft, bleiben sowohl Siri als auch Google Assistant in der von Funklöchern bestimmten Fahrpraxis oft eine Antwort schuldig. Sowohl Apple als auch Google haben es versäumt, dem Nutzer deutlich den Online-Status des Systems zu vermitteln.

## Gut unterhalten ans Ziel

In den Navigationsfunktionen unterscheiden sich CarPlay und Android Auto wenig.

Beide Systeme sind primär darauf ausgelegt, den Nutzer mit einer Online-Navigation, inklusive Live-Verkehrsdaten, auf dem schnellsten Weg von A nach B zu lotsen. Dabei ist man nicht zwingend auf einen bestimmten Kartendienst angewiesen.

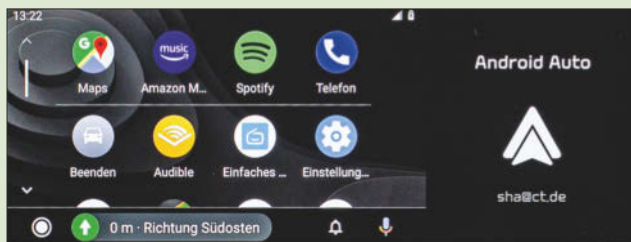
Unter Android Auto haben Nutzer die Wahl, ob sie sich von Google Maps oder dem Dienst der Google-Tochter Waze mit Routen-Infos versorgen lassen wollen. Unter CarPlay steht Google Maps ebenfalls als Alternative zum Apple-eigenen Kartendienst zur Verfügung. Waze bietet unter Android Auto den Vorteil, dass es die aktuelle Höchstgeschwindigkeit einblendet, vor Blitzen warnt und dass man als Nutzer mit wenigen Fingertipps Gefahren, Staus oder Baustellen und Straßensperren melden kann. Davon abgesehen bietet die Navigation mit Maps sowohl bei Apple als auch bei Android eine sehr gute und übersichtliche Darstellung mit stets aktuellem Kartenmaterial und kostenlosen Verkehrsdaten, mit deren Hilfe Maps stets in Echtzeit die schnellste Route auswählt und – falls möglich – Staus und Baustellen umfährt.

Bei beiden Systemen lassen sich zudem gewünschte Ziele als Favoriten speichern und so beim Einsteigen ins Auto mit nur einem Fingertipp aufrufen. Praktisch: Durch KI und die Verzahnung mit dem persönlichen Kalender schlagen beide Systeme meist automatisch Ziele vor, die der Nutzer wahrscheinlich ansteuern will. In der Praxis klappt das gut, wenn

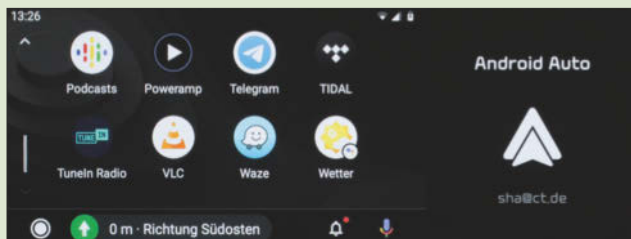


Kia will sein Harman-Kardon-Infotainment mit Android Auto/CarPlay künftig in vielen Fahrzeugtypen anbieten.

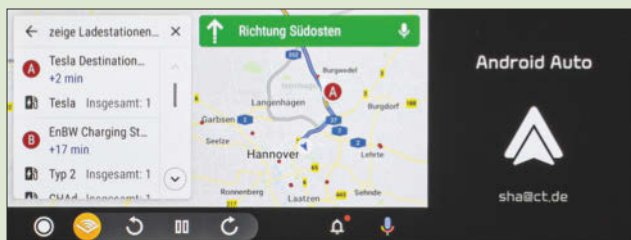
## Googles Android Auto



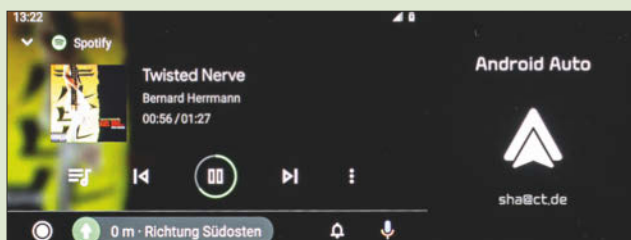
Mehr Überblick: Im unteren Bereich blendet Android Auto nun ein Widget mit Navigationsanweisungen ein.



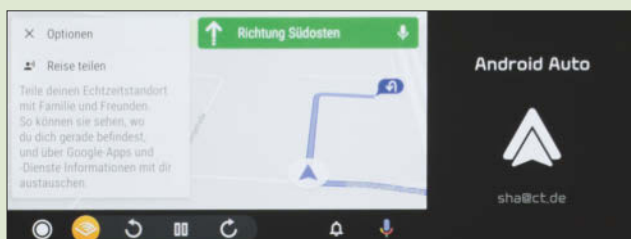
Die Wetter-App mit Assistent-Symbol triggert Googles Sprechassistent.



Google kann bei der Maps-Navigation via Android Auto auch Zwischenstopps für E-Tankstellen einblenden.

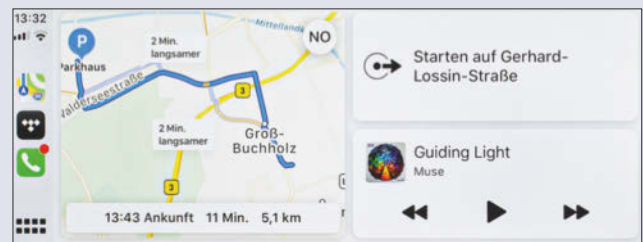


Während der Medienwiedergabe blendet das Widget weiterhin Navigationshinweise ein.

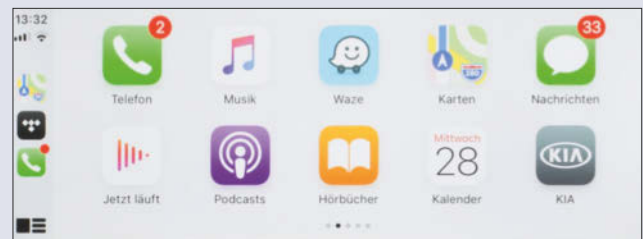


Die Standortfreigabe für Freunde lässt sich nun bequem aus der Kartenansicht starten.

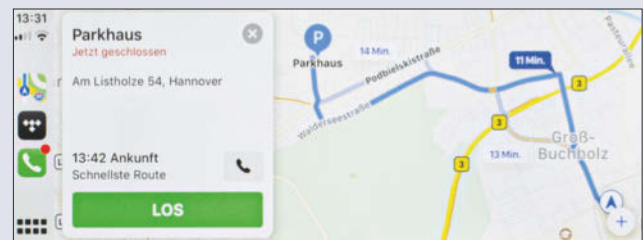
## Apples CarPlay



Mit iOS 13 bekommt CarPlay eine Dashboard-Ansicht, in der Inhalte parallel dargestellt werden.



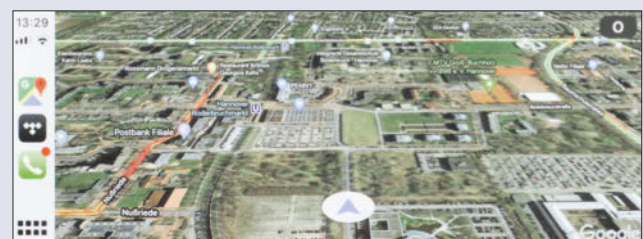
Die App-Übersicht bleibt unverändert, allerdings ist die Sortierung über das iPhone umständlicher geworden.



Bei CarPlay profitiert man auf großen Infotainment-Displays von der übersichtlicheren Darstellung.



Auch bei der Medienwiedergabe wirkt CarPlay durch Nutzung der vollen Display-Breite besser integriert.



Die Satellitenansicht in Google Maps stresst zwar den Datentarif, schaut im Vollformat aber gut aus.

man beispielsweise regelmäßig zur gleichen Zeit zum Arbeitsort pendelt.

Den Vorteil der kostenlosen, aktuellen Karten nebst Verkehrsdaten erkaufte Maps sich bei beiden Systemen durch seine starke Online-Abhängigkeit: Ohne mobile Datenverbindung gibt es keine Navigation. Das ist in Deutschland und den üblichen Tarifen mit mehr als 1 GByte Datenvolumen kein Problem, wird aber beim Roaming, falls man ins Nicht-EU-Ausland fährt, schnell teuer. Wer den Datenhunger begrenzen will, lädt in der Maps-App am Smartphone den gewünschten Bereich für die Offline-Nutzung herunter. Das spart etwas Datenvolumen, für die Berechnung der Route und die Verkehrsdaten wird jedoch eine Mobilfunkverbindung benötigt.

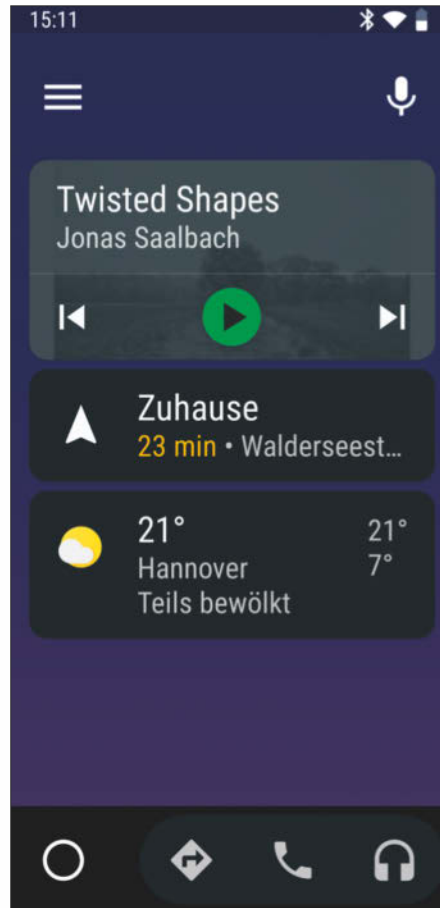
Für die musikalische Unterhaltung während der Fahrt unterstützen Android Auto und Apple CarPlay praktisch alle großen Musik-Streaming-Apps wie Spotify oder Deezer, Audible, Internetradio- und Podcast-Apps. Die Bedienung der Apps unterscheidet sich leicht von der am Smartphone. Für eine bessere Übersicht kommen die Oberflächen für den Screen im Auto mit größeren Schaltflächen und größerer Schrift daher. So lassen sich auch während der Fahrt Alben, Künstler oder Playlists auswählen. Sicherer als auf dem Display zu tippen ist es aber trotzdem, wenn man Siri oder den Assistant per Sprache um die gewünschte Musik bittet.

## Fest und lose verbunden

Im Vergleich zum fest eingebauten Infotainment haben CarPlay und Android Auto den Vorteil, dass sie stets aktuell bleiben. Autos und Nachrüst radios stellen lediglich die Hardware: Ein Display mit Verstärker, ein Freisprechmikrofon und ein paar ordentliche Lautsprecher. Die Fahrzeuge zeigen die vom Handy gerenderte Oberfläche an, nehmen Touch-Befehle oder vom Mikrofon aufgezeichnete Sprachbefehle entgegen und leiten sie zum Smartphone durch.

Die Autohersteller haben dazugelernt und machen das Infotainment-Update nicht mehr zwangsläufig zu einem Service-Fall. Moderne Systeme sind mit einem eigenen Mobilvertrag ausgestattet und werben mit regelmäßigen automatisch eingespielten Aktualisierungen. Mit den Updates für CarPlay und Android Auto dürfte man an neuen Entwicklungen dennoch näher dran sein.

Bei den Features arbeiten Apple und Google grundsätzlich unabhängig von den



Derzeit lässt sich die Android-Auto-App noch Stand-alone am Smartphone nutzen (links). In Kürze wird sie aber eingestellt und durch den Fahrmodus des Google Assistant ersetzt (rechts). Im Auto bleibt alles beim Alten.

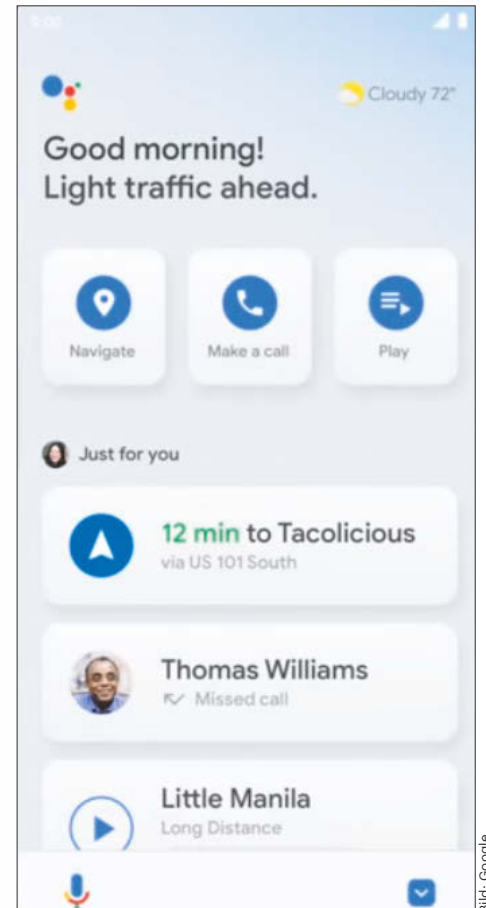


Bild: Google

Pkw-Herstellern, spätestens bei der Hardwareunterstützung ist jedoch Zusammenarbeit gefragt. So kann CarPlay schon länger mit verschiedenen Seitenverhältnissen der Auto-Displays umgehen und auch Wide-Screens in voller Breite nutzen. Eigentlich soll auch Android Auto mittlerweile breite Bildschirme unterstützen, doch wir hatten bei Modellen von Audi, Mercedes und Kia keinen Erfolg.

## Zukunft

Bislang steckt die Funktionalität von Android Auto noch in der gleichnamigen App, die man vor der Nutzung selbst aus dem PlayStore herunterladen muss. Anders als CarPlay lässt sich Android Auto daher auch ohne kompatible Hardware im Auto nutzen. Startet man die App, wechselt das Handy-Display auf eine Fahransicht, sodass man das System auch gut auf dem Handy nutzen kann, während es in der Halterung an der Windschutzscheibe hängt und den Ton via Bluetooth an beliebige Autoradios streamt.

CarPlay hingegen hat keine dedizierte App, sondern ist fester Bestandteil des Betriebssystems iOS. Das hat den Vorteil, dass man nichts installieren muss, dafür kommen neue Funktionen nur Huckepack mit einem iOS-Update ins System. Obwohl Android Auto frisch überarbeitet wurde, will Google einen ähnlichen Weg einschlagen. Die Android-Auto-Funktionalität soll diesen Herbst – wahrscheinlich über die vorinstallierte Google-App oder die Google-Play-Dienste – ins Android-Betriebssystem auf dem Smartphone wandern.

Hinter den Kulissen arbeiten Apple und Google daran, ihre Systeme eigenständig auf der Hardware der Fahrzeuge laufen zu lassen. Wie das ausschauen kann, zeigte der Suchmaschinenbetreiber erstmals auf der Entwicklerkonferenz Google I/O. Mittlerweile ist man einen Schritt weiter: Zum Marktstart 2020 wird der vollelektrische Polestar 2 der gleichnamigen Volvo-Tochter das erste Serienfahrzeug mit dem Betriebssystem Android Automotive sein. (sha@ct.de) **ct**





# Appfotografiert

## Alternative Kamera-Apps für Android

**Die vorinstallierten Kamera-Apps der Android-Smartphones treffen nicht jeden Geschmack. Im Play Store findet man daher alternative Apps mit zusätzlichen Funktionen, schickerem Design und mehr Einstellmöglichkeiten, die zudem bessere Fotos versprechen. Doch mit modernen Smartphones spielen sie nicht reibungslos zusammen.**

**Von Patrick Bellmer und Jörg Wirtgen**

Die Fotoqualität ist ein wichtiges Kriterium bei der Wahl des richtigen Smartphones. Die Hersteller übertrumpfen sich mit immer besseren Kameras, entwickeln aber die mindestens ebenso

wichtige Software nicht so enthusiastisch weiter. Manch eine vorinstallierte Kamera-App ist daher umständlich zu bedienen oder es fehlen Funktionen wie ein vernünftiger manueller Modus. So macht das Fotografieren trotz bester Hardware nur wenig Spaß.

Abhilfe schaffen alternative Kamera-Apps. Wir haben uns die bedeutsamsten darunter angeschaut, die einen manuellen Fotografiemodus haben und die im Google Play Store kostenlos oder zumindest mit einer kostenlosen Testversion erhältlich sind. Die Wahl fiel auf die nach Installationszahlen beliebte App Open Camera sowie deren Ableger HedgeCam 2, den Klassiker Camera FV-5 sowie die mit In-App-Käufen versehene App Footej Camera.

Getestet haben wir auf drei verschiedenen Smartphones: Google Pixel 3 XL mit minimalistischer vorinstallierter App,

Huawei Honor 20 Pro mit überladener, wenig nutzerfreundlicher Foto-App sowie Samsung Galaxy Note 10+ mit vielen Automaten. Die drei haben zudem unterschiedliche Hauptkameras, das Pixel XL eine einzelne, die beiden anderen zusätzlich ein Superweitwinkel und ein Tele. Letzteres ist beim Honor ein Dreifach-, beim Samsung ein Zweifach-Tele. Die Hauptkameras des Pixel und des Samsung haben 12, die des Honor 40 Megapixel.

### Flickenteppich Camera2-API

Solche Unterschiede machen die Entwicklung von Kamera-Apps für Android kompliziert. Die App-Entwickler müssen nicht nur zahlreiche unterschiedliche Hardwarekonstellationen berücksichtigen, sondern auch darauf hoffen, dass sie vollumfänglich auf den Kameratreiber zugreifen dürfen. Das dafür von Android vorgesehene Interface Camera2 entpuppt sich

als schwaches Hilfsmittel. Google hat es mit Android 5 (API-Level 21) eingeführt, um den Apps einen Zugriff auf Belichtungszeit, ISO-Wert, Sensordaten im Raw-Format und weitere Funktionen des Treibers zu ermöglichen.

Allerdings sind die Smartphone-Hersteller nicht dazu verpflichtet, Camera2 zu implementieren, und wenn doch, können sie zwischen mehreren Abstufungen wählen. Entscheiden sie sich für „Legacy“, kommt das ältere, funktionsärmere API Camera1 zum Einsatz. Die Stufe „Limited“ umfasst einige wenige Camera2-API-Funktionen. „Full“ berücksichtigt – anders als der Name vermuten lässt – nicht alle Funktionen, aber immerhin unter anderem Blitzsteuerung, Zugriff auf den Sensor und Serienbilder und anderes. Erst unter „Level 3“ steht das API vollumfänglich inklusive Raw- und YUV-Unterstützung zur Verfügung.

Ein Manko des Camera2-API ist der unklare Umgang mit mehreren Kameras. Vorgesehen ist durchaus, etwa Haupt- von Tele- und Weitwinkelkamera zu unterscheiden. Doch die meisten Hersteller tragen nur eine Front- und eine Hauptkamera ein. Seit Android 10 (API-Level 29) lassen sich mehrere physische Kameras zu einer logischen verbinden, was beispielsweise das Zusammenspiel von Weitwinkel- und Telekamera ermöglicht, um ein Zoom zu simulieren. Das unterstützt allerdings noch keine der getesteten Apps – auch weil zum Testzeitpunkt Android 10 auf noch keinem Smartphone mit Mehrfachkamera läuft.

Vor der Installation der Kamera-Apps ist eine letzte Hürde zu überwinden: Die Smartphone-Hersteller müssen das Camera2-API seit Android 5 zwar implementieren, nicht aber für Apps freigeben. Bei manchen Smartphones steht es daher nur der vorinstallierten Kamera-App zur Verfügung, nicht den vom Nutzer installierten.

## Wenig Hoffnung

Ob das API bereitsteht und was es kann, zeigt beispielsweise das kostenlose Tool „Camera Compatibility“. Die App „Camera2 API Probe“ informiert zusätzlich darüber, welche Funktionen des API auf dem Smartphone implementiert sind.

Sollte Camera2 nicht freigeschaltet sein oder zu wenig Funktionen bieten, bleibt wenig Hoffnung. Firmware-Updates des Herstellers verbessern so einiges, aber wir haben noch keines gesehen, das bei diesem API nachbessert – die vor-



Open Camera zeigt überbelichtete Bereiche in Echtzeit als Schraffur an.

installierte Kamera-App hingegen mag durchaus Fortschritte erfahren.

Ein Weg zum Öffnen der Camera2-API ist das Smartphone zu rooten. Rooten erfordert allerdings einiges Know-how und kostet bei vielen Smartphones die Herstellergarantie; zudem funktionieren dann manche Streaming- oder Banking-Apps nicht mehr. Nur zum Zweck der Camera2-Freischaltung ist das also kaum empfehlenswert [1].

Alle drei Smartphones unseres Tests implementieren Camera2, doch in unterschiedlicher Qualität – und perfekt lief es nirgends. Honor 20 Pro und Note 10+ hinterlegen zwar alle Kameras per Camera2-API, aber Footej und FV-5 aktivierten die Teles und das Note-Weitwinkel nicht. Kurioserweise führte bei Open Camera und HedgeCam 2 auf dem Note 10+ ein Wechsel zur Selfiekamera und zurück dazu, dass das Weitwinkel ansprang und beim nächsten Hin- und Herschalten wieder die Hauptkamera. Aber auch hier blieb das Tele aus.

## Histogramm und Raw

Alle vier getesteten Apps bieten mehr Funktionen als die der Handyhersteller. Beispielsweise blenden sie ein Histogramm ins Sucherbild ein, was dabei hilft, vor der Aufnahme Dynamikumfang und

Farbverteilung einzuschätzen. Open Camera und HedgeCam blenden auf Wunsch eine abgedimmte Version eines alten Fotos ein, sodass man etwa den Ausschnitt genauso wählen kann wie bei diesem Geisterbild.

Ob die Aufnahmen auf dem Gerät oder einer etwaigen MicroSD gespeichert werden sollen, lässt sich ebenso festlegen wie das Präfix des Dateinamens. Camera FV-5 erlaubt eine ganz individuelle Konfiguration des Dateinamens aus Datum und laufender Nummer.

Als Dateiformat erlauben alle Apps JPG, einige PNG oder Raw – Open Camera unterstützt auch WebP. HEIF geht allerdings bei keinem der Kandidaten. Geotagging beherrschen alle; HedgeCam und Open Camera schreiben auf Wunsch weitere Daten in die EXIF-Metadaten, etwa Ersteller oder Copyright. Die beiden Apps können auch gewisse Informationen ins Foto selbst einstempeln, darunter Datum, die aus den GPS-Koordinaten ermittelte Adresse oder ein Freitextfeld.

Alle bis auf HedgeCam können die Lautstärketaste als Auslöser umwidmen. Bei Footej lässt sich per Fingerabdruckscanner auslösen, bei Open Camera per Bluetooth-Gerät, etwa per Taste am Headset, bei HedgeCam per USB- oder Bluetooth-Tastatur.



In puncto Rauschverhalten und Farbwiedergabe sind die alternativen Apps (links Footej) nicht so gut an den Sensor angepasst wie die Firmenlösungen (rechts Samsung).



## Camera FV-5

Die Vollversion von Camera FV-5 kostet drei Euro; die kostenlose Lite-Version nutzt nicht die volle Sensorauflösung und unterstützt kein Raw. Der Entwickler hat seit 2017 keine Updates mehr herausgebracht, aber ein großes Update für den Herbst versprochen – zum Testzeitpunkt war es noch nicht erhältlich.

Im Sucher lässt sich neben ISO-Wert und Belichtungsdauer einblenden, wie viele Aufnahmen noch im Zwischenspeicher warten. Das Histogramm ist umfangreich konfigurierbar, etwa hinsichtlich Optik (Transparenz, Größe) und angezeigten Informationen (RGB, Luminanz). Für Displays breiter als 16:9 gibt es einen speziellen Sucher mit mehr Platz für die Motivansicht.

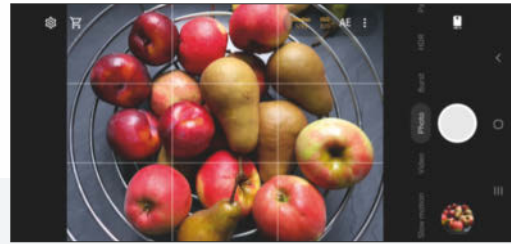
Alle wichtigen Parameter wie Weißabgleich, Art der Belichtungsmessung, ISO und Belichtungskorrektur stellt man über ausreichend große Schaltflächen im Sucher ein. Blitzmodi und Aufnahmeprogramme erreicht man erst auf der zweiten Ebene. Auch die Knöpfe für HDR-Aufnahmen, die die App als Belichtungsreihen bezeichnet, und Serienbilder sind etwas versteckt. Serienbilder führten reproduzierbar zu Abstürzen, und manchmal schon der Start der App – jeweils auf allen drei getesteten Smartphones.

Etwas versteckt in den Einstellungen aktiviert man eine Fokushilfe. Schaltet man dann den Autofokus über den AF-Knopf aus und fokussiert manuell per Wischen nach oben und unten, vergrößert FV-5 das Sucherbild und erlaubt eine präzise Einstellung der Schärfe.

Der Sucher ist schlicht gehalten, die übrige Bedienoberfläche wirkt nicht durchdacht. Das Einstellungs Menü funktioniert nur im Längsformat; einige Punkte sind farblich und durch größere Schrift aufgelockert – teilweise zulasten der Übersichtlichkeit. Die App unterscheidet zwischen Kamera-, Sucher- und Bildeinstellungen, verteilt aber nicht alle Optionen nach logischen Kriterien. Zudem sind einige unklar beschriftet. Tauchen Fragen auf, ist ein Blick in die Dokumentation empfehlenswert – auch wenn diese nicht ganz fehlerfrei ist.

Die Lautstärketasten lassen sich mit zahlreichen Funktionen versehen. Die Dateinamen erstellt FV-5 nach einem frei definierbaren Muster aus Uhrzeit, Datum und einem Fotozähler, den man jederzeit zurücksetzen kann.

- ↑ informativer Sucher mit Breitbildlayout
- ↑ HDR-Modus mit zahlreichen Optionen
- ↓ unübersichtliches Einstellungs Menü
- ↓ reproduzierbare Abstürze



## Footej Camera

Die in der Basisversion kostenlose App Footej Camera bietet die ansehnlichste Oberfläche der vier Kandidaten, ist allerdings nur teilweise an den Quermodus angepasst und hat einige zu klein geratene Bedienelemente.

In den Sucher haben die Entwickler die platzsparende Anzeige für Belichtungszeit und ISO-Wert sowie die für den manuellen Modus integriert. Unter der kompakten Darstellung leidet jedoch die Nutzbarkeit: Wer Fokus, Belichtung und anderes nicht der Automatik überlassen will, erreicht die Einstellungen erst nach zwei Schritten. Ärgerlich ist darüber hinaus, dass immer nur ein Parameter verstellt werden kann; an den nächsten gelangt man erst nach einem Zwischenschritt.

Zwischen den einzelnen Modi (Foto, Video, Burst, HDR ...) wechseln Nutzer über eine horizontale Leiste zwischen Sucherbild und Auslöser; zuvor geänderte Parameter bleiben beim Moduswechsel erhalten.

Im Burstmodus nimmt die App bis zu 100 Fotos mit einem minimalen Intervall von 100 Millisekunden auf; auch wenn man im Fotomodus den Auslöser gedrückt hält, entsteht eine Burst-Reihe. Aus diesen Reihen lässt sich ein animiertes GIF erzeugen; das ist etwas versteckt unter dem Knopf GIF in der Gallery-Ansicht zu finden.

Diese animierten GIFs werden nur dann in hoher Qualität gesichert, wenn der Nutzer per In-App-Kauf das 3 Euro teure Premiumpaket erwirbt. Ohne das ist zudem der Burstmodus auf 20 Bilder und die Qualität von JPGs auf 90 Prozent reduziert sowie das Histogramm deaktiviert.

Raw-Aufnahmen beherrscht die App schon in der kostenlosen Grundversion, sofern die Camera2-API das freischaltet. Dann erscheint in der Moduswahl ein dedizierter Raw-Knopf; im normalen Fotomodus landen weiter JPGs auf dem Speicher. Beim Note 10+ mit seinem etwas kruden Camera2-Eintrag erschien der Raw-Modus allerdings nur bei der Selfie-Kamera.

Die Bedienung ergänzten die Hersteller um eine originelle Variante: Wischen über den Fingerabdruckscanner. Möglich sind vier unterschiedliche Befehle für Wischgesten nach oben, unten, links und rechts. Zudem überwacht ein Android-Systemdienst auf Wunsch permanent den Fingerabdruckscanner, sodass man darüber die App startet oder sogar direkt ein Foto auslöst. Das funktionierte allerdings beim Pixel nicht besonders zuverlässig, beim In-Display-Scanner des Note 10+ gar nicht und auch nicht bei einem Smartphone mit in den Home-Knopf integriertem Scanner.

- ↑ schöne Bedienoberfläche
- ↑ Steuerung über Fingerabdrucksensor
- ↓ teils umständlich zu bedienen
- ↓ einige Bedienelemente etwas klein





## Sie suchen einen interessanten und qualifizierten Job in der IT-Branche?

### Attraktive Arbeitgeber warten auf Sie!

heise jobs, die Jobbörse von heise online, und Jobware, der Stellenmarkt für Fach- und Führungskräfte, begrüßen Sie beim IT-Jobtag! Zahlreiche attraktive Arbeitgeber präsentieren sich mit ihren aktuellen Stellenangeboten, Aus- und Weiterbildungsplätzen sowie berufsbegleitenden Studiengängen aus dem ITK-Segment. Im direkten Gespräch können Sie sich informieren, austauschen oder auch eine individuelle Karriereberatung bzw. einen Bewerbungsscheck der Jobware Personalberatung in Anspruch nehmen. Verschiedene Vorträge zu spannenden Themen ergänzen das Rahmenprogramm.

### TERMINE

- **01.10.19 Hannover**  
Verlagsgebäude Heise Medien
- **06.11.19 Berlin**  
Spreespeicher
- **09.10.19 Köln**  
KOMED im MediaPark
- **20.02.20 Hamburg**  
Ehemaliges Hauptzollamt

Anmeldung unter [it-jobtag.de](https://www.it-jobtag.de)

powered by





## Open Camera

Entwickler Mark Harman bietet das 2013 gestartete Open Camera kostenlos an und veröffentlicht den Quellcode unter der GPL v3.

Zu den Stärken der App gehören der umfangreich anpassbare Sucher inklusive virtueller Wasserwaage und Winkelanzeige. Auf Wunsch überzieht der Sucher überbelichtete Bereiche mit einer Schraffur und kennzeichnet Konturen im Schärfebereich – beides in Echtzeit. Auslösen kann man per Bluetooth-Geräten und Sprache, wobei die App entweder auf das Wort „cheese“ oder ein besonders lautes Geräusch reagiert. Über die Lautstärketasten stellt man wahlweise unter anderem Zoom, Fokus und Belichtung ein.

In den EXIF-Daten kann man nicht nur GPS-Koordinaten und Ausrichtung speichern, sondern auch Angaben zum Fotografen und zum Copyright. Beim Dateinamen hingegen wählt man nur das Präfix. Als Formate stehen JPG, PNG und WebP zur Verfügung – Raw nur, wenn vom Camera2-API unterstützt.

In die Aufnahmen lassen sich Infos einstempeln – ein beliebiger Text sowie Daten wie Name, Datum, Zeit, Standort inklusive Adresse (aus den GPS-Koordinaten anhand einer Internet-Datenbank ermittelt). Besonders praktisch etwa für Dokumentationszwecke: Über ein in den Sucher einblendbares Icon tippt man den einzustempelnden Freitext direkt ein, ohne ins Einstellungsmenü navigieren zu müssen.

Eine zuschaltbare Bildlagekorrektur begründet die Aufnahmen nachträglich – auf Kosten der Bildgröße. Im HDR-Modus lassen sich die Anzahl der Belichtungen (drei oder fünf), die Blendenschritte (0,5, 1, 2, 3) sowie die Kontrastverstärkung (Aus, Smart, Immer) anpassen. Die Serienbildfunktion lässt sich hinsichtlich der maximalen Anzahl und des Zeitabstands (ohne Verzögerung bis hin zu zwei Stunden) konfigurieren.

Die Einstellungen lassen sich in einer Konfigurationsdatei sichern und daraus wiederherstellen. So schaltet man nicht nur schnell zwischen verschiedenen Konfigurationen um, sondern nimmt alle Einstellungen aufs nächste Smartphone mit und hat ein Backup.

Optisch ist die App schlicht gehalten. Der Auslöser und der Knopf zum Wechsel zwischen Front- und Rückkamera erreicht man gut, aber andere Bedienelemente im Sucher sind sehr klein geraten. Viele Menüs sind nur im Porträtmodus nutzbar, zudem sind einige Funktionen arg tief auf der zweiten Menüebene oder weit unten in Listen versteckt.

- 👆 Auslösen per Sprache und Bluetooth
- 👆 zahlreiche Modi inkl. Bildlagekorrektur
- 👆 Sucher zeigt viele Infos und Hilfen, ...
- 👇 ... aber teils zu klein



## HedgeCam 2

HedgeCam 2 basiert auf dem Code von Open Camera und ähnelt daher dem Vorbild. Einige Punkte haben die Entwickler deutlich verbessert. Kommt beispielsweise die Frontkamera zum Einsatz, können Nutzer zwischen zahlreichen Funktionen wie Serienbild, Timer und Gesichtserkennung wählen. HedgeCam 2 geht hier weiter als viele ab Werk installierte Kamera-Apps. Für die rückwärtige Kamera lassen sich zahlreiche vorgefertigte Modi verwenden. Im manuellen Modus erfolgt die Wahl von ISO-Wert und Belichtungszeit komfortabel über zwei Schieberegler.

Einige andere Funktionen von Open Camera fehlen, beispielsweise die Überbelichtungsschraffur und der Knopf zum Festlegen des einzustempelnden Freitexts.

Für HDR-Fotos bietet HedgeCam 2 zahlreiche Einstellungsmöglichkeiten. So lässt sich die Anzahl der zugrunde liegenden Aufnahmen festlegen und zwischen verschiedenen Tonemapping-Profilen, dem Grad an Unschärfe und dem lokal maximal möglichen Kontrastunterschied wählen. In ähnlichem Umfang lassen sich DRO-Aufnahmen (Dynamic Range Optimizer) im Vorfeld konfigurieren.

Generell zeigt sich HedgeCam 2 sehr flexibel. Der Weißpunkt der Kamera lässt sich kalibrieren, für die EXIF-Daten gibt es einige Optionen, das Einstampeln ist flexibel und das Histogramm lässt sich anpassen.

Das Konfigurations-Backup verfeinert HedgeCam 2 gegenüber Open Camera, indem man einige Aspekte der Konfiguration einzeln exportieren und importieren kann: nur die Aufnahmeparameter wie ISO oder Blitz, einige modellspezifische Kalibrierungen oder alle individuellen Einstellungen des jeweiligen Geräts.

Beim Fotografieren selbst helfen die obligatorischen Hilfslinien und -raster sowie Geisterbilder, Winkelanzeige, Wasserwaage und Kompass. Wer nicht über das Display auslösen möchte, kann diese und viele andere Funktionen nicht nur auf die physischen Tasten des Smartphones auslagern, sondern auch beispielsweise auf die Tasten eines angeschlossenen Headsets legen. Das bietet sich bei der optisch wenig ansprechenden Oberfläche mit teilweise zu kleinen Elementen an. Bei einigen Symbolen lässt sich nicht zwingend auf den dahinter versteckten Modus schließen.

- 👆 zahlreiche Selfie-Funktionen
- 👆 flexibel konfigurierbare Oberfläche
- 👆 HDR-Modus mit vielen Optionen
- 👇 überfrachteter Sucher

Die meisten aktuellen Smartphones bieten eine Schnellstartoption – im Allgemeinen per Doppeltipp auf den Einschalter –, welche die eingebaute Kamera-App sofort startet, unabhängig davon, ob das Smartphone entsperrt ist oder nicht. Keine der vier getesteten Apps ist in der Lage, sich hier einzuhängen. Bestenfalls blenden sich Open Camera und HedgeCam über den Sperrbildschirm und funktionieren ohne Entsperren, aber auch nur, wenn die Apps beim Ausschalten des Geräts aktiv waren.

Die vier Apps benötigen lediglich die üblichen Berechtigungen für Kamera, Mikrofon und Galerie; schaltet man das Geotagging der Fotos ein, fordern sie zusätzlich die Standort-Berechtigung ein. Open Camera und HedgeCam 2 sind auf Smartphones und Tablets mit Android 4.0.3 lauffähig, dann aber aufgrund der fehlenden Camera2-API nur mit einem beschnittenen Funktionsumfang. Camera FV-5 und Footej Camera erfordern Android 5.0.

## Fazit

Im Vergleich zu den vorinstallierten Apps wird deutlich, wie viel Fotoqualität inzwischen in Software steckt und nicht in den Optiken. Die Raws sind arg ungenießbar roh und werden erst durch intensive Nacharbeit zu ansehnlichen Fotos. Beim Erstellen von JPGs leisten die vorinstallierten Apps die bessere Arbeit, auch weil die Smartphone-Hersteller ihre Algorithmen präziser auf die Eigenheiten der Hardware kalibrieren können. Zudem findet man nur bei den Werks-Apps einen speziellen Nachtmodus und einen Porträtmodus, der eine künstliche Unschärfe (Digitalbokeh) ins Foto rechnet. Zu guter Letzt greifen nur die vorinstallierten Apps fehlerfrei auf Superweitwinkel und Tele zu – zumindest momentan.

Dennoch bieten die vier getesteten Apps genügend Funktionen, um parallel zur vorinstallierten Lösung genutzt zu werden. Ihre Stärken liegen in individuellen Konfigurationsmöglichkeiten des

Suchers, in größerer Kontrolle über die Aufnahmeparameter und in Speziallösungen wie Serienbildern, Geisterbildern, EXIF-Daten oder Fotostempeln.

Sie zeigen aber auch, dass die Entwicklung einer anwenderfreundlichen und ergonomischen Oberfläche nicht trivial ist – alle vier fallen hier mal mehr, mal weniger negativ auf und verlangen eine gewisse Einarbeitung.

Beim grundlegenden Funktionsumfang ähneln sich die vier Apps. Im manuellen Modus bieten sie mehr Freiheiten als viele Werkslösungen, vor allem mit Blick auf HDR und Serienbilder. HedgeCam 2 und Open Camera glänzen mit großem Funktionsumfang, aber auch Camera FV-5 und Footej beherrschen interessante Speziallösungen. (jow@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Sebastian Piecha, FAQ: Android rooten, c't 16/2018, S. 170

## Kamera-Apps für Android

App	Camera FV-5	Footej Camera	HedgeCam 2	Open Camera
Hersteller	Flavio Gonzalez	Semaphore Inc.	Caddish Hedgehog	Mark Harman
Version / vom	3.31.4 / Nov. 2017	2.4.5 / Aug. 2019	2.10 / Jul. 2019	1.47.2 / Sep. 2019
<b>Steuerung und Modi</b>				
Auslösen per laut/leise / Bluetooth / Sprache / Fingerprint	✓ / – / – / –	✓ / – / – / ✓	– / ✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓ / –
Start per Einschalter / Sperrbildschirm / Fingerprint	– / – / –	– / – / ✓	– / ✓ / –	– / ✓ / –
HDR / Bildlagekorrektur / Serienbilder	✓ / – / – <sup>2</sup>	✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Timer / mit Signalton / mit Sprach-Countdown	✓ / – / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / – <sup>2</sup>	✓ / ✓ / – <sup>2</sup>
Frontkamera / Tele / Superweitwinkel	✓ / – / –	✓ / – / –	✓ / – / ✓	✓ / – / ✓
<b>Sucheranzeige</b>				
Horizont / Winkel in Grad / Himmelsrichtung	– / – / –	– / – / –	✓ / ✓ / ✓ (in Grad)	✓ / ✓ / ✓ (in Grad)
Bildkompositionsgitter / Geisterbild	✓ (9) / –	✓ (5) / –	✓ (12) / ✓	✓ (11) / ✓
Histogramm / Überbelichtungen / Fokusbereich / Zoom bei manuellem Fokus	✓ / – / – / ✓	✓ / – / – / –	✓ / – / – / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
<b>Optionen</b>				
JPG / PNG / WebP / Raw / HEIF	✓ / ✓ / – / ✓ <sup>1</sup> / –	✓ / – / – / ✓ <sup>1</sup> / –	✓ / ✓ / – / – / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ <sup>1</sup> / –
Animierte GIFs / Videomodus	– / ✓ (eigene App)	✓ / ✓	– / ✓	– / ✓
Stempeln auf Foto / Freitext bei Aufnahme	– / –	– / –	✓ / –	✓ / ✓
EXIF: Ersteller / Copyright / Kommentar	– / – / –	– / – / –	✓ / – / ✓	✓ / ✓ / –
Dateiname: Präfix / Muster / Counter-Reset	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / –	✓ / – / –	✓ / – / –
Backup & Restore der Einstellungen	–	–	✓	✓
<b>Benotung</b>				
Funktionsumfang / Sucherkonfiguration	○ / ○	⊖ / ○	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Bedienoberfläche / Steuermöglichkeiten	○ / ⊖	⊕ / ○	○ / ○	○ / ⊕
<b>Preis</b>				
	kostenlos (Lite) 2,99 € (Vollversion)	kostenlos, 2,99 € (Premium, In-App)	kostenlos	kostenlos

<sup>1</sup> wenn von Camera2-API unterstützt <sup>2</sup> einschaltbar, funktionierte aber nicht

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



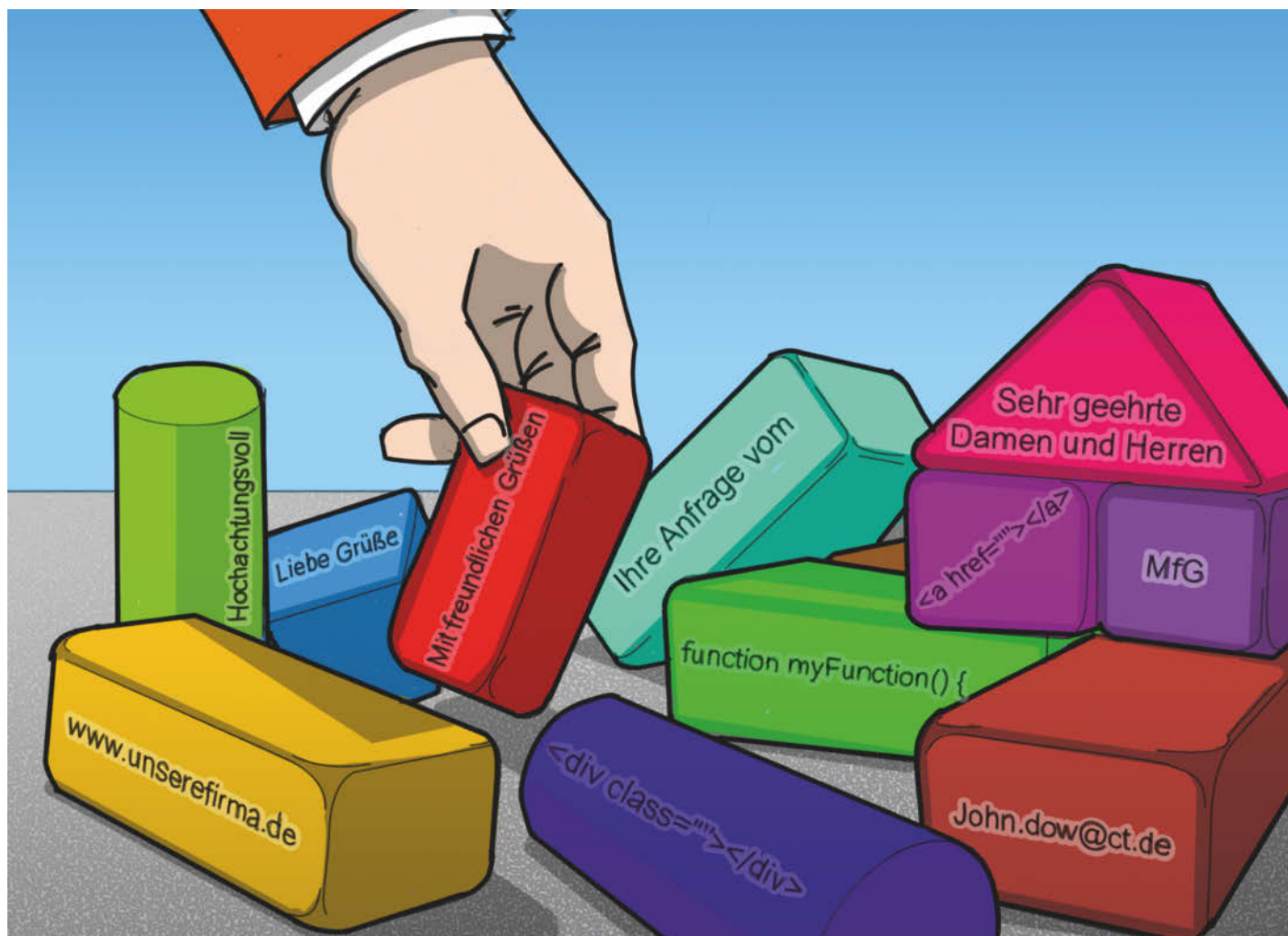


Bild: Thorsten Hübner

# Wortbaukästen

## Systemübergreifende Textbaustein-Programme für Windows im Vergleich

**Mit Textbaustein-Werkzeugen sind wiederkehrende Floskeln, komplizierte Fachbegriffe oder komplette Textfragmente blitzschnell in beliebige Anwendungen eingefügt. Die getesteten Programme können aber noch viel mehr.**

**Von Stefan Wischner**

Jeder, der viel am Computer schreibt, wiederholt immer wieder die gleichen Formulierungen und Phrasen. Das gilt nicht nur für typische Geschäftstexte wie Briefe oder Rechnungen. Auch Mediziner, Programmierer, Support- und Callcenter-Mitarbeiter oder Juristen haben es mit immer wiederkehrenden Textblöcken zu tun.

Um das zu vereinfachen, bieten die meisten Textverarbeitungsprogramme Autotext-Funktionen zum schnellen Einfügen von zuvor definierten Textbausteinen. Oft wird hierfür auch die Autokorrektur-Funktion, eigentlich gedacht für das Korrigieren gebräuchlicher Tippfehler, genutzt.

tur-Funktion, eigentlich gedacht für das Korrigieren gebräuchlicher Tippfehler, genutzt.

### Immer und überall

Das Problem ist, dass diese Funktionen eben nur in der jeweiligen Textverarbeitung stecken. MS Office stellt immerhin die Autokorrektur mit gemeinsamer Wortliste über alle Module hinweg zur Verfügung. In Word definierte Ersetzungen funktionieren also zum Beispiel auch in Outlook. Trotzdem gibt es weit mehr Software, in der man schreibt: E-Mail-Pro-

gramme, Webbrowser, Datenbanken, CRM- und Branchensoftware und viel mehr.

Die hier getesteten Windows-Tools AutoHotkey, Textbausteine deluxe, Breevy, Fastkeys, PhraseExpress und Shortcut stellen deshalb eine Textbaustein-Funktion systemweit zur Verfügung. Getestet haben wir das unter anderem mit Firefox, Chrome, dem Editor von Visual Studio, Notepad++ und Thunderbird. Es klappt überall.

Allen Textbaustein-Tools gemeinsam ist die „Text Expander“ genannte Grundfunktion: Nach Eingabe eines zuvor definierten Kürzels, etwa „mfg“, gefolgt von einem Leerzeichen, einem Druck auf die Return-Taste oder einem Satzendezeichen wird ein festgelegter Ersatztext ausgegeben. Das entspricht der Autokorrektur-Funktion von Word & Co. Zusätzlich erlauben alle Tools außer Breevy das sofortige Einsetzen eines Textbausteins mit einer frei wählbaren Tastenkombination – also beispielsweise einen Buchstaben plus Umschalttaste(n) wie Strg oder Alt.

Diese beiden Methoden sind schnell, haben aber ihre Grenzen, vornehmlich die des eigenen Gedächtnisses. Egal ob Tastenkombination oder Textkürzel – ab einer gewissen Zahl an Textbausteinen kann sich niemand mehr merken, wie man vor allem nicht regelmäßig genutzte Phrasen aufruft. Hier muss das Tool durch das möglichst einfache Einblenden von Auswahl-listen per Tastenkürzel Hilfestellung geben – jeder Griff zur Maus stört den Schreibfluss und konterkariert den Sinn der Tools. Idealerweise lassen sich die Textbausteine dabei in einer Ordnerstruktur organisieren oder kategorisieren und zudem am besten per Schnellsuchfunktion auswählen. AutoHotkey muss hier passen, die anderen Kandidaten bieten einblendbare Textbausteinlisten, manche auch die Verwaltung in Ordnerhierarchien.

## Textbausteine à la Smartphone

Smartphone- und Tablet-Nutzer kennen eine weitere Möglichkeit der schnellen Texteingabe: Nach wenigen getippten Zeichen erscheint eine Vorschlagsliste mit Begriffen, die gemeint sein könnten. Passt einer davon, lässt man das angefangene Wort per Fingertipp fertig schreiben. Einige Programme in diesem Test bieten Ähnliches. Breevy, Shortcut und Fastkeys nutzen dazu feste Wortlisten, Breevy allerdings nur englische. Deut-

sche Listen kann man sich aber an vielen Stellen im Internet besorgen und nachinstallieren.

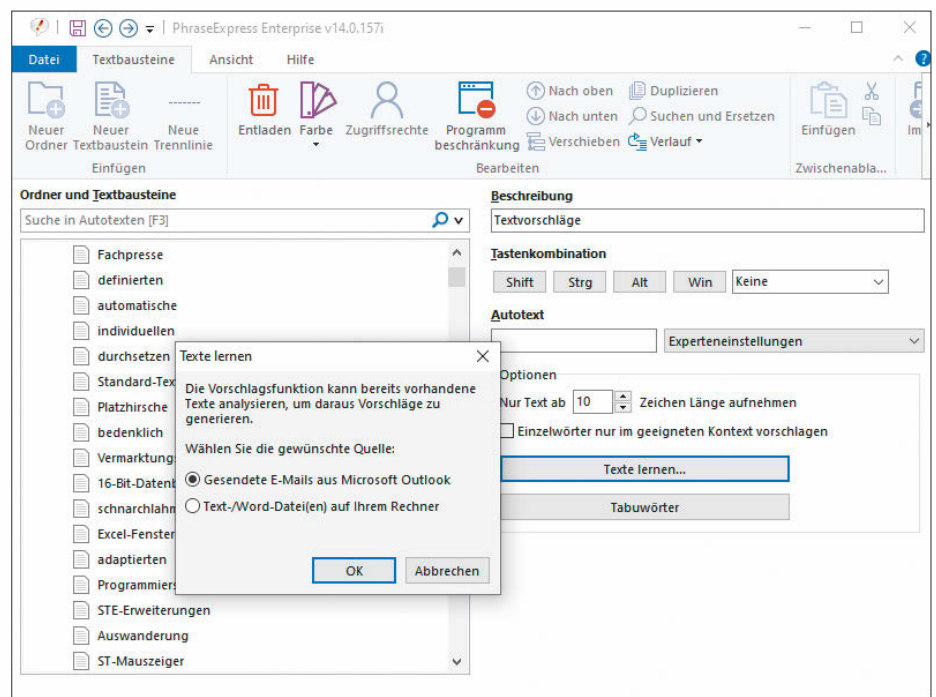
Die ausgefeilteste Wortvorschlagsfunktion steckt in PhraseExpress. Anfangs ist dessen Wortliste noch leer, sie füllt sich selbstständig durch eine Analyse häufig getippter Begriffe. Zusätzlich kann das Programm beliebige gespeicherte Texte sowie in der Vergangenheit gesendete Outlook-Mails analysieren und so eine Art persönlichen Wortstamm aufbauen. Zudem lassen sich auch hier Wortlisten aus dem Internet nachladen. Shortcut schlägt zudem Folgewörter anhand zuletzt eingegebener Begriffe vor. Wir schalteten die jeweiligen Vorschlagsfunktionen in den Programmen aber schnell ab. Es kann nämlich sehr nerven, wenn dauernd Listen mit Wortvorschlägen aufpoppen, Teile des Bildschirms verdecken und den Schreibfluss stören. Einen sinnvollen Nutzen dieser Funktion können wir uns jedoch in Verbindung mit handgepflegten Listen vorstellen, die nur ausgewählte Begriffe enthalten, etwa komplizierte Fachausdrücke für Mediziner.

Textbaustein-Tools erleichtern auch zum Beispiel die Eingabe von Sonderzeichen, die nicht direkt über die Tastatur zugänglich sind. So könnte man etwa fran-

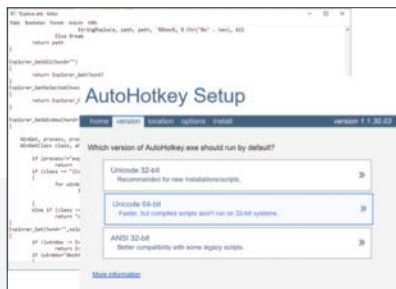
zösische Anführungszeichen (Guillemet oder Chevron, „»«“) durch die Eingabe von „<<“ oder „>>“ automatisch erzeugen lassen. Abseits von „mfg“ und „sgdh“ fallen einem bald immer mehr nützliche Anwendungsmöglichkeiten ein – auch über Geschäftskorrespondenz und E-Mails hinaus.

## Die Kür: Felder, Variablen, Makros

Alle Programme im Test bieten weit mehr als das schnelle Einfügen von Begriffen. Sie erlauben zum Beispiel die Nutzung von Variablen und Feldern, etwa für das aktuelle Datum, mit der sie idealerweise auch gleich rechnen können. So lässt sich ein Rechnungsformular um eine Floskel mit einem automatisch berechneten Zahlungsziel ergänzen. Interaktive Elemente fragen bestimmte Eingaben beim Einfügen des Textbausteins ab, etwa einen Namen oder einen Wert, mit dem gerechnet werden soll. Sehr hilfreich kann auch eine gezielte Cursorpositionierung nach dem Einfügen sein. Wer etwa im HTML-Editor einen Link eingeben will, möchte nicht nur den kompletten „<a href...“-Ausdruck einfügen lassen, sondern den Cursor anschließend automatisch zwischen die Anführungszeichen platzieren.



PhraseExpress kann vorhandene Textdateien analysieren und so eine personalisierte Wortliste für die Wortvorschlagsfunktion erstellen. Eine Mindestzeichenanzahl verhindert das ständige Aufpoppen für kurze Standardwörter wie „der“ oder „in“.



## AutoHotkey

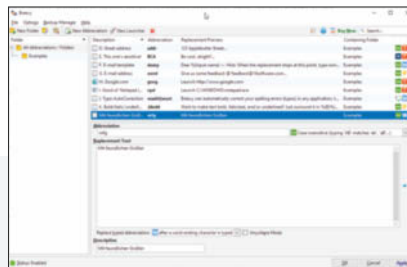
Das kostenlose AutoHotkey fällt etwas aus dem Rahmen des Testfeldes. Die Funktionen des Tools gehen – anders als sein Name suggeriert – weit über das Einfügen von Textbausteinen hinaus. Vielmehr steckt in dem Programm eine umfangreiche Makrosprache, die sich nicht nur für Automatisierungsaufgaben, sondern sogar zum Entwickeln komplexer Programme eignet. Dazu muss man bereit sein, die zugehörige Sprache zu lernen, wobei zumindest Grundkenntnisse in Aufbau und Kontrollstrukturen einer Programmiersprache hilfreich sind. Für das Einsetzen von Textbausteinen per Hotkey oder Abkürzung sind zwar nur sehr wenige Befehle zu lernen. Jedoch erfolgt die Konfiguration und Verwaltung der Makros nicht über eine Bedienoberfläche. Vielmehr sind mit einem Texteditor Skripte zu schreiben und in den Speicher zu laden – etwa über den Autostart-Ordner von Windows. Um zum Beispiel die Abkürzung „mfg“ durch „Sehr geehrte Damen und Herren,“ zu ersetzen, ist folgende Zeile im Skript nötig:

```
::sgdh::Mit freundlichen Grüßen
```

Theoretisch könnte man jeden Textbaustein in eine eigene Datei legen und diese bei Bedarf laden. Sinnvollerweise fasst man aber alle benötigten oder thematisch zusammengehörenden Einträge in einer Datei zusammen. Zudem gibt es einen AutoHotkey-Compiler, der aus Skripten ausführbare Programme erzeugt.

Dank einer großen Community finden sich viele Programmieranleitungen, Tipps und fertige Scripts im Netz.

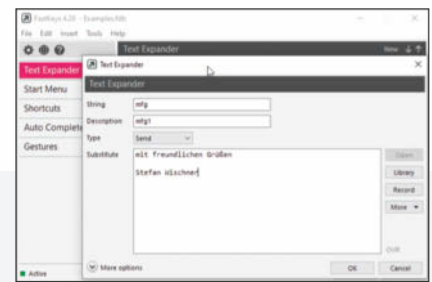
- 👆 gewaltiger Funktionsumfang
- 👇 umständliche Bedienung
- 👇 hoher Einarbeitungsaufwand



## Breevy

Das ausschließlich englischsprachige Breevy hat schon ein wenig Staub angesetzt; die aktuelle Version ist drei Jahre alt und auf der Webseite des Autors ist es verärgert ruhig. Das Tool machte im Test unter dem aktuellen Windows 10 aber keinerlei Probleme. Breevy ist ein reiner Text Expander, ersetzt also in Autokorrektur-Manier Abkürzungen oder Kurzbezeichnungen gegen längere Inhalte. Das dürfen nicht nur Texte beliebiger Länge sein, sondern auch Startbefehle für externe Programme oder Webseiten-URLs. Auch einige raffiniertere Funktionen sind enthalten, etwa die Platzierung des Cursors an einer definierten Stelle nach dem Einfügen des Textbausteins oder Datumsfelder mit Rechenfunktion. Jedoch fehlt sowohl die Möglichkeit, anstelle von Kurztexten wählbare Tastenkombinationen zu verwenden, als auch eine Wortvorschlags-Funktion. Auch die Textbausteinverwaltung ist eher rudimentär. Größere Sammlungen lassen sich zwar in Ordnern organisieren und mit einer speziellen Tastenkombination als Liste beim Schreiben einblenden. Allerdings erfordert die Auswahl eines Bausteins das umständliche Blättern per Maus oder Cursorstasten. Eine Suchfunktion gibt es nicht, sodass der Umgang mit größeren Textbausteinsammlungen schnell mühsam wird. Trotz – oder vielleicht gerade wegen – des geringen Funktionsumfangs ist Breevy ein echter Tipp für jeden, der ein einfaches und schnell zu lernendes Textbaustein-Tool sucht. Die vom Hersteller verlangten 35 US-Dollar empfinden wir allerdings angesichts des Gebotenen als deutlich zu teuer.

- 👆 kompakt und einfach zu nutzen
- 👇 keine Bausteine per Shortcut
- 👇 teuer



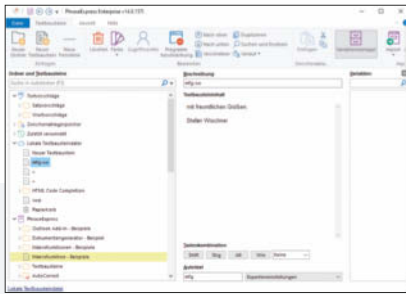
## Fastkeys

AutoHotkey auf Steroiden – so könnte man Fastkeys bezeichnen. Das knapp 20 US-Dollar teure Programm basiert nicht nur auf dem kostenlosen Automatisierungstool, sondern wurde in großen Teilen in dessen Makrosprache geschrieben. Daher kann es alle AutoHotkey-Skripte ausführen und erlaubt das Erstellen von eigenen Programmen mit dem kompletten Befehls- und Funktionsumfang von AutoHotkey. Eine zusätzliche Bedienoberfläche erlaubt es, auch ohne Kenntnis der Skriptsprache viele Funktionen zu nutzen.

Per Tastenkürzel, Kurzbefehlen oder aus einer Liste aufrufbare Textbausteine lassen sich komfortabel in Dialogen konfigurieren und verwalten. Auch weitergehende Funktionen wie zum Beispiel die Autovervollständigung oder Gestensteuerung sind ohne Kenntnisse der Skriptsprache nutzbar. Dabei lernt man quasi nebenbei schon einige Befehle, weil alles sichtbar in der regulären AutoHotkey-Syntax in einem Editorfenster landet. Das sollte man auch, denn in einigen Fällen hilft es, etwas „in AutoHotkey zu denken“. Die Einstellungsdialoge sind eher Skriptbaukästen mit wenig klickbaren Optionen. Nicht immer kommt man sofort darauf, dass man einen passenden Makrobefehl aus einer der Listen suchen muss. Die Oberfläche ist zwar wahlweise auf Deutsch; die Lokalisierung ist aber nur halbherzig umgesetzt. Die Hilfefunktion und alle Beispiel-Textbausteine bleiben auf Englisch. Fastkeys ist das bessere AutoHotkey für jeden, der zwar dessen riesigen Funktionsumfang schätzt, sich aber zumindest nicht sofort mit der Makrosprache beschäftigen will.

- 👆 voll kompatibel zu AutoHotkey
- 👆 verständliche Bedienoberfläche
- 👆 ohne Makrokenntnisse nutzbar



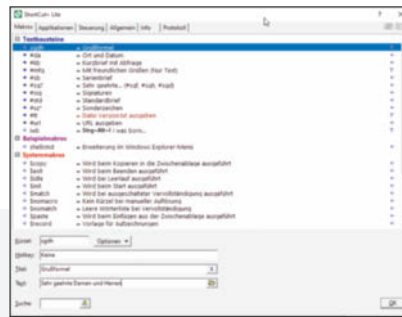


## PhraseExpress

PhraseExpress vom deutschen Unternehmen Bartels Media ist so etwas wie das Urgestein der Textbaustein-Programme und stellt in Sachen Funktionsumfang die Referenz dar. Nur die Skript-basierten Tools AutoHotkey und Fastkeys sind noch flexibler. Im Vergleich dazu ist die Lernkurve bei PhraseExpress aber viel flacher. Auch viele der Funktionen, die über einfache Textbausteine hinausgehen, lassen sich aus Auswahllisten zusammenklicken und erfordern keinerlei Programmierkenntnisse. Das gilt zum Beispiel für den ab der Pro-Version enthaltenen Dokumentengenerator mit interaktiv ausfüllbaren Feldern, Datumsauswahl und Rechenfunktionen. Eine recht einfach zu erlernende Makrosprache mit Schleifen, Bedingungen und Variablen gibt es aber auch. Sie erlaubt weitergehende Automatisierungen.

PhraseExpress bietet zudem eine intelligente Autovervollständigen-Funktion: Die Wortliste erweitert sich automatisch um häufig verwendete Begriffe. Die durchdachte Oberfläche mit Office-ähnlichen Ribbon-Symbolleisten macht den Einstieg leicht. Apropos Office: Phrase Express importiert auf Wunsch vorhandene Autokorrektur- und Autotextlisten aus MS Word. Für Übersicht sorgt eine frei definierbare Ordnerstruktur mit optionalen Farbkodierungen. Der größte Wermutstropfen von PhraseExpress ist der hohe Preis. Die Standard-Version kostet als Einzelnutzerlizenz rund 50 Euro, die leistungsfähigere Pro-Version das Doppelte. Den vollen Funktionsumfang inklusive Multiuser-Fähigkeit per MS SQL-Server liefert erst die 190 Euro teure Enterprise-Version.

- 👉 sehr großer Funktionsumfang
- 👉 übersichtliche Verwaltung
- 👎 teuer

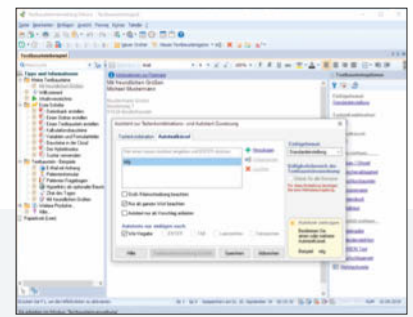


## Shortcut

Das schon etwas ältere Programm Shortcut vom deutschen Programmierer Andreas Viebke hat zwei Seiten: Einerseits handelt es sich um ein schlankes, einfach zu nutzendes Textbaustein-Tool mit schnell begreifbarer Oberfläche. Es erlaubt das Einfügen von Textbausteinen und Phrasen via Abkürzung, Tastatur-Shortcut oder Auto-Vervollständigen. Etwas irritierend ist nur, dass das alles unter dem Begriff „Makros“ läuft – ein Verweis auf das zweite Gesicht des Programms: Für weitergehende Funktionen ist eine leistungsfähige Skriptsprache namens „Tyscript“ integriert, die laut Autor von TCL und Object Pascal inspiriert ist. In der ausführlichen Hilfsdatei sind zwar alle rund 200 Befehle und Funktionen mit Beispiel-Codeschnipseln beschrieben und die Beispielmakros mit Kommentaren versehen. Mangels einer echten Schritt-für-Schritt-Einführung werden sich Einsteiger ohne Programmierkenntnisse dennoch etwas schwertun.

Wer sich die Mühe macht, sich in die Skriptsprache reinzufuchsen, bekommt ein sehr flexibles Automatisierungstool mit Funktionen wie Datumsberechnung, interaktiven Dialogen bis hin zur komplexen Formularerzeugung. Aber auch, wer lediglich Textbausteine wie in der Autokorrektur von Office-Programmen nutzen will, ist mit Shortcut gut beraten. Schön wäre nur, wenn dieser Teil des rund 26 Euro teuren Programms kostenlos wäre. Es gibt zwar eine kostenlose Lite-Version. Die beschränkt die Nutzung aber auf maximal 15 Makros oder Textbausteine in höchstens fünf verschiedenen Anwendungen.

- 👉 verständliche Bedienoberfläche
- 👉 mächtige Makrosprache
- 👎 steile Lernkurve



## Textbausteinverwaltung Deluxe

Das Programm von JB-Software ist Bestandteil der kostenpflichtigen Wissensdatenbank MemoMaster, lässt sich aber als eigenständiges Tool kostenlos herunterladen – auch für gewerbliche Nutzung. Der Download beim Hersteller erfordert die Angabe einer E-Mailadresse, man bekommt das Programm aber auch ohne Preisgabe von Kontaktdaten auf Portalen wie heise Download.

Die an sich verständliche Benutzeroberfläche kann anfangs etwas verwirren, denn sie zeigt das gesamte MemoMaster-Programm. Das lässt sich 30 Tage lang zusätzlich ausprobieren und erweitert auch das Textbaustein-Modul um einige Funktionen. Textbausteine lassen sich per Abkürzung, Tastenkombination oder aus einer Liste einfügen. Letztere steckt in einem ausklappbaren Fenster, das etwas störend in jedem Programm am oberen Bildschirmrand steht. Der Zugriff auf diese Liste und die Suchfunktion per Tastenkombination wollte im Test nicht klappen, was den häufigen Griff zur Maus nötig macht.

Zwar lässt sich die Textbaustein-Funktion für eine Liste bestimmter Programme aktivieren oder komplett abschalten. Das Ausklammern bestimmter Anwendungen ist jedoch nicht möglich. Es gibt also eine Whitelist, aber keine Blacklist. Das Tool enthält zwar keine Makro- oder Skriptsprache, bietet aber eine Reihe von Feldfunktionen und Variablen wie Datum oder Benutzername. Auch interaktive Eingaben mit Textfeldern oder Multiple-Choice-Auswahlen sind möglich. Für ein Gratisprogramm ist der Funktionsumfang ordentlich.

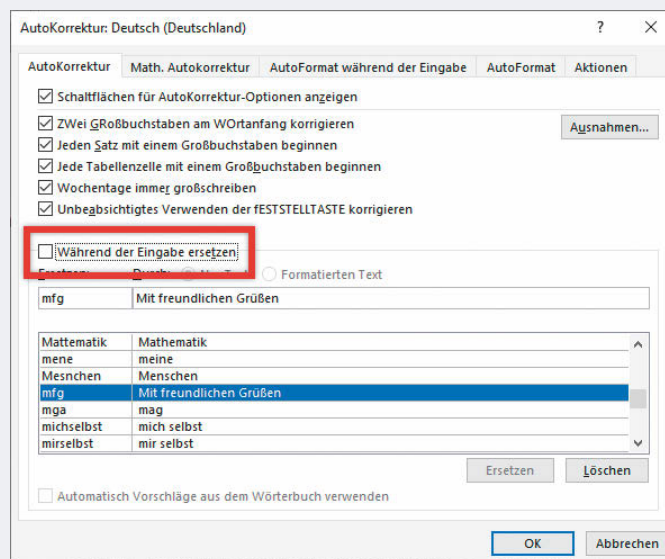
- 👉 solider Funktionsumfang
- 👉 uneingeschränkt kostenlos
- 👎 keine Makros oder Skriptsprache

## Kollisionsgefahr

Alle getesteten Autotext-Tools arbeiten systemübergreifend im Hintergrund – und zwar auch in Anwendungen, die selbst eine Autotext-Funktion besitzen. Das gilt zum Beispiel für MS Office und viele Textverarbeitungen. Ist die aktiv und mit Textbausteinen bestückt, kann es leicht zu Kollisionen kommen. Konkret gibt es zwei Fallstricke: In Programmen mit eigener Autotext- oder Autokorrekturfunktion sollten keine Textbausteine (genauer: Aktivierungskürzel dafür) angelegt sein, die auch im Autotext-Tool definiert sind – oder umgekehrt. Sind beide zum Beispiel darauf eingerichtet, „mfg“ in „mit freundlichen Grüßen“ umzuwandeln, gibt das garantiert Ärger, zum Beispiel in Form doppelter Buchstaben oder abgeschnittener Texte.

Ebenfalls problematisch ist das Belegen von Tastenkombinationen durch die Tools, wenn die aktive Anwendung oder Windows dieselbe Kombi nutzt. Im Test gewann in solchen Fällen immer das Autotext-Programm und ließ die Tastenkombination nicht zur Anwendung oder zum Betriebssystem durch. Um Konflikte zu vermeiden, braucht es also Umsicht bei der Auswahl der Kurztexte oder Tas-

**Bei Nutzung eines systemweiten Autotext-Tools ist es zumeist sinnvoll, die äquivalente Funktion in Anwendungsprogrammen abzuschalten – hier der Dialog für Microsoft Word.**



tenkombinationen. Wenn es das jeweilige Tool erlaubt, kann man es auch in problematischen Programmen deaktivieren oder gezielt nur in bestimmten Anwendungen aktivieren. Alternativ können Sie auch die Autokorrektur-Funktion der jeweiligen Vordergrundanwendung stilllegen. Im aktuellen MS Office müssen Sie das für jedes Programm getrennt tun. Die

zugehörige Einstellung finden Sie bei Word, Excel und PowerPoint unter „Datei“, „Optionen“, „Dokumentprüfung“, „AutoKorrektur-Optionen...“, „Während der Eingabe ersetzen“. Bei Outlook hingegen versteckt sich der entsprechende Schalter unter „Datei“, „Optionen“, „E-Mail“, „Rechtschreibung und AutoKorrektur...“, „AutoKorrektur-Optionen...“.

In PhraseExpress geht das zum Beispiel mit dem Textbaustein „<a href=“{#cursor}“>/a>“. Auch die anderen Programme beherrschen die Cursorsteuerung. Lediglich bei Textbausteine deluxe fehlt diese Funktion.

Ebenfalls sehr praktisch: Der Zugriff auf die Windows-Zwischenablage, um deren Inhalt automatisch an beliebiger Stelle in einen Textbaustein einfügen zu lassen. Beispielsweise kann man so einen Namen in einem anderen Programm markieren, in die Zwischenablage kopieren und in der Textverarbeitung per Tastendruck oder Kürzel eine komplette persönliche Anrede floskel einsetzen. PhraseExpress installiert zudem auf Wunsch ein Outlook-AddIn, das beim Beantworten von Mails den Nutzen eines entsprechend konfigurierten Textmakros versucht, Namen und Geschlecht des Adressaten aus der Absenderadresse zu ermitteln und automatisch passende Anrede- und Grußfloskeln erstellt.

Manche Programme enthalten noch einige zusätzliche Funktionen, die nicht direkt mit Textbausteinen zu tun haben. So bietet Fastkeys beispielsweise eine konfigurierbare Mausgestensteuerung und ein optionales Startmenü, das sich mit beliebigen Programm- oder Systemaufrufen bestücken und am oberen Bildschirmrand einblenden lässt. Dazu gibt es ein Multi-Clipboard-Tool, das mehrere Einträge in der Zwischenablage hält und beim Einfügen den passenden aus einer Liste wählen lässt. Eine solche Funktion steckt auch in PhraseExpress, das zudem optional eine Übersetzungsfunktion bietet. Die ist aber kostenpflichtig und erfordert ein Konto beim hierfür genutzten Online-Dienst DeepL.

Das Nutzen erweiterter Funktionen ist bei den Programmen unterschiedlich komfortabel. Bei AutoHotkey und Shortcut muss man die entsprechenden Makrofunktionen aus der Dokumentation herausuchen. Die anderen erlauben eine

mehr oder weniger einfache Auswahl aus vorgegebenen Listen.

In allen Tools außer Breevy lassen sich die Textbaustein-Tools in bestimmten Anwendungen automatisch deaktivieren oder umgekehrt nur in ausgewählten Programmen aktivieren. Das ist besonders dann wichtig, wenn Textbausteine nicht über ein Kürzel aus mehreren Zeichen (wie „mfg“), sondern per Tastatur-Shortcut eingefügt werden. Ist dieser Shortcut bereits vom Programm im Vordergrund belegt, blockiert man die zugehörige Funktion. Die Textbausteinverwaltung deluxe bietet nur Whitelists, also eine Aktivierung in bestimmten Anwendungen, aber keinen gezielten Ausschluss problematischer Programme. In AutoHotkey und Fastkeys löst man das etwas umständlich per Makro, das die Fenster-ID abfragt.

Übrigens: Es erscheint sehr verlockend, Textbausteine für Login-Daten wie Benutzernamen und Passwörter zu ver-

wenden, schließlich funktioniert die optionale PIN-Anmeldung von Windows 10 ganz ähnlich. Nach Eingabe einer leicht zu merkenden kurzen Ziffernkombination wird das eigentliche, viel kompliziertere Passwort gesendet. Wir raten dennoch dringend davon ab, denn die meisten Tools speichern die Textbausteine nicht verschlüsselt ab. Außerdem kann jeder, der Zugang zum Rechner hat, die Kennwörter in der Oberfläche der Programme im Klartext lesen.

Die getesteten Programme laufen ausschließlich unter Windows, mit einer Ausnahme: Von PhraseExpress gibt es auch Versionen für macOS und – mit deutlich weniger Funktionen – als Apps für Android und iOS.

## Fazit

Alle Programme eignen sich prima dazu, die Eingabe von Floskeln oder komplizierten Begriffen stark zu beschleunigen. Beim darüber hinaus gehenden Funktionsumfang und beim Lernaufwand unterscheiden sie sich allerdings deutlich.

Am besten haben uns Fastkeys und PhraseExpress gefallen. Fastkeys, weil es den endlosen Möglichkeiten von AutoHotkey eine einsteigerfreundliche Benutzeroberfläche vorschaltet und sich auch ohne Lernen der Makrosprache gut nutzen lässt. PhraseExpress, weil es voller durchdachter Funktionen steckt, die sich auch erst nach und nach dazulernen lassen, wenn man sich die Zeit dafür nimmt. Beide erfordern dennoch eine gewisse

Einarbeitungszeit und einen Griff in den Geldbeutel – PhraseExpress sogar einen ziemlich tiefen.

AutoHotkey nimmt in diesem Testfeld eine Sonderstellung ein. Es ist weit mehr als ein kostenloses Textbaustein-Tool. Mit seiner mächtigen Skriptsprache erlaubt es nicht nur nahezu unbegrenzte Automatisierungen von Windows-Programmen, sondern sogar die Entwicklung eigenständiger Anwendungen. Vorausgesetzt, man überspringt die Einstiegshürden, lernt zumindest die Grundzüge der Sprache und kann mit dem Fehlen jeglicher Benutzeroberfläche leben.

(swi@ct.de) **ct**

**Textbaustein-Programme:** [ct.de/ycyz](http://ct.de/ycyz)

## Textbaustein-Tools

Programm	AutoHotkey	Breevy	Fastkeys	PhraseExpress	Shortcut	Textbausteinverwaltung deluxe
getestete Version	1.1.30.03	3.37	4.20	14.0.157i	3.6.10.0	6.0.9
Betriebssysteme	Windows 7, 8, 8.1, 10	Windows (keine Versionsangabe)	Windows 7, 8, 8.1, 10	Windows 7, 8, 8.1, 10, macOS, iOS ab 8.2, Android ab 4.1	Windows 7, 8, 8.1, 10	Windows XP, Vista, 7, 8, 8.1, 10
Hersteller	AutoHotkey Foundation LLC	16Software	Fastkeys	Bartels Media GmbH	Andreas Viebke	JBSoftware
URL	<a href="http://www.autohotkey.com">www.autohotkey.com</a>	<a href="http://www.16software.com/breevy/">www.16software.com/breevy/</a>	<a href="http://fastkeysautomation.com">fastkeysautomation.com</a>	<a href="http://www.phraseexpress.com/de/">www.phraseexpress.com/de/</a>	<a href="http://www.typer.de">www.typer.de</a>	<a href="http://www.jbsoftware.de/textbausteinverwaltung/">www.jbsoftware.de/textbausteinverwaltung/</a>
Textexpander (Auto/mit Bestätigung)	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Tastenkürzel	✓	–	✓	✓	✓	✓
Autovervollständigen / lernfähig	– / –	– / –	✓ / –	✓ / ✓	✓ / manuell	✓ / –
Organisation in Ordnern	–	✓	–	✓	–	✓
Listenauswahl / per Shortcut	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –
Tastendrucksimulation / Cursor setzen	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –
Feldfunktionen / Clipboard	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Rechnen mit Datum	✓	✓	✓	✓	✓	–
Interaktiv	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Programme ein-/aus-schließen	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –
Export und Import	✓ <sup>1</sup>	✓	✓	✓	✓	✓
Aus MS Word	–	Autokorrektur	–	Autokorrektur, Autotext	–	–
Netzwerk	✓ <sup>1</sup>	nur Dropbox, OneDrive u.Ä.	✓	✓ <sup>3</sup>	✓	✓
Makrosprache	✓	–	✓	✓	✓	–
Makrorekorder	–	–	✓	✓ <sup>4</sup>	✓	–
Programme / URLs starten	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Sonstiges	komplexe Automatisierungen durch Skriptsprache		AutoHotkey-kompatibel, Mausgesten	Übersetzungen via DeepL <sup>2</sup> , auch für iOS und Android		Testversion von MemoMaster enthalten
Preis	kostenlos	34,95 US-\$	19 US-\$	49,95 € (Standard), 99,95 € (Pro), 189 € (Enterprise)	kostenlos (eingeschränkte Lite-Version), 25,95 € (einzeln), günstigere Multi-Lizenzen	kostenlos
Demo verfügbar	–	30 Tage	30 Tage	30 Tage	–	–
<b>Bewertung</b>						
Funktionsumfang	⊕⊕	○	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕
Bedienung	⊖	⊕	⊕	⊕	○	○
Verwaltung	⊖	○	⊕	⊕⊕	○	○
<sup>1</sup> Skript-Dateien <sup>2</sup> kostenpflichtiger DeepL Pro Account mit API-Key erforderlich <sup>3</sup> Textbausteindatei oder SQL-Datenbank mit Server-Modul <sup>4</sup> separat zu kaufendes Programm ⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden    k. A. keine Angabe						





# Die c't-Sicherheits-Checkliste 2020

## Einfache Strategien für mehr Sicherheit

**Für Ihre Sicherheit können Sie beliebig viel Zeit investieren – müssen Sie aber nicht. Mit den richtigen Handgriffen können Sie Rechner, Smartphones, Router & Co. leicht vor den größten Cyber-Gefahren schützen.**

**Von Ronald Eikenberg**

**S**ie haben es wahrscheinlich schon entdeckt: Die aktuelle c't hat Verstärkung mitgebracht. Bei dem Büchlein handelt es sich um die aktualisierte Auflage unserer

begehrten Sicherheits-Checklisten, die schon vielen Menschen dabei geholfen haben, ihr digitales Leben abzusichern. Die Checklisten enthalten die wichtigsten Handgriffe, um Smartphones, Rechner, Online-Accounts & Co. vor den größten Bedrohungen zu schützen. In maximal fünf Schritten sind Sie auf der sicheren Seite.

### **Aktuell und sicher**

Einige Handlungsempfehlungen ziehen sich wie ein roter Faden durch unsere Sicherheits-Checklisten. So geht es etwa immer wieder um Updates. Mit den Aktualisierungen beheben die Hersteller nicht nur nervige Bugs, sie kümmern sich oft auch um Schwachstellen, die im Laufe

der Zeit bekannt geworden sind. Ergo sollten Sie sicherstellen, dass alles auf dem aktuellen Stand ist – ganz gleich, ob es ums Betriebssystem, nachinstallierte Software wie Browser und Office oder die Firmware des Routers geht. Brenzlich wird es übrigens für Nutzer von Windows 7: Diese Windows-Version wird ab dem 14. Januar 2020 keine Sicherheits-Updates von Microsoft mehr erhalten. Noch ältere Versionen wie XP oder Vista bekommen schon jetzt keine Updates mehr. Wenn Ihr Betriebssystem nicht mehr mit Patches versorgt wird, dann sollten Sie auf eine neuere Version umsteigen, zum Beispiel auf das aktuelle Windows 10 oder ein Linux.

Vierorts werden die Updates inzwischen automatisch installiert, allzu oft muss man allerdings nachhelfen. Wenn es einen Auto-Updater gibt, sollten Sie überprüfen, ob dieser wie erwartet funktioniert oder nicht doch mal wieder klemmt. Bei Geräten und Software ohne diese nützliche Funktion sollten Sie in regelmäßigen Abständen auf der Website des Herstellers schauen, ob ein Update zum Download bereitsteht und dieses gegebenenfalls einspielen – dies gilt insbesondere für Geräte wie Router, die mit dem Internet verbunden oder sogar aus dem Internet erreichbar sind.

## Kein Backup, kein Mitleid

Wir können es nicht oft genug wiederholen: Legen Sie Backup-Kopien aller Dateien an, auf die Sie nicht verzichten möchten. Stellen Sie sich vor, die Festplatte Ihres Rechners oder Ihr Smartphone würde von jetzt auf gleich den Geist aufgeben oder ein Erpressungs-Trojaner würde zuschlagen. Welche Dateien sind unersetzlich und welche würden Sie schmerzlich vermissen? Diese Dateien sind das Mindeste, wovon Sie ein Backup besitzen sollten. Es ist ganz gleich, ob Sie Ihre wichtigen Daten in der Cloud, auf einem USB-Stick, einer DVD oder auf einem NAS speichern – jedes Backup ist besser als kein Backup. Wenn Sie auf Nummer sicher gehen wollen, befolgen Sie die einprägsame 3-2-1 Regel: 3 Kopien auf 2 unterschiedlichen Datenträgertypen und 1 davon außer Haus. Da das Original bereits als eine Kopie gilt, benötigen Sie nur noch zwei weitere.

Eine können Sie zum Beispiel auf einer USB-Platte speichern, eine weitere in der Cloud. Damit hätten Sie alle Punkte erfüllt. Die unterschiedlichen Speichertypen empfiehlt man, um Ausfallserscheinungen aufzufangen: Wenn Sie etwa zwei identische DVD-Rohlinge oder Festplatten nutzen, dann ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass diese zu einem ähnlichen Zeitpunkt das Zeitliche segnen. Die Kopie außer Haus lernen Sie zu schätzen, falls es mal brennt oder die Bude unter Wasser steht. Falls Sie Ihre Daten mehrere Jahre speichern möchten, sollten Sie von Flash-Speichern wie USB-Sticks, SSDs und Speicherkarten Abstand nehmen, da diese nach einiger Zeit ohne Strom zur Vergesslichkeit neigen.

## Immer wieder Passwörter

Auch Passwörter sind ein Dauerbrenner – nicht nur in den Sicherheits-Checklisten,

sondern allgemein in der c't. Und das nicht ohne Grund: Datenleaks beweisen immer wieder, dass viele Menschen nach wie vor leicht zu erratende Kennwörter wählen oder gar für mehrere Dienste das gleiche Passwort wählen. Letzteres ist für Cyber-Ganoven der Jackpot. Denn sie probieren geklaute Passwörter routinemäßig bei vielen Diensten aus, in der Hoffnung, dass ein Nutzer so bequem war, es auch an anderen Stellen einzusetzen. Mit diesem Generalschlüssel steht dem Angreifer oft die gesamte digitale Identität seines Opfers offen und der Schaden ist entsprechend groß. Erliegen Sie also nicht der Versuchung, Ihre Passwörter zu recyceln, wenn Ihnen Ihre Accounts etwas wert sind.

Langfristig können Sie durch das FIDO2-Verfahren bei vielen großen Diensten auf das Passwort verzichten. Sie legen dann nur noch den Finger auf einen speziellen USB-Stick oder den Fingerabdruckscanner Ihres Smartphones und sind sicher eingeloggt (siehe c't 18/2019, S. 16). Bis es soweit ist, müssen Sie sich jedoch noch mit dem guten alten Passwortverfahren arrangieren. Wenn Sie nicht zu den Gedächtniskünstlern zählen, die sich alle Passwörter merken können, dann nutzen Sie Zettel und Stift. Den Zettel bewahren Sie an einem sicheren Ort auf, etwa im Portemonnaie oder im Tresor. Es hat bislang noch kein Trojaner geschafft, dort reinzugreifen. Komfortabler geht die Passwort-Verwaltung mit einem Passwort-Manager wie KeePass oder LastPass von der Hand. Die Helferlein speichern Ihre wertvollen Passwörter in einem ver-



**Stellen Sie sicher, dass alle verfügbaren Updates installiert sind – ganz gleich, ob es um PC, Smartphone oder Router geht.**

schlüsselten Container, der mit einem Master-Passwort geschützt ist. Auf Knopfdruck generiert ein Passwort-Manager zudem sichere Kennwörter, die Sie sich zwar nicht mehr merken können, aber auch gar nicht mehr merken müssen. Viele Passwort-Manager können den verschlüsselten Container auch auf Wunsch geräteübergreifend synchronisieren.

Wenn Sie sich selbst Kennwörter ausdenken, dann achten Sie lieber auf die Länge als auf den Einsatz möglichst vieler exotischer Sonderzeichen. So sind die Kennwörter nicht nur leichter einzutippen, sondern auch schwerer zu knacken. Denn je länger ein Passwort ist, desto länger beißt sich ein Angreifer die Zähne daran aus. Das gilt insbesondere bei der

## Teilen erwünscht!

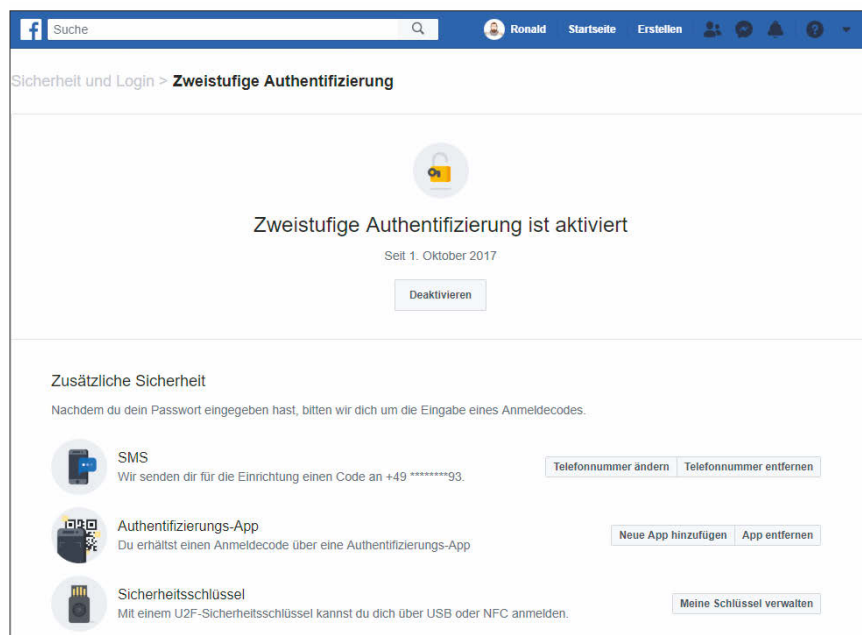
Das beiliegende Booklet haben wir bewusst so verfasst, dass es jeder versteht. Sie sind also eingeladen, es mit Familie, Freunden und Kollegen zu teilen. Falls Sie sich nicht von Ihrem Exemplar trennen mögen, können Sie es unter [ct.de/check2020](https://ct.de/check2020) auch einzeln nachbestellen und gratis als PDF herunterladen. Geben Sie diesen Link gerne weiter!

Sie erhöhen damit die Wahrscheinlichkeit, dass Ihr Umfeld die grundlegenden



Schutzempfehlungen umsetzt – und Sie seltener ausrücken müssen, um verseuchte Rechner zu desinfizieren oder gehackte Accounts zurückzuerobieren. Das Zauberwort heißt Awareness: Es geht dabei darum, das Grundwissen über die wichtigsten Schutzmechanismen und die größten Bedrohungen möglichst breit zu streuen.

Tragen Sie Ihren Teil dazu bei, indem Sie die Sicherheits-Checklisten weitergeben.



Wenn Sie die Zwei-Faktor-Authentifizierung einschalten, schauen Hacker in die Röhre.

Verschlüsselung von Dateien und Festplatten; je länger Ihr Verschlüsselungs-Passwort ist, desto mehr Zeit geht fürs Knacken drauf.

## Zwei Faktoren für die Sicherheit

Die Zwei-Faktor-Authentifizierung (2FA) ist ein Segen: Sie schützt Ihre Online-Accounts effektiv vor Online-Ganoven jeglicher Art. Schalten Sie diese Schutzfunktion wo immer möglich ein. Das klappt etwa bei vielen großen Online-Diensten wie Google, Facebook und GMX. Eine Übersicht der Dienste, bei denen Sie 2FA einschalten können, finden Sie unter [ct.de/check2020](https://ct.de/check2020). Ist die Schutzfunktion aktiv, dann ist zum Einloggen neben dem Passwort ein einmalig gültiger Code nötig, den Ihnen der Dienst zum Beispiel per SMS zuschickt. In vielen Fällen können Sie diesen Code auch selbst mit einer App wie dem Google Authenticator generieren. Manchmal genügt es sogar, eine Push-Nachricht auf dem Smartphone zu bestätigen. Entscheidend ist, dass Sie eine Aktion ausführen müssen, die ein Cyber-Gauner nicht ausführen kann. Dieser kann zwar Ihre Zugangsdaten entwenden und damit einen Login-Versuch unternehmen. Er kann jedoch nicht Ihr Handy greifen, um an den 2FA-Code zu gelangen. Mit der 2FA sind Ihre Accounts also selbst dann geschützt, wenn der Angreifer Ihren Nutzernamen und Ihr Passwort kennt.

In vielen Fällen können Sie die Schutzfunktion so einstellen, dass sie nur beim ersten Login auf einem Gerät nach dem Code fragt. Wenn Sie Ihren Rechner, Ihr Smartphone oder Tablet also einmalig per 2FA authentifiziert haben, gilt es dann als vertrauenswürdig und der Code ist dort nicht mehr gefragt. Dadurch bemerken Sie im Alltag nicht mal, dass der Schutz aktiv ist. Sie können das Schutzniveau weiter erhöhen, indem Sie einen FIDO2- oder U2F-Sicherheitsschlüssel als zweiten Faktor mit dem Account verknüpfen. Diese Geräte haben meist den Formfaktor eines USB-Sticks und kosten rund 20 Euro. Ist ein Online-Account mit einem solchen Schlüssel verknüpft, können Sie sich nur noch einloggen, wenn der Schlüssel mit dem Rechner verbunden ist. So wehren Sie Angriffe mit entwendeten Zugangsdaten effektiv ab.

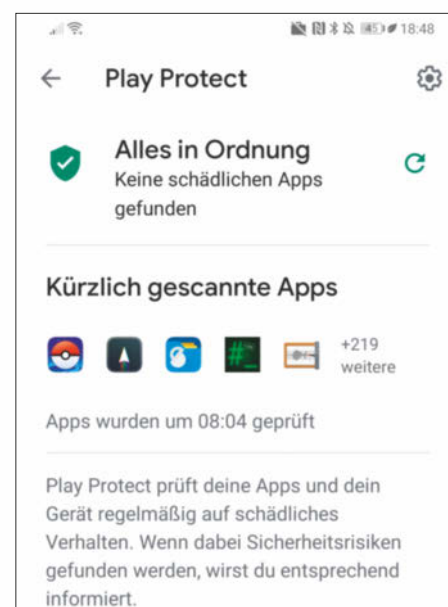
## Virenschutz tut not, aber

Sie wundern sich vielleicht, warum das Thema Virenschutz so spät Erwähnung findet. Das liegt daran, dass es zwar nach wie vor wichtig ist, jedoch an Bedeutung verloren hat. Denn das wichtigste Ziel der Schädlinge – richtig, Microsoft Windows – kümmert sich inzwischen selbst um die Virenabwehr. Und das gar nicht mal schlecht: Der Windows Defender, der seit Windows 8 vorinstalliert ist, hat sich vom Rohrkrepierer zum zuverlässigen Virenschutzprogramm gemausert. In den Ana-

lysen unabhängiger Prüfinstitute ist der Defender in letzter Zeit regelmäßig vorn dabei. Wer gut geschützt sein will, muss also nicht länger einen Virenschanner nachinstallieren.

Sie sollten jedoch überprüfen, ob der mitgelieferte Schutz aktiv ist und mit aktuellen Virensignaturen versorgt wird. Haben Sie einen vorkonfigurierten Windows-Rechner gekauft, ist darauf möglicherweise die Testversion eines Virenjägers installiert, die nach einiger Zeit abläuft. Stellen Sie sicher, dass der Windows Defender im Anschluss den Betrieb aufnimmt. Sie finden den Virenwächter durch eine Startmenü-Suche nach „Windows-Sicherheit“. Auch macOS bringt einen rudimentären Virenschutz mit. Da es ohnehin nur wenige Schädlinge gibt, die es auf das Apple-Betriebssystem abgesehen haben, brauchen Sie nichts mehr zu unternehmen. Bei Linux sind vor allem die Server gefährdet, die aus dem Internet erreichbar sind. Wenn Sie einen solchen betreiben, sollten Sie Betriebssystem und Anwendungen immer auf dem aktuellen Patch-Stand halten, um Online-Schurken keine Angriffsfläche in Form von Sicherheitslücken zu bieten.

Bei den Smartphone-Betriebssystemen ist insbesondere Android gefährdet und auch hier ist inzwischen mit Google Play Protect ein Virenschutz an Bord. Wer sich von dubiosen Download-Quellen fernhält und die Apps ausschließlich über Google Play installiert, hat wenig zu be-



**Virenschutz frei Haus: Auch Android bringt inzwischen einen Virenschanner namens Play Protect mit.**



fürchten. iOS wird kaum attackiert, weil es die Angreifer hier besonders schwer haben – Apples mobiles Betriebssystem führt nur Apps aus, die zuvor von Apple untersucht und für ungefährlich befunden wurden. Auch hier können Sie sich einen Virenschutz sparen.

Beim Surfen schützt Sie ein Skriptblocker vor Schadcode und aufdringlichen Anzeigen. Sie können zum Beispiel zu uBlock Origin greifen (siehe [ct.de/check2020](http://ct.de/check2020)), der als Erweiterung für alle wichtigen Browser angeboten wird.

## Die gesunde Portion Skepsis

Selbst wenn Sie alle technischen Maßnahmen umgesetzt haben, um Rechner, Smartphone, Accounts & Co. vor üblen Gestalten zu schützen, gibt es immer noch eine Schwachstelle. Und das sind Sie. Wer sich allzu leichtfertig durch das Netz bewegt, der ist leichte Beute für Online-Gauner. Die Angriffe erfolgen zumeist über E-Mails – hier ist also besonders viel Vorsicht geboten. Begegnen Sie eingehenden Mails mit einer gesunden Portion Skepsis. Selbst wenn eine Nachricht anscheinend von einer Person kommt, die Sie kennen, muss das noch lange nicht so sein, da sich der Absender leicht fälschen lässt. Wenn Ihnen etwas seltsam vorkommt, dann fragen Sie beim Absender über einen anderen Kommunikationsweg nach (zum Beispiel per Telefon), ehe Sie den Aufforderungen in der Nachricht nachkommen und auf einen Link oder Anhang klicken. In Dateianhängen lauern oft Schädlinge, das gilt insbesondere für ausführbare Dateitypen wie .EXE, .BAT, .CMD, .JAR oder auch Skriptformate wie .VB, .VBS, .PSC1 oder .WSF. Die Schädlinge können sich auch in Dateiarchiven (wie .ZIP) verstecken. Ein hohes Gefahrenpotenzial geht von Office-Dokumenten aus. Aktivieren Sie auf keinen Fall Makrocode in solchen Dateien, sofern Sie sich nicht absolut sicher sind, dass alles mit rechten Dingen zugeht. Der Absender einer Virenmail wird versuchen, Ihre Neugier zu wecken und Sie damit zum Öffnen des Anhangs zu motivieren. Gängige Maschen sind etwa gefälschte Rechnungsmails oder vermeintliche Bewerbungsschreiben.

Hinter Links in Mails lauern oft Phishing-Seiten, die es auf Ihre Zugangsdaten abgesehen haben. Fahren Sie vor dem Anklicken eines Links mit der Maus darüber und überprüfen Sie unten im Fenster, welche Adresse sich tatsächlich dahinter verbirgt. Häufig werden solche Phishing-

**Phishing- und Virenmails sind mit bloßem Auge kaum von ungefährlichen Mails zu unterscheiden.**



Mails im Namen von Banken oder Zahlungsdienstleistern wie PayPal verschickt. Oft setzen die Online-Gauner auch große Mail-Provider als Absender ein. Teilweise geben sie vor, dass die Mail von den Admins Ihres Arbeitgebers stammt. Die Absender behaupten dann etwa, dass der verfügbare Speicherplatz für das Mail-Postfach aufgebraucht sei und man sich daher dringend einloggen müsste, um weiter Mails empfangen zu können. Fallen Sie nicht darauf rein.

## Was sonst noch zählt

Mit den oben beschriebenen allgemeingültigen Tipps sind Sie vor den häufigsten Online-Attacken geschützt. Doch nicht nur im Netz lauern Gefahren, manchmal ist der Angreifer auch ganz in Ihrer Nähe und nutzt zum Beispiel WLAN, um auf Ihre Systeme zuzugreifen. Am wichtigsten ist, dass Sie Ihr eigenes WLAN gut schützen. Nutzen Sie ein individuelles, langes WLAN-Passwort, um Unbefugte aus dem lokalen Netz fernzuhalten. Stellen Sie darüber hinaus regelmäßig sicher, dass die Router-Firmware auf dem aktuellen Stand ist und deaktivieren Sie die Komfortfunktion WPS. Diese war in der Vergangenheit bei vielen Router-Modellen von Sicherheitslücken betroffen. Außerdem kann sich über WPS jeder Zugriff auf Ihr Netz verschaffen, der an Ihren Router kommt – ein Knopfdruck genügt (WPS Push Button).

Richten Sie ein Gastnetz für Personen ein, die nur vorübergehend auf Ihr Netz zugreifen sollen. Ein angenehmer Nebeneffekt ist, dass Sie die Gäste damit auch aus Ihrem privaten Heimnetz und von den daran angeschlossenen Geräten wie Netzwerkspeichern (NAS) fernhalten können. Dort können Sie auch vernetzte IoT-Ge-

räte betreiben, die unbedingt ins Internet wollen – etwa die sprachgesteuerte Schaltsteckdose aus Fernost.

Falls Sie unterwegs in fremden Netzen surfen, dann nutzen Sie so viele Dienste wie möglich verschlüsselt – etwa, indem Sie die HTTPS-Version ansteuern. Die beste Lösung ist ein VPN Zugang, da darüber sämtlicher Datenverkehr verschlüsselt wird. Wenn zum Verbindungsaufbau mit einem Netz kein Passwort nötig ist, wie es etwa bei vielen Hotspots der Fall ist, werden nämlich sämtliche Daten im Klartext an den Router geschickt. Jeder in Funkreichweite kann diese Datenpakete aufzeichnen und mitleesen. Nutzen Sie im Zweifel lieber Ihre Mobilfunkverbindung, um unterwegs aufs Internet zuzugreifen. Die lässt sich nicht ohne weiteres anzapfen.

Last, but not least sollten Sie davor gewappnet sein, dass eine unbefugte Person versucht, direkt auf Ihr Smartphone, Tablet oder Ihren Rechner zuzugreifen. Setzen Sie also eine Bildschirmsperre mit Passcode – im Idealfall eine PIN mit mindestens 6 Zeichen oder ein Passwort. Zum Entsperren können Sie Fingerabdruck oder Gesichtsscan nutzen.

Natürlich können wir in einem Artikel wie diesem nur die nötigsten Tipps unterbringen. Zu allen Themen finden Sie tiefer schürfende Artikel in älteren c't-Ausgaben. Eine Auswahl haben wir unter [ct.de/check2020](http://ct.de/check2020) zusammengestellt. Weitere konkrete Tipps liefert Ihnen unser Booklet, das dieser c't-Ausgabe beiliegt. Sollte es fehlen, können Sie es kostenlos unter [ct.de/check2020](http://ct.de/check2020) als PDF herunterladen. (rei@ct.de) **ct**

**Booklet, weitere Tipps und Artikel:**  
[ct.de/check2020](http://ct.de/check2020)



# Aufnahme läuft!

## So klappt Audio-Recording mit bezahlbaren Mitteln

**Ob Jazzband, Feierabend-Rocker, Gospel-Chor oder Gitarren-Ensemble: Die Idee, ein gelungenes Musikstück oder ein Konzert aufzunehmen, ist nicht ganz so einfach umgesetzt, wie sie entstanden ist. Tipps und Tricks, wie man klangliche Kreativität in Top-Qualität speichert.**

**Von Ulrich Hilgefort**

**M**al eben ein Notebook mit einem (Stereo-)Mikrofon koppeln, das Ganze auf einen Stuhl gepackt und – schon gehts los. Doch die Enttäuschung beim Anhören solcher Aufnahmen ist viel zu oft viel zu groß. Es macht beispielsweise viel aus, ob das Mikrofon nah dran oder weiter weg aufgestellt wird. Wir zeigen, wie man an diese Aufgaben systematisch herangeht – und wo, wie und womit man solche Aufnahmen am besten bewerkstelligt.

Der wichtigste Tipp ist einfach: nicht überfordern, weder die musikalischen noch die technischen Fähigkeiten. Wer mal mitbekommen hat, wie viel Aufwand, Zeit und Mühe, wie viel teure Studioteknik und raffinierte Schnitte in einer pro-

fessionellen Musikproduktion stecken, wird wissen, was gemeint ist.

So etwas kann man als Privatier „mal eben“ nicht erreichen. Aber es macht Spaß und führt zu hörenswerten Ergebnissen, wenn man sich auf das konzentriert, was man in Eigenregie erreichen kann – weil die Begeisterung, mit der man musiziert, spricht oder trommelt, in der Aufnahme hörbar wird. Und das zählt mindestens genauso viel wie die Perfektion einer Profiproduktion. Trotzdem – oder gerade deswegen – kann man sich ja ein bisschen bei den Audio-Profis umschauen und abgucken, was sich im eigenen Umfeld nutzen lässt.

Durchschlagend wirkt sich die Raumakustik aus: Ein gut klingender Aufnahme-

meraum ist die halbe Miete. Bei vielen Amateuraufnahmen merkt man, dass diesem Aspekt zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet wurde.

Um zu erkennen, ob sich eine Lokalität eignet, braucht man keine „goldenen Ohren“, oft reicht schon ein wacher Blick. Störend wirkt etwa die Straßenbahn vor dem Haus, die Feuerwehr um die Ecke oder der Landeplatz des Rettungshubschraubers gegenüber.

## Der Raum entscheidet

Als Indizien für eine problematische Raumakustik gelten große Fensterflächen ohne Vorhänge sowie glatte, den Schall gut reflektierende Wände, Decken und Fußböden. Das alles führt dazu, dass der Schall etwa eines Instruments an vielen Stellen kräftig reflektiert wird. Dann dringt selbst aus geringem Abstand zwischen Mikro und Instrument der unschön klingende, störende Nachhall des Raumes unüberhörbar in die Aufnahme durch. Sinnvoller ist es, ein relativ gut schallisoliertes Zimmer mit dicken weichen Vorhängen vor den Fenstern, mit weichem Teppich(boden) und offenen Bücherregalen an den Wänden zu wählen.

Zudem kann man einen Raum mit Decken, Kissen und Teppich akustisch entschärfen. Vor allem bei parallel stehenden, den Schall gut reflektierenden Wänden und Fensterflächen lohnt sich die Mühe, sie zu bedämpfen. Wunder wirken beispielsweise flauschige Decken, mit Einhand-Zwingen am Regal oder Schrank befestigt, oder Teppichreste, die den blanken Boden bedecken. Praktisch sind auch zwei Mikrofon- oder Lampenstative, zwischen denen eine Latte befestigt wird, die als Träger für ein schallschluckendes Sommer-Oberbett fungiert. Es mag völlig bescheuert aussehen, aber es hilft, den Klang zu verbessern. Dann kann man zum Aufnehmen schon ein Smartphone verwenden.

## Näher ran, raus aus dem Hall

Beobachtet man, wie viele Amateure mit einem Mikrofon umgehen, sieht man zwei Extreme: zu nah dran oder viel zu weit weg. Die Soundprofis haben dafür das passende Rezept: Man nähert sich so weit dem Ort des Klanggeschehens an, dass der direkte Schall den Nachhall aus dem Raum deutlich überwiegt – aber nicht näher. Diesen Abstand bestimmt in erster Linie die Raumakustik: In einer halligen Kirche wird man – zumindest aus diesem

Grund – näher an eine Sängerin oder einen Sprecher rangehen müssen als draußen, wo es keinen Raumhall gibt. Dafür verliert sich draußen der Schall leichter als in geschlossenen Räumen.

Da wäre es praktisch, wenn sich das Mikrofon quasi auf den Sänger „fokussieren“ könnte. Wie sehr ein Mikro genau das tut, bestimmt seine Richtcharakteristik. Sie beschreibt, in welcher Richtung das Mikrofon am besten hört und wo eher schlecht. Die unterschiedlichen Empfindlichkeitskurven für die jeweiligen Ausrichtungen haben zu typischen Namen geführt, etwa für die Nieren- oder die Achter-Charakteristik.

Ein Nieren-Mikro wie das Universal-Mikrofon MD 421 von Sennheiser hilft etwa dem Reporter im Radio, störenden Schall auszublenden und die Stimme zu betonen. Ein Achter-Mikro, das nach links und rechts empfindlicher ist als nach vorn und hinten, eignet sich prima für ein Interview mit kleinem technischen Aufwand; manche Kondensatormikros wie das C414 von AKG lassen sich auf diese Charakteristik umschalten. Das „Kugel“-Mikro reagiert auf Schall aus allen Richtungen gleich empfindlich, daher sieht die Kennlinie wie eine Kugel aus. Ein Mikrofon mit Nierencharakteristik lauscht vor allem nach vorne, etwas weniger zu den Seiten, sehr viel weniger nach hinten. Spitzt man diese Art der Richtwirkung weiter zu, landet man bei der „Superniere“ – wie beispielsweise beim M201TG von Beyerdynamic (rund 200 Euro) – und

schließlich der „Keule“, die etwa als akustische Richtkanone auf Videokameras positioniert wird.

Ein klanglicher Nebeneffekt bei Richtmikros sorgt dafür, dass tiefe Töne deutlich angehoben werden, wenn der Schall aus kurzer Distanz eintrifft. Konkret: Bei Abständen von weniger als 10 bis 25 Zentimeter zu einem Nieren-Mikro wird dieser Effekt deutlich wahrnehmbar, was sich viele Sprecher mit tiefer Stimme zunutze machen, um noch satter rüberzukommen. Nimmt man die Box einer E-Bass-Gitarre mit einem Nieren-Mikro ab, legt allein dessen Position fest, wie sehr der Bass betont wird – und wie deutlich der Raum in der Aufnahme hörbar wird. Daher: Von schräg oben auf die Mitte des Lautsprechers gerichtet ist eine brauchbare Ausgangsposition für weitere Versuche.

Speziell für Einsätze vor der Kamera – etwa für Podcaster oder YouTuber – eignen sich Lavalier-Mikros, die am Kragen oder Jackenaufschlag befestigt, unauffällig die Sprache aufnehmen. Kabelgebunden kostet so etwas ab etwa 50 Euro, eine Funklösung kostet rund das Zehnfache.

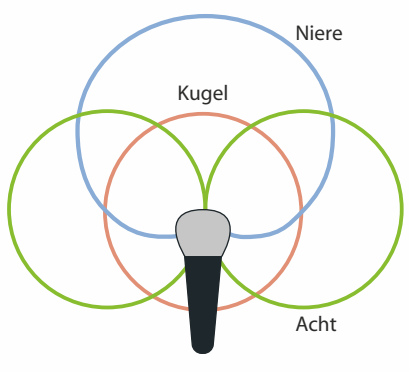
## Symmetrisch oder gar nicht

Immer noch versuchen Musiker, Hörbuchproduzenten und Podcaster, entweder mit dem Smartphone oder mit Bordmitteln, also den Ein- und Ausgängen des PCs auszukommen. Da gibt es zwar auch Mikrofoneingänge, doch die eignen sich nur für kurze Kabel und wenig anspruchsvolle Mikros. Audio-Profis und -Amateure dagegen setzen durchweg auf die symmetrische Signalübertragung, deren typisches, nach außen erkennbares Merkmal das Kabel mit den drei Steckkontakten ist: Signal-Plus (+), Signal-Minus (-) und Abschirmung (Masse), meist als XLR-Steckverbinder ausgeführt. Weil das Signal als Phase (+) und Gegenphase (-) übertragen wird, nennt man diese Übertragungsart „symmetrisch“.

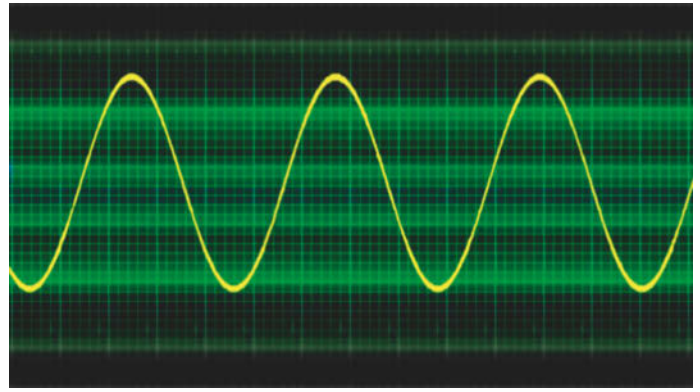
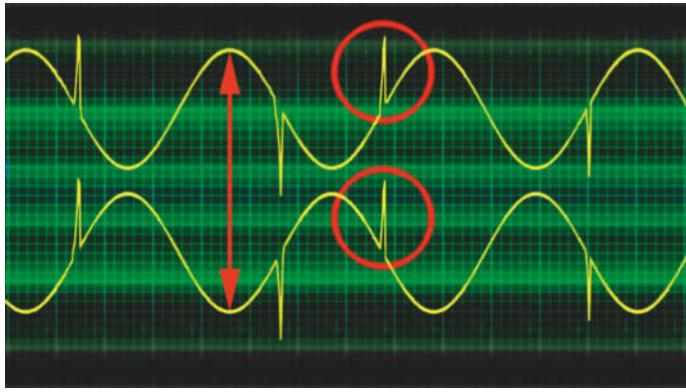
Anders als bei asymmetrischen Cinch- und Motherboard-Anschlüssen, wo es nur zwei Kontakte gibt (Signal und Masse), bewirkt die symmetrische Übertragung ein weitgehend störungsfreies Signal, weil nur die Unterschiede zwischen den beiden Signalleitungen berücksichtigt werden. In einem asymmetrischen Eingang dagegen schlagen Störungen voll auf das eigentlich gewünschte Audiosignal durch. Es ist daher nicht sinnvoll, asymmetrische Technik wie die Motherboard-Audioeingänge einzusetzen. Moderne Audio-Interfaces

## Richtwirkung

Namensgebung leichtgemacht: Die Kennlinie der Empfindlichkeit aus verschiedenen Richtungen führte zu Mikrofon-Bezeichnungen wie „Kugel“ (rot), „Niere“ (blau) oder „Acht“ (grün).







Im symmetrisch übertragenen Signal – im linken Bild ist die Phase oben dargestellt, die Gegenphase unten – wirken sich Störungen (im roten Kreis) gleichphasig aus, also entweder positiv oder negativ. Das gewünschte Signal (rechts) dagegen wird auf der einen Leitung mit positiver Phase, auf der anderen mit negativer, also in Gegenphase übertragen. Nur die Unterschiede zwischen den Signalen auf den beiden Leitungen (roter Pfeil) werden im nachfolgenden Geräteeingang im resultierenden Signal berücksichtigt. Gleichphasig aufgeschlagene Störungen löschen sich dadurch aus.

und Mischpulte weisen nicht ohne Grund Ein- und Ausgänge in symmetrischer Ausführung auf.

## Was für ein Mikro?

Zur Frage, ob man besser ein dynamisches Mikrofon oder eines in Kondensator-Bauweise nehmen soll, geistern unzählige Mythen durch die Welt. Kurz zum Unterschied: Beim dynamischen Mikrofon – quasi der umgekehrten Bauform eines Lautsprechers – ist an einer schallempfindlichen Membrane eine kleine Spule befestigt, die in das Kraftfeld eines Magneten eintaucht (daher auch der Name Tauchspulenmikrofon). Trifft Schall auf die Membran, bewegt sie sich zusammen mit der Spule; durch das Magnetfeld entsteht in der Spule eine kleine elektrische Wechselspannung (Größenordnung: einige Millivolt), deren Verlauf in Frequenz und Amplitude der Tonhöhe und Lautstärke sehr genau entspricht. Dynamische Mikros wie das berühmte Vokal-Mikro SM58 von Shure vertragen auch sehr große Lautstärken und nehmen selbst einen rabiaten Umgang nicht übel.

Beim Kondensator-Mikro bewegt sich, vom Schall verursacht, eine hauchdünne, elektrostatisch aufgeladene Folie vor einem metallenen Gegenpol. Folie und Gegenpol bilden gemeinsam einen Kondensator, dessen Kapazität sich abhängig vom Schall ändert, was in einer nachfolgenden Elektronikstufe zu einer kleinen Wechselspannung führt. Damit das funktioniert, muss der Kondensator aus Folie und Gegenpol aufgeladen werden. Das erfordert eine externe Spannungsversorgung. Diese „Phantomspeisung“ genannte

Technik stellt über das Mikrofonkabel eine Gleichspannung von 48 Volt bereit, um die Kondensatorladung und die elektronische Schaltung zu versorgen. Die Phantomspeisung bieten viele Mischpulte und Audio-Interfaces – aber nicht alle.

Aus der Bauform wird gern auf die gebotene Übertragungsqualität geschlossen: Wirklich bis ins Detail genau würden nur Kondensator-Mikros arbeiten, sie allein seien aufgrund der hauchdünnen und daher sehr leichten Membran in der Lage, auch komplexe akustische Ereignisse bestmöglich aufzunehmen – in Studioqualität eben. Wie so oft stimmen auch hier viele Vorurteile nicht. So sind nicht alle Kondensatormikros „feinfühler“ als die dynamischen Gegenstücke. Für viele Einsatzzwecke ist die enorme Empfindlichkeit mancher Kondensatormikros sogar von Nachteil: Harte Stöße, große Lautstärken, schlechtes Wetter oder feuchte Aussprache macht vielen Kondensator-Exemplaren zu schaffen, während dynamische Mikros so etwas klaglos wegstecken. Allerdings liefern Kondensatormikros meist eine höhere Signalspannung als dynamische Exemplare.

Trotzdem verdient in vielen Fällen das unproblematische dynamische Mikro den Vorzug, etwa für Sprachaufnahmen oder Interviews, bei lauten Instrumenten (wie Schlagzeug oder Posaune) oder fürs Recording draußen – spätestens dort, wo es grober und lauter zugeht. Und eine Spannungsversorgung braucht es auch nicht.

Um die Verwirrung noch weiter zu treiben, darf man sich die oft ungebremsste Auseinandersetzung der Fans von Klein- oder Großmembran-Bauweise an-

schauen. Dabei ist es einfach: Eine große Membran – wie die des AKG P420 – lässt sich weiter von Schallereignissen auslenken als eine kleine, was zu einer höheren Signalspannung führen kann. Dafür reagiert die kleine Membran schneller.

Unterm Strich sind Kleinmembran-Mikros – etwa das E614 von Sennheiser – leichter und kleiner, daher unauffälliger einsetzbar als die oft schweren und voluminösen Großmembranen. Also: Ob Groß- oder Kleinmembran spielt aus klanglichen Gründen für die meisten Anwendungsfälle im Amateur-Bereich keine entscheidende Rolle.

## Angehört

Wir haben eine Reihe bezahlbarer Mikrofone ausprobiert, darunter Kondensatorausführungen in Groß- und Kleinmembrantechnik. Sie unterscheiden sich neben den technischen Eckwerten in puncto Klang, Handhabung, Preis und Ausstattung. Die Empfindlichkeit, also wie kräftig das elektrische Signal eines Mikros bei einer festgelegten Lautstärke ausfällt, verrät die Tabelle rechts; je höher die Spannung, desto besser. Auch das Thema Übersteuerungssicherheit spielt eine maßgebliche Rolle. Daher lohnt es sich, den Eintrag Grenzschalldruck in der Tabelle zu berücksichtigen, wenn es um laute Instrumente (Posaune oder Base-Drum) oder um die Direktabnahme von Gitarrenverstärkern geht.

Klanglich wussten alle genannten Modelle durchaus zu überzeugen; je nach Anwendungsfall macht ein eher mittenbetonendes oder eher höhenlastiges Mikro eine gute Figur. Spannend könnte

es bei der Empfindlichkeit werden: je höher die ausgegebene Signalspannung, desto geringer das zu erwartende Rauschen. Allerdings weisen gängige, aktuelle Mischpulte und Audio-Interfaces genügend Aussteuerungsreserven auf, um auch Signale von nicht so empfindlichen Mikros ausreichend zu verstärken. Doch je kräftiger das Signal verstärkt werden muss, desto höher wird das Risiko, dass hörbares Rauschen in die Aufnahme gelangt.

Zur sinnvollen Auswahl schaut man am besten auf die angedachte Anwendung. Für Sprecheraufnahmen etwa eignen sich alle in der Tabelle genannten Mikros, je nach Richtcharakteristik aus geringem (< 25 cm) oder mittlerem Abstand (< 1 m). Hier sollte man aber einen zusätzlichen Plopp-Schutz verwenden, um „knallende“ Plosivlaute (z. B. P, K, T) nicht in die Aufnahme durchschlagen zu lassen; außerdem hilft es dabei, einen gleichbleibenden Abstand zum Mikro einzuhalten. Für Gesangsaufnahmen hat sich je nach Raum ein etwas größerer Abstand – zwischen 30 Zentimetern und einem Meter – bewährt.

## Einzel ...

Für Musikaufnahmen, etwa von Gesang (Frauenstimmen) oder solistischen Instrumenten wie Violine, Querflöte oder Klarinette kommen Kleinmembranmikros wie das Sennheiser E614 in Betracht. Die schlanke Bauform, die man auch beim eher höhenbetonenden Rode NT5 antrifft, empfiehlt sich als sogenannte Overheads zur Abnahme eines Schlagzeugs aus über zwei Metern Höhe – in preiswerter Ausführung reicht vielleicht auch das MXL 606 für um die 70 Euro. Beispielsweise bei Gesang und Querflöte ist mindestens ein Windschutz, je nach Position auch ein zusätzlicher Plopp-Schutz sinnvoll. Bei Sprachaufnahmen – etwa für Audio-Podcasts – oder solistischem Gesang im Studio machen Großmembranmikros wie das MK 4 von Sennheiser eine ähnlich gute Figur, fallen aber schon wegen ihrer Größe deutlich mehr auf als die schlanken Kleinmembranen. Trotz Großmembran auffallend klein und dabei plastisch und klar klingend überzeugt das Neumann TLM 102.

Geübte Sänger nutzen den Abstand zum Mikrofon, um die aufgenommene Lautstärke zu variieren: bei leisen Passa-

gen nahe ran ans Mikro, wenns laut wird, weiter weg. Das eröffnet einen direkten Gestaltungsspielraum, ohne dass jemand am Regler nachhelfen muss. Bei Live-Konzerten kann man das genauer beobachten.

Für die Aufnahme von Klavier oder Konzertflügel existieren mindestens so viele „Geheimtipps“, wie es unterschiedliche Mikrofone gibt. Aufgrund seines Tonumfangs – nur wenige Instrumente wie die Orgel können da mithalten – kommt mancher auf die Idee, im Klavier in den Tiefen ein Großmembran-, für die hohen Töne ein Mikro mit kleiner Membran zu verwenden und die beiden Signale – etwa auf halblinks und -rechts – zu einem Stereo-Klang zusammenzumischen. Das ist keine üble Idee, aber man sollte dabei aufpassen, dass die wesentlichen, also am meisten gespielten Töne – die in der Mitte – nicht ins Hintertreffen geraten. Wählt man eine Mikro-Kombination aus gleichem Hause, sind deutliche klangliche Unterschiede eher unwahrscheinlich.

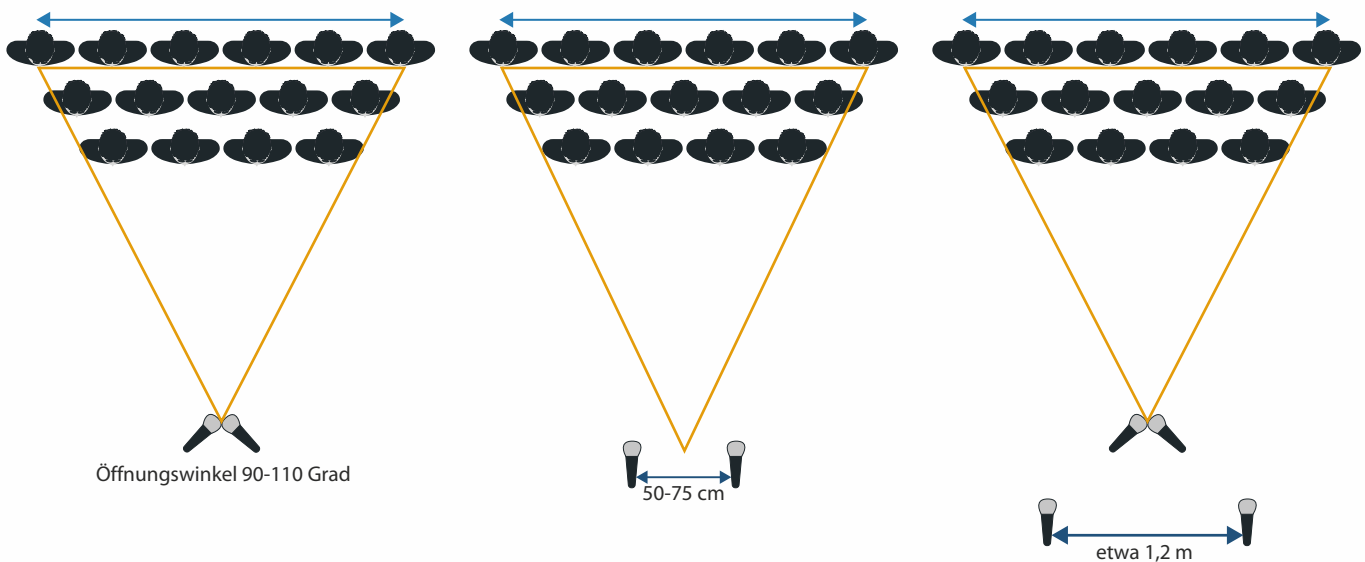
Andererseits spielt die Distanz zum Instrument nicht nur beim Klavier, sondern auch bei allen Blasinstrumenten, vor

## Markübersicht: Mikrofone

Hersteller	AKG	AKG	AKG	Beyerdynamic	Beyerdynamic	MXL	MXL	Neumann	Rode	Sennheiser	Sennheiser	Sennheiser
Modell	C414 XLS	C1000S	P420	M201TG	MC 930	606	770 XL	TLM 102	NT 5	E614	MD 421	MK4
Preis	666 €	88 €	162 €	195 €	399 €	66 €	77 €	699 €	165 €	189 €	390 €	299 €
Richt-Charakteristik	Niere, Kugel, Acht	Super-/Niere	Niere, Kugel, Acht	Superniere	Niere	Niere	Niere, Kugel, Acht	Niere	Niere	Superniere	Niere	Niere
Gehäuse	Metall		Metall	Metall	Metall	Metall	Metall	Metall	Metall	Metall	Kunststoff	Metall
Kapsel	groß	klein	groß	klein	klein	klein	groß	groß	klein	klein	groß	groß
Phantom-speisung	✓	✓ / Batterie	✓	–	✓ (11...52V)	✓	✓	✓	✓	✓ (12...52V)	–	✓
Freq.-Bereich [Hz]	20 ... 20k	50 ... 20k	20 ... 20k	40 ... 18k	40 ... 20k	30 ... 20k	30 ... 20k	20 ... 20k	20 ... 20k	40 ... 20k	30 ... 17k	20 ... 20k
Grenzschall-druck	140 dB	137 dB	135 dB	k. A.	125 dB	137 dB	137 dB	144 dB	143 dB	139 dB	k. A.	140 dB
Empfindl.	23 mV/Pa	6 mV/Pa	28 mV/Pa	1,2 mV/Pa	30 mV/Pa	15 mV/Pa	15 mV/Pa	11 mV/Pa	12 mV/Pa	3 mV/Pa	2 mV/Pa	25 mV/Pa
Noise	6 dB(A)	21 dB(A)	15 dB(A)	k. A.	16 dB(A)	17 dB(A)	20 dB(A)	12 dB(A)	16 dB(A)	24 dB(A)	k. A.	10 dB(A)
Signal/Rausch-abstand	88 dB(A)	73 dB(A)	79 dB(A)	k. A.	71 dB(A)	77 dB(A)	74 dB(A)	82 dB(A)	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Trittschallfilter	160/80/40 Hz	✓ (80 Hz)	✓ (300 Hz)	–	✓ (250 Hz)	✓ (150 Hz)	✓	–	–	–	Bassabsenker	–
Pad	-6, -12, -18 dB	-10 dB	-20 dB	–	-15 dB	-20 dB	-10 dB	–	–	–	–	–
Größe [mm]	50 Ø × 160	34 Ø × 220	53 Ø × 165	24 Ø × 160	21 Ø × 128	23 Ø × 110	59 Ø × 158	52 Ø × 116	20 Ø × 118	20 Ø × 100	46 × 49 × 215	57 Ø × 160
Gewicht [g]	300	275	525	220	115	113	460	210	101	93	385	485
<b>Ausstattung</b>												
Tasche / Windschutz	✓ / ✓	✓ / ✓	Koffer / –	✓ / ✓	✓ / ✓	Koffer / –	– / Plopp-schutz	– / –	✓ / ✓	✓ / –	Box / –	✓ / –
elastische Aufhängung	✓	–	✓	–	✓	–	✓	–	–	–	–	opt. (99 €)
Stativadapter/Klemme	–	✓	–	✓	–	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓
✓ vorhanden    – nicht vorhanden    k. A. keine Angabe												

## Mikrofonposition

Ein überzeugendes Stereo-Klangbild lässt sich auf verschiedene Weisen erzielen. Links werden zwei (Nieren-)Mikrofone in XY-Anordnung in einem Abstand zum Ensemble aufgestellt, der etwa seiner Breite (blau) entspricht – wie bei einem gleichseitigen Dreieck (orange). Beim XY-Verfahren unterscheiden sich die Signale für Links und Rechts durch Intensitätsunterschiede. Das AB-Verfahren (Mitte) dagegen lässt – bei einem Abstand von etwa 75 cm – Laufzeitunterschiede im Signal entstehen, was zu einer räumlicheren Wiedergabe führen kann. Die Kombination aus beidem sorgt für eine bessere Tiefenstaffelung und ein luftigeres Stereobild; dabei stehen die AB-Mikros mit einem Abstand von gut einem Meter zueinander deutlich hinter den Haupt-XY-Mikrofonen.



allen denen mit den komplizierten Klappen, eine entscheidende Rolle. Dringen die Betätigungsgeräusche – etwa von Ventilen oder Klappen – zu deutlich in die Aufnahme durch, wirkt das Ergebnis zu technisch, zu kalt. Und was beim Klavier eher einfach ist, weil dieses Instrument nach beiden Seiten des parallel zu den gespannten Saiten montierten Resonanzbodens abstrahlt, kann etwa bei Klarinette oder Saxophon schwieriger werden, denn abhängig von Mikrofonbauform, aber noch mehr vom Standort, entsteht ein voller, runder (am Becher) oder eher spitzer, höhenbetonter Klang (am Mundstück). Hier ist – je nach gespielter Musikgattung – Ausprobieren angesagt, etwa mit speziellen körperschallgedämpften Mikros wie dem TG I57 von Beyerdynamic, die sich direkt am Instrument befestigen lassen.

Gleiches gilt für Instrumente, die mit einiger Bewegung gespielt werden, also Blasinstrumente wie Trompete, Posaune, Saxophon, aber auch für das Akkordeon, das nach beiden Seiten hin einen vollen Klang über ein großes Frequenzspektrum abgibt, naturgemäß aber keine stationäre Schallquelle darstellt. Letzteres nimmt

man daher am besten mit zwei am Instrument befestigten Spezialmikros ab.

### ... und mehrere ...

Soweit es einzelne Instrumente betrifft, kann man durch Wahl einer geeigneten Mikroposition, -bauform und -richtwirkung versuchen, einen optimalen Sound hinzubekommen. Deutlich schwieriger wird es, ein ganzes Ensemble vernünftig aufzunehmen – wobei „vernünftig“ sowohl den wirtschaftlichen als auch den technischen Aufwand meint. Geht man davon aus, mit bezahlbaren Mitteln eine Musikergruppe aufzuzeichnen, stellt ein digitaler Mehrspur-Rekorder mit sechs bis acht Eingängen und ebenso vielen Mikrofonen wohl das Ende der Fahnenstange dar.

Dann gilt erst recht: Wenn irgendwie machbar, führt es zu besseren Resultaten, wenn man Aufnahme-Session und Mischung zeitlich voneinander trennt. Doch das erfordert eine mehrkanalige Aufzeichnung – etwa mit einem Audiointerface, das mehrere Eingänge bereitstellt, die unabhängig voneinander digital im PC oder Notebook gespeichert werden, oder mit einem Mehrspur-Rekorder wie dem Zoom Z8n. Einen Über-

blick über den zu erwartenden Kostenrahmen eines Aufnahme-Settings gibt die Tabelle rechts.

Um eine Gruppe oder ein Ensemble in einer räumlich und natürlich klingenden Weise aufzuzeichnen, eröffnen sich zwei unterschiedliche Wege: per Haupt-/Stütz-Mikrofonierung als Ausgangspunkt oder als Polymikrofonie.

Ersteres nimmt mit einem Stereo-Mikro (oder einem Paar) den Gesamtklang auf; am einfachsten gelingt dies in XY-Aufstellung, also so, dass die beiden Mikrofone – im Winkel von 90 Grad zueinander – zu den Musikern ausgerichtet sind. Wenige zusätzliche Mikrofone werden nah an leiseren, aber für die aufgenommene Musik besonders charakteristischen Instrumenten positioniert. Das ermöglicht es, ihren Klang besonders hervorzuheben oder zu stützen. Voraussetzung dafür ist aber auch hier, dass der Raum, in dem aufgenommen wird, sich akustisch dazu gut eignet. Weil bei der Haupt-/Stütz-Technik die Raumwiedergabe in Stereo vor allem von der verwendeten Mikrofon-Kombination abhängt, haben individuelle Unterschiede zwischen den beiden Mikros, die etwa durch



eine Serienstreuung bedingt sind, erhebliche Konsequenzen.

Typisches Beispiel für eine Haupt-/Stütz-Anwendung: ein Chor, der von einer Gitarre und einem Rhythmus-Instrument (wie einem Cajon) begleitet wird. Hier würde der Chor mit einem Stereo- oder zwei nebeneinander aufgestellten Mikros (etwa dem C1000S von AKG) aufgenommen, für die Gitarre und das Cajon spendiert man separate Mikrofone und je einen eigenen Aufnahmekanal. Der Gesamtklang wird vor allem von dem Stereo-Mikrofon bestimmt, die weiteren stützenden Mikros ergänzen lediglich das Resultat.

Die Position des Hauptmikros lässt sich in erster Näherung anhand eines gedachten, gleichseitigen Dreiecks ermitteln, dessen Spitze die Mikrofon-Position festlegt. Je nach akustischen Gegebenheiten muss man hier etwas variieren und – beispielsweise in einer sehr halligen Kirche – stärker richtende Mikrofone einsetzen oder den Abstand verringern; für eventuelle Solo-Sänger oder -Instrumentalisten wird man dann kaum um stützende Mikrofone herumkommen.

Neben der XY-Technik ist auch eine AB-Anordnung möglich (siehe Grafik links). Dabei stehen die beiden Mikros parallel zueinander in einem Abstand von etwa 70 bis 75 Zentimetern, je nach Aufnahmesituation auch mehr. Das AB-Verfahren sorgt für eine deutlichere Trennung der beiden Stereokanäle – mit dem Risiko, dass eine definierte Mitteninformation fehlt („Loch in der Mitte“). Eine Kombination aus XY-Haupt- und AB-Stützmikrofonen bringt bei behutsamer Beimischung der Stützsignale eine bessere Tiefenstaffelung.

Dieses Beispiel zeigt, wie kurz der Weg zur Polymikrofonie ist. Dabei bekommt jede für den Klang maßgebliche Schallquelle ein separates Mikro, der Gesamtklang entsteht erst am Mischpult. Das setzt neben einer großen Anzahl von Mi-

krofonen ein entsprechend kanalstarkes Aufnahmegerät voraus – obendrein reichlich Erfahrung im Umgang mit so vielen Klangquellen, ihrer Positionierung im Stereosignal und der geschickten Kombination der unterschiedlichen Klänge zu einem transparenten Ergebnis. Für den Audio-Amateur kommt eine echte Polymikrofonaufnahme nicht in Betracht.

## Aufnehmen – womit?

Um akustische Ereignisse aufzuzeichnen, braucht man neben einem oder mehreren Mikros und dem unbedingt erforderlichen Kopfhörer ein geeignetes Aufnahmegerät. Im simpelsten Falle besteht das aus einem Smartphone mit App und externen Mikrofonen; denn Smartphones sind mikrofontechnisch auf Mono-Aufnahme beschränkt, was fürs Geräuschesammeln oder reine Sprachanwendungen reichen kann. Für Stereoaufnahmen braucht man aber nicht nur ein externes Stereomikro, sondern auch eine App, die mit den Signalen solcher Schallwandler zurechtkommt (beispielsweise den für rund 4 Euro erhältlichen Field Recorder von Pfizinger Voice Design für Android). Anstelle der vielen Tools für Android oder iOS, die als Diktiergerät oder akustisches Notizbuch taugen, kommen für Aufnahmen mit musikalischem Background nur solche Werkzeuge in Betracht, bei denen man die Aussteuerung selbst regeln kann. Genau das ist bei den meisten frei verfügbaren Apps nicht möglich. Für Software, die auf Tablets läuft, gilt die gleiche Anforderung.

Alternativ greift man zu mobilen Audio-Hardwarerekordern etwa von Sony, Tascam oder Zoom, die auch die Nutzung von Kondensatormikros mit Phantomspeisung erlauben. Sie sind in Mehrkanalversionen erhältlich und arbeiten autark mit Batterien oder per Netzteil an der Steckdose. Allein letzteres ist schon ein massives Argument für einen Recorder, der nicht wie ein Smartphone durch

einen Telefonanruf aus dem Takt gerät. Und spätestens, wenn es um eine Mehrspuraufnahme, also um mehr als Stereo gehen soll, kommen die Smartphones nicht mehr in Betracht.

Nicht ganz so mobil, aber immer noch tragbar, sind Kombinationen aus Notebook und Audio-Interface. Dabei spielen die separat betriebenen, per USB an den Rechner gekoppelten Hardware-Interfaces ihre Stärken aus, die sie vor allem hochwertigen Wandlerchips und einer vom PC unabhängigen Spannungsversorgung verdanken. Die Spanne brauchbarer Geräte reicht etwa vom Stereo-Interface Miditech Audiolink III für rund 60 Euro (16 Bit, 48 kHz) über das Tascam US-4 × 4 (4 Mikro-, 4 Line-Ins, 4 Line-Outs, 24 Bit/96 kHz, 220 Euro für Mac und PC) bis zum Focusrite Scarlett 18i20 (8 Mikro-, 8 Line-Ins, 10 Line-Outs, 24 Bit, 192 kHz) für 520 Euro. Dazu muss man noch eine Recording-Software rechnen, etwa Ableton Live (ab 99 Euro), Reason (350 Euro) oder Pro Tools (600 Euro); bei vielen Audio-Interfaces gehört eine solche Software zum Lieferumfang.

Wer lieber auf ein normal handhabbares Mischpult mit Digital-I/O setzt, findet etwa mit dem PreSonus StudioLive AR12 USB für rund 500 Euro ein Mehrkanal-USB-Pult (8 Mikro-In, 5 Stereo-In, 14×4 USB-Interface), das für viele Aufnahmewecke geeignet ist.

Ob Mischpult oder Interface: Vor Ort muss man bei der Mehrkanal-Aufnahme nur noch dafür sorgen, dass der Pegel pro Kanal in etwa passt, es also nicht zu Übersteuerungen oder deutlich zu schwacher Aussteuerung kommt. Alles Weitere – Funktionen wie Equalizer, Dynamikkompressor, Noise Gate – kommen erst im Nachhinein an die Reihe.

Sind alle Songs schließlich im Kasten und klingen in der Kopfhörer-Wiedergabe überzeugend genug, kann man zu Hause in Ruhe am optimalen Soundergebnis basteln. Doch das ist eine andere Geschichte.

(uh@ct.de) **ct**

## Kostenrahmen

Ensemble	Podcast	Singer/Songwriter	Chor	Jazz-/Rock-Band	Bigband
Mikrofone	1 (70 ... 220 €)	2 ... 4 (180 ... 1500 €)	2 ... 6 (550 ... 4500 €)	10 ... 14	16 ... 32
für	Sprecher	Singstimme, Gitarre	Haupt-XY, 4 Stütz-Mikros, (SATB)	Drums, Bass, Gitarren, Klavier, Solo-Gesang	Drums, Bass, Gitarre, Piano, Gesang, Sax, Trompeten, Posaune, Percussion
Aufnahmekanäle	1	2	2 ... 6	2 ... 8 <sup>1</sup>	8 ... 32 <sup>1</sup>
Stative, Kabel	1 (60 ... 110 €)	2 ... 4 (80 ... 160 €)	2 ... 6 (100 ... 300 €)	10 ... 14 (800 ... 1100 €)	16 ... 32 (1500 ... 3000 €)
Interface/Recorder	Interface (50 ... 120 €)	Stereo Recorder (100 ... 300 €)	Recorder 2 ... 6-kanal (100 ... 450 €)	Recorder 2 ... 8-kanal (100 ... 900 €)	Recorder 8 ... 32 Kanäle (900 ... 3500 €)
Gesamtkosten	180 ... 450 €	360 ... 1960 €	750 ... 5250 €	1170 ... 8000 €	6400 ... 17.500 €

<sup>1</sup> je nach Recorder Mischpult erforderlich, um die Mikrofonsignale auf die Aufnahmekanäle zusammenzufassen



# Überall vielspurig

## Mobiler Audiorekorder mit acht Spuren

**Für Konzertmitschnitt, Field Recording oder Videoproduktion braucht es etwas mehr: mehr Kanäle, bessere Eingangsverstärker, Limiter, Akku- und Netzbetrieb. Und das Ganze bitte in einer DIN-A5-Schachtel. Voilà: Zoom hat so etwas.**

Von Ulrich Hilgert

Aus dem großen Karton schält man ein knapp briefbogenbreites Kästchen, das schon beim ersten Zupacken einen robusten Eindruck macht: Der Zoom F8n, Nachfolger des achtkanaligen Recorders F8, zeichnet parallel ebenso viele Signale aus Mikrofon oder Line-Signalquelle auf – plus die Stereo-Summe. An der Gerätefront befinden sich in recht gedrängter Bauweise das 51 × 39 Millimeter messende Farbdisplay, ein Navigationsknopf fürs Menü, der Lautstärkeneinsteller für den Kopfhörerausgang sowie die „Laufwerks“-Steuerung (Start, Stopp, Aufnahme usw.). Pro Kanal gibt es obendrein einen Pegel-

einsteller, einen Schalter zum Aktivieren des Kanals sowie einen fürs Vorhören (PFL). So übersichtlich das alles angelegt ist: Mit Handschuhen oder klammen Fingern ist der F8n nicht bedienbar.

Die Eingänge sind als hochwertige Neutrik-Kombibuchsen ausgeführt (XLR, Klinke) – gut. Nicht so gut der veraltete Mini-USB-Anschluss, da wäre USB-C die bessere Wahl. Die Adapter für die Mini-XLR-Buchsen (Main out) kosten 80 Euro. Die acht AA-Batterien muss man einzeln einlegen, statt sie wie beim Vorgänger in einer schnell wechselbaren Box unterzubringen. Je nach Betriebsmodus halten die Batterien bis zu 210 Minuten (3 1/2 Stunden) durch.

### Mehrfach nutzbar

Ansonsten ähnelt der F8n seinem Vorgänger F8, etwa bei den Mikrofon-Vorverstärkern mit je 75 dB Verstärkung. Gespeichert wird auf zwei SD-Karten, die gleichzeitig, auch mit unterschiedlichen Daten (Einzelspuren als WAV, Master als MP3), beschrieben werden können. Die Eingangsverstärker arbeiten erfreulich

rauscharm und mit reichlich Reserven auch für pegelschwache Mikrofone. Auf Line-Empfindlichkeit schaltet der F8n per Relais (also hörbar) um.

Der „Look-Ahead“-Limiter verzögert pro Kanal auf Wunsch im „Advanced Mode“ die Aufnahme um eine Millisekunde und ebnet in dieser Zeit Pegelspitzen ein – ein willkommener Übersteuerungsschutz. Obendrein bieten die Vorverstärker einen Headroom von 10 bis 20 dB.

Dank Pre-Recording-Funktion speichert der F8n schon vorab – je nach Samplerate zwischen 6 (44,1/48 kHz) und 1 Sekunde (192 kHz). Einen verpassten Anfang kriegt man also trotzdem mit. Im „Dual Channel Rec“-Modus landet das normale Signal auf SD-Karte 1, eine um 12 dB leisere Fassung auf SD-Karte 2, allerdings nur mit maximal vier Audiospuren. Der F8n fungiert an Windows-PC und Mac auch als Audio-Interface. Mitgeliefert werden Lizenzen für Cubase LE und Wavelabs LE.

Erst nach Installation eines Bluetooth-Add-ons kann man den F8n per iPad-App komplett fernbedienen. Die gut strukturierte und verständlich geschriebene Dokumentation verdient diesen Namen. Angesichts der Funktionsfülle und des teils ziemlich verschachtelten Menüs ist das ein Pluspunkt. Dass die ADAT-Schnittstelle fehlt, ist dagegen nicht so toll. Noch ärgerlicher ist, dass der F8n kein Overdubbing beherrscht; damit könnte man nach und nach synchron zu den vorhandenen Spuren Neues dazuspielen, um auch komplexere Aufgaben arbeitsteilig zu erledigen.

Für rund 880 Euro stellt der F8n eine sehr kompakte Lösung für Multikanal-Aufnahmen bereit. Ausstattung, Bauweise, technische Daten und c't-Messergebnisse empfehlen ihn für Amateure wie Profis. (uh@ct.de) **ct**

## Zoom F8n

8-Spur-Digitalrecorder	
Hersteller	Zoom
Speichermedium	SD/SDHC/SDXC-Karte
Eingänge	8 Mikro / 8 Line
Ausgänge	2 (Stereo), 4 (USB)
Spuranzahl	8 plus Stereo-Summe
Samplerate	max. 24 Bit/192 kHz
Funktionen	Pre-Recording, Limiter, Dual-Recording pegelreduziert
Messergebnisse	
Signal-Rauschabstand	-105,5 dB(A)
Dynamik (Mic/Line)	-96,2 / 95,6 dB(A)
Verzerrungen (THD)	0,01 %
Preis	880 €

Der Zoom F8n speichert seine Aufnahmen auf zwei SD-Karten, auch in verschiedenen Formaten.



# Ihr Erste-Hilfe-Set:

## Das Notfall-System für den Ernstfall

Jetzt für  
nur **12,90 €**  
bestellen.



### Desinfec't

Das Rettungssystem bei Virenbefall

NEUE  
VERSION  
2019/20

c't Desinfec't

Windows-PCs untersuchen und säubern  
Trojaner und Viren beseitigen  
Daten retten und sofort wiederherstellen

Auf DVD & als Download  
für USB-Sticks



#### JETZT NEU! c't wissen Desinfec't 2019/20

Dank Desinfec't 2019/20 analysieren Sie Ihr bedrohtes Windows-System aus mehreren Blickwinkeln: Viren aufspüren, Hardware untersuchen, Daten sichern. Vier Viren-Scanner und diverse Tools helfen Ihnen auch bei der Systemwartung.

Auch als Download erhältlich.

[shop.heise.de/desinfect2019](http://shop.heise.de/desinfect2019)

Auch auf USB-  
Stick erhältlich!



12,90 € >

[shop.heise.de/desinfect2019](http://shop.heise.de/desinfect2019) ✉ [service@shop.heise.de](mailto:service@shop.heise.de)

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €.

 **heise shop**

[shop.heise.de/desinfect2019](http://shop.heise.de/desinfect2019) >





# Die Lego-Wette

## Virtuelle Crash-Tests vs. Realität

**Simulationstechniken sind aus der computergestützten Produktentwicklung nicht wegzudenken. Profis aus der Fahrzeugindustrie zeigen anhand eines nachgestellten Lego-Crashes, wie ein virtuelles Abbild der Realität im Rechner entsteht. Doch was die Computermodelle leisten, wird erst der reale Lego-Crash zeigen.**

Von Sven Hansen

Wie geil“, entfährt es Simulationsingenieur Thorsten Gerlinger unter seiner Shutter-Brille im Simulationsraum. Das erste Mal erlebte er das von ihm maßgeblich mit aufgebaute virtuelle Crash-Szenario zweier Lego-Modelle hautnah. Auch ich kann mich der Faszination der auf mich einströmenden Pixel-Flut nicht entziehen. Zu zweit stehen wir mit Shutter-Brillen auf dem Kopf in der 2,7 × 2,7 Meter großen 3D-Cave des Höchstleistungsrechenzentrums Stuttgart und staunen Bauklötze: In Superzeitlupe segeln uns übergroße Legosteine um die Ohren – besonders belastete Bauteile werden mit

Heatmaps eingefärbt, sodass sich das Kräftespiel während der Kollision der zwei Lego-Boliden in einzelnen Steinen widerspiegelt.

Im dreidimensionalen, begehbaren Crash-Video zweier Lego-Supercars kann man sich frei bewegen oder die Modelle über den Controller wie Butter zerschneiden, um während des Crashes in die Inneren zu schauen (siehe Kasten). „Eigentlich kenne ich inzwischen jeden einzelnen Stein in dieser Crash-Anordnung, aber es ist doch vollkommen anders, mittendrin zu stehen“, meint Gerlinger. In zwei Stunden wird sich der Simulationsprofi festle-

Das eigens konstruierte „Scale-Car“ musste als Versuchsfahrzeug erhalten.



## Achtung, Cliffhanger!

Diese Story hat ein offenes Ende – denn wie gut die Simulationsprofis den Ausgang eines 60-km/h-Crashes zwischen zwei Lego-Boliden voraussagen konnten, erfahren Sie in c't 22/2019. Dann crasht c't in Kooperation mit dem ADAC die echten Lego-Autos.

Um die Wartezeit zu versüßen, bietet dieser Artikel viel Futter, unter anderem Informationen zur Arbeit der Crash-Profis (Kasten Seite 129) und die technischen Hintergründe zur 3D-Cave des Höchstleistungsrechenzentrums in Stuttgart (Seite 127).

Die Bilder im Artikel können nur einen groben Eindruck der spektakulären Aufnahmen des virtuellen Crash-Geschehens vermitteln. Alle Videos zum Artikel finden Sie auf unserer Aktionseite [ct.de/crash](http://ct.de/crash). Wer eine Cardboard-Brille oder ein VR-Headset besitzt, kann sogar persönlich in die Welt der fliegenden Legosteine eintauchen. Viel Spaß beim Lesen, Schauen und Staunen.

gen und mir seine Lego-Wette ins Mikrofon sprechen. Das ehrgeizige Ziel: Die Simulation soll den Ausgang eines realen Crash-Versuchs mit zwei Lego-Modellen vorhersagen.

### Zurück auf null

Losgetreten hat die Geschichte Gerlingers Kollege Marko Thiele, der als IT-Fachmann für CAE-Prozesse (Computer Aided Engineering) beim Simulationsspezialisten DYNAmore arbeitet. Normalerweise werden dort Fahrzeugkomponenten für die Automobilindustrie modelliert und virtuell gecrasht. Die Hersteller optimieren ihre Fahrzeuge auf diese Weise beispielsweise für die Crash-Anforderungen in unterschiedlichen Märkten. Schon im Designprozess lässt sich durch kleine Veränderung ein besseres Ranking im ein oder anderen Crash-Test herausholen.

Mit Spannung hatten Thiele und seine Kollegen den in Kooperation mit

dem ADAC durchgeführten Lego-Crash in c't 12/2017 verfolgt, der mit einem kleinen Wettbewerb verbunden war. Der Ausgang des Crashtests sollte vorhergesagt werden, und schnell war man sich im Unternehmens-Chat einig: „Wer, wenn nicht wir, sollte so etwas bewerkstelligen können?“. In der Kürze der Zeit war der simulierte Aufprall aber nicht zu stemmen, denn so ein Lego-Modell „tickt“ dann doch vollkommen anders als ein herkömmliches Fahrzeug. Doch auch nachdem das spektakuläre Video vom ersten Lego-Crash veröffentlicht war, ließ Marko Thiele die Idee nicht los.

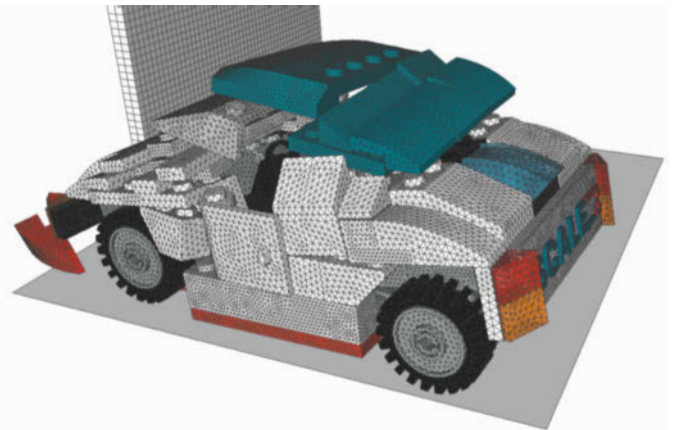
Im Thiele-Keller in Ingolstadt entstand so kurzerhand eine Crash-Anlage in miniature (siehe Fotostrecke): Mit einem Holzkatapult Marke Eigenbau beschleunigte Familie Thiele das selbst entworfene Lego-„Scale-Car“ auf bis zu 25 km/h und ließ es mehrfach an einer Holzplatte zerschellen. Die Vortests mit einem kleinen

Auto waren nötig, um den Aufwand an Rechenleistung zunächst gering zu halten und sich so an die Simulation des Porsche-Crashes heranzutasten. Parallel baute Thiele ein virtuelles Abbild des kleinen Flitzers in der Simulationsumgebung LoCo auf, die er auch im Job benutzt.

Als High-Speed-Kameras für die Real-Crashes dienten zwei Smartphones. „Wie bei den großen Fahrzeugen benötigt man



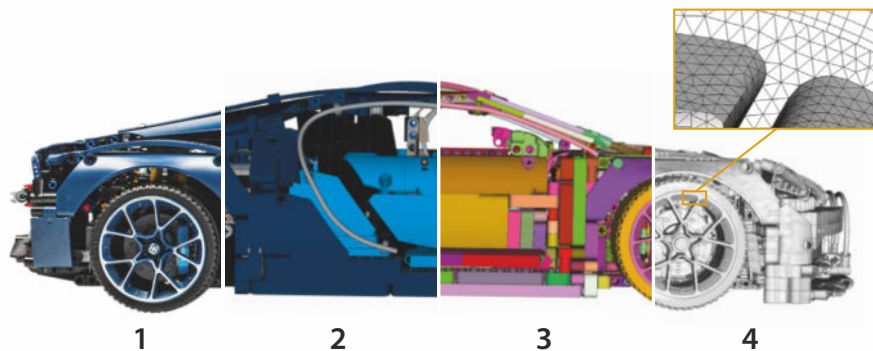
Im Keller baute IT-Fachmann Thiele eine Mini-Crash-Strecke auf, die das Scale-Car auf 25 km/h beschleunigte.



Parallel entstand im Rechner das virtuelle Abbild des Scale-Cars.

## Weg in die virtuelle Welt

Vom realen Objekt (1) nutzen die Simulationsprofis zunächst die CAD-Daten (2). Im Vernetzungsprozess werden daraus Stein für Stein die Daten für das Finite-Elemente-Modell erstellt. Im Post-Processing-Tool sind die einzelnen Steine für eine bessere Übersicht unterschiedlich farblich markiert (3). In der Ausschnittvergrößerung treten in der Gitteransicht die einzelnen Elemente hervor (4).



zur Validierung einer Simulation möglichst viele reale Crash-Versuche“, erklärt Thiele. Die Videos werden herangezogen, um die Umgebungsparameter und Materialeigenschaften so zu justieren, dass sie möglichst nah an die Realität heranreichen.

Nach einigen kleineren Anpassungen verhält sich das vereinfachte Lego-Auto im Rechner ähnlich wie sein Vorbild auf dem hölzernen Crash-Katapult. „Nur das Zusammensuchen der Teile nach jedem Crash-Durchlauf war etwas nervig“, erinnert sich Thiele. Nun steht der Nachbau des ersten c't-Lego-Crashes auf dem Plan und damit auch die komplette Virtualisierung des orangenen Porsches GT3 RS aus 2704 Bausteinen. Hierfür geht das ein oder andere Wochenende drauf, denn die Bausteine müssen im Rechner händisch für die Simulation vorbereitet werden.

Während des sogenannten Vernetzens entscheidet der Simulations-

ingenieur wie bei großen Fahrzeugen, welche Details eines Bauteils für den Crash-Verlauf entscheidend sind und welche nicht (siehe Kasten). So lässt sich beispielsweise der Lego-Schriftzug auf jeder Noppe entfernen, da er offensichtlich das Crash-Geschehen nicht beeinflusst.

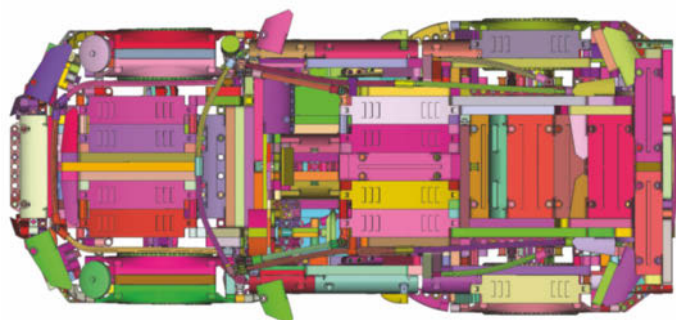
„Immerhin gab es schon passende CAD-Dateien im Netz, sodass sowohl die Bauteile als auch der komplette Bauplan des Porsches in digitaler Form vorlagen“, erzählt Thiele. Durch das Vernetzen jedes beteiligten Teils wurden die CAD-Daten in sogenannte finite Elemente umgewandelt (siehe Kasten). Jeder Lego-Baustein ist in sich ein Puzzle aus Tausenden dieser kleinsten Teilchen. Aus der Berechnung des physikalischen Verhaltens jedes dieser Einzelteile entsteht mit der Finiten-Elemente-Methode (FEM) ein virtuelles Abbild des gesamten Lego-Modells.

Am Ende steht das digitale Abbild des orangenen Lego-Porsches für den virtuellen Crash bereit – ein physikalisch korrektes 3D-Puzzle aus 18 Millionen Teilen. Einmal erfasst, kann man das virtuelle Lego-Modell beliebig stressen: Man kann es mit 300 km/h an eine Wand fahren, aus 10 Meter Höhe auf den Boden fallen lassen oder es mit der 20-fachen Erdanziehungskraft zerquetschen. Mit dem virtuellen Nachbau des Lego Fun-Tests in der Tasche kontaktieren die Simulationsprofis c't.

## Die Lego-Wette

Nun ist es eine Sache, einen bereits gelaufenen Test nachzubilden. Deutlich spannender ist es, wenn man eine Vorhersage für einen neuen Test treffen muss. Die Simulations-Profis lassen sich darauf ein, das Crash-Szenario deutlich zu erweitern. Zum fast fertig aufgebauten Lego-Porsche kommt nun noch das 2018 vorgestellte Nachfolgemodell, der Lego-Bugatti. Die Challenge für die „Simulanten“: Eine Vorhersage des Schadensbildes für eine Kollision der zwei Supercars. Für den ultimativen Realitätscheck sollen die Crash-Profis vom ADAC Technikzentrum in Landsberg/Lech sorgen, die schon unseren ersten Porsche fachgerecht „versenkt“ haben.

DYNAMore nimmt die Herausforderung an, nun als internationales Team an weltweit vier Standorten. Auch hier gibt es durchaus Parallelen zu echten Großprojekten: „Unsere Simulationsumgebung ist für das kollaborative Arbeiten ausgelegt“, erklärt Andre Haupe von DYNAMore. Komplexe Virtualisierungsaufgaben werden in Tranchen aufgeteilt und an unterschiedlichen Standorten parallel bearbeitet – so ergeht es nun auch dem Lego-Bugatti. Zur Validierung der Fahrzeugmodelle dürfen die Crash-Profis auf das



Nach erfolgreichen Vortests ging es an den Aufbau des Lego-Porsches im Rechner.



Anhand der Live-Aufnahmen vom Crash im Jahr 2017 wurde der virtuelle Crash-Verlauf überprüft und verbessert.



## In der Lego-Höhle

Die Cave des Höchstleistungsrechenzentrums Stuttgart (HLRS) ist ein Würfel mit 2,7 Meter Kantenlänge, der zu einer Seite geöffnet ist. Fünf Projektoren projizieren ein 3D-Bild auf die drei Wände, den Boden und die Decke. Die Projektoren bekommen über je zwei Eingänge 3D-Bilder zugespielt, sodass mehrere Besucher mit 3D-Shutter-Brillen in eine virtuelle Realität eintauchen können.

Die Videos werden von zehn Rechnern mit Quadro-P6000-Grafikkarte zu gespielt, je ein Rechner für den rechten und linken Kanal für jede Projektionsfläche. Die Projektoren lösen bis 1600 x 1600 Pixel auf, wegen der Rückprojektion auf Boden und Decke erstreckt sich die Cave über drei Etagen. Ein Steuerrechner koordiniert die Ausspielung. Die insgesamt elf Rechner kümmern sich auch um das parallele Postprocessing, sodass jeder Cluster-Knoten nur einen Teil der Daten verarbeiten muss. Erst für das Rendering werden die Daten auf alle Knoten verteilt, sodass jeder Projektor die vollständige Simulation anzeigen kann.

Die Visualisierung des Lego-Crashes wurde mit der Software Vistle (<https://vistle.io>) erzeugt, die am HLRS unter einer Open-Source-Lizenz entwickelt wird. In Vistle lassen sich mit einem grafischen Editor Workflows aus Modulen erzeugen, die einzelne Arbeitsschritte zu einer Visualisierungsprozesskette verbinden.

Die 960 GByte großen Daten wurden als 3D-Volumen-Daten angeliefert und vom Modul ReadDyna3D verarbeitet. Da die Größe „plastische Verformung“ nur pro Volumenzelle vorlag, wurde sie mit CellToVert auf die Ecken der Zellen (= Knoten/Vertices) übertragen. Das Modul DomainSurface hat dann für die insgesamt 6243 Lego-Bausteine, die jeweils als Volumengitter vorlagen, die Oberfläche eines jeden Steins als Dreiecksnetze bestimmt. ColorMetapostPart legt für die einzelnen Lego-Teile, wie von DYNAmore für METApot vorbereitet, Farben aufs Modell. Assemble hat die Dreieckslisten für die Lego-Teile nach der Farbe gruppiert und zu größeren Dreiecks-



**In der 3D-Cave des HLRS konnte man komplett ins virtuelle Crash-Geschehen eintauchen.**

eckslisten zusammengefasst, um das Rendering zu beschleunigen.

Color hat für alle Knoten/Vertices eine zusätzliche Farbe auf Grundlage der plastischen Verformung ermittelt: halbtransparentes Grau für niedrige Verformung und leuchtende Farben von Blau über Rot nach Gelb für hohe Werte.

Material sämtlicher High-Speed-Kameras aus dem alten Porsche-Crash zugreifen. Die zeigen letztendlich immer dasselbe Geschehen aus unterschiedlichen Winkeln. Um zu einem robusteren Modell zu kommen, wären Aufnahmen unterschiedlicher Real-Crashes aus einer einzigen Perspektive hilfreicher gewesen.

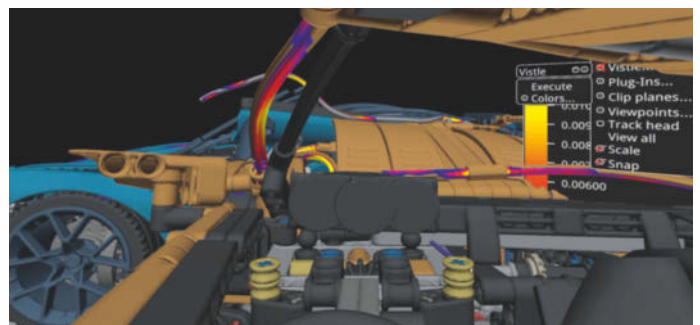
In Kooperation mit dem ADAC stecken wir zunächst die konkrete Aufgabenstellung ab. Wir entscheiden uns für einen Seitenaufprall der zwei Lego-Modelle, der

wie der AE-MDB-Seiten-Crash nach Euro NCAP mit einer Geschwindigkeit von 60 km/h auf die B-Säule durchgeführt wird. Dabei wird das Porsche-Modell bewegt – vom vergangenen Versuch ist bekannt, dass es zumindest eine Geschwindigkeit von 46 km/h fahren kann. Für unsere Lego-Wette wird der orangene GT3 RS also 14 km/h schneller mit seiner Mittelachse seitlich auf die B-Säule des blauen Bugatti prallen – die Simulationsexperten sollen den Ausgang des Crashes vorhersagen.

Die gesamte Simulation mit den zwei virtuellen Fahrzeugmodellen umfasst am Ende 45 Millionen finite Elemente – übrigens zehnmal so viele wie bei einem echten Fahrzeug. Echte Autos sind aus viel gebogenem Blech geformt, sodass für die Simulation ein Modell aus Schalenelementen genügt. Bei den Lego-Boliden kommt hingegen ein Volumenmodell zum Einsatz, das jeden Stein komplett in seiner dreidimensionalen Struktur erfasst.



**Der virtuelle Zusammenstoß von Porsche und Bugatti in einer Computeranimation.**



**In der 3D-Cave am HLRS kann man sich mitten in eine 3D-Simulation versetzen, zum Beispiel auf den Fahrersitz.**

Um das 45-Millionen-Teile-Puzzle nach den Gesetzen der Physik in Bewegung zu setzen, benötigt man ein Rechenzentrum. Für unseren virtuellen Lego-Crash wird auch die Anfahrt mitberechnet: „Normalerweise beginnt eine Crash-Simulation mit dem Punkt null im Moment des Aufschlags. Dem virtuellen Fahrzeug wird einfach die Momentangeschwindigkeit zu diesem Punkt zugewiesen“, erklärt Gerlinger. Das Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart erledigt den Job – für den ersten Durchlauf des virtuellen Crash-Tests benötigen 1000 der rund 185.000 Cores eine Woche Rechenzeit.

## Die Prognose

Heute nun müssen die Simulanten ihre Wette für den Lego-Crash abgeben. Nachdem mir Gerlinger den simulierten Crash-Verlauf in der 3D-Cave erläutert hat, zeigt er mir die in der Simulation hervorgetretenen Schwachstellen der Modelle in der Software METApod, die auf die Darstellung von Simulationsergebnissen spezialisiert ist. Hier hat der Simulationsingenieur das Geschehen in jeder 1000stel Sekunde perfekt im Griff. Zu jedem Zeitpunkt lässt sich der Simulationsablauf pausieren und auch hier kann man wie in der Cave beliebige Schnitte durch die virtuelle Wirklichkeit ziehen und das Unfallgeschehen verfolgen. „Über farbliche Markierungen lässt sich die Belastung einzelner Teile visualisieren“, so Gerlinger.

Darüber hinaus kann die Software beliebige Fahrzeugteile als festen Bezugspunkt (Follower) setzen, sodass sich das

Unfallgeschehen auf dem Bildschirm nur um dieses Teil dreht. Genauso leicht lässt sich die Verformung von Bauteilen unterdrücken, sodass die Fahrzeuge scheinbar intakt bleiben, die Kraftverteilung aber dennoch hervorgehoben wird. „Diese Ansicht nutzen wir häufig, denn bei den echten Autos geht es den Auftraggebern oft um das konkrete Verhalten eines einzelnen Bauteils“, erklärt Gerlinger. Die Beanspruchung der Bauteile im Crash-Verlauf lässt sich in der „unverknautschten“ Ansicht gut erkennen.

Die Prognose für den realen Crash am nächsten Tag nehme ich im Anschluss komplett „analog“ ab – auf einem Flipchart. In einem Konferenzraum des HLRS schlägt die Stunde der Wahrheit: Die Simulationsexperten legen sich fest.

An meiner groben Skizze erläutert mir Thorsten Gerlinger zunächst das erwartete Schadensbild. „Wir denken, dass sich der Bugatti stark durchbiegt, aber nicht bricht“, erklärt er. „An der abgewandten Seite wird jedoch eine deutliche Rissbildung im Bereich des Unterbodens zu beobachten sein“ – „eine Bugatti-Banane“, sage ich.

Für den Porsche schaut es nach dem Ergebnis der Simulation etwas besser aus. „Im vorderen Bereich steckt unter dem Kofferraumdeckel eine massive Struktur ähnlich einem Rammbock“, so Gerlinger. „Die Front wird zwar im Crash-Verlauf zerstört, die Fahrgastzelle wird wahrscheinlich intakt bleiben.“

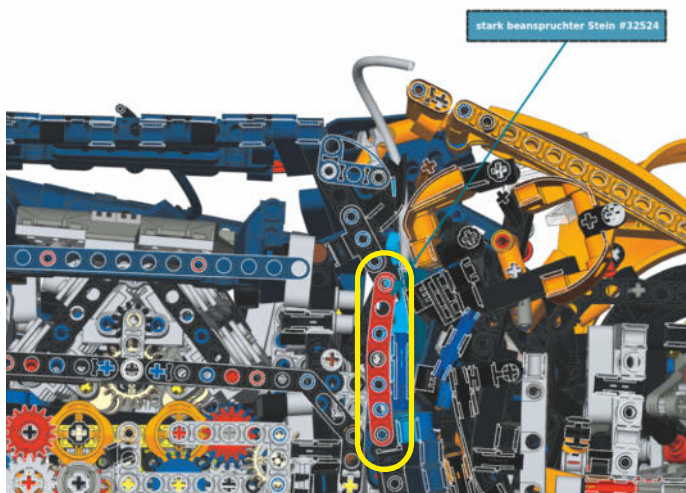
Meine nächste Frage zielt auf Teile, die die Experten als bruchgefährdet ein-

stufen würden. „Sie befinden sich nach der Simulation in der linken B-Säule des Bugatti und in der Front-Partie des Porsches.“ Wir einigen uns darauf, die betreffenden Teile vor dem Real-Crash farblich zu markieren.

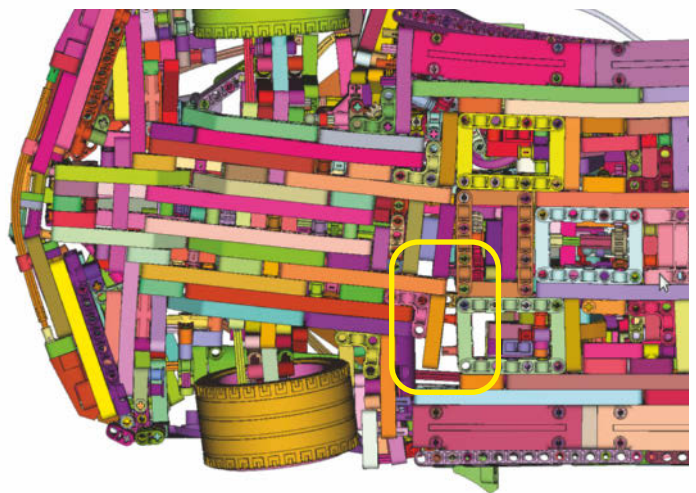
Und unsere Dummies? Werden sie überleben? „Im Bugatti schaut es für den Dummy schlecht aus, im Porsche gibt es eine Überlebenschance“, lacht Gerlinger. Allerdings muss man beachten, dass es in den Lego-Fahrzeugen quasi keine Knautschzone gibt, weil sich die Verbindungen zwischen den Teilen einfach lösen. „Alles fliegt weg und der Aufprall ist in jedem Fall hart.“ Für ein echtes Auto ein untypisches Verhalten.

Mir fällt auf, dass das prognostizierte Schadensbild weniger dramatisch ausfällt, als es sich bei unserem vorherigen Crash-test mit dem Einzelfahrzeug dargestellt hat. „Vor zwei Jahren fuhr das Fahrzeug mit 46 km/h auf ein nahezu festes Hindernis“, erläutert mir Gerlinger. Nun trifft der Porsche auf den quer geparkten Bugatti. „Beim Seitenaufprall mit 60 km/h entscheidet am Ende Masse, Trägheit und Reibungswiderstand zwischen Bugatti und Fahrbahn darüber, wie stark der Porsche geschädigt wird.“

Nach einem spannenden Tag verlassen wir das HLRS mit den zwei Lego-Modellen und der Prognose in der Tasche. Am nächsten Morgen soll der reale Crash in Landsberg am Lech zeigen, wie nah die Simulation an der Realität lag. Die Simulationsexperten dürften mindestens so gespannt sein wie ich. (sha@ct.de) **ct**



Einmal in der Simulation erfasst, lässt sich die Materialverformung während des Aufpralls auch in einem Querschnitt-Video verfolgen.



Die „Bugatti-Banane“: Auf der dem Porsche abgewandten Seite wird sich laut der Prognose der Simulationsprofis ein deutlicher Riss bilden.

## Arbeiten wie die (Simulations-)Profis

Von Marko Thiele

Bei einem CAE-Prozess (Computer Aided Engineering) leitet man aus CAD-Daten eines Produktes die CAE-Daten zur Simulation ab, die der virtuellen Produktentwicklung dient. Das entstehende Modell soll in der Lage sein, die gesamte Physik wie Werkstoffverhalten, Verformung, Bewegung und Beschleunigung zu beliebigen Punkten in Raum und Zeit zu beschreiben.

Dieses möglichst detaillierte, physikalische Modell wird in einem zweiten Schritt einem Lösungsalgorithmus (Solver) zugeführt, in unserem Fall LS-DYNA. Die Berechnung für die Crash-Prognose ist dabei nichtlinear bezüglich der Geometrie-, Werkstoff- und Kontaktbeschreibung. So kann ein Werkstoff etwa bis zu einem gewissen Punkt voll belastet werden, bis es zu einem Materialversagen kommt und sich der Gesamtverlauf einer Simulation signifikant verschiebt.

Bei komplexen Produkten, wie sie etwa in der Fahrzeugindustrie üblich sind, betrachtet man hierfür sehr viele einzelne Bauteile, was die Zusammenarbeit vieler Ingenieure in unterschiedlichen Fachbereichen an verschiedenen Standorten notwendig macht. Für die Zusammenarbeit bei der Erstellung komplexer Modelle und Daten werden hierzu Simulationsdaten-Management-Systeme (SDM) eingesetzt,

in unserem Falle LoCo. Das SDM-System vereinfacht, automatisiert und verteilt die für die Umsetzung anfallende Arbeit. Die getrennt erzeugten CAE-Daten werden am Ende automatisch zusammengeführt. Zusätzlich verwaltet das SDM-System sämtliche Daten und definiert CAE-Prozesse, um aus den Informationen je nach Bedarf die Simulationsmodelle abzuleiten.

Auch der Lego-Porsche durchlief diesen Prozess. Er besteht aus 2704 Einzelteilen, wobei nur 182 wirklich unterschiedliche Bauelemente zum Einsatz kommen. Für den Aufbau des Simulationsmodells wurde die Geometrie für jeden dieser 182 Steine definiert und abgelegt. Weiterhin musste für jeden Stein zusätzlich ein Modell für die Finite-Elemente-Methode (FEM) erstellt werden, das für die physikalischen Berechnungen notwendig ist. Anschließend wurden die Steine, sowohl im CAD- als auch im FEM-Modell, an die jeweiligen räumlichen Positionen im Gesamtsimulationsmodell platziert.

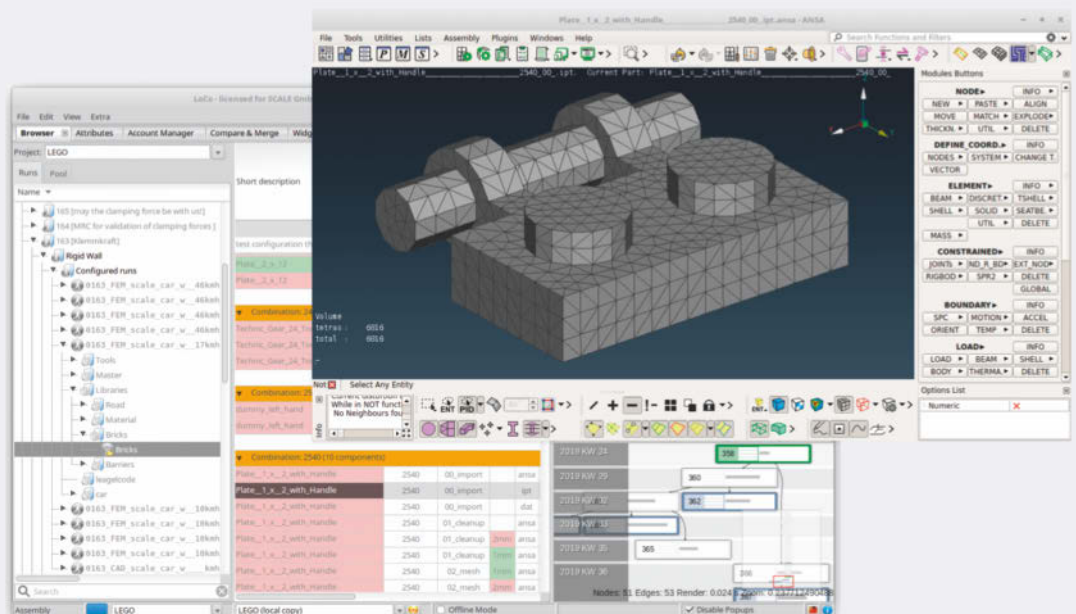
Den größten Aufwand stellt wie bei großen Fahrzeugen die Erstellung der FEM-Modelle dar. Dabei müssen die sehr hoch aufgelösten Formen durch endlich viele, jedoch geometrisch einfache Grundformen ersetzt werden. Diese finiten Elemente haben die Form von Dreiecken, Rechtecken, Tetraedern oder Hexaedern. Krümmungen oder sehr kleine Details löst man nur näherungsweise auf.

Da Anzahl und Größe der finiten Elemente Einfluss auf Berechnungszeit und die Prognosegüte haben, legt man die Elementgröße vorab fest. Beim virtuellen Lego-Crash lag sie bei minimal 0,3 Millimeter. Ein kleinerer Wert hätte für eine höhere Prognosegüte bei steigender Rechenzeit gesorgt. Der Vernetzungsprozess wird teilweise manuell durch Ingenieure oder in einigen Bereichen bereits automatisiert durchgeführt. Der Simulations-Ingenieur bearbeitet und prüft jedes einzelne Bauteil.

Bei der Erzeugung eines belastbaren Simulationsmodells für den eingesetzten Lösungsalgorithmus ist die umfängliche Definition aller weiteren relevanten physikalischen Parameter ebenso wichtig. Dazu zählen Werkstoffeigenschaften, Reibungs- und Kontaktkräfte zwischen den Steinen sowie zwischen Rädern und Fahrbahn, Klemmkraft für Steine mit Noppen und vieles mehr.

Im SDM-System LoCo werden diese Daten vorgehalten und bei Bedarf für die Durchführung einer Simulation zusammengeführt und an einen HPC-Cluster (High-Performance-Computing) übertragen. Für die Berechnung des Crash-Modells bei DYNAmore kam ein HPC-Cluster mit 192 CPUs zum Einsatz. Die Berechnungszeit bei dem Modell „Porsche vs. Barriere“ betrug 26 Stunden, „Porsche vs. Bugatti“ brauchte 54 Stunden.

Beim sogenannten Vernetzen werden CAD-Daten in das FEM-Modell überführt. Nicht relevante Details wie der Lego-Schriftzug fallen dabei weg.







# Linux-Container 2.0

## Podman & Co. – mehr als ein transparenter Ersatz für Docker

**Docker hat Container populär gemacht, eckt in Teilen der Linux-Welt aber seit jeher an – gerade bei führenden Enterprise-Distributoren. Dieser Unfrieden hat zur Entwicklung der Docker-Alternative Podman geführt, das besser in Linux-Systeme passt.**

**Von Thorsten Leemhuis**

**D**as anfangs belächelte Container-Betriebswerkzeug Podman ist gereift: Zusammen mit dem Image-Konstrukteur Buildah und dem Image-Transporter Skopeo schickt sich das Trio dieser Tage an, den Shooting-Star Docker deutlich zurückzudrängen. Triebkraft dabei ist Branchenprimus Red Hat: Es setzt voll auf die

drei neuen Tools und liefert Docker in der neuesten Generation seines populären Unternehmens-Linux gar nicht mehr mit. Braucht es auch nicht, denn Podman handhabt auch für Docker gedachte Container und Images.

Auch Suse hat Podman & Co. in sein Enterprise-Linux integriert, will auf absehbare Zeit aber erst mal zweigleisig fahren. Das Trio hat aber auch bei anderen Unternehmen, Entwicklern und Anwendern offene Türen eingernnt und Fans gefunden. Das ist kein Wunder, schließlich gehen die von Red-Hat-Mitarbeitern gestarteten Container-Werkzeuge einige lange schwelende Probleme an; zugleich hat es Docker einige interessante Features voraus und verspricht, Sicherheit zu verbessern.

### **Einfach testen und umstellen**

Den „Pod Manager“ auszuprobieren ist simpel, denn bei Distributionen wie Arch

Linux, Fedora oder openSUSE kann man ihn in Sekundenschnelle über podman genannte Pakete einspielen. Bei Debian und Ubuntu gelingt das derzeit nicht; bei Ubuntu ist es über ein Repository der Entwickler aber schnell nachgerüstet:

```
sudo add-apt-repository ppa:projectatomic/ppa
sudo apt-get update
sudo apt-get install podman
```

Docker-Kenner, die anschließend ein `podman --help` aufrufen, finden viel Vertrautes vor. Das ist Absicht, denn Podman kann zum Betreiben von Containern und Bauen von Images als Eins-zu-Eins-Ersatz („Drop-in Replacement“) dienen – es versteht daher das Gros der Parameter und Optionen, die der Docker-Client kennt. Das zeigt sich etwa mit einem einfachen Beispiel, das beim Docker Hub ein Image mit der Schmalspur-Distribution Alpine

abrufen, einen Container damit anlegt und diesen mit dem Befehl `top` startet:

```
podman run -ti --rm alpine top
```

Die Syntax ist exakt dieselbe, die man auch bei Docker nutzen würde. Wer genauer hinsieht, dürfte indes bemerken, dass das Kommando kein vorangestelltes `sudo` oder irgendwelche Gruppenzugehörigkeiten erfordert. Ein Clou von Podman ist nämlich: Es arbeitet auf Wunsch auch ohne Root-Rechte, was die Sicherheit steigern kann. Das haben auch die Docker-Macher erkannt und in Version 19.03 eine Möglichkeit geschaffen, ohne Root-Rechte zu arbeiten. Die ist aber noch experimentell.

Einen zweiten Vorteil sieht man nicht: Podman erledigt alle Arbeit direkt selbst. Wie zum Programmstart unter Linux üblich, startet es Container daher per `Fork-Exec` selbst, statt die Schwerarbeit an zwei mit Root-Rechten laufende Hintergrunddienste zu delegieren, wie es `docker` macht. Auch damit steigert Podman die Sicherheit, schließlich stellt jeder solcher Daemon einen potenziellen Angriffspunkt für Bösewichte und Schadsoftware dar. Der Docker-Ansatz untergräbt zudem einige Mechanismen moderner Linuxe. Darunter Auditing, mit dem manche Firmen alle Systemvorgänge protokollieren. Mit Docker klappt das nicht, weil dort der Hintergrunddienst alle Arbeit macht; bei Podman erscheint in den Logs des Audit-Subsystems hingegen genau, welcher Anwender wann was und von wo mit Containern gemacht hat.

**Podman versteht die vom Docker-Client bekannten Aufrufparameter – durch Setzen eines simplen Alias kann man daher alle gängigen Aufgaben mit Podman erledigen, obwohl man sie Docker aufzutragen scheint.**

```
[cctest@localhost ~]$ alias docker=podman
[cctest@localhost ~]$ docker --help | head -n 14
manage pods and images

Usage:
  podman [flags]
  podman [command]

Available Commands:
  attach      Attach to a running container
  build       Build an image using instructions from Dockerfiles
  commit      Create new image based on the changed container
  container   Manage Containers
  cp          Copy files/folders between a container and the local filesystem
  create      Create but do not start a container
  diff        Inspect changes on container's file systems

[cctest@localhost ~]$ docker run -ti --rm alpine
/ # grep PRETTY /etc/os-release
PRETTY_NAME="Alpine Linux v3.10"
/ #
```

Durch den Betrieb ohne Root-Rechte und Hintergrunddienst ist es nicht nur sicherer, sondern auch erheblich einfacher, Podman innerhalb von Containern zu nutzen. Das macht Podman attraktiv für automatische Test- und Build-Pipelines, denn Docker lässt sich nur mit Tricks in Containern einsetzen – etwa indem man den Unix-Socket vom Docker-Daemon des Hosts in Container hinein reicht. Das ist ein verbreiteter, aber gefährlicher Trick, denn dadurch hat man vom Container praktisch Root-Rechte auf dem Host.

## Container-Rudel

Die Bezeichnung „Pod Manager“ deutet es schon an: Anders als Docker kann Podman die Container auch in „Pods“ ausführen, wie es die populäre Orchestrierungs-Software Kubernetes standardmäßig tut. Ein Pod ist letztlich eine Gruppe

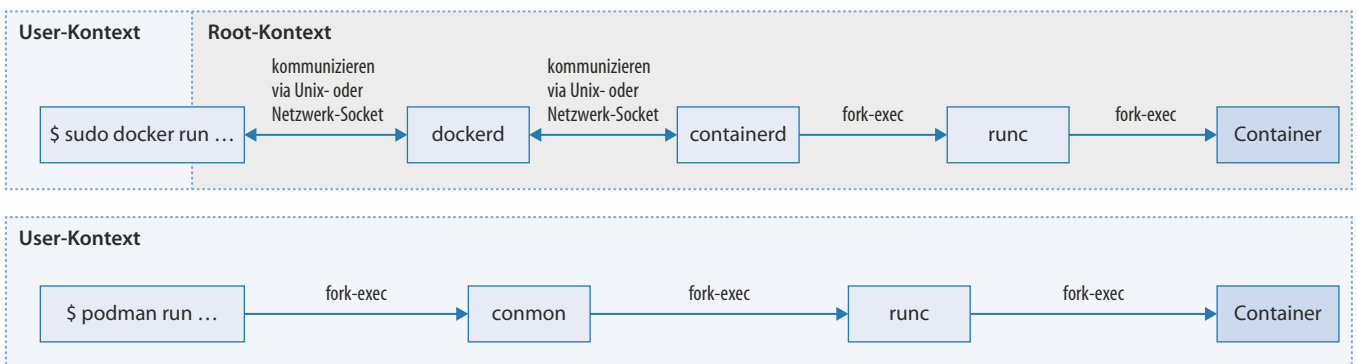
von Containern, die nicht völlig isoliert voneinander laufen. Das ist zum Betrieb komplexerer, über mehrere Container verteilte Anwendungen interessant, denn die alle in Containern eines Pods laufenden Prozesse können leicht und effizient interagieren. Das gelingt, weil die Container den gleichen IPC- und Netzwerk-Namespace nutzen – alle in einem Pod laufenden Prozesse können daher per Interprozesskommunikation (IPC/Inter-Process Communication) oder Netzwerkverbindungen via `localhost` effizient Daten austauschen, wie sie es auch ohne Container machen würden. Um das auszuprobieren, brauchen Sie nur einen Pod mit einem Container anzulegen, in dem Netcat (`nc`) lauscht:

```
podman pod create --name foopod
podman run -it --rm --pod=foopod \
  alpine nc -l -p 31337
```

Öffnen Sie danach ein zweites Terminal, um in dem Pod einen zweiten Container

## Direktstart statt über Bande

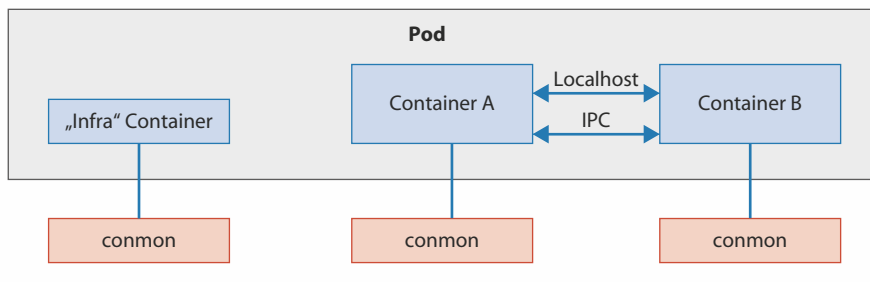
Der Befehl `docker` macht kaum etwas selbst, sondern delegiert die Schwerarbeit an zwei mit Root-Rechten laufende Hintergrunddienste. Podman hingegen startet Container, wie es zum Programmstart unter Linux üblich ist: per klassischem „fork-exec“ – also ohne Daemon und auf Wunsch auch ohne Root-Rechte. Der „Pod Manager“ integriert sich dadurch besser in das Linux-Ökosystem und lässt sich einfacher und sauberer innerhalb von Containern einsetzen.



## Einfachere Interaktion per Pod

Genau wie Kubernetes kann Podman mehrere Container in einem „Pod“ zusammenfassen. In solchen kann laufende Software leichter und schneller Daten austauschen, denn sie befindet sich in der gleichen Netzwerkumgebung und kann auch per Interprozesskommunikation interagieren.

Der Ansatz ist vor allem zum Betrieb von Anwendungen interessant, deren Bestandteile sich auf mehrere Container verteilen. Der Pod wird über einen Infrastruktur-Container definiert und am Leben erhalten, den Podman automatisch erzeugt; wie bei Podman üblich läuft dabei für jeden Container ein simpler „Container Monitor“ auf dem Host.



zu starten, der dem ersten eine Nachricht per Loopback-Device schickt:

```
echo "Hello from the other side" |
podman run -it --rm --pod=foopod ↵
↳ alpine nc localhost 31337
```

Ohne das `--pod=foopod` würde die Nachricht beim lauschenden Netcat nicht ankommen, weil jeder Container dann einen eigenen Network-Namespace hätte und dadurch vom Host und anderen Containern isoliert wäre.

### Für Kubernetes vorbereiten

Durch die Pod-Funktion kann man für Kubernetes gedachte Pods und Container auf Desktops oder Notebooks bauen und testen, ohne dort gleich Kubernetes zu betreiben. Soll der Pod dann in einen Kubernetes-Cluster umziehen, können Sie die Pod-Definition per `podman generate kube` in Kubernetes-YAML exportieren, um die dann per `kubect1 create -f` im Cluster zu importieren. Andersherum geht es übrigens auch: Podman kann Kubernetes-YAML via `podman play kube` ein-

lesen und so die in der Beschreibungssprache definierten Pods und Container anlegen. Mit komplexen Kubernetes-Definitionen hat Podman aber derzeit hin und wieder Schwierigkeiten.

Ähnlich wie Kubernetes startet auch Podman in jedem Pod automatisch einen Infrastruktur-Container; er stellt vor allem einen Rumpf bereit, von dem später gestartete Container die Namespaces und andere Eigenschaften übernehmen können. Sonst macht er kaum etwas, daher bereitet er dem System auch nicht nennenswert Arbeit.

Letzteres gilt auch für den „Container Monitor“, den Podman für jeden Container startet – egal, ob der jetzt in einem Pod läuft oder nicht. Dieser „Conmon“ genannte Prozess läuft auf dem Host und kümmert sich vor allem darum, Log-Ausgaben und Exit-Codes des Containers einzusammeln.

### Flexibler ohne Daemon

Durch den „Daemonless“-Betrieb mit dem klassischen Fork-Exec-Modell ist es

mit Podman einfacher, in Containern laufende Dienste mit dem verbreiteten System- und Service-Manager Systemd zu handhaben – also genauso wie jeden anderen Dienst. Podman greift dem Admin dabei sogar unter die Arme, denn es kann die dazu erforderliche Service-Unit-Definition selbst erzeugen:

```
podman run --name foobar-container ↵
↳ -d alpine top
podman generate systemd ↵
↳ --name foobar-container
```

Admins brauchen die Ausgaben des zweiten Befehls lediglich in eine `.service`-Datei unter `/etc/systemd/system/` zu leiten – anschließend lässt sich der Dienst wie gewohnt über `systemctl` aktivieren und starten. Das Ganze funktioniert derzeit nur mit Containern und nicht mit Pods; das soll sich mit der gerade vorbereiteten Version 1.6 ändern.

Podman macht es auch leicht, den Systemd innerhalb von Containern zu nutzen. Das ist etwa zum Start von komplexeren, bereits mit Service-Unit ausgelieferten Diensten interessant, für die man bei Docker manchmal eigenhändig Start-Skripte schreiben muss. Damit Systemd in Containern korrekt arbeitet, muss Podman allerdings einige spezielle Umgebungsbedingungen schaffen. Das können Sie durch `--system=true` explizit anordnen. Podman macht alles Nötige aber automatisch, wenn es erkennt, dass der Container den System- und Service-Manager nutzt. Das ist etwa bei Container-Images der Fall, die dieses Dockerfile baut:

```
FROM fedora
RUN dnf -y install httpd; dnf ↵
↳ clean all; systemctl enable httpd;
CMD [ "/sbin/init" ]
```

Systemd in Containern zu nutzen hat aber Nachteile – Log-Ausgaben landen dann etwa in der Dateisystemumgebung des Containers und nicht mehr in den Standardausgaben (Stdout und Stderr), wo Container-Werkzeuge sie normalerweise erwarten.

### Container-Bau

Apropos Dockerfile: Via `podman build` erledigt Podman auch alles zum Bau von Container-Images Typische, wie man es von `docker build` kennt – inklusive Multi-Stage-Builds. Podman übertrumpft die Vorlage aber an einigen Stellen. Wenn Sie etwas eine Bauanleitung in einer `Dockerfile.in` genannten Datei hinterlegen, schickt Pod-

```

[cttest@localhost ~]$ podman run --name foobar-container -d alpine top
bce30402f02762342493db9e0a005aea6a3e57cbed49388244940d16ff56fe9

[cttest@localhost ~]$ podman generate systemd --name foobar-container
[Unit]
Description=foobar-container Podman Container
[Service]
Restart=on-failure
ExecStart=/usr/bin/podman start foobar-container
ExecStop=/usr/bin/podman stop -t 10 foobar-container
KillMode=none
Type=forking
PIDFile=/run/user/1000/overlay-containers/bce30402f02762342493db9e0a005aea6a3e57cbed49388244940d16ff56fe9/userdata/common.pid
[Install]
WantedBy=multi-user.target

[cttest@localhost ~]$
```

Podman kann Container nicht selbst beim Booten starten, aber Service-Units erzeugen, damit Systemd das erledigt.



**NEU!**

— 2019 —  
**ITJOB**SUMMIT  
by Heise

**DIE EXKLUSIVE JOBMESSE IN MÜNCHEN**

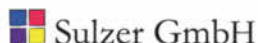
Attraktive Arbeitgeber • Lebenslaufcheck • Spannende Vorträge • Kostenlose Bewerbungsfotos

**SAVE THE DATE**

**11. und 12. Oktober 2019**

MVG Museum in München

Diese Unternehmen sind schon dabei:



Unser Partner: Jobware

**JETZT KOSTENFREI REGISTRIEREN**  
**WWW.IT-JOB-SUMMIT.DE**

```

[cttest@localhost ~]$ containerid=$(buildah from registry.fedoraproject.org/fedora)
[cttest@localhost ~]$ buildah run ${containerid} -- bash -c 'echo Hallo Welt! Image-Bauzeit:
> ${scratchmnt}/hello.txt'
[cttest@localhost ~]$ buildah run ${containerid} -- bash -c 'date >> hello.txt'
[cttest@localhost ~]$ buildah commit ${containerid} fooimage
Getting image source signatures
Copying blob 8e33d64ed70c skipped: already exists
Copying blob fa61ad7a31ce done
Copying config 18f77b101f done
Writing manifest to image destination
Storing signatures
18f77b101f7221d63ba23eda4e9b2859e52a23b40a766c4ef24d083200ad9726
[cttest@localhost ~]$ podman run -ti --rm fooimage cat /hello.txt
Hallo Welt! Image-Bauzeit:
Thu Sep  5 14:00:25 UTC 2019
[cttest@localhost ~]$

```

**Buildah kann Container-Images aus Dockerfiles bauen, beherrscht aber noch eine zweite Baumethode, die sich besser skripten lässt.**

man diese per `cpp -E` durch den C-Präprozessor. Das kann man nutzen, um Bauleitungen aus mehreren Dateien zusammenzusetzen – etwa um ein und dieselbe Software in zwei Images auf Basis von Fedora und Ubuntu auszuliefern, dabei aber die Befehle zum Auschecken und Bauen der Software nur in einer Datei pflegen zu müssen. Legen Sie dazu eine `Dockerfile.Fedora.in` mit folgendem Inhalt an:

```

FROM fedora:30
#include "./Dockerfile.install.myapp"

```

Erstellen Sie im selben Verzeichnis dann noch eine `Dockerfile.install.myapp` genannte Datei mit Dockerfile-Befehlen, die die App etwa mit Git herunterlädt und einrichtet. Anschließend können Sie das Container-Image bauen:

```
podman build -f=Dockerfile.Fedora.in
```

Für das Ubuntu-basierte Image brauchen Sie nur `Dockerfile.Fedora.in` zu duplizieren, in der Kopie das `From`-Kommando für Ubuntu anzupassen und den Bauprozess mit dieser Datei ein zweites Mal anzuwerfen.

## Flexibler bauen

Zum Container-Bau greift Podman letztlich auf Programme und Bibliotheken zurück, die für das Container-Bauwerkzeug Buildah entstanden. Es ist älter als Podman und wird von den gleichen Entwicklern vorangetrieben. Buildah trat unter anderem mit dem Ziel an, Images aus Dockerfiles zu bauen, ohne wie Docker Root-Rechte und Hintergrunddienste zu benötigen. Via `buildah bud` (Build Using Dockerfile) lässt sich diese Funktion nach wie vor nutzen; sie verhält sich dieser Tage genau wie `podman build`, daher sind Aufrufparameter und Arbeitsweise identisch.

Buildah hat seine Existenzberechtigung aber keineswegs verloren, denn es beherrscht eine zweite Baumethode. Sie bietet größere Kontrolle über den Bauprozess und lässt sich deutlich besser skripten – das macht einfach in Containern nutzbare Werkzeuge noch attraktiver für automatische Build- und Test-Pipelines. Auch kleinere Images sind mit der alternativen Baumethode leichter zu erzeugen, da sich dabei auf dem Host vorhandene Software nutzen lässt; dadurch kann man sich oft sparen, Paketmanager (Apt, Dnf & Co.) oder Entwicklertools (GCC, Git, ...) vorübergehend im Baubereich des Images einzurichten.

Das alternative Bauverfahren illustrieren die folgenden Befehle. Sie legen zuerst über das „Unshare“-Kommando einen neuen User Namespace an; in dem startet Buildah eine Shell, in dem es dann mit normalen Nutzerrechten ein leeres Layer an einem automatisch erzeugten Ort mountet, in dem Sie die Image-Inhalte vorbereiten. Die darauf folgenden Befehle starten dann einen „Working Container“ und hängen dessen Root-Dateisystem ein, um das auf einem Fedora-30-Host schließlich in Manier eines `debootstrap` mit Hilfe des Paketmanagers `dnf` mit einem frischen Minimal-Betriebssystem zu füllen:

```

buildah unshare
containerid=$(buildah from scratch)
scratchmnt=$(buildah mount ↓
↳ "${containerid}")
dnf -y install --releasever 30 ↓
↳ --installroot ${scratchmnt} ↓
↳ bash coreutils
dnf clean all --releasever 30 ↓
↳ --installroot "${scratchmnt}"

```

Hinter diese Befehle könnte man jetzt noch weitere setzen – etwa eine Software

auf dem Host auschecken, bauen und per `make install DESTDIR=${scratchmnt}` direkt im Verzeichnis des Working Containers installieren, aus dem später das Image entsteht.

Nach Bestücken des Working Containers gilt es dann, dessen Verzeichnis anzuhängen und einige Metadaten des Images festzulegen; anschließend können Sie den Image-Bau per `commit` anstoßen und den Namespace verlassen, um dann mit Podman einen Container auf Basis des Images zu starten:

```

buildah umount ${containerid}
buildah config --cmd /bin/bash ↓
↳ ${containerid}
buildah commit ${containerid} ↓
↳ foofromscratch
exit
podman run -ti --rm foofromscratch ↓
↳ /bin/sh

```

Man muss Images nicht aus dem Nichts erzeugen, wie es das Beispiel gemacht hat: Sie können auch existierende über `buildah from` als Basis einbinden und dann wie gezeigt modifizieren. Zum Anpassen muss man den Working Container auch nicht unbedingt mounten, denn man kann ihn auch über Kommandozeilenbefehle modifizieren, die man aus Dockerfiles kennt – ein `buildah add` etwa kopiert Dateien in den Working Container, wohingegen ein `buildah run` ein Kommando darin ausführt. Nach Absetzen aller Befehle muss man die Arbeiten mit einem `Commit` abschließen, um ein neues Layer zu erzeugen.

Weitere Details zum Ganzen erläutert das per `man buildah` abrufbare Handbuch. Einen guten Einblick in die Möglichkeiten von Buildah liefert auch ein simples Skript, mit dem einer der Entwickler einige der gängigsten Funktionen zeigt (siehe [ct.de/ybk3](https://ct.de/ybk3)).

## Umherschoben und einsehen

Sowohl Podman als auch Buildah können Images auch per `push` und `pull` verschieben oder herunterladen, wie man es von Docker kennt. Beide speichern Container und Images allerdings an einem anderen Ort: Bei Aufruf als normaler Nutzer landen sie in `~/local/share/containers/`, beim Start mit Root-Rechten in `/var/lib/container/`. Wer mit Buildah gebaute Images unter Docker nutzen will, muss sie daher an den lokalen Docker-Daemon senden; um mit dem sprechen zu

können, muss man sich authentifizieren oder halt Root-Rechte nutzen:

```
sudo buildah push fooimage ↴
#docker-daemon:foofromscratch:latest
```

Die zwei Werkzeuge führen solche Aktionen mit Bibliotheken und Programmen durch, die vielfach für das dritte Tool des Trios entstanden: Skopeo, das auf die Interaktion mit lokalen und entfernten Registries wie dem Docker Hub spezialisiert ist. Genau wie Buildah gibt es auch dieses Werkzeug in den Paket-Repositories, wo es Podman gibt. Und genau wie die anderen beiden Container-Tools arbeitet auch Skopeo ohne Root-Rechte und Hintergrunddienst.

Skopeo entstand vor allem, um Eigenschaften von Images direkt aus Registries abfragen zu können – also ohne sie zuerst herunterladen zu müssen, wie es ein `docker inspect` nach wie vor tun muss. Anders als der Docker-Client kann Skopeo zudem Images aus entfernten Registries löschen. Skopeo bietet darüber hinaus Kommandos, um Images zu signieren und zu verifizieren.

## Container-Starter

Wenn Sie Container mit Podman betreiben, führt es diese übrigens nicht direkt selbst aus, sondern mithilfe des Programms `runc`. Das ist eine vor Längerem aus Docker hervorgegangene Runtime der Open Containers Initiative (OCI). Auch aktuelle Docker-Versionen starten Container mit ihr.

Podman kann aber auch die modernere und im Podman-Umfeld vorangetriebene OCI Runtime `crun` nutzen, die dessen Entwickler als „schnell und leichtgewichtig“ beschreiben. Anders als `Runc` unterstützt `Crun` bereits die zweite Generation der Control Groups (Cgroups), auf die Fedora als eine der ersten Distributionen gerade zur Ressourcen-Regulierung umstellt. In dem Zug wechselt Fedora auf `Crun`; die Entwickler betonten aber, auf `Runc` zurückschwenken zu wollen, wenn es mit Cgroups v2 umzugehen lernt.

## Funktionslücken

Podman & Co. können alles, was man mit Docker typischerweise macht, aber keineswegs alles, was Docker beherrscht. So kann man mit Podman keinen Cluster zum Container-Betrieb orchestrieren, wie es `docker swarm` ermöglicht. Diese und einige zugehörige Funktionen haben die Entwickler bewusst außen vor gelassen:

Sie wollten nicht mit Kubernetes konkurrieren, das dieser Tage ohnehin die dominierende Lösung zu diesem Zweck darstellt.

Aus einem ähnlichen Grund fehlt auch ein Äquivalent zu `docker compose`, mit dem sich ein Verbund von Container einrichten und betreiben lässt – etwa für Anwendungen, die sich über mehrere Container verteilen, die man bei Podman in einen Pod stecken würde. Ein einzelner Entwickler arbeitet aber an einem Eins-zu-Eins-Ersatz für `docker compose`, der sich `podman-compose` nennt; bei dem Werkzeug handelt es sich letztlich um einen einfachen Python-Wrapper, der per `Compose` definierte Container-Verbünde mit Podman ausführt.

Auch das Docker-API implementiert Podman nicht. Über `Varlink`, das Schnittstellen-Beschreibungssprache und Protokoll vereint, lässt sich Podman aber auch aus der Ferne nutzen. Da Podman normalerweise ohne Hintergrunddienst arbeitet, muss man für diesen Zweck einen solchen auf dem jeweiligen Host starten, den man dann von Linux-Rechnern aus mit `podman-remote` steuern kann. Client-Programme für macOS und Windows sind noch in Entwicklung.

Auch die Docker-Kommandos `plugin`, `secret`, `service`, `stack` und `system` fehlen. An einzelnen Stellen verhält sich Podman zudem etwas anders als Docker. Das Kommando `network` etwa funktioniert ganz anders als bei Docker. Ferner wird ein `podman run --restart=always` zwar un-

terstützt, startet den Container aber nicht automatisch beim Systemstart, wie es der Docker-Daemon macht. Die Podman-Dokumentation rät dazu, für solche Zwecke eben jenen Dienst zu nutzen, der sich bei modernen Linux-Distributionen um diese Aufgabe kümmert: `systemd`. Dank der erwähnten Funktion zur Generierung von Unit-Files ist das ganz leicht.

Natürgemäß unterliegt Podman einigen Einschränkungen, wenn Sie es als normaler Nutzer aufrufen. Wenn Sie einen der unteren 1024 Netzwerkports an einen Container weiterleiten möchten, müssen Sie Podman etwa als Root starten, denn nur der darf sich solche Ports greifen. Mit Nutzerrechten kann Podman auch den Ressourcenverbrauch von Containern nicht begrenzen; die Umstellung auf Cgroups v2 soll helfen, dieses Manko auszuräumen. Einige weitere Defizite und Stolpersteine beim Einsatz von Podman ohne Root-Rechte haben die Entwickler gesammelt (siehe [ct.de/ybk3](https://ct.de/ybk3)).

Letztlich machen es Podman, Buildah und Skopeo aber ganz leicht, das etablierte Docker hinter sich zu lassen, ohne sich erst stundenlang in ihre Fähigkeiten einzulesen. Wer sich ein wenig einarbeitet, finden da mehr als nur ein paar Perlen, durch die sich Podman & Co. an einigen Stellen deutlich von Docker abheben.

([thl@ct.de](mailto:thl@ct.de)) **ct**

**Podman mit User-Rechten und Buildah-Beispiel-Skript:** [ct.de/ybk3](https://ct.de/ybk3)

## Kubernetes-Distributionen ohne Docker

Bei den Kubernetes-Produkten von Red Hat und SUSE ist Docker schon bald Vergangenheit. SUSE wirft Docker dieser Tage mit Version 4 seiner SUSE Container as a Service (CaaS) Plattform raus und setzt voll auf CRI-O – eine beim Kubernetes Container Runtime Interface (CRI) andockende Container Runtime, die sich selbst als „leichtgewichtig“ beschreibt. Red-Hat-Entwickler haben sie gestartet und treiben sie zusammen mit Podman & Co. voran.

Red Hat ist schon weiter, denn es hat Docker vor einigen Monaten mit OpenShift 4 zu den Akten gelegt. Auch bei einigen anderen Anbietern von Kubernetes-Distributionen hat CRI-O schon Anklang gefunden. Am weitesten ver-

breitet sind aber derzeit zwei andere Runtimes: Das aus Docker hervorgegangene `Containerd`, das ohne Docker arbeitet, und das auf Docker zurückgreifende `Dockershim`. Mit Letzterem wurde Kubernetes groß – dieser Tage steht es aber auf der Abschlusliste der Entwickler.

CRI-O greift für zahlreiche Aufgaben genau auf die Bibliotheken und Programme zurück, die auch Podman & Co. nutzen. Durch die enge Verwandtschaft ergänzen sich die Werkzeuge an vielen Stellen. Sie legen Container und Images beispielsweise an denselben Stellen ab, daher eignet sich Podman etwa gut zum Debugging von Pods und Containern, die normalerweise mit CRI-O in Kubernetes laufen.



# Markt-Intelligenz

## Die Top 10 der Barebone-Systeme auf einen Blick

**Der Reiz eines Barebone-Systems ist die kinderleichte Endmontage bei gleichzeitiger Flexibilität der Bestückung. Besonders beliebt sind die Mini-Bauformen der Fast-Komplett-PCs.**

Von Carsten Spille



Online-Preisvergleicher helfen nicht nur dabei, günstige Angebote zu finden. Sie verraten auch, nach welchen Produkten besonders häufig gesucht wird. Mit zusätzlichem Wissen machen Top-10-Listen das Angebot transparent. Diesmal schauen wir auf Barebone-Systeme.

Vom Media-Center über Micro-Server bis hin zu beinahe Gaming-tauglichen

Kleinst-PCs reicht die Spanne bei den Barebone-Systemen. Bei diesen kauft man meistens ein fast komplettes System, bei dem man noch einige Hard- und Software-Komponenten ergänzen muss. Welche genau das sind, variiert von Angebot zu Angebot. Intels Next Units of Computing (NUCs) etwa haben bereits eine CPU, die jedoch fest eingelötet ist. Dafür fehlen

Arbeits- und Massenspeicher. Bei Asrocks Deskminis muss man einen Prozessor, RAM und einen Massenspeicher im M.2- oder 2,5-Zoll-Format dazukaufen, auch WLAN (im Gegensatz zu den NUCs) und zusätzliche USB-Ports kosten extra. Für das Betriebssystem – meist also Windows oder Linux – muss in jedem Fall der Nutzer selbst sorgen. (csp@ct.de) **ct**

## Top 10: Barebone-Systeme

Die Angebote stammen vom 17. September. Die Auswertung umfasst die Zugriffe der vorigen drei Tage auf Barebones und Systeme.

Der **Deskmini A300** ist für AMDs Kombiprozessoren gedacht, da eine Grafikkarte nicht passt. Die Leistung etwa von einem Ryzen 5 3400G genügt für die meisten Anwendungen und reicht auch für einfache 3D-Spiele aus.  
**Test in c't 07/2019, S. 100**

Als **June Canyon** verkauft Intel günstige NUC7-Modelle mit Sparprozessoren. Für einfache Anwendungen genügt deren Leistung.  
**Test in c't 13/2018, S. 136**

Für 100 Euro Aufpreis bekommt man **Bean-Canyon-Modell Nummer 3** mit dem Core i7-8559U, der im Vergleich zum i5 höher taktet, aber nicht mehr Kerne hat.

Die **ZBox CI329 nano** setzt auf vergleichbare Hardware zu Intels NUC7 „June Canyon“, kommt im Gegensatz zu diesem aber ohne Lüfter aus und hat zwei GBit-Ethernet-Ports.  
**Test in c't 02/2019, S. 110**

Im **NUC8i7HVK** vereint Intel einen Core i7 und AMDs Vega-Grafik. Der Mini-PC taugt nicht nur fürs Gaming, sondern dank sechs 4K-tauglichen Display-Anschlüssen auch fürs Büro.  
**Test in c't 11/2018, S. 46**

Top-10 in Systeme		
1.	ASRock DeskMini A300 in Barebones	ab € 137,90
2.	Intel NUC Kit NUC8i5BEH - Bean Canyon in Barebones	ab € 368,22
3.	Intel NUC Kit NUC7PJYH - June Canyon in Barebones	ab € 178,95
4.	Intel NUC Kit NUC8i5BEK - Bean Canyon in Barebones	ab € 349,00
5.	Intel NUC Kit NUC8i7BEH - Bean Canyon in Barebones	ab € 450,00
6.	Intel NUC Kit NUC8i3BEH - Bean Canyon in Barebones	ab € 263,27
7.	Zotac ZBOX CI329 nano in Barebones	ab € 195,27
8.	HPE ProLiant MicroServer Gen10, Opteron X3216 in Komplettsysteme	ab € 341,97
9.	Intel NUC Kit NUC8i7HVK - Hades Canyon in Barebones	ab € 837,27
10.	ASRock DeskMini 310 in Barebones	ab € 139,87

Intels aktueller **NUC8** mit Vierkern-CPU Core i5-8259U und Thunderbolt-3-Anschluss ist trotz seines hohen Preises weit oben in der Beliebtheitskala.  
**Test in c't 24/2018, S. 62 (flache K-Variante)**

Bei der flacheren K-Version des **NUC8i5BE** muss man auf den Montageplatz für ein 2,5-Zoll-Laufwerk verzichten – es bleibt der M.2-Anschluss.  
**Test in c't 24/2018, S. 62**

Auf das Topmodell folgt beim Käuferinteresse die Sparversion: Der **NUC8i3** hat nur zwei Kerne, taktet dafür aber unter Volllast höher.

Den einzigen Nicht-PC-Barebone stellt HPes **Microserver ProLiant Gen10** mit dem älteren AMD-Prozessor Opteron X3216 und integrierter Radeon-R7-Grafik.

Den **Deskmini** von Platz 1 gibts als **H310** auch in einer Version für Intels Celeron-, Pentium- und Core-Prozessoren. Mit einer 65-Watt-CPU drosselte er unter Volllast.  
**Test in c't 14/2018, S. 56**

# BLOCK connect



Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft,  
Arbeit, Verkehr und Digitalisierung

**ct** magazin für  
computer  
technik

Die Blockchain-Anwendungskonferenz  
in Niedersachsen

**6. November 2019 / Hafven Hannover**

Über kaum ein IT-Thema wird auch außerhalb der IT-Abteilungen so viel gesprochen wie über Blockchain. Die Technik soll, so das Versprechen, Logistikbranche, Handel, Industrie und den Finanzsektor revolutionieren. Doch welche Probleme lösen die manipulationssicheren Datenspeicher wirklich? Was ist sinnvoll, was ist Hype? Diese Fragen stehen im Mittelpunkt der „BlockConnect“, der 1. Niedersächsischen Blockchain-Anwendungskonferenz.

Die Veranstaltung richtet sich an Entscheider aus Mittelstand und Industrie, die sich unabhängig über Nutzen und Probleme der Blockchain-Technik informieren möchten.

## PROGRAMM:

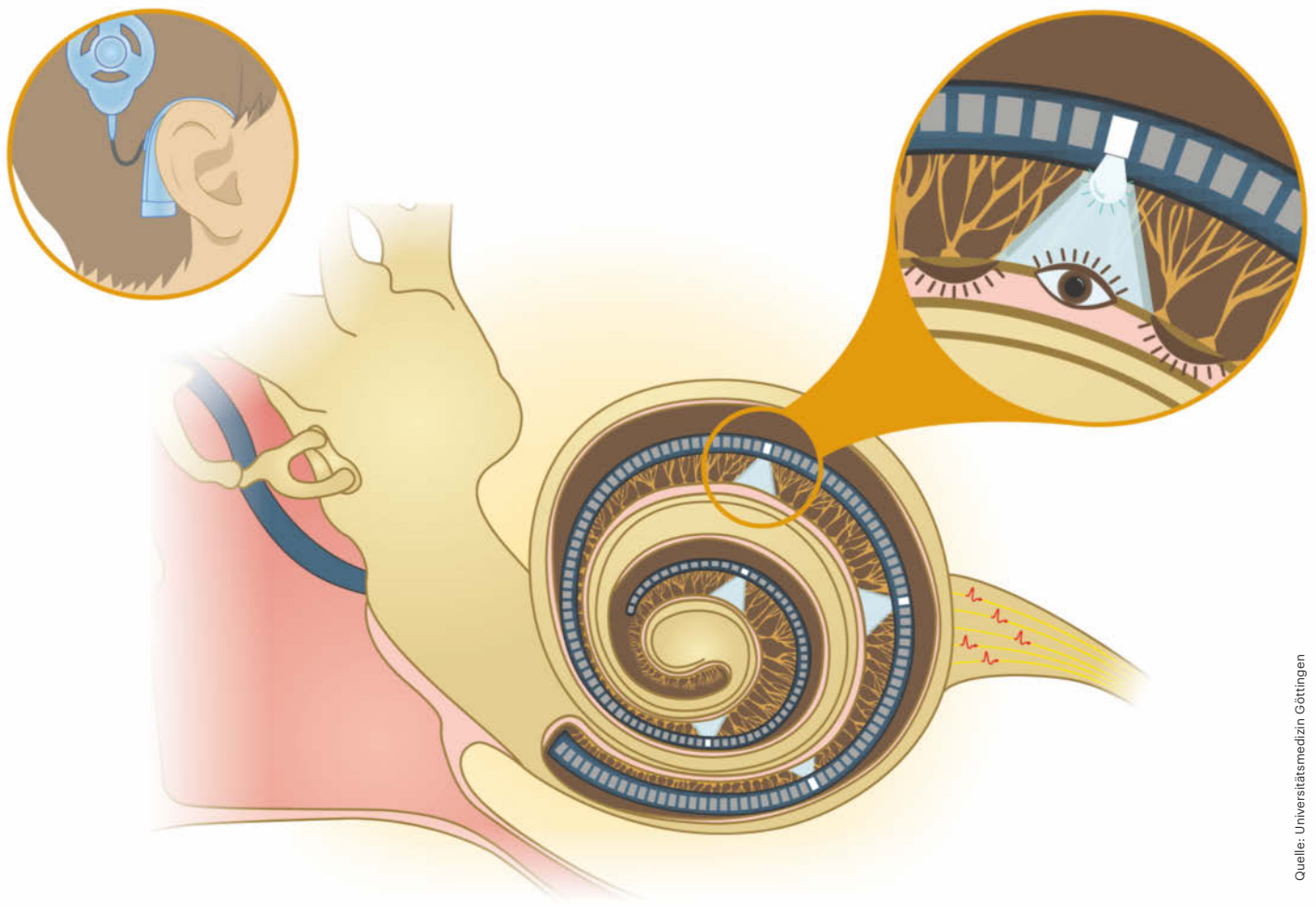
**Impulsvortrag:** Vorteile, Nachteile und Fragen zur Sicherheit,  
*Dr. Christian Berghoff, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik*

**Impulsvortrag:** Pilotprojekte und Anwendungen aus der Industrie,  
*Elke Kunde, Solution Architect, Blockchain Technical Focalpoint DACH, IBM Global Markets*

**Impulsvortrag:** Wie und was wird Blockchain langfristig verändern?  
*Prof. Dr. Stefan Edlich, Head of Data Science Master, Beuth Hochschule für Technik*

**Podiumsdiskussion:** Blockchain – was können wir erwarten?  
An welchen Stellen ist Blockchain tatsächlich relevant?  
*Mit Sprechern aus Industrie, Politik und der Startup-Szene*





Quelle: Universitätsmedizin Göttingen

# Taube Ohren lernen, Töne zu sehen

## Zukunftstechnik reizt genmanipulierten Hörnerv mit Licht

**Heutige Cochlea-Implantate übersetzen den Schall in Stromsignale direkt in der Hörschnecke. Künftig will ein Forscherverbund dort ein Licht-Array mit Hunderten von LEDs einsetzen. Die Hörzellen sollen dazu durch ein Algengen sehen lernen.**

**Von Arne Grävemeyer**

**V**iele Menschen mit Hörproblemen haben Schäden am Innenohr. Zum Glück holen Cochlea-Implantate selbst Ertaubte wieder in die Gemeinschaft der

Hörenden zurück. Und die Technik entwickelt sich weiter.

Wenn neue Digitaltechnik schlappe Ohren wieder spitzen soll, sind neue Wege zu bahnen. Wie lassen sich die Nervenzellen in der Hörschnecke des Innenohrs ansprechen? Zum einen natürlich durch Schall, übertragen vom Trommelfell über die Gehörknöchelchen namens Hammer, Amboss und Steigbügel in die Hörschnecke. Dort sind die feinen Haarzellen aufgereiht und erkennen je nach Standort frequenzgenau die unterschiedlichen Töne.

Oder durch Stromimpulse. Wenn die Haarzellen ihren Dienst nicht mehr tun, stimulieren die Elektroden eines Cochlea-Implantates die Nervenfasern in der Hör-

schnecke direkt. Voraussetzung dieser Technik ist, dass außen am Ohr ein Mikrofon den Schall aufnimmt und kodiert. Über zwei magnetische Spulen, eine außen und eine implantierte, gelingt die Übertragung der kodierten Signale, die letztlich den Elektrodenträger in der Hörschnecke ansteuern.

Es gibt noch eine dritte Möglichkeit, und zwar mit rotem Licht, weiß Professor Dr. Tobias Moser von der Universitätsmedizin Göttingen. Er setzt auf Optogenetik. Das heißt, er überträgt Gene einer einzelligen Grünalge namens *Chlamydomonas noctigama* auf die Nervenzellen im Innenohr. Die bilden daraufhin Licht-gesteuerte Ionenkanäle. Gemeinsam mit Forschungs-



partnern an der Universität Freiburg und der TU Chemnitz arbeitet Moser an der Entwicklung eines optischen Cochlea-Implantates. Statt eines feinen spiralförmigen Elektrodenträgers will er ein LED-Array mit Hunderten kleiner Lichtquellen in die Hörschnecke einsetzen.

## Zwischentöne

Der große Vorteil, den der optische Ansatz verspricht, liegt in der großen Zahl der einzeln ansteuerbaren LEDs und somit auch einer großen Anzahl unterscheidbarer Frequenzen. Dr. Ulrich Schwarz, Professor für Experimentelle Sensorik an der TU Chemnitz, hat in Zusammenarbeit mit Dr. Patrick Ruther am Institut für Mikrosystemtechnik der Uni Freiburg die Entwicklung der miniaturisierten Licht-Arrays aufgenommen. 200 LEDs auf einem feinen Drähtchen in der menschlichen Hörschnecke gelten als technisch machbar. Heutige elektrische Cochlea-Implantate kommen über 24 Elektroden nicht hinaus. Zum Vergleich: Normalhörende können über 1000 Frequenzen voneinander unterscheiden.

Ein wichtiges Problem heutiger Technik mit Elektroden: Die menschliche Hörschnecke ist mit Lymphe gefüllt, einem elektrisch leitfähigen Medium. So besteht die Gefahr, dass jeder Stromimpuls ein breites Feld an Nervenzellen aktiviert. Dadurch können sich die Hörerlebnisse des Patienten beim Auslösen unterschiedlicher Elektroden überschneiden. Die Elektroden brauchen relativ viel Abstand zueinander, damit der Patient ihre Reize sicher voneinander unterscheiden kann. Generell müssen Träger heutiger Cochlea-Implantate das Hören erst einmal neu erlernen, bevor sie mit Hilfe dieser Technik unangestrengt eine Unterhaltung führen können.

Das Licht einer kleinen LED wirkt in der Hörschnecke dagegen eher punktuell. Das bestätigen Versuche an künstlich ertaubten Wüstenrennmäusen, die Moser und sein Team durchgeführt haben. Im Labor gibt es bereits Tiere, die zwar für Schall taub sind, deren Hörzellen aber auf Licht ansprechen. Diesen Mäusen haben die Forscher experimentell feine Lichtleiter in die Hörschnecke eingeführt und dann die Nervenaktivität im Mittelhirn beobachtet. „Nach unseren Beobachtungen ist das Aktivitätsniveau im Mittelhirn bei Lichtreizung mit dem normalen Niveau bei akustischem Hören vergleichbar. Offenbar können wir Licht in der Hör-

schnecke klar besser bündeln als Strom und so dichter an das natürliche Hören kommen“, betont Moser.

## Virenlösung macht lichtempfindlich

Der Schritt zur optischen Reizbarkeit von Hörnerven ist ebenfalls bereits gut erforscht. „Wir nutzen eine Lösung mit harmlosen Viren als Genfähren“, berichtet Moser. Schon nach einer einmaligen Virusinjektion in die Hörschnecke beobachteten die Forscher, dass Hörzellen die typischen Proteine bildeten, mit denen sie dann auf Licht ansprechen. Nach wenigen Wochen reagierten die so geimpften Mäuse bereits auf Lichtreizungen im Innenohr. Dieser Effekt verstärkte sich über die folgenden Wochen noch.

Tatsächlich ist das Team um Moser bereits soweit, dass es Implantate mit Licht-Arrays ins Innenohr bei Mäusen einsetzt. Das Einpflanzen und die Infusion der viralen Genfähren in die Cochlea lässt sich nach Mosers Erfahrung sehr gut kombinieren. Nach wenigen Wochen sind

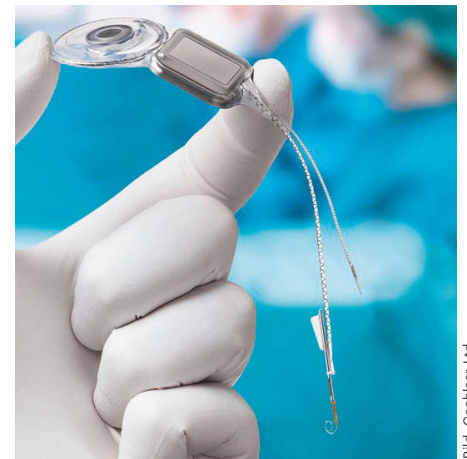


Bild: Cochlear Ltd.

**Ein Cochlea-Implantat im OP:** Das spiralförmige Elektroden-Array am unteren Ende ist mit bloßem Auge kaum zu erkennen.

dann Tests mit den wieder hörenden Mäusen möglich.

Für den nächsten Schritt haben die Forscher Versuche mit Weißbüschelaffen am Deutschen Primatenzentrum in Göt-

## Hörschnecke mit Stromanschluss

Ein Cochlea-Implantat kodiert Schallfrequenzen in diskrete Nervenimpulse. Heutige Technik steuert damit Elektroden an und die reizen die entsprechenden Sinneszellen in der Innenohrschnecke (Cochlea).

### Sendespule

Über die Sendespule werden die Signale an das unter der Haut liegende Implantat übertragen.

### Implantat

Das Implantat wandelt die kodierten Signale in elektrische Impulse um und leitet sie an den Elektrodenträger weiter.

### Soundprozessor

Ein kleines Mikrofon nimmt Schallwellen auf, die dann vom äußerlich getragenen Soundprozessor in digital kodierte Signale umgewandelt und an die Sendespule übertragen werden.

### Elektrodenträger

Die Elektroden stimulieren die Hörnervenzellen in der Cochlea – im Gehirn entsteht ein Höreindruck.

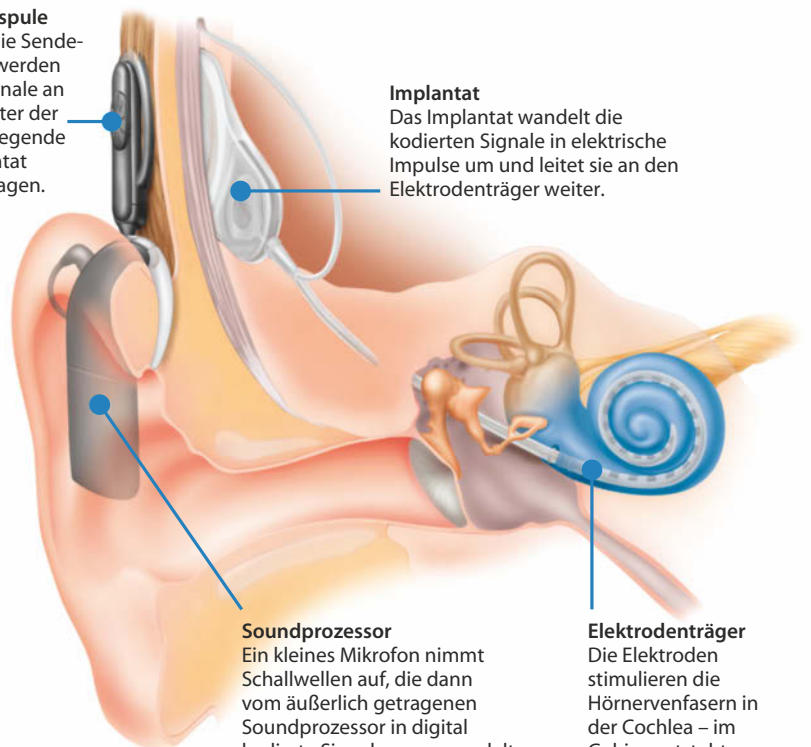


Bild: Cochlear Ltd.



Bild: DPZ

**Weißbüschelaffen sind gelehrt und können den Forschern mitteilen, was sie hören.**

tingen gestartet. Das braucht aber viel Aufbauarbeit. Die Affen mit den auffälligen Fellbüscheln an den Ohren nutzen in der Natur verschiedene Laute, um sich in der Kolonie zu verständigen, und sie können viele Tonhöhen gut unterscheiden. Man muss sie aber lange trainieren, um von ihnen zu erfahren, was sie eigentlich wahrnehmen und was nicht.

Derzeit holen die Forscher ihre Äffchen vormittags aus der Kolonie und setzen sie in schalldichte Kabinen. Dort spielen sie ihnen Töne ein. Die Äffchen können an einem Touchscreen Feedback geben. Falls sie sich richtig entscheiden, erhalten sie über ein Trinkröhrchen eine leckere Belohnung. Inzwischen haben sie so gelernt, Tonhöhen einzuschätzen und je nach Aufgabe gleiche Töne oder unterschiedliche Tonhöhen zu melden.

„Ich denke, dass wir die Weißbüschelaffen in den kommenden zwei, drei Jahren so weit haben, dass sie uns sagen können, wie gut das optische Hören funktioniert“, sagt Moser. Die nächsten Schritte werden dann sein, die Äffchen durch ein Medikament ertauben zu lassen und ihnen die neuen Implantate einzusetzen. Die Tests an den Primaten seien eine wichtige Voraussetzung dafür, dass optische Cochlea-Implantate als Medizinprodukt zugelassen werden. Der Mediziner hofft, dass die neue Technik bereits Ende der zwanziger Jahre in klinischen Studien am Menschen erprobt werden kann.

Doch die Entwicklung des optischen Hörens stößt bei manchen Experten auf Skepsis. Am Deutschen Hörzentrum (DHZ) in Hannover pflanzen die Mediziner im Jahr über 600 Cochlea-Implantate ein. Dr. Anke Lesinski-Schiedat, Professorin an der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) und ärztliche Leiterin des DHZ, stellt den Forschungsansatz in

Frage: „Anstatt das geschädigte Gehör zu reparieren, schafft Moser im Grunde ein neues Organ.“ Mit optischer Technik in der Cochlea werde nicht einfach die natürliche Übertragungskette an einer unterbrochenen Stelle überbrückt, sondern ein neuartiger Funktionsweg geschaffen, kritisiert die Medizinerin.

### Das geht heute ins Ohr

Auch die elektrischen Cochlea-Implantate entwickeln sich weiter, betont Professor Dr. Andreas Büchner, wissenschaftlicher Leiter am DHZ. So ist in den vergangenen zwanzig Jahren die Technik der Cochlea-Spirale wesentlich feiner geworden. Heute reichen beispielsweise Cochlea-Elektroden wesentlich tiefer in die Hörschnecke hinein als zuvor und erreichen dort auch die Hörzellen, die für tiefere Frequenzen zuständig sind.

Eine weitere Optimierung besteht darin, dass feinere Elektrodenträger näher an die Haarzellen angelegt werden können. Das Problem der Kanalinteraktion, also der überschneidenden Aktivierung von Nervenzellen durch unterschiedliche Elektroden, wird damit verringert.

Weitere Fortschritte sind in der Signalverarbeitung gelungen. Spektrale Maskierung lautet das Zauberwort: Der Prozessor aktiviert nicht mehr einfach alle passenden Elektroden im Innenohr, er berücksichtigt auch, möglichst nur weit auseinander liegende Elektroden zugleich anzusprechen. So hilft die Technik dem Anwender, sich trotz hoher Bandbreite der akustischen Reize beispielsweise auf einen Gesprächspartner zu konzentrieren.

Andere Ansätze nutzen eine reduzierte und invertierte Stromabgabe der flankierenden Elektroden, um die Feldausbreitung der inneren Elektrode einzudämmen und so die Kanalinteraktion zu verringern.

Ein erfolgversprechender Weg ist auch die Kombination von akustischem Hörgerät und elektrischer Cochlea-Technik. Am 6. September prämierte eine Jury auf der IFA in Berlin die bimodale Hörversorgung mittels Cochlea-Implantat Nucleus 7 des Herstellers Cochlear in Verbindung mit dem Hörgerät ReSound LyNX Quattro von GN Hearing auf dem anderen Ohr. Die Kombination unterstützt nicht nur beide Ohren wirkungsvoll mit unterschiedlicher Technik und hilft so, das Richtungshören beizubehalten. Sie ermöglicht zusätzlich zum verstärkten Hören im Alltag erstmals direktes beidseitiges Soundstreaming von einem iOS-Mobilgerät per Bluetooth [1]. Die akustischen Signale werden auf beide Hörhilfen synchron übertragen.

Am DHZ hat man sogar Erfahrung mit der Kombination aus Cochlea-Implantat und akustischer Verstärkung in ein und demselben Ohr. Recht häufig passiert es, dass Patienten auf den hohen Frequenzen ertauben, während sie für tiefere Frequenzen lediglich eine akustische Unterstützung benötigen. In solchen Fällen wird eine verkürzte Cochlea-Spirale genau in den ertaubten Bereich der Hörschnecke implantiert. Das zugehörige Hörgerät ist zweigeteilt. Es umfasst Prozessor und Spule für das Cochlea-Implantat und zugleich eine akustische Verstärkung für das noch intakte Restgehör.

### Warten oder entscheiden?

Sollte der Betroffene jetzt auf leistungsfähige optische Cochlea-Implantate in der Zukunft warten oder besser gleich die aktuelle Technik nutzen? „Heute sollte jeder auf die etablierte Technik zurückgreifen“, sagt selbst der Forscher Moser aus Göttingen. Es gebe viele Beispiele dafür, dass sich Cochlea-Implantate bei Bedarf sicher austauschen lassen. „Der Patient vergibt sich also nichts, er könnte später auf die optische Technik umsteigen.“

„Heute in jedem Fall sofort auf etablierte Technik setzen!“, bestätigt Lesinski-Schiedat. Nach ihrer Erfahrung sollte ein nachlassendes Gehör nicht jahrelang unbehandelt bleiben. Die Zeit drängt, da die Hörfähigkeit nach dem Ertauben zu degenerieren droht.

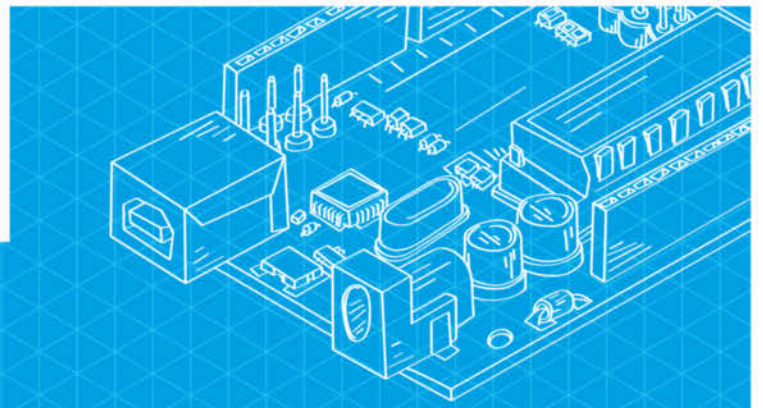
(agr@ct.de) **ct**

### Literatur

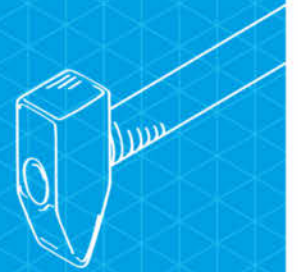
[1] Mirko Dölle, Hörgeräte und Implantat-Soundprozessoren mit Bluetooth, c't 22/2018, S. 142



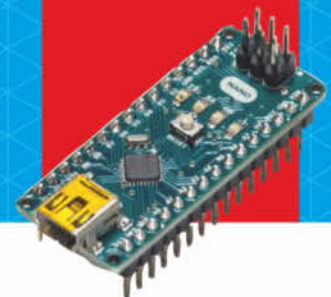
# Make:



## DAS KANNST DU AUCH!



**GRATIS!**



## 2× Make testen und 6 € sparen!

### Ihre Vorteile:

- ✓ **GRATIS dazu:** Arduino Nano
- ✓ **NEU:** Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv\*
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

**Für nur 15,60 Euro statt 21,80 Euro.**

\* Für die Laufzeit des Angebotes.

**Jetzt bestellen: [make-magazin.de/miniabo](https://make-magazin.de/miniabo)**





# Aufgedeckt

## Vom Umgang mit Sicherheitslücken – und warum uns Geheimhaltung nicht weiter bringt

**Wer früher eine Sicherheitslücke aufdeckte, konnte schon dafür in den Knast wandern. Heute kann man damit ganz legal Millionen verdienen und Firmen machen Jagd auf gute Hacker – nicht um sie zu verhaften, sondern um sie einzustellen. Da hat sich in den letzten dreißig Jahren so einiges geändert.**

**Von Jürgen Schmidt**

**W**as macht man eigentlich, wenn man eine gravierende Sicherheitslücke in einem von vielen Menschen ge-

nutzten Programm oder Gerät entdeckt? Der ganzen Welt davon zu erzählen, scheint da im ersten Moment eine denkbar schlechte Idee. Schließlich warten Cyber-Kriminelle doch nur auf solche Gelegenheiten. Trotzdem ist das in bestimmten Situationen sehr sinnvoll.

Um die heute übliche Vorgehensweise beim Umgang mit Sicherheitslücken besser zu verstehen, lohnt ein kleiner Abstecher in die Geschichte der Security. Die Rede ist vom finsternen Mittelalter der Computerei, das bis in die 90er-Jahre reichte. Damals war IT-Security eine arkane Geheimwissenschaft, die nur erleuchtete Magier beherrschten. Die tauschten sich in weitgehend geschlossenen Communitys aus; öffentliche Informationen zum Thema gab es kaum.

Es war die Zeit, in der das Internet die Welt eroberte und Microsoft plötzlich entdeckte, dass man da eine überaus wichtige Entwicklung fast verschlafen hätte. In Windows 95 wurde TCP/IP eingebaut und plötzlich waren viele tausende Systeme vernetzt, die darauf eigentlich gar nicht richtig vorbereitet waren.

Microsoft und eigentlich fast alle Hersteller von Hard- und Software betrachteten Security damals im Wesentlichen als einen unnötigen Kostenfaktor und ansonsten hauptsächlich als ein Kommunikationsproblem. Natürlich gab es es auch damals Sicherheitslücken – doch darüber sprach man nicht. Wer versuchte, einen Hersteller auf ein Security-Problem seiner Produkte aufmerksam zu machen, musste mit heftigen Reaktionen rechnen. Ein-

schüchterungsversuche durch Firmenanwälte bis hin zu Klagen mit nachfolgenden Gerichtsverfahren waren eher die Regel als die Ausnahme.

Security-Updates oder Patches gab es quasi nicht. Und wenn doch, dann sammelten sie in irgendeiner möglichst verborgenen Ecke. Denn ein systematischer Weg, die Systeme zu aktualisieren, war nicht vorgesehen und öffentliche Hinweise auf Sicherheitslücken waren tabu – die könnte ja jemand ausnutzen. Das war jedenfalls die offizielle Begründung. Tatsächlich ging es jedoch vor allem darum, dass die Firmen das ganze Thema Security am liebsten totschweigen wollten.

## Der erste Wurm

Die Folge waren weltweit vernetzte Systeme mit horrenden Sicherheitslücken, die teilweise trivial auszunutzen waren, wenn man nur wusste wie. Der erste Computer-Wurm im Internet beruhte auf einem Sicherheitsproblem, das bereits seit mehreren Jahren bekannt war. Aufgrund eines fehlerhaften Passwort-Checks genügte es, dem Mail-Dienst Sendmail das Kommando `wiz` zu schicken, damit dieser antwortete

```
200 Please pass, oh mighty wizard
```

und dem Anfragenden volle Root-Rechte auf dem System verlieh. Das nutzte am 2. November 1988 der Morris-Wurm aus und infizierte innerhalb weniger Stunden über 6000 Systeme, was damals einen signifikanten Teil des gesamten Internet ausmachte. In der Folge wurden Sendmail-Sicherheitseinstellungen in diesem Punkt etwas verbessert. Doch ansonsten ging es weiter wie bisher.

Erst Anfang der 90er kam es zu einem wichtigen Umschwung und die Security-Community öffnete sich. Der treibende Gedanke dabei war: Sowohl Security-Konzepte als auch deren Schwächen müssen endlich offen diskutiert werden, damit Security besser wird. Len Rose, einer der Gründer der Mailing-Liste Full Disclosure, brachte die Dringlichkeit seines Anliegens auf den Punkt:

„Wir glauben nicht an Security durch Unverständlichkeit (security by obscurity). Und soweit wir wissen, ist vollständige Offenlegung (full disclosure) der einzige Weg, sicherzustellen, dass nicht nur Insider, sondern jedermann Zugang zu den überlebenswichtigen Informationen hat.“



Der Quellcode des ersten Internet-Wurms auf Diskette im Computer History Museum

Bild: Intel

## Bugtraq und Full Disclosure

Dazu tauschte sich die Security-Community über die moderierte Mailing-Liste Bugtraq und im offenen Full Disclosure aus. Dort nahm man kein Blatt mehr vor den Mund: So gab es alle Infos zu konkreten Sicherheitslücken – und zwar sofort. Häufig inklusive voll funktionsfähiger Demos und unabhängig von der Verfügbarkeit von Updates. Oft sogar ohne dass der Hersteller zuvor benachrichtigt wurde.

Es war die wilde Zeit der Zero Days – kurz Odays, gesprochen o-days – die zum Status-Objekt der Szene wurden. Wer etwas auf sich hielt, hatte ein gut gefülltes Reservoir an privaten Odays und ließ seine Fans großzügig daran teilhaben. Allein auf Bugtraq und Full Disclosure wurden hunderte solcher Odays veröffentlicht. Lücken im Internet Explorer, über die man Windows-Rechner kapern konnte, wurden da teilweise im Wochentakt offengelegt.

Das Erstaunliche daran: Full Disclosure funktionierte tatsächlich. Immer mehr Leute interessierten sich für das Thema. Durch die öffentlich verfügbaren Informationen fanden sie einen schnellen Einstieg. Und die Qualität des öffentlich verfügbaren Security-Know-hows nahm ebenfalls zu.

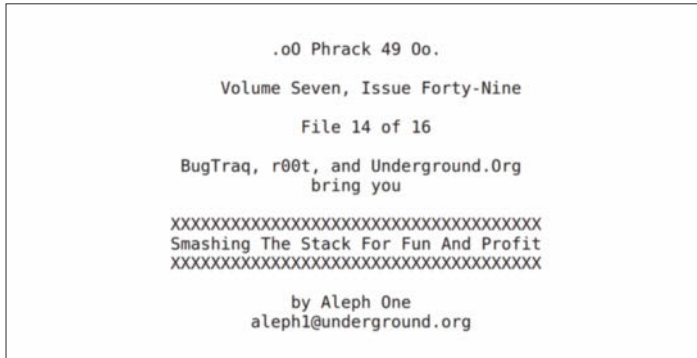
Eines der berühmtesten Beispiele dafür ist der Artikel „Smashing the Stack for Fun and Profit“. Darin erklärte der Bugtraq-Moderator mit den Handle Aleph One erstmals en détail einer großen Öffentlichkeit, wie man einen Puffer-Überlauf ausnutzen kann, um beliebigen, eigenen Code in ein System einzuschleusen und auszuführen. Nicht nur abstrakt und theoretisch, sondern ganz konkret mit Code und Beispielen.

Solche Pufferüberläufe waren eine Seuche. Gefühlt jedes zweite Programm wies diese Schwachstellen auf – und fast



Auf Mailing-Listen wie Bugtraq und Full Disclosure wurden zeitweise im Wochentakt kritische Lücken im Internet Explorer dokumentiert.





Das Standardwerk zum professionellen Ausnutzen eines Pufferüberlaufs auf dem Stack erschien im Hackermagazin Phrack.

Schlimmste, was die meisten Windows-Nutzer von Blaster mitbekamen, war, dass ihr Rechner schon Minuten nach dem Aufbau einer Internet-Verbindung abstürzte, was auf einen Fehler im Wurm zurückzuführen war.

Eingebettet im Code des Blaster-Wurms fand sich eine Botschaft an den damaligen Microsoft-Chef:

billy gates why do you make this possible? Stop making money and fix your software!!

immer konnte man sie ausnutzen, um mit einem passenden Exploit das System zu übernehmen, auf dem es ausgeführt wurde. In der Folge gab es hunderte Demo-Exploits für verschiedenste Programme, die mit Aleph Ones Stack-Smashing-Rezepten zusammengebraut waren.

Doch letztlich war diese Veröffentlichung und die folgende Katharsis wohl notwendig dafür, dass diese Kategorie von Sicherheitslücken auf modernen PCs heute keine große Rolle mehr spielt. Dies wurde nur erreicht durch eine bis dahin nie gesehene Anstrengung der Hersteller von Hard- und Software.

## Blaster erschüttert die Welt

Die öffentliche Diskussion über Sicherheitslücken hatte nämlich durchaus auch die befürchteten negativen Konsequenzen in Form von Katastrophen in bis dahin unerreichtem Ausmaß. So fand die schillernde Hackergruppe Last Stage of Delirium (man beachte die Initialen!) 2003 eine Lücke im RPC-Dienst von Windows, die sich übers Netz ausnutzen ließ. Millionen von PCs waren anfällig.

Zwar veröffentlichte Microsoft am 16. Juli 2003 das Microsoft Security Bulletin MS03-026 „Critical Buffer Overrun In RPC Interface Could Allow Code Execution“ und stellte Sicherheits-Updates für Windows NT 4.0, XP, 2000 und Server 2003 bereit. Doch die installierte nur ein kleiner Teil der Windows-Nutzer. Parallel bastelte die Security-Community gemeinsam in Full Disclosure an immer besseren Exploits.

Und am 11. August 2003 war es dann so weit: Der Blaster-Wurm raste innerhalb weniger Stunden rund um die Welt und infizierte über die RPC-Lücke in wenigen Tagen weit über eine Million PCs. Ein gewisser „ju“ forderte damals übrigens auf heise online in seinem Kommentar „Lehren aus ‚Einmal Wurm mit Ansagen‘“ bessere Update-Funktionen für Windows.

Doch wir hatten noch einmal Glück im Unglück. Denn der Blaster-Wurm hatte keine echte Schadfunktion. Den eingebauten Denial-of-Service-Angriff auf die Windows-Update-Server ließ Microsoft weitgehend ins Leere laufen. Das

Und man mag es kaum glauben, aber diese Botschaft fand tatsächlich ein offenes Ohr. Denn genau dieser Bill Gates hatte erst kurz zuvor eine Erleuchtung, an der er mit einer E-Mail alle Microsoft-Mitarbeiter teilhaben ließ. Ihre zentrale Botschaft war: „Trustworthy Computing is the highest priority for all the work we are doing“ – Security sollte plötzlich die Grundlage für alles sein.

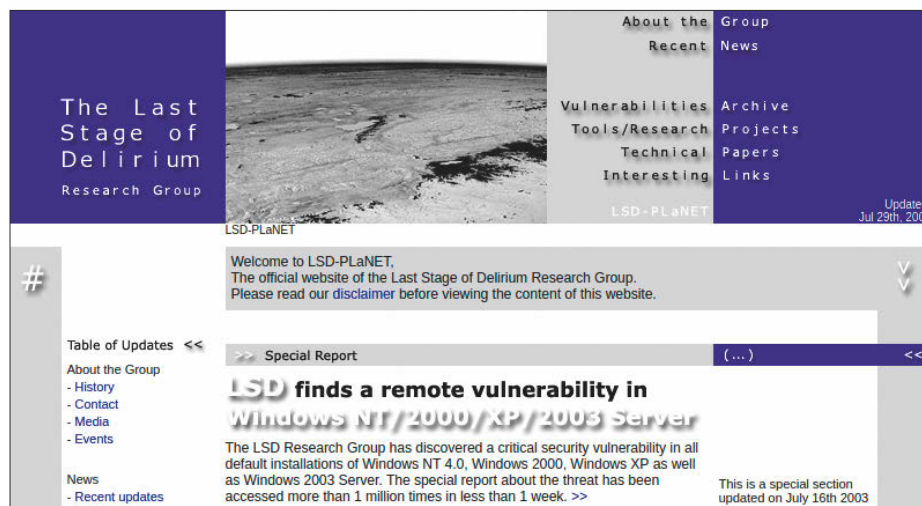
Damals zweifelten viele Security-Experten wie auch der Autor dieses Artikels, ob das nicht nur ein weiterer PR-Schachzug war. Doch die weitere Geschichte zeigte: Es war Gates voller Ernst. Er krempelte seinen Multi-Milliarden-Dollar-Konzern auf allen Ebenen sehr gründlich um.

## Der Wandel

Damit keine Missverständnisse aufkommen: Das war keine plötzlich entdeckte Liebe für das Thema Security, sondern eine unternehmerische Entscheidung, die den drohenden Niedergang des Windows-Imperiums abwenden sollte. Denn dessen Sicherheitsprobleme und deren Konsequenzen hatten unterdessen ein Ausmaß angenommen, dass man sie unter keinen noch so großen Teppich mehr kehren konnte. Endanwender, Firmen und sogar ganze Staaten drohten, sich von Microsoft abzuwenden.

Und Microsoft war dabei keineswegs allein. Die komplette IT-Branche geriet unter Beschuss und orientierte sich in den 2000er-Jahren in Sachen Security neu: Hersteller begriffen, dass sie Security tatsächlich brauchten. Es gab vermehrt Security-Updates, die auch tatsächlich beim betroffenen System ankamen. Software wurde plötzlich im Rahmen eines Security Development Lifecycles (SDL) geplant, entwickelt und bis zum geplanten End-of-Life weiter gepflegt.

Im Zuge dieser Umorientierung suchte man auch die aktive Zusammenarbeit



Die polnische Hackergruppe deckte die kritische Windows-Lücke auf, die Blaster ausnutzte. Später heuerte Microsoft sie an.



mit der Security-Szene. Plötzlich waren die früheren Outlaws gesuchte Experten, von denen es schon bald nicht mehr genug gab. Der Autor erinnert sich noch an einen Besuch auf dem Microsoft-Campus in Redmond (dessen Kosten Microsoft übrigens übernahm), bei dem man ihm fast schon stolz zwei Microsoft-Mitarbeiter als Gründungsmitglieder der Hackergruppe LSD vorstellte. Statt im Untergrund Odysseus zu erforschen, halfen sie jetzt dem Windows-Kernel-Team, die Sicherheit konzeptionell zu verbessern.

### Aber bitte verantwortungsbewusst

Eher notgedrungen akzeptierte man auch das Veröffentlichen von konkreten Informationen zu Sicherheitsproblemen als wichtigen Bestandteil dieses Prozesses. Aber natürlich nicht mehr so ungezügelt wie in den wilden Full-Disclosure-Zeiten, sondern am besten nach den eigenen Spielregeln. Der erste Anlauf dafür war Microsofts Konzept einer „Responsible Disclosure“, die einen verantwortungsbewussten Umgang mit diesen sensiblen Informationen einforderte.



2003 schaffte es erstmals ein Computerschädling in die Tagesthemen und „ju“ erklärte Anne Will, was ein Patch ist.

Der wichtigste Punkt einer solchen Responsible Disclosure war, dass man den Hersteller als ersten über Sicherheitsprobleme informiert. Diesem sollte man dann ausreichend Zeit einräumen, ein Security-Update zu erstellen. Erst wenn die-

ses verfügbar ist, veröffentlichen Hersteller und Finder konkrete Informationen zu diesem Problem. Nur wenn ein Hersteller innerhalb eines bestimmten Zeitraums nicht angemessen reagiert, darf der Entdecker mit seinen Informationen auch

## Disclosure für Hersteller

Wer Dienste anbietet oder Soft-/Hardware entwickelt, muss davon ausgehen, dass seine Produkte Sicherheitslücken aufweisen. Und früher oder später werden auch Externe, welche darin entdecken, machen Sie es Ihnen so leicht wie möglich, diese bei Ihnen zu melden. Letztlich profitieren Sie davon, dass Ihr Produkt danach sicherer ist. Die wichtigsten Tipps dazu in Form einer Checkliste:



### Planen

Bereiten Sie sich auf den Eingang von Berichten zu Sicherheitsproblemen vor. Legen Sie Regeln fest, wie Sie damit umgehen wollen. Das Modell der Coordinated Disclosure beschreibt den Stand der Technik (siehe [ct.de/ykn7](http://ct.de/ykn7)). Legen Sie fest, wer für die Betreuung und Kommunikation zuständig ist und wie das Ganze in etwa ablaufen soll. Auch ein realistischer zeitlicher Rahmen, innerhalb dem man Sicherheitsprobleme fixen will, sollte zumindest intern schon mal diskutiert worden sein.



### Meldestelle einrichten

Machen Sie das Melden so leicht wie möglich. Bieten Sie klare Anlaufstellen, um Sicherheitsprobleme zu melden. Eine E-Mail-Adresse wie [security@firma.de](mailto:security@firma.de) und eine Web-Seite wie <https://www.firma.de/security> mit einem Formular zur Kontaktaufnahme haben sich bewährt. Machen Sie



### Kommunikation

Gute Kommunikation mit dem Entdecker ist das A & O für Coordinated Disclosure. Seien Sie möglichst offen und lassen Sie keinen Frust aufkommen. Bestätigen Sie den Eingang der Meldung zu einer Schwachstelle möglichst zeitnah und geben Sie dem Melder dann regelmäßig Feedback über Fortschritte und angepeilte Termine. Vermeiden Sie alles, was als Drohung wahrgenommen werden könnte.



### Bug Bounties

sind oft der Einstieg in die Überlegungen rund um Disclosure. Dabei sind sie eigentlich der letzte Punkt auf der To-do-Liste, nachdem die oben aufgeführten abgearbeitet sind. Überlegen Sie, ob Sie Prämien auf das Melden von Schwachstellen ausschreiben wollen und können. Auch wenn eine finanzielle Honorierung der erbrachten Leistung (noch) nicht möglich ist, kann man über ein nacktes „Danke“ hinausgehen. Die meisten Melder von Sicherheitslücken freuen sich über jedes Zeichen der Anerkennung – sei es ein T-Shirt, eine Tasse oder das Angebot einer Spende in seinem Namen.



Rockstars der Security-Szene demonstrieren für faire Entlohnung ihrer Arbeit. Mit „No more free bugs“ kam die Diskussion um Bug-Bounties in Gang.

einseitig an die Öffentlichkeit gehen. Die Fristen variieren dabei von einigen Wochen bis zu mehreren Monaten.

Die Security-Szene beäugte „Responsible Disclosure“ von Anfang an eher skeptisch. Die unausgesprochene Botschaft war: „Wer sich nicht an unsere Spielregeln hält, handelt verantwortungslos.“ Und diesen Schuh wollte man sich nicht ausgerechnet von einem Konzern anziehen lassen, der über viele Jahre bei der Security ganz ohne Gewissensbisse maßlos geschlampt hatte.

Überhaupt ging es bei Responsible Disclosure sehr viel um die Pflichten der Hacker und eher wenig um die der Hersteller. Das spiegelte sich dann auch in der konkreten Praxis wider, in der Hersteller Responsible Disclosure immer wieder benutzten, um Sicherheitslücken herunterzuspielen oder auszusitzen.

Ein typisches Spiel, das auch der Autor mehrfach miterlebt hat, war, von

dem Entdecker einer Lücke einen voll funktionsfähigen Exploit zu verlangen, bevor man den Fund als relevantes Sicherheitsproblem akzeptierte. Ein solcher Exploit erforderte oft Tage oder sogar Wochen zusätzlicher Arbeit. Andererseits verbat man sich ein einfaches Veröffentlichen des Sachverhalts als „unverantwortlich“.

Mittlerweile hat sich unter anderem deshalb eine andere Policy durchgesetzt: Bei der sogenannten „Coordinated Disclosure“ steht die partnerschaftliche Zusammenarbeit von Entdecker und Hersteller im Vordergrund. Diese orientiert sich an drei zentralen Zielen:

1. Schaden zu minimieren,
2. die Lücke zu beseitigen,
3. andere am Erkenntnisgewinn teilhaben zu lassen.

Unter anderem das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) und die europäische Sicherheitsbehörde

ENISA empfehlen Coordinated Disclosure als Vorgehensweise zum Umgang mit Sicherheitslücken.

## Das liebe Geld

Der Elefant im Raum war das Thema Geld. Die Übergabe der Informationen, die erforderliche Arbeit zum Nachweis der Relevanz des Problems – all das hatte selbsttendend unentgeltlich zu erfolgen. Doch damit wollten sich einige Hacker nicht mehr abfinden. 2009 starteten Alex Sotirov, Dino Dai Zovi und Charlie Miller ihre Kampagne „No more free bugs“. Die Zeit, in der Softwarehersteller von der kostenlosen Arbeit der Security-Community profitierten, sei vorbei, argumentierten die drei Rockstars der Security-Szene. Hersteller sollten ihre Arbeit gefälligst entlohnen.

Tatsächlich entwickelte sich ein Markt, auf dem Sicherheitslücken beziehungsweise die Informationen, wie man sie ausnutzen kann, einen ganz realen Wert darstellten. Da waren zunächst die Bug-Broker wie die Zero Day Initiative (ZDI), die Zero-Day-Lücken aufkaufen. Für voll funktionsfähige, exklusive Exploits in populären Programmen zahlen sie dem Entdecker bis zu 100.000 US-Dollar.

Dann melden sie die Lücken beim Hersteller, damit dieser einen Patch entwickeln und bereitstellen kann. Erst danach wird die Lücke veröffentlicht – entweder durch den Broker oder den Finder. Das Geschäftsmodell der Bug-Broker beruht darauf, dass die Mutterfirma – bei ZDI also früher HP, jetzt Trend Micro – Security-Software oder -Hardware verkauft, die auf quasi magische Weise auch vor Zero-Day-Lücken schützen kann.

Das Problem dabei war, dass die Bug-Broker kein wirkliches Interesse daran hatten, dass die Lücken tatsächlich geschlossen wurden. Im Gegenteil: Je länger sich der Hersteller mit dem Fixen einer kritischen Lücke Zeit ließ, desto länger war der Zeitraum, in dem der einzige Schutz das Kaufen der Security-Produkte war. So räumte ZDI etwa Microsoft schon auch einmal über zwei Jahre ein, um eine kritische Lücke in einer Office-Komponente zu schließen.

## Horrende Schwarzmarkt-Preise

Parallel dazu gab und gibt es immer noch einen blühenden Schwarzmarkt für Sicherheitslücken. Firmen wie Exodus Intelligence, Revuln, Vupen und Zerodium kaufen Bugs auf, um daraus voll funkti-



Die Security-Community feiert sich selbst nicht mit Oscars, sondern mit Pwnies. Etwa für den besten Server-Bug, die lahmste Hersteller-Reaktion und den „most epic fail“.

onsfähige Cyberwaffen zu bauen. Die verkaufen sie dann an Geheimdienste, Militärs und Polizei weiter. Wenn etwa das BKA seinen Staatstrojaner übers Netz auf dem Laptop eines Terrorverdächtigen platzieren wollte, würde es die dafür notwendigen Exploits ziemlich sicher dort einkaufen.

Zerodium zahlt Preise von über einer Million US-Dollar für einen iOS-Jailbreak oder für Exploits in Tor-Browser/Tails. Da gehen dann natürlich keine Infos an den Hersteller – die würden die wertvolle Ware schließlich nur kaputt machen, indem sie die Sicherheitslücke beseitigen. Und das wäre nicht im Sinne von Zerodium und dessen Kunden. Letztere müssen sich sogar vertraglich verpflichten, die eingekauften oder gemieteten Tools nicht an Dritte und somit insbesondere nicht an den Hersteller der betroffenen Software weiterzugeben.

Doch auch an den Softwareherstellern ging „No more free bugs“ nicht ungehört vorbei. Immer mehr Firmen bieten selbst Belohnungen für das Melden von Sicherheitslücken. Google, Mozilla, Facebook, Paypal und mittlerweile sogar Microsoft, das sich lange gesträubt hatte, bieten eigene Bug-Bounty-Programme, in denen sie Prämien für das Melden von Sicherheitslücken anbieten.

Viele Firmen nutzen für ihre Bug-Bounty-Programme auch Plattformen wie Bugcrowd und Hackerone. Die verstehen sich als Vermittler zwischen Firmen und Hackern, die Spaß daran haben, Sicherheitslücken aufzudecken, aber gerne damit auch Geld verdienen möchten. Den Hackern versprechen sie Unterstützung bei der Disclosure und insbesondere, dass sie weiterhin ihren Spaß haben können, ohne negative Reaktionen der Hersteller befürchten zu müssen.

Den Firmen helfen die Plattformbetreiber dabei, eigene Disclosure-Policies und Bug-Bounty-Programme aufzusetzen. Und sie werben damit, dass man mit ihrer Hilfe die „Crowd“ sogar für gezielte Sicherheitstests nutzen könne. Denn die früher oft geschmähten und gefürchteten Hacker sind heute respektierte Fachkräfte, nach denen viele Firmen verzweifelt suchen. Und nach wie vor spielt Disclosure – also das Offenlegen von Sicherheitslücken – eine zentrale Rolle. (jkj@ct.de) **ct**

**BSI-Empfehlungen für Hersteller zur Handhabung von Schwachstellen:**  
[ct.de/ykn7](https://www.ct.de/ykn7)

Viele große Firmen wie Spotify wickeln ihre Bug-Bounty-Programme über Plattformen wie hackerone ab.

## heise Security als Vermittler

In Fällen von öffentlichem Interesse bietet heise Security an, als Vermittler bei der Kommunikation mit Herstellern aufzutreten. Wir haben dabei im Laufe der Jahre einiges an Erfahrung gesammelt und viele Ansprechpartner, die uns in diesem Kontext bereits kennen.

Der scheinbare Umweg über Heise hat für den Entdecker einer Schwachstelle den Vorteil, dass er auf Wunsch zunächst anonym bleiben kann und erst später entscheidet, ob er in diesem Kontext persönlich in Erscheinung treten will. Wir haben die Möglichkeit, unsere Informanten auch dauerhaft anonym zu halten.

Selbstverständlich diskutieren wir auch eventuelle rechtliche Konsequenzen mit den Meldern von Sicherheitslücken. Und schließlich bekommen bei vie-

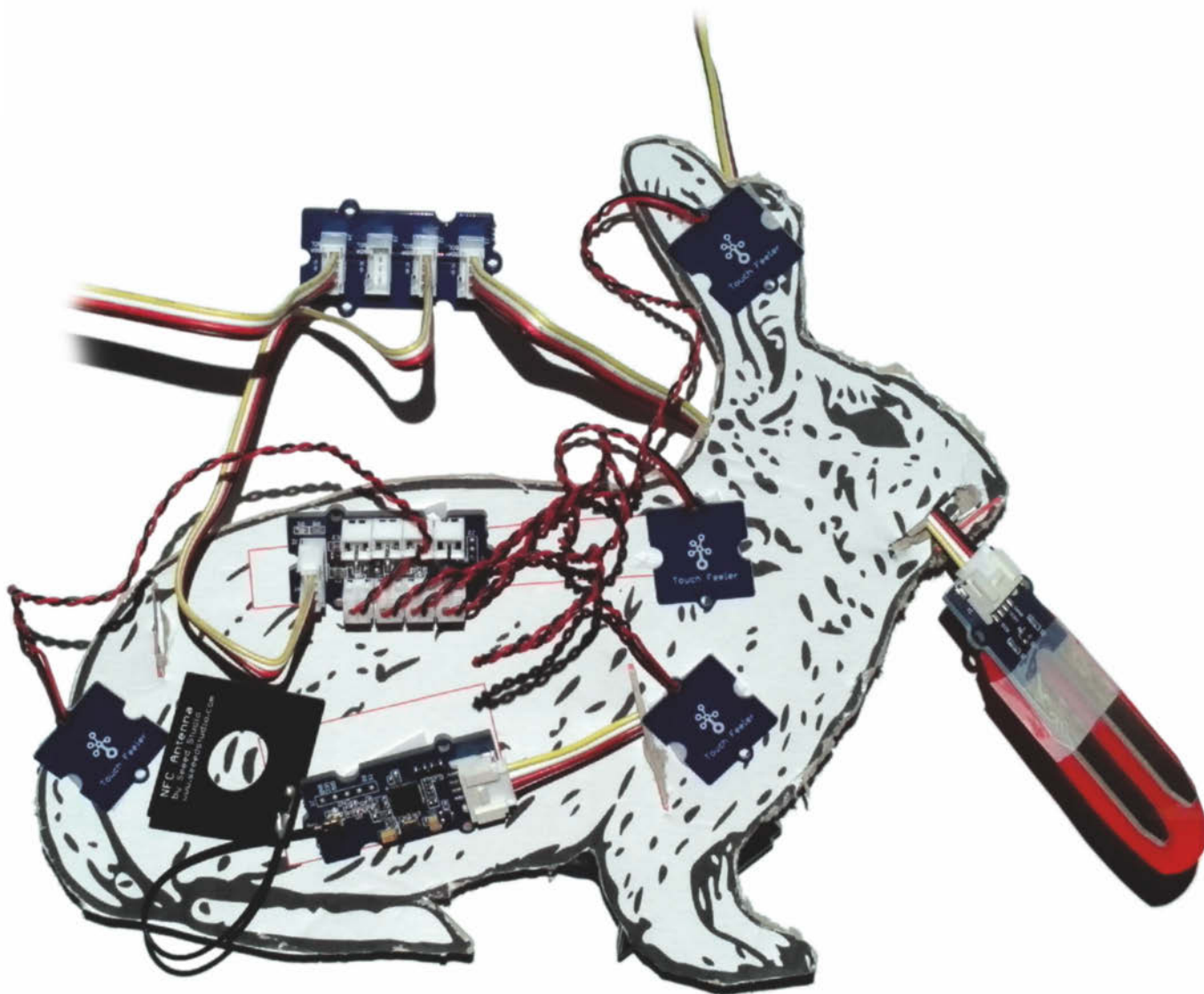
len Herstellern Dinge oftmals noch eine etwas höhere Dringlichkeit, wenn sie von Heise angesprochen werden.

Für uns steht das Vermeiden von Schaden für Dritte im Vordergrund. Dazu pflegen wir eine Vorgehensweise der Coordinated Disclosure, die dem Hersteller einen angemessenen Zeitraum zur Beseitigung von Sicherheitslücken einräumt. Im Normalfall berichten wir – in enger Abstimmung mit dem Melder – erst nachdem der Hersteller Updates ausgerollt hat, die die Gefahr bannen.

Als Anlaufstelle kann der Redakteur des Vertrauens, die Mailadresse der heise-Security-Redaktion ([red@heise.de](mailto:red@heise.de)) oder ganz anonym der Online-Briefkasten des heise-Investigativ-Teams dienen: <https://ct.de/tipps>.

Auf Wunsch können Sie auch vollständig anonym mit uns in Kontakt treten.





# Programmier-Tier 2.0

## Unterrichtsprojekt: Haustiersimulator für Fortgeschrittene

**Mit den internen Sensoren von Calliope mini und BBC micro:bit lassen sich schon allerlei einfache Experimente anstellen. Ein paar externe Sensoren machen das Ganze etwas aufwendiger, aber auch spannender. In der Variante für die Sekundarstufe nutzt der in c't 20/2019 vorgestellte Tier-simulator externe Sensoren für Feuchtigkeit, Berührung und NFC-Signale.**

Von Mirek Hančl

**W**ie man mit einem Calliope mini oder BBC micro:bit, Kupferklebeband und etwas Bastelmaterial einen einfachen Haustiersimulator baut, haben wir in c't 20/2019 gezeigt [1]. In der für Grundschüler geeigneten Version des Projekts „Code A Little Animal“ (CoALA) kommen die internen Sensoren der Mikrocontroller zum Einsatz. So lässt sich ein Simulator aufbauen, der Hunger und Durst sowie das Bedürfnis nach Streicheln, Bewegung und allgemeinem Wohlbefinden kennt.

In der Fortsetzung erfolgt die Messwerterfassung für drei der Bedürfnisse – Essen, Trinken und Streicheln – durch externe Sensoren. Entwickelt wurde die fort-

geschrittene Variante des CoALA-Workshops vom Autor für Schülerinnen und Schüler der 5. und 6. Klasse. Zum Programmieren des Controllers und aller Sensoren haben wir wieder die visuelle Programmierumgebung MakeCode verwendet. Neben den Standard-Blöcken mit Programmierbefehlen kommen diesmal drei zusätzliche, individuell erstellte MakeCode-Blöcke zum Einsatz. Sie helfen bei der Verarbeitung der Messwerte des Touch- und des NFC-Sensors. Unter [ct.de/yq3f](https://ct.de/yq3f) finden Sie alle Materialien zu diesem Projekt: eine MakeCode-Musterlösung, den Link zu den Sensor-Blöcken, Kopiervorlagen sowie den Link zu zwei Vi-

deos, die zeigen, wie die externen Sensoren an die beiden Mikrocontroller angeschlossen und verwendet werden.

Die Code-Blöcke für diese Variante sind umfangreicher als in [1], es werden auch Befehle aus den unter „Fortgeschritten“ versammelten MakeCode-Kategorien benötigt. Wichtig ist, dass Sie nicht ständig selbst Maus und Tastatur übernehmen, sondern den Nachwuchs die Welt der Informatik spielerisch entdecken lassen und ihn dabei nur unterstützend begleiten. Also: Hände auf den Rücken!

Außer einem der beiden Mikrocontroller benötigen Sie einen „Grove I2C Touch Sensor“, einen „Grove Moisture Sensor“ und einen „Grove NFC Sensor“ zum Füttern. Achtung: Es ist auch ein „Grove NFC Tag“ erhältlich, der jedoch lediglich eine NFC-Karte simuliert, diese aber nicht auslesen kann. Weiter sollten Sie mindestens drei NFC-Karten vom Typ ISO/IEC-Norm 14443-3A anschaffen. Schließlich brauchen Sie noch eine einfache Verteilerplatine (Grove I2C Hub) und – falls Sie einen BBC micro:bit verwenden – eine Adapterplatine (micro:bit Grove Shield v2.0), um den Mikrocontroller mit den Grove Sensoren zu verkabeln.

Die Messwerterfassung für Bewegung und Temperatur erfolgt wie im ersten Teil des Workshops über die internen Sensoren. An der Programmierung in MakeCode ändert sich daher nichts, weshalb wir hier nicht nochmal darauf eingehen.

## Erst mal was trinken

Der Feuchtesensor besteht aus einer Art vergoldeter Gabel mit zwei Zinken, den Elektroden. Taucht man diese in Wasser oder berührt sie mit den Fingern, liefert der Sensor die gemessene Leitfähigkeit als analoges Signal. Wenn man ihn – mit den Elektroden voraus – auf ein Stück rotes Plastik klebt, sieht das Ganze aus wie eine Zunge. Wichtig ist, dass die Platine nicht zu tief im Wasser hängt, da sonst die Elektronik beschädigt werden könnte. Notfalls hilft ein dünner Strich auf der Vorderseite der Plastikzunge.

Der Sensor liefert ein analoges Signal, er unterscheidet also nicht nur zwischen „trocken“ und „nicht trocken“, sondern liefert theoretisch je nach Grad der Feuchtigkeit einen Wert zwischen 0 und 1023.

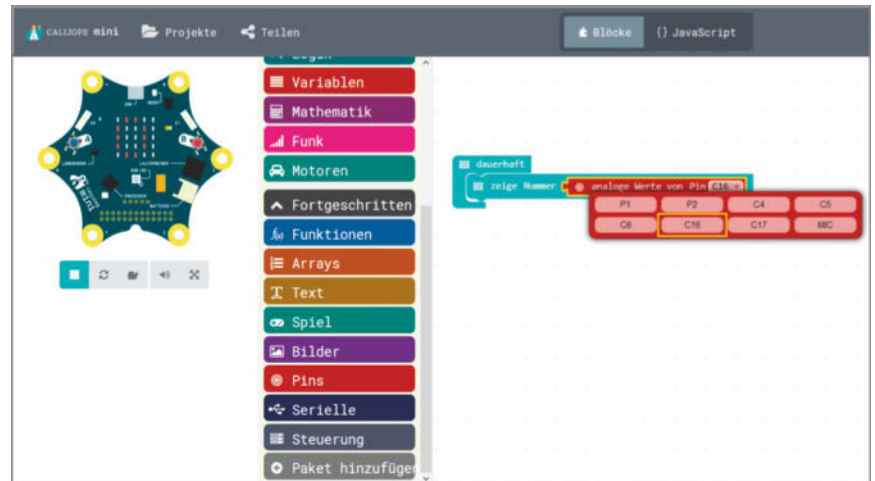
Am Calliope mini muss der Feuchtesensor an der rechten Grove-Buchse am Pin C16 angeschlossen werden. Die Anschlüsse der zweiten Buchse (links neben

Knopf A) können keine analogen Signale verarbeiten. Den BBC micro:bit muss man zunächst richtig herum in die Adapterplatine stecken. Dann schließt man den Sensor an P0/P14 an.

Da sich die Pin-Belegungen beim Calliope mini und beim BBC micro:bit voneinander unterscheiden, fällt auch der Code an dieser Stelle minimal unterschiedlich aus. In beiden Fällen klappt man im Editor links bei den Kategorien zunächst die „Fortgeschritten“-Kategorien auf. In der Pins-Kategorie findet sich der Block „analoge Werte von Pin xx“. Hier ist im MakeCode-Editor für Calliope mini „P1“ vorausgewählt, was auf „C16“ geändert werden muss. Im Editor für BBC micro:bit ist standardmäßig P0 ausgewählt, was so bleiben kann.

Die Praxis zeigt, dass sich der Maximalwert von 1023 auch durch Eintunken des Sensors in Wasser nicht erreichen lässt. Der Sensor liefert lediglich Werte von 0 bis maximal etwa 800 – je nachdem, ob ohne eine Berührung gemessen wird oder bei Kontakt mit schwitziger Haut, einem angefeuchteten Taschentuch oder Wasser. Die Schüler sollen nun entscheiden, wann das Tier tatsächlich trinkt und wann nicht. Reicht ein einfaches „Lecken“ am feuchten Taschentuch schon aus? Soll das Tier zum Trinken die Zunge in ein Glas Wasser eintauchen? Der gewünschte Wert lässt sich mit einer kleinen Messreihe im praktischen Versuch ermitteln.

Der Wert wird dann im Haustiersimulator für den Vergleich mit dem Ist-Wert verwendet; der Vergleichsblock befindet sich ebenso wie der wenn/dann-Block in der Logik-Kategorie. Die Prüfung des



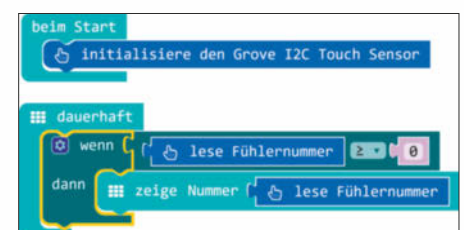
Zum Auswerten des Grove Feuchtesensors benötigt man MakeCode-Blöcke aus der dunkelroten Pins-Kategorie aus der Liste namens „Fortgeschritten“.

Werts kann innerhalb des „wenn Knopf B gedrückt“-Ereignisses erfolgen. Was das Tier während des Trinkens macht, entscheidet der Besitzer selbst – denkbare Ausgaben sind ein Piepston und/oder ein Smiley oder das Wort „Wasser“ auf der LED-Matrix.

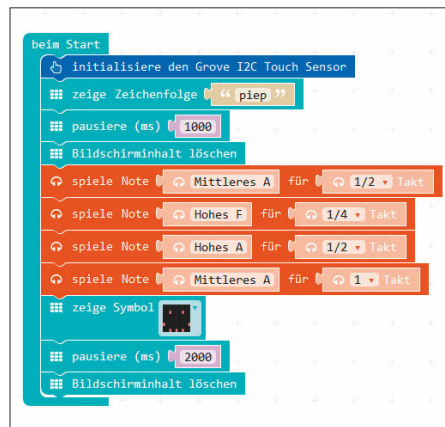
## Streicheleinheiten

An den Grove I2C Touch Sensor lassen sich bis zu zwölf Fühler anschließen. Mit jedem Sensor werden vier Fühler mitgeliefert, was für den Anfang ausreicht. So kann das Tier beispielsweise zwei Stellen haben, an denen es sich gerne streicheln lässt, und zwei, an denen es kitzlig oder empfindlich ist.

Weil die Fühler auch durch dünne Pappe hindurch erkennen, ob ein Finger davorgehalten wird oder nicht, kann man Testpersonen an einem fertigen Tiersimulator durch Versuch und Irrtum herausfinden lassen, wo sich das Tier gern kraulen lässt und wo es nicht angefasst werden möchte. In der Praxis hat sich gezeigt, dass der Fühler bei einem Tiermodell aus Wellpappe die Berührung wegen der



Für einen ersten Test der vier Fühler des Touch-Sensors genügen diese MakeCode-Blöcke.



Der Touch-Sensor muss zunächst initialisiert werden. Anschließend gibt der Haustiersimulator Text, Töne und einen Smiley aus.

Dicke des Kartons nicht mehr erkennt. Falls das der Fall ist, schneiden Sie einfach mit einem Cutter auf der Rückseite der Pappe ein Rechteck aus und kratzen Sie die Wellschicht in der Mitte vorsichtig ab.

Bevor es an die Programmierung geht, beachten Sie zwei wichtige Details: Der erste Fühler ist auf der Platine mit CH0 gekennzeichnet, nicht mit CH1. Wir verwenden daher auch die 0 als erste Fühlernummer bei der Programmierung. Die drei weiteren, mitgelieferten Fühler haben folglich die Nummern 1, 2 und 3.

Der Sensorchip kommuniziert mit dem Prozessor des Mikrocontrollers per I2C-Protokoll. Dieses unterstützt beim Calliope mini nur der linke Grove-Anschluss, der sich neben dem Knopf A befindet; schließen Sie also den Touch-Sensor mit dem Verbindungskabel dort an. Für den BBC micro:bit befindet sich der passende, mit I2C beschriftete Anschluss an der Adapterplatine ganz links. Auch wenn die Kabel richtig stecken, kommuniziert der Chip auf der Sensorplatine nicht ad hoc mit dem Mikrocontroller – er muss beim Einschalten zunächst initialisiert werden und lässt sich daher nicht im laufenden Betrieb anschließen.

## Anfassen erlaubt

Zum Programmieren des Touch-Sensors benötigen Sie zwei zusätzliche Blöcke – einen zur Initialisierung und einen zum Auslesen des zuletzt berührten Fühlers. Beide Blöcke sind nicht in MakeCode enthalten, können aber als Paket nachgeladen werden. Dazu klicken Sie auf die unterste der Fortgeschritten-Kategorien, die bei Calliope mini „Paket hinzufügen“ heißt

und bei BBC micro:bit „Erweiterungen“. In beiden Editoren öffnet sich daraufhin ein Dialogfenster, das nach einer URL fragt. Tragen Sie hier „<https://github.com/infchem/pxt-calliope-grove-mpr121>“ ein. Nach Enter oder Klick auf die Lupe sehen Sie einen Kasten mit der Beschriftung „Von Benutzer bereitgestelltes Paket, nicht von Microsoft bestätigt. Grove I2C Touch Sensor“. Das Paket lässt sich mit einem Klick herunterladen und in MakeCode einbinden. In der Kategorienliste sehen Sie nun eine neue Kategorie „Grove I2C Touch Sensor“ mit den beiden Blöcken.

Zum Initialisieren des Touch Sensors wird der Initialisierungs-Block einfach in das „beim Start“-Ereignis (Grundlagen-Kategorie) eingesetzt. Nun liefert jeder der Fühler eine Nummer von 0 bis 3. Für eine erste Überprüfung, ob alles richtig verdrahtet ist, genügt wieder eine einfache Abfrage. Dazu wird der „zeige Nummer 0“-Block in einer dauerhaft-Kontrollstruktur verwendet, wobei statt der „0“ der neue Block „lese Fühlernummer“ eingesetzt wird.

Beim Auslesen fällt schnell auf, dass eine -1 angezeigt wird, wenn man keinen Fühler berührt, und eine -2, falls mehr als ein Fühler gleichzeitig berührt wird. Der Wert -1 kennzeichnet also einen Zustand, in dem das Tier gar nicht gestreichelt wird, und -2 zeigt an, dass es zu viel des Guten ist. Wenn man den dauerhaft-Block um eine bedingte Verzweigung ergänzt, die abfragt, ob der „lese Fühlernummer“-Wert größer oder gleich 0 ist, erreicht man, dass beim Testen der Verkabelung immer die letzte Anzeige der LED-Matrix bis zur nächsten Fühlerberührung stehen bleibt. Noch ein Tipp aus der Praxis: Falls der Sensor systematisch andere Werte liefert als erwartet, liegt das vermutlich daran, dass die Fühler wegen stark verdrillter Adern-

paare versehentlich vertauscht wurden. Dann ist es besser, die Stecker an der Sensorplatine zu vertauschen, als das mühevoll gebaute Haustier halb zu zerrupfen.

Mit der Vorerfahrung vom Feuchte-sensor und dem dort verwendeten Vergleichsoperator sollte es den Nachwuchs-programmierern nun leicht fallen, die Berührungen sinnvoll auszuwerten. Hilfreich ist eine kleine Tabelle, welcher Fühler an welchem Körperteil angeschlossen ist, ob das Tier eine Berührung dort mag oder nicht und wie es reagiert.

## Raubtierfütterung

Der dritte externe Sensor, ein Grove NFC, hilft beim Füttern des Tieres. Er besteht aus der Sensorplatine, die mit dem Verbindungskabel an den Mikrocontroller angeschlossen wird, und einer externen Antenne in Platinenform mit einem Loch in der Mitte. Da der Sensorchip ebenfalls per I2C mit dem Prozessor kommuniziert, ergibt sich ein Dilemma: Das Tier kann entweder gestreichelt oder gefüttert werden. Der Grove I2C Hub als Verteilerplatine zwischen dem Grove I2C-Anschluss und den Sensoren behebt das Problem.

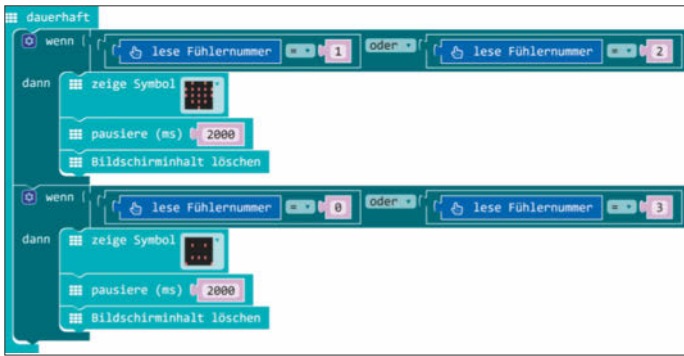
Der NFC-Sensor unterstützt eine Vielzahl von RFID-Karten und -Protokollen. Im CoALA-Projekt werden Funkchip-karten oder -aufkleber, sogenannte Tags, vom Typ ISO/IEC-Norm 14443-3A verwendet, zum Beispiel Mifare Ultralight. Sie sind vielfach wiederbeschreibbar, speichern auch längere Zeichenfolgen und kosten nicht allzu viel. Am besten eignen sich Blankokarten in weiß, die mit Folienstiften bemalt oder beschrieben werden können. Der Einbau der Antennen-Platine erfolgt idealerweise auch hinter der Pappe, da der Abstand zwischen Tag und Antenne problemlos einen Zentimeter betragen kann. Die URL zum Hinzufügen des Pakets lautet: <https://github.com/infchem/pxt-calliope-grove-pn532>.

Die Karte muss erst formatiert und dann mit dem gewünschten Text beschrieben werden. Das geht am einfachsten mit einem Android-Smartphone mit NFC-Unterstützung. Die muss in den Systemeinstellungen eingeschaltet werden, dann kann die kostenlose App NFC Tag Writer von NXP (siehe [ct.de/yq3f](https://ct.de/yq3f)) die Karte beschreiben, lesen, löschen und schützen. Vorsicht: Letzteres bedeutet bei Mifare Ultralight-Karten, dass sie dauerhaft auf „Nur Lesen“ gesetzt werden und nicht wieder neu beschrieben werden können – auf Dauer ein teurer Spaß.

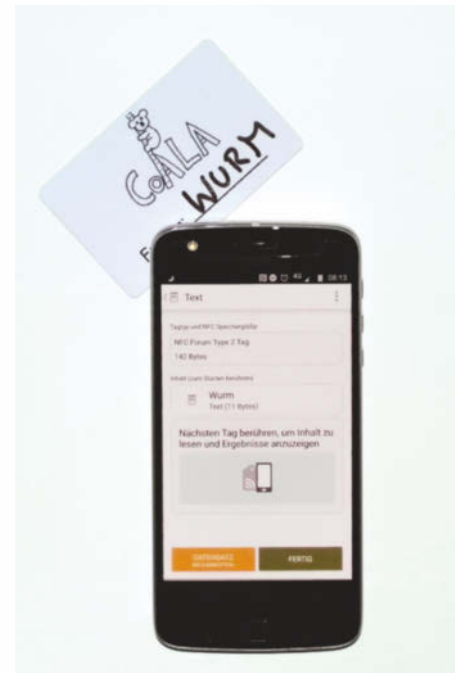
Fühler	Stelle am Körper	😊/☹️
0	Ohr	☹️
1	Hals	😊
2	Rücken	😊
3	Schwanz	☹️

Beim Programmieren der Reaktionen auf Streicheln an unterschiedlichen Stellen sorgt eine kleine Tabelle für Übersicht.





Die in der handschriftlichen Tabelle festgehaltenen Zuordnungen zum Streicheln werden in zwei wenn/dann-Blöcken umgesetzt.



NFC-Karten stellen das Futter des Tiersimulators dar. Sie lassen sich mit einer Android-App beschreiben.

wenn/dann-Block als Bedingung anhängen, sondern muss im Vergleichsblock aus der Logik-Kategorie mit der 0 verglichen werden. Wenn der vom Sensor ausgelesene Text und der Vergleichstext übereinstimmen, gilt 0 gleich 0 und damit wahr. Die bedingte Verzweigung wird dann wie gewünscht ausgeführt.

Der Text-Vergleich sollte im „wenn Knopf B gedrückt“-Ereignis erfolgen, damit der Mikrocontroller nicht ständig mit dem womöglich vergeblichen Versuch beschäftigt ist, eine Karte auszulesen.

Geschafft! Sämtliche externen Sensoren sind angeschlossen, das Haustier kann nun den letzten Feinschliff erhalten, bevor es an den Feldversuch der Tierhaltung geht. Wie wäre es beispielsweise mit einem Futternapf? Mit einem längeren Anschlusskabel kann man die NFC-Antenne unterhalb des Napfes befestigen und die Futterkarte stilecht in den Napf legen. Welche Ideen haben Ihre Schülerinnen und Schüler? Schicken Sie uns gern ein Bild ihrer Kreationen!

(dwi@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Programmier-Tier, Projekt für Grundschüler: Mikrocontroller simuliert Haustier, c't 20/2019, S. 122

**Musterlösung, Sensor-Blöcke, Material, Videos, NFC-App: [ct.de/yq3f](http://ct.de/yq3f)**

In der App erreicht man über „Schreiben/Neuer Datensatz/Text“ das Eingabefeld, in das die Tierfutter-Bezeichnungen eingetippt werden. Die Spracheinstellung im Feld darunter ist nicht wichtig. Bestätigen Sie die Eingabe mit zweimaligem Tipp auf Schreiben (Achtung: keinen Haken bei „Schutz“ setzen!). Die App wartet nun darauf, dass man eine Karte an die NFC-Antenne des Smartphones hält. Sie befindet sich bei den meisten Mobiltelefonen am oberen Rand in einer der Ecken, manchmal in der Mitte des Geräts. Falls „Überschreiben bestätigen“ aktiviert ist, muss der Schreibvorgang nochmal bestätigt werden.

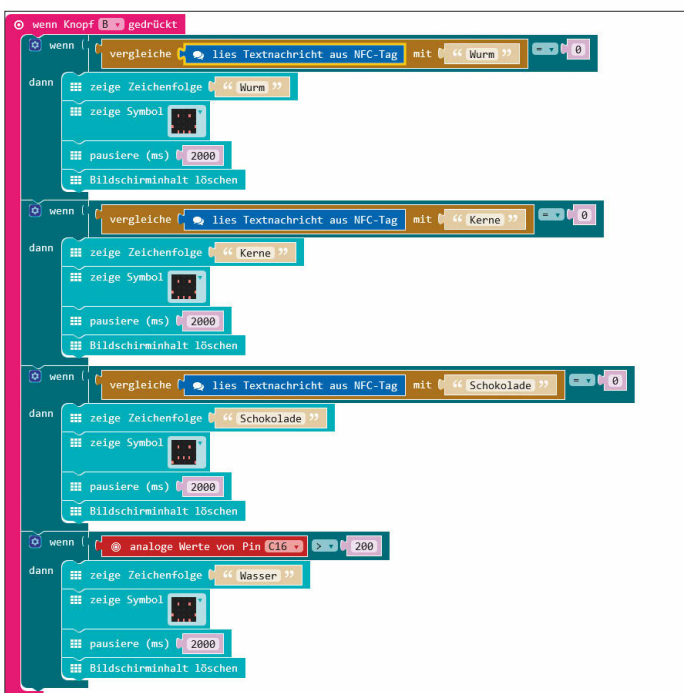
Eine weitere Möglichkeit ist das Beschreiben der Karten mit dem Mikrocontroller und dem Grove NFC selbst. Der Sensor-Chip unterstützt das Beschreiben eines Tags, der nötige MakeCode-Block wird im vorbereiteten Paket mitgeliefert. Mit „schreibe auf NFC-Tag“ lässt sich der

Kartenspeicher formatieren und mit dem gewünschten Text beschreiben.

Beim Beschreiben der Karte per Grove NFC zeigt die LED-Matrix des Mikrocontrollers ein Quadrat an. Sollte es nur kurz aufleuchten, liegt ein Fehler vor. In den meisten Fällen steckt eine nicht korrekt auf die Antenne gelegte NFC-Karte dahinter. Dass der Text erfolgreich gespeichert wurde, erkennt man daran, dass das Quadrat etwas länger aufleuchtet.

## Null statt wahr

Nach Auslesen des im NFC-Tag gespeicherten Textes wird er mit den hinterlegten Texten verglichen. Die Blockkombination im Bild unten erscheint zunächst ungewöhnlich. Aber der Vergleichsblock „vergleiche mit“ aus der Text-Kategorie (Fortgeschritten-Gruppe) liefert als Ergebnis eine 0, falls beide Texte gleich sind – und nicht wie zu erwarten ein „wahr“. Er lässt sich deshalb nicht direkt an einen



Die Musterlösung sieht einen Vogel-simulator vor, der gern Würmer und Kerne frisst, aber keine Schokolade mag. Der unterste wenn/dann-Block verarbeitet die Messwerte des Feuchtesensors.



# Kopieren trotz Schutz

## Wie man trickreich versteckte Dateien mit Windows-Bordmitteln aufstöbert

**Daten lesbar, aber nicht kopierbar zu machen ist die Quadratur des Kreises, an der sich sogenannte Kopierschutz-Software versucht. Wir haben einen solchen Schutz für USB-Sticks analysiert und zeigen, was man dabei über Dateisysteme und Windows-Internas lernen kann.**

Von Sylvester Tremmel

Vor einiger Zeit fiel uns ein kopiergeschützter USB-Stick in die Hände. Angeblich sollten sich die darauf enthaltenen Dateien lesen und abspielen lassen (es waren Audiodateien), aber man sollte

sie nicht kopieren können. Prinzipiell ist das kaum möglich, besonders wenn die genutzte Hardware und das Trägermedium ganz vom Nutzer kontrolliert werden, wie das bei PCs und USB-Sticks der Fall ist: Wenn etwas lesbar ist, dann kann man die gelesenen Daten auch irgendwohin schreiben und damit kopieren. Unser Interesse war geweckt und so begaben wir uns auf Spurensuche, mit welchen Tricks die Entwickler der Software den Nutzer am Kopieren hindern wollen.

Dazu nutzten wir lediglich Bordmittel von Windows. Der Einsatz spezialisierter Werkzeuge ist nicht nötig, weil die Daten tatsächlich nur versteckt werden; um einen

wirksamen Kopierschutz handelt es sich bei dem, was solche reinen Software-Lösungen bieten in der Regel nicht. Ähnlich den Kopierschutzmechanismen für Audio-CDs versuchen sie, mit Konventionen und impliziten Annahmen zu brechen. Bei den

Audio-CDs wurden absichtlich „fehlerhafte“ CDs produziert, auf dem USB-Stick wurden „illegale“ Dateinamen ge-

nutzt, um so gängige Applikationen ins Schleudern zu bringen.

Auch wenn die Tools als „Schutz“ nichts tugen, kann man viel Spaß an solchen Analysen haben und lernt obendrein eine Menge über Windows und Dateisysteme.



### Hardcore

## Auf zur Schnitzeljagd

Geschützt wurde der Stick durch das Tool „USB Copy Protection“ von Kakasoft. Für unsere Experimente haben wir die lediglich zeitlich beschränkte Trial-Version der Software genutzt, und damit eigene Dateien auf einem neuen Stick abgelegt. Wenn man einen damit präparierten Stick im Windows-Explorer öffnet, ist darauf nichts zu sehen außer einer ausführbaren Datei namens Client.exe. Nach deren Start bekommt man eine Explorer-ähnliche Oberfläche zu sehen, die Zugriff auf die geschützten Dateien gewährt. Für einige Dateiformate bringt dieser „Client“ auch gleich Betrachter mit, andere öffnet er mittels der auf dem System installierten Programme. Dateimanipulationen erlaubt die Oberfläche nur so weit, wie sie beim Einrichten des Schutzes eingeräumt wurden.

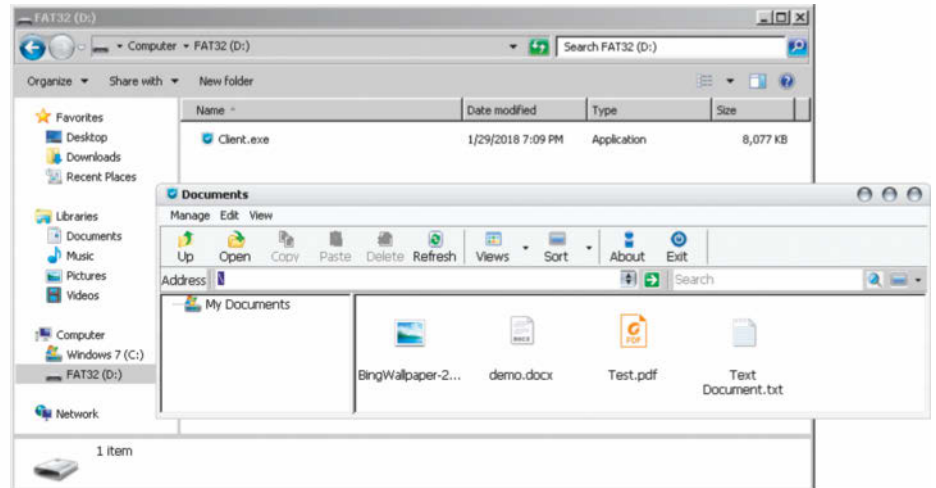
## Mit dem Holzhammer

Wer die geschützten Dateien kopieren will, muss den Client also irgendwie umgehen. Das geht zum Beispiel mit grobem Werkzeug: Einfach ein komplettes Image des Sticks erstellen und auf einen anderen Stick übertragen. Die Dateien hat man dann zwar kopiert, aber aus den Gängen des Clients kommt man so nicht raus. Jetzt hat man einfach zwei „geschützte“ Sticks.

Aber geht es vielleicht auch etwas eleganter und gezielter, als Dateisystem, Schutz und Geschütztes en bloc zu duplizieren? Die geschützten Dateien müssen ja irgendwo gespeichert sein. Theoretisch könnten sie in den Client einkompiliert werden. Dann müsste die Software selbst sie aber früher oder später extrahieren, damit normale Applikationen die Dateien zumindest öffnen und anzeigen können. Ein Blick auf die Größe des Programms verrät aber ohnehin, dass sich die Dateien nicht darin befinden. Also müssen sie woanders auf dem scheinbar leeren Stick liegen.

## Mit Bordmitteln

Beim Windows-Explorer hat der erste Anschein oft nicht viel mit der Wahrheit zu tun [1]. Blendet man über die Explorer-Optionen auch versteckte Dateien und Systemdateien ein, dann tauchen auf dem Stick unter anderem die Ordner „ProgramData“ und „HPSafeBox“ auf. Ersterer enthält Programmdateien und Bibliotheken für den Client und ist nicht weiter interessant. Die „HPSafeBox“ hingegen macht einen seltsamen Eindruck: Sie prä-



Laut Windows-Explorer enthält der Stick nur die Datei Client.exe. Die Oberfläche eben dieses Clients zeigt die geschützten Dateien, erlaubt aber beispielsweise kein Kopieren.

sentiert sich optisch als Ordner, der Drucker enthält. Öffnet man das Verzeichnis, findet man in der Tat die lokal eingerichteten Drucker darin. Das liegt daran, dass sich in der HPSafeBox eine Desktop.ini-Datei mit folgendem Inhalt befindet:

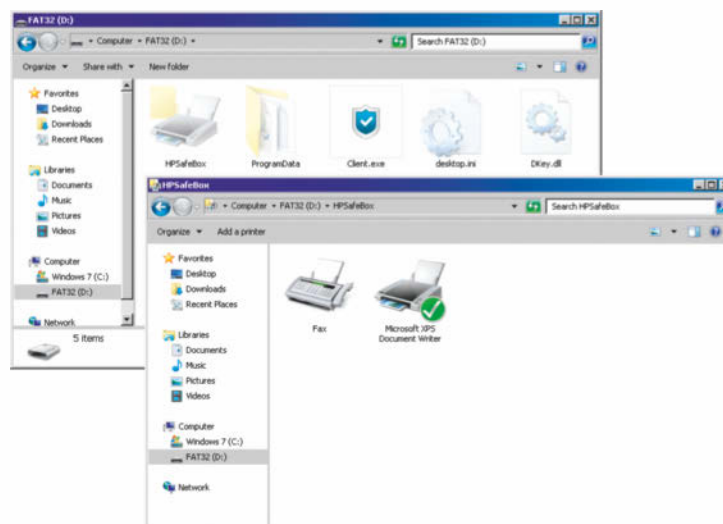
```
[.ShellClassInfo]
CLSID={2227a280-3aea-1069-a2de-508002b30309d}
```

Diese Class-ID (CLSID) weist den Explorer an, die lokalen Drucker anstatt des wahren Ordnerinhalts anzuzeigen. Wie das genau funktioniert haben wir in der vorherigen c't-Ausgabe erklärt [1]. Mit dem Windows-Explorer kommt man hier jedenfalls nicht weiter.

Wir greifen daher zur PowerShell. Per `dir -force D:\` zeigt sie den wahren In-

halt des Sticks. Der Parameter `-force` ist nötig, damit auch versteckte Dateien, Systemdateien et cetera angezeigt werden. Der Befehl `dir -force D:\HPSafeBox\` offenbart die drei Einträge, die sich tatsächlich in diesem Verzeichnis befinden: ein „Important Folder“ genannter Ordner sowie die beiden Dateien „con.{d3e34b21-9d75-101a-8c3d-00aa001a1652}“ und die oben erwähnte „desktop.ini“.

Welchen Zweck die Datei „con.{...}“ hat, haben wir nicht herausbekommen. Sie nutzt eine Class-ID als Dateinamenserweiterung. Dadurch wird ein Paint-Bildchen als Icon der Datei angezeigt, was den Benutzer vermutlich verwirren soll. Der Inhalt der Datei sind 1023 Null-Bytes, was wohl kaum Zufall ist, aber einen Sinn hinter der Datei konnten wir nicht erkennen.



**Verschleierungstaktik:** Die Software täuscht vor, in dem Ordner „HPSafeBox“ auf dem USB-Stick befänden sich Fax und Drucker.



## 8.3-Namen: Relikte aus DOS-Zeiten

8.3-Namen sind eine Konvention aus DOS-Zeiten, die Namen auf maximal 8 Zeichen, einen Punkt und maximal 3 Zeichen für die Dateinamenserweiterung beschränkt; Buchstaben werden außerdem groß geschrieben. Das ergibt beispielsweise „MEINET~1.TXT“ statt „Meine Testdatei.txt“.

Das FAT-Dateisystem, mit dem USB-Sticks in der Regel formatiert sind, legt für jeden Verzeichniseintrag einen 8.3-Namen an. Längere Namen – obwohl heutzutage Standard – sind ein Zusatz, um das FAT-Dateisystem zu modernisieren. Auch NTFS bietet standardmäßig noch 8.3-Namen, dort sind sie aber optional und können abgeschaltet werden. Sofern ein 8.3-Name existiert (unter FAT

also immer), können Dateien und Verzeichnisse wahlweise über diesen oder über ihren langen Namen angesprochen werden. Unter Windows zeigt die altegediente Kommandozeile 8.3-Namen bequem per `dir /x` an. Die PowerShell kann 8.3-Namen zwar benutzen, ihr `dir`-Befehl kennt die praktische Option `/x` aber leider nicht. Abhilfe schafft der Trick, aus der PowerShell heraus kurz die Kommandozeile zu starten und `dir /x` auszuführen:

```
cmd /c dir /x
```

Der Parameter `/c` sorgt dafür, dass sich die Kommandozeile nach dem Ausführen von `dir /x` automatisch schließt und man wieder in der PowerShell landet.

Weiter geht's mit dem Ordner „Important Folder“, in den die PowerShell per `cd 'D:\HPSafeBox\Important Folder'` wechselt. Weil der Pfad ein Leerzeichen enthält, sind Anführungszeichen nötig. Nach einem weiteren `dir` sieht man, dass sich in dem „wichtigen Ordner“ nur ein Unterverzeichnis mit dem Namen „Com1.{d3e34b21-9d75-101a-8c3d-00aa001a1652}“ befindet.

Die böse Überraschung kommt beim Versuch, per `cd` in den Ordner zu wechseln: „Der Pfad [...] kann nicht gefunden werden, da er nicht vorhanden ist.“, verkündet die Shell – ganz so, als würde der Ordner gar nicht existieren. Schuld ist hier nicht die Class-ID im Ordernamen, sondern der Teil davor. „Com1“ ist seit DOS 1.0 kein legaler Name für Dateien oder Verzeichnisse, sondern steht für die erste serielle Schnittstelle des Rechners (siehe `ct.de/yxjf`). Ob der Rechner überhaupt noch eine serielle Schnittstelle hat, spielt dabei genauso wenig eine Rolle wie die Dateinamenserweiterung.

Auch die PowerShell und das ihr zugrundeliegende .NET-Framework folgen diesen uralten Regeln und bekommen dadurch bei solchen Namen Probleme. Wie die PowerShell damit umgeht, hängt von ihrer Version und der des .NET-Frameworks ab – die folgende Vorgehensweise funktioniert mit der Windows PowerShell 5.1.

### Frickelei

PowerShell 5.1 macht zwar Probleme, wenn man per `cd` in den Ordner navigiert, erlaubt aber immerhin, den Inhalt des Ordners anzuzeigen, sofern man ihn in Anführungszeichen setzt und mit einem Backslash abschließt: `dir 'Com1.{d3e34b21-9d75-101a-8c3d-00aa001a1652}\'`. Weil der Name auch die Autovervollständigung verhindert, ist es hier übrigens hilfreich, die alten 8.3-Namen zu nutzen (siehe Kasten), das spart Tipparbeit: `dir 'Com1~1.{d3\}'`.

Der Inhalt des Ordners sieht auf den ersten Blick allerdings nicht gerade vielversprechend aus: `Format-Hex -Encoding BigEndianUnicode dir 'Com1~1.{d3\}'` gibt den Inhalt des Ordners aus. Der Befehl ist geklammert, sodass von seinem Ergebnis die Eigenschaft `Name` selektiert werden kann. Damit man nicht wieder nur Fragezeichen zu Gesicht bekommt, wird dieser Name von `Format-Hex -Encoding BigEndianUnicode` als hexadezimal formatierte Bytefolge angezeigt.

```
(dir 'Com1~1.{d3\}').Name | Format-Hex -Encoding BigEndianUnicode
```

`dir 'Com1~1.{d3\}'` gibt den Inhalt des Ordners aus. Der Befehl ist geklammert, sodass von seinem Ergebnis die Eigenschaft `Name` selektiert werden kann. Damit man nicht wieder nur Fragezeichen zu Gesicht bekommt, wird dieser Name von `Format-Hex -Encoding BigEndianUnicode` als hexadezimal formatierte Bytefolge angezeigt.

Der `Encoding`-Parameter ist nötig, weil die Ausgabe sonst den ASCII-Zeichensatz

nutzt und nicht alle verwendeten Zeichen im ASCII-Raum darstellbar sind. Das verwendete „BigEndianUnicode“ bedeutet UTF-16. Andere Werte wie „Unicode“ oder „UTF8“ wären auch möglich, sind aber nicht so gut lesbar:

```
00 7F 00 7F E3 47 00 2E 00 2E
```

Die 16-Bit-Gruppen `00 7F` und `00 2E` stehen jeweils für ihre ASCII-Pendants. Der Name fängt also mit zwei nicht darstellbaren ASCII-Steuerzeichen an („Delete“, `U+007F`) und endet mit einem doppelten Punkt, wie man ihn am Satzende findet (`U+002E`). Dazwischen befindet sich das Unicode-Zeichen `U+E347`.

Die beiden Delete-Steuerzeichen verhindern, dass man den Namen einfach in der Shell kopiert und einfügt, weil sie beim Einfügen interpretiert werden. Die Zeichen haben es auch in den 8.3-Namen des Ordners geschafft, sodass der hier keinen einfachen Ausweg bietet. `U+E347` entstammt der Private-Use-Zone des Unicode-Zeichensatzes – hat also explizit keine standardisierte Bedeutung. Es dient hier wohl dem Zweck, möglichst von keiner Schriftart dargestellt zu werden und Applikationen aus dem Tritt zu bringen, die mit Unicode nicht umgehen können.

Der Sinn des doppelten Punkts am Ende hat sich uns nicht erschlossen. Eventuell bringt er Programme durcheinander, die „vernünftige“ Dateiendungen erwarten. Oder er zielt auf Programme, die die führenden Kauderwelsch-Zeichen ignorieren und dadurch beim Namen „...“ landen, was für den übergeordneten Ordner steht.

Jedenfalls ist es mit dem Wissen um die genaue Beschaffenheit des Namens möglich, diesen in einem Pfad zu verwenden und über `dir` zu erfahren, was sich in dem unaussprechlichen Ordner befindet. PowerShell vor Version 6 kennen leider keine Syntax, um Unicode-Zeichen in Strings per Escaping darzustellen. Ab Version 6 geht das so: `"`u{7f}`u{7f}`u{e347}..."`. Mit Version 5.1 gehen wir den Umweg, die problematischen Zeichen als Array hexadezimaler Zahlen anzugeben, daraus einen String zu konstruieren und ihn in eine Variable zu schreiben. Diese Variable lässt sich dann in anderen Strings verwenden, sofern diese mit doppelten Anführungszeichen markiert werden. So lässt sich der Pfad ab `Com1` aufbauen und benutzen:

```
$name = [string]::new((0x7f,0x7f,0xe347))
```

# NEU: c't DSGVO – was 2019 wirklich wichtig ist

Komplett  
digital



Im Mai 2018 trat die neue Verordnung in Kraft und immer noch herrscht viel Unsicherheit. c't klärt auf und präsentiert den professionellen Ratgeber für alle möglichen Fallstricke: Grundsätze, Auftragsverarbeitung, E-Mail-Marketing, Cookie-Hinweise, DSGVO für Websites und Fotografen und mehr.

Magazin + 90 Minuten Webinar komplett als Download erhältlich.

[shop.heise.de/ct-dsgvo](https://shop.heise.de/ct-dsgvo)

17,99 € >

 **heise shop**

[shop.heise.de/ct-dsgvo](https://shop.heise.de/ct-dsgvo) >





```

PS C:\> cd 'D:\HPSafeBox\Important Folder\'
PS D:\HPSafeBox\Important Folder> dir 'Com1~1.{d3\ |
>> Format-Table -Property Name

Name
----
[?]..

PS D:\HPSafeBox\Important Folder>

```

Brave Verzeichnisse heißen anders. Der Ordnername sieht nach Schwierigkeiten aus.

```

PS D:\HPSafeBox\Important Folder> $n=[string]::
>> new((0x7f,0x7f,0xe347))
PS D:\HPSafeBox\Important Folder> $p="Com1~1.{d3\$name..\"
PS D:\HPSafeBox\Important Folder> $p
Com1~1.{d3\[?]..
PS D:\HPSafeBox\Important Folder> dir -force $p |
>> Format-Table -Property Name

Name
----
NLLastF
Info.bd
Daily.db

PS D:\HPSafeBox\Important Folder>

```

Mit ein paar Tricks kommt die PowerShell aber auch mit widrigen Ordernamen zurecht. Die gesuchten Dateien befinden sich im Ordner „NLLastF“.

```
$pfad = "Com1~1.{d3\$name..\"
dir -force $pfad
```

Damit kann man dann endlich erkennen, was der Inhalt des Ordners ist: neben zwei Verwaltungsdateien ein normaler – wenn auch versteckter – Ordner mit dem Namen „NLLastF“.

Das ist auch die letzte Ebene dieser verschachtelten Ordnerstruktur, in „NLLastF“ befinden sich die gesuchten Dateien, wovon man sich per `dir "$pfad/NLLastF"` überzeugen kann. Wenn man die Struktur erstmal kennt, kann man auch direkt in den innersten Ordner springen und darin mit der PowerShell normal arbeiten. Zurück geht's auch nur per großem Sprung, der Versuch, in einen der dazwischenliegenden Ordner zu wechseln, scheitert:

```
cd "$pfad/NLLastF"
# In den Kaninchenbau ...
cd "../..."
# ... und zurück.
```

## Mit dem richtigen Werkzeug

Diese Detektivarbeit ist natürlich mühsam und alles andere als komfortabel. Dafür deckt sie auf, mit welchen Tricks die Kopierschutz-Software den direkten Zugriff auf die Dateien verhindern will: Sie nutzt verschachtelte Ordner, deren

Namen mit üblichen Konventionen brechen, aus Sicht des Dateisystems aber zulässig sind. Die Ordnerstruktur kann dadurch problemlos auf dem Stick existieren, verursacht aber Schwierigkeiten, wenn man mit den gewohnten Programmen darauf zugreifen will.

Mit diesem Wissen kann man nun nach einem passenden Werkzeug suchen, das die Dateien komfortabler zugänglich macht. Es muss Unicode problemlos handhaben und sollte Windows-Konventionen nicht zu ernst nehmen. Solche Tools gibt es tatsächlich: Das bekannte Kompressionsprogramm 7-Zip bringt einen „File Manager“ mit, der sich nicht

aus der Ruhe bringen lässt und es erlaubt, den kompletten Verzeichnisbaum auf dem Stick zu erforschen und Dateien beliebig zu kopieren. Das gleiche gilt beispielsweise für das bekannte Urgestein Total Commander.

## Runde Zwei?

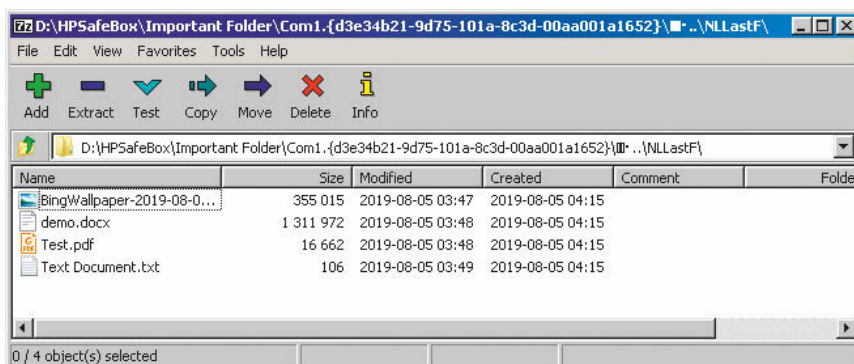
Benutzen kann man die gefundenen Dateien, wenn beim Einrichten des Sticks die Verschlüsselungsstärke auf dem voreingestellten „Normal“ belassen wurde. „Normale Verschlüsselung“ bedeutet bei Kakasoft nämlich „ohne Verschlüsselung“. Alternativ gäbe es noch „High“, was eine nicht näher beschriebene „Verwülfelung“ meint, und „Highest“, was für eine Verschlüsselung mit Blowfish steht. Zumindest Letzteres ist ein etablierter Algorithmus ohne größere bekannte Schwächen.

Den interessierten Bastler sollte das allerdings nicht entmutigen, man muss dann nur anders vorgehen. Denn das eingangs erwähnte Problem von Kopierschutz-Software bleibt ja bestehen, selbst wenn Blowfish fehlerfrei implementiert ist: Nutzer sollen die Dateien lesen können, also müssen sie früher oder später entschlüsselt werden – sonst wären sie ja nicht lesbar. Und sobald etwas lesbar ist, kann es auch kopiert werden. Wie genau das geht, wäre Stoff für einen anderen Artikel, bei dem man aber nicht so viele interessante Windows-Details kennenlernen würde. (syt@ct.de) **ct**

## Literatur

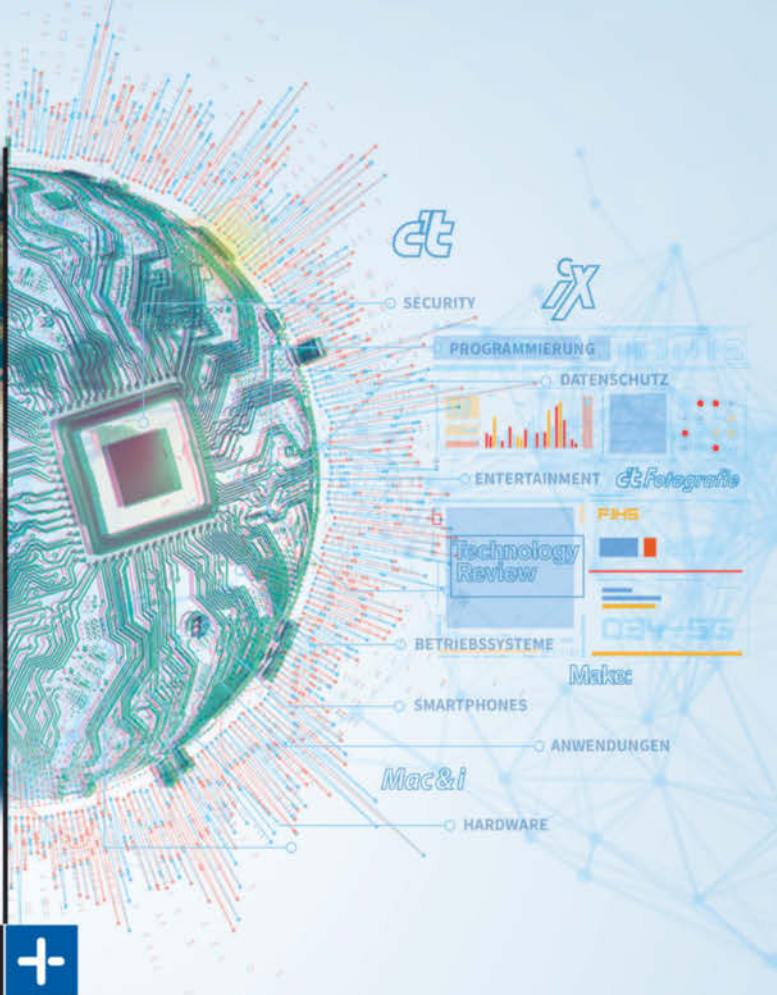
- [1] Axel Vahldiek, Schein statt Sein, An welchen Stellen der Windows-Explorer trickst, c't 20/2019, S. 134

Reservierte Dateinamen: [ct.de/yxjf](http://ct.de/yxjf)



Stört sich nicht an Konventionen und verschluckt sich nicht an Unicode: der 7-Zip File Manager.





heise +

## Das digitale Abo für IT und Technik.

**Exklusives Angebot für c't-Abonnenten:** Lesen Sie zusätzlich zum c't-Magazin unsere Magazine bequem online auf [heise.de/magazine](https://heise.de/magazine) und erhalten Sie Zugang zu allen heise+ Artikeln.

- ✓ Für c't-Plus-Abonnenten 3€/Monat für alle anderen c't-Abonnenten 5€/Monat
- ✓ Jeden Freitag Leseempfehlungen der Chefredaktion im Newsletter-Format
- ✓ 1. Monat gratis lesen – danach jederzeit kündbar
- ✓ c't, iX, Technology Review, Mac & i, Make, c't Fotografie direkt im Browser lesen

**Sie möchten dieses Exklusiv-Angebot nutzen?  
Unser Leserservice hilft Ihnen gern beim Einrichten.**

✉ [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

☎ 0541 80009 120



Weitere Informationen zum  
Abo-Upgrade finden Sie unter:

**[heise.de/plus-info](https://heise.de/plus-info)**



# Pokémon auf Speed

**Astral Chain: Durchgedrehtes Action-Adventure im Anime-Stil**

**Rumballern, Rätsel lösen und mit Toiletten-Feen diskutieren: Das Switch-exklusive Actionfeuerwerk Astral Chain ist außergewöhnlich seltsam.**

**Von Jan-Keno Janssen**

Ganz sachlich als „Action-Adventure“ bezeichnet Nintendo sein neuestes Switch-Exklusivspiel Astral Chain. Doch schon nach ein paar Minuten Spielzeit wird klar, dass Genre-Schubladen hier nicht so richtig funktionieren. Denn der japanische Entwickler PlatinumGames (NieR: Automata, Bayonetta) hat eine schwer einzuordnende, überaus wunderliche Mixtur zusammengemüht – und das ist durchaus positiv gemeint.

Die Hintergrundgeschichte ist noch am wenigsten originell: Als Mitglied einer Elite-Polizei-Einheit im Jahr 2078 muss man die Welt vor bösen Astralwesen aus einer fremden Dimension beschützen. Im Mittelpunkt steht ein junges Zwillingpaar, wobei man selbst entscheiden kann, ob man den weiblichen oder den männlichen Zwilling spielen möchte. Dass man es hier mit typisch japanischer Anime-Logik zu tun hat, fällt spätestens im Charakter-Auswahlmenü auf: Der weibliche

Charakter trägt sexy Kniestrümpfe, die Oberschenkel bleiben unbedeckt – in der täglichen Polizeiarbeit dürfte das eher unpraktisch sein.

Aber mit Realismus hat Astral Chain sowieso nichts am Hut, im Mittelpunkt stehen stattdessen überdrehte, schnelle und furios inszenierte Kämpfe. Dabei schwingt man eine Nahkampfwaffe, schießt mit der Dienstpistole (im Jahr 2078 natürlich mit Laser) und blockt gegnerische Angriffe. Interessant wird es durch die namensgebende „Astral Chain“, eine Kette, mit der man die interdimensionalen Gegner einfangen und dann als Waffe verwenden kann. Ähnlich wie bei den Pokémon-Taschenmonstern kann man bestimmte Gegner gefügig machen und sie dann in den Kampf schicken.

Praktisch funktioniert das im Spiel ähnlich wie mit der Mütze in Super Mario Odyssey: Hält man eine Taste am Controller gedrückt, kann man die vorher eingefangene Kreatur (im Spiel „Legion“ genannt) mit dem rechten Analogstick bewegen – und sie beispielsweise auf Gegner hetzen oder sie in vom Spieler sonst nicht zu erreichenden Bereichen Aktionen auslösen lassen.

Im Laufe des Spiels fängt man verschiedene Legions mit unterschiedlichen Fähigkeiten ein. Einer hat beispielsweise ein riesiges Schwert, ein anderer eine La-

serwaffe; es gibt sogar einen wolffähnlichen Gefährten, auf dem man reiten kann.

All das klingt schon reichlich abgedreht, aber das Spiel hat noch viel mehr Seltsamkeiten zu bieten. So wohnt im Polizei-Hauptquartier im Toilettenraum eine „Klo-Fee“, mit der man durch die verschlossene Tür sprechen kann. Im Austausch gegen Toilettenpapier, das man im Spielverlauf finden kann, gibt es hier Upgrades. Außerdem arbeitet im Hauptquartier eine Assistentin, die in einem riesigen Hundekostüm steckt und grundsätzlich in den unpassendsten Situationen auftaucht.

Astral Chain strotzt nur so vor solchen charmanten Albernheiten. Dadurch entwickelt es eine so dichte Atmosphäre, so dass die stumpfe Story und der komplett lineare Spielablauf gar nicht mehr so negativ auffallen. Die meisten der zwölf Levels, die jeweils ein bis zwei Stunden dauern, folgen der immer gleichen Choreografie: Zuerst muss man Indizien sammeln und danach Gegner vertrimmen. Die Sammel-Sequenzen spielen sich etwas behäbig, funktionieren aber gut als Verschnaufpause zwischen den überaus hektischen Action-Kämpfen. Obendrein gibt es während der Sammel-Sequenzen immer wieder ulkige Minigames, in denen man Bomben entschärft, Logikrätsel entschlüsselt oder Eiskugeln balanciert. Es gibt vier Schwierigkeitsgrade, von denen man zunächst nur die drei einfacheren auswählen kann. Erst nach dem Durchspielen eines Levels lässt sich der happige „Pt. Ultimate“-Modus aktivieren. Anfänger können den leichtesten „Unchained“-Schwierigkeitsgrad sehr detailliert anpassen; schaltet man alle Hilfsmittel ein, kämpft das Spiel komplett automatisch.

## Fazit

Astral Chain ist ein polierter Action-Fiebertraum, der rund 20 Stunden lang beste Unterhaltung bietet – zumindest wenn man sich mit Anime-Ästhetik und latent fingerverknotenden Kämpfen anfreunden kann. Ein Anspielen lohnt sich allein schon für die hunderten durchgeknallten Details, die man im Laufe des Spiels entdecken kann.

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

## Astral Chain

Action-Adventure	
Vertrieb	Nintendo/Platinum Games, <a href="https://astralchain.nintendo.com">https://astralchain.nintendo.com</a>
Systeme	Nintendo Switch
Preis	60 €



Es gibt **10** Arten von Menschen.  
iX-Leser und die anderen.



**Jetzt Mini-Abo testen:**  
3 Hefte + Leiterplatten-Untersetzer  
nur 16,50 €

[www.ix.de/testen](http://www.ix.de/testen)



[www.ix.de/testen](http://www.ix.de/testen)



49 (0)541 800 09 120



[leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIK



# Platten-Automat

## USB-Laufwerke automatisch mounten mit Systemd

**Wer unter Linux Daten auf externe Datenträger sichern will, hilft sich oft mit unübersichtlichen udev-Regeln und unflexiblen Shell-Skripten, um sie einzubinden. Mithilfe von Systemd-Units bekommt man eine einfachere, sauberere und zuverlässigere Lösung.**

Von Merlin Schumacher

Ein Backup ist manchmal die letzte Rettung, wenn der Heimserver, Laptop oder PC den Geist aufgegeben haben. Dabei ist es klug, wenn das Backup nicht immer am gleichen Ort liegt wie die Originale. Hier bietet sich ein Offsite-Backup auf einem externen Speicher an. Das kann ein entfernter Server oder auch eine USB-Festplatte sein. Alles ist besser als kein Backup. Wer einen Linux-Server und ein USB-Medium zur Datensicherung einsetzt, kann dafür sorgen, dass ein Backup beginnt, wenn das Medium angeschlossen wird. Mit den Systemd Mount-Units geht das Ganze elegant und flexibel von der Hand, denn Systemd weiß immer genau über den Zustand von Diensten und Geräten Bescheid.

Vor der Praxis aber ein bisschen Theorie: Systemd arbeitet auch beim Mounten von Laufwerken mit Units. Hier

sind es die Mount-Units. Sie funktionieren im Prinzip wie die bekannteren Service-Units, haben aber ein paar andere Parameter. Indirekt haben Sie beim Administrieren eines Linux-Systems vielleicht welche erzeugt. Wenn Sie in der Datei `/etc/fstab` Einträge zum Mounten der Laufwerke hinterlegen, liest der Daemon oder der Kernel diese nämlich gar nicht direkt ein. Das ist die Aufgabe des Werkzeugs `systemd-fstab-generator`. Systemd startet es, um aus der Tabelle passende Mount-Units zu generieren. Es legt diese in `/run/systemd/generator` ab. Man erkennt sie an der Dateiendung `.mount`. Erst diese Mount-Units verarbeitet Systemd selbst und mountet damit die Laufwerke.

### Aufbau

Ein erfolgreiches automatisches Backup braucht drei Units: eine Mount-Unit für das Einbinden, eine Automount-Unit für die Automatik und eine Service-Unit für das eigentliche Backup. Hier zunächst eine einfache Mount-Unit für das Backup-Laufwerk:

```
[Unit]
Description=Mount backup drive
[Mount]
Where=/mnt/backup
What=/dev/disk/by-partuuid/506f6352-01
[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

Wie alle Systemd-Units ähnelt sie einer von Windows bekannten INI-Datei. Für

Systemd-Units typisch sind die Blöcke `[Unit]` und `[Install]`. Ersterer enthält Informationen zur Unit. Hier ist das nur eine kurze Beschreibung. Mit `[Install]` legt man fest, Teil welchen Systemzustands (Target) die Unit sein soll, in diesem Fall, wenn der Zustand `multi-user` erreicht ist. Die Targets entsprechen etwa den Sysvinit-Runlevels. `multi-user` ist praktisch immer die richtige Wahl. Entscheidend für die Mount-Unit ist der Block `[Mount]`. Hier definiert `What`, welches Blockgerät gemountet wird und `Where` den Mount-Point, der dafür gewünscht ist. Um das richtige Gerät zu identifizieren, geben Sie `sudo blkid` ein. Das gibt eine Liste aller Laufwerke und deren IDs aus. Anhand dieser Attribute, also der gelisteten UUIDs, Partitions-UUIDs oder Laufwerksbezeichnungen (Label), können Sie den Gerätenamen unterhalb von `/dev/disk/by-*` bestimmen. Die dortigen Gerätenamen sind statisch, solange sich das Attribut des Geräts nicht ändert. So umgeht man Probleme mit wechselnden Gerätenamen wie `/dev/sd11`.

Wenn Sie zwei Backup-Laufwerke im Wechsel nutzen, setzen Sie eine identische Laufwerksbezeichnung für beide Laufwerke, denn die UUIDs unterscheiden sich für jedes Gerät und lassen sich auch nicht angleichen. Mit den Laufwerksbezeichnungen bekommen beide Laufwerke immer den gleichen Gerätenamen unterhalb von `/dev/disk/by-label`. Heißen beide Laufwerke „meinbackup“

```
INSERT merlin - > Dokumente sudo blkid
[sudo] Passwort für merlin:
/dev/sda1: UUID="9C22-DCC6" TYPE="vfat" PARTLABEL="EFI System" PARTUUID="82e6dc1d-bc8e-48ff-bfde-e61d2dfcd38e"
/dev/sda2: UUID="XCp73-Q2fT-QMfX-Wu9I-j3lw-NIKy-t3XLTJ" TYPE="LVM2_member" PARTLABEL="Linux filesystem" PARTUUID="a9e122af-7059-4638-9f51-e295ba523293"
/dev/sdb1: UUID="cbc65e37-1ff1-48b5-87dc-104c89c13c2f" TYPE="crypto_LUKS" PARTUUID="d6c0cf30-a26e-4b78-94ab-5348d52dcf5f"
/dev/sdc1: LABEL="Backup" UUID="c1ec208f-7e1d-400e-9706-34ca6a2792db" TYPE="ext4" PARTUUID="c95a0b70-01"
/dev/mapper/lym-lvroot: UUID="2c162609-6b90-4260-9297-f13ca5b7d84f" TYPE="crypto_LUKS"
/dev/mapper/root: UUID="f5d48e7f-26a3-48a0-ac9f-de5dbea8e028" UUID_SUB="40eebdac-ab66-4d0c-9ee6-f9504a78d267" TYPE="btrfs"
/dev/mapper/swap: UUID="a6fd9e59-f111-4cb8-a8a2-ca1f77c1769f" TYPE="swap"
/dev/mapper/tmp: UUID="46a32b95-e63a-4310-9815-372c2f6748da" TYPE="ext2"
/dev/mapper/vms: LABEL="VMs" UUID="e0a2f3b5-91ec-4e5d-a389-d3457d67f9bb" TYPE="ext4"
/dev/sd11: LABEL="FATBOOT" LABEL="h1a" UUID="1F5B-80A2" TYPE="vfat" PARTUUID="4faf2a3c-01"
```

Mit `blkid` können Sie sehen, welche eindeutigen Attribute die angeschlossenen Laufwerke haben und diese in den Mount-Units nutzen. Hier ist das Backup-Laufwerk rot unterstrichen.

```

INSERT > merlin ~ sudo systemctl status mnt-backuptest.automount
• mnt-backuptest.automount - Automount backup drive
  Loaded: loaded (/etc/systemd/system/mnt-backuptest.automount; enabled; vendor preset: disabled)
  Active: active (running) since Fri 2019-09-13 13:14:57 CEST; 34s ago
  Where: /mnt/backuptest

Sep 13 13:14:57 mls-pc systemd[1]: Set up automount Automount backup drive.
INSERT > merlin ~ sudo systemctl status mnt-backuptest.mount
• mnt-backuptest.mount - Automount filesystem
  Loaded: loaded (/etc/systemd/system/mnt-backuptest.mount; enabled; vendor preset: disabled)
  Active: active (mounted) since Fri 2019-09-13 13:15:09 CEST; 25s ago
  Where: /mnt/backuptest
  What: /dev/sd1l
  Tasks: 0
  Memory: 1.0M
  CGroup: /system.slice/mnt-backuptest.mount

Sep 13 13:15:09 mls-pc systemd[1]: Mounting Automount filesystem...
Sep 13 13:15:09 mls-pc systemd[1]: Mounted Automount filesystem.
INSERT > merlin ~ sudo systemctl status test.service
• test.service - Testservice
  Loaded: loaded (/etc/systemd/system/test.service; enabled; vendor preset: disabled)
  Active: inactive (dead) since Fri 2019-09-13 13:15:09 CEST; 28s ago
  Process: 124629 ExecStart=/usr/bin/test-service.sh (code=exited, status=0/SUCCESS)
  Main PID: 124629 (code=exited, status=0/SUCCESS)

Sep 13 13:15:09 mls-pc systemd[1]: Starting Testservice...
Sep 13 13:15:09 mls-pc test-service.sh[124629]: Backup running
Sep 13 13:15:09 mls-pc systemd[1]: test.service: Succeeded.
Sep 13 13:15:09 mls-pc systemd[1]: Started Testservice.

```

### Den Status der am automatischen Backup beteiligten Systemd-Units zeigt systemctl an.

lautet der Gerätenamen `/dev/disk/by-label/meinbackup`. Sind beide Geräte angeschlossen, bekommt das zweite den Gerätenamen `meinbackup-1`.

## Nomenklatur

Damit Systemd die Mount-Unit akzeptiert, braucht sie noch einen passenden Namen. Dieser muss einer spezifischen Vorgabe entsprechen. Alle Pfadbestandteile müssen mit „-“ statt eines Slashes voneinander getrennt sein und Sonderzeichen werden mit `\x` gefolgt von einem hexadezimalen Code maskiert. Die Systemd-Entwickler haben zum Glück ein Tool mitgeliefert, das beim Herausfinden des korrekten Unit-Namens hilft. Es heißt `systemd-escape`:

```
systemd-escape --suffix=mount \
  --path /mnt/backup
```

Mit dem Parameter `--suffix` legen Sie den Unit-Typ fest, für den Sie einen Namen benötigen, und `--path` erwartet den Mount-Point. Ob dieser bereits existiert, ist egal. Das Programm gibt nur den Namen der Mount-Unit zurück. Im Beispiel wäre die Ausgabe `mnt-backup.mount`. Generell ist es eine gute Idee, keine Sonderzeichen im Mount-Point zu haben. Das erspart manchen Ärger mit dem Escaping. Der korrekte Ort für eigene Systemd-Units ist immer `/etc/systemd/system/`. Wer auf Sonderzeichen nicht verzichten kann, sollte die Ausgabe von `systemd-escape` di-

rekt an `touch` durchreichen, um eine leere Datei mit dem passenden Namen zu erzeugen. Etwa so:

```
sudo touch $(systemd-escape \
  --suffix=mount --path /mnt/backup)
```

Nachdem Sie die Mount-Units erstellt haben, weisen Sie den Systemd-Daemon mittels `sudo systemctl daemon-reload` an, alle Konfigurationen und Units neu zu laden. Ob die Mount-Unit funktioniert, überprüfen Sie mit `sudo systemctl start mnt-backup.mount` oder auch mittels `systemctl start /mnt/backup`. Bei Problemen können Sie den Status mit `systemctl status mnt-backup.mount` abfragen.

## Automount

Wer in den Ordner `/run/systemd/generator` schaut, findet dort auch Dateien, deren Namen auf `.automount` enden. Diese Automount-Units weisen Systemd an, eine Mount-Unit auszuführen, also das definierte Laufwerk zu mounten, wenn es angeschlossen wurde. Für diese Units gelten die gleichen Namensregeln wie für die Mount-Units. Die passende Automount-Datei für das Beispiel sieht folgendermaßen aus:

```

[Unit]
Description=Automount backup drive
[Automount]
Where=/mnt/backup
[Install]
WantedBy=multi-user.target

```

Die Unterschiede zur Mount-Unit sind minimal. Den Platz des `[Mount]`-Blocks hat `[Automount]` übernommen und die Beschreibung ist anders. Zudem ist die mit `What` beginnende Zeile nicht nötig. Damit beide Units in Zukunft aktiv sind, müssen Sie `sudo systemctl enable mnt-backup.mount` und `sudo systemctl mnt-backup.automount` aufrufen. Wenn Sie Ihr Laufwerk nun anschließen, hängt Systemd es ein und Sie finden Ihre Daten unter `/mnt/backup`.

## Dienst

Damit das Backup loslegt, wenn das Laufwerk angeschlossen und gemountet wurde, braucht es noch eine Service-Unit. Das einfachste Beispiel:

```

[Unit]
Description=Backup Service
[Install]
WantedBy=mnt-backup.mount
[Service]
ExecStart=/usr/bin/backup

```

Hinterlegen Sie den Inhalt in `/etc/systemd/system/my-backup.service`. Bei der Service-Unit muss im Abschnitt `[Install]` der Parameter `WantedBy` gesetzt sein, denn dieser definiert den Backup-Service als Abhängigkeit der Mount-Unit. Dessen Wert muss dem Namen der Mount-Unit entsprechen. Dadurch weiß Systemd, dass dieser Dienst mit der Mount-Unit auszuführen ist. Der Abschnitt `Service` legt die Attribute des Dienstes fest. `ExecStart` bestimmt das auszuführende Programm. Setzen Sie ein Backup-Werkzeug ein, das eine eigene Systemd-Unit mitbringt und beim Start einfach mit dem Backup beginnt, kopieren Sie diese nach `/etc/systemd/system` und ändern Sie sie entsprechend. Eine Anpassung von `WantedBy` sollte reichen.

Ein erneutes `sudo systemctl daemon-reload` ist nötig, damit Systemd die neue Unit einliest. `sudo systemctl enable my-backup` aktiviert die Unit. Wenn Sie jetzt das Backup-Laufwerk anschließen, bindet Systemd das Laufwerk ein und startet den Backup-Dienst.

Am Ende des Backup-Prozesses können Sie das Laufwerk wieder per `systemctl stop mnt-backup.mount` aushängen. Weiterführende Informationen zu den Mount- und Automount-Units finden Sie in den zugehörigen Manpages `systemd.mount` und `systemd.automount`. (mls@ct.de) **ct**

**Weiterführende Links:** [ct.de/ygcw](https://ct.de/ygcw)

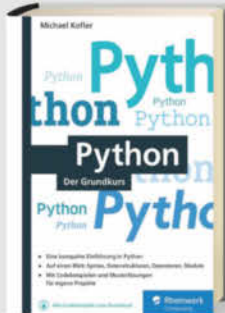


# Für Wissenshungrige

## Ausgewählte Fachliteratur

shop.heise.de/buecher

BEST-SELLER



Michael Kofler

### Python

Diese Python-Einführung konzentriert sich auf das Wesentliche und zeigt Ihnen, wie Sie die Sprache in eigenen Projekten einsetzen. Erfahren Sie praxisgerecht, wie Sie mit Python Daten verarbeiten, den Raspberry Pi ansteuern, wiederkehrende Aufgaben automatisieren und vieles mehr.

ISBN 9783836266796

[shop.heise.de/python-buch](http://shop.heise.de/python-buch)

14,90 € >



Christian Solmecke, Sibel Kocatepe

### DSGVO für Website-Betreiber

Ihr Leitfaden für die sichere Umsetzung der EU-Datenschutz-Grundverordnung. Experten erklären Schritt für Schritt, wie Sie Ihren Webauftritt vollständig rechtskonform gestalten – gut verständlich auch für Nichtjuristen.

ISBN 9783836267120

[shop.heise.de/dsgvo-websites](http://shop.heise.de/dsgvo-websites)

39,90 € >

BEST-SELLER



Jörg Frochte

### Maschinelles Lernen (2. Aufl.)

Maschinelles Lernen ist ein interdisziplinäres Fach, das die Bereiche Informatik, Mathematik und das jeweilige Anwendungsgebiet zusammenführt.

In diesem Buch werden alle drei Teilgebiete gleichermaßen berücksichtigt.

ISBN 9783446459960

[shop.heise.de/maschinelles-lernen](http://shop.heise.de/maschinelles-lernen)

38,00 € >



Ralf Steck

### CAD für Maker

Eigene DIY-Objekte mit FreeCAD, Fusion 360, SketchUp & Tinkercad designen! Grundlagen der CAD-Modellierung, die nötige Hardware, 3D-Scanning und alle relevanten Daten zu den vorgestellten Projekten auch im Netz.

ISBN 9783446450202

[shop.heise.de/cad-buch](http://shop.heise.de/cad-buch)

25,90 € >

BEST-SELLER



Ralf Wirdemann

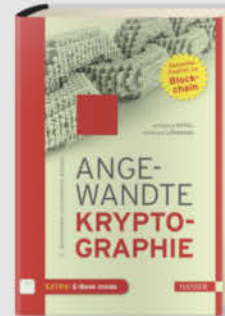
### SCRUM mit User Stories

Optimieren Sie Scrum mit Hilfe von User Stories hinsichtlich eines kundenorientierten Anforderungsmanagements. Außerdem: konkrete Empfehlungen für Entwickler, um User Stories erfolgreich einzusetzen.

ISBN 9783446450523

[shop.heise.de/scrum-stories](http://shop.heise.de/scrum-stories)

32,00 € >



Wolfgang Ertel, Ekkehard Löhmann

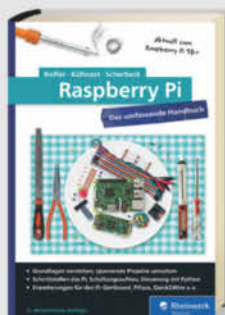
### Angewandte Kryptographie

Ziel des Buches ist es, Grundwissen über Algorithmen und Protokolle zu vermitteln und kryptographische Anwendungen aufzuzeigen. Mit so wenig Mathematik wie nötig, aber vielen Beispielen, Übungsaufgaben und Musterlösungen.

ISBN 9783446454682

[shop.heise.de/kryptographie](http://shop.heise.de/kryptographie)

32,00 € >



Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck

### Raspberry Pi, 5. Auflage

Das umfassende Handbuch mit über 1.000 Seiten komplettem Raspberry-Wissen, um richtig durchstarten zu können. Randvoll mit Grundlagen und Kniffen zu Linux, Hardware, Elektronik und Programmierung. Aktuell zu allen Versionen, inkl. Raspberry Pi 3B+ und Zero W!

ISBN 9783836265195

[shop.heise.de/raspberry-5](http://shop.heise.de/raspberry-5)

39,90 € >



Hans-Georg Schumann

### Calliope mini für Kids

Die wichtigsten Bestandteile des Calliope mini mit allen Sensoren kennenlernen und ausprobieren. Mit vielen kleinen Calliope-Projekten für die Schule und zu Hause wie Würfelspiele, Farbthermometer, Alarmanlage, Wasserwaage, Funkgerät uvm.

ISBN 9783958458598

[shop.heise.de/calliope-kids](http://shop.heise.de/calliope-kids)

19,99 € >

PORTOFREI  
AB 15 €  
BESTELLWERT

Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.



# und Maker!

## Zubehör und Gadgets

shop.heise.de/gadgets

NEU



### Waveshare Game HAT für Raspberry Pi

Ein Muss für jeden Retro Gamer! Verwandeln

Sie Ihren Raspberry Pi in kürzester Zeit in eine Handheld-Konsole. Mit Onboard-Speakern, 60 Frames/s, Auflösung von 480x320 und kompatibel mit allen gängigen Raspberrys.

BEST-SELLER



### ODROID-GO

Mit diesem Bausatz emulieren Sie nicht nur Spiele-Klassiker, sondern programmieren auch in der Arduino-Entwicklungs-umgebung.



### NVIDIA Jetson nano

Das Kraftpaket bietet mit 4 A57-Kernen und einem Grafikprozessor mit 128 Kernen ideale Voraussetzungen für die

Programmierung neuronaler Netze, die ähnlich wie Gehirnzellen arbeiten.

Im Set mit Netzteil!

shop.heise.de/game-hat

41,90 € ➤

shop.heise.de/odroid

49,90 € ➤

shop.heise.de/jetson

134,90 € ➤



DAUER-TIEFPREIS

### Raspberry Pi 3 B+ Starterset Black Edition

Direkt loslegen mit dem neuen Starterset Black Edition: Raspberry Pi 3 Modell B+, 16 GByte micro SD, HDMI-Stecker mit Netzteil und Case.



NEU

### ArduiTouch-Set

Setzen Sie den ESP8266 oder ESP32 jetzt ganz einfach im Bereich der Hausautomation, Metering, Überwachung, Steuerung und anderen typischen IoT-Applikationen ein!



### Make: Teatimer „Teeodhr“

Lassen Sie Teeodhr die Ziehzeit Ihres Heißgetränks zwischen drei und zwölf Minuten sekundengenau überwachen! Kompletter Bausatz mit Microcontroller und allen Teilen aus dem Make

Magazin. Anleitung online verfügbar.

shop.heise.de/raspi-black

64,90 € nur 59,90 € ➤

shop.heise.de/arduitouch

69,90 € ➤

shop.heise.de/make-teease

39,90 € ➤



NEU

### Retro-Shirts von c't

„Never change a running system“ - eine Weisheit, die seit Ewigkeiten Gültigkeit besitzt. Holen Sie sich den c't 86 - den ersten Selbstbau-16-Bit-Computer mit 8086-Prozessor von c't als hochwertiges schwarzes T-Shirt in den Größen S bis 4XL! Fans der ersten Stunde tragen alternativ das erste c't-Logo von 1983 auf der Brust.

shop.heise.de/ct-shirts

Je 15,00 € ➤



### Raspberry Pi-Kameras

Aufsteckbare Kameras, optimiert für verschiedene Raspberry Pi-Modelle mit 5 Megapixel und verschiedenen Aufsätzen wie z.B. Weitwinkel für scharfe Bilder und Videoaufnahmen.

shop.heise.de/raspi-kameras

ab 18,50 € ➤



### Makey Lötbausatz

Das blinkende Maker-Faire-Maskottchen Makey ist ein Hingucker und auch der ideale Einstieg für die ersten eigenen Lötverfahren. Die konturgefräste Platine kommt zusammen mit Zubehör und Leuchtdioden, die den Eindruck eines pulsierenden Herzens erwecken.

Jetzt neu mit Schalter!

shop.heise.de/makey-bausatz

ab 4,90 € ➤



### Badehandtücher für Nerds

Immer die passenden Badehandtücher für Nerds, Fantasy- oder SciFi-Fans: Periodensystem, Dark Side/Light Side, Cthulhu und mehr für den Strand oder daheim.

shop.heise.de/handtuch

24,90 € ➤

Bestellen Sie ganz einfach online unter [shop.heise.de](https://shop.heise.de) oder per E-Mail: [service@shop.heise.de](mailto:service@shop.heise.de)

 **heise shop**  
shop.heise.de ➤

# Einfach abgebucht

## Fallstricke beim Bezahlen im Internet mit der SEPA-Basislastschrift

**Die SEPA-Basislastschrift ist vor allem in Deutschland eine sehr beliebte Bezahlmethode. Aus rechtlicher Sicht ist das auf den ersten Blick so einfache Zahlverfahren relativ anspruchsvoll und birgt insbesondere für Händler einige Risiken.**

Von Dr. Matthias Schindele

Die SEPA-Basislastschrift ist juristisch betrachtet ein vom Zahlungsempfänger ausgelöster Zahlungsdienst, durch den das Konto des Zahlers belastet wird. Grundlage ist dabei die Zustimmung des Zahlers in Form eines SEPA-Lastschriftmandats. Anders als bei einer Überweisung veranlasst bei der SEPA-Basislastschrift der Zahlungsempfänger die Zahlung, man spricht daher von „Pull-Zahlung“.

Mit der SEPA-Basislastschrift kann ein Kunde sowohl im stationären Handel als auch online Zahlungen in Euro innerhalb des Gebiets des einheitlichen Euro-Zahlungsverkehrsraums (Single Euro Payments Area, SEPA) vornehmen. Hierzu zählen im Wesentlichen die Mitgliedstaaten der Europäischen Union (EU), die weiteren Staaten des Europäischen Wirtschaftsraums (EWR) sowie die Schweiz.

### Die Beteiligten

An einer SEPA-Basislastschrift-Transaktion sind immer mehrere Stellen beteiligt. Dabei unterscheidet man mehrere Rechtsverhältnisse:

Die Rechtsbeziehung zwischen **Kunde** und **Händler** bezeichnet man als „Valutaverhältnis“. Kunde und Händler schließen ein Grundgeschäft ab, beispielsweise einen Kaufvertrag über eine Ware. Möchte der Kunde per SEPA-Basislastschrift bezahlen, erteilt er dem Händler ein SEPA-Lastschriftmandat.

Zwischen dem **Händler** und der **Bank des Händlers** besteht das „Inkassoverhältnis“. Der Händler und seine Bank schließen eine Inkassovereinbarung ab, die die Bedingungen für den Lastschritfeinzug näher regelt. Die Inkassovereinbarung enthält unter anderem Regelungen zur Einholung des SEPA-Lastschriftmandats sowie zur Art und Weise, wie der Händler die Lastschriftdaten an die Händlerbank zu übermitteln hat. Zudem enthält die Inkassovereinbarung die Pflicht der Händlerbank zur Vorlage der Lastschrift bei der Bank des Kunden.

Die Rechtsbeziehung zwischen dem **Kunden** und der **Bank des Kunden** wird als „Deckungsverhältnis“ bezeichnet. In der Praxis wird dieses durch die Lastschriftbedingungen geregelt. Die Lastschriftbedingungen enthalten Regelungen zur Nutzung des Bezahlverfahrens, unter anderem zum SEPA-Lastschriftmandat, zum Zahlungsvorgang und zum Erstattungsanspruch.

Das „Interbankenverhältnis“ zwischen der **Bank des Händlers** und der **Bank des Kunden** ist im Wesentlichen in dem SEPA Core Direct Debit Scheme Rulebook des European Payments Council (EPC-Regelwerk) näher geregelt. Hier-

bei handelt es sich um einen multilateralen Vertrag zwischen den teilnehmenden Instituten und dem European Payments Council.

### Die SEPA-Basislastschrift-Transaktion

Eine SEPA-Basislastschrift-Transaktion erfolgt in mehreren Schritten: Bietet der Händler die Bezahlmethode SEPA-Basislastschrift an und will der Kunde auf diese Weise bezahlen, erteilt der Kunde dem Händler ein SEPA-Lastschriftmandat. Dieses enthält neben der Ermächtigung des Händlers, den Lastschritfeinzug vorzunehmen, auch die Weisung an die Kundenbank, die Lastschrift einzulösen.

Das EPC-Regelwerk ist in der für den Online-Handel wichtigen Frage, ob der Kunde ein Lastschriftmandat zwingend unterschreiben muss, nicht eindeutig. Deshalb stellte der European Payments Council 2013 in einer Stellungnahme klar, dass eine Unterschrift nicht zwingend notwendig ist.

Das Zahlungsdiensteaufsichtsgesetz (ZAG) sieht in Umsetzung der Zweiten Zahlungsdiensterichtlinie (PSD2) ab dem 14. September 2019 die sogenannte starke Kundenauthentifizierung für Online-Zah-

### Fügen Sie eine neue Zahlungsart hinzu

#### Bankkonto hinzufügen

Sie brauchen BIC und IBAN, um Ihr Bankkonto zu ergänzen. Die Informationen finden Sie auf Ihrem Kontoauszug oder Ihrer Bankkarte. [Weitere Informationen](#)

^ Bankverbindung hinzufügen

BIC (Swift-Code)	IBAN	Kontoinhaber
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="(Nicht Name der Bank)"/>

Bankverbindung hinzufügen

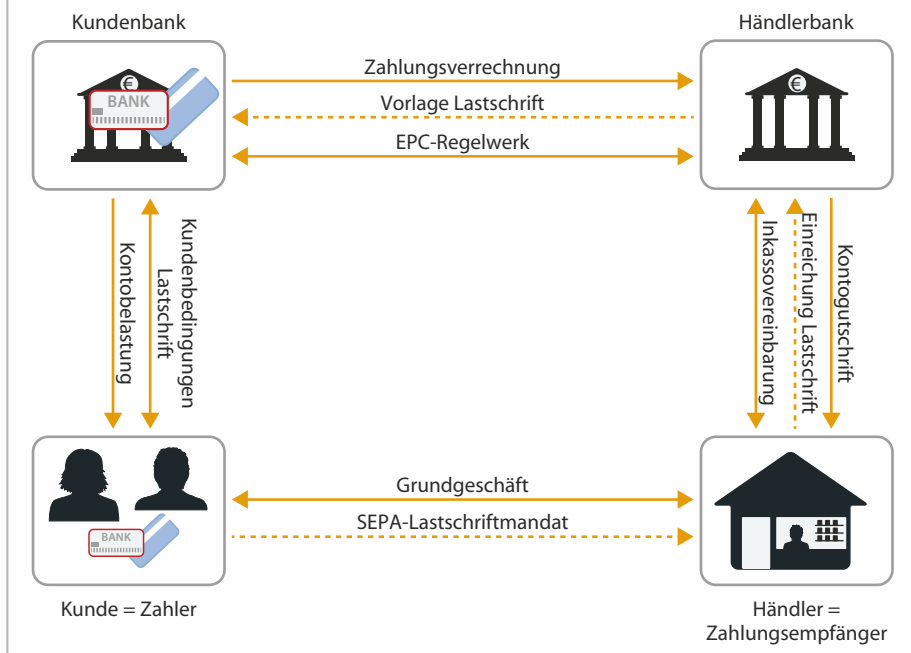
Sie können Ihr SEPA-Lastschriftmandat in Ihrem Kundenkonto einsehen. Gehen Sie hierzu auf "Zahlungsarten verwalten" unter "Mein Konto".



Wenn ein Händler SEPA-Lastschriften anbietet, muss man als Kunde lediglich BIC, IBAN und den Namen des Kontoinhabers angeben.

## SEPA-Lastschrift

Bei einer Lastschrift entsteht ein kompliziertes Beziehungsgeflecht zwischen Händler, Kunden und deren Banken.



dienstleisters innerhalb der EU zulassen oder nicht, sofern es hierfür keine Rechtfertigung durch objektive Gründe gibt.

Daneben enthält die SEPA-Verordnung ein für die SEPA-Basislastschrift besonderes Diskriminierungsverbot. Art. 9 Abs. 2 der SEPA-Verordnung besagt im Kern, dass ein Zahlungsempfänger, der eine Lastschrift für den Geldeinzug verwendet, nicht vorgeben darf, in welchem Mitgliedstaat das Zahlungskonto des Zahlers zu führen ist. Nicht zulässig ist insbesondere eine Voreinstellung im Online-Shop des Händlers, bei der die einzugebende IBAN etwa zwingend mit DE anfangen muss.

Geklärt ist nun, dass ein Händler auch dann gegen die SEPA-Verordnung verstößt, wenn er die SEPA-Basislastschrift von dem Wohnsitz des Zahlers abhängig macht. Um das Risiko eines Zahlungsausfalls zu minimieren, führen Händler regelmäßig Bonitätsprüfungen durch, bevor sie einem Kunden das Bezahlverfahren SEPA-Basislastschrift anbieten. Die Qualität der Bonitätsauskünfte in den verschiedenen Ländern ist aber sehr unterschiedlich. Während in Deutschland und einigen anderen Ländern solche Informationen gut verfügbar und günstig sind, sind sie anderswo sehr teuer oder überhaupt nicht vorhanden. Bislang boten viele Händler die SEPA-Basislastschrift nur Kunden aus Ländern an, in denen Bonitätsauskünfte verfügbar sind. Der EuGH entschied aktuell, dass dies nicht zulässig ist (Az. C-28/18).

### Summa summarum

Die SEPA-Basislastschrift ist für den Kunden eine bequeme und sichere Art zu bezahlen. Für den Händler stellt die SEPA-Basislastschrift zwar eine vergleichsweise günstige Bezahlmethode dar, allerdings trägt er grundsätzlich das Risiko, dass die Zahlung ausfällt. Ausgerechnet die SEPA-Verordnung, die eigentlich der SEPA-Basislastschrift europaweit zum Durchbruch verhelfen soll, könnte durch ihre Nichtdiskriminierungsgebote den Tod der SEPA-Basislastschrift im Online-Handel bedeuten. Die Händler – wenn sie das Lastschriftverfahren anbieten – sind durch das EuGH-Urteil nun dazu gezwungen, das Lastschriftverfahren auch Kunden aus Ländern anzubieten, bei denen sie die Bonität nicht oder nur mit hohem Aufwand feststellen können. Möglicherweise werden sie deshalb auf andere Bezahlverfahren mit niedrigerem Risiko ausweichen.

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

lungen vor. Diese verlangt einen Identitätsnachweis aus mindestens zwei der drei Kategorien „Wissen“ (beispielsweise eine PIN oder ein Passwort), „Besitz“ (oft in Form einer TAN aufs Handy) und „Inhärenz“ (etwa ein Fingerabdruck). Dieses Mehr an Sicherheit führt im Online-Handel aber auch zu einer höheren Abbruchquote bei Kaufvorgängen, weil es den Vorgang kompliziert macht. Nachdem eine Äußerung der Europäischen Bankenaufsichtsbehörde EBA im Februar 2019 im Markt Verwirrung auslöste, stellten die BaFin und wenig später auch die EBA klar, dass eine starke Kundenauthentifizierung bei der Erteilung eines Online-Lastschriftmandats – so wie dies in Deutschland praktiziert wird – nicht notwendig ist.

Um dem Kunden Zeit zu geben, für ausreichende Deckung auf seinem Konto zu sorgen, hat der Händler den Kunden vorab über die Kontobelastung zu informieren. Der Händler teilt dem Kunden das Belastungsdatum und den einzuziehenden Betrag unter Angabe der Gläubiger-ID und der Mandatsreferenz mit. Diese Ankündigung hat 14 Tage vor dem Belastungsdatum zu erfolgen, soweit – etwa in den AGB des Händlers – nichts anderes vereinbart wurde.

Auch wenn der Kunde dem Händler wirksam ein SEPA-Lastschriftmandat erteilt hat, kann er binnen einer Frist von

acht Wochen ab dem Zeitpunkt der Belastungsbuchung von seiner Bank ohne Angaben von Gründen die Erstattung des belasteten Lastschriftbetrages verlangen. Die Kundenbank bringt dann das Konto des Kunden wieder auf den ursprünglichen Stand und gibt die Lastschrift zurück. Hat der Kunde überhaupt kein SEPA-Lastschriftmandat erteilt und wurde sein Konto dennoch mittels einer SEPA-Basislastschrift belastet, kann er von seiner Bank sogar 13 Monate lang die Erstattung des abgebuchten Betrags verlangen. Der Kunde ist also sehr gut geschützt. Damit korrespondiert aber auch ein entsprechendes Risiko für den Händler, nicht an sein Geld zu kommen.

### Diskriminierungsverbot für den Händler

Der Händler hat in Bezug auf die SEPA-Basislastschrift die gesetzlichen Diskriminierungsverbote zu beachten. Ein allgemeines Diskriminierungsverbot ergibt sich aus Artikel 5 der Geoblocking-Verordnung. Demnach darf der Händler Kunden in Bezug auf die von ihm angebotenen Zahlungsmethoden nicht diskriminieren. Er darf also nicht die SEPA-Basislastschrift abhängig von der Staatsangehörigkeit, dem Wohnsitz des Kunden, dem Standort des Zahlungskontos oder dem Ort der Niederlassung des Zahlungs-



# Tipps & Tricks

## Sie fragen – wir antworten!

### Fritzbox wird angegriffen

**?** Ich habe im Log der Fritzbox mehrere vergebliche Anmeldeversuche von außen gefunden. Eine Suche nach der IP-Adresse ergab, dass diese mehrfach für Angriffe verwendet wurde. Was kann ich tun, um mich zu schützen?

**!** Es ist schwer zu sagen, ob das ein gezielter Angriff war oder nur ein kurzes Abtesten, ob der Zugang schlecht gesichert ist. Wenn Sie sich schützen wollen, sorgen Sie dafür, dass von außen keine Dienste erreichbar sind.

Wenn Sie mit Zugriffen von außen arbeiten müssen, versuchen Sie, die Ports dafür auf Nicht-Standard-Ports zu legen und setzen Sie gute Passwörter. Alternativ sollten Sie erwägen, den Zugriff auf Dienste im Heimnetz nur per VPN zuzulassen.

Einen kompakten Überblick zu sinnvollen Sicherheitsmaßnahmen geben unsere Security-Checklisten, die in dieser c't neu aufgelegt werden (siehe S. 112).

(ju@ct.de)

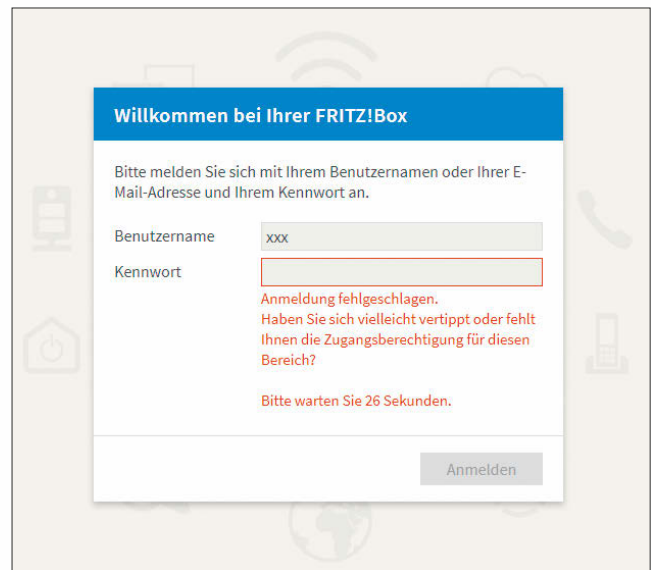
### VPN in Windows 10 1903 kaputt?

**?** Seit dem Upgrade auf Windows 1903 kann ich mich nicht mehr über das Netzwerk-Symbol in der Taskleiste mit meinem VPN verbinden. Was kann ich tun?

**!** Das Problem haben Sie mit vielen anderen gemein. Die Funktion ist glücklicherweise nicht komplett kaputt, nur der bequeme Weg über das Netzwerk-Icon in der Taskleiste funktioniert nicht (mehr). Sie können als Workaround die VPN-Verbindung über „Windows-Einstellungen/Netzwerk und Internet/VPN“ herstellen. Dort funktioniert alles wie gewohnt. Unter uns nicht bekannten Umständen klappt es manchmal auch, Benutzername und Passwort im VPN-Setting zu speichern. Dann funktioniert auch das Login per Icon wieder.

(csp@ct.de)

Ein Brute-Force-Angriff auf eine Fritzbox scheitert schon daran, dass bei jedem Fehlversuch die Zeit zum nächsten möglichen Login verdoppelt wird.



### Finanzamt nimmt keine Mail

**?** Ich betreibe einen eigenen Mailserver. Nachrichten an das Finanzamt (Domain niedersachsen.de) kommen nicht durch. Der Server dort scheint die abzulehnen: smtp; 503 Bad sequence of commands (TLS needed for this session). Mache ich etwas falsch?

**!** Die IT-Abteilung der Niedersächsischen Landesverwaltung hat ihre Mailserver so konfiguriert, dass diese seit 21.8. nur noch TLS-verschlüsselt Nachrichten entgegennehmen. Die meisten großen Mail-Provider liefern Mails standardmäßig so ab. Selbstkonfigurierte Mailserver muss man unter Umständen anpassen.

In einem ansonsten rund konfigurierten Postfix-Server genügt dazu die Option `smtp_tls_security_level = may` in der Hauptkonfigurationsdatei `main.cf`. Die IT der Landesverwaltung hat für Testzwecke einen Autoresponder unter der Adresse `tls-test@it.niedersachsen.de` eingerichtet.

(ps@ct.de)

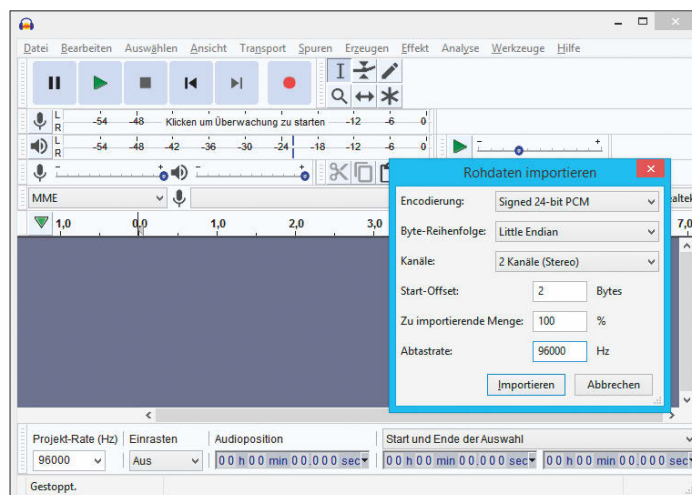
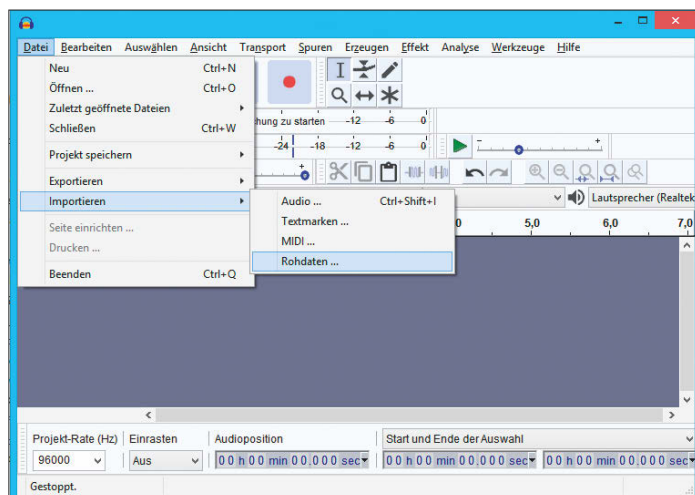
**Erklärung der Niedersächsischen Landesverwaltung: ct.de/yheg**

### Strom weg, Aufnahme weg?

**?** Bei der Aufnahme eines Bandkonzertes stolperte beim Schlussapplaus jemand über das 230-Volt-Kabel, das unter anderem den portablen Mehrspur-Rekorder mit Strom versorgte. Da zu diesem Zeitpunkt der Rekorder noch im Aufzeichnungsmodus lief, wurden die dabei entstandenen Dateien nicht korrekt gespeichert. Der Rekorder meldete „ungültige Projektdaten“. Auch auf einem Windows-PC ließen sich die auf der SD-Karte vorhandenen WAV-Dateien nicht abspielen. Irgendwie scheinen die Daten kaputtgegangen zu sein. Kann ich die Daten noch retten?

**!** Durch den unfreiwilligen Stromausfall verursacht haben die geschriebenen Dateien falsche Headerdaten, was ein normales Öffnen und Wiedergeben unmöglich macht.

Eine gangbare Lösung besteht darin, den defekten Header der Datei mit einem so genannten Hex-Editor zu reparieren, was aber profunde Kenntnisse des Wav-File-Formates voraussetzt. Einfacher geht



Die kostenlos verfügbare Software Audacity enthält eine Funktion, mit der man Audiodateien mit defektem Header – etwa durch einen Stromausfall bei der Aufnahme verursacht – dennoch als Raw-Daten laden kann.

Der Schlüssel zum Erfolg liegt in den hier erfragten Parametern. Die meisten bekommt man relativ leicht heraus, den Wert für das Start-Offset kann man durch Ausprobieren finden.

es mit der sehr verbreiteten Software Audacity ([www.audacity.de](http://www.audacity.de)), die eine Funktion zum Einlesen der Raw-Audiodaten enthält.

Damit das funktioniert, muss man einige Eckdaten zur Datei angeben, etwa die Kodierung (16 oder 24 Bit), die Byte-Reihenfolge, den Start-Offset und die Samplingfrequenz (44.100, 48.000 kHz oder andere). Die „zu importierende Menge“ belässt man am besten bei 100 Prozent; Störgeräusche, die etwa durch einen als Audiodaten interpretierten Header entstanden sind, lassen sich später einfach löschen.

Wenn diese Daten nicht bekannt sind, kann man sie zumindest zum Teil dadurch herausbekommen, indem man eine andere Audiodatei aus gleicher Quelle in Audacity lädt. Im Bereich links neben der Wellenformdarstellung zeigt das Programm dann beispielsweise an: „Stereo,

96000Hz, 32 Bit Fließkomma“. Alternativ gibt auch das Tool „MediaInfo“ (<https://mediaarea.net/de/MediaInfo>) die Kodierungsinfos aus. Im Zweifelsfalle führt systematisches Ausprobieren auch zum Ziel.

Wenn beim Importieren ein hörbares Ergebnis entsteht, stimmen zumindest Abtastrate und meist auch Byte-Reihenfolge. Dann lohnt es sich, mit dem Start-Offset zu experimentieren mit Werten von beispielsweise 1, 2 oder 4. (uh@ct.de)

## Word: Neues Dokument autom. mit Vorlage anlegen

Ich habe mir eine Desktop-Verknüpfung angelegt, die mit dem Parameter /t beim Start meines Schreibprogramms MS Word ein neues Dokument anlegen soll, das auf einer danach angegebenen Vorlage basiert. Aber es wird immer nur die Vorlagendatei selbst geöffnet. Habe ich beim Erstellen der Verknüpfung etwas übersehen?

Vermutlich ist nur ein Leerzeichen schuld. Der Kommandozeilenparameter /t ist nämlich auch für das Öffnen bestehender Dateien zuständig, wenn vor dem folgenden Dateipfad und -name ein Leerzeichen steht. Lassen Sie das Leerzeichen hingegen weg, legt Word eine neue Datei auf Basis einer direkt hinter dem /t angegebenen Vorlagendatei an.

Zwei Beispiele:

```
"C:\Program Files\Microsoft
Office\root\j
Office16\WINWORD.EXE" /t "C:\Users\j
<Ihr Name>\Documents\j
Benutzerdefinierte Office-Vorlagen\j
Rechnung.dotx"
```

öffnet lediglich die Datei „Rechnung.dotx“.

```
"C:\Program Files\Microsoft
Office\root\j
Office16\WINWORD.EXE" /t"C:\Users\j
<Ihr Name>\Documents\j
Benutzerdefinierte Office-Vorlagen\j
Rechnung.dotx"
```

hingegen (ohne Leerzeichen nach dem /t) erzeugt eine neue, leere Datei und benutzt dafür die Vorlage „Rechnung.dotx“.

(swi@ct.de)

## Nvidia Shield TV: autom. Frame-Raten-Umschaltung

Ich nutze die Streamingbox Shield TV, um Filme über Netflix, YouTube und aus meiner eigenen Bibliothek zu schauen. Leider ruckeln viele Videos. In den Einstellungen habe ich 60 Hertz bereits aktiviert. Kann man gegen das Ruckeln irgendetwas machen?

Filme von Netflix und Videos von YouTube liegen in verschiedenen Bildraten vor. Kinofilme laufen in der

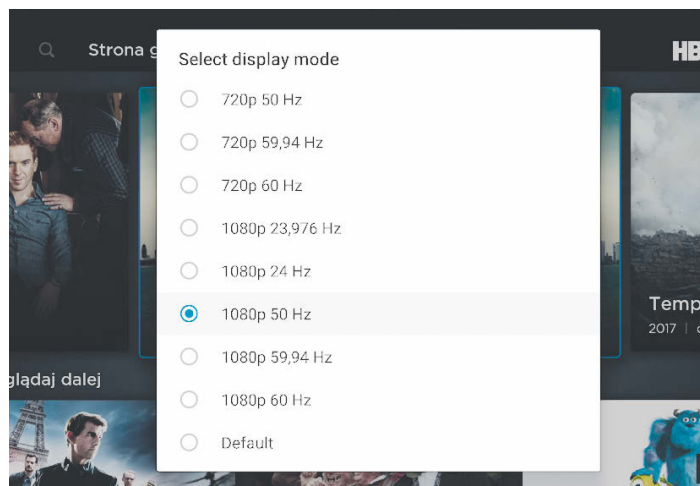
Fragen richten Sie bitte an

[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).



Regel mit 23,976 Bildern pro Sekunde. Bei Clips auf YouTube findet die Wiedergabe oft mit 60 Bildern pro Sekunde statt. Inhalte aus Mediatheken liegen wiederum mit 25 Bildern pro Sekunde vor. Leider bietet die Shield TV keine automatische Anpassung der Videoausgabe an die Bildwiederholrate von Videoinhalten an. Glücklicherweise hat sich jemand die Arbeit gemacht, eine entsprechende Android-App zu programmieren. Die App „Refresh Rate“ ist kostenlos bei Google Play erhältlich.

Nach der Installation kann man festlegen, für welche Video-Apps die Videoausgabe automatisch angepasst werden soll. Auf Wunsch kann man sich auch eigene Shortcuts anlegen, um die Bildwiederholrate auf Knopfdruck selbst anzupassen. Die Installationsanleitung finden Sie über [ct.de/y41a](http://ct.de/y41a).

Nutzen Sie das Mediacentre Kodi, müssen Sie die Refresh-Rate-App dafür nicht aktivieren. In den erweiterten Einstellungen von Kodi kann man eine eigene automatische Anpassung einstellen.

(des@ct.de)

**Installationsanleitung:** [ct.de/y41a](http://ct.de/y41a)

## Mobilfunktarif fürs Auto

**?** In meinem Auto ist eine Standheizung eingebaut, die sich über eine eingelegte SIM-Karte per SMS steuern lässt. Ich benötige also einen Vertrag, mit dem ich diesen Kartenslot möglichst günstig bestücken kann. Haben Sie Vorschläge?

**!** Vertragstarife oder deren Zweitkarten kosten normalerweise eine monatli-

**Ruckelnde Videos ade: Mit der kostenlosen Android-App „Refresh Rate“ passt Nvidias Streamingbox Shield TV die Videoausgabe automatisch an die Bildwiederholrate von Videos an.**

heizung wird eine Kündigungs-SMS, die bei vielen Anbietern üblich ist, wohl kaum anzeigen können.

Im Laufe der Jahre werden Sie auf dem Kartenkonto ein erkleckliches Guthaben ansammeln, denn der Empfang der SMS ist ja kostenlos. Das Guthaben können Sie sich auszahlen lassen, wenn Sie die Karte nicht mehr brauchen. Im Endeffekt kostet Sie eine Prepaid-SIM-Karte also je nach Anbieter rund ein bis zwei Euro im Monat, die Sie am Ende auch noch zurückbekommen. Das Guthaben können Sie sich auch dann noch erstatten lassen, wenn die Karte von Ihnen unbemerkt ausgelaufen ist und deaktiviert wurde.

(uma@ct.de)

## DOS-Programm unter Windows 10

**?** Für alte Spiele aus der DOS-Welt gibt es jede Menge Tipps, wie man sie unter Windows 10 noch zum Laufen bringen kann. Ich verzweifle gerade an dem DOS-Buchhaltungsprogramm RW-Buch, das ich unter Windows 7 noch nutzen konnte. Haben Sie einen Tipp für mich?

**!** Für die Ausführung von DOS-Programmen unter Windows 10 gibt es mehrere Verfahren, die wir allerdings nicht alle ausprobiert haben:

In den 32-Bit-Versionen von Windows 10 soll es möglich sein, NTVDM als Legacy-Komponente einzurichten (unter Windows-Features); NTVDM ist die Ausführungsschicht in Windows NT und seinen Nachfolgern gewesen, die 16-Bit-Programme und DOS ausführen half.

Einige Programme zur Virtualisierung wie VirtualBox und VMware können DOS als PC im PC ausführen. Sie installieren dazu in einem virtuellen PC ein DOS beziehungsweise kopieren eine vorhandene Installation dort hinein.

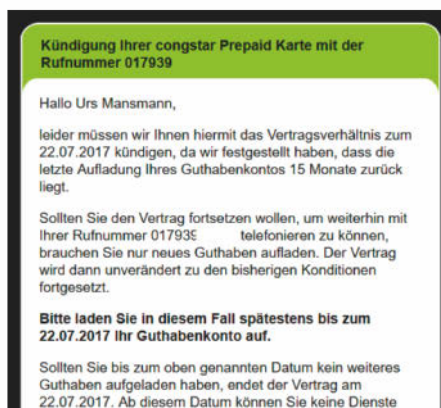
Es gibt zahlreiche Hinweise, wie man eine solche VM für geringe CPU-Last konfiguriert – das regelmäßige Abfragen der Tastatur unter DOS lässt sonst die Systemlast unnötig steigen. Der Datenaustausch mit DOS erfolgt am besten über Dateifreigaben.

Mit DOSBox steht außerdem eine Emulation einer DOS-Umgebung bereit. Die Emulation wird von Spielern geschätzt, lässt sich aber auch für ernste Software verwenden. Vermutlich ist das der einfachste Weg.

(ps@ct.de)

che Gebühr. Sie sollten daher besser zu einem Prepaid-Tarif greifen, der keine Grundgebühr kostet. Die Karte selbst erhalten Sie meist kostenlos oder gegen eine geringe Gebühr. Allerdings müssen Sie diese einmalig durch Vorlage eines Ausweises aktivieren, entweder im Ladengeschäft, per Postident-Verfahren oder über einen Video-Chat.

Allerdings besteht das Problem, dass die Anbieter inaktive Karten, für die der Kunde keine Grundgebühr zahlt und keine Einzahlungen vornimmt, irgendwann kündigen. Bei der Telekom beträgt die Inaktivitätszeit, nach der der Vertrag gekündigt wird, derzeit zwei Jahre. Congstar möchte gerne alle 15 Monate eine Aufladung von 15 Euro sehen, O2 alle sechs Monate. Vodafone behält sich zwar eine Kündigung nach 90 Tagen Inaktivität vor, setzt dies im Moment aber offenbar nicht um. Nach unserer Erfahrung teilen Telekom und Congstar die Kündigung per Mail mit. Das ist wichtig, denn eine Stand-



**Congstar kündigt Prepaid-Verträge nach 15 Monaten, wenn in dieser Zeit keine Aufladung erfolgte.**





# Workshops 2019

**Jetzt Ticket  
sichern!**



## NFSv4 - Workshop

16. bis 17. Oktober 2019  
in Hannover



## Webanwendungssicherheit / OWASP Top 10

21. Oktober 2019  
in Hannover



## OpenStack mit Docker

22. bis 24. Oktober 2019  
in Hannover



## Systemdeployment & -manage- ment mit Ansible

29. bis 30. Oktober 2019  
in Hannover



## Amazon Web Services – Bereitstellen und Betreiben von Infrastruktur und Anwendungen in der Cloud

04. bis 07. November 2019  
in Hannover



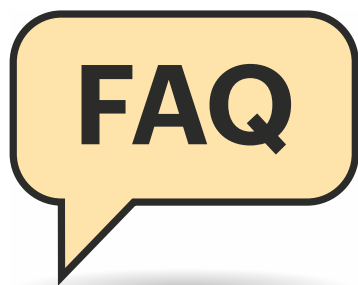
Weitere Infos unter:  
[www.heise-events.de/workshops](http://www.heise-events.de/workshops)  
[www.ix-konferenz.de](http://www.ix-konferenz.de)



Organisiert von:



Conferences, Seminars, Workshops



# NAS/Netzwerkspeicher

**Netzwerkspeicher, kürzer NAS, dienen als zentrales Datenarchiv, Bild- und Filmlager oder PC-Backup-Ziel in Familien und Firmen. Wer eines neu aufsetzen will, steht vor einigen Detailfragen, von denen wir die wichtigsten klären.**

Von Ernst Ahlers

## NAS-Fertiggerät, Leergehäuse, Raspi oder Server?

**?** Wann ist ein NAS sinnvoll, wann ein Server? Tuts nicht auch ein Raspberry Pi? Oder eine Netzwerkfestplatte von einem Festplattenhersteller?

**!** Wer gern bastelt und mit Kompromissen leben kann, der mag sich auch ein NAS mit einem Mikrorechner wie dem beliebten Raspberry Pi selbst bauen (c't 16/2016, S. 98). Netzwerkfestplatten sind bequem, weil aus dem Karton fast fertig eingerichtet, aber nicht erweiterbar, wenn der Speicherplatzbedarf wächst. Das ist bei einem ab Werk mit Festplatten (teil)bestückten NAS anders, denn dort kann man weiteren Massenspeicher nachrüsten. Sparfüchse greifen zu einem NAS-Leergehäuse und setzen Festplatten eigener Wahl ein, was einiges Geld sparen kann.

Die Grenze zu Servern wird bei hochwertigen NAS fließend: Diese haben ebenso potente Prozessoren, viel RAM und extraschnelle Ethernet-Ports für den LAN-Anschluss wie Server. Letztere bieten mehr Freiheit: Man kann ein Betriebssystem seiner Wahl und darauf aufbauend Dienste aller Art (Web, Mail, DNS, VPN, Datenbanken etc.) installieren. Die gibt es zwar für viele NAS auch als nachrüstbare Erweiterungen (Apps) aus einem Herstellerlager. Aber dort ist man darauf angewiesen, dass der Produzent nicht nur seine NAS-Firmware, sondern auch die Apps fortlaufend pflegt, also etwa Sicherheitslücken rasch schließt.

## Welches NAS wofür?

**?** Der Markt bietet unzählige NAS-Modelle. Wie finde ich das für mich passende?

**!** Wenn Ihr NAS nur eine gemeinsame Datenablage für die Familie werden soll, die weder Top-Performance bringen noch speicherplatzmäßig erweiterbar sein muss, dann genügt ein 2-Bay-Leergehäuse der 100-Euro-Klasse, in das Sie selbst Platten in gewünschter Größe einbauen.

Teurer wird es, wenn das Gerät beispielsweise auch als Medienabspieler per HDMI-TV-Anschluss arbeiten, als Mail-Server fungieren oder als Virtualisierungs-Host dienen soll. Dann kommen NAS mit Dual- oder Quad-Core-Prozessor und 4 GByte RAM in Betracht. Solche Geräte sind ab rund 300 Euro als Leergehäuse zum Selbstbestücken zu haben.

Kaufen Sie zum NAS und den einzubauenden Massenspeichern auch gleich mindestens zwei externe USB-Festplatten mit gleicher Kapazität als Backup-Ziele dazu. Sie werden früher oder später froh darüber sein.

## RAID ist kein Backup

**?** Muss ich wirklich Backups machen, wenn ich mein NAS mit mehreren Festplatten bestücke, um die Redundanz eines RAID (Redundant Array of Independent Disks) zu nutzen?

**!** Regelmäßige Backups auf externe Medien sollten Sie unbedingt machen, ganz gleich wie Sie Ihr NAS eingerichtet haben. RAID 1 oder RAID 5 schützen Sie zwar vor dem Ausfall einer einzelnen Festplatte, RAID 6 sogar vor zwei gleichzeitigen Defekten. Aber beispielsweise Bedienfehler – hoppla, falschen Ordner gelöscht! – schlagen auch bei einem RAID durch. Ein RAID schützt zudem nicht vor dem Tod des NAS-Mainboards: Es ist viel einfacher, die Daten

vom Backup auf ein neues Gerät zu holen, als sie mühsam von den alten NAS-Platten zu kratzen (c't 17/2018, S. 152).

## RAID 1 oder RAID 5?

**?** Okay, regelmäßige Backups müssen also trotz RAID sein. Wann nehme ich nun RAID 1, wann RAID 5/6?

**!** Wenn Sie keinen hohen Speicherplatzbedarf haben, also beispielsweise mit 4 Terabyte langfristig auskommen, dann dürfte ein RAID 1 mit zwei gleich großen Festplatten im Betrieb günstiger sein: Zwei Platten verbrauchen weniger Energie als drei oder mehr.

Wächst der Platzbedarf, dann können Sie bei den meisten NAS im laufenden Betrieb eine dritte Platte nachstecken und aus dem 4 Terabyte großen RAID 1 ein 8 Terabyte fassendes RAID 5 machen. Dafür muss Ihr Gerät freilich mindestens einen freien Plattenslot (Bay) haben. Es kann also sinnvoll sein, gleich ein 3- oder 4-Bay-Modell zu kaufen, auch wenn die etwas teurer sind.

Üblicherweise kann man den Speicherplatz aber auch vergrößern, indem man nach Anleitung sukzessive die vorhandenen Platten gegen welche mit höherer Kapazität tauscht.

## Desktop- oder NAS-Platten?

**?** Kann ich mein NAS-Leergehäuse mit normalen Festplatten bestücken, die für PCs gedacht sind?

**!** Netzwerkspeicher funktionieren zwar auch mit Desktop-Platten, mit NAS-Platten aber besser: Wenn ein Le-

sefehler auftritt, überspringen diese den defekten Sektor viel schneller als ihre Desktop-Geschwister. TLER (Time Limited Error Recovery bei WD) beziehungsweise ERC (Error Recovery Control bei Seagate) verkürzt die Zwangspause, bis das NAS die Daten von anderen RAID-Elementen holt und ausliefert. Es verhindert auch, dass Platten, die einen vorübergehenden Lesefehler zeigen, zu früh als ausgefallen markiert und aus dem RAID entfernt werden. Ferner sind NAS-Platten mit höherer Zuverlässigkeit, Vibrationsresistenz gegen Array-Nachbarn und für Dauerbetrieb spezifiziert. Sie kosten bei gleicher Kapazität aber auch mehr und ziehen typischerweise 3 bis 4 Watt mehr Leistung aus der Steckdose. Weitere Fragen beantwortet unsere FAQ zu NAS-Platten ([ct.de/ytm4](http://ct.de/ytm4)).

## Festplatten oder SSDs?

**?** Festplatten sind klobig, laut und stromfressend. Wären SSDs da nicht die bessere Wahl als NAS-Massenspeicher?

**!** SSDs sind fraglos attraktiver, aber bei gleicher Speicherkapazität auch immer noch viel teurer als Festplatten. Wenn Sie nicht ultimative Performance bei moderatem Speicherplatzbedarf brauchen, ziehen Sie Festplatten vor. Bei einigen NAS lässt sich eine SSD auch als Schreib-Cache installieren. Das wird nützlich, wenn häufig auf den Netzwerkspeicher geschrieben wird.

## Platten durchlaufen lassen?

**?** Soll ich die Festplatten im NAS rund um die Uhr durchlaufen lassen? Oder dürfen sie zwecks Energieersparnis zwischendurch schlafen gehen?

**!** Das hängt vom Typ ab: NAS-Platten sollten eher durchlaufen, Desktop-Platten eher nicht. Lassen Sie sie aber nicht zu schnell in den Schlaf fallen, denn jeder Anlaufvorgang verschleißt. Eine halbe oder ganze Stunde Karenz bis zum Standby erscheint uns als sinnvolle Frist.

Falls Sie Dienste im NAS eingerichtet haben, die regelmäßig auf den Massenspeicher zugreifen, beispielsweise einen per Docker virtualisierten Cloud-Server

(c't 10/2018, S. 142), ist es besser, die Platten durchlaufen zu lassen. Dann steigen aber auch die durchschnittliche Leistungsaufnahme und damit die Stromkosten.

## Defekte frühzeitig erkennen

**?** Massenspeicher verschleissen. Wie kann ich einen drohenden Ausfall noch vor dem Crash erkennen, um eine marode NAS-Platte gegen eine frische zu tauschen?

**!** Viele NAS können die Gesundheit der installierten Massenspeicher mit deren SMART-Testfunktion (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology) überwachen. Aktivieren Sie diese Funktion so, dass sie bei allen installierten Platten mindestens wöchentlich den Kurztest und monatlich einen langen Test startet, sinnvollerweise zu nachtschlafender Zeit, denn der lange Test kann bei großen Platten einige Stunden dauern und bremst reguläre Zugriffe.

Konfigurieren Sie ferner Benachrichtigungen per E-Mail im NAS, sodass Sie sofort von Auffälligkeiten erfahren und nicht erst, wenn Sie irgendwann mit dem Browser nach dem Rechten sehen.

Eine einzelne SMART-Warnung bedeutet noch nicht, dass die Platte unmittelbar vorm Kollaps steht. Sie sollte für Sie aber Anlass sein, vielleicht etwas häufiger

ein Backup zu machen. Wenn es kritisch wird, warnt das NAS deutlich. Gegen den spontanen Tod einer einzelnen Platte versichern Sie sich sinnvollerweise zusätzlich per RAID (siehe vorn).

## NAS-Durchsatz messen

**?** Wie testet c't eigentlich die NAS-Performance?

**!** Wir setzen ein eigenes Windows-Tool ein, um das NAS-Verhalten beim Kopieren alltagstypischer Dateisätze zu ermitteln. Der c't-NAS-Bench ([ct.de/ytm4](http://ct.de/ytm4)) schreibt über eine Windows-Dateifreigabe unter Verwendung der Betriebssystemfunktionen nacheinander drei Gruppen von Dateien aus einer RAM-Disk aufs NAS und liest sie anschließend wieder.

Die standardmäßig vorgegebenen Dateisätze sind: 1000 kleine (256 KByte), 100 mittlere (2 MByte) und 10 große (400 MByte). Bei kleinen Dateien begrenzt die Latenz der Systemfunktionen der beteiligten Betriebssysteme (Windows, NAS) den Durchsatz. Mittelgroße Dateien decken beim Schreiben den Effekt des RAM-Cache im NAS auf und große zeigen, was die Hardware an maximaler Datenrate hergibt. (ea@ct.de)

**NAS-Platten-FAQ, c't-NAS-Benchmark:**  
[ct.de/ytm4](http://ct.de/ytm4)

Datenträgerstatus

Datenträgerstatus, Temperatur und Nutzungsstatus mittels Datenträger-S.M.A.R.T.-Mechanismus überwachen.

NAS-Host ▼ Datenträger 2 ▼

Zusammenfassung  
SMART-Info  
Test  
Einstellungen

**Warnung**

Ein oder mehrere normalisierte Festplatten-S.M.A.R.T.-Attribute befinden sich unter dem Schwellenwert des Herstellers. Bitte erwägen Sie, die Festplatte auszutauschen.

Hersteller:	WDC
Modell:	WD80EFZX-68UW8N0
Datenträgerkapazität:	7.28 TB (8 TB)
Festplattentemperatur:	39°C/102°F
Datenträgerzugriffsverlauf (I/O):	Gut
Datenträger-SMART:	Warnung
Informationen:	
Betriebsstunden:	1126 Tag(e) 10 Stunde(n)
Zähler ungewöhnlicher Sektoren:	50
Testzeit:	Sun Sep 8 01:30:00 2019

**Alle Platten verschleissen irgendwann: Aktivieren Sie die Überwachung der Massenspeicher (SMART-Test) und die Benachrichtigung per E-Mail. Dann prüft das NAS regelmäßig die Gesundheit der Platten und warnt schon, bevor Sie mit dem Browser nach dem Rechten sehen.**

c't 2019, Heft 21

171





Tom Alby  
**Einführung in  
die Webanalyse**

Rheinwerk, Bonn 2019  
ISBN: 978-3-8362-7236-0  
236 Seiten, 25 €  
(PDF-/Epub-/Mobi-E-Book: 22 €)

## Einmaleins der Besucherverfolgung

**Ohne Webanalyse kann ein Site-Betreiber keine werbeträchtigen Aussagen zu Reichweite, Besucherströmen und Rezeptionsverhalten liefern. Albys Buch ist keiner der üblichen Handhabungshelfer für Tracking-Systeme, sondern behandelt die grundlegenden Ideen, Theorien und Konzepte.**

Wer seine Zielgruppe nicht genau kennt, wird es schwer haben, treffsicher Werbung zu platzieren. Tom Alby geht von den sogenannten SMART-Kriterien des Projektmanagements aus: „Spezifisch, messbar, aktiv, realistisch und terminiert“ soll das Anpeilen von Rezipienten geschehen. Nachdem Ziele definiert sind, gilt es Daten bereitzustellen – darin liegt die Aufgabe von Tracking-Systemen. Das Buch stellt die Eigenarten von Server- und Client-orientierten Trackern heraus und widmet sich anschließend Tracking-Parametern.

Gewonnene Rohdaten lassen sich mit vielerlei Werkzeugen verarbeiten. Alby verwendet die Programmiersprache R in Verbindung mit dem Google-Analytics-API und erzeugt eigene Auswertungen. Dimensionen und Metriken spielen eine wichtige Rolle für die Katalogisierung der Daten. Was die Datenbeschaffung betrifft, kommen Adobe Analytics, Matomo und HotJar zur Sprache: Es gibt durchaus eine Welt abseits von Google.

Grundlagen der Statistik helfen bei der Auswertung der errechneten Daten. Die beliebte Berechnung von Mittelwerten ist kein Selbstzweck: Erst dadurch werden Interaktionsdauer, Absprungraten und andere Parameter verständlich.

A/B-Tests sind ein sinnvoller Weg zur Überprüfung von Annahmen; anschließend erfolgt die Visualisierung mit Diagrammen und Dashboards. Albys Ausführungen zu den Vor- und Nachteilen der verschiedenen Diagrammtypen sind auch für Zwecke nützlich, die mit Webanalyse nichts zu tun haben. Rezipienteneigenschaften lassen sich typologisch auf eine „Persona“ abbilden. Nach der Vorstellung dieses Konzepts krönt Alby sein Buch mit zwei Kapiteln zur Problembehebung, einerseits durch die Normalisierung von Informationen aus verschiedenen Quellen, andererseits indem man Bestätigungsfehler vermeidet.

Wer sich mit Statistik und Webtechnik im werblichen Zusammenhang gut auskennt, wird in dem Buch wenig finden, was er noch nicht weiß. Andere Interessierte freuen sich über wertvolle Grundlageninformationen. (Tam Hanna/psz@ct.de)

## Technikwissen gekonnt herüberbringen

**Gut gewusst ist halb erklärt? Irrtum. Wer technische Zusammenhänge vermitteln will, tut gut daran, außer Daten und Fakten auch Sprachstil und Schreibkunst nicht zu vernachlässigen. Blogger, Handbuchautoren, Tester, Dozenten und andere IT-Erklärer profitieren von Czeschiks und Lindhorsts Arbeitsbuch.**

Ob Dating-App, Datenbank oder Saugroboter: Wo immer es um Technik geht, spielen auch Texte eine Rolle. Sie sollen ihren Lesern möglichst ohne unnötige Hürden Bedienung, Vorzüge oder Knackpunkte nahebringen. Christina Czeschik und Matthias Lindhorst finden: „Unsere Gesellschaft braucht mehr Texte über IT, die für die unterschiedlichsten Zielgruppen geschrieben sind – und deren Lektüre Spaß macht!“ Ihr Buch bildet selbst ein gutes Beispiel dafür: Es vollführt in elf Kapiteln einen Streifzug durch ein breites Spektrum von Problemen und Lösungen – und es liest sich ausgesprochen amüsant.

Das Kapitel „Mein Leser, das unbekannte Wesen“ konstatiert, dass zu viel Fachwissen mitunter den Blick fürs Wesentliche verstellt. Der angepeilte Leser soll im Mittelpunkt stehen: Was darf man bei ihm als bekannt voraussetzen, was bedarf der Erklärung? Die Autoren schlagen vor, als virtuellen Helfer einen gedachten, in der Vorstellung möglichst konkret umrissenen Leser heranzuziehen.

Die Aufmerksamkeit realer Leser ist ein kostbares Gut. Das Buch demonstriert anhand praktischer Beispiele, dass auch in rein informativen Texten provokante Eingangsthesen, erzählerische Einschübe und gezielte Brüche Aufmerksamkeit wecken und binden können. Darüber hinaus gibt es Auskunft über Sinn und Zweck verschiedener Textsorten, stellt ein psychologisches Modell zur Textverständlichkeit vor und spart nicht mit Tipps für eine lesefreundliche Gliederung.

Czeschik und Lindhorst nennen darüber hinaus Strategien zur Überwindung von Schreibblockaden: Sie schlagen etwa den Wechsel von Schreibwerkzeug und -ort vor. Sie empfehlen, das „aufzuschreiben, was der innere Kritiker sagt“, der Sätze schon madig macht, bevor sie überhaupt geschrieben sind.

Übungsaufgaben am Schluss jedes Kapitels und Interviews mit gestandenen IT-Erklärern runden das Buch ab. Es schöpft aus der praktischen Erfahrung des Autorenduos und einer Vielzahl gut belegter Quellen. (Pit Noack/psz@ct.de)



Christina Czeschik,  
Matthias Lindhorst

**Weniger schlecht  
über IT schreiben**

Die Schreibwerkstatt für IT-Erklärer

O'Reilly (dpunkt), Heidelberg 2018  
(der Buchverlag gehört wie c't zu  
Heise Medien)  
ISBN: 978-3-9600-9063-2  
210 Seiten, 20 €  
(Epub-/PDF-/Mobi-E-Book: 16 €)

## Der Treffpunkt für Security-Anwender und -Anbieter!

Seien Sie dabei und profitieren Sie als Besucher von neuesten IT-Security Trends, Produkten oder Software-Lösungen.

### Das erwartet Sie:

Fachvorträge auf  
**2 Bühnen**

bereits am Vortag  
**Schulungsseminare**

Ausstellungsfläche auf rund  
**3.400 m<sup>2</sup>**

unabhängige  
**redaktionelle Workshops**

kostenfrei und fachbezogen  
**Partner-Workshops**

kostenfrei und informativ  
**Partner-Expert-Talks**

### HIGHLIGHT:

Krypto-Experte  
aus den USA

**Bruce Schneier**

Workshop  
und  
Keynote

Weitere Informationen und Anmeldung unter

**sec-it.heise.de**







# Cloudfrei staubfrei

**Xiaomi-Saugroboter ohne Cloud  
und App betreiben**

**Die Saugroboter von Xiaomi und Roborock leisten gute Saug- und Wischarbeit. Die mitgelieferte App hat aber ihre Schwächen und funktioniert permanent in die Cloud. Mit wenig Aufwand befreit man den Sauger aus dem Cloud-Zwang und bekommt neue Funktionen dazu.**

**Von Jan Mahn**

An den Staubsaugrobotern aus dem Hause Xiaomi und Roborock ist mechanisch nicht viel auszusetzen und im c't-Test kamen die Geräte gut weg [1]. Bereits für 350 Euro bekommt man den Roborock S5 bei Händlern aus der EU mit allerhand Ersatzteilen und Wassertank zum Wischen. Die Schwachstelle ist die App, die einige grundlegende Funktionen nicht beherrscht. So ist es zwar möglich, eine Zone zum Reinigen auszuwählen, solche Zonen können aber nicht gespeichert und später wieder aufgerufen werden. Dabei ist es manchmal wünschenswert, etwa nur das Badezimmer auf Knopfdruck zu reinigen.

Auch datenschutzbewusste Nutzer haben ein Problem mit der Idee des Herstellers, alle Details zum Wohnungsgrundriss und zum Reinigungsverhalten ständig mit Cloud-Servern zu teilen. Wer gar die Idee hatte, den Staubsauger in eine Hausautomation zu integrieren und per MQTT zum Saugen anzuregen, wird an der cloudbasierten App scheitern. Auch eine Option, um den Sauger von einem Desktop-PC aus zu steuern, sucht man vergeblich. So ist man gezwungen, Einstellungen in der Karte wie Sperrzonen auf dem kleinen Handydisplay einzuziehen. Gründe für den Umstieg auf eine Alternative gibt es also genug.

## Hintertür

Auf der ARM-Hardware läuft ein Ubuntu-Linux. Rund um die Sauger hat sich eine große Community für Software-Alternativen entwickelt. Ausgelöst durch einen Vortrag von Dennis Giese beim 34C3 (zu finden über [ct.de/y975](https://ct.de/y975)), in dem er erklärte, wie leicht man aus dem Sauger das Token extrahieren kann, mit dem die Verbindung zu den Servern des Herstellers authentifiziert wird, entstanden mehrere Projekte. Giese selbst lieferte mit „Dustcloud“ den Unterbau, um möglichst bequem alternative Firmwares auf die Gerä-



te zu bringen. Das Projekt „Valetudo“ nutzt diesen Mechanismus und lieferte eine Weboberfläche, über die man den Roboter komfortabel steuern kann. Der Webserver läuft nicht etwa auf Serverhardware, sondern direkt auf dem Sauger – dieser denkt nach der Einrichtung von Valetudo, dass er mit seiner Cloud spricht, erreicht aber in Wahrheit nur einen vollständigen Nachbau auf der eigenen Hardware. Der Anwender öffnet eine mobil- und desktoptaugliche lokale Webseite und kann seinen Helfer durch die Wohnung kommandieren.

Der Umstieg auf Valetudo erfordert einmalig maximal eine Stunde Arbeit. Unterstützt werden der Xiaomi-Sauger der ersten Generation („Xiaomi Vacuum Gen1“) und der Roborock S5 (verkauft als S50, S51 oder S55). Mit den neueren Saugern S6 und Xiaomi MS wurde die Lücke zum Auslesen des Token vorerst geschlossen. Das Team um Dennis Giese arbeitet aber bereits an einer neuen Lösung.

## Abbild erzeugen

Bevor Sie den Helfen mit einer neuen Firmware versehen können, müssen Sie diese erst einmal beschaffen. Dafür gibt es zwei Optionen: Wer ganz genau wissen möchte, welche Komponenten das Image enthalten soll, kann es selbst kompilieren. Wie das geht, ist im Valetudo-Wiki erklärt (siehe [ct.de/y975](https://ct.de/y975)). Voraussetzung ist ein Unix-Betriebssystem und etwas Kommandozeilen-Erfahrung.

Wesentlich schneller kommt man mit dem Projekt „Dustbuilder“ zum Ziel. Das ist ein Online-Firmware-Generator, den Dennis Giese über die Adresse [dustbuilder.xvm.mit.edu](https://dustbuilder.xvm.mit.edu) bereitstellt. Öffnen Sie die Seite im Browser und nehmen sich etwas Zeit für das Formular. Zu Beginn wird ein Gutscheincode abgefragt – damit kann man zusätzliche Funktionen freischalten. Da Sie einen solchen nicht haben, geben Sie „rockrobo“ ein. An-

schließend erwartet das Formular eine E-Mail-Adresse. Diese ist notwendig, da an diese der Link zum Image verschickt wird. Optional können Sie den öffentlichen Schlüssel eines SSH-Schlüsselpaares hochladen. Das ist aber nur erforderlich, wenn Sie später per SSH auf das Ubuntu-Betriebssystem des Staubsaugers zugreifen wollen. Für den Alltag mit Valetudo ist das nicht erforderlich. Wenn Sie keine Linux-Erfahrung und kein Schlüsselpaar haben, können Sie die zweite Checkbox auswählen. Dustbuilder schickt Ihnen dann ein generiertes Schlüsselpaar zu.

Im nächsten Abschnitt müssen Sie die Pakete auswählen, die in das Image eingebaut werden sollen. Setzen Sie den Haken bei „Preinstall valetudo 0.4.x (is not possible with valetudo 0.3)“. Danach wird nach dem Staubsauger-Modell und der Firmware-Version gefragt, die geladen werden soll. Klappen Sie den Reiter für „Xiaomi Vacuum Robot Gen1“ oder „Rockrobo S50, S55, S5x“ auf und wählen Sie dort die Firmware, die als „recommended“ gekennzeichnet ist.

Abschließend dürfen Sie ein Google-Captcha lösen und beweisen, dass Sie kein Roboter sondern sein Besitzer sind. Umgehend sollte sich eine Bestätigungs-Mail in Ihrem Postfach anfinden. Etwa 30 Minuten später folgt der Link zur frisch für Sie kompilierten Firmware mit Valetudo.

Die Zwischenzeit können Sie nutzen, um Ihren Rechner zum Flashen vorzubereiten. Linux-Nutzer sollten mit ihrem Paketmanager prüfen, ob die Pakete python3, python3-pip und python3-venv installiert sind. Unter macOS ist Python bereits installiert. Windows-Nutzer finden den Installer über [ct.de/y975](https://ct.de/y975).

Öffnen Sie eine Kommandozeile, navigieren Sie in einen Ordner (zum Beispiel auf den Desktop) und legen Sie den Ordner „flash“ an:

```
mkdir flash
```

Springen Sie in den neuen Ordner und richten Sie eine Python-Umgebung ein:

```
cd flash
python3 -m venv venv
```

Führen Sie jetzt nacheinander die folgenden Befehle aus, um das Flash-Werkzeug mio-tools zu installieren:

```
source venv/bin/activate
pip3 install wheel
pip3 install python-mio
cd ..
```

Bevor Sie weitermachen können, müssen Sie auf die E-Mail mit der Firmware warten. Speichern Sie die Firmware-Datei unter dem Namen „valetudo.pkg“ im Ordner „flash“ ab.

Setzen Sie jetzt die WLAN-Einstellungen des Staubsaugers zurück. Bei Geräten der ersten Generation geht das am schnellsten, indem Sie ihn in der Xiaomi-App löschen. Er aktiviert dann sofort den Einrichtungsmodus. Geräte der zweiten Generation haben unter der Staubbehälterklappe einen kleinen Taster, den man mit einem spitzen Gegenstand mehrere Sekunden betätigen muss. Anschließend öffnet der Sauger einen Access-Point mit „Xiaomi“ oder „Roborock“ in der SSID. Verbinden Sie sich vom vorbereiteten Rechner mit diesem WLAN, einen Schlüssel gibt es nicht. Die Entwickler empfehlen, den Abstand zwischen Sauger und PC beim Flashen möglichst klein zu halten.

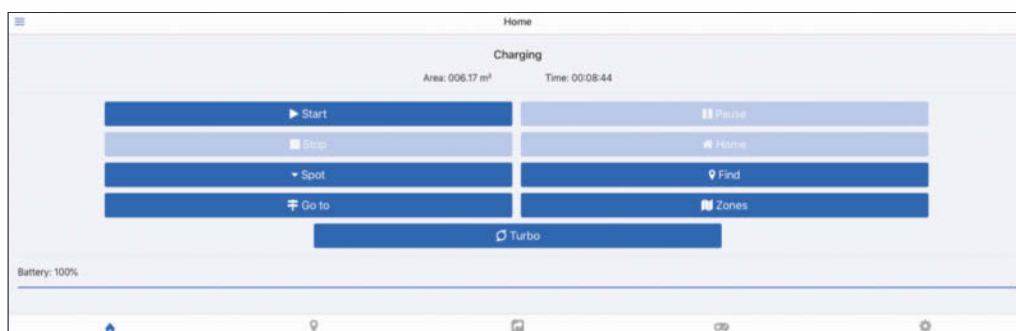
## Schlüsselherausgabe

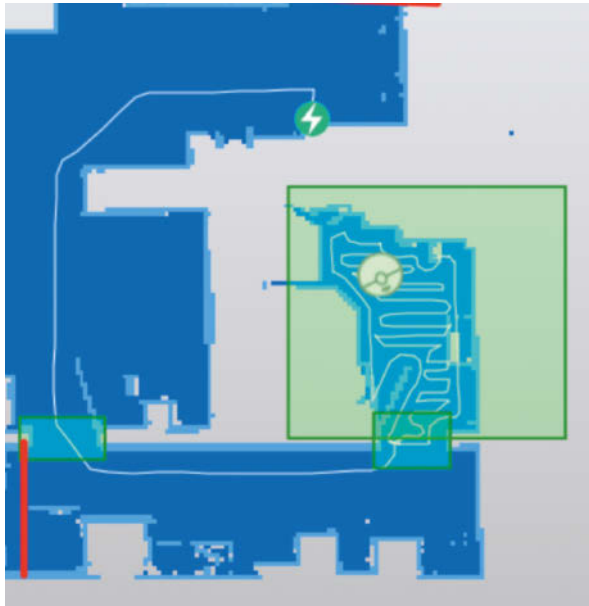
Das Token bekommen Sie mit einem Befehl:

```
mirobo --debug discover ↵
↳ --handshake true
```

Die Ausgabe auf der Kommandozeile ist selbsterklärend. Kopieren Sie das Token in die Zwischenablage oder zur Sicherheit in eine Textdatei. Der Upload der neuen Firmware kann beginnen. Stellen Sie si-

Die Weboberfläche von Valetudo beherrscht nicht nur alle Funktionen der Original-App, sondern zusätzlich auch speicherbare Zonen.





Damit der Staubsauger auch dann mit der Zonenreinigung beginnt, wenn er bei seinem letzten Ausflug verschlossene Türen gesehen hat, reicht es aus, die Türschwellen auf dem Weg zur Zone hinzuzufügen.

cher, dass die Datei „valetudo.pkg“ im aktuellen Ordner liegt. Führen Sie dann folgenden Befehl mit dem gerade ermittelten Token aus:

```
mirobo --ip 192.168.8.1 --token ♪
<Ihr Token> update-firmware ♪
valetudo.pkg
```

Die IP-Adresse des Roboters ist immer gleich, wenn er den Access-Point bereitstellt. Der Staubsauger beginnt jetzt mit dem Download der Firmware – er wird im Glauben gelassen, mit seinem Hersteller zu sprechen und führt die gewohnte Update-Routine durch. Am Ende meldet er sich per Sprachausgabe zurück. Danach braucht das Gerät einen weiteren Neustart: Nehmen Sie ihn aus der Ladestation und halten den Power-Schalter gedrückt.

Nach dem Start ist Valetudo bereit: Öffnen Sie die Adresse „192.168.8.1“ im Browser und klicken Sie auf „Settings“. Im Menüpunkt „Wifi“ geben Sie SSID und Schlüssel Ihres Netzes ein. Nach dem Speichern verlieren Sie die Verbindung, da der Einrichtungs-Access-Point geschlossen wurde. Die neue IP-Adresse finden Sie in der Oberfläche Ihres Routers – am besten reservieren Sie dort eine gut zu merkende Adresse für den Staubsauger.

## Neues Zeitalter

Der fummelige Teil der Arbeit ist abgeschlossen. Jetzt können Sie die Vorteile der Open-Source-Oberfläche erleben – für die Einrichtung am besten auf einem Desktop- oder Notebookbildschirm. Ein Blick auf den Reiter „Map“ zeigt, dass die

wichtigsten Daten erhalten geblieben sind: Die Karte und die Sperrzonen wurden nicht gelöscht.

Zu Beginn ist es empfehlenswert, Zonen für einzelne Räume anzulegen. Klicken Sie dazu auf „Zones“ unten im Menü, legen Sie eine Zone an und bearbeiten Sie diese mit einem Klick auf das Stift-Symbol. Unten rechts können Sie neue Zonen-Abschnitte hinzufügen und anschließend speichern. Eine Zone kann aus mehreren Rechtecken zusammengesetzt sein.

Um eine Zonenreinigung anzustoßen, reichen zwei Klicks: Klicken Sie auf der Startseite auf „Zones“ und wählen Sie eine frisch angelegte Zone aus. Im Alltagstest ergab sich nur eine kleine Einschränkung, die allerdings leicht zu lösen ist: Angenommen, der Sauger hat seine Basisstation im Arbeitszimmer. Schicken Sie ihn jetzt mit geschlossener Zimmertür zur Zonenreinigung im Arbeitszimmer, wird er die geschlossene Tür in seiner Karte als Wand einzeichnen. Beim Versuch, ihn jetzt über den Flur ins Badezimmer zum Zonenreinigen zu schicken, wird er aufgeben und bemerken, dass er nicht erreichbare Teile nicht reinigen konnte.

Um die Probleme mit Türen zu vermeiden, müssen Sie diese nicht ausbauen. Bei unseren Tests hat es sich bewährt, beim Anlegen einer Zone (zum Beispiel des Badezimmers) im Bereich aller Türschwellen auf dem Weg zwischen Ladestation und Zielraum je ein kleines Rechteck einzuzichnen. Wichtig ist dabei die Reihenfolge, in der die Rechtecke angelegt werden. Beginnen Sie mit den Türschwellen und fügen Sie erst dann den Zielraum

ein – Valetudo gibt dem Sauger die Zielkoordinaten nämlich in dieser Reihenfolge.

Wenn Sie jetzt die Zonenreinigung aktivieren, wird Ihr Gehilfe an der ersten Türschwelle gegebenenfalls seine Karte korrigieren, zur nächsten Tür fahren und schließlich am Ziel ankommen.

## Mopping

Die Sauger der zweiten Generation werden mit einem Wassertank und Wischtüchern ausgeliefert. Die Wischfunktion ist jedoch auf Teppichböden nicht empfehlenswert. Leider gibt es keinen Sensor im Staubsauger, der erkennt, ob der Wassertank angedockt ist. Daher kann auch Valetudo darauf nicht automatisch reagieren. Wenn Sie die Wischfunktion nutzen, ist es empfehlenswert, Zonen so einzurichten, dass Sie den Roboter getrennt wischen und saugen schicken können. Bauen Sie zum Beispiel eine Zone „Wischen komplett“, bei der alle Teppiche ausgespart werden.

## Automatisierbar

Die Steuerung über die Weboberfläche funktioniert im Alltag sehr zuverlässig. Am besten speichern Sie die Webseite als Web-App auf dem Home-Screen des Handys. Als fortgeschrittener Hausautomatisierer wollen Sie Ihrem Staubsauger möglicherweise Automatismen beibringen und ihn nicht mehr per Hand kommandieren. Die Valetudo-Oberfläche ermöglicht es unter Settings/Timers immerhin, den Roboter zeitgesteuert anfahren zu lassen. Leider fehlt aber noch eine Option, zeitgesteuert einzelne Zonen zu aktivieren. Valetudo lässt sich aber fernsteuern – wenn Sie bereits andere Teile des Zuhauses über das IoT-Protokoll MQTT verbunden haben [2], lohnt ein Blick ins Valetudo-Wiki. Dort wird beschrieben, wie Sie einen MQTT-Broker eintragen. Die Dokumentation der MQTT-Topics ist leider noch nicht fertig. In einer der nächsten Ausgabe beschreiben wir, wie Sie Valetudo über eine MQTT-Hausautomation steuern und beispielsweise auf Knopfdruck oder per Sprachassistenten zum Putzen herbeirufen. (*jam@ct.de*) **ct**

## Literatur

- [1] Stefan Porteck, Heinzelmänner, Saugroboter mit Raumerkennung und App-Steuerung, c't 6/2018, S. 84
- [2] Jan Mahn, Weltsprache, Das Protokoll MQTT für robusten Datenaustausch in Industrie und Hausautomation, c't 6/2018, S. 164

**Firmware und Dokumentation:** [ct.de/y975](http://ct.de/y975)



# Maker Faire®

TECHNOLOGIE. INNOVATION. COMMUNITY.

# Where it's cool to be smart

Präsentieren Sie Ihr Unternehmen auf der Maker Faire, entdecken Sie neue Talente, Ideen und bereichern Sie Ihre Unternehmenskultur.

Die Maker Faires zelebrieren Technologie, Innovation und Community auf eine einmalige Art und Weise. Werden Sie Aussteller und atmen Sie die Unternehmenskultur von morgen!

## Ihre Ansprechpartnerin



Marielouise Busch  
Sales & Strategy Manager  
Tel.: +49 511 5352-133  
mbu@maker-media.de

## Werden Sie Aussteller!

Lernen Sie alle Vorteile kennen:

[www.maker-faire.de/Aussteller](http://www.maker-faire.de/Aussteller)



# Grundlagen Tastaturen

## Die Technik hinter dem wichtigsten PC-Eingabegerät

**Sprache und Gesten sind prima zur Bedienung von Smartphones, aber nicht zur Eingabe von Texten am PC. Dafür kommen seit Jahrzehnten praktisch ausnahmslos Tastaturen zum Einsatz. Wir werfen einen Blick hinein.**

Von Lutz Labs

**A**uch in Zeiten von Sprach- und Gestensteuerung ist die Tastatur immer noch das bevorzugte Eingabemedium am PC. Dabei hat sich seit mehr als 30 Jahren an der Tastenbelegung und der Technik im Inneren kaum etwas geändert.

105 Tasten haben die meisten aktuellen Tastaturen für PCs (mit deutscher Tastaturbelegung, US-Modelle haben nur 104), bei einigen kommen noch Tasten zur Steuerung von Multimedia-Funktionen, zum schnellen Start von Programmen oder zum Ein- und Ausschalten hinzu. Auf der anderen Seite sind auch sehr kleine Tastaturen erhältlich, bei denen etwa der Nummernblock oder der mit den Steuertasten fehlen.

Die letzte konzeptionelle Änderung fand 1995 statt, als Microsoft Windows 95 auf den Markt brachte: Erst damit zogen die Windows-Tasten und die für das Kontextmenü in die Tastatur ein.

Das ursprüngliche Layout hatte IBM zusammen mit dem PC AT im Jahr 1985 vorgestellt. Gelegentlich trifft man noch auf die Begriffe MF2-Tastatur (Multi Functional Keyboard Version 2) oder erweiterte AT-Tastatur, doch diese meinen das Gleiche.

### Laut und leise

Die ersten PC-Tastaturen, allen voran IBMs Modell M, waren unerträglich laut. Das lag an den verwendeten Mechaniken: IBM nutzte eine sogenannte „Buckling Spring“-Technik, bei der sich beim Niederdrücken der Taste eine Feder verbog.

Das war jedoch nicht nur laut, sondern auch robust: Viele dieser alten IBM-Tastaturen setzen Liebhaber immer noch ein, und sogar neu sind solche Tastaturen noch erhältlich: Unicomp vertreibt die auf den originalen IBM-Maschinen gefertigten Modelle für rund 140 Euro auch in Deutschland.

Leiser sind die inzwischen in vielen Tastaturen eingesetzten Schalter von Cherry, die es in verschiedenen Versionen gibt [1]: weich, mittel und hart sowie mit linearem Widerstand, mit Druckpunkt und mit taktilem Feedback. Die Entscheidung für eine bestimmte Schalterart sollte man durch Ausprobieren treffen.

Vor allem in Notebooks kommen sogenannte Folientastaturen zum Einsatz, die praktisch lautlos arbeiten. Hier drückt man die Taste auf eine darunterliegende Folie und schließt damit einen elektrischen Kontakt. Häufig wird die Taste dabei durch einen Scherenmechanismus geführt.

### In der Matrix

105 oder mehr Tasten haben entsprechend viele Kontakte, die der Tastatur-Controller einfangen muss. Um die Anzahl der Leitungen klein zu halten, nutzt man dazu eine Matrix, häufig aus 8 Reihen und 16 Spalten – damit lassen sich 128 Tasten identifizieren. Der Controller kann damit auch mehrere gleichzeitig gedrückte Tasten identifizieren, manche Tastaturen erkennen bis zu zehn gleichzeitig gedrückte Tasten.

Dummerweise ist diese Abfragemethode jedoch für das sogenannte Ghosting anfällig, bei der der Controller nicht gedrückte Tasten als gedrückt identifiziert. Dies lässt sich durch eine geschickte Zuordnung der Tasten zur Matrix vermindern, jedoch nicht ganz verhindern.

### Anschluss finden

Für den Weg zum PC gibt es zwei verschiedene Übertragungswege: Kabel – heute meistens USB – und Funk, proprietär oder via Bluetooth. Die Funkanbin-

dung ist gerade durch einen Bug in der Firmware der Logitech-Unifying-Receiver etwas in Verruf geraten [2]. Ein Anschluss per Kabel ist zwar nicht so praktisch, aber sicherer, da die Verbindung nicht abgehört werden kann.

In beiden Fällen sendet der Controller jedoch keine Buchstaben, sondern lediglich Scancodes – die Zuordnung der Tasten erfolgt erst im PC. So lässt sich etwa schnell die Eingabesprache umschalten oder eine Funktionstaste umprogrammieren.

### QWERTZ & Co.

Die Ursprünge der heutigen Tastaturbelegung liegen in der Schreibmaschinentechnik. Bereits im Juli 1868 meldete der Amerikaner Christopher Latham Sholes ein Patent für eine Schreibmaschine mit einer QWERTY-Belegung an. Der Hintergedanke dabei war, dass sich die Typenhebel einer Schreibmaschine beim Schreiben nicht ins Gehege kommen sollen – um die Ergonomie machte sich Sholes damals noch keine Gedanken.

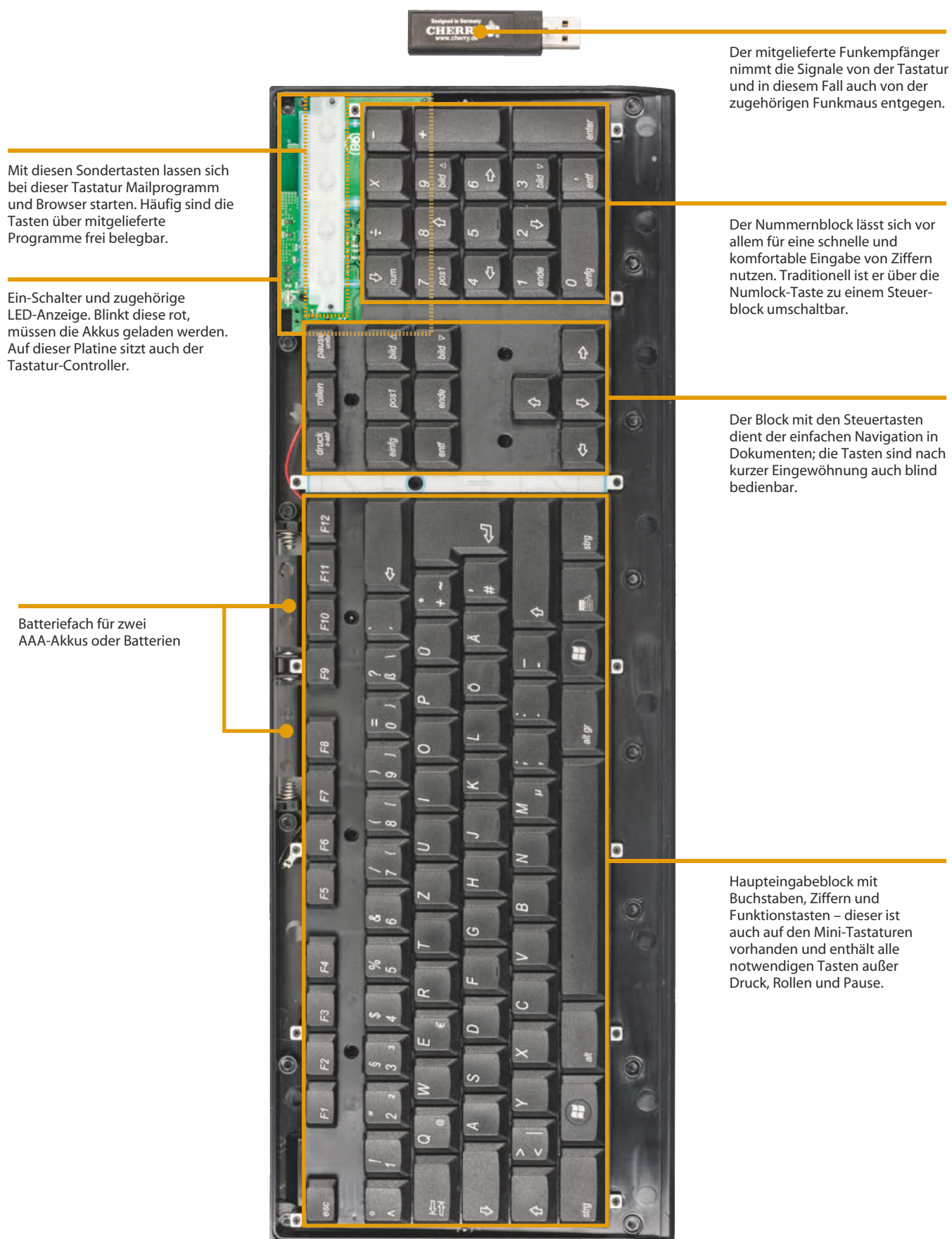
Ohne anfällige Mechanik und mit einer anderen Tastaturbelegung ließe sich schneller tippen. Einige Anwender schwören auf Dvorak-Tastaturen, die jedoch vor allem für englische Texte entwickelt wurde. Für deutsche Texte gibt es die Neo-Belegung, aktuell ist jedoch keine Tastatur mit aufgedruckter Neo-Belegung erhältlich.

Das Wichtigste an einer Tastatur ist aber nicht die Technik, sondern wie sie sich beim Schreiben anfühlt. Da hat jeder Mensch andere Vorlieben. Daher ist es sinnvoll, zum Kauf einer Tastatur das Internet zu verlassen und in den nächsten Technikmarkt zu fahren. Nur dort kann man feststellen, welche Tastatur zu einem passt. (ll@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Henrik Heigl, Michael Link, Tastatourismus, Warum Tastaturen so sind, wie sie sind und was bestimmt, ob sie gut sind, c't 21/2018, S. 90
- [2] Ronald Eikenberg, Angreifbare Logitech-Tastaturen: Antworten auf die dringendsten Fragen, heise.de/-4466921

# Innenleben einer PC-Tastatur am Beispiel einer Cherry G260









# DREAMSCAPE

VON MANUEL SCHMITT

**D**ark Latte Macchiato XL. Neue Kunstlederschuhe von Corgo's. Teflon-Sonnenbrille, Mint-Dragee, Epoxidharz-Brosche mit vier Gramm eingeschlossener Donatella-Versace-Asche. Lilian stand im Aufzug, es roch nach Zitronengras-Raumduft und Leder. Sie warf einen Blick auf das verspiegelte Segment an der rechten Aufzugseite. Dezentos Lipgloss, perfekte Eyeline, elegante Augenbrauen. Sie war bereit.

Die Anzeige sprang auf 43 und die Fahrt verlangsamte sich. Mit einem angenehmen Glockenklang aus den eingelassenen Lautsprechern öffnete sich die Doppeltür des Aufzugs. Lilian verließ die Kabine mit zielgerichteten Schritten. Eins, zwei, drei, vier. Einmal kurz am Latte nippen, während die Software ihre Gesichtszüge identifizierte und die großen Glastore öffnete. „Dreamscape“ stand in großen Lettern auf dem Milchglas. Das war ihre Firma. Ihre Berufung. Ihr ganzer Stolz. Mit 28 Jahren hatte sie ein Unternehmen aufgebaut, das seinesgleichen suchte. Sie war zur Unternehmerin des Jahres 2034 ernannt worden, hatte es auf das Cover von „Business Woman“ und „eCom“ geschafft und im Januar eine Umsatzsteigerung von 474 Prozent veröffentlicht. Und alles nur mit ein paar Zeilen Code und ein wenig Elektronik.

„Lilian!“ Derek kam mit rotem Kopf auf sie zu. Er hatte immer einen roten Kopf. Falsche Ernährung, zu wenig Bewegung, kaum Sonnenlicht. Er war einer der unteren Programmierer bei Dreamscape und hatte ihr vergangene Nacht die Mailbox zugemüllt. „Lilian, ich muss mit dir sprechen.“

„Nicht jetzt, Derek. Ich habe ein Meeting.“ Das war nicht gelogen. Ein kurzer Blick auf das Smartphone sagte ihr, dass die Versammlung schon begonnen hatte. Sie war eine Minute zu spät dran. „Wir sprechen später. Nicht böse sein!“ Sie lächelte ihm zu und ging nonchalant an ihm vorbei. Er roch nach irgendeinem billigen Duschgel. Immerhin.

Im Konferenzraum saßen schon ihre „Vertrauten“. Die sieben Bereichsleiter, handverlesen, hochmotiviert, loyal. Alle hatten den gleichen Latte Macchiato XL vor sich und alle lächelten sie zur Begrüßung an. Lilian war ihre Königin, und sie waren die fleißigen Bienen, die von Lilians unternehmerischer Weitsicht und ihrer kreativen Kraft abhingen. Lilian lächelte zurück und nahm die Teflon-Sonnenbrille ab.

„Guten Morgen. Wie sind die Zahlen? Gerrit?“

„Signifikante Absatzerhöhung in den Staaten, vorrangig in den Metropolen, über 200 Prozent Erstransaktionen. Der Markt in Europa ist gleichbleibend stark. Allerdings haben wir eine Rekordrate an Neuanmeldungen in Asien verbuchen können. Die Mèng-Initiative zeigt Wirkung.“

„Hervorragend!“ Lilian nickte zufrieden. Der asiatische Markt war bereit. Eigentlich wären China, Japan, Indien, In-

donesien und Korea wie geschaffen dazu gewesen, am Anfang zu stehen. Technik-affine, überarbeitete, solvente Menschen – ein ideales Kundenprofil für Dreamscape. In der Tasche ihres Hosenanzugs ertastete sie die kleine Sonde. Sie hatte immer eine bei sich.

„Wie stehen wir bei den Russen? Sheila?“

„Unsere Agenten vor Ort, Afanasij und Taras, haben gestern mit Noskow gesprochen. Die Patentanmeldung wurde akzeptiert. Wir warten nur noch auf grünes Licht aus dem Ministerium.“

„Gut.“ Die letzte Patentanmeldung! Nun waren die Traumsonde und die Begleit-App international geschützt und fest mit Lilians Namen verbunden. Bald konnte sie Träume in die ganze Welt verkaufen. Niemand mehr würde sich nachts wirren, belanglosen oder sogar bedrohlichen Träumen ausliefern müssen. Mit ihrer App konnte man die nächtlichen Visionen vorbestimmen, lenken, genießen. Mit Dreamscape waren Träume ein Erlebnis.

„Wie sieht das Nutzungsprofil aus?“

Ein junger Mann namens Spencer las von seinem Pad vor: „Führend sind weiterhin Superhelden mit 14 Prozent. Kurz dahinter – mit starkem Wachstum – Romantik 13 Prozent, Kampf- und Kriegssimulation mit 12 Prozent, ebenfalls mit 12 Prozent personalisierte Kindheitserinnerungen, 10 Prozent Erotik und Fetisch, 9 Prozent Kündigungsfantasien, 9 Prozent einsame Orte und Natur, erstaunliche 8 Prozent für das Water-Floating, 6 Prozent für historische Simulation und die restlichen 7 Prozent teilen sich Fressorgien, Demütigungsfantasien, Gespräche mit Verstorbenen und das Bildungsprogramm.“

Lilian nickte abermals. „Konzentriert euch weiterhin auf Romantik! Aber behaltet die Kündigungsfantasien im Auge! Eventuell können wir dort noch weiter gehen. Eine Aggressionssimulation mit Vorgesetzten vielleicht. Optional erweiterbar auf Familienvorstände, Bullies, Ehepartner, Politiker ...“

Holger nickte konzentriert und machte sich Notizen. Lilian richtete ihren Blick auf Sarah: „Pressespiegel?“

„Wir sind inzwischen Werbepartner aller großen Medienhäuser. Außer in einigen kleinen Blogs haben wir positives bis überschwengliches Medienecho.“

Lilian nickte: „Nicht nachlassen!“

★ ★ ★

Als Lilian in ihrem Penthouse ankam, war es bereits 23 Uhr. Seit der Gründung von Dreamscape vor zwei Jahren waren die Tage lang geworden. Lilian störte das nicht. Sie verbrachte ihre Zeit sinnvoll, produktiv, effizient. Die einzige Erho-

lung, die sie sich gönnte, waren die Träume. Sie selbst war ihre beste Kundin.

Ausziehen, duschen, ein Glas Cabernet. Heute war ein erfolgreicher Tag gewesen. Sie öffnete die Schublade des Nachttischs und holte eine dunkelblaue Sonde heraus, in etwa so groß wie ein Mantelknopf und bis auf eine kleine LED an der Seite schmucklos. An der Unterseite befand sich ein nicht trocknendes, ohne Rückstände haftendes Pad aus Silikonklebstoff, das Lilian sanft gegen ihre Schläfe drückte. Die Sonde war etwa zwei Millimeter dick und störte auch nicht, wenn man auf der Seite schlief.

## AUF IHREM SMARTPHONE STARTETE SIE DIE DREAMSCAPE-APP UND SCROLLTE DURCH DAS TRAUMANGEBOT.

Auf ihrem Smartphone startete sie die Dreamscape-App und scrollte durch das Traumangebot. Einer ihrer Favoriten war eine körperlose Flugsimulation über die weißen Klippen der Normandie, aber heute hatte sie Lust auf etwas Aktiveres. Sie wählte „NYPD 24/7“ aus, einen Action-geladenen Polizeieinsatz in den New Yorker Straßenschluchten. Lilian übernahm hierbei die Rolle einer Starkommissarin, deren Aufklärungsrate bei bewundernswerten 100 Prozent lag. Mit einem zufriedenen Seufzen startete sie das Traumpaket, legte den Kopf auf ihr Kissen und schloss die Augen. Zwei Minuten später war sie eingeschlafen.

Als Lilian am nächsten Morgen um 7:15 Uhr von der Dreamscape-App geweckt wurde, hallten noch die Sirenen und Schüsse ihres nächtlichen Einsatzes nach. Sie war immer wieder erstaunt, wie real die Träume wirkten. Nach ausgiebigem Strecken nahm sie die Sonde ab und verstaute sie in ihrem Nachttisch. Die automatisierten Jalousien ihrer Fenster öffneten sich und ließen die ersten Sonnenstrahlen in ihr Schlafzimmer. Ein neuer Tag begann.

Morgenkaffee, Make-up, Tagesnachrichten. Mit ausgestrecktem Arm hielt sie die Fernbedienung in Richtung der Videofolie, die im Wohnzimmer aufgehängt war, und wollte den Knopf zum Einschalten drücken. Stattdessen hielt sie inne. Verwundert blickte sie auf ihre Hand, denn keiner ihrer Finger gehorchte ihr. Alle umklammerten regungslos die Fernbedienung. Lilian wollte den Arm herunternehmen, doch auch der reagierte nicht. Ihre Beine bewegten sich keinen Zentimeter. Sie stand wie eingefroren in ihrem Penthouse. Lilian versuchte zu schreien, doch auch das gelang ihr nicht. Panik erfasste sie.

Plötzlich klingelte ihr Smartphone und Lilian zuckte zusammen. Mit einem Ächzen knickte sie ein und fiel auf die Knie, die Fernbedienung glitt ihr aus der Hand, knallte auf den Marmorboden und schlitterte unter den Tisch. Endlich konnte sie sich wieder bewegen; der Schreck über den Klingelton hatte sie aus ihrer seltsamen Starre gerissen. Sie atmete schwer und war schweißgebadet. Ihr rechter Arm, der die Fernbedienung gehalten hatte, schmerzte, ebenso ihre Schulter und die Beine.

Mit Mühe zog sie sich am Tisch hoch und griff nach dem Telefon. Es war Kessa, ihre Sekretärin. „Was ist?“ Lilian versuchte, das Zittern in ihrer Stimme zu unterdrücken.

„Lilian! Alles in Ordnung? Ich habe bisher alles absagen können, aber es wäre wirklich wichtig, dass du für Ishikawa hier bist.“

„Ishikawa? Der ... kommt doch erst um 15 Uhr.“

„Erst? Es ist zwanzig nach zwei. Beeil dich! Fahr über die Nordtrasse, der Verkehr hält dich sonst zu sehr auf!“ Kessa legte auf. Verwirrt blickte Lilian auf den Bildschirm ihres Telefons: 14:21 Uhr. Hatte sie verschlafen? Unmöglich! Die App weckte sie jeden Tag zuverlässig zur selben Uhrzeit. Außerdem erinnerte sie sich, dass sie gerade eben erst aufgestanden war. Sie überprüfte die Zeitanzeige am Herd: 14:21 Uhr. Die Kaffeetasse stand neben dem Herd; der Kaffee war eiskalt.

Irgendwie hatte sie sechs Stunden verloren. Aber jetzt war nicht der Zeitpunkt, darüber zu rätseln. Sie musste so schnell wie möglich ins Büro. Kessa sollte ihr aber einen Termin bei Dr. Halberstedt organisieren, so zeitnah wie möglich.

Sie schaffte es rechtzeitig zum vereinbarten Termin mit Ishikawa. Und sie war wieder ganz die Alte. Mit einem gewinnenden Lächeln begrüßte sie den japanischen Partner und konnte die Verhandlungen zugunsten von Dreamscape in Rekordzeit abschließen. Unterschrift, Handschlag, Prosecco-Belohnung.

Den Rest des Tages verbrachte sie im Büro und arbeitete den verlorenen Vormittag nach. Immer wieder hielt Lilian zwischendurch inne, um über das merkwürdige Erlebnis am Morgen nachzudenken. Die seltsame Starre, die ihr alle Kontrolle über ihren Körper genommen hatte. Gleichzeitig schien ihre Erinnerung daran zu verwachen und sie war sich nicht mehr wirklich sicher, wie lange sie in Bewegungslosigkeit verharret hatte. Konnte es sein, dass sie sechs Stunden in ihrer Wohnung gestanden hatte?

Kessa hatte ihr einen Arzttermin für den morgigen Nachmittag vereinbart. Mit etwas Glück war sie einfach nur überarbeitet. Jetzt, da die Verhandlungen mit Asien und Russland abgeschlossen waren, konnte sie sich vielleicht einen Urlaub gönnen. Yacht in St. Tropez, Fünf-Sterne-Hotel in Los Angeles, Privatinsel in Dubai. Die Welt stand ihr offen.

\*\*\*

Es war nach Mitternacht, als sie alles abgearbeitet hatte. Selbst die Putzkolonnen hatten schon das Gebäude verlassen. Gähnend ließ sie die Tür zu ihrem Büro hinter sich zufallen und hielt ihre Karte an das Interface. Als das vertraute Piepen ertönte, wollte sie ihre Hand zurückziehen, doch es

gelang ihr nicht. Wieder blieb ihr Körper einfach stehen, keiner ihrer Muskeln gehorchte ihr. Hilflos drückte sie die Karte an das Interface.

Eine Hand legte sich auf ihre Schulter. „Lilian, alles in Ordnung?“

Lilian sog scharf die Luft ein. Die Chipkarte fiel ihr aus der Hand und sie taumelte, bevor sie sich an der Wand abstützen konnte. Ein unangenehmes Kribbeln fuhr ihr durch Oberschenkel und Waden, aber sie spürte, dass sie sich wieder bewegen konnte. Kessa stand besorgt neben ihr: „Was hast du denn?“

„Ich ... - ich wusste nicht, dass du noch da bist“, stammelte sie. Kessa sah sie verwirrt an.

Lilian bemerkte, dass sich die Lichtverhältnisse geändert hatten. Durch die Glaswände drang kühles Licht von draußen, die Dunkelheit der Nacht war fort. Der ganze Flur strahlte im Licht der tiefstehenden Sonne, die sich soeben über die Flachdächer der Wolkenkratzer erhob. Die Glastür mit den großen Dreamscape-Buchstaben öffnete sich regelmäßig und Angestellte kamen herein; die meisten hielten einen Kaffee in der Hand.

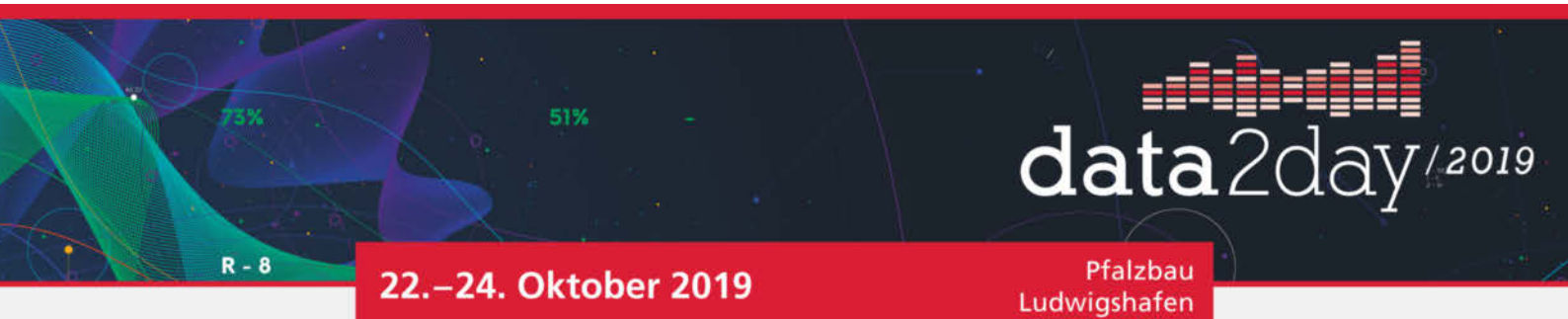
Lilian spürte mit jedem Herzschlag ein schmerzhaftes Stechen in der Brust. Das Rauschen in ihren Ohren schwoll

wie eine wütende Welle an und vermischte sich mit einem hohen Pfeifen. Die Uhr an der Rezeption zeigte eine Sieben, daneben eine zwölf. Sie hatte die ganze Nacht im Büro verbracht, erstarrt, unbeweglich, bewusstlos.

Kessa drückte ihr ein Glas Wasser in die Hand, aus dem Lilian gierig trank. Langsam nahm das Rauschen ab, ihre Herzfrequenz normalisierte sich und der Schmerz ließ nach. Es gab für alles eine Lösung und der Arzttermin war um 15 Uhr.

Lilian versuchte, sich nichts anmerken zu lassen. Sie beruhigte Kessa und gab ihr mehrere Aufgaben, um sie von dem Vorfall abzulenken. Derek, der Programmierer, klopfte wieder bei ihr an, aber sie schickte ihn genervt weg. Wo sie konnte, sagte sie Termine ab und ließ E-Mails unbeantwortet.

Als sie sich gegen zehn zum internen Meeting begab, nach zwei Dark Latte und einer Tablette Aspirin, fühlte sie sich wieder einigermaßen wohl. Ihre Vertrauten warteten bereits auf sie. Wie bei jeder Versammlung wurden die Fortschritte aufgelistet – Lilian konnte gute Nachrichten gebrauchen. Russland hatte zugesagt, die Lokalisierung der App war abgeschlossen, in wenigen Stunden würden sie mit der Distribution beginnen. Asien war weiter auf dem Vor-



Die Konferenz für Big Data,  
Data Science und Machine Learning

**PROGRAMM ONLINE!**

Data-driven Organisation ✓

KI und Ethik ✓

Data Governance ✓

Datenvisualisierung ✓



**Workshops** zu Machine und Reinforcement Learning,  
Data Integration und Graph Analytics

[www.data2day.de](http://www.data2day.de)

Goldsponsoren

Silbersponsoren

Bronzesponsor

Veranstalter

**HMS**  **structr**  
analytical software

 **codecentric**  
**PHYTEC**

 **INCTEC**  
INCONTEXT TECHNOLOGY

 **heise Developer**  
 **dpunkt.verlag**



marsch. Kein anderer Kontinent hatte Dreamscape so schnell angenommen, das Wachstum war schwindelerregend. Die ersten internationalen Langzeitstatistiken ergaben, dass der Durchschnittskunde Dreamscape viermal in der Woche nutzte.

Lilian lächelte. Die Zukunft für Dreamscape sah vielversprechend aus. Kaum ein anderes Produkt konnte eine so hohe Akzeptanz in allen Kulturen der Welt vorweisen. Träume waren universal – und sie waren lange genug unkontrollierbar gewesen. Sie hatte eine der letzten unberührten Bastionen des menschlichen Bewusstseins erstürmt, sie hatte den Traum für die Menschheit gezähmt. Lilian war stolz auf sich.

## EIN GRELLER LICHTBLITZ BLENDETE SIE. HÄNDE WAREN AUF IHREM GESICHT, WEICHER STOFF UMSPIELTE IHREN RÜCKEN, DEN HINTERKOPF UND DIE BEINE.

Ein greller Lichtblitz blendete sie. Hände waren auf ihrem Gesicht, weicher Stoff umspielte ihren Rücken, den Hinterkopf und die Beine. Erschrocken zuckte sie zurück. Ein Mann in einem weißen Kittel, offensichtlich ein Arzt, hielt eine kleine Taschenlampe in den Fingern und sah sie verblüfft an. Lilian befand sich nicht mehr im Besprechungsraum, sondern in einem Krankenzimmer; sie lag in einem Bett. Kessa, Sheila und Gerrit standen mit besorgten Gesichtern daneben.

„Wie lange war ich weg?“, flüsterte Lilian.

„Vier Stunden“, sagte Kessa mit einem Blick auf die Uhr. Lilian schluckte.

Sie sah den Arzt an. „Es ist das dritte Mal, soweit ich mich erinnere. Gestern früh, kurz nach dem Aufstehen, ist es das erste Mal passiert.“

„Was ist passiert?“

„Ich konnte mich nicht mehr bewegen. Ich war wie gelähmt, aber im Stehen. Kein Zeitgefühl. Ich wachte irgendwann auf und konnte mich an nichts erinnern.“

Der Arzt sah sie nachdenklich an. „Ich werde einige meiner Kollegen um Rat fragen“, sagte er schließlich und verließ das Zimmer. Kessa hatte Tränen in den Augen und berührte sie am Arm. „Ich bleibe hier.“

Eine Stunde später – Gerrit und Sheila waren ins Büro zurückgekehrt, um das Tagesgeschäft weiterzuführen – öffnete sich plötzlich die Tür und Derek stürmte mit hochrotem Kopf herein. Kessa war dicht hinter ihm: „Du kannst da jetzt nicht rein. Sie braucht Ruhe!“

Lilian richtete sich erschrocken auf. Derek sah anders aus als sonst, aufgebracht, wütender. Sein kariertes Hemd hing zum Teil aus der Hose heraus – eine Folge von Kessas

Versuchen, ihn am Betreten des Krankenzimmers zu hindern. Seine Haare waren feucht vom Schweiß und er atmete heftig. Er riss sich von Kessa los, die ihn am Arm wieder zur Tür ziehen wollte.

„Lilian, bitte!“, keuchte er. „Du musst mir zuhören!“

Lilian nickte Kessa zu. Sie hatte hier ja nichts zu tun. Sollte Derek sein Anliegen vorbringen! Zornig starrte Kessa ihren Kollegen an, der sich aufatmend dem Bett näherte.

„Ich habe die neuronalen Erregungsmuster von Dreamscape auf Basis des reziproken Interaktionsmodells untersucht und mit Aufzeichnungen der Neuronen in einem unbeeinflussten Hirnstamm verglichen. Dabei habe ich festgestellt, dass eine synaptische Homöostase wenig bis gar nicht erreicht wird, wenn die neuronale Kontrolle bei der Traumsonde liegt.“

Lilian schüttelte den Kopf. „Drück dich klarer aus! Ich bin keine Biologin.“

Derek schnaubte verzweifelt und überlegte kurz. „Nach 2020 gab es Festplatten, die eine rotierende Magnetscheibe als Speichermedium besaßen.“ Lilian nickte. Sie hatte sogar eines dieser alten, langsamen Speichermedien zu Hause in einer Vitrine, als Antiquität. Derek fuhr fort: „Je mehr Daten auf eine solche Festplatte geschrieben wurden, desto wahrscheinlicher war es, dass Datenpakete nicht mehr zusammenhängend abgespeichert wurden, sondern auf dem Datenträger verteilt. So etwas nennt man Fragmentierung.“

Je nach Bauart und Betriebssystem musste man bei Festplatten von Zeit zu Zeit einen sogenannten Defragmentierungslauf durchführen, da das Abrufen der Daten sonst immer langsamer wurde.“ Derek blickte sie eindringlich an, um zu erfahren, ob sie verstanden hatte. Lilian nickte wieder.

„Ich habe Grund zur Annahme, dass das menschliche Gehirn ähnlich arbeitet. Nachts, wenn wir schlafen, werden unsere Erlebnisse wie Daten sortiert. Ich glaube, dass wir dieses Einkopieren als Träume wahrnehmen. Unser Gehirn räumt auf und wir erleben diesen Prozess als Traum.“

Lilian starrte Derek stumm an.

„Das Problem ist, Dreamscape verhindert diesen Prozess. Während der Neurostimulation durch die Traumsonde kann eine Defragmentierung nicht stattfinden. Lilian, ich habe Nachforschungen angestellt. Zehn Prozent unserer Langzeitnutzer leiden an unerklärten Aussetzern, an plötzlicher, vorübergehender Lähmung. Je länger und je öfter jemand mit Dreamscape träumt, desto häufiger treten – statistisch gesehen – die Symptome auf. Du bist eine der ersten, die Dreamscape regelmäßig genutzt haben. Als ich gehört habe, dass du in der Versammlung plötzlich weggetreten warst, habe ich das Schlimmste befürchtet. Lilian?“

Doch Lilian hörte Derek schon nicht mehr. Mit regungslosen Augen und erstaunt geöffnetem Mund, aus dem ein Faden Speichel troff, lag sie erstarrt im Bett. Ärzte kamen hereingelaufen.

Intravenöse Kochsalzlösung, ambulante Not-OP, irreversibler Herzstillstand.

Lilian starb als erstes von vielen Dreamscape-Opfern am 22. April 2035.

(psz@ct.de) **ct**

# Tauchen Sie ein – in die Welt der Science Fiction



## Die letzte Crew des Wandersterns

Die Begegnung mit dem Fremden steht im Mittelpunkt des ersten Science-Fiction-Romans in der Reihe heise online: Welten. Wie viel Respekt verdienen außerirdische Mikroben? Wo verläuft die Grenze zwischen Leben und Nichtleben? Können sich Bewohner verschiedener Welten überhaupt miteinander verständigen? In seinem Romandebüt findet Hans-Arthur Marsiske überraschende Antworten. Eine spannende Reise ins Weltall – die mit einer Überraschung endet.

[shop.heise.de/wanderstern](http://shop.heise.de/wanderstern)

16,00 € >

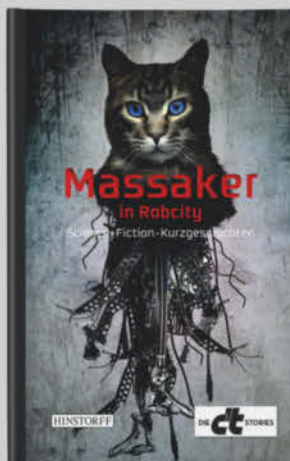


## Ausblendung

Wir reisen in die virtuelle Realität bzw. das, was bald Realität werden könnte. Dabei geht es immer um die Menschen in sich rasant verändernden Welten. In spannungsreichen, bewegenden Geschichten wird die Vielfalt der virtuellen Möglichkeiten ausgelotet und ein visionärer Blick auf die Auswirkungen der Digitalisierung geworfen.

[shop.heise.de/ausblendung](http://shop.heise.de/ausblendung)

16,00 € >



## Massaker in Robcity

Roboter, die in einer Stadt wohnen, die keine Cafés kennt, dafür jedoch mit einem Massaker aufwartet, bei dem keine Panzerung hilft. Welten von morgen – sie sind in diesen Erzählungen nah. Bedrängend nah. Wer sie gelesen hat, wird wissen, wie stark der Sog des Vakuums sein kann, wie unüberwindbar eine Fahrstuhltür, wie verräterisch eine laute Herzfrequenz.

[shop.heise.de/robcity](http://shop.heise.de/robcity)

16,00 € >

## Jetzt neu:



## Apokalypse Pallantau

[shop.heise.de/pallantau](http://shop.heise.de/pallantau)

16,00 € >



## Hell Fever

[shop.heise.de/hellfever](http://shop.heise.de/hellfever)

16,00 € >

Weitere Bücher finden Sie unter: [shop.heise.de/ct-buecher](http://shop.heise.de/ct-buecher)

Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.

 **heise shop**

[shop.heise.de/ct-buecher](http://shop.heise.de/ct-buecher) >

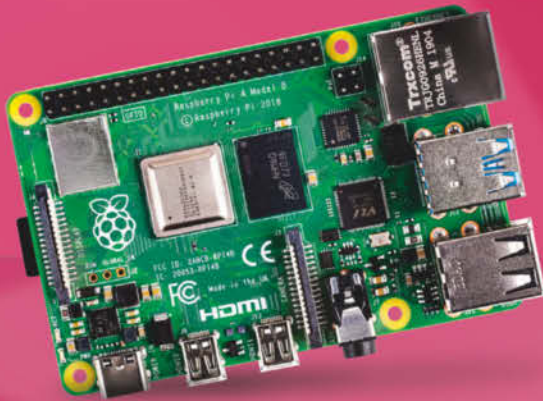
xxs-kurze Daten- & Netzkabel: kurze-kabel.de 

c't 2019, Heft 21



**NEU**  
+ portofrei

## Im heise shop: Der neue Raspberry Pi 4 B



### Der kraftvollste Raspberry aller Zeiten!

- 64-Bit Quad-Core
- 1, 2 oder 4 GByte RAM
- USB 3.0 und 2.0
- 4k Dual-Display Support
- WLAN: 2.4 oder 5 GHz
- PoE-fähig

Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.

Jetzt Raspberry Pi und viel Zubehör portofrei im heise shop bestellen!

**shop.heise.de/raspi4**



**LC-POWER™**



Großes  
**TERMINATOR: DARK FATE**-Gewinnspiel  
auf [www.lc-power.com](http://www.lc-power.com)

**21:9 ULTRAWIDE  
CURVED  
GAMING MONITOR**

LC-M34-UWQHD-100-C - 34" - FreeSync - Overdrive - UWQHD @ 100 Hz

Erleben Sie das ultimative Curved-Gaming-Feeling  
mit den gestochen scharfen PC-Monitoren  
von LC-Power!



**TERMINATOR**  
D A R K F A T E

NUR IM KINO

© 2019 Skydance Productions, LLC, Paramount Pictures Corporation and Twentieth Century Fox Film Corporation. All rights reserved.





## JUSTUS-LIEBIG- UNIVERSITÄT GIESSEN

Am Hochschulrechenzentrum (HRZ) ist zum nächstmöglichen Zeitpunkt eine **Vollzeitstelle** mit einer/einem

### Informatiker/-in oder Netzwerkspezialist/-in als Gruppenleiter/-in IT-Datennetz

**unbefristet** zu besetzen. Bei Vorliegen der tariflichen Voraussetzungen erfolgt die Vergütung nach Entgeltgruppe 14 Tarifvertrag Hessen (TV-H). Eine Teilung der Stelle in zwei Halbtagsstellen ist nach dem Hessischen Gleichberechtigungsgesetz grundsätzlich möglich.

Das Hochschulrechenzentrum, das IT-Kompetenz- und Dienstleistungszentrum, ist verantwortlich für den Bereich Datenverarbeitung, die Bereitstellung der informationstechnischen Infrastruktur sowie für die Telekommunikationsversorgung der Universität. Die Gruppe „Datennetz“ des HRZs ist für die Datenkommunikation der Universität mit mehr als 44.000 Festanschlüssen, 1.200 WLAN-Access-Points und mehr als 60.000 registrierten IP-Adressen verantwortlich.

Zu Ihren **Aufgaben** gehören:

- Fachliche Leitung der Datennetz-Gruppe
- Planung, Betrieb und Weiterentwicklung des Datennetzes der Universität in Eigenverantwortung
- Administration, Troubleshooting und Monitoring der Datennetzkomponenten
- Sicherstellung des Datennetzbetriebs
- Weiterentwicklung der Sicherheitsmaßnahmen im Datennetz
- Beschaffung der aktiven Komponenten
- Erfassung der Nutzungsdaten
- Dokumentation der Netzinfrastruktur und der organisatorischen Abläufe

Ihr **Anforderungsprofil umfasst:**

- Abgeschlossenes wissenschaftliches Hochschulstudium der Informatik, der Nachrichtentechnik oder eines IT-nahen Faches oder vergleichbare Qualifikation
- Sehr gute Kenntnisse der TCP/IP-Protokolle und der in einem großen Datennetz eingesetzten aktiven Komponenten und Technologien (Router, Switches, WLAN, Firewall, VPN, VLAN, DNS, DHCP, Radius)
- Praktische Erfahrungen im Aufbau und Betrieb eines TCP/IP-Datennetzes
- Kenntnisse der Linux- und Windows-Systemadministration, mindestens einer Skriptsprache und der Grundlagen des Datenbankzugriffs
- Fundierte Kenntnisse im Netzwerkmanagement (SNMP, HPOpenView)
- Überdurchschnittliche Einsatzbereitschaft, analytisches Denkvermögen und ergebnisorientierte Arbeitsweise
- Führungskompetenz, hervorragende Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit sowie Serviceorientierung

Unser **Angebot** an Sie:

- Eine interessante, herausfordernde Tätigkeit mit viel Eigenverantwortung und Gestaltungsspielraum
- Mitarbeit in einem engagierten und aufgeschlossenen Team
- Hervorragende und familienfreundliche Arbeitsbedingungen: Gleitende Arbeitszeit, betriebliche Altersvorsorge, LandesTicket Hessen, Fort- und Weiterbildungsmöglichkeiten sowie Gesundheits- und Sportangebote

Die Justus-Liebig-Universität Gießen (JLU) strebt einen höheren Anteil von Frauen an; deshalb bitten wir qualifizierte Frauen nachdrücklich, sich zu bewerben. Aufgrund des Frauenförderplanes besteht eine Verpflichtung zur Erhöhung des Frauenanteils. Die JLU versteht sich als eine familiengerechte Hochschule. Bewerberinnen und Bewerber mit Kindern sind willkommen. Ehrenamtliches Engagement wird in Hessen gefördert. Soweit Sie ehrenamtlich tätig sind, wird gebeten, dies in den Bewerbungsunterlagen anzugeben, wenn das Ehrenamt für die vorgesehene Tätigkeit förderlich ist.

Ihre Bewerbung (keine E-Mail) richten Sie bitte unter Angabe der **Referenznummer 566/Z** mit den üblichen Unterlagen bis zum **26.10.2019** an den **Präsidenten der Justus-Liebig-Universität Gießen, Erwin-Stein-Gebäude, Goethestraße 58, 35390 Gießen**. Bewerbungen Schwerbehinderter werden – bei gleicher Eignung – bevorzugt. Wir bitten, Bewerbungen nur in Kopie und ohne Hefter/Hüllen vorzulegen, da diese nach Abschluss des Verfahrens nicht zurückgesandt werden.



Hochschule für  
Wirtschaft und Recht Berlin  
Berlin School of Economics and Law

An der Hochschule für Wirtschaft und Recht (HWR) Berlin ist am Fachbereich 2 „Duales Studium Wirtschaft • Technik“ folgende Stelle zum nächstmöglichen Zeitpunkt zu besetzen:

### eine Professorin/ein Professor (Bes.Gr. W2) für Wirtschaftsinformatik Kennzahl: 88/2019

Bewerbungen auf die Professur sind bis zum **13.10.2019** mit aussagekräftigen Nachweisen – soweit vorhanden auch Ergebnissen von Lehrevaluationen – und Zeugnissen zur Erfüllung der Einstellungs Voraussetzungen und unter Angabe der Kennziffer an die **Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin, Christine Bartel-Bevier – HLRef 1, Badensche Str. 52, 10825 Berlin** oder gern auch elektronisch unter: **Berufungsverfahren@hwr-berlin.de**, zu richten. Wir bitten, Bewerbungsunterlagen **nur in Kopien** und **nicht in Mappen** vorzulegen, da die Unterlagen nicht zurückgesandt werden; sie werden nach Abschluss des Auswahlverfahrens vernichtet.

Das detaillierte Stellenprofil, die Anforderungen für Gastdozenten sowie weitere Informationen finden Sie unter: <https://www.hwr-berlin.de/hwr-berlin/stellenangebote/>

Im Rechenzentrum der Deutschen Universität für Verwaltungswissenschaften Speyer ist eine Stelle als



Deutsche Universität für  
Verwaltungswissenschaften  
Speyer

### Informatiker (m/w/d)

zum nächstmöglichen Zeitpunkt unbefristet zu besetzen. Die Tätigkeit wird nach Entgeltgruppe 11 TV-L vergütet. Es handelt sich um eine Vollzeitstelle.

Ihre Aufgaben umfassen die Planung, Dokumentation und Umsetzung verschiedenster IT-Projekte auf dem Campus der Universität Speyer. Es erwartet Sie eine anspruchsvolle und abwechslungsreiche Tätigkeit in einer heterogenen Umgebung.

Im Einzelnen gehören folgende Tätigkeiten zu Ihren Aufgaben:

- Weiterentwicklung und Dokumentation der technischen Infrastruktur
- Administration von RHEL-Systemen und Virtualisierungsplattformen, MySQL-Datenbanken, einer MS AD Umgebung sowie diverser httpd
- Programmierung kleinerer Skripte in bash und Powershell
- ggf. Programmentwicklung in Hochsprachen

Wir erwarten:

- Abgeschlossenes technisches Studium und/oder erfolgreich abgeschlossene Ausbildung mit relevantem Bezug zum beschriebenen Aufgabengebiet mit langjähriger Praxiserfahrung
- Profunde Kenntnisse in Linux, Windows-Server, Datenbanken (idealerweise MySQL/mariadb), Apache, Virtualisierung, radius, LDAP und squid
- Erfahrungen mit Netzwerkinfrastruktur wären von großem Vorteil
- Programmierkenntnisse in mindestens einer Hochsprache

Schwerbehinderte werden bei entsprechender Eignung bevorzugt eingestellt.

Ihre Bewerbung mit den üblichen Unterlagen richten Sie bitte bis spätestens **13. Oktober 2019** unter Angabe der **Kennziffer 2819** an:

Deutsche Universität für Verwaltungswissenschaften Speyer, Freiherr-vom-Stein-Str. 2, 67346 Speyer (bewerbung@uni-speyer.de). Elektronische **Bewerbungen bitte nur im PDF-Format und in einer Datei**. Wir freuen uns auf Ihre aussagekräftige Bewerbung.

Die Universität Speyer im Internet: [www.uni-speyer.de](http://www.uni-speyer.de)

# Was wir wollen: Deine digitale Seite



Besuchen Sie uns auf der  
IT-Security-Messe  
it-sa in Nürnberg:  
Halle 10/Stand 308



Bundesamt  
für Sicherheit in der  
Informationstechnik

Als nationale Behörde für Cyber-Sicherheit kümmern wir uns darum, dass die Menschen in Deutschland der digitalen Welt vertrauen können. Mit derzeit rund 940 Beschäftigten gestalten wir IT-Sicherheit in Deutschland – aber auch in Europa und der Welt.

Eine große Aufgabe für engagierte Fachleute, deren Herz auf der digitalen Seite schlägt.

Erfahren Sie mehr: [www.bsi.bund.de/karriere](http://www.bsi.bund.de/karriere)

Weitere Informationen: [bewerbung@bsi.bund.de](mailto:bewerbung@bsi.bund.de) oder unter

Tel.: 0228 99 9582 6388.





## c't Redakteur (m/w/d) / Volontär (m/w/d) im Bereich IT-Sicherheit

Sie finden neue Technik spannend und wollen neue Entwicklungen aus erster Hand mitbekommen? Für den Standort Hannover suchen wir einen Redakteur (m/w/d) oder einen Volontär (m/w/d) im Bereich IT-Sicherheit.

### Ihre Aufgaben

- Von der Ideenfindung bis zur Umsetzung schreiben und redigieren Sie Artikel rund um das Thema IT-Sicherheit für Print und Online.
- Sie konzipieren Schwerpunkte zu diesem Thema und haben Spaß an der Entwicklung neuer Beitragsformen und -formate.
- Mit Ihrer Neugier und Ihrer Kontaktfreudigkeit finden und erkennen Sie neue Themen auf Veranstaltungen und Konferenzen.

### Ihre Talente

- Sie haben ein technisches / mathematisches Fach studiert oder überzeugen durch mehrjährige Praxis in der IT mit Sicherheitsbezug.
- Sie haben Freude am Schreiben, Spaß am Erklären und beherrschen die englische Sprache sicher in Wort und Schrift.
- IT-Grundlagen zu Netzen, Betriebssystemen und zum Programmieren runden Ihr Profil ab.

### Ihre Benefits

- Wir bieten Ihnen die eigenständige Mitarbeit in einem etablierten und mitarbeiterorientierten Unternehmen mit familiär geprägter Arbeitsatmosphäre, flachen Hierarchien, agiler Arbeitsweise und tariflicher Bezahlung.
- Sie profitieren von flexiblen Arbeitszeiten und der Möglichkeit, auch im Homeoffice arbeiten zu können.
- Wir bieten Ihnen eine betriebliche Altersvorsorge, Mitarbeiter-Events, eine subventionierte Kantine und ein Mitarbeiterfitnessprogramm.

### Haben wir Sie neugierig gemacht?

Lernen Sie uns im Video kennen und besuchen Sie uns auf Xing und Kununu.



### Haben Sie noch Fragen?

Schicken Sie uns gerne eine WhatsApp mit Ihren Fragen an Tel.: 0160 90203627



### Ihr Ansprechpartner

Peter Siering, Ressortleiter c't  
Tel.: 0511 5352-329

Bitte bewerben Sie sich online: [karriere.heise-gruppe.de](https://karriere.heise-gruppe.de)

### Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Bei uns ist jede Person, unabhängig des Geschlechts, der Nationalität oder der ethnischen Herkunft, der Religion oder der Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters sowie der sexuellen Identität willkommen.

### Heise Medien GmbH & Co. KG (Karl Wiechert Allee 10, 30625 Hannover)

Heise Medien steht für hochwertigen, unabhängigen Journalismus und ausgeprägte Kompetenz in IT und Technologie mit unseren renommierten Print-, Online- und Mobil-Angeboten wie c't, iX, Technology Review, Mac i, c't Fotografie, Make und heise online informieren wir im Interesse unserer Leser über die neuesten Produkte, Technologien und Trends – kritisch, fundiert und aktuell.

# JOB GESUCHT?

Ein gutes Team braucht viele verschiedene kluge und kreative Köpfe – und gleichzeitig den Freiraum, diese Potenziale zu entfalten und einzusetzen.

Gestalten Sie mit uns die Zukunft der Medienwelt!

Jetzt informieren und bewerben unter [www.heise-gruppe.de/karriere](http://www.heise-gruppe.de/karriere).



## JAVA ENTWICKLER (m/w/d)

Java Developer – Softwareentwickler – Informatiker



Java ist Ihr Ding, und Sie wollen mit kompetenten Kollegen an anspruchsvollen Projekten arbeiten? Sie möchten intelligente Produkte entwickeln, die unseren Alltag einfacher machen? **Dann kommen Sie in unser Smart-Home-Team.** Ob Cloud Service, Smart Home Zentrale oder Android App – hier wird fließend Java gesprochen. Gestalten Sie mit uns die Zukunft des Wohnens. Mehr als 1 Millionen Kunden werden von Ihren Ideen profitieren!

### Das sind Ihre Aufgaben bei uns

- ▶ Als Java Developer konzeptionieren und entwickeln Sie anspruchsvolle Server-, Bedien- und Konfigurationssoftware im Bereich der Hausautomation
- ▶ Sie definieren und realisieren Prototypen in Abstimmung mit unseren Produktmanagern
- ▶ Ihre Projekte steuern Sie eigenverantwortlich und die Pflege bestehender Systeme macht die Sache für Sie rund

### Das bringen Sie mit

- ▶ Spaß an innovativen Technologien und kurzen Produktentwicklungszyklen
- ▶ Sehr gute Kenntnisse in der Programmierung von Java-Applikationen und Java-Frameworks
- ▶ Erfahrung mit Continuous Integration, Git und agilen Methoden wie Scrum
- ▶ Einschlägige Englisch-Kenntnisse

### Das erwartet Sie bei uns

- ▶ Ein inspirierendes Umfeld in einem der erfahrensten Teams der Smart-Home-Branche
- ▶ Ein aktueller Technologie Stack
- ▶ Eine strukturierte und sorgfältige Einarbeitung für den optimalen Start
- ▶ Jährliche Entwicklungsgespräche inkl. Weiterbildung und Gehalt, vergünstigtes Mittagessen, Firmen-Fitness, gemeinsame Events, erholsame Pausen in unserem grünen Firmenpark und vieles mehr

### Jetzt bewerben: eQ-3 Entwicklung GmbH | Personal

Maiburger Str. 36 | 26789 Leer  
(+49) 491/6008 301 | [bewerbung@eq-3.de](mailto:bewerbung@eq-3.de)  
[www.eq-3.de](http://www.eq-3.de) | [www.homematic-ip.com](http://www.homematic-ip.com)

ELV eQ-3 homematic 

eQ-3

# Inserenten\*

11&1 Telecom GmbH, Montabaur .....	94, 95
1blu AG, Berlin .....	11
aikux.com GmbH, Berlin .....	49
Conrad Electronic SE, Hirschau .....	43
CRONON AG, Berlin .....	55
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg .....	25, 58
DZ BANK AG, Frankfurt .....	29
eQ-3 AG, Leer .....	53
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen .....	2
genua GmbH, Kirchheim bei München .....	51
Hetzner Online GmbH, Gunzenhausen .....	196
Host Europe GmbH, Köln .....	4, 5
Intec Gesellschaft für Informationstechnik mbH, Lüdenscheid .....	59
Lufthansa Industry Solutions AS GmbH, Norderstedt .....	13
NFON AG, München .....	39
Secomba GmbH, Augsburg .....	45
secunet Security Networks AG, Essen .....	23
SEH Computertechnik GmbH, Bielefeld .....	47
Silent Power Electronics GmbH, Willich .....	187
Techconsult GmbH, Kassel .....	69
Thomas Krenn.com, Freyung .....	37
Vogel Communications Group GmbH & Co. KG, München .....	83
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe .....	57
Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal .....	41

WORTMANN AG, Hüllhorst .....	8, 9
------------------------------	------

## Stellenanzeigen

BSI Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Bonn Hochkreuz .....	189
Deutsche Universität für Verwaltungswissenschaften Speyer, Speyer .....	188
eQ-3 AG, Leer .....	191
Heise Medien Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover .....	190
Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin, Berlin .....	188
Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen .....	188

## Veranstaltungen

PHP.Ruhr	heise developer, CNS E-Business Academy	14
MacDev	Mac & i, heise developer, dpunkt.verlag	85
c't webdev	c't, heise Events	87
IT-Jobtag	heise jobs, Jobware	103
IT-Jobsummit	heise jobs, Jobware	133
BlockConnect	c't, heise Events	137
iX Workshops	iX, heise Events	169
secIT by Heise	heisec Events	173
data2day	iX, heise developer, dpunkt.verlag	183
Workshop Ansible	iX, heise Events	192

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.  
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

## Systemdeployment & -management mit Ansible

### iX-Workshop Systemdeployment & -management mit Ansible

Ansible dürfte derzeit das meist genutzte Werkzeug sein, um Systeme im Netz von einer zentralen Stelle aus zu konfigurieren und zu verwalten sowie Anwendungen automatisiert zu installieren. Da Ansible dabei auf vorhandene Werkzeuge zurückgreift, lässt es sich leicht in bestehende Umgebungen integrieren.

Der iX-Workshop Systemdeployment & -management mit Ansible erläutert die Konzepte hinter Ansible und führt anhand praxisnaher Beispiele in die Systemverwaltung mit Ansible ein.

**Voraussetzungen**

Als Teilnehmer des Workshops sollten Sie ein grundlegendes Verständnis für die System- und Netzwerkadministration unter Linux sowie grundlegende Kenntnisse in der Shellprogrammierung mitbringen.

**Termin:** 29. bis 30. Oktober 2019, Hannover

**Frühbucherpreis:** 1.629,00 Euro (inkl. MwSt.)      **Standardpreis:** 1.810,00 Euro (inkl. MwSt.)

Weitere Infos unter:  
<https://www.heise-events.de/workshops/ansible>  
[www.ix-konferenz.de](http://www.ix-konferenz.de)

Eine Veranstaltung von:

Organisiert von:



# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: www.ct.de, E-Mail: ct@ct.de

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „KI zum Anfassen“: Jo Bager (*jo@ct.de*), „Windows 10: Upgrade-Pannenhilfe“: Jan Schüßler (*jss@ct.de*)

**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink (*jr@ct.de*) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteur:** Axel Kossel (*ad@ct.de*)

**Chef vom Dienst:** Georg Schnurer (*gs@ct.de*)

### Leser & Qualität

**Leitung:** Achim Barczok (*acb@ct.de*)

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Oliver Lau (*ola@ct.de*), Ingo T. Storm (*it@ct.de*)

**Koordination Leserkommunikation:** Martin Triadan (*mat@ct.de*)

### Ressort Software & Internet

**Leitende Redakteure:** Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Jo Bager (*jo@ct.de*)

**Redaktion:** Holger Bleich (*hob@ct.de*), Anke Brandt (*apoi@ct.de*), Arne Grävmeyer (*agr@ct.de*), André Kramer (*akr@ct.de*), Markus Montz (*mon@ct.de*), Peter Schmitz (*psz@ct.de*), Dr. Hans-Peter Schüller (*hps@ct.de*), Sylvester Tremmel (*synt@ct.de*), Andrea Trinkwalder (*atr@ct.de*), Dorothee Wiegand (*dwi@ct.de*), Stefan Wischner (*swi@ct.de*)

### Ressort Systeme & Sicherheit

**Leitender Redakteur:** Peter Siering (*ps@ct.de*)

**Redaktion:** Mirko Dölle (*mid@ct.de*), Liane M. Dubowy (*lmd@ct.de*), Ronald Eikenberg (*rei@ct.de*), Thorsten Leemhuis (*thl@ct.de*), Jan Mahn (*jam@ct.de*), Pina Merkert (*pmk@ct.de*), Dennis Schirmacher (*des@ct.de*), Hajo Schulz (*hos@ct.de*), Merlin Schumacher (*mls@ct.de*), Jan Schüller (*jss@ct.de*), Keywan Tonekaboni (*ktn@heise.de*), Axel Vahldiek (*avxv@ct.de*)

### Ressort Hardware

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck (*ciw@ct.de*), Ulrike Kuhlmann (*uk@ct.de*), Dušan Živadinović (*dz@ct.de*)

**Redaktion:** Ernst Ahlers (*ea@ct.de*), Tim Gerber (*tig@ct.de*), Christian Hirsch (*chh@ct.de*), Benjamin Kraft (*bkr@ct.de*), Lutz Labs (*ll@ct.de*), Andrijan Möcker (*amo@ct.de*), Florian Müssig (*mue@ct.de*), Rudolf Opitz (*rop@ct.de*), Carsten Spille (*csp@ct.de*)

### Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen (*jow@ct.de*), Jan-Keno Janssen (*jkj@ct.de*)

**Redaktion:** Robin Brand (*rbr@ct.de*), Sven Hansen (*sha@ct.de*), Ulrich Hilgefort (*uh@ct.de*), Nico Jurrán (*nij@ct.de*), Michael Link (*mil@ct.de*), Urs Mansmann (*uma@ct.de*), Stefan Porteck (*spo@ct.de*)

**c't online:** Ulrike Kuhlmann (*Ltg.*, *uk@ct.de*)

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*)

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan (*mat@ct.de*)

**Redaktionsassistent:** Susanne Cölle (*suc@ct.de*), Christopher Tränkmann (*cht@ct.de*)

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch (*kaw@ct.de*)

**Technische Assistent:** Ralf Schneider (*Ltg.*, *rs@ct.de*), Hans-Jürgen Berndt (*hjb@ct.de*), Denis Fröhlich (*dfr@ct.de*), Christoph Hoppe (*cho@ct.de*), Stefan Labusga (*sla@ct.de*), Arne Mertins (*ame@ct.de*), Jens Nohl (*jno@ct.de*), Wolfram Tege (*te@ct.de*)

**Dokumentation:** Thomas Masur (*tm@ct.de*)

**Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar,  
Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker (*lbe@ct.de*), Detlef Borchers, Herbert Braun (*heb@ct.de*), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan (*bsc@ct.de*), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

**DTP-Produktion:** Nicole Judith Hoehne (Ltg.), Martina Fredrich, Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Norman Steiner, Dieter Wahner

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Börsen

**Digitale Produktion:** Melanie Becker, Joana Hollasch

### Illustrationen

Jan Binkies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, **3D-Illustrationen und Titelbild:** tsamedien, Düsseldorf, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: 5C1C1DC5BEEDD33A  
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@heise.de>  
D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A  
Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000  
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>  
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000  
Key-ID: DBD245FCB3B2A12C  
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>  
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Investigativ:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.  
Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>  
via Tor: sq4lecqyx4izcpk.onion

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: www.heise.de

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schröder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 36 vom 1. Januar 2019.

**Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien):** Media Gate Group Co., Ltd.,  
7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,  
[www.mediagate.com.tw](http://www.mediagate.com.tw)

Tel.: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,  
E-Mail: [mei@mediagate.com.tw](mailto:mei@mediagate.com.tw)

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**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 5,20 €; Österreich 5,70 €; Schweiz 7.60 CHF; Dänemark 57.00 DKK;  
Belgien, Luxemburg 6,00 €; Niederlande 6,30 €, Italien, Spanien 6,50 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 122,85 €, Österreich 130,95 €, Europa 141,75 €, restl. Ausland 168,75 € (Schweiz 175.50 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 89,10 €, Österreich 95,85 €, Europa 108,00 €, restl. Ausland 135,00 € (Schweiz 140.40 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 18,90 € (Schweiz 22.95 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGE, bdvb e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 93,15 €, Österreich 98,55 €, Europa 112,05 €, restl. Ausland 139,05 € (Schweiz 132.30 CHF). Luftpost auf Anfrage.

### Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122


**c't abonnieren:** Online-Bestellung via Internet ([www.ct.de/abo](http://www.ct.de/abo))  
oder E-Mail ([leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.  
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2019 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

# Vorschau 22/2019

Ab 12. Oktober 2019 im Handel und auf ct.de



## c't-Notfall-Windows 2020

Unser überarbeitetes Rettungssystem kann nun auf Windows 10 1903 aufbauen und ist robuster bei übergriffiger Sicherheitssoftware. Die begleitenden Artikel vertiefen das Datenretten mit dem Live-System und zeigen kreative Wege, bootunwilligen Windows-Installationen aufzuhelfen.



## Diashow-Software

Nur wenige Diashow-Programme kombinieren einfache Bedienung mit hochwertigen Vorlagen und Funktionen, um Fotos ansprechend auf den Schirm zu bringen. Die Kandidaten kosten unter 100 Euro und exportieren Filme, erstellen ausführbare Dateien und brennen Blu-rays.

## Monitore mit bis zu 240 Hz

Die neue LCD-Generation verspricht Bildwiederholraten bis 240 Hz und Schaltzeiten von 1 ms. Davon haben nicht nur Spieler etwas – auch im Büro bleiben Mauszeiger, Fenster und Schrift in der Bewegung scharf. Wir holen drei 27-Zoll-Monitore mit den neuen Panels ins Labor.

## Digitale Entgiftung

Mit Psychotricks verpassen viele App-Entwickler ihrer Software einen möglichst hohen Suchtfaktor. Das Resultat: Immer mehr Menschen sehnen sich nach „Digital Detox“, digitaler Entgiftung. Wenn Sie ein paar Tipps befolgen, können Sie den Nervfaktor bei Smartphones und PC drastisch reduzieren.

## Mobiles Internet für Geschäftskunden

Die Mobilfunk-Provider locken Geschäftskunden mit viel Datenvolumen, Flatrates, Rabatten, Tarifoptionen und Zusatzleistungen. Wir untersuchen, wie die Angebote aufgebaut sind und welche Vorteile sie im Vergleich zu Privatkundentarifen bringen.

Noch mehr  
Heise-Know-how:



c't Wissen Desinfec't  
jetzt im Handel und auf  
heise-shop.de



iX 10/2019 jetzt im Handel  
und auf heise-shop.de



c't Digitale Fotografie Spezial  
Bildbearbeitung 2019 ab  
30. September im Handel und  
auf heise-shop.de



**WIR MACHEN  
KEINE WERBUNG.  
WIR MACHEN EUCH  
EIN ANGEBOT.**



[ct.de/angebot](https://ct.de/angebot)

**Jetzt gleich bestellen:**

 [ct.de/angebot](https://ct.de/angebot)

 +49 541/80 009 120

 [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

## **ICH KAUF MIR DIE c't NICHT. ICH ABONNIER SIE.**

Ich möchte c't 3 Monate lang mit 35 % Neukunden-Rabatt testen.  
Ich lese 6 Ausgaben als Heft oder digital in der App, als PDF oder direkt im Browser.

**Als Willkommensgeschenk erhalte ich eine Prämie nach Wahl,  
z. B. eine c't-Tasse und einen Conrad-Gutschein im Wert von 10 €.**





# HETZNER

## DEDICATED ROOT SERVER EX62

Highspeed Performance mit den neuen  
Intel Core i9-9900K Octa-Core Prozessoren!

ENTERPRISE  
HDDs oder  
NVMe SSDs



### Dedicated Root Server EX62

- ✓ Intel® Core™ i9-9900K Octa-Core Coffee Lake Refresh inkl. Hyper-Threading-Technologie
- ✓ 64 GB DDR4 RAM
- ✓ 2 x 8 TB SATA Enterprise Hard Drive 7200 rpm
- ✓ 100 GB Backup Space
- ✓ Unbegrenzter Traffic
- ✓ Standort Deutschland oder Finnland
- ✓ Keine Mindestvertragslaufzeit
- ✓ Setupgebühr 82,11 €

monatlich ab **76,16 €**

### Dedicated Root Server EX62-NVMe

- ✓ Intel® Core™ i9-9900K Octa-Core Coffee Lake Refresh inkl. Hyper-Threading-Technologie
- ✓ 64 GB DDR4 RAM
- ✓ 2 x 1 TB NVMe SSD
- ✓ 100 GB Backup Space
- ✓ Unbegrenzter Traffic
- ✓ Standort Deutschland oder Finnland
- ✓ Keine Mindestvertragslaufzeit
- ✓ Setupgebühr 82,11 €

monatlich ab **76,16 €**

Alle Preise inkl. 19% USt. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.  
Alle Rechte bei den jeweiligen Herstellern.

[www.hetzner.com](http://www.hetzner.com)