

**WLAN-Gigabit-  
Rekord im  
c't-Labor**

**XXL-Bildschirme • Ganz viele Monitore am PC**

# Windows mit Riesen-Desktops

**Fensterverwaltung, virtuelle Desktops, 4K-Praxis**

**IM  
TEST**

- Vernetztes Türschloss von Abus
- AVM Fritz-Repeater 1200
- c't am Nordpol: Kamera-Stresstest
- Kostenloses 3D-Paket Blender 2.8

**Steuerung per App und Sprache**

## Smarte Steckdosen

**Alle Android-Apps auf Amazon-Tablets**

**AMD Ryzen 3000 übertakten**

**Yunohost: Heimserver für Raspi & Co.**

**Notebooks mit Wi-Fi 6 aufrüsten**



€ 5,20

AT € 5,70 | LUX, BEL € 6,00

NL € 6,30 | IT, ES € 6,50

CHF 7,60 | DKK 57,00

**Vom IT-Fachkräftemangel profitieren**

# Ihre Karriere in der IT

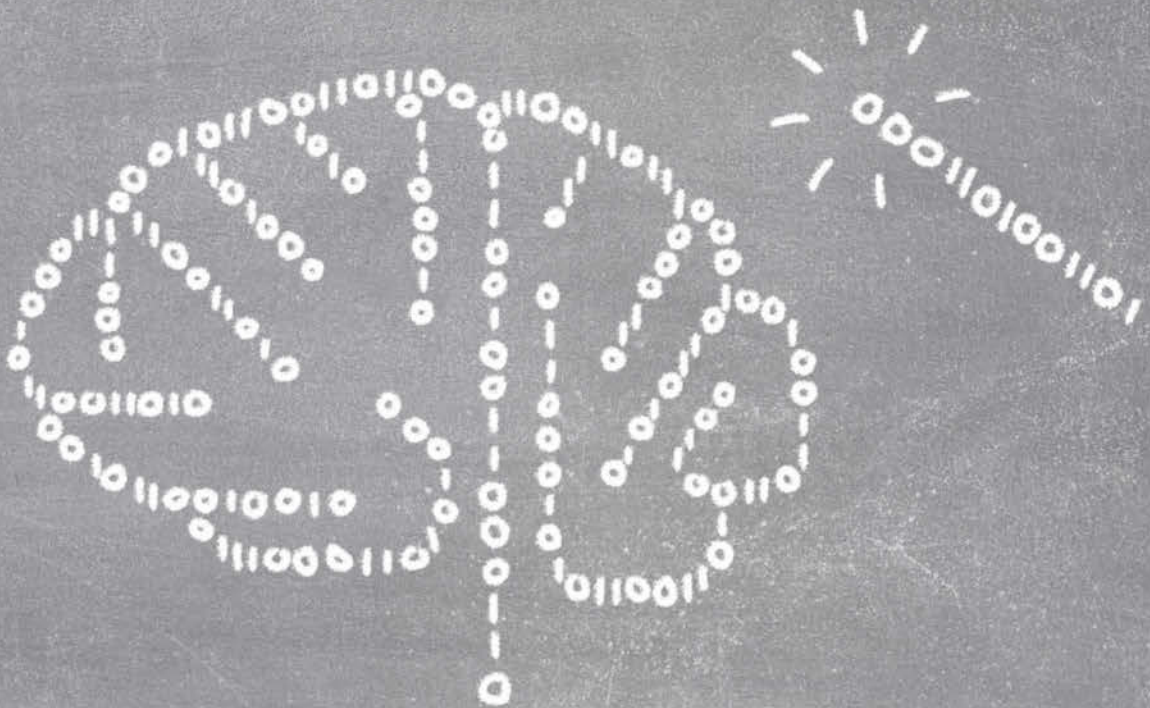
**Gefragte Skills, Recruiting-Methoden, Tipps für Bewerber**





Lufthansa  
Industry Solutions

Sie sind  
**Artificial Intelligence  
Spezialist (m/w/divers)**  
und erwecken gern Dinge  
zum Leben?



Artificial Intelligence hat das Potenzial, Unternehmensprozesse und Geschäftsmodelle radikal zu verändern. Als IT-Beratungsunternehmen unterstützen wir unsere Kunden beim sinnvollen Einsatz künstlicher Intelligenz und treiben Prozessoptimierungen voran.

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

LHIND.de



## Ärger mit Elster: Liebes Finanzamt!

Im vergangenen Jahr habe ich mich breitschlagen lassen, die Lohnsteuererklärung anstatt wie bisher mit ElsterFormular mit Elster online abzugeben. Versprochen war, dass eine Datenübernahme im Folgejahr möglich sein würde.

Nun musste ich leider feststellen, dass dies nicht der Fall ist. Weder habe ich nun eine Datei, aus der ich die Daten wieder in ElsterFormular übernehmen könnte, noch besteht die Möglichkeit, dies in Elster online zu tun. Der Grund ist mir nicht nachvollziehbar. Auch kann ich die Daten aus unseren elektronischen Lohnsteuerbescheinigungen nicht übernehmen.

Es verhielt sich 2018 wie folgt: Wir haben wie im Vorjahr die dem Finanzamt von unseren Arbeitgebern übermittelten Einnahmen erzielt. Diesen Daten sind auch unsere Vorsorgeaufwendungen zu entnehmen. Unsere Kinder haben das ganze Jahr bei uns gewohnt, keine eigenen Einnahmen gehabt und wir haben das gesetzliche Kindergeld für beide bezogen. Anhand dieser Angaben und den Ihnen vorliegenden Daten müsste die Steuer für 2018 bereits festsetzbar sein.

Ich würde die Erklärung ja gern elektronisch abgeben, aber wie geschildert ist dies mangels Datenübernahmemöglichkeit und mangels Zugriffs auf die elektronischen Lohnsteuerbescheinigungen nicht möglich. Supportanfragen bei Elster haben nur ergeben, dass ich mich an das liebe Finanzamt wenden soll. Die Beantragung

einer Fristverlängerung war über Elster online in Niedersachsen auch nicht möglich. Eine De-Mail-Adresse, über die gemäß Abgabenordnung schriftliche Anträge gestellt werden könnten, hat das liebe Finanzamt auch nicht.

Es ist zum Heulen, dass es immer noch nicht möglich sein soll, einen einfachen Steuerfall wie den unseren mit ein paar Mausklicks zu erledigen. Ich habe dafür eigens einen elektronischen Personalausweis nebst dazugehöriger Technik. Ich habe einen De-Mail-Account und so weiter. Aber die Ämter schaffen es nicht, diese mit Steuergeldern entwickelten Techniken auch zu nutzen. Wirklich zum Heulen.

Mit freundlichen Grüßen



*Tim Gerber*

Tim Gerber

*Gekürzte Fassung einer E-Mail des Autors an sein zuständiges Finanzamt, die bei Redaktionsschluss schon acht Tage einer Antwort harrete.*

# 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**

# Inhalt 19/2019

## Trends & News

- 16** Black Hat & DEF CON: Wie US-Militär und Unternehmen um Hacker buhlen
- 34** Bit-Rauschen: Bockige CPU-Zufallszahlen und offene Befehlssatzarchitekturen
- 35** Hardware: Ryzen-Gaming-Notebook, gefälschte Prozessoren
- 36** Server & Storage: Software-defined Storage in (FPGA-)Hardware
- 38** Autovernetzung: Entscheidung zwischen 11p und 5G fällt schwer
- 40** Zahlen, Daten, Fakten: Audio- und Video-Streaming
- 41** Fairphone 3: Größeres Display, schnellere CPU, bessere Kamera
- 42** Forschung: Verschränkung von 20 Qubits, Servomotoren zum Gehen und Laufen
- 43** Linux: Xfce 4.14 poliert schlanken Desktop auf
- 44** IFA 2019: Handfestes zu 5G, 8K und KI
- 46** Hot Chips: Halbleiter-Trends und neue High-End-Chips
- 48** Neue Bezahlregeln im E-Commerce greifen später
- 49** Internet: Facebook kämpft gegen unerwünschte Inhalte
- 50** Anwendungen: PaintShop Pro 2020, MainType 9, FontCreator 12, Vegas Pro 17, LibreOffice 6.3
- 52** Dating-Dienst Lovoo: Wie und warum sich Nutzer orton ließen
- 54** c't deckt auf: So ging es nach dem Kaspersky-Datenleck weiter
- 58** Web-Tipps: Chemie, Fußball, Vielflieger
- 164** Linux 5.3 unterstützt AMDs neue Grafikchips

## Wissen

- 56** Vorsicht, Kunde: Streaming-Dienst reagiert nicht auf Sicherheitswarnung
- 60** Europäische Datenautobahn im All
- 64** Ihre Karriere in der IT
- 70** Tipps und Tricks für die Bewerbung
- 82** IT-Fähigkeiten mit Online-Werkzeugen wirkungsvoll präsentieren

- 134** RISC-V: Das Potenzial der offenen Prozessorarchitektur
- 144** Mini-, Mikro- und Nanoroboter: Der Stand der Forschung
- 148** Online-Banking: Was die neuen Schnittstellen für Sie bedeuten
- 190** Recht: Unnötige Kameraüberwachung von Patientenbereichen ist datenschutzwidrig

## Test & Kaufberatung

### 88 WLAN-Gigabit-Rekord im c't-Labor

### 90 AVM Fritz-Repeater 1200

**92** Spielgrafikkarten für WQHD: Sapphire Pulse Radeon RX 5700 und 5700 XT

**92** Zotac Gaming GeForce RTX 2060 Super Mini

**94** 350-Euro-Smartphone Xiaomi Mi 9T

**96** 43-Zoll-Monitor im 32:10-Format: Lenovo Legion Y44w-10

### 98 Vernetztes Türschloss von Abus

**100** Universalfernbedienung mit App: Pearl URC-150.app



## Smarte Steckdosen

Vernetzte Funksteckdosen verwandeln jeden elektrischen Verbraucher in ein Smart Device, das Sie per Sprache oder App auf Wunsch auch von unterwegs aus steuern können. Neun schlaue Steckdosen im Vergleich.



## Windows mit Riesen-Desktops

Mehrere, große, hochauflösende und/oder virtuelle Bildschirme schaffen Platz für viele Fenster. Wir zeigen, welches Setup sich wozu eignet, und geben Tipps, wie Sie die Fläche bestmöglich ausnutzen.

- 100** In-Ear-Headset mit Bluetooth:  
Bose SoundSport Free
- 102** Datenübertragung per Kommandozeile:  
Magic Wormhole
- 103** Android-Updates-Prüfer Snoop Snitch
- 104** Notebook mit mattem Display: Asus VivoBook 14
- 108** **c't am Nordpol: Kamera-Stresstest**
- 114** **Smarte Steckdosen**
- 121** WLAN-Steckdosen ohne Hersteller-Cloud  
betreiben
- 122** **Kostenloses 3D-Paket Blender 2.8**
- 126** Zehn Mal- und Zeichen-Apps für Tablets
- 152** Koop-Abenteuer-Spiel: We Need To Go Deeper
- 182** Bücher: Fotobearbeitung, Nachhaltigkeit

## Praxis & Tipps

- 18** **Windows mit Riesen-Desktops**
- 22** Windows mit mehreren Monitoren betreiben
- 26** Hilfsprogramme zum besseren Ausnutzen  
großer Displays
- 32** Windows 10 für hochauflösende Monitore  
optimieren

- 33** Mehr Platz für Fenster mit virtuellen Desktops
- 106** **Notebooks mit Wi-Fi 6 aufrüsten**
- 140** **AMD Ryzen 3000 übertakten**
- 154** Pearls WLAN-Universalfernbedienung mit  
MQTT nutzen
- 156** Aufnahme-Tipps für Actioncam-Videos
- 160** **Alle Android-Apps auf Amazon-Tablets**
- 166** Sprach- und Tonausgabe im Browser
- 170** Docker-Images für Fremdarchitekturen bauen
- 174** Dark Mode mit CSS für Webseiten umsetzen
- 176** Tipps & Tricks
- 180** FAQ: Node-Red
- 184** **Yunohost: Heimserver für Raspi & Co.**

## Rubriken

- 3** Editorial: Liebes Finanzamt, Elster hakt!
- 10** Leserforum
- 15** Schlagseite
- 75** Stellenmarkt
- 192** Story: Späher von *Christopher Laske*
- 200** Inserentenverzeichnis
- 201** Impressum
- 202** Vorschau



## Ihre Karriere in der IT

Active Sourcing, Speed Hiring, Recrutainment: Wer die neuen Recruiting-Methoden kennt, findet leichter seinen Traumjob. Außerdem: Wie die Mitarbeit an Open-Source-Projekten Sie für den künftigen Arbeitgeber attraktiver macht.



c't Hardcore kennzeichnet im Heft besonders anspruchsvolle Artikel.

# TERRA MOBILE 1550

- + Aluminium Gehäuse
- + Thunderbolt 3 Schnittstelle
- + Sehr 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 Münder, 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 • Sprung Systemhaus, **48712** Gescher, Tel. 02542/93160 • 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** Reulingen, 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 •



RAM  
8 GB



SSD  
256 GB



### 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

### 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.

*Dockingstation  
optional*

\* 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.

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

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

## Freiwillig im Käfig

Editorial: Gefangen im goldenen Käfig, c't 18/2019, S. 3

Ja, Apple-Nutzer sind in einem Käfig. Aber wohl weder gefangen noch unfreiwillig. Wir können den verlassen, so oft wir möchten. Aber wenn wir drin sind, bleiben auch die meisten unserer Daten drin.

Apple scheint sehr wohl Vorbereitungen für FIDO2 zu treffen. Und wen stört es, dass Apple eine sicherere Alternative zu dem verbreiteten Single-Sign-On von Facebook und Google anbietet?

Marc Haunschild ✓

## Die Sekte verlassen

Bei Apple zählen nur zwei Gesetze. Erstens: die eigene Soft-Hardware so inkompatibel wie möglich zu sämtlichen anderen Herstellern zu machen. Zweitens: daraus resultierend so viel US-Dollars wie möglich aus seinen Kunden herauszupressen.

Ich hatte diese Sekte nach dem iPhone 4s verlassen. Bis dahin war das einfach das beste Smartphone der Welt – nur sind seitdem eben viele Jahre verstrichen und mittlerweile ist Apple nur krass überteuert und kaum noch innovativ.

ThaiTo

## Reaktion von Kaspersky

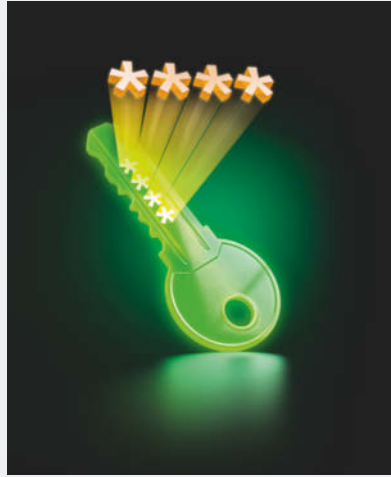
Kaspersky-Virenschutz gefährdet Privatsphäre der Nutzer, c't 18/2019, S. 14

Mir ist nicht so richtig klar geworden, warum Kaspersky das macht. Ich sage: macht. Denn ich habe gerade eben auf Anhieb die von Ihnen angeführte Sequenz in verschiedenen Seiten bemerkt – nicht in allen.

## Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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



So viele Leserzuschriften wie für das Titelthema „Abschied vom Passwort“ haben wir schon lange nicht mehr bekommen.

Wann nimmt Kaspersky das Zeug raus? Kann doch nicht so schwer sein. Falls Kaspersky nicht angemessen reagiert – und zwar schnell –, ist die Software ein Sicherheitsrisiko und es muss öffentlich davor gewarnt werden.

Alf Vinçon

## Diebstahl durch Vertraute

Passwortloses Anmelden dank FIDO2, c't 18/2019, S. 16

Spätestens bei mehreren Geräten im Einsatz wird auch diese Lösung wieder unbequem. Mehrfaches Anmelden ist dann die einzige Lösung.

Und wenn ich ein Gerät wechsele, was ja etwa beim Handy nicht so selten der Fall ist, oder das Gerät eben verloren geht oder zerstört wird, dann muss ich mich bei allen Diensten mit dem neuen Gerät wieder anmelden. Sorry, da bleibe ich aber erst mal beim Passwort-Safe, den habe ich auf einem neuen Gerät im Handumdrehen eingerichtet.

RKroni

## Lieber Passwörter

Fein, ich darf meine Passwörter vergessen! Aber ich kann damit auch meine

Anonymität im Netz vergessen. Und jeder, der mein Handy bzw. meinen Rechner hackt, hat auch gleich Zugriff auf alle meine Accounts. Denn natürlich wird jeder lieber sein Handy bzw. PC vertoken, als einen extra USB-Stick herumzutragen.

Also ehrlich gesagt: Da merke ich mir lieber diverse Passwörter und verwende 2-Faktor-Authentifizierung.

\_headcrash\_

## Quanten-Computer

Was ich mich frage: Sind die genutzten Algorithmen sicher gegen Angriffe per Quanten-Rechner? RSA zum Beispiel ist das sicher nicht.

Markus von Rimscha ✓

*FIDO2 beruht auf asymmetrischen Krypto-Verfahren, die durchweg anfällig für Angriffe durch Quanten-Computer sind – wie fast alle Krypto-Funktionen im praktischen Einsatz.*

## Warum nicht andersherum?

Wie gut Microsoft-fremde Textprogramme mit Word-Dateien umgehen, c't 18/2019, S. 114

Es ist für mich eine Form von unterschweiger Microsoft-Werbung, wenn der Wettbewerb nachweisen muss, wie gut er mit von MS Word erstellten Vorlagen klarkommt; warum nicht mal andersherum?

Und wer sich mit dem Thema schon lange beschäftigt, weiß, dass die verschiedenen Word-Versionen teilweise mit sich selbst nicht so ganz kompatibel waren und sind.

Harald Schrank ✓

## Keine Störerhaftung im LAN

Ihr Gastnetz, Freifunk und die Störerhaftung, c't 17/2019, S. 70

Es fällt auf, dass im Zusammenhang mit der Abschaffung der Störerhaftung immer nur von WLANs die Rede ist. Sogar in der politischen Begründung der letzten Änderung des Telemediengesetzes wird das „Telemedium“ ganz naiv immer als

# Du hast ein Faible für Sicherheit? Wir auch.

Höchste Sicherheit für Deine Dateien – dank Zero-Knowledge-Verschlüsselung.



100%

**SERVERSTANDORT  
DEUTSCHLAND**

## Cloud Speicher HiDrive 1 TB

- ✓ Inklusive Zero-Knowledge-Verschlüsselung im Wert von 2,- €/Monat
- ✓ 1 TB Cloud Speicher
- ✓ Inklusive Basic-Protokolle im Wert von 4,- €/Monat

nur **1,-**

€/Monat für 6 Monate,  
danach 7,50 €/Monat.  
Einrichtung: 0,- €, statt 10,- €  
Mindestlaufzeit: 12 Monate

Nur bis zum  
30.09.2019:  
Du sparst 121,- €  
im ersten Jahr!

WLAN bezeichnet. In der Folge hat sich in der Presse und vielfach auch in der c't diese Ausdrucksweise durchgesetzt.

Es kann doch aber wohl nicht sein, dass der Geltungsbereich des Gesetzes sich auf eine bestimmte Übertragungstechnik beschränkt? Auch die Bereitstellung eines Internetanschlusses per Kabel-LAN oder irgendeiner anderen Technik muss vom Gesetzgeber gemeint und von der Störerhaftung befreit sein.

Eckehard Seidl

## Super E-Roller

E-Roller in Deutschland, c't 18/2019, S. 60

Nach all der Empörung in den Medien möchte ich mal sagen: Ich finde E-Roller super! Anlässlich unseres Familienurlaubs in München hatten wir Gelegenheit, diese mal auszuprobieren. Gesagt, getan, lud jeder aus unserer Familie die App des Anbieters herunter und nach einem kurzen Scan des Barcodes fuhren wir zu viert, jeder auf einem Roller, von unserem Hotel in die Innenstadt. Dort angekommen, stellten wir wiederum nach kurzem Barcodescan die Roller ab. Es wurde sofort in der App das Mietende bestätigt und der Nutzungspreis wurde angezeigt. Super!

Kritiker mögen einwenden, dass die Nutzung viel zu teuer sei. Wenn man jedoch in einer fremden Stadt mehrere Sehenswürdigkeiten selbst „erfahren“ will, dann ist es schön, in Google Maps ein Ziel einzugeben, einen Kopfhörer ins Ohr und man bekommt angesagt, welcher Weg zu fahren ist. Zudem kann man sich unterwegs die Stadt anschauen. Angesichts der vielen Radfahrer, die uns auf dem Radweg überholt haben, kann ich auch nicht nachvollziehen, warum E-Roller gefährlicher als Fahrräder sein sollen. Aber so ist das wohl im technikfeindlichen Deutschland: Wenn es mal etwas Neues gibt, dann muss erst einmal darüber gemockert werden.

Carsten Petsch

## Schatten der Person

Künstlich intelligente Avatare lassen Tote auferstehen, c't 17/2019, S. 136

Im besten Fall bleibt der Avatar ein Schatten, der eigentlich nur Dinge, die man schon kennt, immer wieder in neuer Form präsentiert. Im schlechteren Fall wird er kreativ und bekommt Züge, die mit der Person nichts zu tun haben. Wenn die

## 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>

Sache mit den Avataren langweilig wird, ist nämlich anzunehmen, dass die Macher der Programme versuchen, Dinge reinzumixen, die nicht in den Daten sind, um damit die Nutzer bei der Stange zu halten. Aber das entspricht dann halt nicht mehr dem Original und kann sogar die Erinnerungen verfälschen.

Ich denke, da ist es sinnvoller, möglichst viel digitale Inhalte zu konservieren. Wer zum Beispiel viel auf Facebook schreibt, könnte einen Bot brauchen, der die Posts archiviert – für den Fall, dass Facebook mal Dinge radikal ändert und man alte Beiträge schlechter auffindet oder Facebook sogar irgendwann die Pforten schließt.

Wir produzieren heute so viel digitale Inhalte. Wenn man alles Interessante davon archiviert, haben die Angehörigen sehr viel an Erinnerungen an die Person. Das ist mehr wert als ein pseudolebendiger Avatar, der irgendwie aus dem, was er kennt, Sätze generiert.

CoolAllo

## FinTS? Fehlanzeige

Neue Onlinebanking-Regeln ab September, c't 18/2019, S. 66

Meine Bank hat mir unter Berufung auf die neuen Regeln meinen Zugang via FinTS (HBCI) und Signaturkarte gekündigt. So richtig erklären konnte man mir auf Nachfrage nicht, warum das bisherige Verfahren jetzt nicht mehr sicher genug ist.

Auf Anfrage, was denn meine Alternativen sind, ohne wieder auf TAN-Genera-

rator mit blinkenden Balken zu wechseln und doch noch meinen Card-Reader weinternutzen zu können, wurde mir das Verfahren USB-TAN genannt. Dazu benötigte mein Cardreader eine kostenpflichtige Firmware-Erweiterung.

Nun kann ich aus der Banking-Software die Daten zur TAN-Erzeugung an den Cardreader schicken, dort prüfen (Display) und unter Verwendung der Bankkarte (S-Card) die TAN generieren und zurückschicken. Im Prinzip wird durch die Erweiterung der CardReader zu einem TAN-Generator mit USB-Anschluss „degradiert“. Mir kommt das Ganze eher wie ein Rückschritt vor.

AndreasCS

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Wörter fehlen

So funktioniert der passwortlose Login mit FIDO2, c't 18/2019, S. 30

Im Kasten auf Seite 32 hat das Layout fünfeinhalb Wörter verschluckt. Der letzte Satz lautet vollständig: „Das modernere EdDSA auf Basis der DJB-Kurven ist nur optional vorgesehen, was ein kleines Haar in der Krypto-Suppe ist.“

### ThinkSystem

Neue Server mit AMD Epyc 7002 „Rome“, c't 18/2019, S. 45

Lenovo nennt die neuen Server mit je einem AMD Epyc 7002 ThinkSystem SR635 und ThinkSystem SR655; versehentlich hatten wir sie als „Think-Server“ bezeichnet.

### 2 statt 32 GByte/s

AMDs zweite Epyc-Generation mit 64 Kernen, c't 18/2019, S. 110

Die Übertragungsrate der 128 PCIe-4.0-Lanes beträgt 2 GByte/s, nicht wie im Text angegeben 32.

### WLAN-Controller-Master

WLAN-Access-Points für den Außeneinsatz, c't 15/2019, S. 110

Anders als dargestellt kann man im Mikrotik-Access-Point wAP ac auch einen WLAN-Controller-Master aktivieren (ct.de/ywu3).

CAPsMAN in Mikrotik-AP: [ct.de/ywu3](https://ct.de/ywu3)



W

L

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A



A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

N



Halle 17 und am  
Sommergarten

**Vergrößern  
Sie Ihr WLAN.  
Mit Mesh!**  
[avm.de/meshtig](http://avm.de/meshtig)





# storage2day

17.–19. September 2019

Print Media Academy,  
Heidelberg

Die Konferenz  
zu Speichernetzen  
und Datenmanagement

**PROGRAMM ONLINE**

## AUSZUG AUS DEM PROGRAMM:

### ■ Software-defined Storage

- SDS-Grundlagen
- Erasure Coding
- Praxisbericht: SDS im Petabyte-Bereich
- Einführung, Betrieb und Ausbau einer produktiven Ceph-Umgebung

### ■ Cloud-Storage

- Grundlagen des Cloud-Storage
- Cloud-Sicherheit
- Cloud-Storage und DSGVO

### ■ Archivierung und Backup

- Revisionssichere Speicherung sensibler Daten
- Disaster Recovery
- Die Zukunft von Tape Storage

### ■ Storage-Infrastruktur und Vernetzung

- NVMe-oF – Grundlagen und Möglichkeiten
- Sichere Dateidienste
- Speicherinfrastrukturen für Künstliche Intelligenz



[www.storage2day.de](http://www.storage2day.de)

Platinsponsor

**THOMAS  
KRENN®**

Goldsponsoren

**aikux.com**

**CISCO**

**CLOUDIAN®**

**DATAcore**



**FUJIFILM**

**FUJITSU**

**PURESTORAGE®**

**Tintri  
BY DDN**

Silbersponsoren

**EUROstor**

**Lenovo**

**TechData**  
Advanced Solutions

**TOSHIBA**

Bronzesponsoren

**SCALITY**

**SUSE**

Veranstalter



**dpunkt.verlag**





# Hackt unsere Kampfjets!

## Wie US-Militär und Unternehmen um Hacker buhlen

**Die US-Luftwaffe karrte einen F35-Simulator zur DEF CON, BMW hielt gemeinsam mit chinesischen Security-Forschern einen Vortrag auf der Black Hat. Viele Organisationen und Unternehmen bemühten sich auf den IT-Sicherheitskonferenzen in Las Vegas aktiv um einen guten Draht zu Hackern. Andere fremdelten noch.**

Von Uli Ries

**H**i, ich bin Will. Ich arbeite für die US Air Force“. Der bebrillte Mann im 80er-Jahre-Star-Wars-T-Shirt stand inmitten einer Traube aus Hackern im erstmals auf der Hackerkonferenz DEF CON errichteten „Aviation Village“ und erklärte den hinter ihm aufgebauten Flugsimulator. „Mit diesem Simulator machen sich unsere Piloten fit für Einsätze mit der F35,

unserem modernsten Kampfflugzeug“. Die F35 – und natürlich der Simulator – verlasse sich auf große Mengen Programmcodes, den es abzusichern gelte.

Bemerkenswert an diesem Auftritt war nicht nur der Aufwand, den die US-Luftwaffe mit dem Aufbau des Simulators betrieb. Sondern auch, dass „Will“ mit vollem Namen Dr. Will Roper heißt und als Assistant Secretary for Acquisition, Technology and Logistics den kompletten Einkauf der US Air Force verantwortet. Und dass er somit über ein Budget von rund 40 Milliarden US-Dollar gebietet. Jährlich.

Typischerweise buhlen daher Lieferanten um Ropers Gunst. Auf der DEF CON, die in diesem Jahr zum 27. Mal stattfand, war es genau umgekehrt: Das Militär buhlte um die Aufmerksamkeit von Hackern. Im Gespräch mit c't erklärte Roper, warum er zusammen mit dem US-Heimatschutzministerium, einer europäischen Airline und anderen Unternehmen das Aviation Village unterstützt: „Wir haben natürlich auch Hacker in unseren

Reihen. Aber nicht genug und wahrscheinlich auch nicht die besten Talente in ihrem jeweiligen Fachgebiet.“ Die Software sei es, die die F35 so überlegen mache. Und wenn man beim Thema Software-Sicherheit den Kopf in den Sand stecken würde, liefere etwas „ganz, ganz falsch“. Daher wollen die Air Force und auch zivile Luftfahrtorganisationen im Rahmen von IT-Sicherheits-Events talentierten Hackern Zugriff auf die relevante Avionik gewähren.

Konsequenterweise organisierte das US-Verteidigungsministerium parallel zur DEF CON in einem benachbarten Hotel auch einen Live-Hacking-Wettbewerb, bei dem es darum ging, Sicherheitslücken in der 20.000 US-Dollar teuren Trusted Aircraft Information Download Station (TADS) des F15-Kampfflugs aufzudecken. Laut US-Luftwaffe sammelt und verarbeitet TADS während des Flugs Daten von Kameras und anderen im Jet verwendeten Sensoren.

Am Wettbewerb beteiligte Hacker kritisierten im Nachgang, dass sie zu wenig Zeit gehabt hätten, um sich mit den für sie völlig fremden Komponenten zu befassen. Denn Avionik ist für die meisten ein böhmisches Dorf. Umso bemerkenswerter, dass sie in weniger als zwei Tagen – teilweise unter Einsatz von Schraubenziehern, Zangen und Krokodilklemmen – diverse Bugs im TADS finden konnten. Patrick Kiley von der IT-Sicherheitsfirma Rapid7 (siehe Aufmacherbild) entdeckte bei dieser Gelegenheit einige üble Bugs in Bordsystemen von Kleinflugzeugen, über die sich unter anderem deren Autopilot ausschalten ließ. Weitere entdeckte Bugs hätten gar Systemausfälle verursachen können.

Die Vertreter der Luftfahrtindustrie, die im Aviation Village anzutreffen waren, sehen bis zur reibungslosen Zusammenarbeit aber noch einen weiten Weg. Denn die stark regulierte, von unzähligen Standards und Zertifizierungen geprägte Branche hat nach wie vor Berührungssängste mit den typischerweise unorthodox arbeitenden Hackern. Und die müssen sich ihrerseits erst an eben jene Standards und die bislang streng vor ihren Blicken abgeschirmten Technologien herantasten.

### Hersteller und Hacker Hand in Hand

Die Automobilbranche ist da schon einen Schritt weiter. Tesla war schon 2015 als Unterstützer des ersten „Car Hacking Village“ auf der DEF CON, und im ver-

gangenen Jahr ließ es sich auch Unternehmensgründer Elon Musk nicht nehmen, einen Vortrag auf der Konferenz zu halten. Das Bug-Bounty-Programm seines Unternehmens zahlt bis zu 15.000 US-Dollar pro Schwachstelle.

Der Hauptpreis des diesjährigen Capture-the-Flag-(CTF)-Wettbewerbs im Car Hacking Village war zwar ein Tesla Model S, der Hersteller trat aber nicht als Sponsor auf. Nachvollziehbar, da die Sieger des Wettbewerbs das an sich brandneue Auto nicht ohne Gebrauchsspuren mitnehmen durften: Die Teams würfeln während des Wettstreits um Punkte. Würfelte ein Teilnehmer beispielsweise eine 3, durfte er dem Auto einen Schlag mit einem Hammer verpassen. Eine 6 bedeutete die Chance, eine Bowlingkugel auf die Motorhaube zu donnern.

Warum? Die CTF-Ausrichter erklärten es so: „Wenn man die Chance hat, etwas zu tun, das man sonst nie tun würde, dann muss man sie ergreifen“. Diese Aussage bezog sich offenbar sowohl auf die Chance, den Tesla zu hacken, als auch darauf, ihn zu demolieren, mit unzähligen Aufklebern zu verzieren oder mit Lippenstift-Abdrücken zu übersäen. Der Gewinner bekam letztlich die Schlüssel für ein, so die Veranstalter, „einzigartiges Fahrzeug mit Patina und Geschichte“ – und dem Wettbewerb war die Aufmerksamkeit von Besuchern und Presse sicher.

Ohne Auto im Gepäck, dafür aber mit Hackern auf der Bühne, präsentierte sich BMW. Offensichtlich fremdet der Autobauer nicht, wenn es um Kontakte zur Hacker-Gemeinde geht: BMW-Vertreter hielten gemeinsam mit Sicherheitsexperten der Tencent Keen Labs einen Vortrag auf der Black Hat. Darin ging es um teils aus der Ferne ausnutzbare Lücken in BMWs „ConnectedDrive“-Software, die Tencent 2018 entdeckte. Das chinesische Unternehmen hatte BMW anschließend geholfen, sie zu beheben.

Auch in Sachen Bug Bountys gab es Neuigkeiten während der Black Hat und DEF CON: Apple zahlt Bugfindern jetzt bis zu einer Million US-Dollar für Sicherheitslücken, die das Ausführen von Kernel-Code aus der Ferne ohne Zutun des Nutzers erlauben und zusätzlich einen Neustart des verwundbaren Systems überstehen.

Microsoft nutzte die Black Hat, um Neuigkeiten rund um seine Bug-Bounty-Programme anzukündigen: Die Redmonder zahlen jetzt bis zu 300.000 US-Dollar für Schwachstelleninformationen, die die

Cloud-Plattform Azure betreffen. Im eigens dafür eingerichteten Azure Security Lab können Hacker die produktiv eingesetzte Azure-Infrastruktur angreifen, ohne den Live-Betrieb und damit Kundendaten zu gefährden – online und zeitlich unabhängig von Events wie Black Hat oder DEF CON.

## Kommunikation zum Kopfschütteln

Weniger offen für eine Zusammenarbeit zeigte sich ausgerechnet Flugzeughersteller Boeing, der seit Monaten wegen Sicherheitsmängeln an seinen Flugzeugen in der Kritik steht. Nachdem der Security-Fachmann Rubens Santamarta Boeing auf etliche Schwachstellen und schlampig programmierte Passagen in der Firmware einer wichtigen Netzwerkkomponente des Langstreckenfliegers 787 („Dreamliner“) aufmerksam gemacht hatte, nahm der Hersteller zwar den Dialog auf. Am Ende servierte er Santamarta aber mit dem Kommentar ab, die Lücken nicht reproduzieren zu können – ohne ihm die Gelegenheit zu bieten, seine Entdeckungen vor Ort mit Ingenieuren zu diskutieren.

Der Chief Information Security Officer einer europäischen Fluglinie sagte im Gespräch mit c't, dass ihm dieses Verhalten unverständlich sei: „Wenn mir jemand einen Bug meldet und ich ihn nicht reproduzieren kann, dann tue ich doch alles, um die Schritte des Forschers nachvollziehen zu können“.

Gegenüber der US-Presse erklärte Boeing, dass die von Santamarta entdeckten Lücken zwar vorhanden, aber nicht ausnutzbar seien. Einen Beleg hierfür blieb das Unternehmen aber schuldig.

Problematisch gestaltete sich laut Daniel Romero und Mario Rivas von der

Cyber-Security-Firma NCC Group auch die Kommunikation mit diversen Druckerherstellern. Die Hacker hatten sich mittels automatisierter Penetrationstests die Firmware von Brother-, HP-, Kyocera-, Lexmark-, Ricoh- und Xerox-Druckern vorgenommen und binnen kurzer Zeit 50 teils schwerwiegende Bugs gefunden.

Die Kommunikation im Rahmen des Responsible-Disclosure-Prozesses verlief größtenteils schleppend: Einige Hersteller reagierten erst nach Monaten auf die Kontaktaufnahme durch die Forscher. Kyocera und Ricoh haben auch ein halbes Jahr später noch keine Sicherheitsupdates veröffentlicht.

## Air Force behält ihren Kurs bei

Für 2020 hat Will Roper von der Air Force noch größere Pläne, als er sie im Rahmen der DEF CON 27 umgesetzt hat: Während der nächsten Konferenz will er ausgewählte Hacker in einen Luftwaffenstützpunkt nahe Las Vegas bringen und sie dort auf alle digitalen Systeme eines echten Kampfflotts loslassen. Wahlweise soll auch das Kontrollsystem von Militärsatelliten im Angebot sein.

„Mir ist es lieber, wenn Hacker die Bugs vorab finden, bevor wir die Systeme in eine Gefechtssituation bringen“, sagt Roper. Damit beweist er eine Einstellung gegenüber White-Hat-Hackern, die Organisationen und Unternehmen im Hinblick auf noch unentdeckte Bugs künftig eine Menge Zeit und Risiko sparen könnte – und die sich langsam, aber stetig durchzusetzen scheint. (ovw@ct.de) **ct**

**Interessante Veröffentlichungen zu den Hacker-Konferenzen:** [ct.de/yvz8](https://ct.de/yvz8)

„Hackt unsere Stadt“: Im ICS-Village konnten Besucher der DEF CON versuchen, eine simulierte, vernetzte Smart City zu kapern.



# Fensterplatz

Windows mit Riesen-Desktop



<b>Welches Setup für wen? .....</b>	<b>Seite 18</b>
<b>Windows mit mehreren Monitoren .....</b>	<b>Seite 22</b>
<b>Tools zum Fenster-Anordnen .....</b>	<b>Seite 26</b>
<b>Tipps für hochauflösende Monitore .....</b>	<b>Seite 32</b>
<b>Virtuelle Desktops unter Windows .....</b>	<b>Seite 33</b>

**Wer mehr Platz auf seinem Desktop will, kann einen besonders hochauflösenden oder ultrabreiten Monitor anschließen, aber auch mehrere Monitore oder virtuelle Desktops verwenden. Doch welches dieser Setups eignet sich für wen, und wie arbeitet man damit unter Windows möglichst bequem und effizient?**

Von Axel Vahldiek

**W**enn auf dem Windows-Desktop mehr Platz für die Fenster sein soll, dann zählt letztlich nur eines: mehr Pixel. Rein technisch gesehen ist das heutzutage kein echtes Problem mehr, denn im Handel sind Monitore nahezu beliebiger Größen und Formate zu finden und anschließen lassen sie sich üblicherweise unkompliziert – c't hat gerade erst in [1, 2, 3] mehrere Artikel rund um die Auswahl eines oder mehrerer passender Monitore veröffentlicht. Dank virtueller Desktops lässt sich aber auch ohne größeren oder zusätzlichen Monitor mehr Platz schaffen. Doch welches Setup eignet sich für wen? Wie ordnet man auf so

einem Riesen-Desktop eigentlich die Fenster an und wie verschiebt man sie bei Bedarf mit möglichst wenig Aufwand an andere Positionen? Wie findet man den Mauszeiger möglichst schnell? Wie lassen sich Schrift, Symbole und so weiter anpassen? Wieso hakt der Mauszeiger beim Wechsel von einem auf den anderen Monitor mitunter? Was tun mit der Taskleiste? Und wo bekommt man eigentlich passende Hintergrundbilder her?

In dieser Ausgabe widmen wir dem Thema Riesen-Desktop mehrere Artikel. Der, den Sie gerade lesen, zeigt die ver-

schiedenen Wege auf, die zu einem Riesen-Desktop führen, und gibt Tipps, welcher sich für wen eignet. Die nachfolgenden Artikel stellen Tipps, Tricks und Tools vor.

## Wege zum Riesen-Desktop

Im Prinzip ist es es ganz einfach: Je höher die Auflösung des Monitors ist, sprich je mehr Pixel er anzeigt, umso größer ist der Desktop, also die für die Fenster zur Verfügung stehende Fläche. Der einfachste Weg zum Vergrößern des Desktops ist daher der Tausch des vorhandenen Monitors: Wenn Sie beispielsweise einen Full-HD-Monitor mit einer Auflösung von

1920 × 1080 durch einen 4K-Monitor mit 3840 × 2160 Pixeln ersetzen, haben Sie auf einen Schlag gleich vier Mal so viel Fläche zur Verfügung. Bei gleicher Monitorgröße gewinnt man allerdings keinen

Quadratzentimeter Platz – es wird alles nur kleiner.

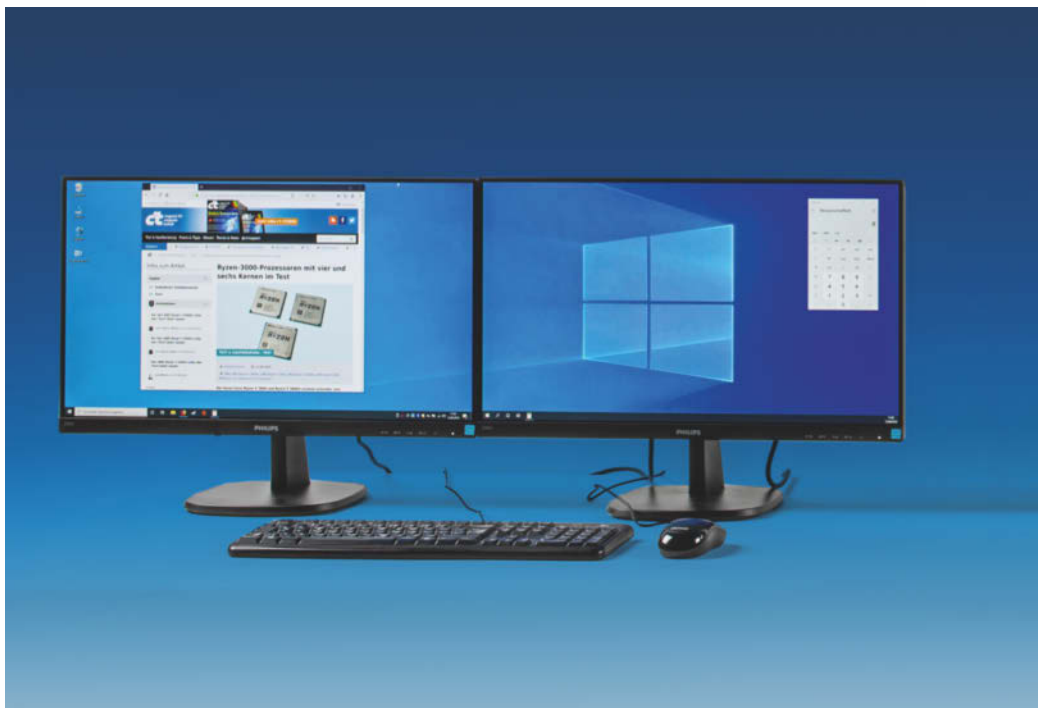
Ultrabreite Monitore vergrößern den Desktop vor allem zur Seite. Die Geräte wirken im ersten Moment so, als hätte man zwei Monitore nebeneinander in ein einziges Gehäuse verpackt und bei der

**Mehr Platz geht immer – notfalls virtuell.**



Windows kann selbst in der Home-Edition nicht nur hochauflösende Monitore ansteuern, sondern auch viele gleichzeitig. Zwei der hier zu sehenden Monitore sind an die Onboard-Grafik, die anderen vier an eine Grafikkarte der Einstiegsklasse angeschlossen.

Egal ob Sie mehrere Monitore (links), einen besonders hochauflösenden (Mitte) oder einen besonders breiten (rechts) verwenden, mehr Platz auf dem Desktop bieten alle. Die auf den Monitoren zu sehenden Browser- und Taschenrechner-Fenster belegen jeweils die gleiche Pixelfläche. Wie viel Platz sie jeweils in Quadratzentimetern belegen, hängt nicht nur von der Pixelfläche der Monitore ab, sondern auch von der Skalierung.



Gelegenheit die störenden Rahmen in der Mitte entfernt. Das erlaubt sehr flexible Fensteranordnungen, was mit Windows-Bordmitteln allerdings nicht immer Spaß macht. Um trotz der Breite auch an den Rändern alles gut erkennen zu können, sind solche Monitore mitunter gebogen („curved“). Das hat den Vorteil, dass der Abstand der Augen zum Bild beim Drehen des Kopfes stets gleich bleibt.

Eine weitere Alternative ist das Dazustellen zusätzlicher Monitore. Bei Notebooks beispielsweise geht kaum etwas anderes, da man das Display hier ja kaum tauschen kann. Der Klassiker sind dann Display und Monitor nebeneinander. Sie lassen sich aber auch hintereinander anordnen, sodass sie quasi übereinander erscheinen. Alternativ kann man externe Maus und Tastatur anschließen, das Notebook zuklappen und es so weit zur Seite legen, wie es die Kabel zulassen – das Ergebnis fühlt sich an wie das Sitzen vor einem Desktop-PC.

Das Anschließen eines zusätzlichen Monitors ist oft günstiger als der Tausch gegen ein Gerät mit höherer Auflösung. Um beispielsweise die gleiche Desktopbreite wie ein teurer 4K-Monitor zu erreichen (3840 Pixel), reicht es, zwei günstige Full-HD-Monitore à 1920 × 1080 nebeneinander zu stellen. Selbst drei antike 17-Zöller mit je 1280 × 1024 bieten diese Breite – und es gibt sie mitunter sogar gratis, etwa wenn man sie sich von Freunden

oder Verwandten schenken lässt, bei denen sie sonst eh nur im Keller verstauen. Mehrere nebeneinandergestellte wirken ähnlich wie ein ultrabreiter Bildschirm, und stellt man sie nicht gerade nebeneinander, sondern leicht bogenförmig, dann können Sie so sogar einen Curved-Monitor nachahmen. Sofern es die Geräte hergeben, können Sie sie per Display-Port sogar hintereinander anschließen, sodass zum PC nur ein einzelnes Kabel führen muss (Daisy chaining).

Wenn Sie die Monitore nicht nur neben-, sondern auch übereinander anordnen (was aber meist etwas Bastellei erfordert), können Sie auf Ihrem Desktop noch mehr Fläche erreichen. Für das Foto auf Seite 19 haben wir sechs Full-HD-Monitore zu einem Riesen-Desktop mit 5940 × 2160 Punkten zusammengefügt. Das geht günstiger, als so mancher denken mag: Zwei der Monitore sind an die On-board-Grafik, die anderen vier an eine Grafikkarte der Einstiegsklasse angeschlossen, und als Betriebssystem läuft Windows 10 Home. Zumindest für Office-Anwendungen reicht das locker aus.

Eines sollten Sie beim Beschaffen der Monitore beachten: Bei Multimonitor-Setups können schon kleine Helligkeits- oder Farbunterschiede unangenehm ins Auge fallen.

Mehr Pixelfläche ganz ohne Austausch- oder Zusatzmonitor lässt sich mit virtuellen Desktops bereitstellen. Man

ordnet die Fenster nach Aufgaben oder Projekten sortiert auf den verschiedenen Desktops an und schaltet zwischen diesen beispielsweise per Tastenkombination um. Die anderen Desktops bleiben dabei erhalten, und zwar inklusive der jeweiligen Anordnung der Fenster und Symbole. Zwar sieht man nie alle, sondern immer nur den gerade aktiven Desktop, doch dafür klappt das mit jedem Monitor, und zwar unabhängig von dessen Auflösung.

## Was für wen?

Welcher Weg zum Riesen-Desktop der richtige für wen ist, hängt vor allem vom persönlichen Geschmack ab. Denn was der eine als Vorteil empfinden mag, ist für den anderen ein Nachteil und dem dritten völlig egal. Hinzu kommt der finanzielle Aspekt: Nicht jeder kann oder will sich die Zusatzfläche auf dem Desktop mit Geld erkaufen. Lediglich die virtuellen Desktops sind für Besitzer von Windows-10-Rechnern ohne Zusatzkosten zu haben. Mitunter taugt ohnehin keine der anderen hier vorgestellten Lösungen, etwa wenn man unterwegs mit einem der in Bus, Bahn und Flieger üblichen Minitischen auskommen muss, auf die außer einem kleinen Notebook eh nichts passt. Tipps zum Einsatz virtueller Desktops unter Windows 10 finden Sie auf Seite 33.

Wer den gesamten Desktop mit einem besonders großen oder gar maxi-



mierten Fenster füllen möchte, ist vermutlich mit einem einzelnen großen Monitor besser bedient als mit mehreren kleineren. Denn bei einem über mehrere Monitore verteilten Fenster wirken die Rahmen dazwischen besonders störend. Dagegen hilft auch nicht unbedingt, beim Monitorkauf auf besonders schmale Rahmen zu achten. Denn gerade bei solchen Geräten reicht der sichtbare Bereich des Displays oft nicht ganz bis an den Hardware-Rand. Im ausgeschalteten Zustand sehen solche Geräte daher zwar schick aus, doch eingeschaltet ist der Abstand zwischen zwei nebeneinander stehenden Monitoren größer, als im ausgeschalteten Zustand zu ahnen ist – und damit eben doch störend. Das gilt noch mehr für den Einsatz von Vollbild-Anwendungen, bei denen anders als bei maximierten Fenstern nicht mal mehr die Fensterrahmen inklusive Menüleiste und Scrollbalken sichtbar sind (und auch nicht die Taskleiste).

Mehrere Monitore hingegen sind praktisch, wenn man ohnehin diverse Fenster offen hat, die jeweils komplett auf einen der Monitore passen, etwa Mail-Client, Browser, Office, Entwicklungsumgebung und so weiter. Das Sortieren auf die einzelnen Monitore erledigen Sie bequem mit Windows-Bordmitteln – mehr dazu im Artikel auf Seite 22. Viele Fenster auf einem einzelnen großen Monitor anzuordnen ist hingegen mit Bordmitteln nicht immer trivial. Es gibt aber

spezialisierte Utilities, die der Beitrag ab Seite 26 vorstellt.

Mehrere Monitore können sich auch als praktisch erweisen, wenn man einen Teil der Fenster lieber im Quer- und einen anderen gern im Hochformat nutzen möchte – dann dreht man, sofern die Hardware das erlaubt, einen der Monitore eben hochkant.

Mehrere Monitore taugen zum optischen Trennen der Fenster. Wenn Sie beispielsweise Ihre virtuelle Maschine oder Remotedesktopverbindung auf den einen Monitor und die anderen Programme auf den anderen schieben, dann wirkt das Ergebnis so ähnlich, als würden die Monitore die Desktops unterschiedlicher PCs anzeigen, obwohl in Wirklichkeit alles derselbe Desktop ist.

Schließlich erlaubt der Einsatz mehrerer Monitore auch, einen Teil davon gelegentlich umzuwidmen. Steht unter dem Schreibtisch neben dem Desktop-PC noch ein kleiner Server, kann einer der Monitore bei Bedarf dessen Bild anzeigen (etwa weil in dessen BIOS etwas umzustellen ist), obwohl er sonst immer als Zweitmonitor für den Desktop-PC dient. Oder man schließt an einen der beiden einen HDMI-Stick fürs abendliche Film-Streaming oder eine Spielkonsole an. Falls die Anzahl der HDMI-Anschlüsse nicht ausreicht, hilft ein HDMI-Switch; solche Verteilerkästchen gibt es schon für unter 20 Euro.

Falls Sie übrigens inspiriert durch unser Foto vom Arbeitsplatz mit den sechs Monitoren über eine ähnliche Konstruktion nachdenken: Beachten Sie, dass dafür nicht nur viel Stellfläche, sondern auch ein geringer Betrachtungsabstand erforderlich ist, um bei so einem Setup wirklich den Inhalt aller Monitore erkennen zu können. Je kürzer der Abstand ist, umso mehr steigt vor allem bei geringerer Blickwinkelstabilität der Monitore die Gefahr, auf den äußeren Rändern nur noch nach Verrenkungen etwas erkennen zu können. Die richtige Anordnung so vieler Monitore findet man daher meist erst nach einigen Experimenten. Auch nicht zu unterschätzen: Um den Zeiger von der linken oberen in die rechte untere Ecke des Desktops zu bewegen, kann die Maus auf dem Tisch je nach Konfiguration durchaus auch mal einen halben Meter zurücklegen müssen. Dennoch haben auch solche Setups ihre Berechtigung, vor allem für die Überwachung wirklich vieler Fenster gleichzeitig. Und, natürlich: Ein Riesen-Desktop soll ja nicht nur die Arbeit erleichtern, sondern auch Spaß machen. (axv@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Ulrike Kuhlmann, Das Auge wählt mit, Auswahlkriterien für den Monitorkauf, c't 15/2019, S. 74
- [2] Benjamin Kraft, Ein bisschen von allem, Allround-Monitore mit 24 und 27 Zoll für Büro und zu Hause, c't 15/2019, S. 80
- [3] Benjamin Kraft, FAQ: Monitore, c't 15/2019, S. 86



# Verteilt vereint

## Windows mit mehreren Monitoren betreiben

**An einem Windows-10-PC kann man mit mehreren Monitoren erstaunlich komfortabel arbeiten – sofern man Windows passend konfiguriert und einige Handgriffe für den Alltag kennt.**

**Von Axel Vahldiek**

Für diesen Beitrag haben wir unsere Lieblingstipps rund um den Multi-monitor-Betrieb unter Windows zusammengestellt. Als Beispiel dient Windows 10 Version 1903, mit älteren Windows-10-Versionen sowie Windows 8.1 funktioniert das meiste aber sehr ähnlich. Anders Windows 7: Dem Oldie fehlt noch so manche Funktion. Aber der Support für ihn läuft ohnehin im Januar nächsten Jahres aus, und die hier vorgestellten Tipps mögen vielleicht dazu animieren, schon jetzt auf eine neuere Windows-Version umzusteigen. Das Aktualisieren von Windows 7 auf 10 gelingt übrigens weiterhin kostenlos, unter [ct.de/-3892845](http://ct.de/-3892845) fin-

den Sie eine unverändert gültige Anleitung dazu.

### Erste Schritte

Das Einrichten mehrerer Monitore ist erstaunlich simpel: Schließen Sie die Monitore an, booten Sie Windows und klicken Sie mit rechts in einen leeren Bereich des Desktops. Wählen Sie „Anzeigeeinstellungen“, dann landen Sie in den Einstellungen unter „Anzeige“. Dort sehen Sie die angeschlossenen Monitore, wobei jedem eine Nummer von 1 bis X zugeordnet ist. Welcher in den Einstellungen angezeigte Monitor welchem echten entspricht, zeigt ein Klick auf „Identifizieren“ – Windows

blendet dann auf jedem Monitor die zugeordnete Nummer ein. Die angezeigten Monitor-Symbole können Sie mit dem Mauszeiger anfassen und so zurechtschieben, dass sie dem Aufbau auf dem Schreibtisch entsprechen.

Falls so viele Monitore angeschlossen sind, dass zusätzlich zur Onboard-Grafik beziehungsweise Grafikkarte eine weitere Grafikkarte erforderlich ist, dann sollten Sie dem Versuch widerstehen, das Anordnen der Monitore über die jeweils dazugehörige Konfigurationssoftware des Herstellers zu erledigen. Die erkennt nämlich womöglich nicht alle Monitore, sondern nur die an der jeweiligen Hardware angeschlossenen, was zu verwirrenden Ergebnissen bei der Darstellung der erkannten Monitore führen kann. Die Windows-eigenen Einstellungen hingegen erkennen stets alle angeschlossenen Monitore.

Falls ein Monitor hochkant stehen soll, markieren Sie das Pendant in den Einstellungen und scrollen dann runter bis „Bildschirmausrichtung“. Dort können Sie zwischen Quer- und Hochformat auswählen. Alternativ können Sie jeweils „... (gedreht)“ auswählen, um Monitore einzubinden, die nach links statt nach rechts gedreht sind oder auf dem Kopf stehen.

Beachten Sie bei der Anordnung der Monitore, dass der Desktop anschließend genau dieser Anordnung entspricht, was mitunter zu unerwarteten Maus-Häkchen führen kann. Nehmen wir als Beispiel einen Full-HD-Monitor mit  $1920 \times 1080$  Pixeln und daneben einen mit etwas geringerer Auflösung von  $1680 \times 1050$ . Wenn beide im Querformat unten bündig nebeneinander angeordnet sind, spielt die Breite der Auflösung keine Rolle, sehr wohl aber die Höhe, die sich hier um 30 Pixel unterscheidet (1080 zu 1050). Wenn Sie versuchen, den Mauszeiger vom Full-HD-Monitor ganz oben im Bereich dieser 30 Pixel auf den anderen Monitor zu schieben, wird das scheitern – Sie müssen den Zeiger erst um mindestens 30 Pixel nach unten schieben, bevor das Rüberschieben klappt. Noch deutlicher wird es, wenn Sie einen Monitor im Hoch- und den anderen im Querformat betreiben. Wer solche Probleme meiden will, verwendet nur Monitore mit identischer Auflösung und Ausrichtung und stellt sie entweder alle neben- oder alle übereinander.

## Hauptanzeige

Windows 10 behandelt nicht alle Monitore gleich. Einer ist der erste unter gleichen:

der „Hauptmonitor“. Nur auf diesem erscheinen zum Beispiel die Symbole aus dem Infobereich der Taskleiste (neben der Uhr) sowie der Sperr- und der Anmeldebildschirm. Welches der Hauptmonitor ist, bleibt Ihnen überlassen: Markieren Sie einen in den Einstellungen und setzen Sie ganz unten ein Häkchen vor „Diese Anzeige als Hauptanzeige verwenden“.

Der Hauptmonitor zeigt grundsätzlich den Desktop, doch was die anderen anzeigen, können Sie ebenfalls selbst entscheiden. Für möglichst viel Platz auf dem Desktop wählen Sie in den Einstellungen unter Anzeige ganz unten bei „Mehrere Bildschirme“ aus dem Pull-down-Menü „Diese Anzeige erweitern“ – der Desktop erstreckt sich dann über alle Monitore, bei denen diese Option ausgewählt ist. Alternativ können Sie die Anzeige duplizieren, doch das ist eher für einen zusätzlich angeschlossenen Beamer gedacht, über dessen Bild etwa Teilnehmer eines Meetings oder einer Schulung zuschauen können, was Sie gerade am PC machen.

Sie können die Anzeige auf eine beschränken, die anderen bleiben dann schwarz. Das empfiehlt sich ebenfalls für Beamer, wenn die Zuschauer vorübergehend mal nicht sehen sollen, was Sie gerade tun (Eingabe von Nutzerdaten und Ähnliches), ist aber mitunter auch im Multimonitor-Betrieb praktisch. Beim Zocken eines Spiels im Vollbildmodus etwa zeigt der andere Monitor sonst den Desktop, und so eine zusätzliche Lichtquelle mag so mancher beim Spiel- oder Filmgenuss

als störend empfinden. Gerade bei Spielen reicht es übrigens nicht aus, einfach nur den gerade ungenutzten Monitor abzuschalten, denn der Mauszeiger kann diesen dann nicht sichtbaren Bereich des Desktops je nach Spiel trotzdem noch erreichen. Wenn dann ein an den Rand bewegter Mauszeiger eine wichtige Rolle bei der Steuerung spielt, droht womöglich gar ein vorzeitiges „Game over“.

Das Einstellen dessen, was die Monitore zeigen sollen, geht auch per Tastenkombination: Windows+P ruft ein kleines Menü auf, durch das Sie sich mit den Cursor-Tasten bewegen können. Noch schneller geht es durch erneutes Drücken von Windows+P – die Finger befinden sich eh gerade über den richtigen Tasten.

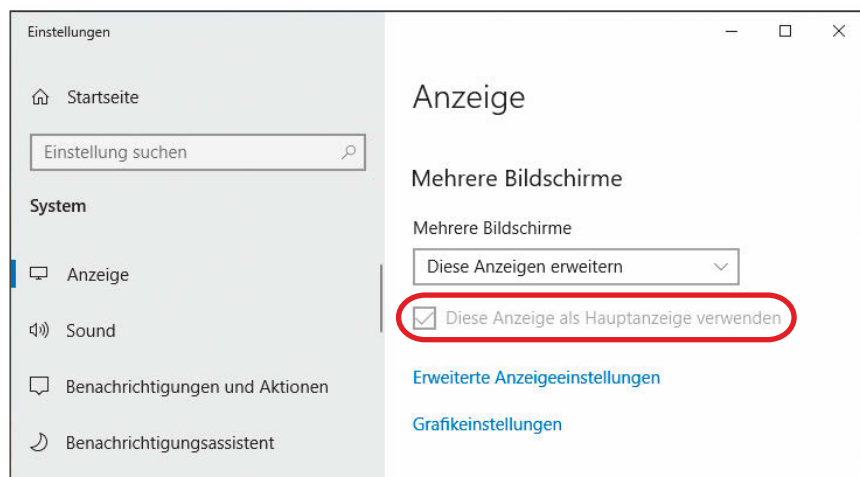
## Am Notebook

Unterwegs ist ein kleines, leichtes Notebook eine feine Sache, weil es Gewicht spart, am Schreibtisch hingegen bietet es sich an, es an einen zusätzlichen Monitor anzuschließen. Es vermeidet Kabelsalat, wenn Sie externe Maus und Tastatur dann drahtlos verbinden oder wenigstens über den USB-Hub des Monitors, denn dann brauchen Sie zusätzlich zum Monitorkabel immerhin nur ein weiteres Kabel in das Notebook zu stecken. Sollte der Mobilrechner die Anzeige via USB-C an den Monitor übertragen können, reicht insgesamt ein einziges Kabel – selbst das Netzwerkkabel könnten Sie dann mithilfe eines LAN-USB-C-Adapters an den Monitor statt ans Notebook stöpseln.

Wenn ohnehin externe Tastatur und Maus angeschlossen sind und das einge-



In den Einstellungen ordnen Sie die Monitore so an, wie Sie auch auf dem Schreibtisch stehen. Das Ergebnis ist dann ein großer logischer Desktop, der sich über alle Monitore erstreckt.



Einer der angeschlossenen Monitore fungiert als „Hauptanzeige“. Auf ihm erscheinen unter anderem die Symbole des Infobereichs der Taskleiste (neben der Uhr) sowie der Anmeldedialog.

baute Display verzichtbar ist, können Sie das Notebook zuklappen und beiseite legen. Das Gerät darf nur beim Zuklappen nicht ausgehen. Zum Konfigurieren drücken Sie Windows+X und wählen aus dem Menü „Energieoptionen“. Dort klicken Sie nacheinander auf die Links „Zusätzliche Energieeinstellungen“ und „Auswählen, was beim Zuklappen des Computers geschehen soll“. „Nichts unternehmen“ ist hier die passende Option. Das können Sie für „Akku“ und „Netzbetrieb“ sogar getrennt einstellen. Dann geht das Notebook fernab vom Stromanschluss beispielsweise in den Ruhezustand (Suspend to Disk, S4) oder in den Energiesparmodus (Suspend to RAM, S3), während es am Schreibtisch dank des Stromsteckers einfach weiterläuft. Was leider fehlt, ist eine Option, das abhängig davon zu machen, ob ein externer Monitor angeschlossen ist.

## Taskleiste

Wie Windows die Taskleiste und die Symbole darauf darstellen soll, konfigurieren Sie in den „Taskleisteneinstellungen“. Die erreichen Sie am schnellsten, indem Sie rechts auf eine leere Stelle der Taskleiste klicken und den gleichnamigen Menüpunkt auswählen. Die Multimonitor-Einstellungen stecken weiter unten bei „Mehrere Bildschirme“. Hier entscheiden Sie, ob die Taskleiste nur auf dem Haupt- oder auf allen Monitoren erscheinen soll. Die Schaltflächen der laufenden Anwendungen können wahlweise auf den Taskleisten aller Monitore erscheinen, nur auf jenem Monitor, auf dem das Fenster der Anwendung zu sehen ist, oder auf diesem

sowie zusätzlich auf der Taskleiste des Hauptmonitors.

Wo die Taskleiste auf einem Monitor erscheint, können Sie individuell festlegen. Klicken Sie dazu mit rechts auf einen leeren Bereich der Taskleiste und deaktivieren Sie die Option „Taskleiste fixieren“. Anschließend können Sie die Taskleiste mit der Maus an einen beliebigen Rand schieben (links draufklicken und Taste beim Verschieben gedrückt halten). Das ist vor allem dann sinnvoll, wenn Sie Monitore so anschließen, dass sie nicht nur neben-, sondern auch übereinander stehen (siehe Foto von den sechs angeschlossenen Monitoren im Artikel auf S. 18). Wenn die oberen Monitore die Taskleiste jeweils unten zeigen würden, verliefen sie störend quer durchs Gesamtbild. Besser ist, die Taskleisten auf den oberen Monitoren an den oberen Rand zu verschieben – das Gesamtbild ergibt dann eine durchlaufende Taskleiste ganz unten auf dem Desktop und eine ganz oben. Vergessen Sie nach dem Verschieben der Taskleisten nicht, die Option „Taskleiste fixieren“ zu reaktivieren, um versehentliches Verschieben zu vermeiden.

Doch noch ein Hinweis dazu: Es kann sich als problematisch erweisen, die Taskleiste an anderer Stelle als unten an den Monitorrand anzuheften. Bei unseren Versuchen klappte zwar stets alles problemlos, doch diverse Rückmeldungen von c't-Lesern zeigen, dass das leider nicht überall so ist. Einer der Gründe dafür könnte sein, dass vom Standard abweichend platzierte Taskleisten so ungewöhnlich sind, dass solche Szenarien

weder Microsoft noch die meisten Entwickler testen. Falls bei Ihnen alles funktioniert, haben Sie also Glück, doch falls nicht, ist es vermutlich das Einfachste, die Taskleiste eben doch unten zu belassen oder sie nur auf dem Hauptmonitor anzeigen zu lassen.

## Fensterschubsen

Das Anordnen von Fenstern per Tastenkombination funktioniert im Multimonitor-Betrieb wie sonst auch: Windows + Links/Rechts füllt ein Fenster in die rechte oder linke Monitorhälfte, Windows + Hoch maximiert ein Fenster, Windows + Runter macht das erst wieder rückgängig und minimiert dann. Windows + D zeigt den Desktop, Windows + M minimiert alle minimierbaren Fenster (sodass nicht minimierbare Fenster wie Eigenschaften-Diologe offenbleiben) und Windows + Pos1 minimiert alles außer dem gerade aktiven Fenster. Wenn ein Fenster derzeit nicht maximiert ist, können Sie es per Tastenkombi in einen der Quadranten des Desktops einpassen: Wenn Sie dann beispielsweise erst Windows + Rechts und dann direkt Windows + Unten drücken, passt Windows es in das rechte untere Viertel des Monitors ein. Auf diese Weise können Sie ziemlich schnell vier Fenster pro Display anordnen – ob das sinnvoll ist, hängt allerdings von der Größe des jeweiligen Monitors ab.

Praktisch ist die Tastenkombination Windows + Umschalt + Links/Rechts, denn sie verschiebt Fenster nicht an den Rand des gerade aktuellen Monitors, sondern auf den jeweils nächsten.

Eines gelingt leider nicht mit den Bordmitteln: ein Fenster per Tastendruck auf mehrere Monitore zu maximieren. Sie können sich nur mit der Maus herantasten, indem Sie das Fenster so weit aufziehen wie möglich, ohne dass dabei allerdings die Fensterränder die äußeren Desktop-Ränder berühren dürfen. Wenn Sie auf so riesige Fenster Wert legen, ist ein einzelner ultrabreiter Monitor das bessere Setup als mehrere kleinere Monitore. Nachrüstbare Werkzeuge zum Anordnen von Fenstern stellt der Artikel auf Seite 26 vor.

## Wo ist die Maus?

Das Suchen nach dem Mauszeiger mag nach einem Anfängerproblem klingen, doch im Multimonitor-Betrieb sind auch Profis davor nicht gefeit – je größer die Gesamtauflösung des Desktops, umso eher

geht der Mauszeiger in der Pixelmasse zwischen all den Fenstern verloren. Windows kann auf verschiedenen Wegen Abhilfe schaffen. Einer davon: Vergrößern Sie den Mauszeiger oder verpassen Sie ihm ein anderes Aussehen. Was dazu nötig ist, finden Sie in den Einstellungen (Windows+I) unter „Geräte/Maus“, wenn Sie dort auf den Link „Maus- und Cursorgröße anpassen“ klicken. Hier können Sie die Zeigergröße per Schieberegler anpassen und die Zeigerfarbe ändern – seit Windows 10 Version 1903 lässt sich sogar eine beliebige Farbe auswählen (hinter dem Link „Benutzerdefinierte Zeigerfarbe auswählen“).

Ein anderer Weg, um den Mauszeiger schnell wiederzufinden: Klicken Sie in den Einstellungen unter „Geräte/Maus“ auf „Weitere Mausoptionen“. Hier können Sie im Reiter „Zeigeroptionen“ wahlweise eine Mausspur anzeigen lassen, die der Zeiger dann hinter sich herzieht wie eine Art Kometenschweif. Oder Sie setzen ein Häkchen vor „Zeigerposition beim Drücken der STRG-Taste anzeigen“. Dann erscheint beim Drücken der Taste kurz ein bewegter Kreis um den Mauszeiger.

## Fernzugriff

Auch die Windows-eigene Remotedesktop-Verbindung zum Fernsteuern von PCs und Servern ist Multimonitor-tauglich. Rufen Sie zuerst „Remotedesktopverbindung“ aus dem Startmenü auf und klicken Sie dann auf „Optionen einblenden“. Im Reiter „Anzeige“ können Sie dann ein Häkchen setzen vor „Alle Monitore für Remoteansicht verwenden“. Das funktioniert erstaunlich gut: Selbst wenn an einem PC lokal beispielsweise drei antike 17-Zöller mit jeweils 1200 × 1024 Pixeln Auflösung angeschlossen sind, von denen

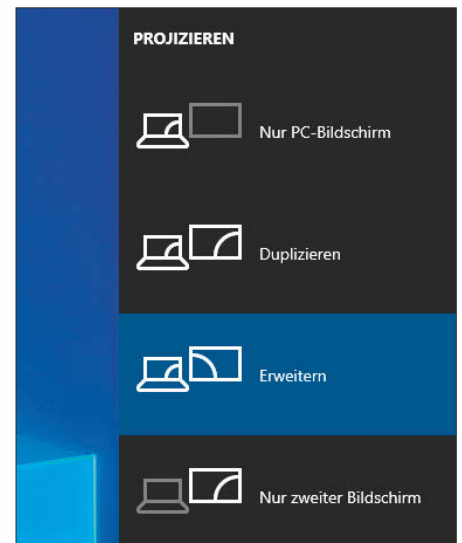
der rechte als Hauptanzeige dient, erscheint dessen Desktop in einer Multimonitor-Remotedesktop-Verbindung an einem PC mit zwei Full-HD-Monitoren in voller Pracht, und sofern so festgelegt, wandert auch die Hauptanzeige auf den linken der beiden Monitore. Nach unserer Erfahrung bleiben die Icons auf dem Desktop üblicherweise selbst bei solchen rasanten Auflösungswechseln stets da, wo sie hingehören – auch wenn Meldungen von c't-Lesern zeigen, dass das in Einzelfällen scheitern kann.

Der Clou: Sie können diese Konfiguration im Reiter „Allgemein“ als .RDP-Datei speichern. Wenn Sie zwei solcher Dateien anlegen – einmal mit und einmal ohne das genannte Häkchen –, können Sie beim Aufbau der Fernsteuerungssitzung sogar einfach durch das Wählen der passenden Datei wählen, ob alle oder nur ein Monitor verwendet werden sollen.

## Fürs Auge

Zum Abschluss noch zu einem Thema, das zwar nichts mit komfortablem oder effizienterem Arbeiten zu tun hat, sondern eher etwas fürs Auge ist: das Hintergrundbild. Windows kann es problemlos über mehrere Monitore strecken, aber auch für jeden Desktop ein eigenes Bild einstellen. Sie erledigen das in „Hintergrund“ in den Einstellungen und der schnellste Weg dorthin ist ein Rechtsklick auf eine leere Stelle des Desktops und die Auswahl von „Anpassen“.

Wenn Sie hier unter „Hintergrund“ „Bild“ einstellen und eines auswählen, erscheint es zuerst einmal auf allen Monitoren. Sie können aber unten bei „Anpassung auswählen“ festlegen, wie genau der Hintergrund angezeigt werden soll, etwa



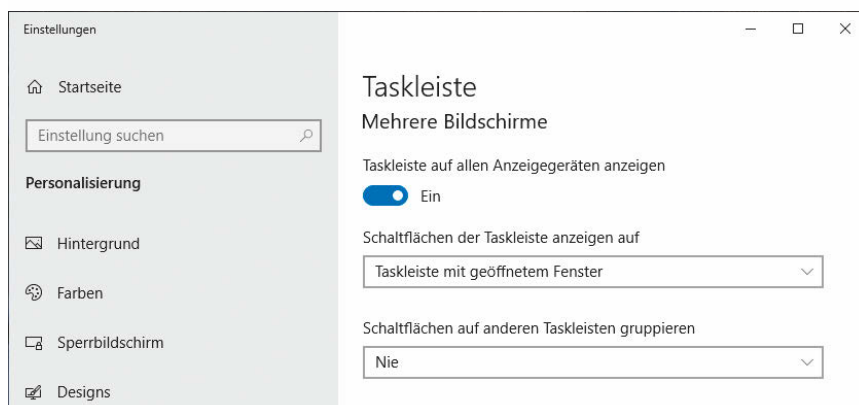
Mit der Tastenkombination Windows+P öffnen Sie einen Dialog, in dem Sie ruckzuck einstellen können, ob der Desktop sich über alle Monitore erstrecken soll.

zentriert oder den ganzen Desktop ausfüllend – spielen Sie damit am besten etwas herum, denn je nach Bild kann immer wieder eine andere Einstellung für das beste Ergebnis sorgen.

Wenn auf dem zweiten Monitor ein anderes Bild erscheinen soll, müssen Sie zu einem Trick greifen: Legen Sie zuerst wie beschrieben das zweite Bild als Desktophintergrund fest, das dann wieder auf allen Monitoren erscheint. Das zuvor ausgewählte Bild sehen Sie aber noch in der „Bild auswählen“-Liste. Wenn Sie darauf mit rechts klicken, können Sie es wahlweise für alle oder nur bestimmte Monitore festlegen.

Ein sich über mehrere Monitore erstreckendes Bild sieht am besten aus, wenn seine Auflösung der des gesamten Desktops entspricht. Beispiel: Zwei Full-HD-Monitore mit jeweils 1920 × 1080 Pixeln ergeben einen Gesamtdesktop von 3840 × 1080. Falls Sie kein passendes Bild besitzen: Das Internet ist voll davon. Suchen Sie einfach bei Bing, Google oder einer anderen Suchmaschine nach 3840 × 1080, eventuell ergänzt um einen einschränkenden Begriff wie „Strand“ oder – besser, weil erfolgversprechender – dessen englische Übersetzung „beach“. Übrigens stellt auch Microsoft einige durchaus ansehnliche „Panorama“-Hintergrundbilder zum Download bereit, zu finden unter [support.microsoft.com/help/18831](https://support.microsoft.com/help/18831).

(axv@ct.de) **ct**



Ob die Taskleiste nur auf dem Hauptmonitor oder auf allen erscheinen und was darauf dann jeweils zu sehen sein soll, können Sie selbst entscheiden.



# Ein Tool, die Fenster zu knechten

## Hilfsprogramme zum besseren Auslasten großer Displays unter Windows

**Den riesigen Monitoren wird es nicht gerecht, Anwendungen nur im Vollbild zu betreiben oder ihre Fenster ständig zu verschieben. Mit speziellen Tools fühlt sich der Windows-Desktop je nach Bedarf wie einer, zwei, drei oder ganz viele Monitore an. Wir überprüfen, welche Tools besonders praktisch sind und sich für Desktop-PCs und Notebooks eignen.**

Von Jörg Wirtgen

**K** Is fahren Autos, fälschen Gesichter in Filmen, berechnen das Wetter – aber am Programmfenster muss man wie im vorigen Jahrtausend blöde mit der Maus herumzuppeln, um es auf die gewünschte Größe zu kriegen? Dabei eröffnen gerade die Superbreit-Monitore neue Möglichkeiten: Browser in der Mitte, Mail und Chat an den Seiten daneben. Links die Doku, in der Mitte der HTML-Editor, rechts der Browser mit der gebauten Seite. Oder die Entwicklungsumgebung auf Zweidrittelbreite neben dem Ticketsystem auf einem Drittel.

Microsoft hat dazu vor einigen Jahren „Aero Snap“ erfunden. Inzwischen funktioniert die in „Fenster andocken“ umbenannte Funktion ganz gut, sie ist

samt einiger Optionen unter Einstellungen/System/Multitasking zu finden. Wirft man ein Fenster mit der Maus an den rechten oder linken Rand, vergrößert Windows es auf die halbe Monitorgröße, beim Wurf in eine Ecke entstehen Viertel; alternativ tippt man Win+Rechts, Win+Links oder zum Maximieren Win+Hoch – mehr dazu im vorigen Artikel. Der größte Nachteil von Microsofts Andocken ist allerdings, dass nur zwei Fenster nebeneinander vorgesehen sind.

Tools von Drittanbietern leisten mehr, vor allem erlauben sie flexiblere Layouts. Wir haben getestet: Divvy, MaxTo, Mosaico, Multiple Monitor und Stack. Viele Monitorhersteller legen ähnliche Tools ihren Breitbild- und Riesen-

Displays bei; die von Dell, LG und Samsung haben wir uns ebenfalls angesehen.

Ähnliche Funktionen gab es auch in einigen Grafikkartentreibern. Bei AMD und Intel ist davon nun nichts mehr zu sehen, und Nvidias nView funktioniert nur auf Profi-Grafikkarten mit Quadro-Chips – wir beachten es nicht weiter. Nicht im Test sind auch die Tools AquaSnap, Split-View und WindowSpace, da sie den Desktop wie Windows selbst nur vierteln. Der Window Manager von Chameleon funktionierte bei uns nicht. Nicht im Test sind zudem reine AutohotKey-Skripte sowie seit Jahren nicht mehr aktualisierte Tools.

Von den kostenpflichtigen Tools gibt es Testversionen; die kostenlosen Tools der Monitorhersteller funktionieren nur, wenn man einen unterstützten Monitor des Herstellers angeschlossen hat. Man kann problemlos mehrere der Tools parallel installiert haben und wechselseitig aufrufen. Sinnvollerweise startet man aber höchstens eines davon automatisch mit Windows. Ob man das Microsoft-Andocken gleichzeitig benutzen möchte, ist Geschmackssache; zumindest während einer ersten Testphase sollte man sich die dadurch entstehenden Problemchen ersparen und es unter Einstellungen/System/Multitasking abschalten.

## Layouts und Slots

Die Tools unterteilen den Monitor in verschiedene Felder, die manchmal Zonen, Bereiche, Regionen oder ähnlich genannt werden – wir nennen sie im Folgenden Slots. Einige Tools unterteilen den gesamten Desktop in solche Slots, die also zusammen die gesamte Desktop-Fläche ergeben (MaxTo, Multiple Monitors, Stack, die Tools, der Monitor-Hersteller). Das ist zwar intuitiv, aber auch etwas starr.

Ohne solche festen Layouts arbeiten Divvy und Mosaico. Hier liegen die Slots beliebig auf dem Desktop, dürfen sich überlappen und müssen den Desktop nicht komplett abdecken. Das ist flexibler, nur muss man selbst darauf achten, dass diejenigen Slots tatsächlich nebeneinander stehen, bei denen man das möchte.

Alle Tools erlauben, Fenster per Maus in einen Slot einzupassen. Mal klickt man auf den Maximieren-Knopf (MaxTo), mal auf neue Knöpfe in der Titelleiste (Multiple Monitors, Samsung). Viele Tools blenden beim Bewegen des Fensters im Hintergrund das Layout schemenhaft ein. Meist lässt sich dann konfigurieren, ob das Ein-

passen beim normalen Bewegen des Fensters passiert oder nur, wenn man gleichzeitig beispielsweise Strg drückt oder die mittlere Maustaste nutzt. Komplizierter macht es nur Divvy, hier muss man zuerst per Maus oder Hotkey das Divvy-Fenster öffnen und dann mit der Maus den gewünschten Bereich markieren.

## Tastatursteuerung

Statt per Maus ist es oft praktischer, ein Fenster per Tastatur in einen bestimmten Slot einzupassen. Dabei patzen seltsamerweise alle Tools der Monitorhersteller. Die anderen Hersteller bekommen das ganz gut hin; sie unterscheiden sich etwa darin, wie gut sich die Hotkeys konfigurieren lassen. Etwas umständlicher: Bei MaxTo muss man ein Makro anlegen, bei Stack die gewünschten Tasten in der XML-Datei des Layouts von Hand eintragen. Praktisch ist es auch, ein Fenster auf Tastendruck einen Slot weiter zu schieben – das klappt nur bei Divvy nicht.

Windows lässt für diese Zwecke nicht viele einhändig bedienbare Tastenkombinationen frei, siehe [ct.de/yxvg](http://ct.de/yxvg). Zur Wahl eines Slots fanden wir die Funktionstasten ab Win+F2 praktisch, zum Slot-weisen Verschieben Strg+Win+Y/+X. Nicht alle Tools können die Windows-Pfeiltasten nutzen, als Vorbedingung sollte man wie oben das Microsoft-Andocken ausschalten.

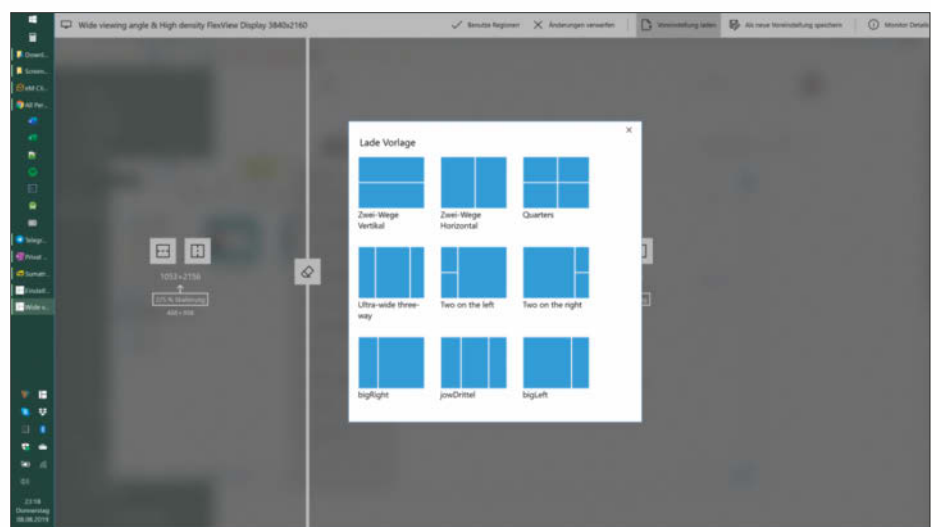
Soll ein Fenster mal größer als sein Slot werden, zieht man es per Maus auf die gewünschte Größe. Per Tastatur erzielt man bei Divvy und Mosaico ein ähnliches Ergebnis, indem man sich die ge-

wünschten größeren Slots zusätzlich anlegt. Stack erlaubt, einen Slot als Zusammenschluss kleinerer Slots zu definieren; den großen steuert man dann wieder per Hotkey an. Mit einem Trick kriegt man das auch bei Multiple Monitor und MaxTo hin: Man erstellt mehrere Layouts mit den gewünschten Slot-Größen und weist den Hotkey an, dieses Layout vor dem Einpassen zu laden. Danach funktionieren allerdings die Hotkeys zum Verschieben von Fenstern zwischen Slots nicht mehr wie gewünscht, weil man ja eine andere Slotkonfiguration geladen hat.

## Notebooks und mehrere Monitore

Hat man mehrere Monitore angeschlossen, sollte auf jedem ein eigenes Layout möglich sein. Das kriegen nur MaxTo und Stack gut hin, sowie erstaunlicherweise das Samsung-Tool auch bei Monitoren anderer Hersteller. Bei Divvy und Mosaico definiert man sich alternativ zusätzliche Slots in den gewünschten Größen. Monitore mit unterschiedlicher Skalierung (Einstellungen/System/Anzeige/Skalierung) unterstützen die Tools ganz gut, nur MaxTo stürzt dann ab, wenn man ein Fenster von einem auf den anderen Monitor schiebt.

Komplizierter wirds bei wechselnden Konfigurationen, wozu vor allem ein Notebook zählt, das man mal alleine, mal mit Monitor, mal mit Beamer betreibt; noch komplizierter, wenn dabei verschiedene Seitenverhältnisse und Skalierungen ins Spiel kommen.



Viele Tools bringen Layouts mit und erlauben, eigene anzulegen. MaxTo bietet dazu einen übersichtlichen Editor, der die Slotgrößen in Pixeln und unter Berücksichtigung der Windows-Skalierung anzeigt.



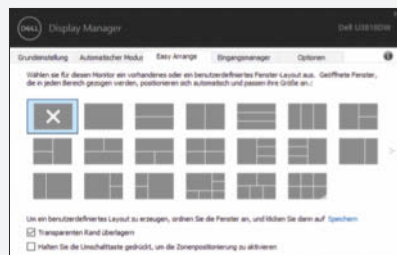
## Dell, LG, Samsung

Die Tools der Monitorhersteller ähneln sich zwar optisch nicht, aber leisten überraschenderweise Ähnliches. Sie lassen sich nur installieren, wenn ein explizit unterstützter Monitor des jeweiligen Herstellers angeschlossen ist; auch ein Notebook des Herstellers reicht im Allgemeinen nicht. Nur das Samsung-Tool ist etwas nachsichtiger.

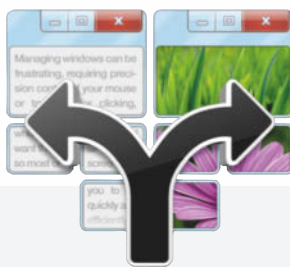
Die Tools schlagen Layouts vor, und der Nutzer passt die Fenster dann per Maus in die Slots ein; Hotkeys sind nicht vorgesehen. Eigene Layouts lassen sich nur eingeschränkt definieren, bei Dell etwa nur eines, bei Samsung kann man nur die Slotgrenzen verschieben.

Beim LG-Tool rasten Fenster beim Verschieben unveränderlich in die Slots ein, wir haben keine Möglichkeit gefunden, das etwa beim Datei-Explorer zu verhindern.

Das Samsung-Tool funktioniert als einziges der drei auf allen angeschlossenen Monitoren und nach der Installation auf einem Notebook sogar, wenn der Samsung-Monitor abgezogen wird. Es blendet zusätzlich in die Titelzeile der Fenster ein Icon zum Einpassen ein, was allerdings beispielsweise bei Spotify und Chrome nicht erscheint.



- ⬇️ wenige Einstellmöglichkeiten
  - ⬇️ Multimonitor nur eingeschränkt
  - ⬇️ keine Tastatursteuerung
- Preise: kostenlos



## Divvy

Divvy entstand unter macOS, was man dem Design der Fenster ansieht. Die Windows-Version hat seit Jahren kein Update erfahren. Nichtsdestotrotz funktioniert das Gebotene einwandfrei.

Die Vorgehensweise ist allerdings ungewöhnlich. Man verschiebt Fenster nicht per Maus in die Slots, sondern wählt ihre Größe direkt. Dazu klickt man entweder auf das Divvy-Icon in der Taskleiste von Windows oder – praktischer – tippt den einstellbaren Aktivierungs-Hotkey. Dann öffnet sich ein Fenster mit einem konfigurierbaren Raster, in dem man die gewünschte Fenstergröße mit der Maus aufzieht. Bei Multimonitor-Setups erscheint das Fenster auf allen Monitoren.

Um das nicht ständig machen zu müssen, definiert man sich Slots, in denen Fenster per Hotkey landen. Als Besonderheit müssen das keine systemweit gültigen Hotkeys sein, sondern es gehen auch welche, die nur funktionieren, wenn man vorher den globalen Aktivierungs-Hotkey tippt.

Die Slots können sich beliebig überlappen und müssen den Desktop nicht komplett abdecken. Beim Definieren nutzt man ein vorgegebenes, konfigurierbares Raster, das man auch on the fly vergrößern oder verfeinern kann.



- ⬆️ funktioniert unkompliziert
  - ⬇️ wenige Automaten
  - ⬇️ Einpassen per Maus umständlich
- Preis: 15,99 €



## MaxTo

MaxTo hängt sich primär in den Maximieren-Knopf: Der setzt ein Fenster nun in den nächstliegenden Slot. Alternativ hält man während des Verschiebens per Maus die Umsch-Taste gedrückt, dann wird der unter dem Mauszeiger liegende Slot markiert. Fenster lassen sich zudem per Win+Pfeiltasten in die Slots einpassen; Win+Alt+Pfeiltaste vertauscht Fenster zwischen Slots.

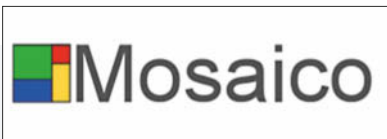
Beim Definieren der Layouts zeigt MaxTo die Slotgröße pixelgenau an und berücksichtigt dabei die Monitor-skalierung.

Zusätzlich kennt MaxTo Makros – Rezepte genannt, die man per konfigurierbarem Hotkey aufruft. Als „Zutat“ sind außer dem Einpassen von Fenstern in Slots auch das Starten eines Programms oder das Laden von Layouts möglich. Im Rezept bezeichnet man den Slot im Klartext, was nicht gut dokumentiert ist. Ausgehend von „top right“ aus dem Tutorial muss man selbst experimentieren.

Im Multimonitorbetrieb merkt sich MaxTo für jeden Monitor ein eigenes Layout. Beim Verschieben von Datei-Explorer-Fenstern zwischen Monitoren mit unterschiedlicher Skalierung stürzt der Explorer ab.



- ⬆️ übersichtliche Layoutdefinitionen
  - ⬆️ Programmstart per Hotkey
  - ⬇️ kein Verkettens von Slots
- Preis: ab 29 US-\$



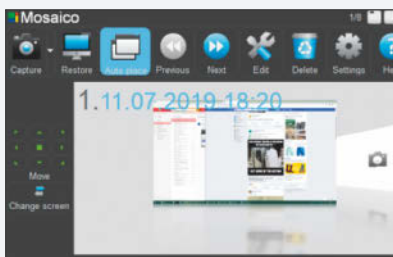
## Mosaico

Mosaico hat seit 2017 kein Update bekommen und bricht beim Start mit Hinweis auf eine fehlende DLL ab. Nach Installation der Visual-C++-Runtime von 2015 (siehe [ct.de/yxvg](http://ct.de/yxvg)) funktioniert alles tadellos, die Oberfläche wirkt aber altbacken. Das Konfigurationsfenster blendet permanent sein Logo auf dem Desktop ein.

Eine große Auswahl an Slots ist vorgegeben, eigene lassen sich komfortabel grafisch anlegen. Die Slots dürfen sich überlappen und müssen den Bildschirm nicht komplett abdecken.

Mit maximal neun Hotkeys passt man Fenster in diese Slots ein. Ist eine Taste mit mehreren Slots hinterlegt, schaltet mehrmaliges Drücken zwischen den Slots um. Bewegt man ein Fenster mit der Maus, werden die Slots transparent dahinter eingeblendet.

Die Positionen aller geöffneten Fenster lassen sich als Snapshot speichern und wieder aufrufen. Beim Aufrufen startet Mosaico zwischenzeitlich geschlossene Anwendungen wieder, lädt aber nicht darin geöffnete Dateien, URLs und Ähnliches. Die Fenstermaße speichert Mosaico in Pixeln, sodass beim Aufruf auf einem anderen Monitor Kuddelmuddel entsteht.



- 👆 Programmstart per Snapshot
  - 👆 mehrere Slots pro Hotkey
  - 👇 komplizierte Oberfläche
- Preis: privat kostenlos, Pro 20 US-\$

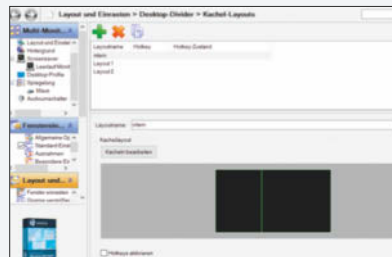


## Multiple Monitor

Der Hersteller Actual bietet für 50 US-Dollar die über viele Jahre gewachsene Toolsammlung „Windows Manager“ rund um Monitore und Desktops an, wobei die für diesen Test interessanten Funktionen auch im einzeln verkauften Paket „Multiple Monitors“ für 25 US-Dollar enthalten sind. Schon hier ist der Funktionsumfang unübersichtlich groß; vieles beherrscht Windows inzwischen von sich aus, sodass man sich auf langwieriges Ausprobieren, Vergleichen, Nachvollziehen und Herumkonfigurieren einstellen sollte – man entdeckt dabei aber auch einige nützliche Zusatzfunktionen.

Die Slot-Funktionen sind unter „Desktop Divider“ zu finden. Man definiert beliebig viele Layouts, die sich über definierbare Hotkeys schnell umschalten lassen. Per Maus bewegt man ein Fenster eher umständlich mit einem Snap-ähnlichen Einrasten in einen Slot; alternativ klickt man auf ein in der Titelleiste des Fensters eingeblendetes Icon oder nutzt Hotkeys.

Steckt man einen Monitor am Notebook an oder ab, oder kommen Mehrmonitorkonfigurationen mit unterschiedlichen Skalierungen zum Einsatz, kommt das Tool durcheinander.



- 👆 viele nützliche Funktionen
  - 👇 unübersichtliche Oberfläche
  - 👇 Monitorwechsel problematisch
- Preis: 24,95 US-\$



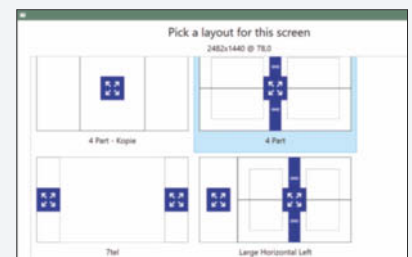
## Stack

Stack gibt einige Layouts vor. Die Fenster lassen sich mit der rechten oder zuverlässiger mit der mittleren Maustaste in die Slots verschieben, alternativ per Win+Pfeiltasten.

Slots lassen sich verbinden, sodass Fenster über zwei oder mehr Slots reichen. Zudem gibt es eine Slotart, die sich ausblendet und angrenzende Slots vergrößert, wenn kein Fenster eingepasst ist. Liegen mehrere Fenster in einem Slot, blendet Stack darüber optional eine Registerliste der Fenster ein; Mausklicks auf einen Namen holen das jeweilige Fenster im Slot nach vorne.

Auf Wunsch passt Stack alle Fenster in den nächstliegenden Slot ein, und zwar beim Laden eines Layouts oder auch beim Wechsel zwischen Notebook- und externem Display. Die Fenster landen dabei im nächstliegenden Slot, was nicht immer die gewünschte Stelle ist. Fenster lassen sich nicht von der Automatik ausnehmen, sodass etwa Datei-Explorer-Fenster riesengroß werden. Beim Wechsel der Monitorkonfiguration kommt Stack manchmal durcheinander.

Größter Nachteil: Eigene Layouts muss man in einer XML-Datei definieren, was sehr schlecht dokumentiert ist.



- 👆 Einpassen bei Monitorwechsel
  - 👆 innovative Optionen für Slots
  - 👇 kein grafischer Layout-Editor
- Preis: 5,99 €

Windows selbst kriegt das am Besten hin und merkt sich, welche Fenster auf der linken oder rechten Hälfte sitzen. So gut schafft das keines der Tools. MaxTo, Multiple Monitor und Stack merken sich das für jeden Monitor eingestellte Layout und aktivieren es beim Wechsel automatisch – aber sie passen die geöffneten Fenster nicht oder nicht zuverlässig in die Slots ein. Divvy und Mosaico machen bei einer Monitoränderung einfach gar nichts – und damit immerhin nichts falsch.

## Automatiken

Stack passt auf Wunsch alle Fenster automatisch in Slots ein – beim Programmstart, beim Konfigurations- oder beim Layoutwechsel. Auch die Tools von Dell und LG haben Ansätze einer ähnlichen Automatik. Bei den dreien funktioniert

das je nach Anwendung und nach Verhältnis von Alt- zu Neulayout mal besser, mal schlechter, aber nur selten perfekt.

Kein Tool, auch nicht Windows, kriegt es zuverlässig hin, eine Anwendung beim Start auf ihre alte Position zu setzen. Die Snapshots von Mosaico funktionieren da noch am besten, auch das Dell-Tool und Stack versuchen sich daran.

## Fazit

Keines der Tools erfüllt alle Wünsche. Am unproblematischsten und intuitivsten arbeitet Windows selbst – wenn nur endlich mehr als zwei Bereiche nebeneinander möglich wären. Die Tools von Dell, LG und Samsung funktionieren zwar, aber nur mit rudimentärem Komfort; auch für Notebooks und Multimonitor-Umgebungen eignen sie sich kaum.

Von diesen erweist sich Stack am modernsten und mächtigsten. Doch weil kein Layout-Editor vorhanden ist, stört die schlechte Dokumentation; man benötigt viel XMLperimentierwillen. MaxTo lässt sich besser bedienen, aber es fehlen überlappende Slots und Automaten bei Konfigurationsänderungen. Multiple Monitor gibt sich sehr flexibel, scheitert aber an manch modernen Windows-Eigenschaften; man muss viel Zeit in Konfigurationsfenstern einplanen. Mosaico leidet unter seinem Alter und bietet weniger als andere, löst aber durch die Snapshots einige Probleme besonders elegant. Divvy kann noch weniger, löst das aber elegant, zuverlässig und alltagstauglich, wenn man genügend freie Hotkeys findet. (jow@ct.de) **ct**

**Belegte Tastaturkürzel:** [ct.de/yxvg](https://ct.de/yxvg)

## Windowmanager-Tools

Art	Microsoft	Monitorhersteller			Dritthersteller				
Name	Windows 10	Display Manager	OnScreen Control	Easy Setting Box	Divvy	MaxTo	Mosaico	Multiple Monitors	Stack
Hersteller	Microsoft	Dell	LG	Samsung	Mizage, <a href="https://mizage.com/windivvy/">https://mizage.com/windivvy/</a>	Digital Creations, <a href="https://maxto.net/de">https://maxto.net/de</a>	Soulid Studio, <a href="http://www.soulidstudio.com/">www.soulidstudio.com/</a>	Actual, <a href="https://www.actualtools.com">https://www.actualtools.com</a>	Lost Tech LLC, <a href="https://losttech.software/stack.html">https://losttech.software/stack.html</a>
Version / von	1903 / 2019	1.4.0 / 2019	4.29 / 2019	1.0.33 / 2017	1.4.4 / 2015	2.0.1 / 2019	1.9.0.0 / 2017	8.14.1 / 2019	2.1.17.0 / 2019
<b>Konfiguration</b>									
Anzahl vorgegebene Layouts	1	36	12	12	–	6	–	–	8
eigene Layouts / eigene Slots	– / –	✓ / ✓	– / –	✓ <sup>2</sup> / –	– / ✓	✓ / –	– / ✓	✓ / –	✓ / –
überlagernde / verkettete Slots	– / ✓	✓ / –	– / –	– / –	✓ / –	– / – <sup>1</sup>	✓ / –	– / – <sup>1</sup>	– / ✓
versch. Layouts bei Multimonitor	–	–	–	✓	–	✓	–	✓ <sup>2</sup>	✓
Fenster merken sich ursprüngliche Größe	✓	–	–	–	–	–	✓	✓	✓ (Win+Esc)
<b>Slot per Maus wählbar</b>									
Maus / Maus+Taste / Icon in Titelleiste	✓ / – / –	✓ / ✓ / –	✓ / – / –	✓ / – / ✓	– / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / –	✓ / – / ✓	✓ / – / –
<b>Slot per Tastatur wählbar</b>									
Slot wählen / zwischen Slots verschieben	✓ <sup>2</sup> / ✓	– / –	– / –	– / –	✓ / –	✓ (Rezept) / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ (XML) / ✓
<b>Automatiken</b>									
Relayout beim Laden eines Layouts	–	✓	✓	–	–	–	–	–	✓
Relayout bei Monitoränderung <sup>3</sup>	–	–	✓	–	–	–	–	–	✓
Einpassen von Apps beim Start	–	–	–	–	–	–	✓ (Snapshots)	–	–
<b>Bewertung</b>									
Konfigurierbarkeit	⊖	○	○	○	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
per Maus / Tastatur	⊕⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊖ / ⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Automatiken / Multimonitor	⊕⊕ / ○	⊖ / ⊕⊕	○ / ⊕⊕	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○	○ / ⊖	⊕⊕ / ⊖	○ / ○
Dokumentation	⊕⊕	○	○	○	⊕	⊕	○	○	⊖
Preis	–	–	–	–	15,99 €	29 US-\$ (privat) 19 US-\$ pro Jahr (kommerziell)	kostenlos (privat), ab 19,99 US-\$ (kommerziell)	24,95 US-\$	5,99 €
<sup>1</sup> nur mit Tricks, siehe Text <sup>2</sup> funktioniert nur eingeschränkt, siehe Text <sup>3</sup> beispielsweise beim An- und Abstecken von Monitoren ⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊕⊕ sehr schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden    k. A. keine Angabe									



**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

**Nur 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**

# Wie gedruckt

## Windows 10 und hochauflösende Monitore

**Mit hochauflösenden Bildschirmen kommt Windows 10 eigentlich gut zurecht – und wenn doch nicht, gibts Handgriffe, die die Darstellung verbessern.**

Von Jan Schübler

**E**in Weg, um an mehr Platz für Fenster zu kommen, ist ein großer Monitor, der im besten Fall auch gleich eine hohe Pixeldichte hat – so gibt es nicht nur mehr Fläche, sondern auch ein schärferes Bild. Damit man trotzdem keine Lupe braucht, um Icons und Beschriftungen zu erkennen, skaliert Windows 10 die Darstellung im Regelfall automatisch. Je nach Bildschirmgröße meist mit 150 oder 200 Prozent – der Wert lässt sich in den Einstellungen unter „System/Anzeige“ in 25-Prozent-Schritten ändern.

Wenn diese Abstufung nicht ausreicht, können Sie die Skalierung auch in Ein-Prozent-Schritten einstellen. Dazu klicken Sie im gleichen Menü auf „Erweiterte Skalierungseinstellungen“, geben den gewünschten Wert unter „benutzerdefinierte Skalierung“ ein und klicken auf „Anwenden“. Nach dem Aus- und wieder Einloggen ist der neue Skalierungsfaktor aktiv.

Sehr selten hören wir noch von dem Problem, dass auf einem 4K-Monitor alle Icons und Fenster in der linken oberen Bildschirmcke hängen, nachdem der Monitor im Standby war. Die Ursache ist oft, dass die Grafikkarte im ersten Mo-

ment nach dem Aufwachen nicht die 4K-Auflösung des Monitors erkennt, von einer Basisauflösung von 1024 × 768 Pixel ausgeht und alle Icons und Fenster auf diese Auflösung zusammenschiebt.

Als Abhilfe dagegen empfehlen wir zunächst, Mainboard- und Grafikkarten-BIOS zu aktualisieren, ebenso wie die Grafiktreiber. Fruchtet das nicht, ist die einzig verlässliche Methode offenbar, den Monitor nie in den Standby-Modus gehen zu lassen. Dazu setzen Sie alle Bildschirm-Energiespar-Timeouts in den Einstellungen unter „System/Netzbetrieb und Energiesparen“ auf null.

### Verschiedene Monitore

Ein Sonderfall in Sachen Skalierung ist das Szenario, in dem zwei Monitore mit unterschiedlichen Auflösungen und/oder Pixeldichten an einem System betrieben werden. Das kommt meist bei Notebooks mit einem externen Monitor vor, aber auch, wenn man nach dem Kauf eines 4K-Bildschirms den älteren Monitor als Zweit-Display daneben stellt.

Um Icons, Apps & Co. auf beiden Bildschirmen in etwa gleich groß darstellen zu lassen, passen Sie den Skalierungsfaktor einfach für beide Geräte an, indem Sie in den Anzeigeeinstellungen zuerst den Monitor anklicken und dann den gewünschten Faktor einstellen.

Was bislang leider nicht klappt: beiden Monitoren separate „benutzerdefinierte“, in 1-Prozent-Schritten eingestellte Skalierungswerte zu geben. Eigentlich wäre das wünschenswert, um die Darstellung auf dem Zweit-Display genau an die des ersten

Monitors anzupassen. Aktiviert man die benutzerdefinierte Skalierung, drückt Windows den eingestellten Faktor aber allen angeschlossenen Displays aufs Auge.

### Matschige Programme

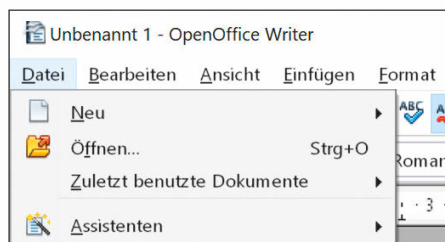
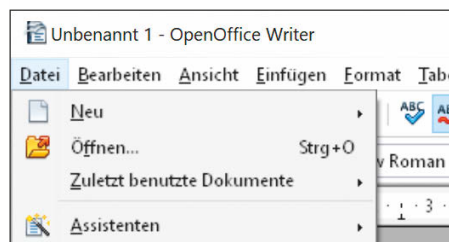
Zusätzliche Handgriffe sind eventuell nötig, wenn Programme vom Entwickler nicht auf variable Desktop-Skalierung hin optimiert wurden. Erscheint ein Programm winzig klein, matschig oder mit kaputtem Layout, bietet Windows 10 eine Zusatzeinstellung, die die Darstellung oft verbessert. Dafür klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die betreffende Programmverknüpfung auf dem Desktop, dann auf „Eigenschaften“, und dann in der Registerkarte „Kompatibilität“ auf „Hohe DPI-Einstellungen ändern“. Liegt die Programmverknüpfung nicht auf dem Desktop, sondern im Startmenü, ist ein kleiner Umweg nötig: Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Icon oder die Kachel, dann auf „Mehr“ und auf „Dateispeicherort öffnen“. Nun können Sie vorgehen wie beschrieben.

Setzen Sie nun ein Häkchen vor der Option „Verhalten bei hoher DPI-Skalierung überschreiben“. Aus dem darunterliegenden Menü lassen sich drei Optionen wählen. „Anwendung“ erzwingt, dass sich das Programm selbst darum kümmert, den Skalierungsfaktor zu erkennen und die Darstellung anzupassen. Meist ist dies auch das Standardverhalten der meisten Programme, sodass sich die Darstellung damit oft gar nicht ändert.

Die Einstellung „System“ gaukelt der Anwendung eine klassische 100-Prozent-Skalierung vor, und streckt das komplette Programmfenster dann einfach um den tatsächlich eingestellten Skalierungsfaktor. Dieser Modus funktioniert eigentlich immer, führt aber zu einem etwas hemdsärmeligen Ergebnis – das ganze Programm wird je nach Skalierung entweder verpixelt oder etwas verwaschen dargestellt.

Die Option „System (Erweitert)“ greift aktiver ins Rendering des Programmfensters ein. Vereinfacht gesagt bewirkt sie, dass grafische Elemente vergrößert und eventuell etwas unscharf werden, während Schriften in voller Auflösung und damit gestochen scharf erscheinen. Nach unseren Erfahrungen funktioniert dieser Modus nicht immer perfekt, produziert bei problematischer Software aber meist die besten Ergebnisse – probieren Sie einfach mit den Optionen herum, wenn ein Programm unsauber aussieht.

(jss@ct.de) **ct**



OpenOffice-Menütexte sehen erst mit der Skalierungsoption „System (Erweitert)“ scharf aus (rechtes Bild).

# Desktop-Karussell

## Mehr Fensterplatz mit virtuellen Desktops

**Reicht der Platz nicht für einen riesigen Monitor? Zusätzliche Fläche für Fenster gibts auch virtuell. Windows 10 braucht dafür kein zusätzliches Tool.**

Von Jan Schübler

Virtuelle Desktops gehören unter macOS und gängigen Linux-Distributionen schon seit Langem zur Grundausstattung – seit Windows 10 hat auch Microsoft sie endlich ins System integriert. Mit ihnen lassen sich Fenster in separate Arbeitsflächen sortieren. Praktisch ist das zum Beispiel, um die Fenster verschiedener Projekte oder Themen damit zu ordnen oder auch um im Home-Office berufliche und private Inhalte voneinander zu trennen, ohne gleich separate Benutzerkonten anzulegen.

Gemeinsam haben alle virtuellen Desktops, dass auf ihnen zwar die gleichen Icons und die gleiche Taskleiste zu sehen sind, nicht aber die gleichen Fenster. Der Einstieg funktioniert am besten durch Herumprobieren – daher hier die wichtigsten vier Tastaturkommandos dafür: Strg+Windows+D erzeugt einen neuen Desktop, Strg+Windows+Links sowie Strg+Windows+Rechts schalten zwischen den Desktops hin und her. Strg+Windows+F4 schließt den gerade aktiven Desktop. Keine Sorge: Eventuelle Fenster werden dabei nicht geschlossen, sondern auf den Desktop links davon geworfen. Spielen Sie ruhig ein wenig damit herum, um einen Eindruck von der Funktion zu bekommen – einen Desktop öffnen, dort Programme starten und dann hin- und her schalten. Kaputt machen können Sie dabei nichts.

Einstellbar ist, ob auf virtuellen Desktops nur die zu den jeweils anwesenden Fenstern gehörigen Taskleistensymbole erscheinen sollen oder aber die Symbole sämtlicher offener Fenster

aller Desktops. Die Option dafür findet sich in den Einstellungen unter „System/Multitasking“ im Abschnitt „Virtuelle Desktops“. Hier lässt sich ebenfalls festlegen, ob sich die gewohnte Task-Umschaltung per Alt+Tab über die Fenster aller Desktops erstrecken soll oder nur über die auf dem aktuellen Desktop liegenden.

### Sortieren

Zwei weitere Funktionen für virtuelle Desktops lassen sich in der Task-Ansicht nutzen. Die öffnen Sie via Windows+Tab oder mit einem Klick auf die Schaltfläche „Aktive Anwendungen“ auf der Taskleiste (auch „Task-Ansicht“ genannt). Erstens lassen sich einzelne Fenster hier per Drag & Drop auf andere Desktops schieben und so sortieren.

Zweitens kann man Windows anweisen, ein bestimmtes Fenster (oder sämtliche zu einem Programm gehörigen Fenster) stets auf allen virtuellen Desktops anzuzeigen. Praktisch ist diese Option etwa für den Taschenrechner oder Medien-Player wie Spotify, VLC & Co., die man stets griffbereit haben möchte. Klicken Sie

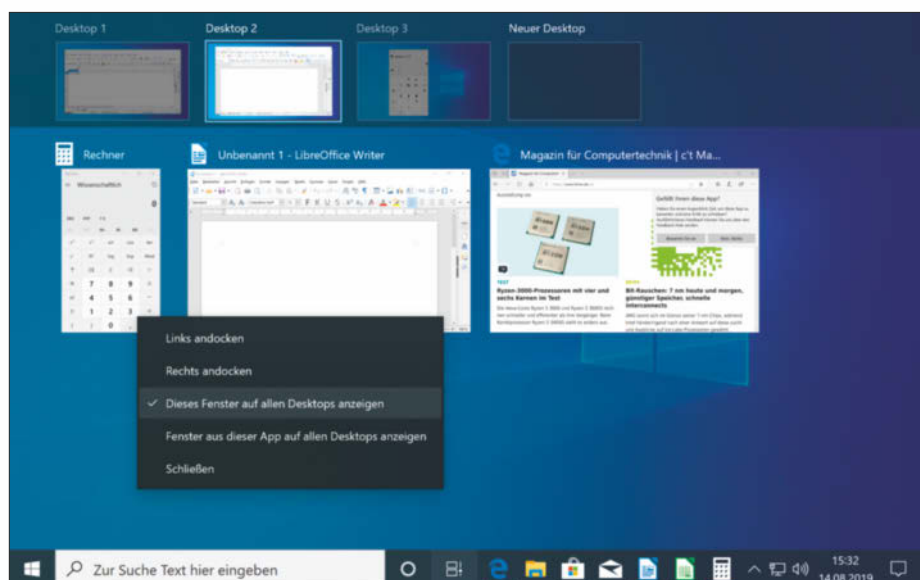
in der Task-Ansicht mit der rechten Maustaste auf das gewünschte Fenster und wählen die Option „Dieses Fenster auf allen Desktops anzeigen“ oder „Fenster aus dieser App auf allen Desktops anzeigen“.

### Kombinierbar

Virtuelle Desktops müssen nicht zwingend ein Ersatz für mehrere Monitore sein – sie lassen sich auch wunderbar damit kombinieren. Dabei gilt: Jeder zusätzliche virtuelle Desktop erstreckt sich stets über alle Bildschirme. Microsoft hat nicht vorgesehen, die Desktops „Monitor für Monitor“ durchzuschalten – das ist schade, aber kein dramatischer Verlust, denn es würde ohnehin nur mit identischen Auflösungen und Pixeldichten auf allen Bildschirmen sinnvoll klappen.

Wer Windows 7 oder 8.1 nutzt, muss nicht auf die virtuellen Desktops verzichten. Allerdings ist dann ein Tool nötig, das die Funktion nachrüstet – in der Vergangenheit haben wir mit Dexpot recht gute Erfahrungen gemacht (siehe [ct.de/yrzr](http://ct.de/yrzr)). Es funktioniert auch mit Windows 10; wer es bislang unter einer älteren Version verwendet hat, kann das also auch weiterhin tun. Es bietet zudem deutlich mehr Optionen als das Windows-Bordmittel. So lassen sich etwa Tastaturkommandos festlegen, die Fenster auf andere Desktops verschieben oder kopieren. (jss@ct.de) **ct**

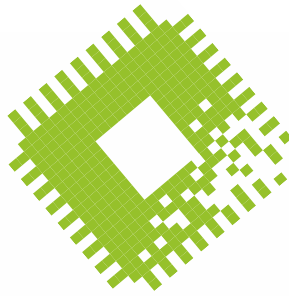
**Dexpot:** [ct.de/yrzr](http://ct.de/yrzr)



In der Task-Ansicht lassen sich Fenster nicht nur auf andere Desktops schieben, sondern auch auf allen Desktops festnageln.

# Bit-Rauschen

## Bockige CPU-Zufallszahlen und offene Befehlssatzarchitekturen



**AMD kämpft seit Monaten mit Zufallszahlengeneratoren in mehreren Prozessorgenerationen. IBM legt mit der OpenPOWER Foundation die Power-ISA offen und bringt sie bei der Linux Foundation unter.**

Von Christof Windeck

Wie der Zufall so spielt: AMD doktert an den eingebauten Zufallszahlengeneratoren gleich mehrerer Prozessorgenerationen herum. Der Bug in der RDRAND-Funktion des aktuellen Ryzen 3000 sorgte für Ärger, weil deshalb einige Linux-Distributionen nicht booten wollten und manche Windows-Programme den Start verweigerten. Das ließ sich zwar durch BIOS-Updates beheben, bescherte der Linux-Gemeinde jedoch ein Déjà-Vu: Bereits im Februar war beim Einsatz einer neuen systemd-Version aufgefallen, dass die RDRAND-Funktion einiger älterer AMD-Prozessoren nach dem Aufwachen aus dem Standby versagte.

Daran könnte ebenfalls das jeweilige BIOS schuld haben, falls es beim schnellen Standby-Start vergisst, auch RDRAND wieder zu aktivieren – anders als beim Neustart. Der sogenannte S3-Resume-Bootpfad ist seit 20 Jahren berüchtigt für Pannen und Sicherheitslücken. Unklar ist bisher aber, ob AMD geschlampt hat oder die jeweiligen Mainboard-Hersteller, die ihre BIOSe nicht gründlich genug testen. Jedenfalls holte AMD nun den Holzhammer raus, um die RDRAND-Funktion bei jüngeren Bulldozer-Prozessoren (Typ 15h ab Excavator) und einigen Billigprozessoren (ab Puma, Typ 16h 30h-3Fh) zu „reparieren“: Ein Kernel-Patch schaltet RDRAND unter Linux schlichtweg ab. AMD mag anscheinend nicht darauf vertrauen, dass die PC- und Mainboard-Hersteller BIOS-Updates für die alte Hardware ausliefern.

Doch andere Kernel-Entwickler kritisieren die Holzhammermethode harsch:

Sie warnen davor, den Linux-Kernel zur Reparatur kaputter Hardware-Funktionen zu missbrauchen. Wenn jeder Chiphersteller Code-Patches für vermurkste Features in den Kernel kippt, drohe ein Fass ohne Boden.

Die Diskussion rückt wieder einmal in den Blick, dass schlecht durchdachte „Featuritis“ schwere Probleme aufwirft, deren nachträgliche Reparatur dann Ressourcen frisst. AMD steht mit den RDRAND-Pannen auch nicht alleine da, denn Intel war damit schon 2012 bei Ivy Bridge (Core i-3000) auf die Nase gefallen. Intel hatte den Zufallsgenerator nach Vorgaben des US-Standards NIST SP800-90 umgesetzt, dem die NSA jedoch eine absichtlich geschwächte Unterfunktion Dual\_EC\_DRBG untergeschoben hatte, wie seinerzeit in c't 21/2013 berichtet. Das BSI empfiehlt bis heute, sich bei Zufallszahlen für sichere Schlüssel nicht alleine auf RDRAND zu verlassen – und das tut Linux auch nicht, sondern bezieht auch andere Zufallsquellen mit ein.

Der Random Number Generator (RNG) zog in AMD-Prozessoren wohl nicht zufällig 2015 mit dem ebenfalls kritisierten Platform Security Processor (PSP) auf Basis eines ARM Cortex-A5 ein, den AMD zwischenzeitlich in AMD Secure Processor umbenannte. Auch bei Zen-Prozessoren wie dem Ryzen 3000 liefert die Zufallszahlen ein „Cryptographic Coprocessor CCP 5.0“, der laut Erklärung von AMD-Entwicklern auf der Linux-Kernel-Mailingliste wiederum Teil des „Secure

Processor“ ist. Linux-Mastermind Linus Torvalds halten AMDs Zufallsprobleme nicht davon ab, einen Ryzen-PC bauen zu wollen – letzteres verkündete er im Forum bei RealWordTech.

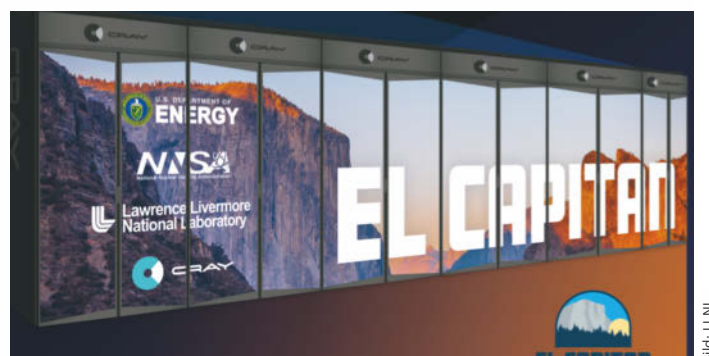
## OpenPOWER

Das US Department of Energy (DoE) steckt 600 Millionen US-Dollar in einen weiteren Exaflops-Supercomputer für die Atomwaffenforschung: Die HPE-Tochter Cray soll den „El Capitan“ ab Ende 2022 am Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) installieren. Es soll ein hybrides System mit CPUs und GPUs werden – aber welche, ist noch offen. Die Entscheidung will man später treffen, weil es bei diesen Chips derzeit rasche, schwer vorhersagbare Entwicklungen gibt. Da müssen sich die „üblichen Verdächtigen“ AMD, Intel und Nvidia jetzt ins Zeug legen. Dabei fällt auf, dass von IBMs Power9 derzeit wenig zu hören ist in Bezug auf Supercomputer. Zwar sind die aktuellen Top500-Spitzenreiter Summit und Sierra mit der IBM-CPU bestückt, aber sonst nur vier weitere Systeme. Googles einst mit großen Hoffnungen gestartetes „Zaius“-Projekt für offene Power9-Cloudserver kommt zwar wohl tatsächlich zum Einsatz, scheint aber eher Nischen zu füllen. Inspur – der drittgrößte Serverhersteller der Welt – verkauft nach eigenen Angaben immerhin viele Power9-Maschinen in China.

IBM und die OpenPOWER Foundation entwickeln unterdessen fleißig weiter, etwa an OpenCAPI-Erweiterungen wie dem Open Memory Interface (OMI). Nun hat die OpenPOWER Foundation nicht nur die Power-Befehlssatzarchitektur (ISA) offengelegt, sondern ist auch unter Dach der Linux Foundation geschlüpft. Dort, nämlich bei der CHIPS Alliance, nisten unter anderem auch Förderer der offenen RISC-V-ISA, über die Sie ab Seite 134 in dieser c't mehr lesen können.

(ciw@ct.de) 

**2023 soll der Supercomputer „El Capitan“ dem US-LLNL über 1,5 Exaflops Rechenleistung liefern – aber mit welchen Chips, ist noch offen.**



## Ryzen-Gaming-Notebook

HP stattet das Notebook **Pavilion Gaming 15** mit einem Full-HD-Display mit 15,6 Zoll Diagonale aus. Zur Wahl stehen IPS-Panels mit 60 Hz oder 144 Hz Wiederholrate. Für ausreichend Spieleperformance sorgen ein Quad-Core-Prozessor vom Typ Ryzen 5 3550H (2,1 GHz, Turbo: 3,7 GHz) oder Ryzen 7 3750H (2,3 GHz, Turbo: 4 GHz) und eine Grafikkarte wie die GeForce GTX 1050 mit 3 GByte GDDR5-RAM oder GeForce GTX 1660 Ti (6 GByte GDDR6) mit MaxQ-Technik.

Die Größe des Arbeitsspeichers beträgt mindestens 8 GByte. Das Betriebssystem liegt auf einer 512 GByte großen NVMe-SSD. Der tragbare Gaming-Rechner wiegt 2,2 Kilogramm und ist mit WLAN, Bluetooth und Gigabit-Ethernet ausgestattet. HP bietet die Basisvariante des Pavilion Gaming 15 ab September für 799 Euro an.

(chh@ct.de)



Im Dunkeln hilft die grüne Tastaturbeleuchtung des Pavilion Gaming 15 die richtige Taste zu treffen.

## Gefälschte Prozessoren

Beim **Online-Händler Amazon** sind erneut manipulierte CPUs aufgetaucht, diesmal handelt es sich um teure Server- und High-End-Prozessoren. Ein c't-Leser hat als gewerblicher Kunde direkt bei Amazon Business einen vermeintlichen 14-Kerner Core i9-9940X für netto 1007 Euro erworben. Die CPU wurde in einer täuschend echten Produktverpackung geliefert. Auf dem Heat-spreader war die korrekte Produktbezeichnung eingelasert. Allerdings handelte es sich um einen älteren Prozessor mit der Fassung LGA2011. Der Core i9-9940X verwendet jedoch LGA2066.

Vermutlich schleifen die Fälscher die Oberfläche des Heat-spreaders ab und bringen entweder eine neue Beschriftung per Lasergravur auf oder manipulieren die vorhandene. Solche Maschinen gibt es inzwischen für niedrige vierstellige Summen zu kaufen.

Im Internet sind auch Berichte über gefälschte Xeon-Modelle bei Amazon aufgetaucht. Bei diesen ist es besonders leicht die Bezeichnung zu verändern, weil sich die CPU-Generation nur in einer Ziffer unterscheidet. So gibt es zum Beispiel Xeon E5-2683V3 und Xeon E5-2683V4. Letzterer kostet derzeit 1850 Euro, während der ältere Xeon V3 für 1300 Euro gehandelt wird.

(chh@ct.de)

## Für Softwareentwickler

R. Preißel · B. Stachmann

### Git

Dezentrale Versionsverwaltung im Team  
Grundlagen und Workflows

5. Auflage

2019, 360 Seiten

€ 34,90 (D)

ISBN 978-3-86490-649-7



K. Spichale

### API-Design

Praxishandbuch für Java- und  
Webservice-Entwickler

2. Auflage

2019, 382 Seiten

€ 36,90 (D)

ISBN 978-3-86490-611-4



A. Rüping

### Gute Entscheidungen in IT-Projekten

Unbewusste Einflüsse erkennen,  
Hintergründe verstehen,  
Prozesse verbessern

2019, 204 Seiten

€ 29,90 (D)

ISBN 978-3-86490-648-0



U. Vigenschow · B. Schneider · I. Meyrose

### Soft Skills für Softwareentwickler

Frage-techniken, Konfliktmanagement,  
Kommunikationstypen und -modelle

4. Auflage

2019, 376 Seiten

€ 36,90 (D)

ISBN 978-3-86490-697-8



J. Noack · J. Díaz

### Das Design Sprint Handbuch

Ihr Wegbegleiter durch  
die Produktentwicklung

2019, 220 Seiten

€ 24,90 (D)

ISBN 978-3-86490-656-5



dpunkt.verlag

fon: 0 62 21 / 14 83 40

e-mail: bestellung@dpunkt.de

www.dpunkt.de

plus+

Buch + E-Book:  
www.dpunkt.plus

# Hard- statt Software

## Software-defined Storage in (FPGA-)Hardware

**Anstelle proprietärer Speichersysteme nutzen Rechenzentren häufiger verteilte Massenspeicher in Standardservern mit SSDs und Storage-Software. Nun drängen neue Konzepte auf den Markt, bei denen wieder spezielle Adapterkarten zum Einsatz kommen.**

Von Christof Windeck

Speichersysteme auf Basis gängiger Server ohne spezielle RAID-Host-adapter sind mittlerweile weit verbreitet: Software verwaltet das Speicher-Subsystem, Stichwort Software-defined Storage. Neue Cloud- und Serverdienste verändern jedoch die Anforderungen: verteilte Speicherung, höhere Datentransferrate, kürzere Latenzen, Deduplikation, Kompression und separate Verschlüsselung für jede laufende virtuelle Maschine. Mehrere Anbieter versprechen, solche Funktionen mit spezialisierten Adapterkarten unter einen Hut zu bringen. Meistens geht es dabei um NVMe over Fabrics (NVMeoF), also grob gesagt um die Anbindung sehr schneller PCIe-SSDs über günstige Ethernet-Verkabelung. Ethernet-Adapterkarten mit 40 Gigabit/s (40GE) sind mittlerweile für unter 500 Euro erhältlich, 100GE-Adapter für unter 1000 Euro. Letztere schaffen Datentransferraten in der Größenordnung von 10 GByte/s.

NVMeoF nutzt ältere Ideen wie Remote Direct Memory Access (RDMA), um DMA-Zugriffe von einem Server auf den Hauptspeicher eines anderen Servers mit

niedriger Latenz zu ermöglichen. Ursprünglich war das eher für Infiniband vorgesehen, mit RDMA over Converged Ethernet (RoCE) dann auch für Ethernet-Verbindungen. NVMeoF ist aber nicht auf Ethernet festgelegt: Für räumlich benachbarte Systeme reicht auch PCI Express (PCIe). Damit ermöglicht NVMeoF sogenannte „composable infrastructure“ und disaggregierte Systeme: modulare Server, deren Konfiguration sich flexibel und sogar automatisiert an veränderte Nutzungszwecke anpassen lässt.

Die einfachsten NVMeoF-Speicher verwenden PCIe-Verbindungen über MiniSAS-X4-Kabel mit bis zu drei Meter Länge. Darüber lassen sich Server mit einer zentralen NVMe-Speicherbox im gleichen Rack koppeln. Eine solche SSD-Speicherbox nennt man in Anlehnung an den Begriff Just a Bunch of Disks (JBOD) auch Just a Bunch of Flash (JBof). Das flache Supermicro SuperStorage SSG-136R-N32JBf hat acht externe PCIe-x8-Ports und nimmt 32 U.2-SSDs auf; damit sind knapp 1 PByte Kapazität möglich.

In den angeschlossenen Servern versprechen Hardware-Adapter für NVMeoF kurze Latenzen, indem sie die Algorithmen für Deduplikation, Kompression, Verschlüsselung und Redundanz lokal ausführen. Ein solcher Adapter ist der Nalatech Bittware 250-SoC, dessen Herzstück der programmierbare Logikchip (Field Programmable Gate Array, FPGA) Xilinx UltraScale+ ZU19EG ist. Auf dem FPGA läuft ein IP-Core von Xilinx für NVMeoF, der im Prinzip auch über Ethernet- statt PCIe-Verbindungen kommuni-

ziert. Xilinx nennt bis zu 2,5 Millionen IOPS für 100GE.

Attala Systems hat erste Versionen des Storage SmartNIC für NVMeoF auf Basis eines Intel-Altera-FPGA ausgeliefert. Die Adapterkarte soll Server mit vielen virtuellen Maschinen entlasten; sie koppelt lokale NVMe-SSDs in den einzelnen Servern mit per Ethernet angebotenen NVMeoF-JBOFs zu einem verteilten Speichersystem. Vorbild sind die Nitro-Adapterkarten, die Amazon für die haus-eigene Cloud selbst entwickelt hat.

### Target-Controller

Ein NVMeoF-JBOF mit Ethernet-Schnittstellen lässt sich grundsätzlich aus einem Wald-und-Wiesen-Server mit vielen PCIe-Lanes und Intel-Xeon- oder AMD-Epyc-Prozessor bauen. Niedrigere Latenzen versprechen aber spezialisierte NVMeoF Target Controller wie Mellanox BlueField BF1500 und BF1600. Darin stecken jeweils bis zu 16 ARM-Rechenkerne vom Typ Cortex-A72 und es lassen sich zwei SO-DIMMs für bis zu 16 GByte lokalen Speicher aufstecken. Andere Varianten der BlueField-Karten sind als NVMeoF-Hostadapter ausgelegt.

Die französische Firma Kalray offeriert die Kalray Target Controller KTC80 (2 × 40GE, PCIe 3.0) und KTC200 (2 × 100GE, PCIe 4.0) mit dem hauseigenen Multicore-Prozessor MPAA. Mehr Flexibilität hat Xilinx im Sinn: Der FPGA-Spezialist verkauft – wie die konkurrierende PCG-Sparte von Intel – nicht mehr nur einzelne Chips und Developer-Boards, sondern auch komplette PCIe-Karten, die ein FPGA mit lokalem Speicher und 40GE- oder 100GE-Ports kombinieren. Dafür wiederum bieten Xilinx und eine Reihe von Partnerfirmen passende „Softwareprozessoren“ als ladbare IP-Cores an. Die vermutlich rund 2000 Euro teure Xilinx Alveo U50 soll sich auch für „Fabric-attached Computational Storage“ eignen: Die Speicherbox liefert damit nicht nur hohe Transferraten, sondern übernimmt etwa auch die Verschlüsselung oder durchsucht die lokalen SSDs.

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

Das weniger als fünf Zentimeter flache Gehäuse des Supermicro SSG-136R-N32JBf lässt sich mit 32 PCIe-SSDs für bis zu 1 Petabyte Kapazität bestücken.



Bild: Supermicro

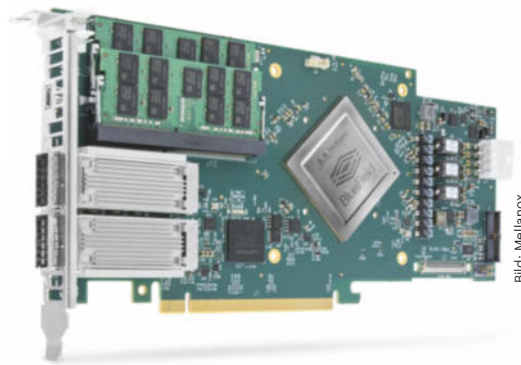


Bild: Mellanox



# Shift happens.

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

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

# Krebsgang

## Keine Entscheidung im Wettlauf um die Autovernetzung

**Autovernetzung kann Leben retten – so viel ist sicher. Klar ist auch, wie sich unter anderem Deutschland gegen die vielerorts erprobte 11p-Technik gestellt hat. Die Diskussion um die Folgekosten der Alternative „5G“ ist nun um unerwartete Fragen reicher.**

Von Christiane Schulzki-Haddouti

Politik und Lobbygruppen ringen in Europa seit einiger Zeit teils offen um eine Entscheidung für vernetzte Autos. Einen vom Europäischen Parlament verabschiedeten „delegierten Rechtsakt“ hat im Juli der Europäische Rat mit großer Mehrheit blockiert, auch Deutschland hat dagegen gestimmt.

Die Gretchenfrage lautet: Soll die Industrie Autos per LTE- und 5G-Mobilfunk vernetzen oder gemäß der Methode ITS-G5, einer europäischen ETSI-Norm (Cooperative Intelligent Transportation Systems). ITS-G5 gründet auf dem WLAN-Standard IEEE 802.11p, auch als pWLAN bekannt. Die EU-Kommission wollte im Rechtsakt der 11p-Technik den Weg ebnen.

Denn 11p-Chips gibt es schon seit 2011, aber die Autoindustrie hat bis heute nur zwei Modelle mit 11p-Funk auf den Markt gebracht (Cadillac CTS und Toyota Crown). Das sei viel zu wenig, gemessen daran, dass die Vernetzung die Zahl der Verkehrstoten deutlich senken kann.

Dabei sprechen Fahrzeuge miteinander, mit der Straßeninfrastruktur und mit anderen Verkehrsteilnehmern, zum Beispiel über Gefahrensituationen, Straßenarbeiten und die Steuerung der Ampelphasen. Man unterscheidet zeitkritische und weniger zeitkritische Dienste.

Kommunen, Länder und Bund investieren in Deutschland laut einer Übersicht des Bundesverkehrsministeriums vom

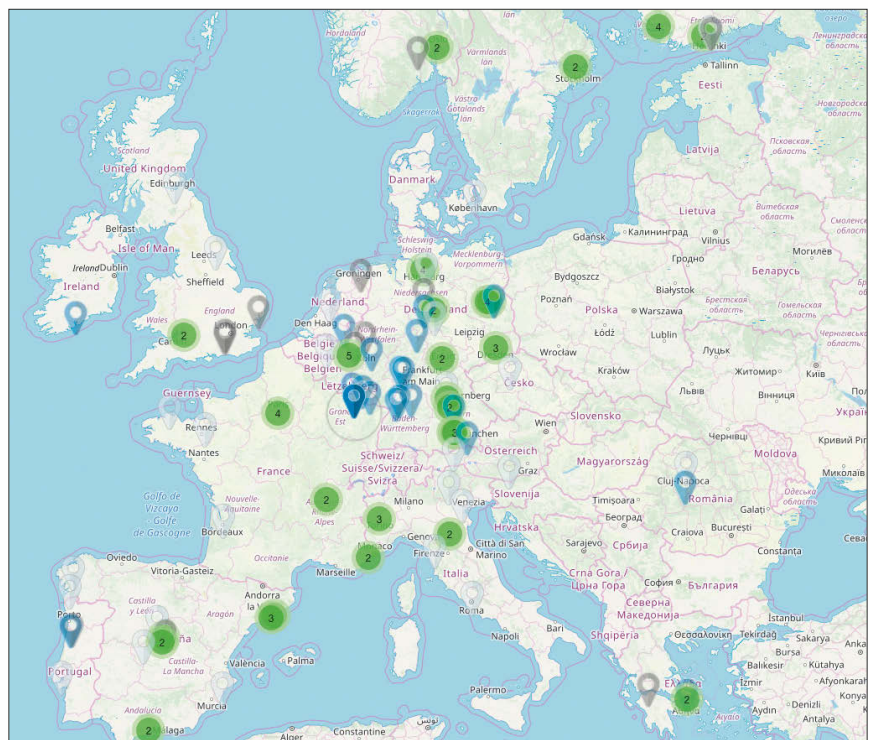
Januar 2019 derzeit in 15 Testfeldern in das automatisierte und vernetzte Fahren und in einige Simulationen (siehe [ct.de/yx7v](http://ct.de/yx7v)). Beteiligt sind etliche Forschungseinrichtungen wie die TU Berlin und das Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Ein Großteil der Feldversuche prüft sowohl 11p als auch das LTE- und 5G-basierte Mobilfunkverfahren Cellular Vehicle-to-Everything (C-V2X) parallel. Nur wenige setzen ausschließlich 11p oder ausschließlich C-V2X auf 5G-Grundlage ein.

### Feldversuche in Deutschland

Deutschland ist nicht der Maßstab; weltweit gibt es Hunderte von Feldversuchen. Dabei sind in den letzten Jahren sehr viele Mobilfunk-Feldversuche hinzugekommen.

Beispielsweise setzt die Stadt München für ihr Testfeld EASYRIDE auf Mobilfunk. Diverse 5G-Feldversuche sind allerdings nur im Aufbau begriffen, weil dafür schlicht die Ausrüstung fehlt und die Testkonzepte entwickelt werden müssen. Das trifft auch auf Ingolstadt zu. Bisher fehlen öffentliche Angaben darüber, ob neben 5G auch andere Übertragungstechniken geprüft werden. Partner ist die Audi AG, die damit anders als die Konzernmutter VW möglicherweise auf 5G setzen wird. Audi erprobt gemeinsam mit Netzwerkzulieferer Ericsson seit 2018 5G auch in der Fertigung.

Auf 5G setzen Telekommunikationsunternehmen und Ausrüster, Chiphersteller sowie unter anderem BMW und Daimler, die mit 5G mobile Dienste anbieten wollen. Sie hatten in einem Schreiben an Verkehrsminister Andreas Scheuer verlangt, sich für eine „echte Technologieneutralität in dem delegierten Rechtsakt einzusetzen“. BMW will ab 2021 neue Modelle mit C-V2X ausstatten, womit auch mobilfunkbasierte Bezahl Dienste verbunden werden können. Scheuer entschied sich für 5G und überzeugte seine Kollegen, Wirtschaftsminister Peter Altmaier und Kanzleramtschef Helge Braun. Sowohl Scheuer als auch Altmaier entschieden



Autos lassen sich schon seit 2011 per 11p-Funk vernetzen, doch die Technik hat sich weltweit noch nicht etabliert. Manche Autohersteller setzen nun aus Synergiegründen auf die Mobilfunkvernetzung.

dem Vernehmen nach gegen den Rat ihrer Fachabteilungen. Eine technische Begründung drang bisher nicht nach außen.

Andere Autobauer, darunter Toyota, Renault und Volkswagen sowie Lkw- und Landmaschinenhersteller, setzen weiterhin auf 11p, obgleich sich manche davon schon an LTE-Tests etwa am Testfeld Autobahn A9 beteiligt haben.

Volkswagen will seinen nächsten Golf ab 2020 und überhaupt alle E-Fahrzeuge mit 11p-Funk ausstatten. „Als Volumenhersteller wird es möglich sein, eine gewisse Marktdurchdringung zu erreichen“, erklärte ein Sprecher des Konzerns gegenüber dem Handelsblatt. VW setzt damit auf einen Wettlauf der Systeme. Vielleicht entscheidet also die Kraft des Faktischen, welches System sich durchsetzt. Wie weit man der Ankündigung trauen kann, ist aber offen. Denn VW hatte schon 2017 einen 11p-Start angekündigt. Demnach sollte „der erste Golf mit pWLAN“ bereits seit Anfang 2019 vom Band rollen.

11p-Verfechter argumentieren, dass mit Signallaufzeiten unter 1 Millisekunde nur ihre Technik für zeitkritische Dienste geeignet sei, also etwa für das elektronische Bremslicht, das Fahrzeuge in der Kolonne umgehend davor warnt, wenn ein vorausfahrendes Auto bremst.

LTE liefert oft nur Laufzeiten um 30 bis 60 Millisekunden und lediglich in Feldversuchen ließ sie sich auf bis zu 17 Millisekunden drücken. Zu langsam, wenn jemand im Konvoi plötzlich bremst.

Mobilfunkbefürworter wenden ein, dass die Latenz bei weniger zeitkritischen Diensten und bei Nachrichten, die jenseits des lokalen Umkreises übertragen werden, nur eine Nebenrolle spielt. Auch ließen sich per Mobilfunk Datenpakete bei hoher Verkehrsdichte – also etwa im Konvoi – mit höherer Wahrscheinlichkeit zustellen als mit 11p und überhaupt würden die im Aufbau befindlichen 5G-Netze mit 5 Millisekunden „bald schon“ ähnliche Latenzen wie 11p liefern und dabei höhere Zustellsicherheit erreichen. Die Zusammenhänge haben wir ausführlich beschrieben [1, 2].

## Zweifel an 5G-Latenzen

Mitspieler des 11p-Lagers, die nicht genannt werden möchten, stellten in Reaktion auf diese beiden Beiträge die verkürzte Latenz der 5G-Netze grundsätzlich infrage: Maßgeblich sei nämlich nicht die Laufzeit vom Auto zur 5G-Infrastruktur, sondern die zum Zielserver, der vermutlich irgendwo im Internet stehe. Dann steige die Latenz sogar auf über 100 Millisekunden und somit taue 5G ebenfalls nicht für zeitkritische Dienste.

Die Antwort der 5G-Befürworter klärt das: Die Daten müssten nicht vom Auto zu einem Server ins Internet reisen und von dort zurück auf die Straße zu anderen Autos, sondern nur zur Basisstation, die dafür mit einem eigenen Server ausgerüstet ist (Edge Computing, dezentrale Datenverarbeitung am Rand des Netzwerks).

Das wirft wiederum neue Fragen auf: Wenn für die kurzen Latenzen jede Basisstation an der Straße einen Edge-Server enthalten muss, wer finanziert das? Und wie teuer wird das?

## Auf der langen Bank

Offen ist zudem, wie zum Beispiel eine Telekom-Basisstation Autos mit Vodafone- oder Telefónica- oder gar mit ausländischen SIM-Karten erreichen soll. Zwar könnte die Politik verfügen, dass bestimmte Fahrzeugmeldungen grundsätzlich unter allen Netzbetreibern auszutauschen sind, aber es gibt keine Anzeichen dafür, dass Entscheider das Problem überhaupt erkannt haben. Schon gar nicht ist eine technische Lösung in Sicht.

Offen ist auch, wann die EU-Kommission einen neuen Schritt unternimmt, um Autohersteller zur Vernetzung zu verpflichten. Denn ohne politische Rahmenbedingungen fehlt der Druck für die Fahrzeugvernetzung weiterhin. Bis das spürbar wird, dürften weitere Jahre ins Land ziehen, denn um einen Sicherheitseffekt zu erzielen, müssen viele vernetzte Fahrzeuge gleichzeitig unterwegs sein. (dz@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Dr. Guido R. Hiertz und Dušan Živadinović, Funksalat, Die Autovernetzung kommt nicht voran, c't 16/2019, S. 180
- [2] Dr. Guido R. Hiertz, Dr. Yunpeng Zang und Dr. Maciej Mühleisen, Quersteher, Autovernetzung: 802.11p gegen C-V2X, c't 16/2019, S. 182

**11p- und 5G-Feldversuche:** [ct.de/yx7v](http://ct.de/yx7v)

**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



4D-Interoperabilität ist der Schlüssel für erfolgreiche Geschäftsmodelle in einem globalen digitalen Markt

**30 YEARS** 1989-2019  
propelling your business to new heights



Warten Sie nicht länger!  
Schützen Sie Ihre Produkte jetzt  
[s.wibu.com/sdk](http://s.wibu.com/sdk)

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



**SECURITY  
LICENSING**  
PERFECTION IN PROTECTION

# Zahlen, Daten, Fakten

## ... über Audio- und Video-Streaming

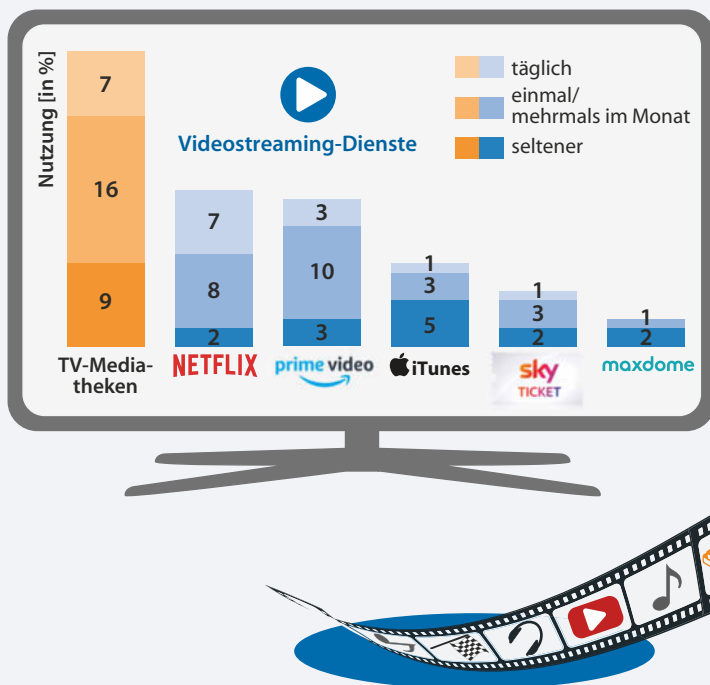
Das Streaming von Musik und Video übers Internet löst CDs, DVDs und den Download von Musik- oder Videodateien ab. Was Videos angeht, behaupten sich die Mediatheken der TV-Sender bei

Nutzern in Deutschland, gefolgt von Netflix und Amazon. Musikstreaming hat in den letzten Jahren viel Geld in die Kassen von Anbietern wie Spotify gespült; letztere schreiben aber weiterhin rote Zahlen.

Noch immer weichen vor allem Jüngere auf illegale Quellen für Videos aus – vielleicht auch eine Antwort auf die Schacherei um Filmrechte. Audio-Podcasts hören viele eher nebenbei. (mil@ct.de)

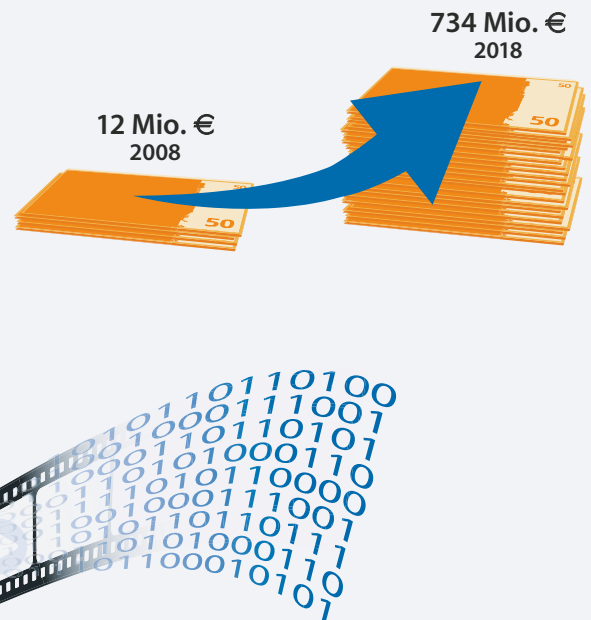
### ► Wie oft nutzt man Streaming-Plattformen in Deutschland?

Nur wenige nutzen die Angebote täglich. Überraschend stark: die Mediatheken der TV-Sender<sup>1</sup>



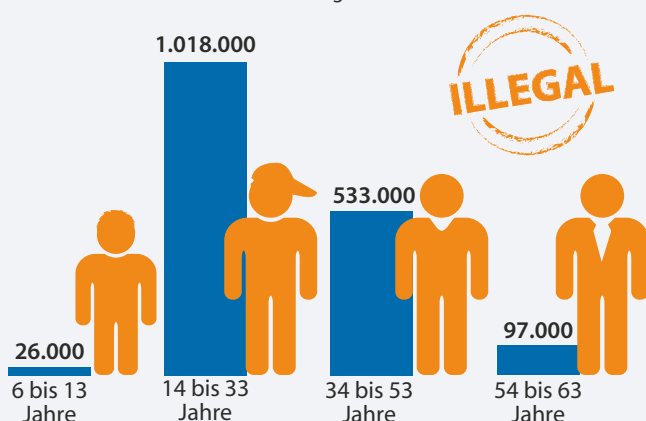
### ► Was verdient man in Deutschland am Musik-Streaming?

... in zehn Jahren stiegen die Einnahmen etwa um das 61-fache.<sup>2</sup>



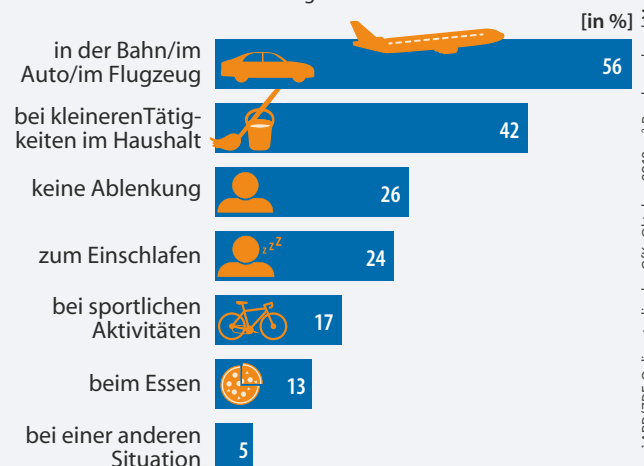
### ► Wer guckt Video-Streams illegal?

... in Deutschland tendieren eher Jüngere zu dunklen Kanälen.<sup>3</sup>



### ► In welchen Situationen hören Sie Audio-Podcasts?

Podcasts werden eher nebenbei genutzt.<sup>4</sup>



## Das dritte Fairphone: modular und mit Fairtrade-Gold

Das niederländische Unternehmen Fairphone bringt das dritte **Smartphone mit nachhaltigem Anspruch, das Fairphone 3**. Es soll wie das seit 2015 erhältliche Fairphone 2 gut zu reparieren, modular erweiterbar und langlebig sein. Zudem soll die Produktion möglichst fair sein. Es wird vom chinesischen Produzenten Arima gefertigt; Fairphone will für die Arbeiter die Lücke zwischen Mindestlohn und Existenzminimum stopfen. Besonders Wert legt Fairphone auf die Rohstoffe:

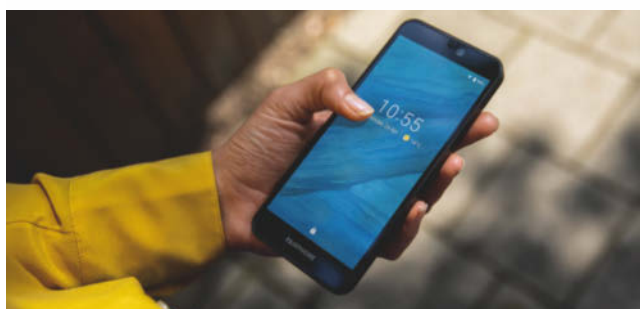
Es kommen „verantwortungsvoll und konfliktfrei gehandeltes Zinn und Wolfram, recyceltes Kupfer und Kunststoff sowie Fairtrade-Gold“ zum Einsatz. Zukünftig soll auch Kobalt aus besseren Quellen stammen.

Das Fairphone 3 ist 10 Millimeter dick und wiegt 187 Gramm. Es hat ein 5,7-Zoll-Display mit 2160 × 1080 Pixeln und Gorilla Glass 5. Die Hauptkamera nimmt mit 12 Megapixeln auf, die Frontkamera mit 8. Als Prozessor kommt der Snap-

dragon 632 zum Einsatz, der Hauptspeicher umfasst 4 GByte. 64 GByte Flash sind eingebaut, ein MicroSD-Slot ist vorhanden. Das Funkmodem unterstützt zwei SIMs und LTE. Der Akku fasst 3000 mAh, geladen wird per USB-C mit Quickcharge. Fingerabdruckscanner und Kopfhörerbuchse sind eingebaut. Installiert ist Android 9.

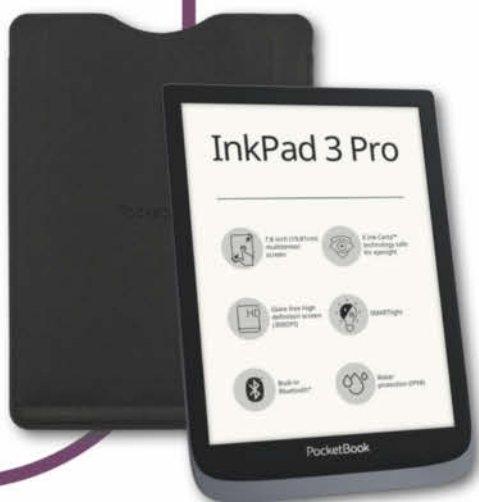
Insgesamt entspricht das einer soliden Mittelklasse-Ausstattung, die beispielsweise der des unter 300 Euro erhältlichen Motorola Moto G7 ähnelt. Das Fairphone 3 fällt allerdings mit 15,8 cm × 7,2 cm etwas größer und schwerer aus – eine Konsequenz des modularen Aufbaus. Sechs Komponenten soll man einfach austauschen oder später gegen bessere Module aufrüsten können. Details dazu verrät Fairphone allerdings nicht vorab. Das Fairphone 3 ist für 450 Euro auf der Hersteller-Website oder bei mobilcom-debitel erhältlich.

(jow@ct.de)



**Fairphone 3:**  
schneller, größeres Display, bessere Kamera, und stärkerer Akku als das Fairphone 2 – trotzdem etwas flacher.

PocketBook



## Die smarte Freiheit des Lesens

- Bluetooth zur kabellosen Nutzung der Audiofunktionen
- Entspannter E-Book-Genuss dank SMARTlight
- Wassergeschützt gemäß IPX8
- Schutzhülle inklusive

Der neue **InkPad 3 Pro** ist da. Beim Kauf eines Gerätes in unserem Onlineshop erhalten Sie vom **31.08. bis 14.09.2019** einen Rabatt von 15%. Bitte nutzen Sie dafür den Gutscheincode **CT2019**. Dieses Angebot gilt, solange der Vorrat reicht.



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



## 20 Qubits gemeinsam im Katzenzustand

**Ein weiterer Schritt auf dem weiten Weg zum Quantencomputer: Eine internationale Kooperation versetzte 20 miteinander verschränkte Quantenbits in den Zustand der Überlagerung.**

Zwar sind bereits Quantencomputer mit bis zu 50 Qubits realisiert worden, aber längst nicht alle dieser Qubits können gleichzeitig miteinander verschränkt werden. Nun hat eine internationale Forschungskoooperation eine faszinierende Bestmarke erzielt: Ihnen gelang die **Verschränkung von 20 Qubits**, die sich ihrerseits alle im Zustand der Quantenüberlagerung befanden.

Der Überlagerungszustand wird in Anlehnung an eine Argumentation des Physikers Erwin Schrödinger 1935 auch als „Katzenzustand“ bezeichnet. Schrödinger übertrug mit seinem berühmten Gedankenexperiment Thesen aus der Quantenmechanik in die makroskopische Welt. Sein Szenario: Eine Katze in einer verschlossenen Kiste wird in dem Moment getötet, in dem ein radioaktives Teilchen zerfällt. Solange keine Messung erfolgt, befindet sich das radioaktive Teilchen nach herrschender Auffassung in einem

Überlagerungszustand: Es ist gleichzeitig zerfallen und nicht zerfallen. Bis jemand nachguckt, ist somit die Katze zugleich tot und lebendig, wie Schrödinger provokant folgerte. Den Umstand, dass der Zustand der Katze von dem des Teilchens abhängt, bezeichnete er als Verschränkung.

Der aktuelle Erfolg gelang Forschern der US-Universitäten Harvard, Berkeley, MIT und Caltech im Verbund mit dem Forschungszentrum Jülich und der Universität Padua. Sie fingen zwanzig Rubidiumatome mit Lasern wie mit einer optischen Pinzette ein und hielten sie in einer Reihe auf ihren Plätzen. Ein weiterer Laser regte die Elektronenhüllen einiger dieser Atome an und blähte diese auf, bis die Atomreihe miteinander verschmolz. Gleichzeitig nahmen die Elektronenhüllen bei diesem Verfahren einen Überlagerungszustand ein. Die größte Herausforderung bestand für die Forscher darin, diesen Prozess abzuschließen, bevor der empfindliche Katzenzustand der verschränkten Atome von selbst wieder zerfällt.

20 Qubits – das scheint kaum mehr als eine Handvoll zu sein. In der kurzzeitig erreichten Konfiguration repräsentierte das System im Katzenzustand allerdings eine Million Zahlenwerte. Wie die For-

scher betonen, könnten bereits 300 Qubits mehr Zahlen gleichzeitig speichern, als es Teilchen im Universum gibt. Ein Quantencomputer mit einer stabilen Kapazität dieser Größenordnung könnte eine hohe Zahl von Möglichkeiten zugleich betrachten und beispielsweise komplexe Moleküle simulieren oder verbreitete Public-Key-Verschlüsselungen knacken. (agr@ct.de)



Bild: Forschungszentrum Jülich

**Das Paradoxon von Schrödingers Katze verbildlicht überlagerte Zustände. Erstmals hat ein internationales Forscherteam den „Katzenzustand“ mit 20 verschränkten Qubits erzeugt.**

## Schneller mit Roboterhose

Ein neues anziehbares Robotersystem unterstützt sowohl beim Gehen als auch beim Rennen durch Zusatzkraft. Damit erweist sich erstmals ein System als nützlich bei beiden Gangarten, betont das Wissenschaftler-Team der Harvard-School of Engineering and Applied Sciences, des Wyss Institute in Harvard sowie der University of Nebraska Omaha.

Der Roboteranzug wird wie eine Hose getragen. Integrierte Bowdenzüge laufen vom Hüftgurt über das Gesäß bis zu den Oberschenkeln und entlasten durch Zug die Gesäßmuskulatur bei jedem Schritt. Die zugehörigen **Servomotoren plus Steuerung** schnallt sich der Nutzer auf den Rücken und ein Batteriemodul vor den Bauch. Das Gesamtsystem wiegt fünf Kilogramm. Die Neuerung dieses Ansatzes ist, dass die Technik die Gangart erkennt, die Steuerung jeweils

zwischen Gehen und Rennen umschaltet und das Timing der Motoren anpasst.

(agr@ct.de)

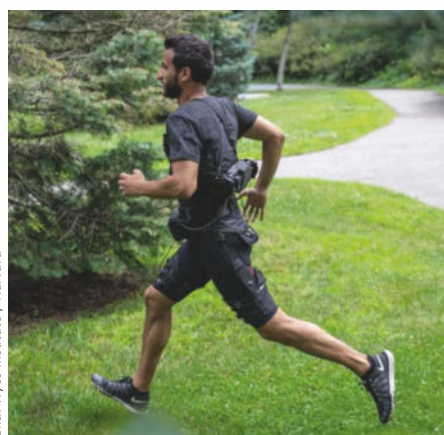


Bild: Wyss Institute / Harvard

**Kraftvolle Hilfe zum Anziehen: Der Roboteranzug unterstützt beim Gehen und beim Rennen.**

## Elektronik auf flexiblem Nylon

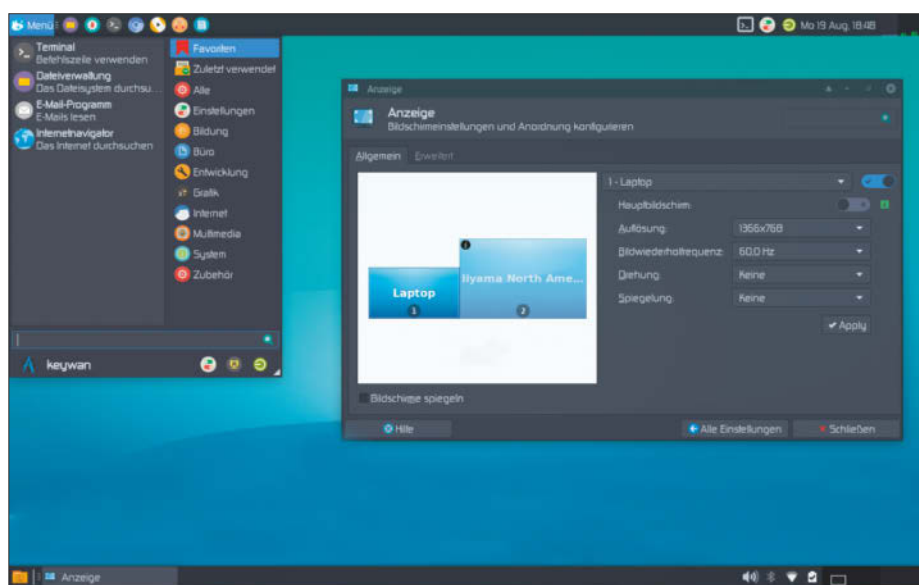
Erstmals haben Forscher Nylon zu extrem dünnen, glatten Schichten verarbeiten können. Aufgrund seiner ferroelektrischen Eigenschaften lässt sich das transparente Material für biegsame elektronische Geräte sowie für **Wearables** einsetzen. Die Wissenschaftler der Universität Mainz, des Max-Planck-Instituts für Polymerforschung und der Universität Łódź lösten Nylon chemisch auf und verfestigten es im Vakuum wieder. Ihre Nylon-schichten sind nur 100 Nanometer dünn, 200-mal dünner als Zellophanfolie. Daraus resultierende Hochleistungskondensatoren erwiesen sich bei Millionen Auf- und Entladevorgängen als stabil. Das Material bietet sich somit für multifunktionale Kleidung mit integrierter Elektronik an. (agr@ct.de)

# Xfce 4.14 poliert schlanken Linux-Desktop auf

Das Xfce-Projekt schließt mit der neuen Version den Umstieg aller Kernkomponenten auf GTK3 ab. Durch die neue Grafikbibliothek kann der Xfce-eigene Fenstermanager nun Bedienelemente für Monitore mit hoher Pixeldichte (HiDPI) vergrößern. Anders als bei Gnome und KDE Plasma skaliert dieser aber nur auf das Zweifache; Zwischenschritte sind nicht möglich. Ein Schwerpunkt der neuen Version ist die **Überarbeitung der Funktionen rund um die Konfiguration von Monitoren**.

Im gänzlich überarbeiteten Einstellungsdialog für Monitore lassen sich bei mehreren Bildschirmen deren Einstellungen in Profilen speichern. Dies erleichtert die Handhabung in wechselnden Umgebungen, zum Beispiel zwischen Büro, Konferenzraum und Heimarbeitsplatz. Panels und weitere Bedienelemente platziert Xfce jetzt automatisch oder anhand von Regeln. Hinzugekommen ist auch ein neuer Einstellungsdialog, um Farbprofile zu laden, sowie ein eigener Bildschirmschoner. Der

Sitzungsmanager kennt als Auslöser für Autostart-Einträge neben der Anmeldung auch weitere Ereignisse wie Ruhezustand oder Benutzerwechsel. Die Nutzer der auch für BSD-Derivate verfügbaren Desktop-Umgebung mussten knapp viereinhalb Jahre auf Xfce 4.14 warten, denn laut Website arbeiten nur knapp zwei Dutzend Leute an dem Projekt mit. Die nächste Version soll aber binnen eines Jahres erscheinen, aber ohne Unterstützung für Wayland oder GTK4. (ktn@ct.de)



Auch in der Version 4.14 ist sich Xfce treu geblieben und lässt sich flexibel an die eigenen Wünsche anpassen.

## Kurz & knapp

Die **KDE Applications 19.08** enthalten unter anderem eine neue Version von Konsole, bei der man das Terminal-Fenster beliebig unterteilen kann.

Die Versionsverwaltungssoftware **Git 2.23** bringt mit `switch` und `restore` zwei neue Kommandos, die den Wechsel zwischen Zweigen eines Repositories vereinfachen sollen.

Das bei der KVM- und Xen-Virtualisierung oft genutzte **QEMU emuliert ab Version 4.1** auch die Gleitkommaeinheit des ARM Cortex-M. Das Rendering der virtuellen GPU lässt sich an einen anderen Prozess delegieren.

## IHR INDIVIDUELLES SMART HOME. FLEXIBEL UND SICHER



Raumklima

Sicherheit & Alarm

Wetter & Umwelt

Licht & Schatten



- ✓ Über 90 Produkte aus verschiedenen Themenbereichen
- ✓ Anonyme Einrichtung und Nutzung des Systems lokal im Heimnetzwerk
- ✓ Fernzugriff über VPN oder Partnerlösungen
- ✓ VDE-Zertifizierung aller Hutschienengeräte

**homematic** IP  
www.homematic-ip.com

# Blick ins Jetzt und in die Zukunft

## Das erwartet Sie auf der IFA 2019

**Die IFA wirbt mit Buzzwörtern wie 5G, KI, 8K, geboten wird indes ganz handfeste Technik. Wer den Stand der Dinge im digitalen Heim erfahren will, fährt nach Berlin.**

Von Ulrike Kuhlmann

Die ersten 5G-Smartphones, gestochenen scharfe 8K-Fernseher und schlaue digitale Helfer – auf der IFA können sich die Besucher über die aktuellen Trends, neueste Entwicklungen für das vernetzte Zuhause und die zum Jahresende erhältlichen Topgeräte informieren.

So pilgerten im vergangenen Jahr fast 250.000 Menschen aufs Messegelände unterm Funkturm. Und auch wenn der Markt der Unterhaltungselektronik weltweit stagniert: Die laut Messe-Chef Jens Heithecker größte Digitalmesse Europas ist erneut ausgebucht.

Für den Erfolg sorgen unter anderem Haushaltsgeräte – die weiße Ware ist inzwischen nicht nur fester Bestandteil der IFA, sondern auch des vernetzten Heims. Dort tauschen sie Informationen aus, erfassen persönliche Gewohnheiten ihrer Besitzer und hören auf deren Anweisungen – die vor allem mündlich gegeben werden: Man wischt nicht mehr auf Touch-Oberflächen herum, stattdessen gehört eine Anbindung an Sprachassistenten wie Alexa oder Siri zum guten Ton und selbst Staubsaugerroboter kann man damit gezielt durch die Wohnung schicken.

### Künstliche Intelligenz

Die Hersteller verbinden das Smart Home gern mit künstlicher Intelligenz (KI) – ob die Geräte wirklich intelligent sind, sei dahingestellt. Vieles gleicht eher stumpfem Auswendiglernen – wie lange brät der

Hausherr sein Steak üblicherweise, welche Umdrehungen stellt er beim Schleudergang der Waschmaschine ein und welche Serien bevorzugt er beim Streaming. Dennoch ist KI auf der IFA eines der großen Themen: Kaum ein Gerät, das dank maschineller Hilfe nicht noch schlauer, schneller, besser werden soll.

So sollen Fernseher dank selbstlernender Systeme mit der Zeit immer genauer auf Nutzeranfragen reagieren. Auch hier werden zwar zunächst nur große Datenmengen abgearbeitet – also nichts wirklich Intelligentes –, für mehr Komfort sollen KI den 8K-Fernsehern auf die Sprünge helfen: Sie zeigen mit  $7680 \times 4320$  Pixeln viermal so viele Bildpunkte wie 4K-Modelle, doch weil noch fast keine 8K-Inhalte zur Verfügung stehen, müssen die Eingangssignale auf die höhere Displayauflösung skaliert werden.

Auf der IFA wird man etliche 8K-Fernseher bewundern können. Einige haben bisher keinen HDMI-Eingang in Version 2.1; der wäre nötig, um 8K von externen Quellen entgegennehmen zu können. Ein Problem ist die Wärmeabfuhr in den großen 8K-Displays: Im LCD lassen

die winzigen Pixel kaum Licht durch, müssen also entsprechend hell vom energiehungrigen Backlight befeuert werden. Im OLED müssen die 32 Millionen Pixel mit Strom versorgt werden, weshalb LG beispielsweise einen fetten Kühlkörper im regalähnlichen Standfuß seines Z9 untergebracht hat.

### Neue Displays

In den Messehallen gibt es ganz neue Displaytechniken zu sehen, darunter etwa Micro-LED-Displays. Vielleicht hat Samsung seine spannende Technikdemo im Gepäck, in der diverse etwa 15 Zoll große Micro-LED-Kacheln in immer neuer Kombination aneinandergesetzt werden und so neue Displayformate entstehen. Mit der Größe verändert sich bei Kachel-Displays stets die Auflösung – je mehr Kacheln, umso größer der Schirm und umso mehr Bildpunkte zeigt er. Da braucht es dann intelligente Algorithmen, um die anliegenden Videosignale auf die jeweils vorliegende Schirmauflösung umzurechnen.

LG wird wohl mit seinem aufrollbaren OLED-TV R9 dagegenhalten, das erstmals im Januar auf der CES zu sehen war: Das 65-zöllige 4K-Display schiebt sich auf Knopfdruck aus einer flachen Kiste, in der auch ein 4.2-Audiosystem inklusive Dolby Atmos steckt. Zur Verfügbarkeit heißt es „coming soon“, einen Preis nennt LG nicht. Deutlich größere Bildflächen wollen etliche Hersteller mit Kurzstanzprojektoren erzeugen, oft in Kombination mit Laserlicht. Hier werden unter anderem LG und Hisense auf der IFA neue Modelle vorstellen.

### Mobiles

Smartphone-Displays sollen künftig flexibler werden. Das hat bei Samsung im ersten



Überbreite Monitore liegen im Trend, zum Beispiel LGs 49WL95C mit  $5120 \times 1440$  Pixeln Auflösung.

Anlauf nicht geklappt, auf der IFA dürfte nun das finale Galaxy Fold zu sehen sein; zumal es im September in den Handel kommen soll. Auch Huawei hat ein solches Falthandy angekündigt. Der chinesische Hersteller nutzt die IFA als große Bühne, hält die Eröffnungs-Keynote und dürfte sein faltbares Smartphone Mate X mit Kirin 990 zeigen. Bei Sony sollte das Xperia 2 zu sehen sein, Asus will sein Gaming-Smartphone ROG Phone 2 ausstellen. Und natürlich werden die ersten 5G-Smartphones präsentiert – der Ausbau des 5G-Netzes lässt indes noch etwas auf sich warten.

Fans von Smartwatches werden in den Messehallen die fünfte Generation der Fossil-Smartwatches begutachten können. Die wasserdichte Uhr mit Wear OS hat einen Lautsprecher eingebaut, über den man telefonieren und Musik hören kann. Ticwatch stellt seine neue TicWatchPro mit eingebautem LTE-Modem vor, Garmin neue Uhren und Fitnesstracker und Samsung seine Galaxy Watch Active2 mit digitaler Lünette.



**Smarte Haushaltshilfen wie der Deebot-Sauger kartieren die Wohnung per Lidar-Sensoren und wissen so, wo sie schon geputzt haben.**

### IFA Next, Shift, Konzerte

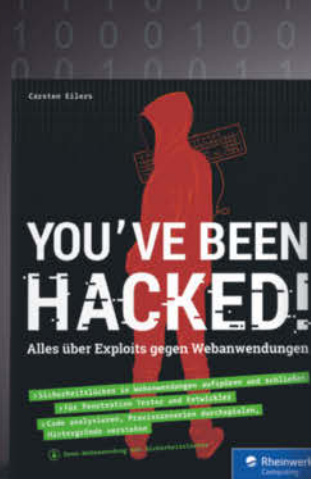
In Halle 26 erfahren Besucher von Forschungslaboren, Start-ups, Universitäten und Unternehmen, woran aktuell geforscht wird. Der digitalen Zukunft widmet sich auch das Innovationsforum IFA Next mit Fachvorträgen, Panel-Diskussionen und Streitgesprächen. Auf dem IFA+

Summit am 8. und 9. September dreht sich alles um digitale Zukunftstechniken. Am 10. und 11. September diskutieren Experten bei Shift Automotive ihre Ideen zur Mobilität der Zukunft.

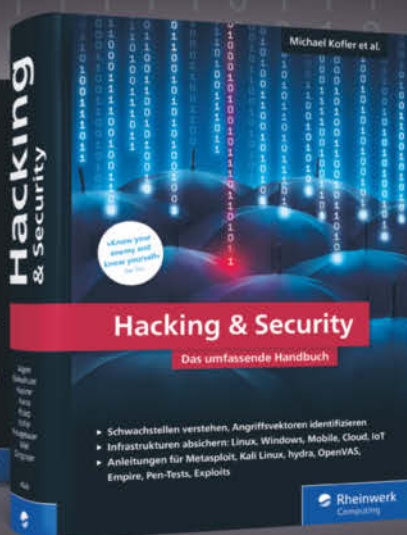
Die Eintrittspreise zu IFA sind konstant geblieben: Eine Tageskarte kostet 13 Euro im Vorverkauf und 17,50 Euro an der Kasse; wer nach 14 Uhr anreist, zahlt nur 14 Euro. Das 3-für-2-Ticket kostet 26 Euro (nur Vorverkauf), Schüler und Studenten zahlen 9 Euro, Schulklassen 38 Euro, Kinder unter sechs Jahren nichts. Der Fachbesucherausweis für alle Tage kostet 95 Euro (nur Vorverkauf), der Fachbesucher-Tagesausweis 49 Euro respektive 40 Euro im Vorverkauf, der 2-Tages-Fachbesucherausweis 72 Euro (Vorverkauf 58 Euro).

Auch in diesem Jahr gibt es täglich Konzerte im Sommergarten. So präsentiert Radio Fritz am Freitag das Irgendwas-mit-Rap-Festival, Samstag startet RBB das Pop-Helden-Festival mit 80er- und 90er-Jahre-Musik und am Sonntag gibt sich ZAZ die Ehre. (uk@ct.de) **ct**

# YOU'VE BEEN HACKED!



578 Seiten, broschüriert, 39,90 Euro  
ISBN 978-3-8362-4460-2



1.067 Seiten, gebunden, 49,90 Euro  
ISBN 978-3-8362-4548-7



550 Seiten, gebunden, 44,90 Euro  
ISBN 978-3-8362-6598-0

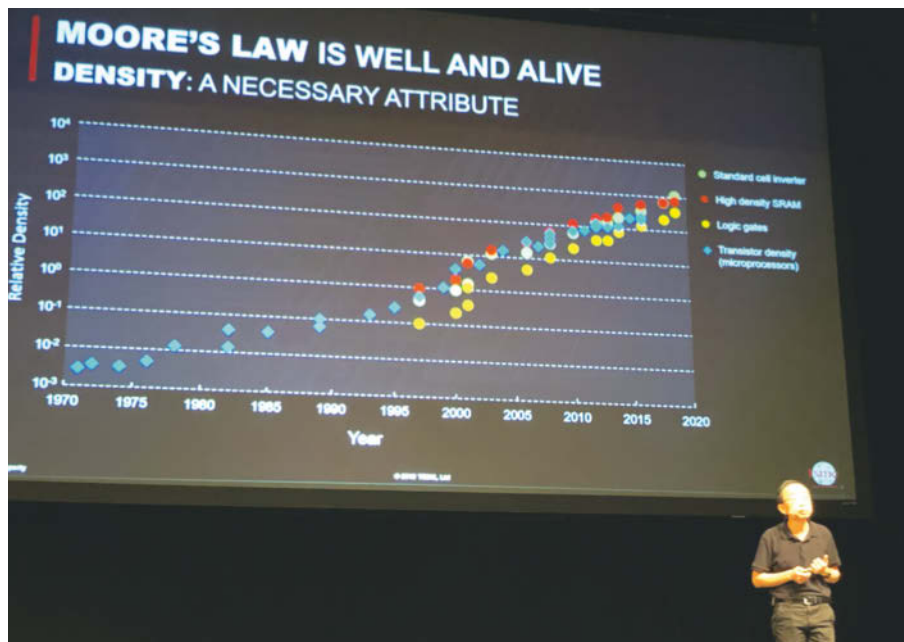


DER NÄCHSTE ANGRIFF  
WARTET SCHON...

Lernen Sie, wie ein Hacker zu denken, und decken Sie die Techniken der Angreifer auf. Unsere Security-Experten zeigen an vielen Beispielen, wie Sie Sicherheitlücken in IT und Software aufspüren und schließen. Hacking-Wissen vom Feinsten – auch als E-Book und Bundle!

[www.r-wrk.de/hacking](http://www.r-wrk.de/hacking)

 **Rheinwerk**  
Computing



# Moore's Law lebt

## Halbleiter-Trends und neue High-End-Chips

**Der Forschungschef des Chip-Auftragfertigers TSMC skizziert auf dem Hot Chips Symposium die Zukunft der Halbleiterindustrie. Und ein Riesen-Chip für künstliche Intelligenz nutzt fast einen ganzen Wafer.**

Von Florian Müssig

**G**eht es nach Philip Wong, Forschungschef des weltgrößten Chip-Auftragfertigers TSMC, dann gilt das Moore'sche Gesetz auch noch im Jahr 2050. Die Metrik, die Wong für seine Aussage nutzt, ist die Packdichte der Transistoren. In der Vergangenheit war die Strukturbreite die gängige Stellschraube für immer dichter gepackte Transistoren, und an ihr werde man in absehbarer Zeit auch weiterhin drehen. 5-nm-Chips seien bereits als Prototypen verfügbar und danach werde es feinere Fertigungsprozesse geben.

Wenn die Strukturgrößen in den Bereich weniger Atomlagen schrumpfen, verändert sich allerdings das Verhalten bishe-

riger Transistortypen zum Schlechteren. Bislang noch nicht verwendete Materialien wie  $\text{MoS}_2$ ,  $\text{WSe}_2$  oder  $\text{WS}_2$  zeigen hingegen auch bei Dicken von einem Nanometer und darunter noch gute Resultate. Auch an den schon länger bekannten Kohlenstoffnanoröhrchen wird weiterhin viel geforscht. Zusätzlich kämen weitere Verbesserungen hinzu. Als aktuelles Beispiel nannte Wong FinFETs, also dreidimensionale (Gate-)Strukturen auf dem Wafer.

Den aktuellen Trend, statt großer monolithischer Dies mehrere kleinere Chiplets zu einem großen Ganzen zusammenzuschalten – wie AMD es beispielsweise bei den jüngst erschienenen Zen-2-CPU's tut –, sieht Wong als einen weiteren Kniff. Die Idee sei aber alles andere als neu: Auf Seite 3 von Gordon Moores berühmter Veröffentlichung anno 1965 findet man die Bemerkung, dass es mitunter sinnvoll sein könne, große Systeme aus kleineren Funktionseinheiten zusammenzusetzen.

### Speicher-Mauer

Ein immer stärker wirkendes Phänomen ist die stetig anwachsende Datenmenge. So werden bei KI-Anwendungen abhängig vom gewählten neuronalen Netz mindes-

tens 80 Prozent der verbratenen Energie aufgewendet, um die Daten an die eigentlichen Rechenwerke heran- und danach wieder wegzuführen. Dagegen arbeiten die Entwickler von CPUs, GPUs und KI-Beschleuniger an, indem sie immer größere Caches integrieren. In GPUs wie Nvidias Tesla V100 sind insgesamt über 30 MByte SRAM eingebaut, bei aktuellen Xeon- oder Epyc-Prozessoren mehr als das Doppelte. Gemeinsam mit der Universität Stanford hat Wong den Anstieg in einer wissenschaftlichen Veröffentlichung extrapoliert: Bei einem fiktiven künftigen 1,4-nm-Prozess würde ein durchschnittlicher Chip fast 4 GByte Cache enthalten – in Form von 6T-SRAM wären dazu über 200 Milliarden Transistoren nötig.

Zudem rückt externer Speicher immer dichter an die Prozessoren heran. Bei GPUs und KI-Beschleunigern wandern HBM-Speicherstapel mit ins Chip-Gehäuse beziehungsweise auf den Die-Träger; Smartphones-SoCs tragen ihre Speicherchips auf dem Rücken. Bei mehreren Chiplets und RAM-Chips muss man diese übereinander stapeln.

### Intels neuer ARM-Konter

Bis dato ist erst eine Generation von Chiplet-Prozessoren im Massenmarkt angekommen: Außer Zen 2 gibt es beispielsweise noch den Intel-AMD-Kombi-Chip Kaby Lake-G. Produkte mit gestapelten Chiplets stehen aber vor der Tür. In Intels Laboren läuft bereits der Mobilprozessor Lakefield für lüfterlose Windows-Tablets; seine Massenfertigung soll im vierten Quartal starten.

Lakefield soll maximal 7 Watt verbrauchen und im Standby mit nur 2 Milliwatt auskommen. Letzteres ist eine Größenordnung weniger als bei aktuellen Core-i-Prozessoren der TDP-Klassen U und Y. Apropos Y-Prozessoren: Intel wird Lakefield aller Voraussicht nach nicht als Ergänzung oder Ablösung dieser Core-i-Serie vermarkten, sondern darunter platzieren – eventuell sogar mit einem eigenen neuen Namen.

Lakefield besteht aus zwei Chiplets. Das Compute-Die mit CPU und integrierter GPU wird in 10 nm gefertigt, das I/O-Die mit sämtlichen nach außen gehenden Verbindungen wie USB oder UFS hingegen in 22 nm. Die Verbindung der beiden Face-to-Face gestapelten Bausteine erfolgt mittels sogenannter Micro-Bumps, das sind winzige Lotkügelchen. Intel nennt die hauseigene Stapeltechnik Foveros. Oben-

drauf kommt dann noch wie bei Smartphone-SoCs üblich der Arbeitsspeicher als Package-on-Package-(PoP)-Konstruktion. Die Stromversorgung der oberen Chiplets erfolgt bei Foveros von unten mittels Through-Silicon-Vias (TSV). Künftig ließen sich laut Intel auch Chipstapel mit potentem GPU-Die obendrauf oder Vielkern-Prozessoren für Server zusammensetzen.

## x86-Neuheit

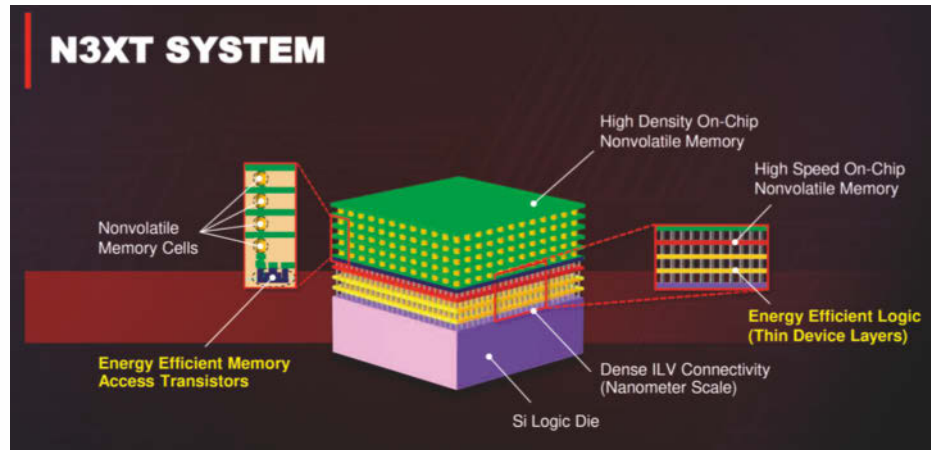
Im Lakefield debütiert bei x86-Prozessoren auch die Kombination unterschiedlich leistungsfähiger CPU-Kerne, die man bisher nur aus der ARM-Welt kennt (big.LITTLE, DynamIQ). Lakefield vereint einen Sunny-Cove-Kern mit Hyper-Threading, wie er auch in den gerade gestarteten Mobilprozessoren „Ice Lake“ alias Core i-1000G steckt, mit vier schwächeren Tremont-Kernen, die aber auch sparsamer rechnen. Tremont ist der Nachfolger der Goldmont-Kerne in aktuellen Billigprozessoren wie dem Celeron N4100 alias Gemini Lake.

Wie Intel im Gespräch mit c't erklärte, sind alle Lakefield-Kerne für das Betriebssystem sichtbar. Je nach Rechenlast muss der Scheduler die Aufgaben also sinnvoll verteilen. Ist eine hohe Singlethreading-Leistung gefragt, muss Sunny Cove ran. Die wenigen Verwaltungsaufgaben im Leerlauf sind hingegen prädestiniert für Tremont – Sunny Cove schläft dann.

## Wafer-Scale Computing

Obwohl sich die meisten aktuellen Prozessoren an das von Wong skizzierte Schema halten, gibt es wie üblich Ausnahmen von der Regel. Eine solche ist der KI-Prozessor des Start-ups Cerebras: Um selbst große KI-Modelle unfragmentiert berechnen zu können, hat man einen gigantischen Einzelchip entwickelt. Seine Abmessungen entsprechen dem größten Quadrat, das man aus einem 300-mm-Wafer schneiden kann.

Auf dem über 46.000 mm<sup>2</sup> großen 16-nm-Chip finden über 1,2 Billionen Transistoren Platz. Aus diesen sind nicht nur 400.000 Rechenkerne zusammengesetzt, sondern auch mehr als 18 GByte SRAM-Speicher. Die akkumulierte Speicherbandbreite beträgt 9 PByte/s. Der Chip kommt im Unterschied zu vielen anderen KI-Beschleunigern ohne Host-CPU aus. Die Rechenkerne arbeiten zu einem gewissen Gruppierungsgrad asynchron – alles andere wäre angesichts der Chipgröße auch sehr verwunderlich.



Um die Zahl der Transistoren pro Chip weiter zu steigern, sieht TSMC keinen anderen Weg als das Stapeln: Etliche Chiplets verbinden sich zu einem großen Ganzen.

Weil man in der Massenproduktion keinen Wafer ohne Defekte fertigen kann, hat Cerebras Redundanzen eingebaut. So gibt es zusätzliche Reservekerne. Mechanischem Stress durch thermische Expansion wirkt Cerebras über einen flexible Schicht zwischen Silizium und Träger-PCB entgegen.

Schließlich funktionieren weder herkömmliche Kühler noch eine gewöhnliche Stromversorgung: Vollflächige Kühler würden bestenfalls den Rand kühlen, während per Kupferfolie zugeführter Strom die Chipmitte nie erreichen würde. In beiden Fällen löst die dritte Dimension die Probleme: Etliche Wasserkühlungen und Stromschienen treffen senkrecht auf die Chip-Ebene.

## In-Memory-Processing

Das Start-up Upmem schlägt für das Problem, dass Rechenkerne und Speicher physisch immer weiter auseinanderdriften,

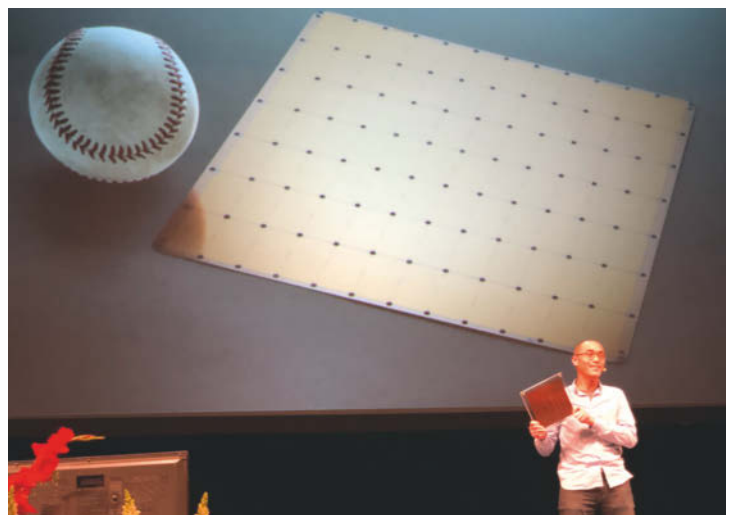
eine andere Lösung vor: Es integriert kleine Prozessoren – von Upmem DPUs genannt – in DRAM-Chips, die dann auf herkömmlichen DIMMs zum Einsatz kommen.

Die DRAM-Fertigungstechnik bringt allerdings nur relativ langsame Transistoren hervor. Die DPUs laufen mit gerade einmal 500 MHz und brauchen eine tiefe In-Order-Pipeline (14 Stufen), um auf Touren zu kommen. Sie beherrschen nur Integer-Operationen und nutzen einen hauseigenen Befehlssatz – Upmem liefert eine passende Entwicklungsumgebung.

Der erste Upmem-Chip ist ein DDR4-2400-SDRAM mit 4 GBit Kapazität und 8 DPUs. Eine typische Serverkonfiguration mit 128 GByte Arbeitsspeicher hätte dann satte 2048 DPUs. Jeder Upmem-Chip verbraucht bei ausgelasteten DPUs rund 1,2 Watt, ein DIMM kommt somit auf plus-minus 20 Watt – das ist deutlich mehr als bei herkömmlichem RAM-Modulen.

(mue@ct.de) **ct**

Der riesige KI-Chip von Cerebras hat eine Diagonale von knapp 30 Zentimetern und 1,2 Billionen Transistoren.



# Startschwierigkeiten

## Neue Bezahlregeln im E-Commerce greifen später

**Im Online-Handel drohen durch die neuen Authentifizierungsregeln offenbar reihenweise Kaufabbrüche. Nun zieht die Finanzaufsicht die Notbremse. Damit nicht genug: Auch bei den neuen Schnittstellen gibt es Probleme.**

Von Markus Montz

Eigentlich war der 14. September als Stichtag für die volle Wirksamkeit der Zweiten Europäischen Zahlungsdienstrichtlinie (PSD2) gesetzt. Doch nach Forderungen und Hilferufen aus dem Einzelhandel verschiebt die Bundesanstalt für Finanzdienstleistungen (BaFin) nun in Deutschland die Einführung der Starken Kundenauthentifizierung (SCA) im Online-Handel [1] auf unbestimmte Zeit. Auch bei den neuen PSD2-Schnittstellen (siehe S. 148) verzögert sich die Umsetzung: Drittdienstleister dürfen weiterhin über bestehende Zugangswege wie FinTS oder Web-Interfaces auf Kundenkonten zugreifen, solange die PSD2-Schnittstellen nicht zuverlässig funktionieren.

Bei den neuen Regeln für das Online-Banking bleibt der avisierte Stichtag bestehen. Änderungen wie das Verbot der papierbasierten TAN oder der Zwang zur Zwei-Faktor-Authentifizierung beim Login werden damit ab dem 14. September kommen [2].

### Online-Zahlungen

Bereits Anfang Juni hatte der europäische Handels-Spitzenverband EuroCommerce die Europäische Bankenaufsicht (EBA) um einen EU-weiten Aufschub der SCA-Implementierung im Online-Handel gebeten. Betroffen sind vor allem Kreditkartenzahlungen, aber auch PayPal. Als Gründe nannte EuroCommerce mangelnde Aufklärung vieler Kunden über die Neuerungen, insbesondere aber auch mangelnde Vorbereitung bei vielen kleinen Händlern. Diesen drohten nun reihenweise Kaufabbrüche, da ihre Zahlungssysteme nicht SCA-konform seien.

In einer Stellungnahme hatte die EBA daraufhin unklare Details zur SCA präzisiert und den nationalen Aufsichtsbehörden freigestellt, während einer Übergangszeit von einer Durchsetzung der SCA-Anforderungen abzusehen. Betroffene Händler sollen aber gemeinsam mit ihren Zahlungsdienstleistern Zeitpläne für die Migration vorlegen. Mehrere nationale Finanzaufsichtsbehörden haben die bisherige Deadline bereits ausgesetzt; die BaFin hat sich ihnen nun angeschlossen. Über die genaue Frist will sie sich nach Konsultation der Marktteilnehmer mit der EBA und den Aufsichtsbehörden der übrigen EU-Länder abstimmen. Unklar ist noch, was die Verbraucher bei Online-Zahlungen mit Kreditkarte oder PayPal ab dem 14. September in den EU-Mitgliedsstaaten konkret erwartet. Experten kritisieren insbesondere, dass nationale, nicht miteinander abgestimmte Regelungen zu Chaos führen könnten.

### PSD2-Schnittstellen

Auch bei den dedizierten Schnittstellen, die die Banken ab 14. September bereit halten müssen, haben sich in der laufenden Testphase Probleme gezeigt. Zunächst hatte der API-Dienstleister FinTecSystems auf Probleme hingewiesen: So seien gültige Sicherheitszertifikate nicht akzeptiert worden, viele Redirects zu Banken liefen nicht unterbrechungsfrei

und Daueraufträge würden teilweise unvollständig angezeigt. Das Start-up forderte eine bessere Kooperation der Banken. Die BaFin solle zudem noch keine „Ausnahmen von der Ausnahme“ erteilen. Danach müssen Banken keinen ausnahmsweise nutzbaren Notfallmechanismus für Drittdienstleister bereithalten, sofern sie die Zuverlässigkeit ihrer Schnittstellen nachgewiesen haben.

FinTecSystems steht mit dieser Kritik nicht allein: In einem Branchen-Podcast stimmten Vertreter des Wettbewerbers Figo/Finreach den Kritikpunkten zu. Die Finanzsoftware-Hersteller Treefin, Buhl Data und Haufe-Lexware berichteten Ende Juli auf c't-Anfrage ebenfalls von Problemen mit den Schnittstellen.

In einer Mail an die Akteure hat die BaFin sich nun positioniert und die Kritik der Drittdienstleister weitgehend bestätigt. Als Konsequenz will sie vorerst keinem Kreditinstitut eine Befreiung vom Notfallmechanismus gewähren. Während sich einige Start-ups in ersten Reaktionen bestätigt sahen, äußerte sich die Deutsche Kreditwirtschaft „erstaunt“ und sieht ihre Aufgaben „trotz eines ausgesprochen engen Zeitrahmens“ weitgehend als erfüllt an. Gegenüber c't warf sie den Drittanbietern zudem vor, „ein eigenes Verständnis der regulatorischen Vorgaben“ zu haben. Ähnlich äußerte sich auch die Deutsche Bank. Dennoch betonen alle Seiten, dass sie auf bereits angesetzten Workshops der BaFin konstruktiv an einer Lösung arbeiten wollen. (mon@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Markus Montz, Nimm zwei!, Was sich ab September beim elektronischen Bezahlen ändert, c't 15/2019, S. 122
- [2] Markus Montz, Zweitschlösser, Neue Onlinebanking-Regeln ab September, c't 18/2019, S. 66



**Online-Zahlungen mit Kreditkarte sollen vorerst weiter ohne Zwei-Faktor-Authentifizierung funktionieren.**

## Facebook liest mehr mit

Der Facebook-Konzern erweitert die menschliche Kontrolle von Beiträgen in seinen sozialen Netzwerken. In Facebook-Gruppen werden Postings künftig vermehrt von darauf geschulten „Reviewern“ der „Safe Communities Initiative“ des Konzerns geprüft, die die maschinelle Kontrolle ergänzen sollen. Schon jetzt prüft KI jedes Posting vor Veröffentlichung und legt es bei Verdacht auf Verstöße gegen die Gemeinschaftsstandards den Gruppen-Admins zur manuellen Freigabe vor.

Derweil versucht die Facebook-Tochter Instagram einen weiteren Schritt im Kampf gegen **Fake News** zu gehen. Sie setzt dazu auf Menschen als Faktenchecker. Nutzer können Beiträge, die sie kontrollwürdig finden, nun als „Falschinformation“ melden. Die Faktenchecker unterstehen Instagram zufolge dem International Fact-Checking Network's Code of Principles (3PFC). Gemeldete Beiträge

werden von ihnen nicht automatisch gelöscht. Stellt sich eine Information als falsch heraus, wird sie nur nicht mehr unter dem vom Poster benutzten Hashtag zu finden sein. Lediglich Posts, die gegen die Richtlinien des Dienstes verstoßen, fliegen ganz raus. Die Faktenchecker arbeiten zunächst nur auf der US-Plattform, erst einige Monate später sollen andere Länder hinzukommen. (hob@ct.de)

Die KI von Facebook legt Gruppen-Admins zweifelhafte Postings als „automatisch markiert“ zur Freigabe vor.

Administratoraktivität	
Geplante Beiträge	
Mitgliedsanfragen	2
Benachrichtigungen zu Genehmigungen	
Regeln erstellen	
Von Mitgliedern gemeldet	
Automatisch markiert	

## Kurz & knapp

Microsoft hat die erste Betaversion seines neuen Browsers **Edge** veröffentlicht. Sie ist für Windows 7, 8/8.1 und 10 sowie für macOS erhältlich. Microsoft ermutigt Nutzer und Firmen, den Browser auszuprobieren. Edge sei bereit für den täglichen Gebrauch.

Google will in künftigen Versionen seines Browsers Chrome die Implementierung von **FTP** entfernen. Die Architektur des Protokolls sei unsicher und es werde kaum noch genutzt.

**Twitter** hat ein Netzwerk aus 200.000 Accounts gesperrt, über die koordiniert „politischer Streit in Hongkong gesät werden sollte“. **Facebook** entfernte mit ähnlicher Begründung fünf Accounts, sieben Seiten und drei Gruppen.

**MITTWALD**  
Webhosting. Einfach intelligent.

## Managed Hosting mit Gigahertzblut

Für einen kompetenten und persönlichen Service.



**Experten-Service**  
schon ab dem kleinsten Paket für dich da



**Das passende Managed Hosting**  
für all deine Webprojekte



**Die richtige Software**  
für deine Websites und Onlineshops



**Zeitsparende Tools**  
erleichtern deinen Projektalltag

**FINDE DEIN PERFEKTES HOSTING**  
[www.mittwald.de/gigahertzblut](http://www.mittwald.de/gigahertzblut)

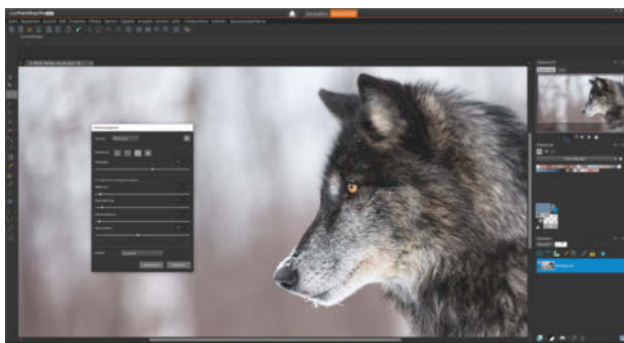
# Einfache Montage in PaintShop Pro 2020

**Die Bildbearbeitung PaintShop Pro 2020 von Corel bringt neue Werkzeuge zur Auswahl und zum Klonen von Bildelementen, unter anderem für schnelle Fotomontage.**

Corel bringt in PaintShop Pro 2020 Funktionen für Fotografen, die ihre Fotos entwickeln und umfangreich verfremden wollen. Mit dem SmartClone-Werkzeug sollen sich Bildelemente aus mehreren Fotos auf einfache Weise zu einem neuen Bild zu-

sammenfügen lassen. Es arbeitet inhalts-sensitiv und dient zum Wegretuschieren unschöner Bildelemente, beispielsweise von Plastiktüten oder Verkehrsschildern.

Der Verfeinerungspinsel erweitert die Auswahlwerkzeuge um ein Werkzeug zum Freistellen von Haaren. Wenn man Strähnen und Härchen damit übermalt, soll es solche schwierigen Motive sauber vom Hintergrund trennen. Über Regler kann man die Auswahl glätten, unschärfer gestalten und die Kante der Auswahl verschieben.



Der Verfeinerungspinsel von PaintShop Pro 2020 hilft beim Freistellen schwieriger Motive mit Haaren und Fell.

Ein neuer touchoptimierter Arbeitsbereich „Fotografie“ unterstützt Bildschirme in 4K-Auflösung. Er ist standardmäßig eingestellt, bringt große Symbole mit und kombiniert die am häufigsten benutzten Werkzeuge, um Fotos schnell zu entwickeln. Hinzu kommen Leistungsverbesserungen und optimierte Arbeitsverläufe. Ebenenstile kann man nun kopieren und auf eine andere Ebene übertragen.

Die Software erscheint in den Varianten PaintShop Pro 2020 für 69,99 Euro und PaintShop Pro 2020 Ultimate für 89,99 Euro. Es enthält den Raw-Entwickler AfterShot 3, das abgespeckte Malprogramm Painter Essentials 6, das Programm für animierte Fotos PhotoMirage Express, das Dienstprogramm Parallels Toolbox und die Effektsammlung GRFX Studio. Darüber hinaus schnürt Corel erstmals ein Paket aus der Ultimate-Version und dem Videoschnittprogramm VideoStudio Pro. Alles zusammen kostet 139,99 Euro. (akr@ct.de)

## Fonts gestalten und verwalten

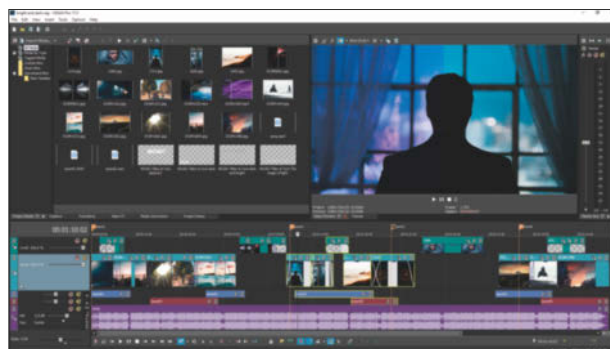
High-Logic hat die **Schriftverwaltung** MainType 9 und den **Schrift-Designer** FontCreator 12 vorgestellt. Der Hersteller liefert für MainType keine InDesign-Plugins mehr mit. Diese mussten für jede Version des Layoutprogramms neu entwickelt werden, was Stabilitätsproblemen Vorschub leistete. Der Hersteller von Adobe InDesign, Photoshop, Illustrator, Serif Affinity Designer und Microsoft Word sind stattdessen gehalten, die benötigten Schriftdateien innerhalb von MainType selbst zu verwalten.

FontCreator 12 hat eine Palette erhalten, die Fonts nach Kategorien übersichtlich anzeigt. Die erweiterte Anzeige von Glypheigenschaften informiert über Abstände, Unterschneidung und Metrik. Ein verbesserter Dialog zum Generieren von Glyphen soll einen Basisfont um Sonderzeichen für über 100 Latin-basierende Schriften ergänzen können.

MainType kostet 79 US-Dollar; FontCreator 199 US-Dollar. Beide Programme laufen unter Windows. (akr@ct.de)

## Team-Arbeit mit Vegas Pro 17

Die **Videoproduktionssoftware** Vegas Pro 17 verspricht optimierten Workflow. Nutzer können nun von der Haupt-Timeline in eine sogenannte „Nested Timeline“ wechseln. Damit können sich beliebig komplexe Zeitleisten im Projekt einnisten. Einstellungen lassen sich von einer Nested Timeline auf eine andere übertragen. Team-Kollegen können eine Nested Timeline bearbeiten, während jemand anderes die Kontrolle über das Hauptprojekt behält.



Vegas Pro 17 unterstützt „Nested Timelines“, Unterprojekte, die sich in die Haupt-Timeline integrieren lassen.

Eine Color-Grading-Palette fasst alle Farbkorrekturwerkzeuge des Programms zusammen. Farbeinstellungen lassen sich exportieren, in anderen Projekten beziehungsweise Programmen weiterverwenden oder auf andere Clips übertragen.

Der HDR-Workflow von Vegas Pro 17 unterstützt GPU-gestützte Farb-I/O-Verarbeitung des Farbstandards ACES 1.1. Bei der Academy Color Encoding Specification (ACES) handelt es sich um einen Farbstandard für Filmprofis, der von der Academy

of Motion Picture Arts and Sciences gepflegt wird. Außerdem soll das Programm Videos dank GPU-Beschleunigung beim AVC/HEVC-Decoding schnell wiedergeben und 8K-Dateien unterstützen.

Das Programm erscheint in drei Editionen zu Preisen von 399 bis 799 Euro sowie in der Mietausgabe VEGAS Pro 17 365 für 16,67 Euro pro Monat. (akr@ct.de)

# LibreOffice 6.3 macht Textpassagen unkenntlich

**The Document Foundation hat Version 6.3 von LibreOffice veröffentlicht. Neu ist unter anderem die Möglichkeit, Dokumente zu schwärzen. Außerdem verspricht das Update bessere Performance.**

In LibreOffice 6.3 lassen sich Teile von Dokumenten schwärzen, beispielsweise um vertrauliche Informationen unkenntlich zu machen. Damit der Empfänger garantiert nichts wiederherstellen kann, wandelt LibreOffice das Dokument dabei in ein Bild um. Der Text lässt sich anschließend nicht mehr bearbeiten, dafür gilt: Was schwarz ist, ist auch wirklich nicht mehr als Textinformation vorhanden. Der LibreOffice-Workflow gestaltet sich wesentlich komfortabler als der Umweg über Kopierer oder Bildbearbeitung.

Auch sonst bringt LibreOffice 6.3 einige Komfort-Verbesserungen mit: So

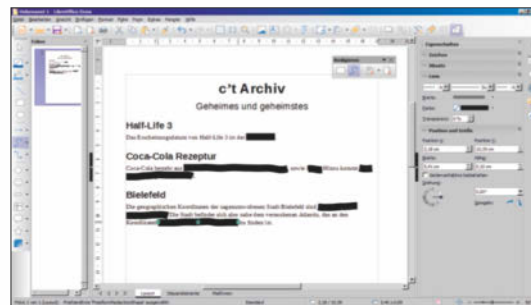
haben die Entwickler in der Tabellenkalkulation Calc den Summen-Button durch ein Drop-down-Feld ersetzt, das auch Zugriff auf die Aggregationsfunktionen Summe, Durchschnitt, Minimum, Maximum und Anzahl bietet. In der Textverarbeitung Writer erstrecken sich Seitenhintergründe jetzt randlos über das gesamte Blatt – eine kleine Änderung, die manche Layoutaufgaben deutlich vereinfacht.

Verbesserungen unter der Haube sorgen dafür, dass die Office-Suite Dokumente schneller lädt, anzeigt und speichert. Der Geschwindigkeitszuwachs liegt je nach Dokument zwischen 40 und 99 Prozent. Außerdem kann LibreOffice jetzt Microsofts Vorlagenformate DOTX sowie XLTX schreiben und besser mit Microsoft-Office-Dokumenten umge-

hen. Neu ist auch die Option, PDFs nach dem Archivierungsstandard PDF/A-2 zu schreiben; der Vorgänger PDF/A-1 bleibt als Option erhalten.

Die Office-Suite steht nach wie vor kostenfrei für die Plattformen Linux, macOS und Windows zur Verfügung.

(syt@ct.de)



Die freie Büro-Suite LibreOffice 6.3 schwärzt Textpassagen, die sich auch im exportierten Dokument nicht mehr wiederherstellen lassen.





Die IT-Security Messe und Kongress

HOME OF IT SECURITY

„Wie mache ich  
meine Mitarbeiter  
fit für IT-Sicherheit?“

➤ Christian Honner, 34,  
Abteilungsleiter IT

Lösungen haben eine Plattform

Auf der international führenden Fachmesse für IT-Security erfahren Sie alles über die aktuellsten Sicherheitsstandards.

Sichern Sie sich Ihr Gratis-Ticket zur it-sa 2019!



Nürnberg, Germany | 8.-10. Oktober 2019

[it-sa.de/it-sicherheit4U](http://it-sa.de/it-sicherheit4U)
NÜRNBERG MESSE

# Radarpeilung statt Dating

Wie und warum sich Lovoo-Nutzer orten ließen

**Nutzer von Lovoo konnten den Aufenthaltsort anderer Nutzer der beliebten Online-Dating-App nachverfolgen. Wirklich überraschend ist das nicht, die Betreiber von Dating-Apps navigieren unter Kostendruck in schwierigen Gewässern.**

Von Sylvester Tremmel

Anfang August vom Bayerischen Rundfunk veröffentlichte Recherchen zeigen, dass Nutzer der Dating-App Lovoo den Aufenthaltsort von anderen Nutzern tracken konnten. Das mag offensichtlich erscheinen, weil die Grundlage der Ortung ein Lovoo-Feature namens „Live-Radar“ war, das andere Nutzer in der Nähe anzeigt. Allerdings hat das Lovoo-Radar die Entfernung zwischen Nutzern nie exakt angegeben, sondern in 100-Meter-Schritten, um kein gefundenes Fressen für Stalker oder Einbrecher zu sein.

Die Journalisten von BR Data konnten Personen trotzdem genauer orten, nämlich auf 30 bis 50 Meter, indem sie annähernd gleichzeitige Messungen von verschiedenen Standorten kombiniert haben. Möglich war das über ein API von Lovoo, das es nicht nur erlaubte, Lovoo-Nutzer einmalig zu orten, sondern sie auch fortlaufend zu verfolgen: Fünf Tage lang sammelten die Reporter den Standort von hunderten Münchener Nutzern – und zwar alle 15 Minuten.

Lovoo hat auf das Problem reagiert und schiebt dem Vorgehen jetzt zweierlei Riegel vor: Zum einen wurde die gleichzeitige mehrfache Anfrage eines Standorts eingeschränkt. Zum anderen werden Entfernungen – zumindest über das API – weniger genau angegeben und auch maskiert. Im Folgeversuch gelang es dem BR nicht mehr, Standorte per Trilateration zu präzisieren.

Grob lassen sich Nutzer allerdings immer noch orten, schließlich ist es Sinn

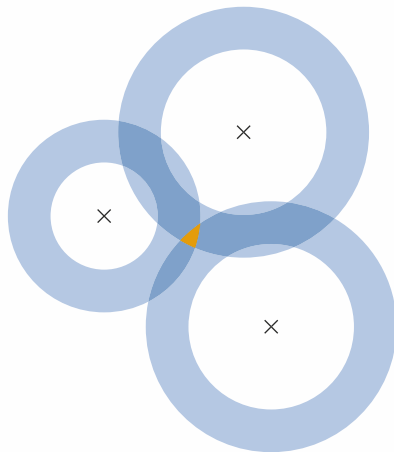
und Zweck der Funktion, potenzielle Partner in der Nähe anzuzeigen und so zumindest ungefähre Standorte preiszugeben. Wer dem gänzlich entgehen will, muss die Funktion abschalten (wofür es eine Einstellung in der App gibt), kann dann aber konsequenterweise auch nicht mehr nach Partnern in der Nähe suchen.

## Grundsätzliches Dilemma

Das Radar-Feature und die Experimente des BR berühren ein grundsätzliches Problem von Online-Dating-Systemen: Über solche Apps gibt man allerhand private Details preis, was – zumindest aus Sicht des Datenschutzes – bedenklich ist. Andererseits kann Online-Dating nur dann mögliche Partner sinnvoll zusammenführen, wenn es wenigstens einige private Details kennt.

## Trilateration

Wenn man die Entfernung einer Person von drei (oder mehr) Punkten kennt, kann man ihren Standort genau ermitteln. Wenn die Entfernungen nur grob bekannt sind (blaue Ringe), lässt sich der Standort immer noch ungefähr bestimmen und zwar mit höherer Genauigkeit, als die groben Entfernungswerte nahelegen.



Die Probleme um Lovoo zeigen aber noch einen allgemeineren Aspekt auf: Mit Daten lässt sich oft mehr machen, als die veröffentlichende Stelle annimmt. Lovoo war offenbar davon ausgegangen, dass Nutzer nicht genauer als auf 100 Meter lokalisiert werden können, wenn ihre Entfernungen nur in 100-Meter-Schritten angegeben werden. Das war ein Trugschluss, wie der BR gezeigt hat.

Fehleinschätzungen dieser Art sind keineswegs unüblich: Zum Beispiel sorgte vergangenes Jahr die Sport-App Strava für Aufsehen. Es war erstens oft möglich, über die veröffentlichten Laufrouten die Wohnorte der Benutzer zu erfahren, und zweitens offenbarte die App so auch die Position von Militärbasen, die eigentlich der Öffentlichkeit nicht bekannt sein sollten [1].

## Wechselwirkungen

Oft kommt als Problem hinzu, dass sich Daten mit anderen Quellen kombinieren lassen, zum Beispiel um vermeintlich anonyme Daten zu deanonymisieren. Im Juli dieses Jahres erregte eine Studie in Nature Communications Aufsehen, die zeigte, dass sich mit nur 15 anonymen demografischen Werten 99,98 Prozent aller Amerikaner identifizieren lassen (siehe [ct.de/yup3](https://ct.de/yup3)). Mitunter ist das Kombinieren von Quellen auch sehr einfach: In einem Test von Dating-Apps (einschließlich Lovoo) Anfang des Jahres [2] wiesen wir darauf hin, dass Nutzer häufig Bilder aus ihren Social-Media-Accounts als Profilbild in den Apps nutzen. Über Rückwärts-Bildersuchen, wie sie etwa Google bietet, lassen sich die Bilder dem Social-Media-Profil zuordnen und die vermeintliche Anonymität innerhalb der Dating-App ist dahin.

Die Hersteller der Apps haben aber in der Regel weder einen Grund dafür nachzuforschen, was sich mit den von ihnen preisgegebenen Daten alles machen lässt, noch ist klar, wo die Grenze zu unzumutbarem Aufwand zu ziehen wäre. Kritische Nutzer können einstweilen nur auf generelle Datensparsamkeit achten und vermeiden, Daten zwischen Services zu teilen. Wenn das Dating-Profilbild nicht auf Facebook ist, kann man es auch keinem dortigen Account zuordnen. (synt@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Michael Link, Petzeria Positioni, c't 5/2018, S. 16
- [2] Hannes A. Czerulla und Stefan Porteck, App-geschlept, c't 9/2019, S. 114

**Studie in Nature Communications:**  
[ct.de/yup3](https://ct.de/yup3)

# Definitiv kein kalter Kaffee

**NEU!**

Jetzt bei STRATO: Root Server  
mit Intel® Coffee Lake Prozessoren

- ✓ Bis zu 6 Kerne mit 3,7 GHz Taktfrequenz
- ✓ Intel Turbo Boost bis zu 4,7 GHz Taktfrequenz
- ✓ 1 GBit/s Anbindung inklusive
- ✓ Auswahl zwischen SSD & HDD
- ✓ Bis zu 58 % schneller als die Vorgänger-Prozessoren



## Root Server Linux D520 HDD

- Intel® Xeon® E-2126G (Coffee Lake)
- 6 x 3.3 GHz (max. Turbo: 4.5 GHz)
- 2 x 4 TB HDD
- 32 GB DDR4 ECC RAM

nur **39,-**

€/Monat für 3 Monate,  
danach 78,- €/Monat.  
Einrichtung: 50,- €  
Mindestlaufzeit: 12 Monate

# Der Fall Kaspersky: Liebesgrüße aus Moskau

## Weitere Schwachstellen in Kaspersky-Virenschutz

**Nach c't 18/2019 bekamen wir viel Post – darunter Informationen über weitere Kaspersky-Schwachstellen. Es drängt sich die Frage auf, ob Antivirensoftware mit der Manipulation des verschlüsselten Datenverkehrs nicht zu weit geht. Und dann meldete sich auch noch Herr Kaspersky persönlich zu Wort.**

Von Ronald Eikenberg

Es dauerte nach dem Erscheinen der vorherigen c't-Ausgabe, in der wir eine Schwachstelle im Kaspersky-Virenschutz aufdeckten, nicht lange, bis sich Wladimir Palant mit uns in Verbindung setzte. Er entwickelt nicht nur den Werbeblocker Adblock Plus, er interessiert sich auch für IT-Sicherheit und hat unabhängig von uns die Schutzprogramme von Kaspersky untersucht. Er stieß dabei auf weitere Lücken, die insbesondere die Art

und Weise betreffen, wie Kaspersky den Datenverkehr der Nutzer manipuliert.

Um nämlich den Inhalt verschlüsselter Verbindungen auswerten und verändern zu können, unterbrechen Virenschutz-Programme häufig den TLS/SSL-verschlüsselten Tunnel zwischen Server und Browser. Das ist keine ungefährliche Operation: Dadurch verlagert sich die Validierung der Serverzertifikate und die Aushandlung der Krypto-Parameter vom Browser zur Schutzsoftware. Das kann zu einem geringeren Schutzniveau führen – insbesondere dann, wenn der Virenschutz moderne Krypto-Funktionen noch nicht beherrscht oder bei der Validierung der Zertifikate patzt.

### Kaspersky in the Middle

Wie das konkret aussehen kann, zeigt Wladimir Palants Blog-Eintrag „Kaspersky in the Middle – what could possibly go wrong?“ (siehe [ct.de/y2q8](https://ct.de/y2q8)). Palant berichtet darin etwa, dass Kaspersky die Schutzfunktion „HTTP Strict Transport Security“ (HSTS) unzureichend implementiert hatte. Ist HSTS aktiv und es kommt zu

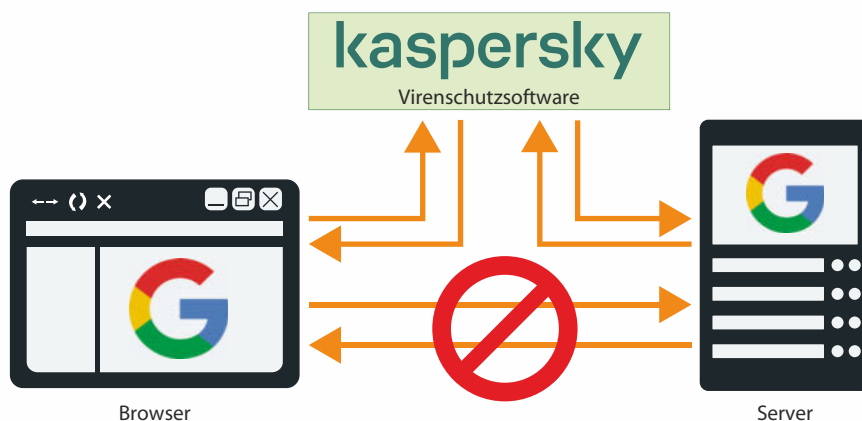
einem Zertifikatsfehler, unterbinden Chrome und Firefox aus Sicherheitsgründen den Zugriff auf die jeweilige Site.

Hatte sich Kaspersky dazwischengeschaltet, konnte Palant diesen Schutz jedoch umgehen und die Seite trotzdem anzeigen lassen. Ein größeres Problem entdeckte Palant im Zusammenspiel mit Microsoft Edge: Es gelang ihm dort, das eingeschleuste Kaspersky-Skript für Universal Cross-Site-Scripting (UXSS) zu missbrauchen. Das heißt im Klartext, dass eine bösartige Website darüber Code im Kontext einer anderen Website ausführen kann – die Webseite des Angreifers könnte durch die Lücke prinzipiell etwa das Webmail-Postfach des Kaspersky-Nutzers durchstöbern. Wladimir Palant begann im Dezember vergangenen Jahres damit, seine Funde an Kaspersky zu melden. Mitte August dieses Jahres gab der Hersteller bekannt, dass die Probleme offenbar mit dem Patch E beseitigt wurden, der bereits im April erschienen war.

Dass es möglicherweise nicht die allerbeste Idee ist, den sensiblen TLS/SSL-Traffic der Nutzer zu manipulieren, zeigt auch eine Studie aus dem Jahr 2017 (siehe [ct.de/y2q8](https://ct.de/y2q8)), an der neben drei Unis auch Cloudflare, Google und Mozilla beteiligt waren. Im Rahmen der Studie wurde untersucht, in welcher Weise verschiedene Schutzprogramme die Sicherheit von verschlüsselten Verbindungen beeinflussen. Das Ergebnis war desaströs: Die Forscher stellten bei 62 Prozent des Datenverkehrs eine reduzierte Sicherheit fest und stießen bei 58 Prozent sogar auf ernst zu nehmende Schwachstellen. Die Studie endet mit dem Satz: „Wir hoffen, dass wir die Hersteller ermuntern können, ihre Sicherheitsstandards zu verbessern, und die Security-Community dazu anregen, Alternativen zur HTTPS-Interception zu diskutieren.“ Wie der Fall Kaspersky zeigt, ist das Kernproblem nach wie vor aktuell.

### Datenumleitung durch Virenschutz

Ist Kaspersky installiert, fließt der Datenverkehr des Browsers nicht mehr direkt zum Webserver, sondern durch die Schutzsoftware.



## Moskau meldet sich zu Wort

Kaspersky hat die von uns entdeckte Sicherheitslücke zeitig geschlossen. Nach unserer Berichterstattung war es um das Unternehmen erstaunlich ruhig – es antwortete zwar zügig auf Anfragen von Journalisten, eine umfangreiche öffentliche Stellungnahme folgte jedoch erst nach rund fünf Tagen (siehe [ct.de/y2q8](https://ct.de/y2q8)). Der Hersteller schildert darin das Problem und mögliche Angriffsvektoren. Gleichzeitig kritisiert das Unternehmen, dass das Problem von den Medien aufgebauscht worden sei. Last, but not least meldete sich auch noch Eugene Kaspersky persönlich zu Wort: Auf Twitter bedankte er sich dafür, dass wir die „Responsible Disclosure“ eingehalten haben, also dem Unternehmen vor der Veröffentlichung ausreichend Zeit einräumten, das Datenleck zu schließen.

## Der Fall in aller Kürze

Falls Sie unser „c’t deckt auf“ in Ausgabe 18/2019 verpasst haben, gibt es hier noch mal die Ultrakurzfassung. Durch einen Zufall haben wir entdeckt, dass die Kaspersky-Virenschutzsoftware eine eindeutig zuordenbare ID in sämtliche Websites einschleust, die der Nutzer aufruft (siehe [ct.de/y2q8](https://ct.de/y2q8)). Das Problem dabei ist, dass diese ID von den Websites ausgelesen werden kann und sich daher für umfassendes Tracking eignet. Anhand der ID können Websites einzelne Besucher wiedererkennen – im Prinzip wie bei einem Cookie, nur viel schlimmer: Denn anders als Cookies funktioniert die Kaspersky-ID auch über Browsergrenzen hinweg und sogar im Inkognitomodus des Browsers.

Kaspersky hatte also eine mächtige Tracking-Funktion geschaffen. Zum Tracking war nur etwas JavaScript-Code nötig, wie eine von c’t erstellte Demoseite beweist. Verteilt man den JavaScript-Code über mehrere Websites, etwa über ein Anzeigenetzwerk, ist gar browserübergreifendes Tra-

cking möglich. Dass dieses Problem in einer Schutzsoftware steckt, macht den Fall besonders tragisch – denn Kaspersky wirbt nicht nur mit Sicherheit, sondern auch mit einer Verbesserung der Privatsphäre. Das Gegenteil war der Fall.

Wir meldeten unseren Fund vor der Veröffentlichung an Kaspersky und räumten dem Unternehmen genügend Zeit ein, um die Schwachstelle zu beseitigen. Die

Lücke trägt die Schwachstellen-Identifikationsnummer CVE-2019-8286. Kaspersky hat die Anfälligkeit im Juni mit dem „Patch F“ entschärft, der seit dem 7. Juni automatisch verteilt wird. Seitdem schleust die Schutzsoftware nicht länger eine individuelle ID ein, sondern eine statische, die bei allen Nutzern gleich ist. ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)) **ct**

Weitere Hintergründe: [ct.de/y2q8](https://ct.de/y2q8)

acer  
for business



## TravelMate P6

### Ultramobile Performance

Bis zu Intel® Core™ i7 Prozessor der 8. Generation

Windows 10 Pro (64-Bit)

Ultraschlankes und 1,1 kg leichtes Voll-Aluminium-Design

Mattes Full HD IPS Touch\*-Display

Fingerprintreader & verschließbare Webcam

Bis zu 20 Stunden Akkulaufzeit



Mehr entdecken auf  
[synergy-portal.de/acer-fuer-ihren-modern-workplace](https://synergy-portal.de/acer-fuer-ihren-modern-workplace)



## Produktqualität? Dafür legen wir die Hand ins Feuer!



Wir vertrauen auf unsere Produkte. Dank der **Acer Reliability Promise** erhalten Sie im Falle eines Defekts im ersten Jahr nach Kauf von uns den **vollen Kaufpreis zurückerstattet** – zusätzlich zur kostenfreien Reparatur gemäß Garantie.

Erfahren Sie mehr auf [promise.acer.com](https://promise.acer.com)



# Verflixt

## Streaming-Dienst reagiert nicht auf Sicherheitswarnung



**Wer einem Dienstanbieter verdächtige Aktivitäten mit dem eigenen Konto meldet, erwartet von diesem schnelle und angemessene Reaktionen. Doch bei Netflix ist man diesbezüglich nicht immer in guten Händen.**

Von Tim Gerber

Wie Tausende andere auch unterhält c't-Leser Volker M. seit vielen Jahren ein Abo beim Videostreaming-Dienst Netflix. Damit der Dienstleister die regelmäßig anfallende Rechnung in Höhe von 13 Euro sowie eventuelle Zusatzzahlungen bequem einziehen kann, hat der Kunde sein Paypal-Konto mit dem Account verknüpft und eine entsprechende Einzugsermächtigung erteilt – ganz im Vertrauen darauf, dass ein Internetplayer dieses Formats entsprechend sorgsam mit diesen und anderen anvertrauten Daten umgehen werde.

Am 6. August erhielt Volker M. von Netflix an seine hinterlegte E-Mail-Adresse eine Nachricht, die nichts Gutes ahnen

ließ: Die seinem Account zugeordnete E-Mail-Adresse sei wunschgemäß geändert worden, hieß es in der zu nachtschlafender Zeit um 1:30 Uhr versandten Nachricht. Er könne sich nun nicht mehr mit dieser an seinem Account anmelden, sondern solle dazu die neue Adresse verwenden. Volker M. war verunsichert, denn er hatte derartiges nicht veranlasst und eine angeblich neue Adresse war ihm nicht bekannt. Für diesen Fall wurde in der E-Mail geraten, umgehend Netflix zu kontaktieren. Man werde dann gern bei der Absicherung des Kontos helfen, versicherte das Netflix-Team.

Um 9:10 Uhr rief Volker M. den technischen Support an. Dort sagte man ihm,

dass man das Konto lediglich löschen könne. Das leuchtete Volker M. indessen nicht ganz ein, schließlich hatte er regelmäßig bezahlt und wollte den Dienst weiter nutzen. Der Anbieter sollte doch in der Lage sein, seine Kunden mit entsprechenden Verfahren sicher zu identifizieren und ihre Konten entsprechend abzusichern. Dabei sollte für den Berechtigten – und nur für ihn – der Zugang weiterhin möglich bleiben respektive wiederhergestellt werden. Doch alles argumentieren half nichts. Nach etwa 40 Minuten gab der Kunde nach und willigte zähneknirschend in die komplette Löschung seines Kontos ein, um Schlimmeres zu verhindern.

### Allgemeine Verunsicherung

Das mulmige Gefühl, dass Fremde sich seines Kontos und mithin sämtlicher dort hinterlegter Daten bemächtigt haben konnten, ließ Volker M. indessen den ganzen Tag keine Ruhe und so wandte er sich am Abend um etwa halb acht Uhr erneut telefonisch an den Netflix-Service. Nun hieß es, das Konto müsse repariert werden und das hätte man längst beginnen müssen.

Völlig verunsichert und in seinem Vertrauen in den Anbieter gänzlich erschüttert wandte sich Volker M. unmittelbar nach diesem Gespräch an c't. Am folgenden Tag teilte er uns mit, dass am selben Tag ein Unbekannter von seinem Account ein Abo für 15,99 Euro abgeschlossen hatte und sein bei Netflix hinterlegtes PayPal-Konto infolgedessen mit diesem Betrag belastet worden sei. Dies erstaunte umso mehr, als Netflix das Konto am Morgen des Vortages gelöscht und am Abend repariert haben wollte. Nichts dergleichen war offenbar geschehen.

Am Morgen des 8. August fragten wir auf verschiedenen Wegen bei Netflix an. Wir wollten von dem Unternehmen wissen, wie es üblicherweise in solchen Fällen reagiert. Weiter fragten wir, welche Maßnahmen Netflix dann ergreift, um sicherzustellen, dass der Account des betroffenen Kunden nicht von Unbefugten missbraucht wird. Schließlich baten wir um Auskunft, warum es trotz der raschen Meldung durch den Kunden möglich war, dass Unbefugte noch einen ganzen Tag später Zugriff auf das Konto hatten und zahlungspflichtige Dienste zu seinen Lasten in Anspruch nehmen konnten.

Zwar erhielten wir allerhand automatische Bestätigungen für den Eingang unserer Anfragen, eine inhaltliche Antwort ließ jedoch auf sich warten. Volker M. ließ die Sache freilich keine Ruhe. Einige Stunden später rief er deshalb abermals den Netflix-Support an. Und nun geschah tatsächlich, was er gleich bei seinem ersten Anruf vor zweieinhalb Tagen erwartet hätte: Der Mitarbeiter setzte die mit dem Account verknüpfte E-Mail-Adresse wieder auf die des Kunden zurück, sodass dieser wieder Zugriff auf sein Konto erhielt. Der Support-Mitarbeiter entschuldigte sich zudem bei Volker M. für die falsche Behandlung seines Anliegens. Folgerichtig stornierte er auch das zwischenzeitlich durch die Hacker eingerichtete Abonnement, der bereits abgebuchte Betrag wurde erstattet.

### Alle Fragen offen

Die Fragen nach den fremden Aktivitäten und möglicherweise abgeflossenen Daten beantwortete der Support dem Kunden allerdings auch beim dritten Anruf nicht. Ebenso unbeantwortet blieben die von uns gestellten Fragen nach den Hintergründen des Vorgehens von Netflix im Allgemeinen und im Fall von Volker M. Erst nach 5 Tagen, am 13. August, meldete sich ein deutscher Unternehmenssprecher in der Redaktion. Er wolle die Fragen beantworten, benötige aber weitere 48 Stunden, um die Konzernzentrale an der amerikanischen Westküste zu beteiligen. Nachdem auch diese Frist erfolglos verstrichen war, erhielten wir zur Antwort, Netflix nähme Betrug oder Identitätsdiebstahl sehr ernst. Wenn seine Mitglieder

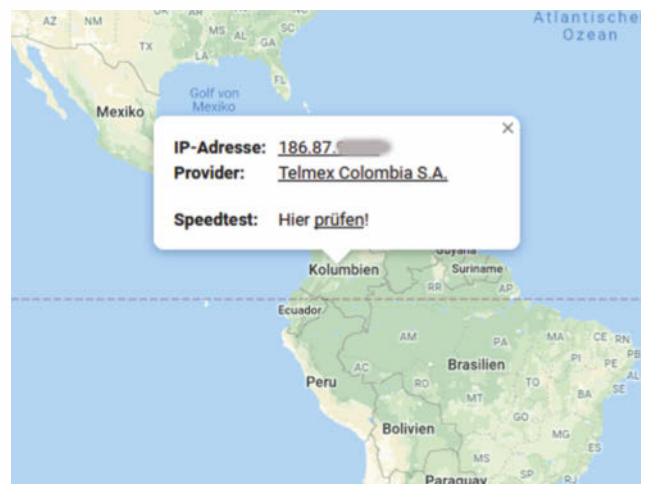
verdächtige oder unerwartete Abbuchungen oder nicht autorisierte Kontoaktivitäten bemerkten, könnten sie sich jederzeit mit dem Support-Team telefonisch oder per Live-Chat in Verbindung setzen. Man untersuche solche Vorfälle dann unverzüglich. Nichts dergleichen hatte das Unternehmen jedoch im Fall von Volker M. getan.

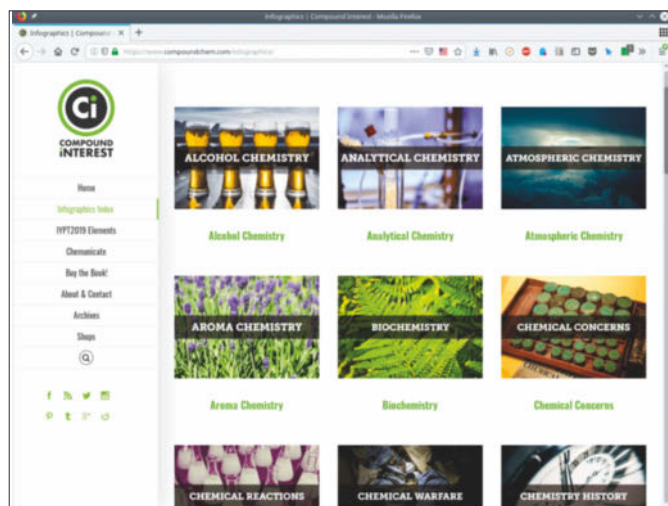
Woran das gelegen hat, darüber wollte Netflix „aus datenschutzrechtlichen Gründen keine Informationen preisgeben“. Das verwunderte, denn wir hatten bereits mit der ersten Anfrage am 8. August eine schriftliche Datenfreigabeerklärung seitens Volker M. als Betroffenen vorgelegt. Die Berufung auf den Datenschutz ist deshalb nicht sonderlich überzeugend. Zudem hatte Netflix zuvor zweieinhalb Tage lang tatenlos zugesehen, wie Dritte unbefugt Zugriff auf die persönlichen Daten von Volker M. nehmen konnten. Trotz rechtzeitiger Warnung war Netflix nicht in der Lage zu verhindern, dass die Daten sogar zum Schaden des Kunden missbraucht werden konnten.

Nachdem Volker M. mehr als 48 Stunden nach seinem ersten Anruf wieder Zugriff auf sein Konto hatte, konnte er die inzwischen erfolgten illegalen Zugriffe dort sogar nachverfolgen. Demnach waren sie von einem PC und einem Smart-TV in Kolumbien aus erfolgt. Wie seine Zugangsdaten ans andere Ende der Welt gelangen konnten, darauf gibt Netflix trotz mehrfacher Nachfrage keine befriedigende Antwort. Der Kunde will die Sache deshalb an den Bundesbeauftragten für den Datenschutz herantragen. Möglicherweise hat Netflix nicht nur die notwendige Sorgfalt beim Umgang mit den Daten von Volker M. missachtet, sondern auch gesetzliche Meldepflichten verletzt. (tig@ct.de) **ct**

**VOR  
SICHT  
KUNDE!**

Nachdem er wieder Zugang zu seinem Netflix-Account hatte, konnte der Kunde feststellen, dass sein Konto über mehrere Tage von Kolumbien aus missbraucht worden war.





## Chemikers Wundertüte

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

Was steckt hinter der These „Spinat enthält viel Eisen“, und wie gut lassen sich verschiedene Metalle aus einem ausrangierten Smartphone recyceln? Der Chemielehrer Andy Brunning beantwortet Fragen zur Chemie auf seiner Website **Compound Interest** mit ansprechenden, kostenlos herunterladbaren englischen Postern und ausführlichen Begleittexten.

Zum Spinat etwa kann man lernen, dass der ähnlich viel Eisen enthält wie Rindfleisch, dass das Eisen im Spinat aber nur zu einem viel kleineren Anteil vom Körper aufgenommen wird. Der Text erklärt auch, warum das so ist, wie das mit den stumpfen Zähnen beim Spinat-Essen zusammenhängt, und warum das Gemüse trotzdem ein wertvolles Nahrungsmittel ist.

Ein anderer Beitrag beleuchtet Bedenken zum Süßstoff Aspartam. Brunning erklärt ganz unaufgeregt, dass diese Substanz im Körper zum giftigen Methanol verstoffwechselt wird, dass aber die meisten Menschen weit mehr Methanol durch den Verzehr von Obst aufnehmen. Nur für Menschen mit der seltenen Krankheit Phenylketonurie birgt Aspartam Risiken, wie die Website auch erklärt. Alle Ausführungen in den Beiträgen sind mit wissenschaftlichen Publikationen belegt – mehr kann man sich von einer beiläufigen, unterhaltsamen Themenbehandlung kaum wünschen. (hps@ct.de)

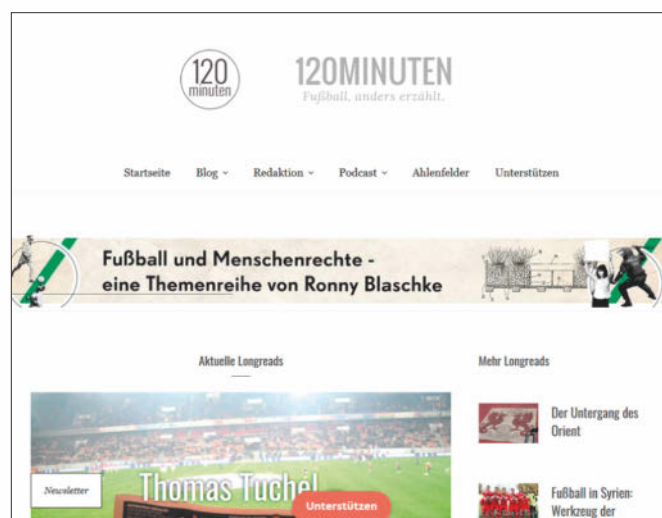
## Fußball in Langform

[120minuten.net](http://120minuten.net)

Fußball im Web bedeutet meist: Ergebnis-Berichterstattung, schnellste Information – zu selten leider Hintergrund und gesellschaftliche Einordnung. Diese Nische besetzt **120minuten**. Nach dem Leitsatz „Fußball, anders erzählt“ veröffentlicht das Portal journalistische Texte, die über die Grenzen des Tagesgeschäfts hinaus Themen ausleuchten und sich dafür Raum nehmen, viel Raum. Einige Geschichten auf 120minuten haben eine Länge von vier bis sechs vollbedruckten c't-Seiten. Die Autoren beweisen dabei, dass Länge nicht langweilig sein muss.

Dem Team um die beiden Gründer Andreas Müller und Christoph Wagner gelingt es bisweilen, Texte von sehr namhaften Journalisten an Land zu ziehen. Beispielsweise liefert der vielfach ausgezeichnete Buchautor Ronny Blaschke in seiner unregelmäßig aktualisierten Reihe „Fußball und Menschenrechte“ tolle Stücke. Da geht es dann beispielsweise um das Leben von Fußball-Ultras in Ägypten, um die Nazi-Vergangenheit von Bundesliga-Vereinen oder um Migration im deutschen Fußball. Auch vergleichsweise aktuelle Themen behandelt 120minuten, etwa die Frauen-WM in diesem Jahr oder das Wirken des deutschen Star-Trainers Thomas Tuchel in Paris.

Als Ergänzung zum Web-Angebot veröffentlicht die Redaktion unregelmäßig Podcasts, in denen sie die Longread-Texte vorstellt und ergänzende Infos liefert. Die Macher wollen das Portal unbedingt werbefrei und kostenlos anbieten. Unterstützer-Spenden sind aber willkommen. (hob@ct.de)



## Tipps abgreifen

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

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

Seinem Namen wird der **Vielfliegertreff** nicht ganz gerecht: Zwar sind sicherlich viele Weltreisende an Bord der deutschsprachigen Ausgabe von **Flyertalk**, doch das prall gefüllte Forum liefert auch ganz stationären Lesern gute Informationen. So vermitteln Unterforen Wissenswertes zu den Bonusprogrammen von DeutschlandCard und Payback, die aus im Einzelhandel erzielten Umsätzen Punkte und daraus wiederum Bargeld, Flugmeilen oder Sachprämien machen. Auch für die Anmietung von Mietwagen und das Buchen von Hotels gibt es wertvolle Tipps.

Wer dann doch mal ans Fliegen denken will, findet nicht nur Schnäppchentarife, sondern in der Rubrik „Hot Spot“ auch eine Anlaufstelle, um Fragen zum Zielland aus erster Hand beantwortet zu bekommen. Persönliche Reiseberichte der Foren-Nutzer steigern die Vorfreude auf die nächste Reise.

(Tobias Engler/hob@ct.de)

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



29.09. – 01.10.2019 – MUNICH

# FROM FOUNDERS FOR FOUNDERS

**GET YOUR TICKET NOW!**  
[bitsandpretzels.com](https://bitsandpretzels.com)



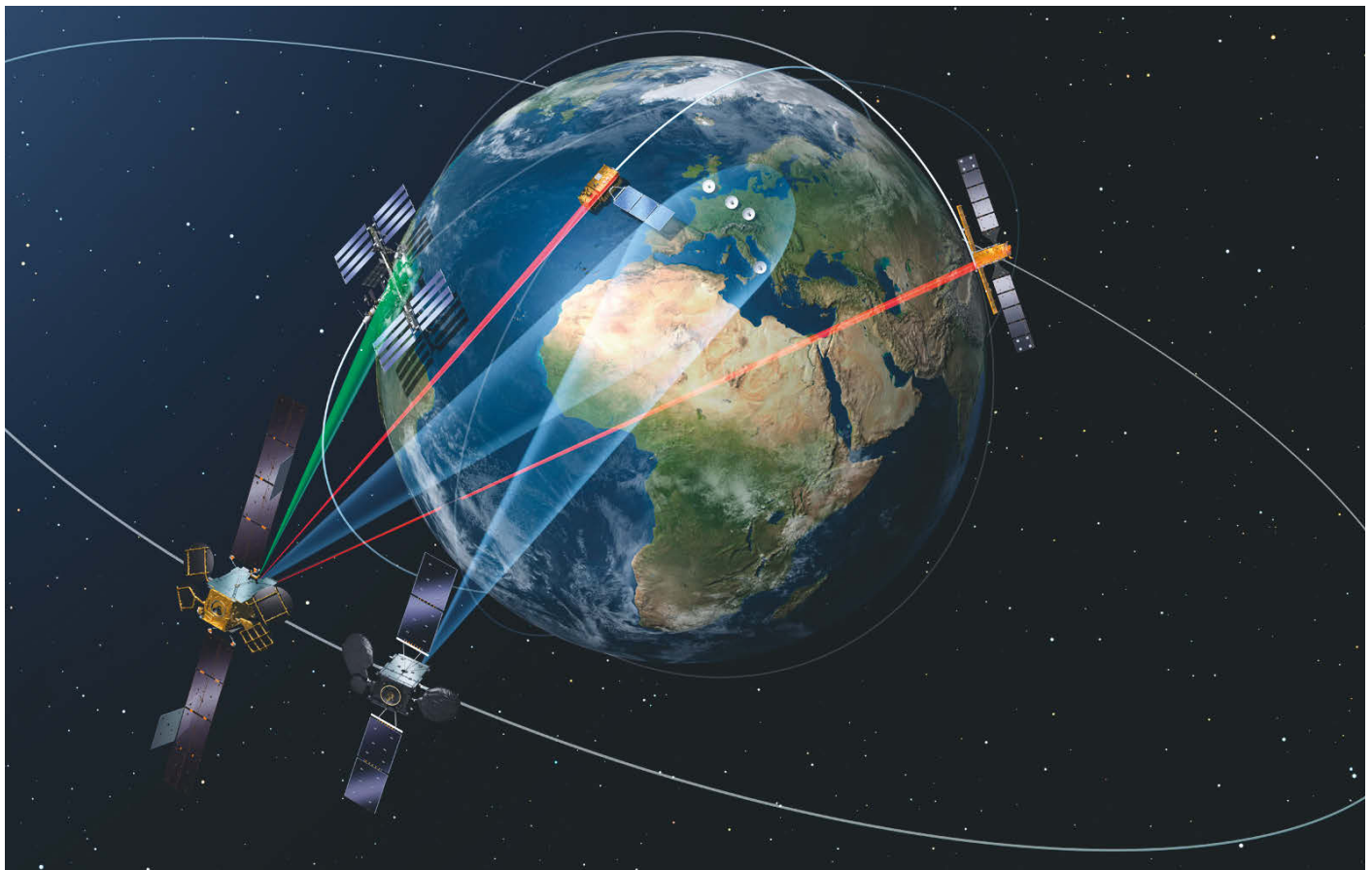


Bild: ESA

# Für Milchkannen im All

## Das Satellitenprojekt EDRS baut eine europäische Datenautobahn im All

**Anfang August hob eine Ariane-5-Rakete mit dem neuen Kommunikationssatelliten EDRS-C ab. Er sammelt Daten von anderen Satelliten per Laserkommunikation ein und überträgt sie nahezu in Echtzeit zum Boden – und zwar rund um die Uhr.**

**Von Michael Link**

**E**igentlich sollte dieser Artikel eine Reportage vom Weltraumbahnhof Kourou über den Start einer Ariane-5-Rakete werden, die den Kommunikationssatelliten EDRS-C in eine geostationäre Bahn bringt. Doch genauso wie sich die Bahn verspätet, muss man auch bei Raketen-

starts mit „Verzögerungen im Betriebsablauf“ rechnen. Der erste Starttermin für die Ariane platzte, weil es eine Panne bei einem anderen Raketenstart gab: Eine Vega-Rakete stürzte nach zwei Minuten, in denen sie dem Morgenhimmel entgegengleite, sang-, aber nicht klanglos ab.

Nach dem großen und teuren Feuerwerk war Ursachenforschung gefragt, und daher verschob Arianespace den Start der Ariane 5 mehrfach, sodass ein c't-Trip zum Startgelände nicht mehr machbar war. Als die Ariane 5 schließlich am 6. August um 21:30 Uhr abhob, verfolgten wir den Start übers Internet.

Eine Ariane 5 ist vorher schon 104-mal ohne viel Aufhebens abgehoben – wieso also interessieren wir uns ausgerechnet für diesen Start? Vor allem deshalb, weil der neue Satellit EDRS-C die Datenübertragung im All enorm be-

schleunigt und sie beinahe in Echtzeit verfügbar machen soll. Ein Gewinn ist das vor allem für Nutzung der frei verfügbaren Daten der Sentinel-Erdbeobachtungssatelliten. Sie sammeln Bilder und Daten etwa zur Erforschung des Klimawandels, der Meere und der Atmosphäre. EDRS-C soll aber auch den Bedarf an schnell verfügbaren Daten für andere kommerzielle Kundschaft stillen, hoffen die Betreiber. Das Problem bisher: Die Daten flossen nur häppchenweise.

### Daten im Stau

Die Erde wird von etlichen Satelliten umkreist. Viele davon fliegen auf niedrigen Bahnen, dementsprechend befinden sie sich nur kurz in den Empfangsbereichen von Bodenstationen in Europa. In diesen Zeitfenstern haben etwa die Sentinel-Satelliten nur zehn Minuten zum Ablie-

fern ihrer gesammelten Daten. Bis sie nach einem weiteren Umlauf wieder im Empfangsbereich sind, vergehen bis zu 80 Minuten. So bleibt sehr wenig Zeit zum Übertragen.

Hier setzt das europäische Daten-Relaisssystem (EDRS) an: Mit geostationären Satelliten spannt EDRS mit vorerst zwei Satelliten einen riesigen Empfangsbereich für niedrig fliegende Satelliten, Drohnen und sogar Flugzeuge auf. EDRS-Satelliten fangen ihre Daten auf und übertragen sie zum Boden – im Endausbau global und ohne begrenzende Zeitfenster für den Datenfluss. EDRS ist also eine klassische Relaisstation, nur eben im All. Die weitere Besonderheit ist, dass die Daten per Laserverbindung von Satellit zu Satellit gefunkt werden, was die Datenrate massiv erhöht. Für die via EDRS dauerhaft mit den Bodenstationen verbundenen Satelliten fällt noch ein Kollateralnutzen ab: Sie können vom Boden auch sehr kurzfristig mit neuen Befehlen gefüttert werden, etwa für Bahnmanöver oder Beobachtungsaufgaben.

Das Programm gehört unter dem damaligen Titel ARTES 7 zu einem Entwicklungsprogramm der Europäischen Raumfahrtagentur (ESA). Die US-amerikanische NASA unterhält vergleichbar dazu das Tracking and Data Relay Satellite-System (TDRS). Es hat aber keine Laserterminals.

Das europäische System macht Europa unabhängig von Bodenstationen anderswo. Eine globale Abdeckung wird schon mit drei Satelliten erreicht, von denen EDRS-A 2016 huckepack auf Eutelsat 9B in seine geostationäre Bahn (9 Grad Ost) gestartet ist. Über EDRS-A wurden bereits 23.000 Verbindungen mit

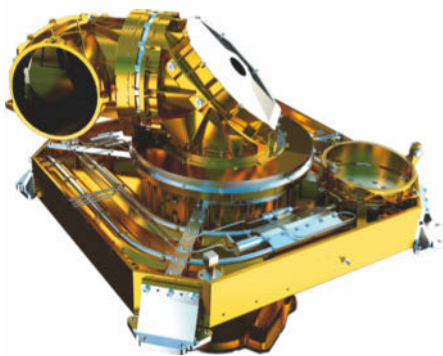


Bild: Testat

Das Laserterminal LCT-135 für EDRS-A und -C (und andere Satelliten) wurde von der deutschen Firma Tesat gebaut. Es misst 60 mal 60 mal 70 Zentimeter und wiegt 53 Kilogramm.

mehr als einem Petabyte Datenvolumen abgewickelt, sagte Richard Franklin, der für die EDRS-Plattform die Nachrichtenübertragungstechnik bei Airbus Defense and Space verantwortet. Auf DVDs gespeichert, wären dafür mehr als 200.000 Silberscheiben nötig, was übereinandergestapelt der Höhe des Main Towers in Frankfurt entspricht.

Anfang August folgte EDRS-C, dessen Bahn bei 31 Grad Ost angesiedelt ist, sich also quasi oberhalb der Linie von Finnland, dem Schwarzen Meer, Ägypten und Ostafrika synchron mit der Erde mitdreht. EDRS-C wurde in Deutschland von OHB in Bremen gebaut, die dafür die bereits vorhandene SmallGEO-Plattform weiterentwickelten. Der nächste im Bunde, EDRS-D, soll ab etwa 2024 die Phase 2 von EDRS Global einläuten. EDRS-D bringt eine Verschlüsselungsmöglichkeit für Daten mit und erweitert die Abdeckung der europäischen Weltraumdatenautobahn (tolles Scrabble-Wort!) um den asiatisch-pazifischen Raum. EDRS-E folgt 2026.

Wer sich jetzt fragt, warum in der Aufzählung ein Satellit namens EDRS-B fehlt: Er wurde zwar konzipiert, aber nie gebaut.

## Wer braucht sowas?

Schon das Pärchen EDRS-A und -C wird reichen, um ab Ende 2019 die Breitbandkommunikation zum Raumlabor Columbus der internationalen Raumstation ISS zu übernehmen. Ein Großkunde für den sogenannten SpaceDataHighway, der wie einige Autobahnen auf der Erde in Private-Public-Partnership zwischen der europäischen Raumfahrtagentur ESA und Airbus Defense and Space entstanden ist, wird das europäische Copernicus-Programm mit seinen Sentinel-Satelliten sein. Mit täglich mindestens 6 TByte Übertragungsvolumen haben sie einen bislang kaum stillbaren Bedarf an der Datenautobahn im Orbit.

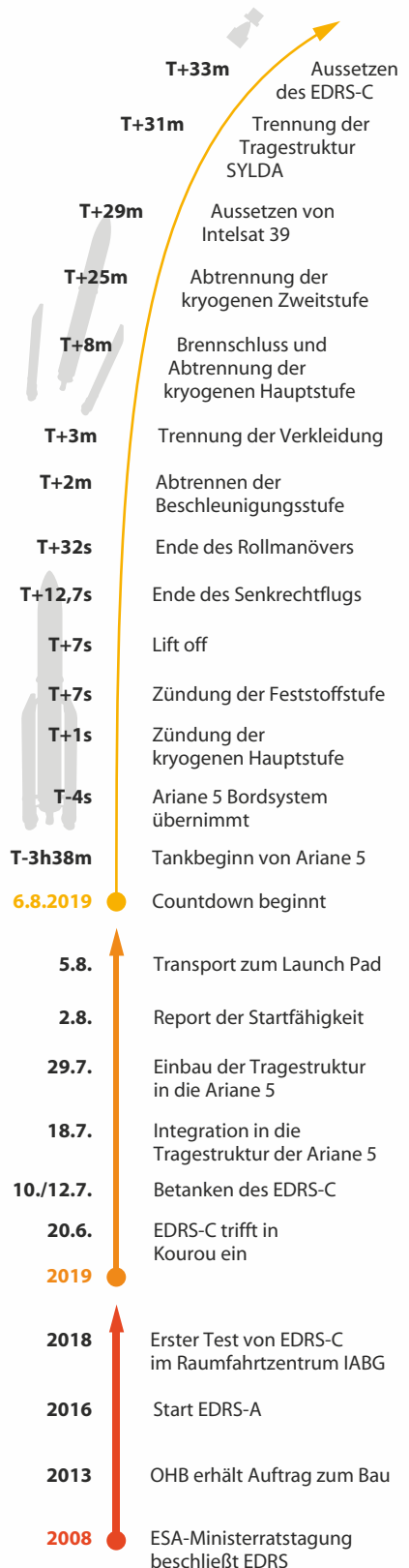
Die Betreiber verwerten die Plattform auch kommerziell und stellen sie weiteren Kunden bereit, die Satellitendaten in nahezu Echtzeit benötigen. Dabei denken ESA und Airbus unter anderem an Reedereien, die damit ihre Schiffe verfolgen können.

## Mit Laser funken

EDRS-A und auch EDRS-C übertragen Daten von Satellit zu Satellit unter anderem per Laserkommunikation, also optisch und damit auf Sicht. Damit erreicht

## 3 - 2 - 1 - Start!

Weltraumprojekte brauchen viel Zeit: Vom Beschluss bis zum Aussetzen von EDRS-C im Orbit vergingen elf Jahre. Der Transport des Satelliten per Ariane-5-ECA-Rakete brauchte nur 33 Minuten.



man hohe Übertragungsraten. Im All gibt es kaum Fremdkörper, welche die Übertragung stören.

Vorläufer der Laserterminals flogen schon 2007 auf den LEO-Satelliten TerraSAR-X und NFIRE mit. Die bei EDRS genutzten Laserterminals baute die deutsche Firma Tesat, unterstützt vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Sie übertragen etwa 1,8 GBit pro Sekunde über Distanzen bis zu 45.000 Kilometer. Technisch möglich, aber noch nicht ausgereizt, sind Datenraten bis zu 7,2 GBit pro Sekunde.

Auch die Software, die für die Datenverbindung zwischen den Satelliten zuständig ist, stammt aus Deutschland. Prof.

Felix Huber, Direktor des DLR-Raumflugbetriebs und Astronautentrainings: „Besonders stolz sind wir auf die Entwicklung eines vollautomatisierten Systems, welches die geplanten Links annimmt, verarbeitet, optimiert und überwacht. Dadurch ist unsere Schicht in der Lage, pro Relaisatellit bis zu hundert Verbindungen aufzubauen und parallel dazu Wartungen und gegebenenfalls Fehleranalysen durchzuführen.“

Wenn EDRS komplett in Betrieb ist, soll das Relaissystem täglich bis zu 40 Terabyte übermitteln und das etwa 15 Jahre lang. Die Laserterminals wirken wie maßgeschneidert auf die Sentinel-Satelliten des europäischen Kopernikus-Pro-

gramms, denn sie haben auch Laserkommunikation an Bord.

Im Vergleich zu herkömmlichen Mikrowellenbändern verdreieinhalbte die Laserkommunikation die Downlink-Datenrate. Die Datenautobahn im Orbit greift allerdings bei der Übertragung der Daten zu den Bodenstationen auf herkömmliche Funktechnik zurück. Die Laserkommunikation taugt nämlich nicht für die Verbindung zum Boden. Ursache dafür ist, dass die Wellenfronten von Laserlicht beim Durchstoßen der Atmosphäre ziemlich in Unordnung geraten, sodass die Phasenintegrität des Signals verloren geht – beim ESA-Windsatellit Aeolus nutzt man diesen Effekt sogar für eine Erfassung der Wetterfronten; mehr dazu finden Sie auf [ct.de/ynd3](http://ct.de/ynd3).

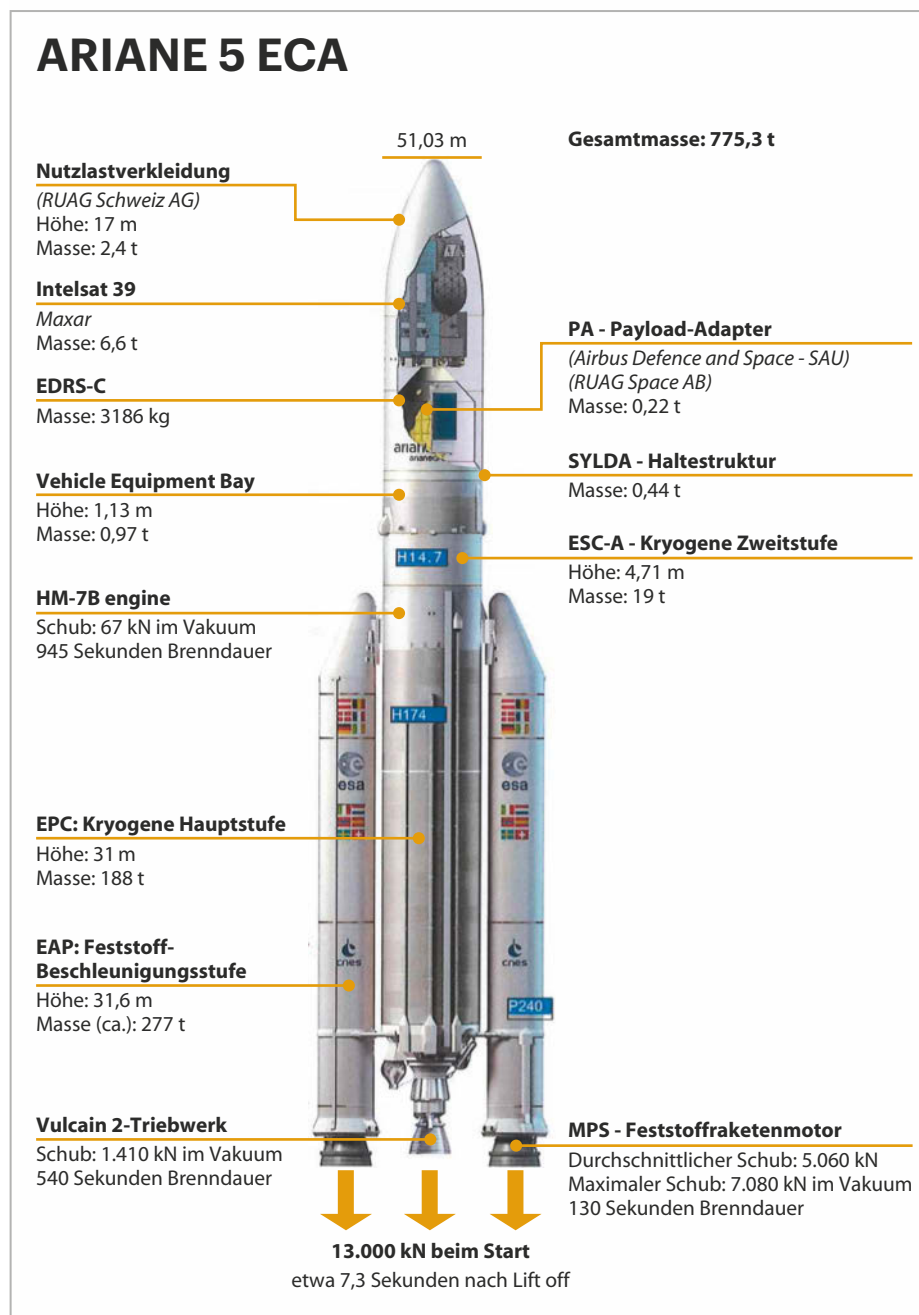
Für die Verbindung zum Boden nutzen EDRS-Satelliten Mikrowellen-Funk, und zwar S-Band-Signale (2 bis 4 Gigahertz) für die Telemetrie und Fernsteuerkommandos sowie das so genannte K<sub>a</sub>-Band, also Frequenzen zwischen 26 und 40 Gigahertz. Das K<sub>a</sub>-Band dient mit 400 Megahertz breiten Segmenten auch zum Datenaustausch mit anderen Satelliten, die kein Laserterminal (LCT) an Bord haben.

Weil die Daten übers K<sub>a</sub>-Band mit 1,8 GBit pro Sekunde und damit nicht langsamer zur Bodenstation tröpfeln als sie per Laserkommunikation von den umlaufenden hereinströmen, staut sich in den EDRS-Satelliten der Datenstrom nicht, er muss also nicht gepuffert werden. Dennoch sprechen die Betreiber nur von „near real-time“-Daten.

Bei dieser Art der Übertragung gibt es keinen Zeitdruck, da die Bodenstationen dank der geostationären Bahn der EDRS-Satelliten stets im Empfangsbereich sind und es somit keine schmalen Empfangsfenster gibt. Einige der Bodenstationen befinden sich in Deutschland.

## Unter dem luftleeren Raum

Für den Betrieb von EDRS-C und ihrer Payloads sowie für dessen Bodenstationen ist die DLR gemeinsam mit dem German Space Operations Center (GSOC) im bayerischen Oberpfaffenhofen verantwortlich. Bei GSOC arbeiten 100 Mitarbeiter für das sogenannte Bodensegment, also Stationen am Boden mit ganz unterschiedlichen Aufgaben. Noch besteht das Empfangsnetzwerk für EDRS aus vier Stationen, die vom GSOC aufgebaut wurden und ferngesteuert werden. Die beiden EDRS-Antennenschüsseln sind in der



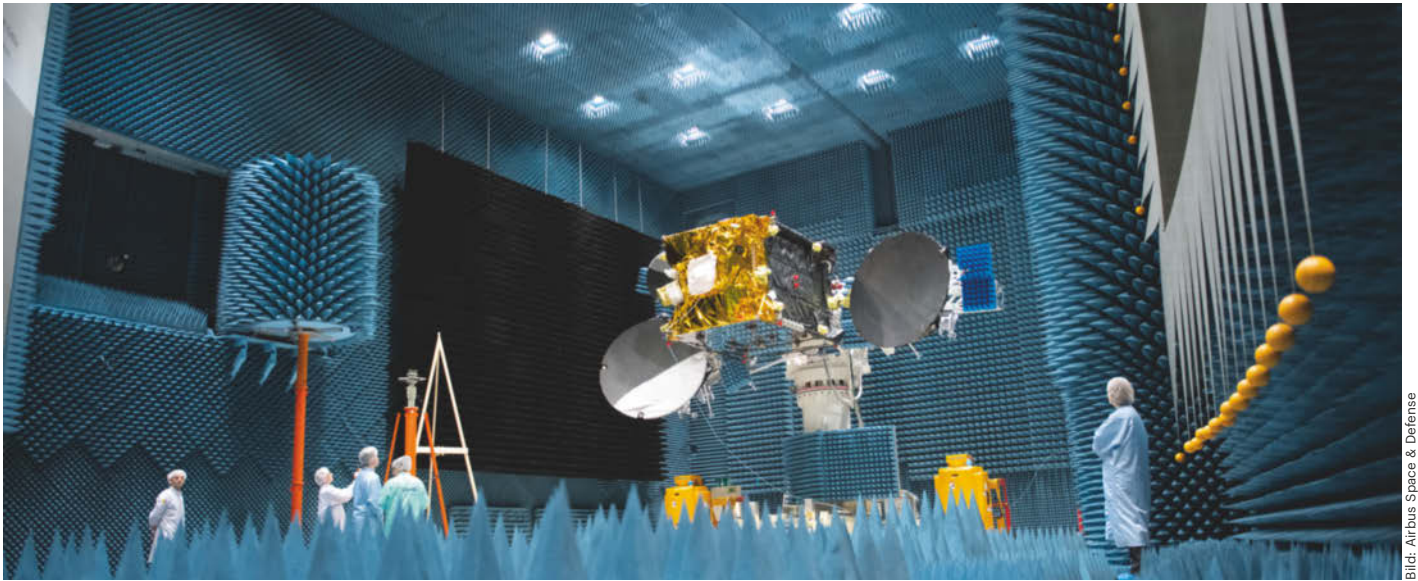


Bild: Airbus Space &amp; Defense

EDRS-C, hier beim Test der Antennen, ist kleinwagengroß und wiegt 3186 Kilogramm.

DLR-Bodenstation in Weilheim südwestlich von München. Weitere Stationen, auch als Redundanz, gibt es im belgischen Redu sowie in Harwell, England. Letztere ist nur für EDRS-A zuständig.

Wer EDRS-Kunde ist, darf die Daten auch direkt empfangen, also mit eigenen Stationen. Dafür braucht man einen Spiegel mit mindestens 6,80 Meter Durchmesser. Eine solche Nutzerstation steht im italienischen Ort Matera und wird von e-GEOS sowie dem Satellitenbetreiber SES im Rahmen des Sentinel-Programms betrieben, welches der Hauptnutzer des EDRS-Systems ist.

Den Missionsbetrieb steuert der Auftraggeber Airbus Defense and Space selbst, und zwar in Ottobrunn. Doch bevor hier alle an den Knöpfen drehen und sich die Wissenschaftler über eintreffende Daten hermachen konnten, musste die Rakete erst mal in den Orbit.

## Hoch mit dem Ding

In der Missionsbeschreibung für den nüchtern „VA249“ durchnummerierten Start heißt es: Eine Ariane 5 ECA (siehe Bild) soll eine Nutzlast in Form zweier Satelliten namens Intelsat 39 und EDRS-C mit insgesamt 10.661 Kilogramm vom Ariane Startplatz ELA-3 in Kourou in 33 Minuten und genau 31 Sekunden auf einen geostationären Zielorbit von 250 Kilometer (erdnächster Punkt) bis 35.786 Kilometer (erdfernster Punkt) bei einem Neigungswinkel von 4,5 Grad bringen.

Die beiden Satelliten schnuppern nach einer Schiffsreise schon im Juni 2019

die südamerikanische Tropenluft. Auf der Straße geht es weiter zum Startgelände. Im Juli folgt das Betanken der Satelliten – im Orbit brauchen sie Energie für Bahnmanöver – bevor sie in ihr Tragegestell Sylva (Système de Lancement Double Ariane) eingebaut werden: der schwerere Intelsat 39 oben und EDRS-C unten. Ende Juli verschrauben Monteure das Ganze dann mit der Rakete und Ingenieure inspizieren sie. Erst am 5. August, also einen Tag vorm Start, wird die Rakete vom Montageplatz zur Startrampe gerollt.

Vier Sekunden vorm Start übernehmen die beiden Bordrechner in der Ariane 5 ECA, die die Flugbahn von Ariane 5 kontrollieren sollen. Beim Start hebt die Rakete etwa 7 Sekunden nach dem Zünden der Triebwerke ab. Nach ziemlich genau 197,2 Sekunden trennt sich Ariane 5 ECA von der im All unnützen Verkleidung der Satelliten, zuvor hat sie schon die beiden leeren Feststoffraketen (EAP) abgeworfen, die Hauptstufe (EPC) folgt und platscht in einen gesicherten Bereich des Golfs von Guinea.

Nach einer knappen halben Stunde haben die Ariane-Verantwortlichen im Kontrollzentrum in Kourou keinen Grund mehr zum Nägelkauen: Die beiden Satelliten sind abgetrennt und die finalen Bahnmanöver der beiden Himmelskörper waren nicht mehr ihr Problem.

„Nach dem Start der Ariane-5-Rakete und dem Aussetzen des Satelliten in einer Geo-Transferbahn gilt es zunächst, eine stabile Verbindung mit dem Satelliten zu bekommen. Dies ist am Anfang die größte

Herausforderung“, sagt EDRS-Projektleiter Ralf Faller am GSOC. Alles klappt: EDRS-C funkt erste Lebenszeichen an die Bodenstationen in Deutschland und ist damit für die nächste Etappe vorbereitet.

Dr. Stefan Voegt, EDRS-C Projektleiter bei der OHB System AG, erklärt: „Mit Abtrennung von der Rakete muss unser Satellit sich aus eigener Kraft, sprich mit dem eigenen chemischen Antrieb, in den geostationären Orbit einschleusen. EDRS-C steuert zunächst eine zugewiesene Testposition an, die er nach ungefähr zwei Wochen erreicht haben wird und auf der er über einige Wochen hinweg kalibriert und nach und nach hochgefahren wird“. Dann wird er an seinen eigentlichen „Dienstort“ auf 31° Ost rund 36.000 Kilometer über dem Äquator manövriert. Hier wird der Satellit in Betrieb genommen (Commissioning), schrittweise ins System eingegliedert und hoffentlich 15 Jahre lang funktionieren.

## Ausguck

EDRS-C hat den Empfangsbereich für Erdbeobachtungsdaten in nahezu Echtzeit stark erweitert; mit EDRS-D und -E wird in den nächsten Jahren sogar eine weltweite Abdeckung erreicht. Damit kann man dann die Wirkungen eines Schmetterlingsschlages in der Südsee auf das Wetter hierzulande nahezu live in den Daten wiederfinden – und damit vielleicht auch Verspätungen der Deutschen Bahn besser vorhersagen. (mil@ct.de) **ct**

Weitere Infos: [ct.de/ynd3](http://ct.de/ynd3)

# Begehrte Bewerber

Wie Firmen neue Mitarbeiter rekrutieren



Neue Recruiting-Trends .....	Seite 64
Tipps für Bewerber .....	Seite 70
Programmierskills verbessern .....	Seite 82

## Der IT-Arbeitsmarkt ist ein Bewerbermarkt. Kandidaten haben hohe Erwartungen und Unternehmen müssen sich einiges einfallen lassen, um geeignete Bewerber zu finden. Unser Schwerpunkt wirft einen Blick auf neue Recruiting-Methoden und gibt Tipps zur Jobsuche.

Von Dorothee Wiegand

Die Zahl der offenen Stellen für IT-Fachkräfte steigt und steigt. Eine Arbeitsmarkstudie des Digitalverbands Bitkom von Ende 2018 nennt 82.000 freie IT-Stellen. 2017 waren in diesem Bereich laut Bitkom 55.000 Stellen vakant – eine Steigerung um 49 Prozent. Bitkom Research befragte für die repräsentative Studie mehr als 800 Geschäftsführer und Personalverantwortliche aus allen Branchen. Sie gaben an, dass die Besetzung bei IT-Stellen länger dauert als in anderen Unternehmensbereichen und rechnen mehrheitlich damit, dass sich dieser Fachkräftemangel künftig noch weiter verschärfen wird.

In diesem Artikel geht es darum, welche neuen Wege Unternehmen gehen, um am dynamischen Jobmarkt bestehen zu können. Sie experimentieren mit ungewöhnlichen Methoden der Bewerberansprache und sind auf neuen Recruiting-Kanälen aktiv.

Für Bewerber entsteht durch die hohe Zahl der freien Stellen eine komfortable Ausgangsposition. Die neuen Recruiting-Trends ändern allerdings auch für sie einiges. Eine gute Präsentation auf Karriereportalen wird zunehmend wichtig. Worauf Bewerber bei der Jobsuche achten sollten, ist Thema des Artikels auf Seite 70.

Für die meisten IT-Stellen erwarten Arbeitgeber Programmierkenntnisse. Dabei ist es aber nicht damit getan, im stillen Kämmerchen Code produzieren zu können. Wie man seine Fähigkeiten trainiert, in agilen Teams mit anderen zusammenzuarbeiten und wie man unter Beweis stellt, dass man auch bei größeren Projekten den Überblick behält, erklärt der Artikel auf Seite 82.

Die Unternehmensberatung Accenture beschäftigt weltweit 482.000 Mitarbeiter. Dr. Jochen Malinowski ist hier Geschäfts-

führer für den Bereich New IT und zuständig für etwa 1700 IT-Fachkräfte. Die Cloud und der starke Trend zur Automatisierung brächten bei seinen Kunden große Veränderungen mit sich, berichtet er. „Es geht darum, verfügbare Werkzeuge zu verstehen, zu analysieren und anzupassen. Softwareentwicklung allein reicht nicht mehr aus“, so Malinowski. Gleichzeitig stellen sich Unternehmen die Frage: „Wie können wir so schnell werden wie Google, Apple, Amazon?“ Accenture suche daher ständig nach „Full-Stack-Entwicklern, die in kurzen Zyklen mit den Kunden vollständige Systeme entwickeln.“

### Anspruchsvolle Bewerber

Seine Kollegin Yalda Shojai ist Recruiting Manager bei Accenture. Für sie ist die Konsequenz aus der derzeitigen Situation des IT-Arbeitsmarktes klar: „Wir müssen uns auf das einstellen, was die Kandidaten möchten. Die Ansprüche sind gestiegen, die Vereinbarkeit von Job und Privatleben hat einen hohen Stellenwert.“

Shojai erlebt Bewerber in der Regel als selbstbewusst. Viele bringen Auslands-

erfahrung mit. „Die Social Skills der Absolventen sind besser geworden, da hat sich bei vielen Unis etwas geändert“, sagt auch Malinowski. Allerdings stellt er fest, „dass es weniger Leute gibt, die wirklich coden können.“ Stattdessen höre er von Informatik-Absolventen häufig den Wunsch, strategisch zu arbeiten.

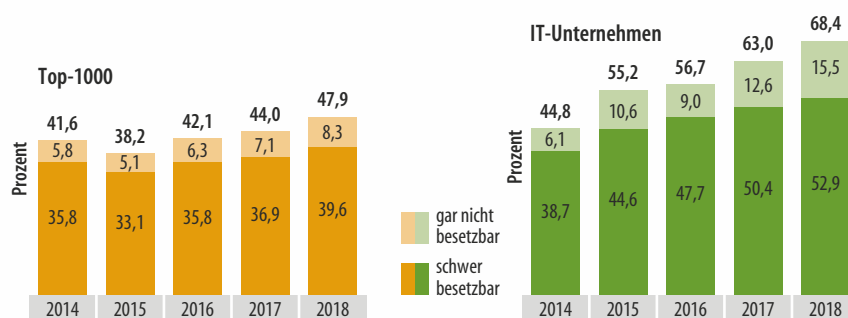
### Speed Hiring

Bei den sogenannten Accenture Auditions können Interessenten während einer Karriere- oder Fachmesse direkt am Messestand einen mehrstufigen Rekrutierungsprozess durchlaufen. Im offen gestalteten Empfangsbereich sprechen die Kandidaten zunächst mit Recruitern und können mitgebrachte Unterlagen digital erfassen lassen. Schritt zwei führt in die Meeting Zone. Hier geht ein Recruiter mit dem Kandidaten den Lebenslauf durch und fragt seine Ziele ab. Bei gegenseitigem Interesse folgt in der Coaching Zone eine Kurzschulung: Schauspieler oder Dramaturgen bereiten die Bewerber auf die Selbstpräsentation vor.

Anschließend folgt das eigentliche Bewerbungsgespräch. Die Kandidaten haben drei Minuten Zeit, in denen Sie sich einzeln einer Jury aus drei Vertretern des Unternehmens vorstellen und ihre Motivation sowie ihre Kenntnisse und Fähigkeiten darstellen. Es folgt eine Fragerunde der Jury-Mitglieder zum Lebenslauf und zum Vortrag des Bewerbers. Passende Kandidaten erhalten noch am Messestand ein Jobangebot – wobei nicht von ihnen erwartet wird, dass sie den Arbeitsvertrag an Ort und Stelle unterschreiben.

## Besetzbarkeit von offenen Stellen

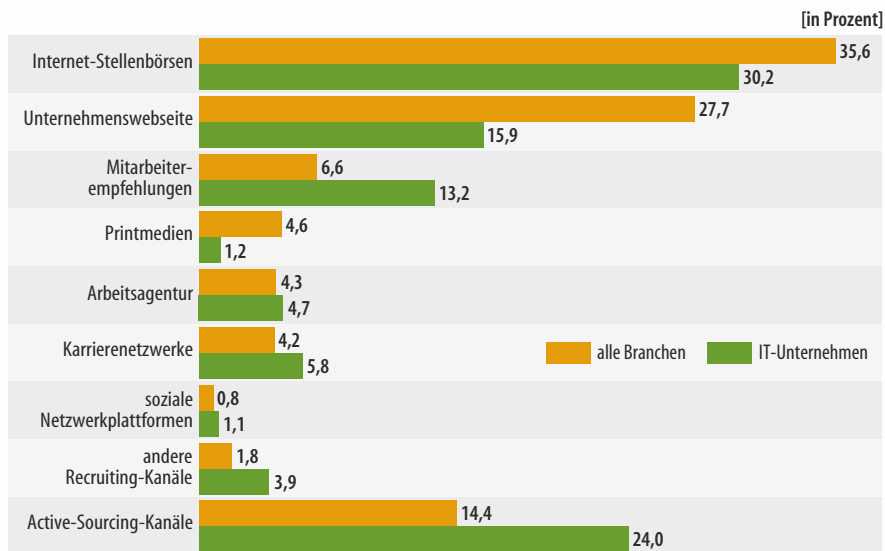
Der Anteil an schwer oder gar nicht besetzbaren Stellen stieg in den Jahren 2014 bis 2018 fast durchgehend an. Im Rahmen einer Studie der Universitäten Bamberg und Erlangen-Nürnberg wurden dazu 160 der 1000 größten Unternehmen (aller Branchen) sowie 35 der 300 größten IT-Unternehmen in Deutschland befragt.



Quelle: CHRIS-Studie 2019/Monster Deutschland

## Recruiting- und Sourcing-Kanäle

Beim Anteil der Recruiting- beziehungsweise Sourcing-Kanäle, über die Stellen besetzt werden konnten, unterscheiden sich Unternehmen im Allgemeinen von IT-Unternehmen im Speziellen. So führten etwa Mitarbeiterempfehlungen in IT-Unternehmen doppelt so häufig zur Stellenbesetzung. Dargestellt sind tatsächliche Neueinstellungen im Jahr 2018 (in Prozent).



Quelle: CHRIS-Studie 2019/Monster Deutschland

Dieses Format, das Accenture seit 2016 nutzt, habe sich bewährt, berichtet Shojai. Es sei deutlich, dass die Kandidaten Lust haben, sich in diesem Rahmen zu präsentieren. Das Unternehmen plant, die Auditions weiterzuentwickeln, um sie auch an Hochschulen anbieten zu können.

### Recrutainment

Mit unterschiedlichen Formaten für potenzielle Bewerber experimentiert man auch bei mindsquare. Das IT-Beratungsunternehmen stelle fast nur studierte Informatiker ein, berichtet Timm Funke. Er ist Personalleiter und gleichzeitig Ge-

schäftsführer und Gesellschafter der Firma. Vor drei Jahren entstand auf einem Teamleiter-Meeting die Idee, ins Recrutainment einzusteigen. „Wir haben uns einerseits gefragt, was wir außer dem klassischen Recruitment tun können. Das Ziel war aber auch, unsere Werte zu transportieren“, berichtet Funke. Einer dieser Werte sei ein freundschaftlicher, wertschätzender Umgang miteinander – „Freunde statt Kollegen“ heißt das bei mindsquare.

2017 fand als erstes Recrutainment-Event eine LAN-Party statt. 150 Studenten waren dazu in den VIP-Bereich der

Bielefelder SchücoArena eingeladen. „Das hat den Teilnehmern sehr viel Spaß gemacht“, erzählt Funke, allerdings habe die Aktion dem Unternehmen keinen neuen Mitarbeiter gebracht. 2018 probierten die Personaler es mit einem Escape-Game. „Die spielen wir auch auf Bewerbungstagen“, so Funke. Da lag es nahe, ein Game im größeren Rahmen zu veranstalten. 50 Teilnehmer wurden zu einem zweitägigen Event eingeladen. Knapp 30.000 Euro ließ das Unternehmen sich diese Veranstaltung kosten, aus der sich schließlich aber auch nur eine Neueinstellung ergab.

„Das war uns zu wenig“, so Funke. „Wir haben gemerkt: Wir müssen doch stärker Richtung konkrete Bewerbung gehen.“ Da mindsquare mit Hackathons gute Erfahrungen gemacht hatte, fand auch 2019 wieder ein solches Event statt. Das Unternehmen versuche nun, „frühzeitiger einzusteigen und Kontakte zu knüpfen“, erzählt Funke, beispielsweise zu Teilnehmern, die noch studieren.

Auch Funke stellt fest, dass heutzutage weniger Bewerber fundierte Programmierkenntnisse mitbringen, „selbst bei guten Noten im Programmieren.“ Die einzige fachliche Frage im Bewerbungsgespräch bei mindsquare sei eine kleine Programmieraufgabe. Obwohl es lediglich darum gehe, eine Funktion zu implementieren, scheitere mancher Bewerber daran.

### Recruitment-Kanäle

Recrutainment und Speed Hiring zählen zum sogenannten Active Sourcing. Der Begriff bezeichnet alle Maßnahmen, bei denen Unternehmen auf Bewerber zugehen. Karrieremessen und Bewerber-Events gehören ebenso dazu wie die Mitarbeitersuche bei Xing oder LinkedIn, in anderen sozialen Medien, Foren und Blogs.

Neben diesen neuen Methoden setzen Unternehmen aber auch weiterhin auf die Klassiker der Personalsuche. Anzeigen in Printmedien verlieren zwar rapide an Bedeutung, doch Jobbörsen im Internet haben deren Rolle als Plattform für Stellenangebote übernommen. Ein wichtiger Kanal sind auch die privaten Netzwerke von Mitarbeitern – deren Empfehlungen stehen gerade bei der Besetzung von IT-Stellen hoch im Kurs.

Am „Centre of Human Resources Information Systems“ (CHRIS) wird zu Recruitment-Trends geforscht. Seit 17 Jahren



Beim Speed Hiring von Accenture können sich Bewerber auf dem Messestand in gemütlicher Atmosphäre und unterstützt von einem Coach auf ihr Bewerbungsgespräch vorbereiten.

veröffentlicht das Centre mit Unterstützung des Stellenportals Monster Worldwide Deutschland jedes Jahr mehrere Studien rund um das Thema. Aktuell leiten zwei Wirtschaftsinformatiker das Team: Professor Tim Weitzel von der Otto-Friedrich-Universität Bamberg sowie Professor Sven Laumer von der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

Die Entwicklung über die Jahre zeige deutlich, wie sich der Arbeitsmarkt zu einem Bewerbermarkt entwickelt hat, erklärt Laumer. „Bewerber können sich zurücklehnen und warten, bis der Traumjob vorbeikommt.“ Inzwischen sei es so, dass 60 Prozent der Bewerber lieber von Unternehmen oder Headhuntern angesprochen werden wollten, als sich selbst aktiv zu bewerben.

Diese Entwicklung ist relativ neu. „Vor zehn, zwölf Jahren war der Arbeitsmarkt ein Arbeitgebermarkt, mit mehr Angebot an Arbeitskräften als Nachfrage“, so Laumer. IT sei zu dieser Zeit von vielen als eine Art simpler Rohstoff angesehen worden, ähnlich wie Wasser oder Strom. Seit einigen Jahren findet eine Gegenbewegung statt. „Arbeitgeber, die die Bedeutung der IT für das Unternehmen sehen, haben deutliche Vorteile“, so der Wissenschaftler.

Im Auftrag von Monster Worldwide befragten die Forscher im Frühjahr 2018 per Fragebogen 160 Personen aus Top-1000-Unternehmen und 35 Personen aus



Auf Karrieremessen wie hier dem IT-Jobtag werden Informationen ausgetauscht und Kontakte geknüpft. Firmen sprechen immer öfter Kandidaten an, die noch in der Ausbildung sind.

Top-300-IT-Unternehmen in Deutschland. Den Aussagen zur Bewerbungspraxis liegt eine empirische Studie mit über 3300 Kandidaten zugrunde. Die Studienteilnehmer nahmen an einer Online-Befragung teil. Die Grafiken auf Seite 65 und Seite 66 zeigen Ergebnisse aus den CHRIS-Studien.

Auf die Frage nach den aus ihrer Sicht aussichtsreichsten Recruiting-Kanälen nannten die Kandidaten an erster Stelle Internet-Stellenbörsen (54 %), wie in den Vorjahren mit deutlichem Vorsprung. Es folgen die Empfehlungen von Bekannten

(38 %) und Personalberatern oder Headhuntern (38 %). Platz 4 belegen Unternehmenswebsites (35 %) und Platz 5 Stellenanzeigen in Karrierenetzwerken (33 %).

Die klassische Stellenanzeige hat also – als Online-Variante – immer noch die größte Bedeutung. In fünf Jahren, so die mehrheitliche Meinung der Befragten, werden Stellenanzeigen weiterhin sehr wichtig sein. Allerdings erwarten die Befragten, dass das grafische Design der Anzeigen an Bedeutung verliert, während Maschinenlesbarkeit in fünf Jahren die wichtigste Eigenschaft sein wird.

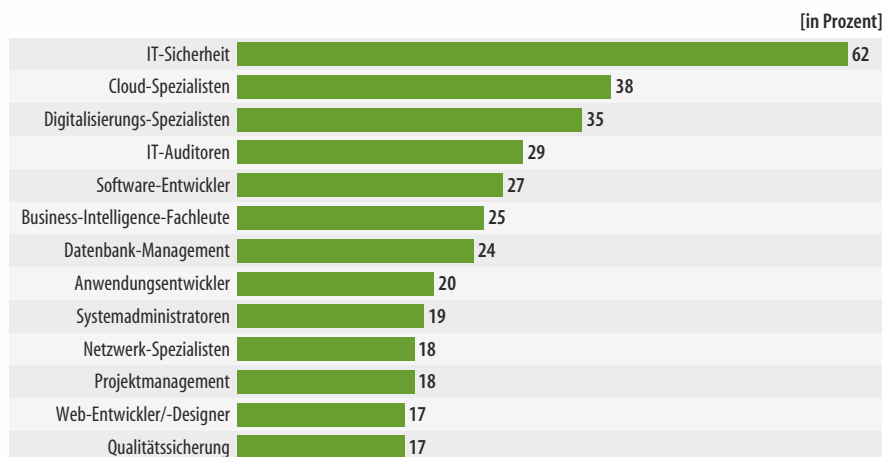
## Robo-Recruiting

Maschinenlesbarkeit erlaubt es, dass Jobsucher sich Anzeigen von einem Sprachassistenten vorlesen lassen. Noch wichtiger ist sie jedoch als Voraussetzung dafür, dass Recommender-Systeme den Inhalt einer Stellenbeschreibung erfassen können. Als Job-Recommender schlagen solche Systeme für Personen auf Stellensuche passende Angebote vor, als Talent-Recommender fischen sie für Recruiter geeignete Bewerber aus Lebenslauf-Datenbanken und Talent-Pools.

Auch das KI-gestützte Vorsortieren von eingegangenen Bewerbungen ist nur bei maschinenlesbar eingereichten Unterlagen möglich. 2017 nutzten erst 5,8 Prozent der befragten Unternehmen solche digitalen Auswahlssysteme, 2018 waren es immerhin schon 10,3 Prozent. Die Bewertung dieser Systeme fällt 2018 sowohl bei den Unternehmen als auch bei den Kandidaten positiver aus als in den Vorjahren. Fast 8 von 10 Befragten in den Unterneh-

## Nachfrage nach IT-Berufen

Sicherheitsexperten sind mit großem Abstand die gesuchtesten IT-Fachkräfte. Stellen in der Web-Entwicklung und Qualitätssicherung lassen sich vergleichsweise leicht besetzen. Im Rahmen der Arbeitsmarktstudie 2019 der Robert Half GmbH wurden hierzu 200 CFOs, 200 CIOs/CTOs und 300 Manager mit Personalverantwortung befragt (Angaben in Prozent der Befragten, Mehrfachnennungen möglich), welche Stellen am schwierigsten zu besetzen sind.



Account erstellen und einfach per Video auf über 100.000 Jobs bewerben

Hi, wir sind deine Coaches und helfen dir kostenlos deinen Traumjob zu finden!

Bei Jobufo bewirbt man sich garantiert immer ohne Anschreiben

Persönliche Beratung & Unterstützung per Telefon und WhatsApp

Immer 100% kostenlos und zuverlässig für dich!

Jetzt registrieren & einfach bewerben →

Leerne deine neuen Kollegen in einem persönlichen Video kennen!

Eine Bewerbung per Video-Datei ist derzeit für akademische Berufe noch nicht üblich. Beim Start-up Jobufo sieht man aber auch für IT-Fachkräfte Potenzial.

Akademiker und insbesondere für Informatiker zu besetzen. Bei einem Feldversuch auf der diesjährigen re:publica seien 130 Videoporträts entstanden, zum Teil aufgenommen von PR-Profis und Kandidaten mit 20 Jahren Berufserfahrung. Gerade für introvertierte Menschen – etwa den klassischen IT-Nerd – sein dieses Format gut geeignet, so Stocks Beobachtung, weil sie beim Video-Dreh zielstrebig und strukturiert vorgehen.

### Start-ups rekrutieren anders

Und wie rekrutiert das Start-up selbst seine IT-Fachkräfte? „Wir nutzen neben unserer Software auch die gängigen Wege wie Jobbörsen“, berichtet Stock. Bei der Auswahl werde insbesondere auf die Persönlichkeit eines Bewerbers geachtet; auch Arbeitsproben sind von Interesse. Insgesamt sei der Prozess bei Jobufo sehr schnell und die Zahl der eingehenden Bewerbungen durchaus zufriedenstellend. Von vergleichsweise vielen Bewerbern berichtet auch Sebastian Weyer, CEO des Start-ups Statice. Sein Unternehmen sei auf der Schnittstelle zwischen Forschung und Industrie angesiedelt, so Weyer. Als Dienstleister anonymisiert Statice personenbezogene Daten seiner Kunden. Das Ergebnis sind DSGVO-konforme Datensätze, die der Kunde beispielsweise zu Marketingzwecken analysieren und auswerten kann.

Weyer beobachtet zwar einerseits, dass gerade für Jobs rund um die Privacy-Forschung besonders wenig geeignete Bewerber verfügbar sind. Andererseits interessieren sich offenbar viele von ihnen für einen Start-up-Job. „Bewerber verbinden mit einem Start-up die Aussicht auf eine steile Lernkurve und flache Hierarchien“, vermutet Weyer.

2018 stellte das Unternehmen 10 der insgesamt aktuell 14 Mitarbeiter ein. Für den Recruiting-Prozess nehme man sich in seiner Firma viel Zeit, so Weyer. „Es geht nicht so sehr um Top-Noten von Top-Unis. Wir brauchen Fähigkeiten, die man nicht nur aus dem CV herauslesen kann.“ Noch vor einem ersten Bewerbungsgespräch werde daher gründlich geprüft, welche wissenschaftlichen Veröffentlichungen ein Kandidat vorweisen kann und was er ansonsten bisher beruflich gemacht hat. „Wir haben bisher gute Erfahrungen. Aber das wird sicher alles schwieriger, wenn wir weiter wachsen.“ (dwi@ct.de) **ct**

Alle genannten Studien: [ct.de/ye3e](https://ct.de/ye3e)

men glauben, dass die Systeme die Bewerberauswahl beschleunigen und fast 4 von 10 Bewerbern erwarten, dass sie durch Einsatz eines solchen Systems schneller Feedback auf ihre Bewerbung erhalten.

Es gibt jedoch auch Kritik am KI-Einsatz im Recruiting. Beispiele zeigen: Eine KI sortiert Bewerbungsunterlagen nicht automatisch vorurteilsfrei. So machte Amazon Ende 2018 in den USA negative Schlagzeilen, weil herausgekommen war, dass das automatische Bewerber-Bewertungssystem des Unternehmens Bewerberinnen systematisch benachteiligte. Das System, bei Amazon schon seit 2014 im Einsatz, war mit Daten erfolgreicher Bewerber trainiert worden. Sie stammten aus den Unterlagen von Amazon-Mitarbeitern, die im Lauf der zurückliegenden zehn Jahre eingestellt worden waren. Es handelte sich zum größten Teil um Männer – die KI beurteilte daher beim Sortieren neuer Unterlagen Bewerbungen von Frauen grundsätzlich schlechter.

### Zielgruppengerechte Ansprache

„Stressfrei & einfach bewerben“ lautet der Slogan beim Start-up Jobufo. Wer sich hier als Bewerber präsentieren möchte, lädt einfach einen Videoclip mit einer Kurzvorstellung und zusätzlich seinen Lebenslauf hoch. Alternativ kann man sich auch in einer Sprachnachricht präsentieren. Bewerber, die noch unsicher sind, können mit einem sogenannten Karriere-Consultant telefonieren, der im Anschluss an das Gespräch ein Kurzporträt des Bewerbers verfasst. Für die Bewerber ist das alles kostenlos.

„Wenn ich mich als Bewerber auf vier Unternehmenswebsites bewerbe, muss ich mich mit vier unterschiedlichen Sys-

temen auseinandersetzen, unter Umständen vier Zugangscodes anfordern“, erklärt Eva Stock, Head of Business Relations bei Jobufo. Ihr Unternehmen wolle die Kommunikation zwischen Bewerbern und Recruitern vereinfachen und schneller machen. Firmen auf der Suche nach neuen Mitarbeitern können Jobufo kostenpflichtig über einen Link in ihre Webseite einbinden.

Die Kommunikation mit der jungen Zielgruppe von Jobufo findet überwiegend über WhatsApp statt. „Wir bekommen auch schon mal ein Foto geschickt, zusammen mit der Frage ‚Kann ich diese Schuhe zum Vorstellungsgespräch anziehen?‘“, berichtet Stock. Die persönliche Betreuung der Bewerber sei wichtig. Auch die Videoporträts werden von Jobufo-Mitarbeitern angeschaut, bevor sie an die Unternehmen versendet werden. Die Bewerber erhalten dann mitunter noch Tipps zu ihrer Aufnahme, beispielsweise den Rat, zum Schluss nochmal bewusst in die Kamera zu lächeln. „Wir sind kein klassisches Jobportal und kein Headhunter“, betont Stock. Dennoch habe das Start-up im Jahr 2018 insgesamt 70.000 Bewerbungen generiert.

Auf der Firmenseite gehören IKEA, Edeka und Hugo Boss ebenso zu den Kunden von Jobufo wie Autohäuser und Zahnärzte. „Wir unterstützen auch Arbeitgeber, die selbst nicht in den sozialen Medien aktiv sind“, so Stock.

Es sind zurzeit vor allem Schüler, Schulabgänger und Menschen auf der Suche nach einem „blue collar“-Job, also einer Stelle im Handwerk, Handel, Dienstleistungs- oder Produktionsbereich, die Jobufo als Bewerber nutzen. Stock hält den Jobufo-Ansatz grundsätzlich aber auch für geeignet, um Stellen für

# Net.Law.S 2019

**Konferenz für die Digitalisierung  
der Wirtschaft**

**LAW.**

Wie weit kann die  
Rechtsprechung mit  
dem digitalen Fortschritt  
mithalten?

**NET.**

Wann gerät die Technik  
ins Spannungsfeld von  
Recht und Gesellschaft?

**S. – Society**

Wie wirkt sich die  
digitale Transformation  
auf die Gesellschaft aus?

**5. – 6. November 2019  
Nürnberg, Germany**

Ist der Einsatz von Künstlicher Intelligenz rechtskonform realisierbar und von der Gesellschaft akzeptiert? Diese Fragestellung führt auf der Net.Law.S 2019 Experten und Treiber der digitalen Transformation zusammen. Durch Wissensaustausch und interdisziplinäre Diskussion bringen wir die Digitalisierung erfolgreich in die Wirtschaft.

**Melden Sie sich jetzt zur Konferenz an:\***

**[netlaws.de/anmeldung](https://netlaws.de/anmeldung)**

Premium Medienpartner:  **Heise Medien**

**NÜRNBERG MESSE**

\* Die Teilnehmerzahl ist begrenzt.



# Her mit dem Traumjob

## Tipps und Tricks für die Bewerbung

**Eine Online-Bewerbung ist schnell zusammengekllickt. Um das Beste aus dem IT-Jobmarkt herauszuholen, genügt das aber noch nicht. Ein gut gepflegtes Profil in einem Karrierenetzwerk und sorgfältig verfasste Unterlagen sind entscheidende Erfolgsfaktoren. Wir haben Personalfachleute gefragt, was sie sich sonst noch von künftigen Mitarbeitern wünschen.**

Von Dorothee Wiegand

**S**owohl für Unternehmen als auch für Bewerber sind Jobbörsen im Internet nach wie vor der wichtigste Recruiting-Kanal. Auch wenn Sie Ihre Aktivitäten später in ein Karrierenetzwerk verlagern wollen oder im Bekanntenkreis viele Empfehlungen erhalten – für einen ersten Überblick eignet sich der Besuch eines Jobportals bestens. Das Problem bei den Jobbörsen: Es gibt sehr viele. Unter [ct.de/y53j](http://ct.de/y53j) haben wir eine Reihe von wichtigen Portalen zusammengestellt, insbesondere solche mit einer Spezialisierung auf IT-Jobs.

Die Grafik auf Seite 71 zeigt, dass erstaunlich viele Unternehmen nach wie vor auch Bewerbungsunterlagen auf Papier akzeptieren. Weitaus lieber erhalten sie die Bewerbung jedoch online über ein Formular auf der Firmen-Webseite. So landen die Unterlagen direkt im internen Bewerber-Management-System.

Auch wenn die klassische Bewerbungsmappe ausgedient hat – deren Form dient immer noch als Vorbild für die Online-Bewerbung: Die meisten Unternehmen erwarten weiterhin ein Anschreiben, einen Lebenslauf und relevante Zeugnisse des Bewerbers. Tipps und Tricks, wie Sie die Unterlagen am besten abfassen, haben wir im Booklet zu dieser c't-Ausgabe zusammengefasst.

Mehr und mehr verlagert sich die Bewerber- und Jobsuche in soziale Netze, insbesondere die etablierten Karrierenetzwerke Xing und LinkedIn. Das weltweit agierende LinkedIn wurde 2016 für mehr als 26 Milliarden Dollar von Microsoft übernommen. Es hat 645 Millionen Mitglieder, gut 13 Millionen davon in der DACH-Region. Ein Standard-Konto kann man kostenlos einrichten, daneben gibt es unterschiedliche Premium-Accounts.

Das 2003 in Hamburg zunächst unter dem Namen openBC gegründete Xing ist im deutschsprachigen Raum aktiv; es hat aktuell rund 16 Millionen Mitglieder, davon je eine Million in Österreich und der Schweiz und 14 Millionen in Deutschland. 2013 übernahm Xing das Arbeitgeber-Bewertungsportal Kununu, 2015 dann die Webseite jobbörse.com. 2019 folgte die Übernahme der IT-Fachkräfte-Jobplattform Honeypot. Auch Xing kann man kostenlos kennenlernen – im Vergleich zu LinkedIn ist der Gratis-Account hier aber stärker eingeschränkt.

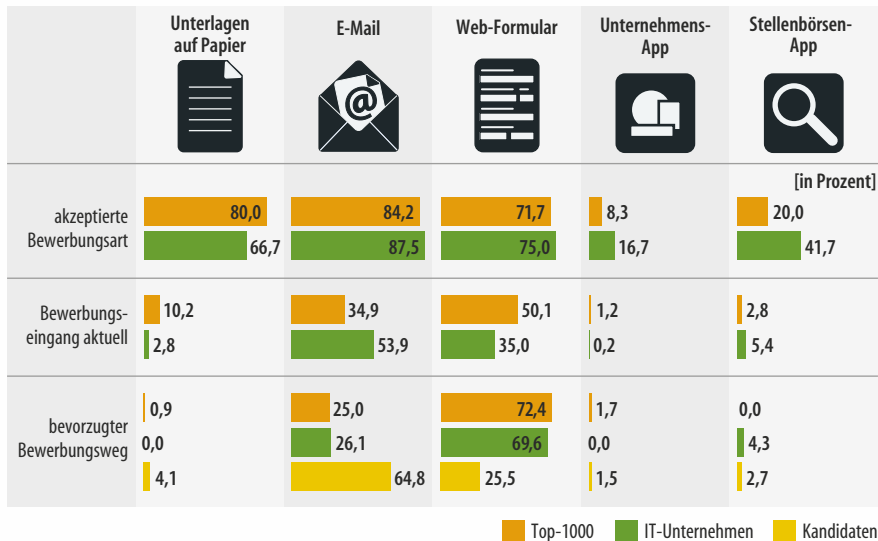
### Richtig netzwerken

Auf beiden Plattformen dreht sich alles um Kommunikation: Neue Kontakte werden geknüpft, bestehende gepflegt und die Mitglieder tauschen sich in Gruppen aus. Firmen informieren hier über ihre Karriere-Events und Messe-Auftritte. Wer auf Jobsuche ist oder einem Wechsel zumindest nicht abgeneigt, präsentiert sich als Fachkraft und kann Unterlagen, Referenzen und Arbeitsproben zur Verfügung stellen.

Xing ist die richtige Adresse für deutschsprachige Kontakte und regionale Stellenangeboten. Bei LinkedIn geht es internationaler zu – ein guter Ausgangspunkt für eine berufliche Laufbahn im

## Bewerbungsarten

Viele Unternehmen akzeptieren nach wie vor auch Bewerbungsmappen, bevorzugen jedoch deutlich eine Online-Bewerbung über die Unternehmenswebseite. Dargestellt sind die von Firmen akzeptierten und die von Firmen und Bewerbern präferierten Bewerbungswege in Prozent (Mehrfachnennungen möglich). Befragt wurden Personalverantwortliche in Top-1000- und in IT-Unternehmen sowie 3300 Kandidaten aller Fachrichtungen.



Quelle: CHRIS-Studie 2019/Monster Deutschland

der privaten Kommunikation auf Facebook und Co. abweichen. Auch wenn Sie die Jobsuche-Aktivitäten auf Xing oder LinkedIn beschränken und auf Facebook lediglich private Kontakte pflegen, sollten Sie damit rechnen, dass der künftige Chef sich hier umschaute. Abfällige Äußerungen über den aktuellen Arbeitgeber sind tabu, provokante Aussagen oder anstößige Fotos schädlich – zumindest wenn sie öffentlich sichtbar sind.

Für alle Profile, die der Präsentation als Bewerber dienen, gilt: Vollständige und aktuelle Angaben sind Pflicht. Beschreiben Sie Ihre bisherigen Berufserfahrungen, Kenntnisse und Fähigkeiten so ausführlich, dass ein differenziertes Bild davon entsteht, was Sie einem Arbeitgeber bieten können. Nutzen Sie dabei ausgiebig die Verschlagwortung – Recruiter nutzen nämlich bevorzugt die Schlagwortsuche. Tragen Sie auch Synonyme ein, verwenden Sie etwa sowohl „CSS“ als auch „Cascading Style Sheets“.

Grundsätzlich sollten Sie sich professionell präsentieren. Das beginnt mit einem vom Fachmann angefertigten Foto, gilt aber auch für Wortwahl und Gestaltung sämtlicher Texte. Bedenken Sie, dass soziale Netze jeder Art vom Geben und Nehmen leben. Falls in einer Diskussionsgruppe Fragen gestellt werden, die Sie beantworten können, sollten Sie sich die Zeit nehmen. So punkten Sie gleich dreimal: Sie beweisen Initiative, Sachverstand und Hilfsbereitschaft. Bauen Sie Ihr professionelles Netzwerk mit Überlegung auf. Kontaktanfragen wahllos an unbekannte Personen zu versenden, um die Zahl der ei-

Ausland. Für Jobs in Kreativbranchen, beispielsweise im Web-Design, ist Instagram als Recruiting-Kanal gerade im Kommen. Alternativ bietet sich YouTube an, um sich mit einem Bewerber-Video zu präsentieren, auf das in einer Bewerbung verlinkt wird. Das große Plus von YouTube ist sicherlich die enorme Reichweite. Das große Minus: Hier lauern jede Menge Fettnäpfchen.

Seit Mai 2019 gibt es auch hierzulande „Google for Jobs“. Es handelt sich nicht um eine eigene Jobbörse des Suchmaschinenbetreibers, sondern einfach um eine neue Spezialsuche. Mit den üblichen Such-Bots grast Google dafür Websites nach Stellenanzeigen ab. Zunächst erscheint die Trefferliste als „Enriched Search Result“ unterhalb von kommerziellen Anzeigen, aber über allen anderen Treffern – so ähnlich wie bei der Suche nach Hotels oder Restaurants.

Unternehmen müssen Stellenangebote gemäß den technischen Vorgaben von Google als strukturierte Daten vom Typ „JobPosting“ aufbereiten. Stellenanzeigen, die auf diese Weise gefunden und angezeigt werden, reichert Google mit weiteren Informationen wie Arbeitgeberbewertungen an. Ein heißes Eisen bei Google for Jobs ist die Gehaltsangabe. Sie

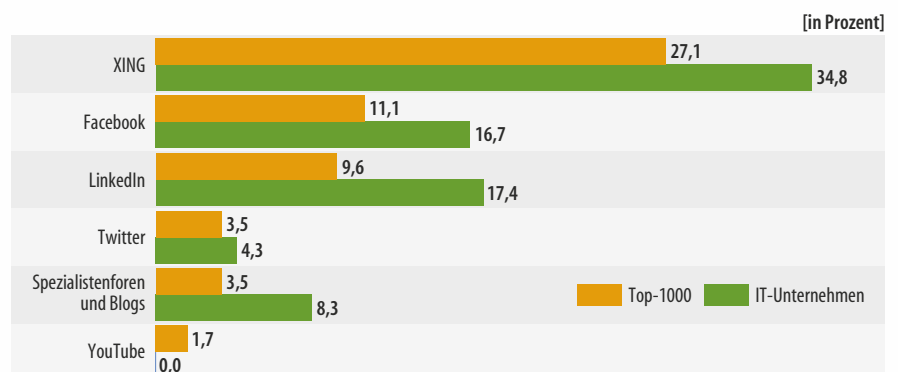
ist zwar nicht zwingend vorgeschrieben, sorgt aber für ein besseres Ranking einer Anzeige.

### Benimm-dich im Netz

Ganz gleich, ob Sie ein klassisches Karrierenetzwerk oder andere soziale Medien für die Präsentation Ihrer Person und Ihrer Kenntnisse nutzen – es gelten bestimmte Benimm-Regeln, die von denen

## Stellenanzeigen in sozialen Netzwerken

Bei der Wahl der Social-Media-Kanäle für die Veröffentlichung einer Stellenanzeige unterscheiden sich die IT-Unternehmen deutlich von den Top-1000-Unternehmen. Lediglich YouTube spielt hier keine Rolle, auf allen anderen Kanälen sind IT-Unternehmen bei der Bewerbersuche aktiver.



Quelle: CHRIS-Studie 2019/Monster Deutschland

genen Kontakte in die Höhe zu treiben, ist keine gute Strategie.

Wer in einem der Netzwerke eine interessante Stellenausschreibung entdeckt, sollte über die dort vermerkten Daten Kontakt aufnehmen. Das kann direkt im Netzwerk erfolgen, ebenso gut aber per Mail oder Telefon. Im ersten Schritt sollte man sich an den zuständigen Recruiter wenden, nicht an den Ansprechpartner in der Fachabteilung.

## Recherche macht schlau

Sobald eine Stellenanzeige ernsthaftes Interesse weckt, tun Sie am besten das, was Personalfachleute auch machen: herausfinden, mit wem genau man es im Fall einer Bewerbung zu tun bekäme. Das ist in den letzten Jahren sogar einfacher geworden, weil die Firmen wissen, dass insbesondere jüngere Arbeitskräfte sich für die Werte eines Unternehmens interessieren. Sie wollen wissen, wie der potenzielle Arbeitgeber es mit der Gleichberechtigung hält, ob er ethisch vertretbare Produkte herstellt und ob man sich als Mitarbeiter auch auf einer niedrigeren Hierarchieebene sinnvoll einbringen kann.

Mit dem sogenannten Employer Branding reagieren Firmen auf das gestiegene Informationsbedürfnis. Längst nicht alles, was sie in Hochglanzbroschüren und auf Plakaten und Webseiten als Werte und Ziele ausgeben, lässt sich überprüfen – insbesondere wenn wortgewandte Agenturen eine Employer-Branding-Kampagne designen. Wer gründlich recherchiert, findet aber mitunter auch Belege dafür, dass ein Unternehmen sich für einen guten Zweck engagiert oder stolpert über YouTube-Videos, in denen die Belegschaft eines Mittelständlers sichtlich gut gelaunt einen Neujahrsgruß vorträgt.

Eine mehr oder weniger neutrale Informationsquelle für Jobsuchende sind Arbeitgeber-Bewertungsportale. Kununu ist das größte Portal im deutschsprachigen Raum. Hier findet man 3.500.000 Bewertungen zu über 900.000 Arbeitgebern in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Bei Jobvoting, MeinChef und Glassdoor gibt es ebenfalls Infos zu Unternehmen, zum Teil auch Stellenanzeigen sowie Tipps rund ums Gehalt und Gehaltsverhandlungen. Links zu diesen und weiteren Portalen finden sie über [ct.de/y53j](https://ct.de/y53j).

Kerninhalt von Kununu und Co. sind die Bewertungen von Mitarbeitern und ehemaligen Mitarbeitern. Es lohnt auf jeden Fall, darin zu stöbern. Man sollte

## „Erfahrung ist das A und O“

**Die baramundi Software AG entwickelt Software für die Administration von IT- und Industrie-4.0-Umgebungen. Zusammen mit einer Kollegin kümmert sich Ramona Petrasch bei dem Augsburger Mittelständler um das Recruiting.**

**c't: Worauf achten Sie bei Xing- oder LinkedIn-Profilen?**

**Ramona Petrasch:** Wichtig sind Berufserfahrung, Werdegang und Referenzen. Bei der Beurteilung hilft uns eine ausführliche Darstellung der bisher erworbenen Fähigkeiten und Kenntnisse. Bewerber sollten möglichst viele Keywords angeben, nach denen wir in den Online-Portalen suchen können. Ein klares Ausschlusskriterium ist für uns, wenn Profildaten nicht aktuell sind.

**c't: Welche Anforderungen stellen Sie an Entwickler?**

**Petrasch:** Von Vorteil sind Kenntnisse in C++, C# und Java sowie Erfahrung mit agilen Entwicklungspraktiken wie Scrum oder SaFe. Beim Arbeiten in agilen Teams gibt es tägliche Abstimmungen. Kommunikationsskills sind daher besonders wichtig.

**c't: Bachelor oder Master?**

**Petrasch:** Das ist absolut abhängig von den Anforderungen an die Stelle. Was aber nie schadet: wenn man auch schon während des Studiums praktische Arbeitserfahrungen sammeln



**Ramona Petrasch, HR-Managerin bei baramundi, schätzt es, wenn der CV aussagekräftig und aufschlussreich ist.**

konnte, beispielsweise durch ein Praktikum oder eine Werkstudententätigkeit. In beiden Fällen ist praktische Erfahrung das A und O.

Zusatzausbildungen oder zusätzliche Abschlüsse sind ebenfalls interessant. Aber noch wichtiger ist uns, dass der Bewerber zur baramundi-Kultur passt. Daher schauen wir auch auf Hobbys oder ein ehrenamtliches Engagement.

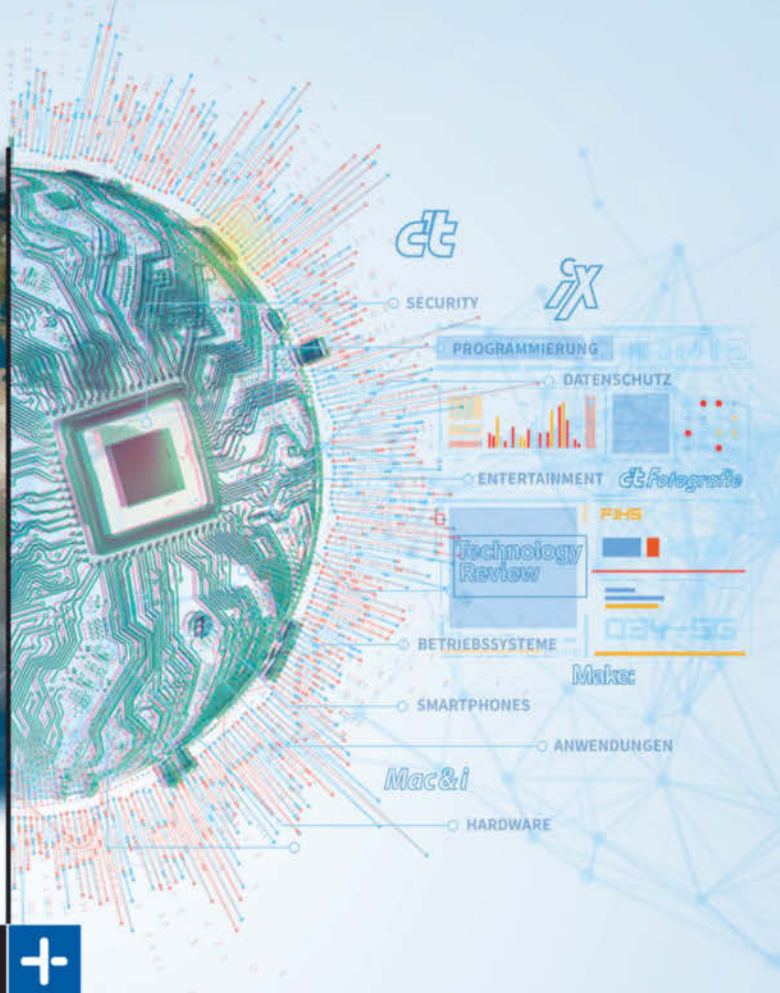
sich aber klarmachen, dass hier – wie bei allen Online-Bewertungen – auch Frust abgelassen wird. Es kommt vor, dass (Ex-)Mitarbeiter Einzelfälle schildern, die womöglich wenig über das tatsächliche Klima in einer Firma aussagen.

Um etwas über Personen herauszufinden, die beim Wunsch-Arbeitgeber tätig sind, googelt man am besten nach einer Kombination aus dem Namen plus einem Stichwort wie „Veröffentlichungen“, „Vortrag“ oder „Projekt“. Karriere-

netzwerke sind ebenfalls eine gute Quelle für Informationen zum künftigen Chef oder Teamleiter.

## Knifflig: Die Gehaltsangabe

Als Vorbereitung auf die Frage nach dem Gehaltswunsch empfiehlt sich eine Recherche zu Durchschnittsgehältern in der angestrebten Branche. Sehen Sie sich dazu auf einigen Gehaltsportalen (siehe [ct.de/y53j](https://ct.de/y53j)) um. Ein bisschen Vorsicht ist allerdings angebracht. Oft sind die Anga-



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)**

## „Wir erwarten eine gewisse Recherche“

**bendesk will Firmen und ihre Angestellten beim Management von Corporate Benefits und betrieblicher Altersvorsorge helfen. Marc Ahr ist Chief Operating Officer des Start-ups.**

**c't:** Was wünschen Sie sich von Bewerbern?

**Marc Ahr:** Ehrlichkeit und Authentizität. Das klingt nach Marketing-Schlagworten, trifft es aber im Kern. Wir sind kein großes Team, in dem man sich einmal im Quartal auf dem Flur begegnet. Bei Start-ups muss auch das Menschliche sehr gut passen.

**c't:** Was ist bei einer Bewerbung bei einem Start-up besonders wichtig?

**Ahr:** Ganz klar: Das Produkt oder die Dienstleistung kennen! Wir erleben leider oft, dass sich die Bewerber nicht mit unserer Software auseinandergesetzt haben. Wir erwarten kein Detailwissen, aber eine gewisse Recherche.

**c't:** Womit können Bewerber noch punkten – mit einer originellen Bewerbung, Social Skills oder ersten Berufserfahrungen?

**Ahr:** Originelle Bewerbungen stechen auf den ersten Blick heraus, aber wenn der Inhalt nicht überzeugt, macht die schönste Hülle keinen Sinn. Praktika, Weiterbildungen, generell Erfahrungen in relevanten Bereichen sind immer ein



**bendesk-COO Marc Ahr freut sich über authentische Bewerber.**

Pluspunkt. Teamfähigkeit und die Lust, mitzugestalten, sollten definitiv vorhanden sein.

In einem Start-up zu arbeiten, klingt für viele modern und cool. Es bedeutet aber genauso viel, wenn nicht mehr Arbeit als in einem etablierten Unternehmen. Jeder Bewerber sollte sich ehrlich fragen, ob das Start-up-Umfeld das Richtige für ihn ist.

ben schwammig – „IT-Projektleiter“ kann vom Leiter eines Mini-Teams bis zum Verantwortlichen für hochspezialisierte internationale Arbeitsgruppen alles bedeuten. Wird aus den weit auseinanderliegenden Gehältern dieser Personen ein Durchschnittswert ermittelt, so hat der nur noch wenig Aussagekraft.

Viele Gehaltspportale funktionieren so: Bevor der Besucher Auskunft bekommt, muss er selbst erst einmal sein Gehalt verraten. So ist die ausführliche

Gehaltsauskunft der Jobbörse Stepstone angemeldeten Nutzern vorbehalten und kann erst eingesehen werden, nachdem man einen längeren Fragebogen online ausgefüllt hat. Genauso läuft es bei lohnspiegel.de der gewerkschaftsnahen Hans-Böckler-Stiftung. Verlässlicher sind Gehaltsspiegel, wenn sie nicht auf Angaben von Einzelpersonen, sondern auf Auskünften von Arbeitgebern beruhen, wie die jährliche Gehaltsstudie der Personalagentur Robert Half.

Kritisch sollte man folgenden Tipp sehen: einfach 10 Prozent auf das Wunschgehalt aufschlagen, um sich im Bewerbungsgespräch bei Bedarf noch herunterhandeln zu lassen. So wirken Sie im schlimmsten Fall ausschließlich durch Geld motivierbar, in jedem Fall aber schlecht vorbereitet. Eine Bitkom-Research-Studie im Auftrag des Softwareentwicklers Personio belegt, dass das problematisch sein kann. In der Befragung von gut 300 Personalverantwortlichen lautete der am häufigsten genannte Grund für das Scheitern einer Bewerbung „zu hohe Gehaltsforderungen“.

### Programmieren als Pluspunkt

Wer die Zeit der Bewerbungsphase nutzen möchte, um zusätzliche Qualifikationen zu erwerben, kann sich aus einem breiten E-Learning-Angebot bedienen. Darunter sind auch Programmierkurse, viele davon kostenlos. Die Frage nach der richtigen Programmiersprache wird häufig gestellt – und immer wieder anders beantwortet. Der aktuelle TIOBE-Index sieht Java, C, Python, C++ und C# in dieser Reihenfolge auf den Plätzen 1 bis 5. Die PYPL-Liste (Popularity of Programming Language) auf Github beginnt mit Python, Java, Javascript, C# und PHP; in der Deutschland-Version dieser Liste liegt C# auf Platz 3.

Auf der Entwicklerplattform Stack Overflow kann man Stellenanzeigen nach Programmiersprachen filtern, was einen Eindruck davon vermittelt, für welche Art von Jobs welche der Sprachen am ehesten relevant ist. Die Betreiber der Plattform fragen ihre Mitglieder regelmäßig nach deren Vorlieben. In der Kategorie „Most loved“ nannten Stack-Overflow-Mitglieder zuletzt Rust, Python, TypeScript, Kotlin und WebAssembly am häufigsten.

Fragt man Personalfachleute, so nennen sie meist gar keine konkreten Sprachen. Solide Kenntnisse in einer beliebigen objektorientierten Sprache gelten als gute Voraussetzung, eine weitere Sprache dieser Art schnell zu erlernen. Wichtiger ist den Recruitern die Bereitschaft, sich auf Neues einzulassen. Man kann sich in der Freizeit also mit der Lieblingssprache beschäftigen und damit am besten echte Probleme lösen. Wer begeistert von solchen Projekten erzählt, kann den künftigen Arbeitgeber im Bewerbungsgespräch am besten überzeugen. (dwi@ct.de) **ct**

**Studien, Jobbörsen, Gehaltspportale:**  
[ct.de/y53j](https://ct.de/y53j)

# SINGLE-SIGN-ON IST KEINE PARTNER- VERMITTLUNG

**Deshalb ist eine Sign-Off-Lösung eine gute Wahl für dich?**

Ob Online-Dating oder SSO-System, wir setzen auf eine sichere Kommunikation mit zuverlässiger Authentifizierung. Wir sind der **IT-Dienstleister für Bund und Bundeswehr** und gehören zu den **Top-10-IT-Unternehmen** in Deutschland. **IT-Liebhaber/in** aufgepasst: Wir suchen dich!

—  
Jetzt informieren und direkt bewerben:  
**[www.bwi-karriere.de](http://www.bwi-karriere.de)**

# SOFTWAREENTWICKLER .NET, C#/.NET, EMBEDDED SYSTEMS ODER BILDVERARBEITUNG? (M/W/D)

## SOFTWAREARCHITEKT? (M/W/D)

### DEIN NEUER JOB!

Du suchst spannende Projekte und möchtest als Team-Player innovative Lösungen entwickeln? Dafür wünschst Du Dir eine angenehme Arbeitsatmosphäre und ausgewogene Work-Life-Balance? Dann werde Teil unseres Teams bei einem Technologie-Konzern mit 240-jähriger Tradition und besten Zukunftsperspektiven.

Wir bieten Dir herausfordernde Aufgaben, eine attraktive Vergütung sowie eine Mitarbeiter-Erfolgsbeteiligung. Nicht nur unsere konzerneigenen Hammer Academy bietet beste Voraussetzungen Dich fachlich und persönlich weiter zu entwickeln und gemeinsam im Kurtz Ersa-Team die Zukunft zu gestalten.

- Familienunternehmen mit Tradition seit 1779
- Innovativer High-Tech-Maschinenbauer
- International erfolgreich
- 10 % Ausbildungsquote
- Beste Karrierechancen
- Unternehmenseigene Bildungsplattform HAMMER ACADEMY
- Standorte in der „Urlaubsregion“ Spessart/Main-Tauber

Viele spannende Jobs findest du hier:  
[kurtzera.de/karriere](http://kurtzera.de/karriere)



## Systemadministrator (m/w/d) Windows



Als kommunikativer Windows-Experte (m/w/d) stellen Sie sich den Herausforderungen des stetigen Wandels, sind lernbegierig und vertiefen mit Begeisterung Ihre Kenntnisse?

### Ihre Aufgaben

- Als Systemadministrator (m/w/d) sind Sie zuständig für Administration und Konfigurationen der Windows Client-PC- und Serverlandschaft.
- Auch die Installation von Soft- und Hardware gehören zu Ihren Aufgaben.
- Sie sind der Ansprechpartner (m/w/d) bei Fehlermeldungen von Anwendern im 2nd Level Support und stellen den reibungslosen Betrieb und die Lösungsfindung bei Störungen sicher.

### Ihre Talente

- Sie sind ein motivierter Fachinformatiker (m/w/d) Systemintegration oder haben eine vergleichbare Ausbildung in einem ähnlichen Bereich und bringen erste Berufserfahrung mit.
- Erfahrungen im Bereich Windows PC-Support, Windows Server- und Client-Administration konnten Sie bereits sammeln, von Vorteil sind überdies Kenntnisse im Virtualisierungsbereich mit VMware, Microsoft-AD, Gruppenrichtlinien und PowerShell.
- Wünschenswert wären Erfahrungen mit Windows Bereitstellungsdiensten.
- Mit Ihrer sozialen und offenen Art kommen Sie auch auf Englisch gut zurecht.

### Ihre Benefits

- Die eigenständige Mitarbeit in einem etablierten und mit arbeiterorientierten Unternehmen mit familiär geprägter Arbeitsatmosphäre, flachen Hierarchien, flexiblen Arbeitszeiten und tariflicher Bezahlung.

Bitte bewerben Sie sich online:  
**[karriere.heise-gruppe.de](http://karriere.heise-gruppe.de)**

**Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!**

#### Ihr Ansprechpartner

Michael Eberle, Teamleiter Systemtechnik  
Telefon 0511 5352-180



#### Haben Sie noch Fragen?

Schicken Sie uns gerne eine WhatsApp an  
Tel. 0160 90203627



Der Bundesrechnungshof ist eine oberste Bundesbehörde. Er prüft die gesamte Haushalts- und Wirtschaftsführung des Bundes und ist als Organ der staatlichen Finanzkontrolle nur dem Gesetz unterworfen.

Wir suchen für Prüfungen im Bereich

**Digitalpolitik, IT- und Netzpolitik, Digitalfunk und Moderne Verwaltung im Bundesrechnungshof in Bonn**

**Prüferinnen/Prüfer (w/m/d)**  
mit einem abgeschlossenen Studium in  
**(Wirtschafts-)Informatik, (Wirtschafts-)Mathematik, Physik, Wirtschaftswissenschaften, (Wirtschafts-)Ingenieurwesen oder einer vergleichbaren Fachrichtung mit quantitativ-technologischer Ausrichtung**

Für Diplom (FH)/Bachelor-Absolventen/Absolventinnen:  
– Ausschreibung ‚BRH 2019-0048B‘ –

Für Diplom (Univers.)/Master-Absolventen/Absolventinnen:  
– Ausschreibung ‚BRH 2019-0049B‘ –

Weitere Informationen finden

Sie im Internet unter:

**[www.bundesrechnungshof.de](http://www.bundesrechnungshof.de)**



## LOVE.IT?

Komm zu uns. Tu es aus Liebe.

Mit über 350 Mitarbeitern zählt die noris network AG zu den führenden IT-Spezialisten.

Unser Erfolgsgeheimnis: Ein starkes, hochmotiviertes Team und die permanente Entwicklung und Förderung aller Mitarbeiter.

Wenn auch du bei uns dabei sein willst, schau doch mal in unsere offenen Jobs.



### Wir suchen Mitarbeiter (m/w/d)

für die Bereiche:

- **Linux Operations**
- **Windows Operations**

und Spezialisten für:

- **OpenStack – Kubernetes**
- **Cloud – VM-Ware**

sowie:

- **Technical Product Owner**

Bewirb dich für unsere Standorte München, Nürnberg und Berlin:  
**[noris.de/karriere](http://noris.de/karriere)**

Die Technische Hochschule Rosenheim ist mit knapp 6.000 Studierenden, 250 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie 280 Beschäftigten in Technik und Verwaltung die wichtigste Bildungseinrichtung Südbayerns und als Einrichtung des Freistaates Bayern ein attraktiver Arbeitgeber.

An der Technischen Hochschule besetzen wir in der Fakultät für Ingenieurwissenschaften ab dem Sommersemester 2020 eine

### Professur (BesGr W2)

### Lehrgebiet: Technische Softwareentwicklung und Maschinelles Lernen/Computational Intelligence

Kennziffer 2019-104-PROF-ING

Wir suchen für unsere Fakultät eine Persönlichkeit, die folgende Punkte bestmöglich erfüllt:

- Sie verfügen über praktische Kenntnisse auf dem Gebiet des Software Engineerings. Erfahrungen mit agilem Projektmanagement sind wünschenswert.
- Sie haben fundierte theoretische und anwendungsorientierte Kenntnisse der Softwareentwicklung, bevorzugt für Embedded- und Echtzeitumgebungen. Obligatorisch sind Kenntnisse in den Programmiersprachen C und C++. Weitere Sprachen wie Python und MATLAB sind willkommen.
- Sie besitzen Kenntnisse in Verfahren und Methoden des Maschinellen Lernens.
- Sie verfügen über praktische Erfahrung in der Nutzung relevanter Werkzeuge zur Softwareerstellung und -verwaltung, z.B. Betriebssysteme, Compiler, Entwicklungsumgebungen und Systeme zur Versionsverwaltung.
- Ihre Dienstaufgaben richten sich nach Art. 9 des Bayerischen Hochschulpersonalgesetzes. Ihr Lehrgebiet beinhaltet dabei auch die allgemeinen Grundlagenfächer in Informatik sowie die Durchführung von englischsprachigen Vorlesungen und Praktika, ggf. auch im englischsprachigen Masterstudiengang.
- Zur Durchführung gemeinsamer Projekte und Aufgaben wird eine strukturierte Persönlichkeit gesucht, welche gerne im Team arbeitet.
- Weiter erwartet die Hochschule insbesondere eine Mitarbeit an der Weiterentwicklung des Lehrgebietes und in der Selbstverwaltung sowie Engagement bei Projekten der angewandten Forschung und Entwicklung und in der Weiterbildung.

### Wir bieten:

- Eine anspruchsvolle und eigenverantwortliche Tätigkeit in einem kollegialen Umfeld
- Vielfältige Möglichkeiten, Familie und Beruf zu vereinbaren
- Betriebliche Gesundheitsförderung

Weitere Informationen, Hinweise zu den nötigen Unterlagen und zum Bewerbungsverfahren finden Sie auf unserer Homepage unter

<http://www.th-rosenheim.de/die-hochschule/karriere/stellenangebote>.

Damit wir Ihre Bewerbung effizient und zeitnah bearbeiten können, bewerben Sie sich bitte online über unser **Bewerbermanagement** (Bewerbungsschluss: 20.09.2019).

# 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).



Bundesnachrichtendienst

## Du brennst für Zahlen, Computer und innovative Technik ?

Dann werde **Systemadministrator/-ingenieur  
für IT Infrastruktur (m/w/d)** im Bundesnachrichtendienst.



Werde ein Teil von uns und bestreite mit fachlicher  
Kompetenz und Persönlichkeit die Herausforderungen von Morgen.

Interesse?

[www.karriere.bnd.de](http://www.karriere.bnd.de)



Wir freuen uns auf deine Bewerbung!

# CODE- SICHTIG?

## JETZT BEWERBEN!

(M/W/D)

Starke Perspektiven in der  
IT der apoBank in Düsseldorf.  
Der führenden Bank im  
Gesundheitswesen.



[apobank.de/it-jobs](http://apobank.de/it-jobs)

 deutsche apotheker-  
und ärztebank

**Web-Developer (m/w/d)**

Als kommunikative Persönlichkeit stellen Sie sich den Herausforderungen des stetigen Wandels, sind lernbegierig und vertiefen mit Begeisterung Ihre Kenntnisse als Web-Developer (m/w/d)? Ein agil arbeitendes Team freut sich auf Sie!

**Ihre Aufgaben**

- Die Mitarbeit an der Entwicklung von heise.de sowie an damit verbundenen Systemen im Backend und Frontend ist Ihr Aufgabenfeld.
- Als Teammitglied in einem crossfunktionalen Team arbeiten Sie in und mit einem agilen Entwicklungsprozess.
- Sie gewährleisten betriebliche Aspekte wie Verfügbarkeit und Performance der Webanwendung im Team.
- Sie haben die Chance, die führende Web-Plattform für IT-Inhalte im DACH-Raum aktiv mitzugestalten.

**Ihre Talente**

- Sie haben ein Hochschulstudium im Bereich Informatik, eine Ausbildung zum Fachinformatiker oder verfügen über vergleichbare Kenntnisse und bringen mindestens ein bis zwei Jahre einschlägige Berufserfahrung mit.
- Eine Programmiersprache im Backend zu beherrschen, ist für Sie selbstverständlich, idealerweise haben Sie bereits mit einer weiteren Programmiersprache (z. B. Node.js, Ruby, Python, Perl oder Java) experimentiert.
- Erfahrungen mit Schnittstellen mittels REST (HTTP) setzen wir voraus.
- Kenntnisse grundlegender Entwurfsmuster des Softwaredesigns, z. B. aus GoF, bringen Sie mit.
- Von Vorteil sind Git-Kenntnisse, Kenntnisse in Bereich Continuous Delivery (GitLab-CI) und bei DevOps Praktiken.
- Fließende Deutsch- oder Englischkenntnisse runden Ihr Profil ab.

**Wir bieten Ihnen**

- Die eigenständige Mitarbeit in einem etablierten und mitarbeiterorientierten Unternehmen mit familiär geprägter Arbeitsatmosphäre, flachen Hierarchien, agiler Arbeitsweise und tariflicher Bezahlung.
- Die Möglichkeit, sich fachlich weiterzuentwickeln (HTML5 inkl. CSS+JS sowie Lernen von MV\*Frontend-Frameworks, agile Methoden, Automatisierung von Tests, DevOps).
- Profitieren Sie von flexiblen Arbeitszeiten und der Möglichkeit, auch im Homeoffice arbeiten zu können.
- Sie arbeiten in engagierten und qualifizierten Teams – wir bieten die Chance auf die Weiterentwicklung zum Fullstack Web-Developer.
- Wir bieten Ihnen zudem eine betriebliche Altersvorsorge, tolle Mitarbeiter-Events, eine subventionierte Kantine, ein Mitarbeiter-fitnessprogramm und einiges mehr.

**Haben Sie noch Fragen?**

Schicken Sie uns gerne eine WhatsApp  
an Tel.: 0160 90203627

**Ihr Ansprechpartner**

Georg Nold, CTO  
Tel.: 0511 5352-341

Bitte bewerben Sie sich online: [heise-gruppe.de/karriere](https://heise-gruppe.de/karriere)

**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.

# SOFTWARE-ENGINEER (m/w/d)

// Informatikstudium oder vergleichbar  
// Professionelle Softwareentwicklung  
// Überdurchschnittliche Vergütung

// Agiles Arbeiten  
// Angular, Java, Gitlab, K8s  
// Junior oder Senior

Sende uns deine Unterlagen mit  
frühestmöglichem Eintrittstermin  
und deinen Gehaltsvorstellungen  
**an [recruiting@finpair.de](mailto:recruiting@finpair.de)**



Wunsch-  
hardware



Zentral in  
Hannover



Flexible  
Arbeitszeit



Flache  
Hierarchien



Kostenlose  
Getränke



Homeoffice



Anzeige

## Ein Himmel voller Daten

Airbus ist ein weltweit führendes Unternehmen im Bereich Luft- und Raumfahrt sowie den dazugehörigen Dienstleistungen. Der Umsatz betrug 64 Mrd. Euro im Jahr 2018, die Anzahl der Mitarbeiter rund 134.000. Airbus bietet die umfangreichste Verkehrsflugzeugpalette. Das Unternehmen ist europäischer Marktführer bei Tank-, Kampf-, Transport- und Missionsflugzeugen und eines der größten Raumfahrtunternehmen der Welt. Die zivilen und militärischen Hubschrauber von Airbus zeichnen sich durch hohe Effizienz aus und sind weltweit gefragt.

### Peter, was machst Du bei Airbus?

Ich bin Data Scientist. Unsere Branche ist eine der datenreichsten. Wir generieren riesige Mengen an verschiedensten Daten. Wir verarbeiten diese Daten und entwickeln datenbasierte Entscheidungsmodelle, die unseren Kunden helfen, effizienter zu werden.

### Was begeistert Dich an Deiner Arbeit?

Vielfalt und Sinnhaftigkeit. Jedes Flugzeug generiert 250GB Daten pro Flug, jede Minute bekommen wir Satellitenbilder, unsere Produktion wird zunehmend digitaler. Wir stehen erst am Anfang, alle diese Daten zu nutzen. Es ist ein echter Pionier Job und ich habe das Gefühl, maßgeblich zu unserer digitalen Transformation beizutragen.

### Wie macht Ihr das?

Airbus ist ein großes, internationales Unternehmen. Ein zentrales Data Science Team könnte niemals alle Herausforderungen angehen. Unser Data Analytics Trainings Programm ermöglicht unseren Mitarbeitern eigenständig, mit Hilfe von Daten, Verbesserungsmöglichkeiten zu identifizieren. Wir sind in einem Netzwerk organisiert, da gibt es dann auch mal Bier und Pizza Events.



### Hast Du ein Beispiel für ein spannendes Projekt bei Airbus?

Mich begeistert besonders das Projekt AirSense. AirSense nutzt ADSB Daten von Flugzeugen, reichert diese mit zusätzlichen Informationen an und kann dann Flugverzögerungen voraussagen und Empfehlungen zur Vermeidung geben. Das Team wertet 4000 Nachrichten/sec aus – das ist fast auf dem Niveau von Twitter! (Twitter: 7000 msgs/sec on Twitter)

### Magst Du Herausforderungen und möchtest Teil unserer Transformation werden?

#### Wir stellen ein:

Data Scientist (d/m/w)  
Software Engineer (d/m/w)  
Cyber Security Specialist (d/m/w)  
Platform Architect (d/m/w)  
SAP and Cloud Security Expert (d/m/w)

Informationen über Jobs und Karrierechancen unter:

**<https://www.airbus.com/careers.html>**



# Selbstdarsteller

## IT-Fähigkeiten mit Online-Werkzeugen wirkungsvoll präsentieren

**Hersteller-Zertifikate und Zeugnisse vom Arbeitgeber sind nur ein Weg, Programmierkenntnisse unter Beweis zu stellen. Gut gepflegte Repositories und Open-Source-Mitarbeit sind ebenso aussagekräftig.**

Von Jan Mahn

**E**ntwickler mit mindestens sechs Jahren Kubernetes-Erfahrung gesucht. Diese Stellenausschreibung fand ich auf einer Job-Gesuche-Wand bei einer Cloud-Konferenz. Sie war sicherlich scherzhaft gemeint, feierte man während der Konferenz gerade den fünften Ge-

burtstag des Container-Orchestrators Kubernetes. Sie hatte dennoch ein ernstes Anliegen: Administratoren und Entwickler, die sich nebenbei mit Container-Technik, sei es Docker oder Kubernetes, auskennen, sind gefragt. Insgesamt waren es gute 15 Quadratmeter Whiteboard, vollgeschrieben mit Job-Angeboten. Andere häufige Experten-Gesuche: Programmierer mit Unit-Testing- und CI/CD-Kenntnissen, also Erfahrung im automatischen Testen und Verteilen von Software.

Ich nutzte die Gelegenheit und sprach einige der Arbeitgeber direkt an, worauf es ihnen bei den Bewerbern ankommt. Ob es zum Beispiel bestimmte Programmiersprachen gibt, die man können muss, um überhaupt eine Chance zu haben. Die Antworten können all jene beruhigen, die glauben, die „falsche“ Sprache gelernt zu

haben: Es komme, so die einhellige Meinung meiner Stichprobe, nicht darauf an, in welcher Programmiersprache man in der Uni oder bei bisherigen Arbeitgebern programmiert habe. Sicherlich gibt es Vorlieben für bestimmte Sprachen je nach Branche des Unternehmens. Von einem fähigen Programmierer wird aber erwartet, sich in endlicher Zeit in eine bisher unbekannte Welt einzuarbeiten.

Viel wichtiger sei es heute, über den Tellerrand der reinen Code-Produktion im stillen Kämmerlein – sei es in Java, JavaScript, Go, PHP oder Rust – hinauszublicken. Gesucht werden Mitarbeiter, die die Werkzeuge zum Bauen und Testen beherrschen und die vor allem schon mal im Team mit anderen programmiert haben. Dazu gehört es, mit Fehlermeldungen anderer umzugehen, Code in Repositories zu verwalten und die Funktionsweise von Pull Requests, Issues und Commits zu kennen.

### Beweise, bitte

Um diese gesuchten Fähigkeiten und Erfahrungen unter Beweis zu stellen, muss man die klassischen Pfade des Bewerbungsprozesses möglicherweise verlassen. Mit der Formulierung „Erfahrung im Umgang mit Software-Containern und CI/CD“ im Lebenslauf ist es sicher nicht getan. Behaupten kann das nämlich erst mal jeder.

Wer auf den Container-Zug aufspringen will, hat zumindest ein paar Möglichkeiten, Prüfungen für Zertifikate abzulegen. Die Firma Docker Inc. bietet das Online-Examen „Docker Certified Associate (DCA)“ an (siehe [ct.de/ymbk](http://ct.de/ymbk)). 175 Euro zuzüglich Mehrwertsteuer kostet die 90-minütige Prüfung, die man am heimischen Computer ablegen kann – dabei beweist man per Webcam-Überwachung, dass man allein im Raum ist und keine unerlaubten Hilfsmittel nutzt. Für das Selbststudium gibt es einen „Study Guide“ als PDF-Datei.

Auch in der Kubernetes-Welt gibt es Zertifizierungsmöglichkeiten, angeboten werden sie von der Linux Foundation (siehe [ct.de/ymbk](http://ct.de/ymbk)). Für Entwickler, die containerisierte Anwendungen bauen, heißt das Zertifikat „Certified Kubernetes Application Developer (CKAD)“. An Administratoren richtet sich die Prüfung zum „Certified Kubernetes Administrator (CKA)“. Je 300 US-Dollar zuzüglich Steuern muss man einplanen. Wer nicht ganz aufs Selbststudium vertrauen möchte, bekommt von der Linux Foundation Empfehlungen für Trainingsanbieter, die Online- und Offline-Kurse anbieten. Wer bei seinem aktuellen Arbeitgeber mit Containern arbeitet oder zukünftig arbeiten soll, kann die Gelegenheit nutzen, sich in diesem Bereich fortbilden zu lassen. Für Berufsanfänger, die gerade die Universität verlassen haben oder eine Ausbildung in einem IT-Beruf absolviert haben und bisher keine Gelegenheit hatten, mit dieser Technik zu arbeiten, ist die finanzielle Hürde aber schon abschreckend.

Bei Container-Technik ist es noch relativ einfach, mit Zertifikaten das relevante Wissen nachzuweisen, da Docker und Kubernetes so universell eingesetzte Techniken sind. Bei anderen gefragten Fähigkeiten ist es weit schwieriger: Im CI/CD-Bereich gibt es verschiedene Anwendungen und der Markt ist auf mehrere Anbieter aufgeteilt, die auch eigene Zertifizierungen im Programm haben – und mit welchem Zertifikat soll man nachweisen, dass man schon mal im Team gearbeitet hat?

## Präsentationsfläche GitHub

„Worauf schauen Sie bei einer Bewerbung?“, war eine meiner Fragen an die suchenden Unternehmen. „Auf den GitHub-Account“ war fast bei allen unter den ersten Antworten. Zur Einordnung muss man erwähnen, dass ich bei einer tech-

nisch ausgerichteten Cloud-Konferenz nicht mit Personalern, sondern mit Praktikern gesprochen habe. In großen und konservativen Unternehmen muss es eine Bewerbung erst mal durch die Personalabteilung schaffen, bis sie bei einem Verantwortlichen mit IT-Erfahrung auf dem Tisch landet. Aus deren Perspektive ist GitHub aber mehr als eine Ablage für Code. Es ist Code-Plattform, soziales Netzwerk und Präsentationsfläche für die eigenen Fähigkeiten in einem. Anders als bei Facebook, LinkedIn oder Xing geht es hier aber nur um den Kern der Sache: Software. Sicherlich gibt es auch andere Git-Hoster auf dem Markt, doch kein anderer hat einen so hohen Stellenwert als soziales Programmierer-Netzwerk.

Bewerber sind gut beraten, sich frühzeitig einen Account bei GitHub anzulegen und ihn zu pflegen. Auf die Bewerbungsunterlagen gehört der Benutzername im IT-Umfeld auf alle Fälle – zum Beispiel mit einem kleinen GitHub-Logo im Briefkopf, zusammen mit Telefonnummer und E-Mail-Adresse.

Die schnellste Möglichkeit, um Gelegenheits-Programmierer von Profis zu unterscheiden, ist das Aktivitäts-Diagramm auf der Startseite eines Benutzerprofils. Für jeden Tag der letzten 52 Wochen sieht man einen kleinen Kasten, der je nach Anzahl der Aktivitäten (Push in ein Repository oder Anlegen eines Pull-Requests)

erst hell- und dann dunkelgrün wird. Je tiefergrüner das Diagramm, desto aktiver ist der Nutzer. Unten sehen Sie das Diagramm eines Mitarbeiters des Container-Unternehmens Rancher ([github.com/ibuildthecloud](https://github.com/ibuildthecloud)), der abgesehen von einigen Urlaubswochen täglich aktiv war.

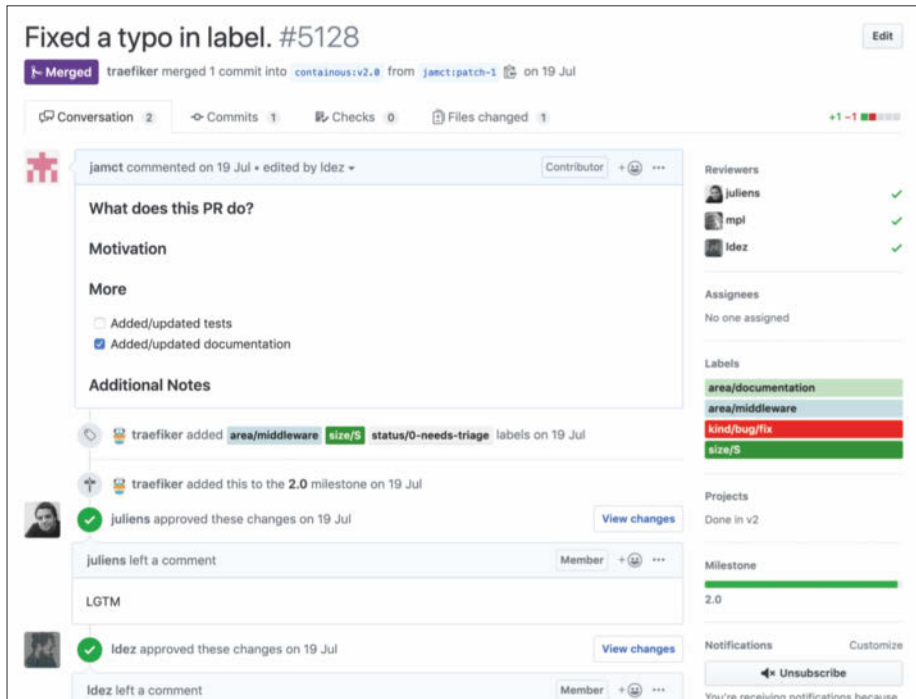
Wer in einem Unternehmen arbeitet, das viele private Repositories nutzt, wird bemerken, dass das eigene Diagramm trotz täglicher Arbeit sehr langweilig grau ist. Um das zu ändern, hilft es, über dem eigenen Diagramm auf „Contribution Settings“ zu klicken. Im Menü können Sie „Private contributions“ aktivieren. Außerdem können Sie eine „Activity overview“ einschalten. Die Besucher der Seite sehen dann zusätzlich ein Diagramm, das das Verhältnis zwischen Commits, Issues, Code review und Pull requests darstellt.

## Öffentliches Arbeiten

Open-Source-Software ist unbestritten eine gute Idee – nicht nur, weil meist gute Software entsteht, wenn viele Entwickler mit unterschiedlichen Herangehensweisen zusammenarbeiten. Auch aus der Selbstvermarktungsperspektive ist es eine gute Idee, sich an Open-Source-Projekten zu beteiligen. Auf diesem Weg haben auch Berufseinsteiger, Auszubildende und Studierende eine Chance, Erfahrungen im gemeinsamen Programmieren zu sammeln und nebenbei zu dokumentieren.



Je dunkler das Grün, desto aktiver war der Nutzer an einem Tag. Ein gutes Indiz, ob es sich um einen Vollzeit- oder Gelegenheits-Programmierer handelt.



Wer bei einem großen Projekt eine Änderung einreicht, macht schnell Bekanntschaft mit Testbots und den Maintainern.

Auch Angestellte in einem sehr konservativen Unternehmen, das noch nicht an Container, Git und automatische Bauwerkzeuge glaubt, haben so eine Chance, in ihrer Freizeit mit den gefragten Techniken in Kontakt zu kommen.

Die Hürden, um selbst bei einem großen Projekt mitzumachen, können erst mal unüberwindbar wirken. Man sollte auf keinen Fall das Internet nach einem Projekt durchsuchen, an dem man nur zum Zweck der Selbstdarstellung mitarbeiten kann. Sinnvoller ist es, Software zu verbessern, die man selbst im Einsatz hat und gut kennt. Alle größeren Projekte haben in der Readme-Seite einen Abschnitt „Contributing“ eingebaut oder stellen eine Seite mit dem Namen „CONTRIBUTING.md“ im Hauptverzeichnis des Projekts bereit. Diese Hinweise sollte man gelesen haben, bevor man loslegt, blind eigene Features an die Software dranzustriicken. Oft gibt es bereits eine Roadmap für neue Funktionen. Vor der Arbeit an neuen Baustellen sollten Sie die Maintainer informieren, dass Sie eine gute Idee haben – wo solche Ideen diskutiert werden sollen, verrät der Abschnitt über Contributions. Nicht immer läuft die gesamte Verwaltung über GitHub.

Wesentlich leichter als gleich mit neuen Features zu beginnen ist es, Fehlerbehebungen, Dokumentation und Über-

setzungen einzureichen. Der Workflow und der Lerneffekt ist der gleiche wie bei Programmcode. Als deutschsprachiger Entwickler ist Ihre Übersetzungsarbeit durchaus gefragt – vor allem bei Software für Endanwender.

### Automation durchgespielt

Im Screenshot auf dieser Seite sehen Sie einen Pull-Request, den ich bei der Arbeit an einem Artikel über den HTTP-Router Traefik eingereicht habe. In der Dokumentation der Software hatte sich ein Tippfehler eingeschlichen, der schnell zu beseitigen war. Die Dokumentation wird aus Markdown-Dokumenten erzeugt, die von einem CD-System automatisch zu einer Webseite gerendert werden. Um den Fehler zu beseitigen, musste ich einen Fork anlegen, dort die Zeile korrigieren und ihn als Pull-Request einreichen. Dafür haben die Maintainer der Software Templates angelegt, die man unbedingt nutzen sollte.

Ganz nebenbei kommt man hier mit Entwickler-Slang und Abkürzungen wie „LGTM“ (looks good to me) in Kontakt. Nachdem alle Maintainer ihre Zustimmung gegeben hatten und der Bot „traefiker“ den Request mit den richtigen Labels versehen hatte, landete er automatisch in der aktualisierten Dokumentation.

Lehrreich und gleichzeitig nützlich, um die eigenen Fähigkeiten unter Beweis zu stellen, kann es sein, den kompletten Werkzeugkasten, der Entwicklern heute zur Verfügung steht, für eigene Projekte einzusetzen: automatisches Testen, Kompilieren und Verteilen in Paket-Registries.

Ausgangsprojekt kann ein simpler Problemlöser sein, den Sie in der Vergangenheit programmiert und nie veröffentlicht haben oder der schon ein trostloses Dasein in einem Repository fristet. Auf die Programmiersprache kommt es dabei nicht an, vielmehr auf das Drumherum. Am besten nehmen Sie ein Programm, das einen Serverdienst bereitstellt, damit Sie etwas haben, das Sie in einen Container verpacken können. Aber auch für Desktop-Programme können Sie automatische Testroutinen aktivieren.

Wie Sie Ihre Software containern und im Docker-Hub veröffentlichen, haben wir bereits beschrieben [1]. Auf Seite 170 in diesem Heft erfahren Sie, wie Sie in die Königsdisziplin des Container-Baus einsteigen: Multi-Architektur-Images, die sowohl auf einem x86-Server als auch auf einem ARM-Raspi laufen.

Bei allen Werkzeugen, die mit Git-Hub-Repositories zusammenarbeiten, finden Sie das gleiche Muster: Bei GitHub wird ein sogenannter Webhook eingerichtet. Das ist ein API-Aufruf beim Anbieter des Dienstes, der immer ausgelöst wird, wenn Sie etwas in Ihrem Repository verändern. Wenn Sie der Anleitung gefolgt sind, erstellt der Docker-Hub bei jeder Code-Änderung ein neues Image, das wenig später bereit steht.

Bei vielen größeren Projekten finden Sie, prominent platziert im Readme, einige kleine bunte Bildchen, die zum Beispiel Auskunft über die Pulls im Docker-Hub oder die vergebenen Sternchen in einer Paket-Registry für Ihre Sprache geben. Wie Sie diese Badges erzeugen und Ihre Readme-Datei leserfreundlich gestalten, lesen Sie in [2]. Erst kürzlich hat GitHub eine neue Funktion eingebaut, die die Darstellung von Repositories in Suchtrefen und sozialen Netzwerken verbessert. Unter „Settings“ innerhalb eines Repos können Sie unter „Social preview“ ein Bild hochladen – für das Format gibt es dort eine Vorlagendatei zum Herunterladen.

Jetzt ist es an der Zeit, automatisches Testing einzurichten. Für den ersten Teil dieser Aufgabe müssen Sie sich mit den Unit-Test-Werkzeugen für Ihre Programmiersprache vertraut machen und Tests

schreiben. Wenn diese Baustelle neu für Sie ist, sollten Sie diese Kenntnisse nachholen – Unit Testing gehört mittlerweile zu den Grundfertigkeiten für Entwickler. In den Tests definieren Sie, welches Ergebnis eine Software bei bestimmten Eingabewerten zurückgeben soll. Das Test-Tool führt alle definierten Experimente aus und generiert einen Report mit den Ergebnissen. Um sich an das Unit-Testen zu gewöhnen, können Sie die Testumgebung für Ihre Programmiersprache auf der Kommandozeile starten.

In einer perfekten Entwickler-Welt soll nur Code, der erfolgreich durch die Unit-Tests gekommen ist, zum Nutzer der Software gelangen. Um das zu automatisieren, brauchen Sie einen Anbieter eines CI-Werkzeugs (Continuous Integration). Hier kommen verschiedene infrage. Bei Projekten vom amerikanischen Kontinent ist CircleCI sehr verbreitet, in Deutschland und Europa ist Travis recht populär, das von einem Unternehmen mit Sitz in Deutschland entwickelt wird. Für Open-Source-Projekte ist das Angebot kostenlos und die Anbindung an GitHub macht die Einrichtung sehr komfortabel. Um mit dem automatischen Bau zu beginnen, müssen Sie keinen neuen Account einrichten. Wenn Sie im Browser bereits bei GitHub angemeldet sind, besuchen Sie `travis-ci.org` und verbinden Sie sich über „Sign up“ mit Ihrem GitHub-Account. Nach einer OAuth-Rechteabfrage sind Sie bei Travis angemeldet. Die Einrichtung der automatischen Tests erfolgt aber über das GitHub-Repository selbst. Hier müssen Sie eine Yaml-Datei mit dem Namen `.travis.yml` auf der obersten Ebene ablegen, die definiert, welche Testroutinen angestoßen werden sollen und was im Erfolgsfall passieren soll. Über `ct.de/ymbk` finden Sie je ein Beispiel-Repository für JavaScript und Go, das den Code testet und verteilt – der JavaScript-Code landet automatisch in der Paketverwaltung npm, das Go-Programm wird als Docker-Container-Image bereitgestellt.

Wenn Sie den Werkzeugkasten erweitern wollen, können Sie sich zusätzlich das für Open-Source ebenfalls kostenlose Angebot von `codecov.org` ansehen. Der Dienst kann aus den Unit-Tests die Information abholen, wie hoch der Anteil des getesteten Codes im Projekt ist. Hohe Testabdeckung gehört zum guten Stil. Auch für Codecov können Sie ein Badge für die Readme-Datei generieren.

Ein so vorbereitetes Repository können Sie gut als Referenz in Ihrer Bewerbung einbauen, sollten aber in diesem schnelllebigen Geschäft nicht damit rechnen, dass Ihr Wissen ewig relevant ist. Der gesamte Markt rund um CI/CD ist aktuell im Umbruch. Das liegt an den Ankündigungen von GitHub der letzten Monate: Mit dem Produkt „GitHub Actions“ bietet das Unternehmen ab November ähnliche Funktionen wie Travis auf der eigenen Plattform an. Mit der „GitHub Package Registry“ hat die Microsoft-Tochter Alternativen zu Docker-Hub und Paketverwaltungen wie npm angekündigt. Wenn Sie potenziellen Arbeitgebern zeigen wollen, dass Sie kein Problem mit Umbrüchen und neuen Techniken haben, können Sie versuchen, sich jetzt schon für die geschlossene Beta-Phase zu registrieren (siehe `ct.de/ymbk`) und die Automation dort einzurichten.

## Online-Visitenkarte

Da Git-Repositories die gewohnte Umgebung für Entwickler sind, können Sie auch eine kleine Webseite bauen, die sich aus Daten speist, die in einem Repository liegen. Der Entwickler Naresh1318 hatte die reizvolle Idee, eine kleine Webseite zu bauen, die unter anderem alle aktuell bearbeiteten GitHub-Repos ausliest und hübsch aufbereitet anzeigt. Um das Open-Source-Werkzeug einzusetzen, können Sie das Repository `github.com/Naresh1318/Topaz` klonen, Ihre persönlichen Daten in einer JSON-Datei eintippen und einen Docker-Container erzeugen, den Sie auf einem kleinen vServer laufen lassen. Die Readme-Datei erklärt das Vorgehen.

Eine kostenlose Alternative ist GitHub Pages, ein Angebot von GitHub. Die

Funktionsweise ist einfach: Sie erstellen ein Repository mit dem Namen „`ihr-account.github.io`“. Dort legen Sie eine Datei mit dem Namen `index.md` an und tippen ein paar Zeilen über sich selbst in Markdown. In den Settings zum Repository finden Sie jetzt ziemlich weit unten den Punkt „GitHub Pages“. Dort können Sie sich ein Theme aussuchen. Ist das erledigt, legt GitHub die Datei „`_config.yml`“ an und Ihre Online-Visitenkarte auf Git-Basis ist online unter „`ihr-account.github.io`“. Ganz ohne aufwendige Blog-Software und monatliche Kosten können Sie hier zum Beispiel Ihre Gedanken über Softwareentwicklung mit der Welt teilen.

## Bestandsaufnahme

Die eigene GitHub-Präsenz aufzumöbeln, sollte natürlich keine einmalige Aktion gewesen sein und Sie sollten damit auch nicht beginnen, wenn Sie sich gerade für einen neuen Job bewerben. Nutzen Sie die Gelegenheit, Ihr Wissen durch Mitarbeit an Open-Source-Projekten zu erweitern und eigene Projekte zu betreiben, lieber regelmäßig und über einen längeren Zeitraum. Dann profitieren Sie gleich auf vielen Ebenen: Sie präsentieren sich als zuverlässigen Open-Source-Contributor und Teamarbeiter, lernen aktuelle Techniken und verbessern nebenbei Software, die auch anderen hilft. (jam@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Merlin Schumacher, Wal-o-mat, Container-Images in der Cloud bauen mit Docker Hub, c't 4/2019, S. 138
- [2] Jan Mahn, Fürs Auge, Der erste Eindruck zählt: README.md für GitHub verschönern, c't 4/2019, S. 164

**Zertifikate und Beispiele:** [ct.de/ymbk](https://ct.de/ymbk)



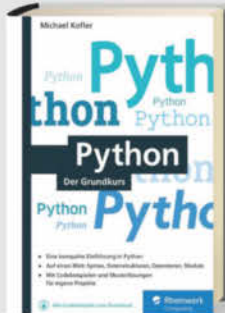
**Kostenlos und sehr ansehnlich: Eine Online-Visitenkarte, die automatisch aus einem GitHub-Repository entsteht, bekommen Sie mit GitHub Pages.**

# 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

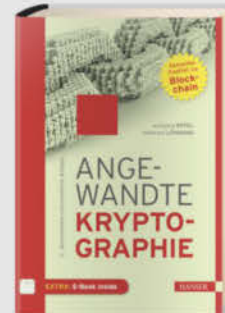
### SCRUM mit User Stories

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

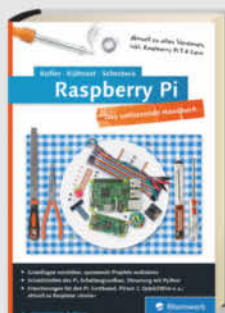
### Angewandte Kryptographie

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.

shop.heise.de/game-hat

41,90 € >

BEST-SELLER



### ODROID-GO

Mit diesem Bausatz emulieren Sie nicht nur Spiele-Klassiker, sondern programmieren auch in der Arduino-Entwicklungsumgebung.

shop.heise.de/odroid

49,90 € >



### 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/jetson

129,90 € >



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.

shop.heise.de/raspi-black

64,90 € nur 59,90 € >



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!

shop.heise.de/arduitouch

69,90 € >



### Make: Teatimer „Teeodohr“

Lassen Sie Teeodohr 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/make-teebase

39,90 € >



NEU

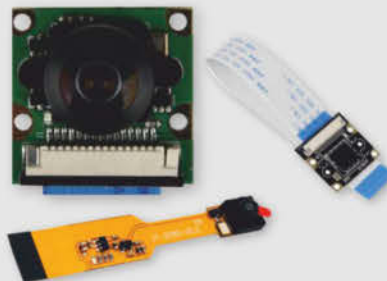
### Retro-Shirts von c't

„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 € >

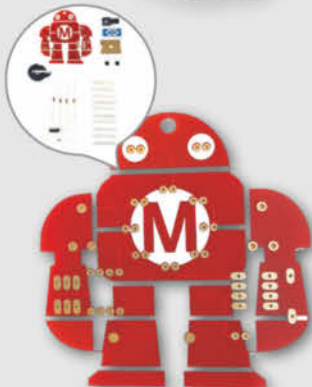


### Raspberry Pi-Kameras

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

18,50 € >



### Makey Lötbausatz

Das blinkende Maker-Faire-Maskottchen Makey ist ein Hingucker und auch der ideale Einstieg für die ersten eigenen Löterfahrungen. Die konturgräste 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 >

# WLAN mAXimal

## Netgear Router AX6000 trumpft mit 8-Stream-WLAN auf



**Der Nighthawk AX6000 demonstriert mit 4800 MBit/s Bruttogleistung das heute Machbare im WLAN. Auf Anwendungsebene konnten wir die Gigabit-Grenze knacken.**

Von Ernst Ahlers

Seinem auch unter der Typennummer RAX120 laufenden Router hat Netgear mit zwölf auf beide Funkbänder verteilten MIMO-Streams das zurzeit fetteste WLAN spendiert. Mit kompatiblen Clients nach dem kommenden Standard IEEE 802.11ax alias Wi-Fi 6 sind bei 2,4 GHz bis zu 1150 MBit/s brutto und im 5-GHz-Band maximal 4800 MBit/s möglich; Letzteres entweder mit vier Streams bei 160 MHz Kanalbreite oder mit acht Streams und 80 MHz.

Solcher WLAN-Durchsatz soll über einen Multi-Gigabit-Port ins LAN kommen, der gemäß NBase-T bis zu 5 GBit/s ins Kabel schickt. Was ein alltagstypischer WLAN-Client tatsächlich erhält, haben wir mit einem eigens umgebauten Notebook ausprobiert (siehe S. 106).

### Echtes Gigabit im WLAN

Um es kurz zu machen: Ein 2-Stream-Client für Wi-Fi 6 erreicht bestenfalls 2,4 GBit/s brutto auf der Funkverbindung, wenn Basis und Client im 5-GHz-Band einen 160 MHz breiten Kanal nutzen können. Im c't-Labor klappte das, weil dort keine konkurrierenden WLANs das Spektrum belasten.

So maßen wir über kurze Distanz (vier Meter durch eine Steinwand) bei mehreren parallelen TCP-Streams, also Downloads, mit 1183 MBit/s erstmals einen Nettodurchsatz oberhalb der Gigabit-Grenze. Im Upstream waren es 820 MBit/s, was im Mittel 1001 MBit/s ergibt.

Regulär mit einem TCP-Stream und 80 MHz Funkkanalbreite im 5-GHz-Band lag der Durchsatz des RAX120 in der Nähe nur unwesentlich höher als bei einem Wi-Fi-5-Router (Fritzbox 7580):

433 versus 377 MBit/s. Über 20 Meter durch Wände funkte der RAX120 indes spürbar flotter: 191 bis 263 MBit/s bei verschiedenen Ausrichtungen (Mittelwert: 241 MBit/s) gegen 146 bis 162 MBit/s (Mittel: 153 MBit/s).

Mit älteren WLAN-Clients kam der Netgear-Router gut zurecht: Gegen ein Acer-Notebook V3-372 (WLAN: QCA-6174) maßen wir sehr gute Durchsätze in beiden WLAN-Bändern. Ob die acht MIMO-Streams des RAX120 gegenüber einem 4-Stream-AP im Multi-Client-Betrieb einen Mehrwert bringen, werden wir in einer kommenden Ausgabe untersuchen.

### Routerbetrieb

Beim Einrichten per App oder Browser ließen die Assistenten Lücken: Ans Gast-WLAN, IPv6-Aktivierung, korrekte Zeiteinstellungen und eventuell weitere nötige Dinge (IGMP-Proxy, OFDMA im WLAN, WPA2+3 statt WPA2) muss man selbst denken. Nach etwas Frickeln lief der Router über ein externes Modem auch am Telekom-VDSL-Anschluss, inklusive Multicast-IP-TV (Magenta-TV) und IPv6. Anders als bei früher getesteten Modellen ließ die IPv6-Firewall nun auch in der Einstellung „offen“ nur Pings durch, IPv6-Server-Betrieb ist unmöglich.

Der NAT-Durchsatz des Router-Prozessors – Qualcomms IPQ8074 mit vier 2,2 GHz flotten ARM-Kernen (Cortex A53) – reicht für alles, was heute an schnellem Internet angeboten wird (siehe Tabelle). Im NAS-Betrieb mit einer USB-3.0-SSD lieferte der RAX120 je nach Datenrichtung und Dateisystem (FAT32, NTFS, EXT4) zwischen 92 und 113 MByte/s. Das ist zwar so flott wie Gigabit-NAS, aber wegen maximal zwei möglicher Nutzerkonten taugt das Gerät dennoch nur als Familiendatentümpel.

Die potente Hardware saugt mit 13,5 Watt kräftig am Stromnetz. Nutzt man fürs LAN den Multi-Gigabit- statt eines Gigabit-Ethernet-Ports, klettert die Leistungsaufnahme um weitere 0,8 Watt. Den Lüfter bekamen wir während der Tests nicht zu Gehör.

### Fazit

Exoten wie der Netgear RAX120 können zwar die Gigabit-Grenze beim WLAN-Durchsatz knacken. Sie werden aber noch geraume Zeit unausgelastet bleiben, denn WLAN-Clients für Wi-Fi 6 sind rar, solche mit vier oder mehr MIMO-Streams gibt es aktuell nicht. Wer sich dennoch heute schon auf die WLAN-Zukunft vorbereiten will, der bekommt für viel Geld immerhin viel Leistung. (ea@ct.de) **ct**

## Netgear Nighthawk AX6000 (RAX120)

WLAN-Router für Wi-Fi 6	
Hersteller	Netgear, <a href="http://www.netgear.de">www.netgear.de</a>
WLAN (Streams)	Wi-Fi 6 (4 + 8), IEEE 802.11n-600 / ac-1733 / ax-4800, simultan dualband, WPS, DFS
Bedienelemente	Ein, Reset, WLAN, WPS, LED, 11 Statusleuchten
Anschlüsse	6 × RJ45 (5 × Gigabit-Ethernet, 1 × NBase-T bis 5 GBit/s), 2 × USB 3.0
getestete Firmware	1.0.1.90
NAT-Durchsatz PPPoE (DS / US)	944 / 906 MBit/s
IP-zu-IP (DS / US)	949 / 949 MBit/s
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m (QCA6174)	171 / 141-157 MBit/s
5 GHz nah / 20 m	360 / 167-248 MBit/s
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m (AX200)	150 / 124-144 MBit/s
5 GHz nah / 20 m (80 MHz)	433 / 191-263 MBit/s
5 GHz nah / 20 m (160 MHz)	518 / 213-267 MBit/s
Leistungsaufnahme	13,5 Watt / 25,9 VA (idle, ca. 36 € jährlich bei Dauerbetrieb und 30 ct/kWh)
Preis	374 €

# So gelingt Ihnen das Management der digitalen Transformation Zwischen Wunsch und Wirklichkeit

„Morgen sind wir 100% agil und digital!“ – Ein frommer Wunsch. Doch was können Sie als IT-Entscheider wirklich tun, um die digitale Transformation in Gang zu bringen? Prof. Dr. Müller-Seitz zeigt Ihnen, wie Sie Change und Innovation strategisch und mit durchschlagendem Erfolg angehen. So werden Sie zum Messias der obersten Führungsebene!

**Herr Prof. Dr. Müller-Seitz, auf dem DILK 2019 halten Sie einen Vortrag mit dem Titel „Zwischen Wunsch und Wirklichkeit“. Machen Sie uns ein wenig neugierig: Worum wird es gehen?**

Die Einführung der Digitalisierung wird tiefgreifende Veränderungen in sämtlichen Wirtschaftszweigen nach sich ziehen. Das gilt vor allem für all jene Branchen, die sich derzeit noch in Sicherheit wähen, nicht von der Digitalisierung betroffen zu werden. Allerdings müssen sich aus meiner Sicht alle Branchen mit der digitalen Transformation auseinandersetzen. Dennoch kommt es dabei vor allem darauf an, Augenmaß zu bewahren und betriebsindividuell Einführungsstrategien zu entwerfen. Und insbesondere die Mitarbeiter einzubinden und gründlich einzuarbeiten. Überzogene Wunschvorstellungen, ein deutsches Amazon oder Alibaba aus dem Boden zu stampfen, wäre wenig hilfreich. Ich beobachte, dass mittlerweile viele Bereiche der Wirtschaft von der Digitalisierung betroffen sind und die Devise muss sein, keinesfalls den Anschluss zu verlieren, siehe Foto-, Pharma- und Elektronikbranche. Genau hier zeige ich Wege auf, wie Unternehmen die digitale Transformation vorantreiben können.

**Welche Rolle spielt aus Ihrer Sicht der IT-Leiter bei der Digitalen Transformation?**

Die IT-Leiter müssen aus meiner Sicht eine Übersetzungsfunktion wahrnehmen. Sie sind nicht nur dazu angehalten, die Sprache der IT-Fachkräfte und Softwareentwickler zu sprechen. Sie sollten auch als Schnittstelle zu sämtlichen anderen Abteilungen und Funktionsbereichen innerhalb der Organisation dienen. So können Sie als Sprachrohr sowohl die Ideen aus dem Bereich der IT in andere Abteilungen und Funktionen 'übersetzen', als auch umgekehrt neue Ideen von dort aufnehmen. Denken Sie etwa an die Notwendigkeit, die Controlling- oder HR-Abteilung von der Digitalisierung zu überzeugen und dafür zu begeistern oder umgekehrt, Ideen und Trends der Forschungs- und Entwicklungsabteilung mit aufzunehmen und aktuelle Treiber sowie künftige Entwicklungen an die IT-Fachkräfte weiterzuleiten. Es geht also quasi um eine Vermittlerfunktion.

**Was möchten Sie den IT-Leitern in Deutschland mit auf den Weg geben? Wie sollen sie sich im Unternehmen positionieren, worum müssen sie sich dringend kümmern?**

Kümmern Sie sich um das interne Marketing. So können Sie auf Ihr Anliegen besser aufmerksam machen. Ansonsten bestünde das Risiko, dass die betroffenen Mitarbeiter das Anlie-

gen der IT-Leiter ignorieren, sich einigeln und an etablierten – aber überholten – Erfolgsmustern festhalten. Ein ‚weiter so‘ muss unbedingt vermieden werden. IT-Leiter werden insofern die wichtigsten Förderer der digitalen Transformation.

**Zu guter Letzt: Lassen Sie uns eine kleine Zeitreise machen. Wo sehen Sie die IT in Deutschland im Jahr 2030?**

Als hoffentlich weithin digitalisiertes Land, in dem weiterhin attraktive Arbeitsplätze angeboten werden, für Digital Natives wie auch die noch analog Beschäftigten. Vieles lässt sich weiterhin sicherlich besser offline bewältigen. Eine rein virtuelle Kongressveranstaltung DILK 2030 wäre sicherlich weniger inspirierend als eine mit persönlichen Interaktionsmöglichkeiten wie in diesem Jahr.

**Prof. Dr. Gordon Müller-Seitz, vielen Dank für das interessante Gespräch!**



**Prof. Dr. Gordon Müller-Seitz**  
Professor für Strategie & Innovation, TU Kaiserslautern



**Deutscher IT-Leiter-Kongress (DILK)**  
30. Oktober 2019, 11:15 – 12:30 Uhr  
Weitere Informationen unter:  
[www.deutscher-it-leiterkongress.de](http://www.deutscher-it-leiterkongress.de)



# Neue Fritzpeater

## AVM Fritz-Repeater 1200: Kompakt, aber flott

**Kleiner ist manchmal besser: AVMs Fritz-Repeater 1200 schickt sich an, seinen voluminöseren Vorgänger 1750E abzulösen.**

Von Ernst Ahlers

Mit dem Fritz-Repeater 1200 ist AVM das Kunststück gelungen, auf unserem WLAN-Test-Parcours aus weniger MIMO-Streams – zwei statt drei – gleich hohen, manchmal sogar etwas höheren Nettodurchsatz herauszuholen als mit dem großen Bruder 1750E.

Im kompakten Gehäuse des 1200ers sitzt ein WLAN-Chip, der über zwei Antennen gleichzeitig in beiden WLAN-Bändern funkt. Er kommt auf maximal 300 MBit/s brutto bei 2,4 GHz und 867 MBit/s im 5-GHz-Band. Der ältere 1750E kann hingegen drei Antennen nutzen (450 beziehungsweise 1300 MBit/s). Er ist damit nominell anderthalb mal so schnell.

Da übliche Notebooks bestenfalls zwei WLAN-Antennen haben, kann der 1750er diesen Vorteil nur im Repeater-Betrieb mit einer Fritzbox ausspielen, die ebenso mindestens drei Antennen hat, also etwa die Modelle 7590, 7580, 7490, 6590.

Anders als sein direkter Vorgänger 1160 hat der 1200er einen Gigabit-Ether-

net-Port, über den man stationäre Geräte ohne eigene WLAN-Schnittstelle ins Netz holen (Bridge) oder ihn als Access-Point nutzen kann (Betriebsart LAN-Brücke). Der kleine Fritz-Repeater 600er muss ohne diesen Port auskommen.

Wir haben den praktischen Durchsatz des 1200ers und des 600ers an einer Fritzbox 7580 in verschiedenen Betriebsarten – Access-Point, Bridge und Repeater – mit dem 1750er verglichen (siehe Tabelle), bei allen mit aktuellem FritzOS 7.1.

## Fritz-Repeater im Vergleich

Modell	600	1200	1750E
Maße (B × H × T) in mm <sup>1</sup>	64 × 64 × 29	81 × 81 × 38	76 × 155 × 26
Gigabit-Ethernet-Port	–	✓	✓
WLAN-Generation (MIMO-Streams)	Wi-Fi 4 (4)	Wi-Fi 5 (2)	Wi-Fi 5 (3)
Durchsatz im AP-Modus <sup>2</sup> : 2,4 GHz nah / 20 m	–	190 / 97–138 MBit/s	189 / 80–114 MBit/s
5,2 GHz nah / 20 m	–	316 / 60–163 MBit/s	264 / 85–133 MBit/s
Bridge-Modus: am 20-m-Punkt	–	193–254 MBit/s	196–254 MBit/s
mit 6 TCP-Streams	–	201–342 MBit/s	275–397 MBit/s
<b>Repeater-Modus am 20-m-Punkt</b>			
Client bei 26 m: auf 2,4 GHz	70 MBit/s	127 MBit/s	112 MBit/s
auf 5,2 GHz	–	77 MBit/s	90 MBit/s
mit 6 TCP-Streams	–	53 MBit/s	71 MBit/s
Leistungsaufnahme <sup>3</sup>	1,5 / – Watt	2,8 / 3,2 Watt	2,9 / 3,4 Watt
Preis	44 €	65 €	62 €
<sup>1</sup> Tiefe ohne Schukostecker <sup>2</sup> gegen Acer-Notebook V3-372 mit WLAN-Chip QCA6174 <sup>3</sup> ohne/mit Gigabit-Ethernet-Link, ohne Traffic			
✓ vorhanden   – nicht vorhanden/nicht messbar			

## WLAN-Leistung

Erstaunlicherweise lieferte der Fritz-Repeater 1200 im AP-Betrieb gegen ein Notebook mit 11ac-2-Stream-WLAN einen leicht höheren TCP-Nettodurchsatz als das 1750er-Modell. Das konnte im Bridge-Betrieb seine drei Streams für mehr Durchsatz bei mehreren parallelen TCP-Datenströmen, also Downloads, ausspielen.

Als Repeater im Fritz-Mesh war das Bild uneinheitlich: Der 1200er lieferte die höhere Geschwindigkeit, wenn der Client im 2,4-GHz-Band angebunden war. Mit dem Client auf 5 GHz lag der 1750er vorn.

Wäre der Fritz-Repeater 600 nicht auf Single-Band-Betrieb beschränkt, dann hätte er dank seiner vier MIMO-Streams wohl die Nase vorn. So musste er sich in unserer Testsituation aber den anderen Modellen deutlich geschlagen geben.

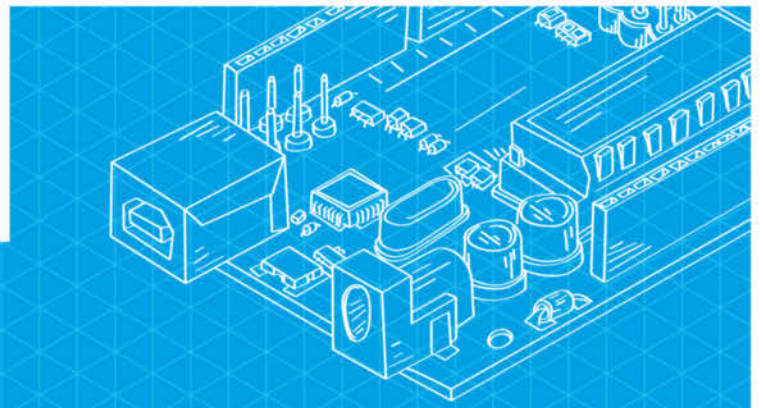
Bei den Stromkosten nehmen sich die Modelle 1200 und 1750E nichts. Weil er nur ein Funkmodul für 2,4 GHz hat, braucht der 600er nur die halbe Leistung aus dem Stromnetz.

## Fazit

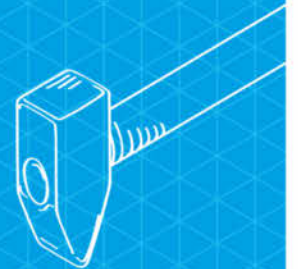
Der Fritz-Repeater 1200 hat das Zeug, den 1750E beiseite zu drängen. Nur wer im Repeater-Betrieb mit Dual-Band-fähigen Clients und im Bridge-Betrieb optimale Leistung will, sollte noch zum 1750er greifen oder auf das Modell 2400 warten.

Der 600er macht mit seinem Single-Band-Betrieb hingegen einen zu großen Kompromiss, auch wenn der Preis der niedrigste in diesem Repeater-Terzett ist. Die Musik spielt heute eben auf beiden WLAN-Bändern. (ea@ct.de) **ct**

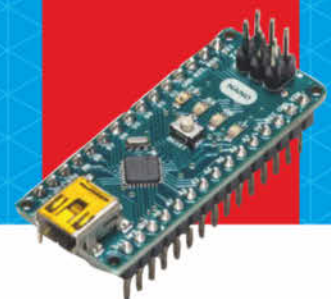
# Make:



## 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)**



## Doppel-Puls-Karten

**Sapphires Spielergrafikkarten der Pulse-Reihe gibt es ab sofort auch mit dem Grafikchip Radeon RX 5700. Beide Modelle sind etwas schneller und leiser als die Referenzkarten von AMD.**

Spieler haben mit der Radeon RX 5700 und 5700 XT seit knapp zwei Monaten wieder eine lohnende Alternative zum Marktführer Nvidia GeForce. Sie bieten genug Power für flüssiges Spielen in WQHD-Auflösung mit 2560 × 1440 Pixeln und steuern Displays bis zur 8K-Auflösung mit 60 Hz an. Praxisrelevantere 4K-Monitore werden mit 144 Hertz, Hochkontrastdarstellung (HDR10) und FreeSync2 HDR bedient. Außerdem greifen sie dem Prozessor bei Wiedergabe und Encoding der verbreitetsten Videoformate wie H.264/265 und VP8/9 unter die Arme.

Sapphire gibt den beiden Karten der Pulse-Serie ein umschaltbares BIOS für mehr Ruhe und niedrigere Leistungsaufnahme mit. Denn die bislang ausschließlich erhältlichen Referenzkarten arbeiten unter Last sehr laut. Mit der werkseitig eingestellten BIOS-Option ist auch die Pulse 5700 XT kein Leisetreter, erst mit dem Silent-BIOS, also dem Umschalter in Richtung Slotblende geschoben, unterbietet sie die 2-Sone-Marke knapp. Doch auch das genügt nur für ein ausreichend in der Geräuschnote. Die schwächere Pulse-Variante ohne XT schneidet hingegen mit 1,3 Sone in beiden Schalterstellungen befriedigend ab und ist damit merklich leiser als die 1,9 Sone laute Referenzkarte. Die Lüfter erzeugen ein erträgliches Rauschen – bei normalen Bildraten ohne pfeifende Nebengeräusche; die treten erst bei hohen dreistelligen fps, etwa in Spiele-Menüs, auf. Ohne Last halten beide Pulse-Karten ihre Lüfter an und eliminieren so deren Geräuschentwicklung komplett.

Die beiden BIOS-Schalter(stellungen) beeinflussen auch die Leistungsaufnahme, genauer die GPU ASIC Power. Damit steuert der Hersteller bei Radeon-Karten, wie viel Leistung Firm- und Software der GPU zubilligen. Ab Werk sind das 165 Watt für die RX 5700 und 200 für die XT. Das Silent-BIOS riegelt jeweils 15 Watt früher ab. Im Leerlauf messen wir gute 13 Watt pro Karte. Unter Last nimmt die Pulse RX 5700 193 Watt auf, mit Silent-BIOS aber immer noch 188. Die XT ist durstiger, aber hier macht sich der BIOS-Umschalter stärker bemerkbar: 237 respektive 218 Watt zeigt unser Messgerät.

Sapphires 25,5 Zentimeter lange und 13,5 Zentimeter hohe Pulse-Karten unterscheiden sich äußerlich nur auf den zweiten Blick voneinander: Platine, Rückplatte, Display- und Stromanschlüsse sowie Lüfter sind identisch, beide blockieren zwei Steckplätze. Unter der Kunststoffabdeckung transportieren bei der RX 5700 nur drei, bei der RX 5700 XT fünf Heatpipes die Wärme ins Lamellenpaket.

In Sapphires Tuning-Tool Trixx kann man die Rendereauflösung auf bis zu 70 Prozent reduzieren, um die Leistung zu erhöhen. AMDs Treiber-Funktion Radeon Image-Sharpening soll die dabei verlorene Bildqualität zurückholen.

Mit Preisen von 420 respektive 470 Euro für die Pulse RX 5700 und 5700 XT verlangt Sapphire jeweils rund 80 Euro mehr als für die günstigsten Referenzmodelle. Die Pulse-Karten sind mess-, aber nicht fühlbar schneller als diese. Sapphires Pulse-XT ist nur wenig leiser und schneller als die Referenz von AMD. Dafür sind 80 Euro Aufpreis zu viel verlangt. Die RX 5700 ist die vernünftige Wahl – sowohl gegenüber der Referenzkarte als auch gegenüber dem Pulse-XT-Modell. (csp@ct.de)

## Sapphire Pulse Radeon RX 5700 und 5700 XT

Spielergrafikkarten für WQHD-Auflösung		
Hersteller	Sapphire, <a href="http://www.sapphire.tech.com">www.sapphire.tech.com</a>	
Modell	Pulse Radeon RX 5700	Pulse Radeon RX 5700 XT
Anschlüsse	3 × DP 1.4a, 1 × HDMI 2.0b, PCIe 4.0, 8+ 6-Pol-Strombuchse	
Shaderkerne, Game-Takt <sup>1</sup> , Rechenleist.	2560, 1815/1755 <sup>2</sup> , 9,3/9,0 TFlops <sup>2</sup>	2304, 1700/1625 <sup>2</sup> , 7,8/7,5 TFlops <sup>2</sup>
Speicher, Transferrate	8 GByte GDDR6, 448 GByte/s	
Preis (Straße)	419 € (390 €)	469 € (445 €)
<sup>1</sup> typischer Takt unter Spielelast <sup>2</sup> mit Standard-/Silent-BIOS		



## Super-Mini

**Die GeForce RTX 2060 Super Mini von Zotac bringt 8 GByte Grafikspeicher, kompakte Abmessungen und Raytracing-Tauglichkeit zusammen.**

Die 3D-Leistung bezieht der auf der RTX 2060 eingesetzte Grafikchip TU106 mit Nvidia-Turing-Architektur aus 2176 Shader-Kernen. Die hängen über 256 Datenleitungen an 8 GByte GDDR6-Speicher; die 2060 ohne Super-Suffix hatte nur 6 GByte Speicher mit 192 Leitungen und damit etwas weniger Zukunftsreserven.

Zotac stattet die 21,2 Zentimeter kurze Dual-Slot-Grafikkarte mit drei 8K-fähigen DisplayPorts 1.4a und einem HDMI 2.0b aus. Die Kühlung übernehmen zwei 85-Millimeter-Lüfter. Im mit 15 Watt nicht sehr sparsamen Leerlauf arbeiten die Lüfter mit fast unhörbaren 0,2 Sone. Unter 3D-Last, wenn 184 Watt fließen, drehen die Rotoren mit 1950 U/min und erzeugen durch das geschlossene Gehäuse erträgliche 1,6 Sone. Die 3D-Leistung der knapp 410 Euro teuren Karte reicht für flüssiges Gaming in WQHD (2560 × 1440). Dort liegt sie etwa auf dem Niveau der Radeon RX 5700. Im 3DMark Time Spy ist sie gut 85 Prozent schneller als die GeForce GTX 1060 6GB und ist mit 8640 Punkten auch 10 Prozent schneller als die GTX 1080. (csp@ct.de)

## Zotac Gaming GeForce RTX 2060 Super Mini

Spielergrafikkarte für WQHD-Auflösung	
Hersteller	Zotac, <a href="http://www.zotac.de">www.zotac.de</a>
Anschlüsse	3 × DP 1.4a, 1 × HDMI 2.0b, PCIe 3.0, 8-Pol-Strombuchse
Shaderkerne, Boost-Takt <sup>1</sup> , Rechenleistung	2176, 1650 <sup>1</sup> , 7,2 TFlops <sup>2</sup>
Speicher, Transferrate	8 GByte GDDR6, 448 GByte/s
Preis	410 €
<sup>1</sup> typischer Takt unter Spielelast <sup>2</sup> mit Boost-Takt	

## 6. BIS 8. NOVEMBER 2019 IN DORTMUND

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

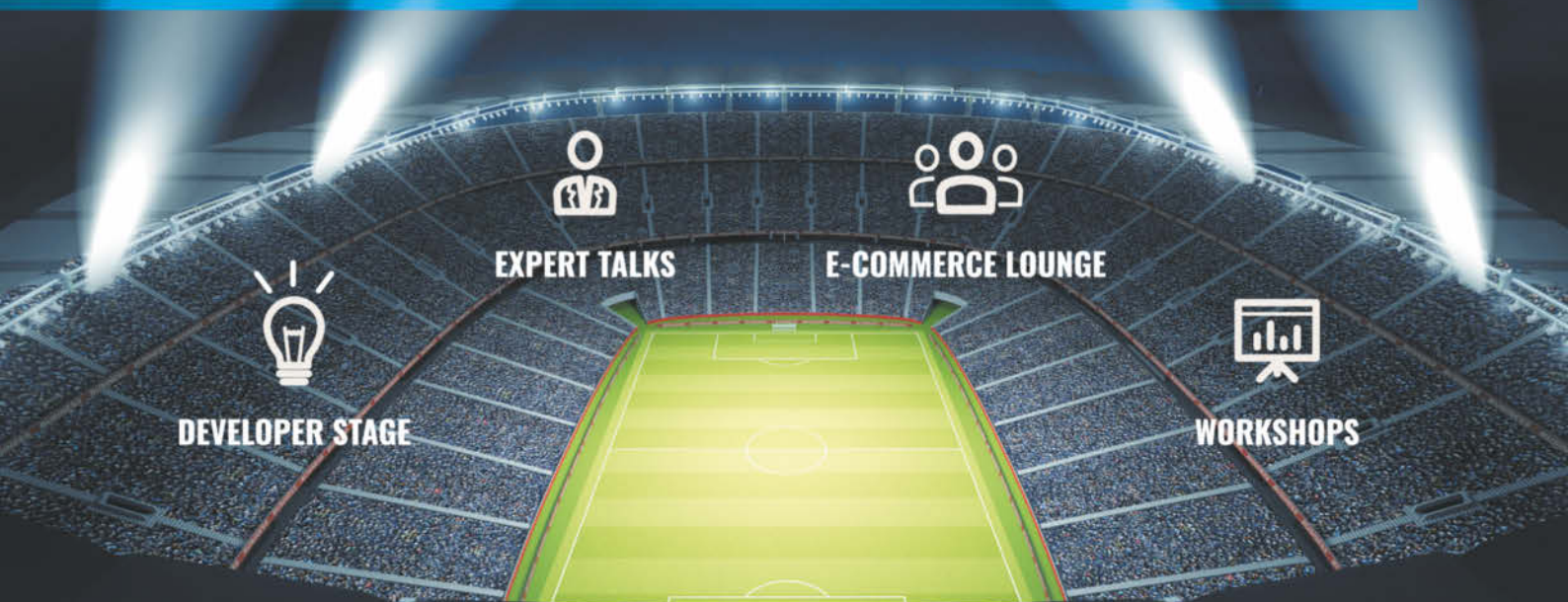
Die PHP.RUHR Web Development Conference ist der ideale Ort, um sich über neue Trends und Technologien auszutauschen, sowie für Networking in der atemberaubenden Atmosphäre von Deutschlands größtem Fußball-Stadion.

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)



# Einmal Handy mit Alles!

## 350-Euro-Smartphone Xiaomi Mi 9T

**Großer AMOLED-Bildschirm ohne Notch, Fingerabdrucksensor im Display, fetter Akku und flotte CPU... was kann da noch schiefgehen? Die Kamera – im wahrsten Sinne des Wortes.**

Von Jan Schüßler

Das Mi 9T bringt für rund 350 Euro eine verlockend gute Ausstattung mit. Das auffälligste ist wohl der 6,4 Zoll große, kontraststarke AMOLED-Bildschirm, der fast keine Ränder hat – aber auch keine Notch. Stattdessen verbirgt sich die Frontkamera in einem Pop-up-Mechanismus an der Oberseite des Gehäuses. Letzteres hat einen glatten Metallrahmen

und eine Rückseite aus Glas, was zu einem etwas glitschigen Handling führt. Die obligatorische Silikonhülle liegt bei, wobei die auch den hübschen Carbon-Look der Rückseite verdeckt – was für ein Dilemma.

Dazu gibts einen Snapdragon 730, 6 GByte RAM und 128 GByte internen Speicher – leider keinen SD-Kartensteckplatz. Der Prozessor liegt performancemäßig in etwa gleichauf mit dem älteren Snapdragon 835. Dazu passt, dass das 9T im Alltag jederzeit flüssig läuft. Auch über den Akku können wir uns nicht beklagen: Über 16 Stunden YouTube und ähnlich langes WLAN-Surfen gehören zu den besseren Werten, die wir in jüngerer Vergangenheit ermittelt haben. Der Fingerabdrucksensor befindet sich im Display. Er reagierte im Test zuverlässig, wenngleich nicht so schnell wie moderne konventionelle Sensoren. Auch NFC etwa zum Bezahlen per

Google Pay ist vorhanden, anders als bei etlichen anderen Xiaomi-Smartphones.

Auf dem Mi 9T läuft Android 9, das der Hersteller mit seiner Oberfläche MIUI 10 versehen hat. Das ist an sich nicht verkehrt: Das System bringt einige praktische Erweiterungen mit, etwa eine Anzeige des Mobilatenverbrauchs im Systemmenü und eine recht komfortable App-Verwaltung. Das Einstellungsmenü ist allerdings ein unaufgeräumter Wust.

### Aber die Kamera...

Die Hauptkamera des Triple-Cam-Setups hat einen Sensor mit nominalen 48 Megapixel Auflösung, auf dem eine Quad-Bayer-FarbfILTERmatrix liegt. Diese Technik ist dafür gedacht, vier im Quadrat liegende, benachbarte Pixel firmwareseitig zu einem großen zusammenzuschalten, um bei schwachem Licht eine bessere Empfindlichkeit zu bekommen. Die so entstehenden Fotos haben 12 MP Auflösung. Zwar gibt es einen expliziten 48-MP-Modus, doch der bringt keine Vorteile – meist wirkt das Ergebnis schlicht wie ein vergrößertes 12-MP-Foto.

Die Hauptkamera schießt bis 20 Lux hinunter nicht unbedingt rauscharme, durchaus aber auch in den Ecken scharfe Fotos. Im Test bei 5 Lux versickern dunkle Farbtöne dann schnell in einem braunschwarzen Matsch. Dennoch: Für die Preisklasse ist das völlig OK.

Die Ultra-Weitwinkelkamera (15 mm KB-Äquivalent) spuckt unspektakuläre Fotos aus. Sie sind nicht sonderlich scharf, aber bieten immerhin eine saubere Abbildung feiner Strukturen wie des Küchensiebs aus unserer Testszene – das Samsung A80 scheiterte daran kläglich (siehe c't 18/2019). Etwas merkwürdig verhielt sich das Teleobjektiv (52 mm KB-Äquivalent). Zwar sind die Fotos gestochen scharf, Streifenmuster werden allerdings hier und dort mit groben Schärf-Artefakten belegt. Diese tauchen bei mehreren Fotos der gleichen Szene mal stark auf, mal fast gar nicht – offenbar eine Laune der Software. Keine der Kameras ist optisch stabilisiert.

Der Nachtmodus nimmt bei Fast-Dunkelheit eine ganze Reihe von Bildern auf und rechnet sie intern einigermaßen deckungsgleich zu einem gut ausgeleuchteten zusammen (Stacking). Das Aufhellen klappt tatsächlich gut, Farben erscheinen allerdings blass und die Detailauflösung fällt durch Abwesenheit auf – das machen die Nachtmodi der meisten anderen Anbieter besser.

Bei unserem Testgerät war das Kameramodul zudem um rund 0,7 Grad schief eingebaut. Stellt man das Handy etwa auf der Kante eines rechteckigen Tisches ab, steht die gegenüberliegende Kante auf dem Display und später auf dem Foto ein wenig schief – um rund 0,7 Grad. Der Fehler ist nicht unbedingt gravierend, nervt aber, falls man etwa das Handy zum Fotografieren gerne abstützt, etwa auf einem Brückengeländer.

## Fazit

Ob das Mi 9T ein guter Deal ist, hängt vor allem davon ab, wie wichtig einem die Kamera ist. Sie kann zwar viel, das meiste davon aber eher durchschnittlich als wirklich gut; dass sie in unserem Exemplar geringfügig schief sitzt, hinterlässt ebenso einen faden Beigeschmack wie das Fehlen optischer Stabilisierung.

Lässt man diese Punkte außen vor, bietet Xiaomi mit dem Mi 9T tatsächlich eine großartige Ausstattung zum Mittelklassepreis. Dann stellt sich vor allem die Frage, ob man mit dem stark modifizierten Betriebssystem des Herstellers klarkommt. Wer Wert auf reines Android legt, sollte eher das Motorola One Vision, das Nokia 8.1 und auch Googles Pixel-3a-Modelle in Betracht ziehen. Sie sind zwar langweiliger ausgestattet, bieten aber Update-Garantien – und gute Kameras, die zwar mit nur einer Brennweite, dafür aber optischer Bildstabilisierung kommen.

(jss@ct.de) **ct**

## Android-Smartphone

Modell	Mi 9T
Hersteller	Xiaomi
Betriebssystem / Security Level	Android 9 / Juni 2019
Display	6,4 Zoll AMOLED / 148 mm × 68 mm / 2340 × 1080 Pixel / 402 dpi / 2,1 ... 688 cd/m²
Kamera	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS / Pixel	12 MP / f/1,75 / – / 4000 × 3000
Zoomkamera Auflösung / Blende / OIS / Pixel	8 MP / f/2,4 / – / 3264 × 2448 (Zweifach-Tele)
Ultraweitwinkel Auflösung / Blende / OIS / Pixel	13,1 MP / f/2,4 / – / 4208 × 3120 (Ultra-Weitwinkel)
Selfie-Kamera Auflösung / Blende / OIS / Pixel	20,1 MP / f/2,2 / – / 5184 × 3880
Ausstattung	
Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Qualcomm Snapdragon 730 / 2 × 2,2 GHz, 6 × 1,8 GHz / Adreno 618
RAM / Flash-Speicher (frei) / Kartenslot	6 GByte / 128 GByte (114 GByte) / –
LTE-Band 1/3/7/8/20/28/32 / SIM-Typ / Dual-SIM / SAR-Wert¹	✓/✓/✓/✓/✓/✓/– / nanoSIM / ✓ / 1,341 W/kg
WLAN / Bluetooth / NFC	Wi-Fi 5 / 5.0 aptX HD / ✓
Kompass / Ortung	✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss	Typ-C (2.0) / ✓
Akku / Ladezeit	4000 mAh / 2 h mit mitgeliefertem Netzteil
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	15,7 cm × 7,7 cm × 1 cm / 197 g / –
Messungen, Laufzeiten, Benchmarks	
Laufzeiten bei 200 cd/m² Helligkeit	17,6 h lokales Video / 9,7 h 3D-Spiel / 15,6 h Surfen / 16,7 h Videostream
Geekbench Single / Multi	2553 / 6927
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0	13 fps Onscreen, 16 fps Offscreen / 33 fps Onscreen, 38 fps Offscreen
3DMark Sling Shot Extreme / Ice Storm Unlimited	2194 / 37623
Straßenpreis	350 €
¹ Laut Hersteller	✓ vorhanden – nicht vorhanden

# dpunkt.fotoscouts

S. Krieg

## Hamburg fotografieren

Von St. Pauli über die Sternschanze bis zur Speicherstadt. Mit QR-Codes für über 100 Fotolocations.

2019, 252 Seiten

€ 24,90 (D)

ISBN 978-3-86490-691-6



C. Krieger

## Irland fotografieren

Der Fotoreiseführer zur Grünen Insel

2019, 360 Seiten

€ 26,90 (D)

ISBN 978-3-86490-600-8



T. Naeser

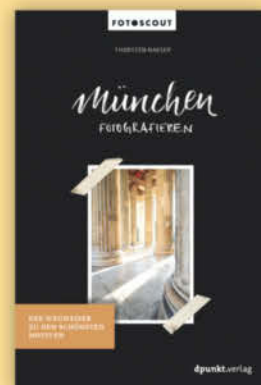
## München fotografieren

Der Wegweiser zu den schönsten Motiven

2019, 232 Seiten

€ 22,90 (D)

ISBN 978-3-86490-520-9



M. Schulz

## Island fotografieren

Der Foto-Reiseführer zu den schönsten Motiven

2018, 304 Seiten

€ 24,90 (D)

ISBN 978-3-86490-509-4



J. Klettenheimer

## Lofoten fotografieren

Im Bann des arktischen Lichts

2018, 260 Seiten

€ 24,90 (D)

ISBN 978-3-86490-548-3



dpunkt.verlag

fon: 0 62 21 / 14 83 40

e-mail: bestellung@dpunkt.de

www.dpunkt.de

plus+

Buch + E-Book:  
www.dpunkt.plus



# Bürospieler

## 43-Zoll-Monitor im 32:10-Format: Lenovo Legion Y44w-10

**Lenovo zielt mit seinem 1300 Euro teuren Breitbild-Display auf Spieler, doch im Büro macht er die bessere Figur.**

Von Benjamin Kraft

Lenovos gebogener, überbreiter 43-Zöller ist nicht nur wegen des ausgefallenen Seitenformats von 32:10 ein echter Hingucker. Auch an vielen Design-Details bleibt der Blick hängen, etwa am großen Fuß mit dynamisch wirkendem Lochmuster oder dem USB-3.0-Hub, der auf Druck aus dem Displayrahmen herunterfährt.

Das VA-Panel (Krümmung: 1800R) zeigt 3840 × 1200 Bildpunkte bei einer Pixeldichte von 93 dpi, was in etwa zwei nebeneinanderstehenden 24-Zöllern mit Full HD entspricht. Im Werks-Preset „reddish“, der den Farbraum DCI-P3 fast komplett abdeckt, sind seine satten Farben warm angehaucht. Es lässt sich aber auch auf sRGB beschränken. Der punktuelle Kontrast fällt mit 2747:1 hoch aus, von den Seiten betrachtet verringert er sich nach und nach auf 1155:1. Bei unserem Testgerät nahm die Leuchtdichte zwischen Rand und Mitte leicht zu, was aber nur bei vollflächigem Weiß und genauem Hinsehen auffiel. Außerdem sind die seitlichen Ein-

blickwinkel für ein VA-Panel überraschend klein; für Single-Player ist das kein Problem, doch wenn im Büro der Kollege von der Seite zuschaut, sieht er andere Farben als man selbst. Sensible Anwender könnten das Bild zudem als unruhig empfinden.

### Reichhaltige Ausstattung

Bildsignale nimmt der Monitor neben DisplayPort oder HDMI auch über zwei USB-C-Eingänge an, von denen einer mit SuperSpeedPlus (10 GBit/s) arbeitet, der andere mit SuperSpeed (5 GBit/s). Beide können angeschlossene Mobilgeräte mit insgesamt 90 Watt versorgen, die entweder komplett an einer Buchse anliegen, zu gleichen Teilen aufgeteilt werden oder mit 25 Watt hier und 65 Watt dort. Der kleine kegelförmige Lautsprecher, der auf dem Fuß ruht, liefert etwas besseren Sound als die üblichen Monitor-Speakerchen, belegt aber mit seinem Y-Kabel die beiden schnellen USB-3.1-Gen-2-Ports an der Rückseite. Seine wechselnde farbige Beleuchtung ist ein weiterer Blickfang; man sieht sich aber schnell an ihr satt und stellt sie deshalb fest auf eine Farbe ein – oder knipst sie ganz aus.

Im Büro gefällt die riesige Arbeitsfläche und die Möglichkeit, darauf per PiP (Picture-in-Picture) oder PbP (Picture-by-Picture) zwei Quellen in- oder neben-

einander darzustellen, letzteres auch im Verhältnis 2:1. Mit dem Lenovo-Tool „Artery“ kann man zudem ein virtuelles Raster über den Windows-Desktop legen, um daran Anwendungsfenster anzuheften.

Das Display lässt sich mit geschmeidig laufender Mechanik präzise neigen, drehen und in der Höhe verstellen. Wem der raumgreifende Fuß zu viel Platz auf dem Schreibtisch beansprucht, der kann es stattdessen an einen Arm mit VESA-Halterung hängen.

Gamer freuen sich über Hochkontrastdarstellung nach dem VESA-Standard DisplayHDR 400 in Kombination mit einer variablen Bildfrequenz bis 144 Hz mittels AMDs FreeSync 2 HDR. In unserer Stichprobe funktionierte der Legion Y44w-10 auch an Nvidia-Grafikkarten mit G-Sync compatible problemlos. Mit HDR zeigte er aber mitunter kleine Bildfehler, weshalb man sich mit GeForce-Karten besser auf SDR beschränkt.

Spiele setzt der Legion mit der voreingestellten Overdrive-Stufe „Normal“ flott in Szene; die Schaltzeiten liegen im Mittel bei 5 Millisekunden. Allerdings schießt die Beschleunigung beim Wechsel zwischen sehr hellen und dunklen Farben und zurück über die Zielhelligkeit hinaus und braucht länger, den richtigen Wert zu erreichen. Das äußert sich in der Bewegung als kleiner Saum an Objektkanten – selbst beim Scrollen von Text oder Webseiten. Beim Wechsel von sehr dunklen Grautönen auf hellere vergehen 15 bis 21 Millisekunden, weshalb trotz hoher Bildfrequenzen Unschärfen auftreten. Die höchste Overdrive-Stufe „Extreme“ brachte keine weitere Beschleunigung.

Gamer finden für weniger Geld mindestens ebenbürtige Alternativen. Büroarbeiter, die Anschlussvielfalt schätzen, eine große, flexibel aufteilbare Arbeitsfläche brauchen und USB-C-Notebooks nutzen, werden am Legion Y44w-10 dagegen ihre Freude haben. (bkr@ct.de) **ct**

## Lenovo Legion Y44w-10

Breites Gaming-Display mit 43" und HDR	
Hersteller	Lenovo (www.lenovo.de)
Auflösung (Pixeldichte)	3840 × 1200 Pixel (93 dpi)
Besonderheiten	FreeSync 2 HDR, DisplayHDR 400, 144 Hz
Ausstattung	2 × HDMI 2.0, 1 × DP 1.4, 1 × USB-C (10 GBit/s / DP 1.4), 1 × USB-C (5 GBit/s / DP 1.2), 2 × USB 3.0, 2 × USB 3.1 Gen. 2, 3,5-mm-Audio-Buchse, Lautsprecher
Abmessungen / Gewicht	106 × 47-60 × 31 cm / 13 kg
Preis (Straße)	1300 €



# Immer gut für neue Ideen.

**Sparen Sie 10% im Abo und sammeln wertvolles Know-how:**

- 6 Ausgaben kompaktes Profiwissen für nur 55,80 €
- Workshops und Tutorials
- Tests und Vergleiche aktueller Geräte
- Sparvorteile mit Gutscheinen und Sonderaktionen
- Bequeme Zustellung direkt nach Hause
- Inklusive HD-Actioncam



**Ihr Geschenk**

**Jetzt bestellen:**

**[www.ct-foto.de/abo](http://www.ct-foto.de/abo)**

# Funkschließe

## Vernetztes Schließsystem für Wohnungs- und Haustüren



**Schlüssel verloren? Kein Problem. Ein vernetztes Schließsystem ermöglicht die Türöffnung per App oder NFC-Chip und der verlorene Schlüssel wird einfach deaktiviert.**

Von Sven Hansen

Das wAppLoxx-System von Abus besteht aus einem Gateway und per Funk angebundenen Schließzylindern, die den rein mechanischen Schließzylinder von Haus-, Nebentür oder Garagentor ersetzen. Abus bietet die Zylinder in unterschiedlichen Längen und mit verschiedenen Widerstandsklassen an – jeder mechanische Zylinder ist ein per Hand zusammengesetztes Unikat. Die Schließanlage ist von Abus als „Errichtersystem“ gedacht – soll also durch den Fachhandel installiert werden –, man bekommt entsprechende Starterkits aber auch direkt im Online-Handel. Sie lassen sich auch vom Laien mit ein paar Handgriffen nachträglich einbauen und konfigurieren.

Am WLX-Control-Gateway kann man bis zu 20 Zylinder und 150 Schlüssel anlernen. Die günstigere SE-Variante des Kistchens ist mit einer kastrierten Firmware versehen, die maximal drei Zylinder und 15 Schlüssel verwaltet. An der Außenseite jedes Zylinders sitzt ein Drehknopf mit NFC-Reader. Er ist im Normalfall freigestellt und dreht bei Betätigung durch. Erst wenn der richtige Schlüssel vor dem Reader erkannt wird, sorgt ein Zapfen für die Mitnahme des Riegels und die Tür lässt sich öffnen. Einen Motor zum automatisierten Absperren der Tür gibt es nicht.

Die Batterie ist auf der Innenseite untergebracht. Da sie nur für die Bewegung des kleinen Sperrzapfens zuständig ist, hält sie je nach Nutzung gut zwei Jahre durch. Geht sie zur Neige, meldet sich der Zylinder bei der Öffnung mit unterschiedlichen Blink-Codes des integrierten LED-Kranzes und erhöht als nächste Alarmierungsstufe die Zeit zwischen Erkennung des Schlüssels und der Freigabe der Tür auf bis zu zehn Sekunden.

Das Gateway kommuniziert mit den Zylindern per Funk im verschlüsselten 868-MHz-Band. Es wird per Ethernet mit dem Router verbunden, auf WLAN versteht es sich nicht. Abus hat noch ein paar proprietäre Anschlussmöglichkeiten vorgesehen, um wAppLoxx mit Alarmanlagen aus gleichem Hause zu koppeln, etwa um diese bei autorisierter Öffnung der Haustür automatisch unscharf zu schalten.

### Schlüsselfragen

Die Ersteinrichtung des Gateways ähnelt der Einrichtung eines Routers. Die Oberfläche ist nicht besonders schick, aber zweckdienlich. Die Änderung des Admin-Passworts ist obligatorisch. Im Auslieferungszustand ist das System für den ausschließlichen Einsatz von Schließmedien mit dem kopiergeschützten NFC-Chip (Mifare-DESFire V1) vorbereitet. Zwei entsprechende Sicherheits-Chips lagen dem von uns getesteten Starter-Set bei. Auf Wunsch kann der Nutzer den Sicherheitslevel im Menü senken, dann lassen sich gewöhnliche NFC-Chips etwa aus Bankkarten anlernen und als Schlüssel nutzen. Günstige Klebe-Tags sind schon für weniger als einen Euro zu haben.

In der Bedienlogik des Systems ist jedem Benutzer ein Schlüssel zugeordnet. Standardmäßig erfolgt die Freigabe der Tür erst nach Rückfrage beim Gateway. Es lassen sich jedoch ausgewählte Schlüssel direkt im Zylinder speichern, um eine Öffnung ohne Gateway – etwa bei einem Stromausfall – zu ermöglichen. Eine mechanische Notöffnung ist nicht vorgesehen. Sollte die Batterie versagen, gibt es immerhin ein Spezialwerkzeug, mit dem man eine Energieversorgung von außen herstellen kann – einen angemeldeten Schlüssel benötigt man natürlich auch.

Über das Webinterface lassen sich registrierte Schlüssel aktivieren und deaktivieren oder auch per Zeitplan limitieren, um bestimmten Personen den Zutritt etwa nur in einem festgelegten Zeitfenster zu ermöglichen. Hat man einen Benutzer angelegt, lässt sich das Schließsystem

auch über die für iOS und Android erhältliche wAppLoxx-App steuern. Die App kann man per Fingerprint oder PIN sichern. Sie ermöglicht das Öffnen der verknüpften Schlösser, soweit sie für den Benutzer freigegeben sind. Ein direktes Öffnen über den NFC-Chip des Smartphones ist nicht möglich. Im System lassen sich IP-Kameras anmelden, die in Kombination mit den Schließzylindern eine Zugangskontrolle aus der Ferne erlauben. Steht eine Person vor der Tür, kann man ihr per App den Zutritt gewähren.

Im Rahmen eines Security-Checks haben wir dem RFID-Leser eines Zylinders zunächst das Vorhandensein von extrem vielen Karten auf einmal vorgegaukelt, was diesen nicht beeindruckte. Auch durch eine Replay-Attacke auf der Funkstrecke zwischen Zylinder und Basisstation ließ sich das System nicht aus dem Tritt bringen. Reverse Engineering des Funkprotokolls zeigt, dass das System gemäß dem WPAN-Standard IEEE 802.15.4 über das Atmel Lightweight Mesh Protokoll kommuniziert. Dabei ist die Verschlüsselung der Nutzdaten aktiviert.

### Fazit

Das wAppLoxx-System ist ein teurer Spaß – doch wenn mal ein Schlüssel abhanden kommt, freut man sich über die einfache Deaktivierungs-Option. Komfortabel zu bedienen ist es allemal: Chip vorhalten, Klick – drin. Es mangelt allerdings an Schnittstellen zu anderen Smart-Home-Produkten, wegen des klaren Fokus auf die Systemsicherheit wird Abus diese wahrscheinlich auch in Zukunft nicht zur Verfügung stellen. (sha@ct.de) **ct**

## Abus wAppLoxx Starterkit

Elektronisches Zugangssystem	
Hersteller	Abus, abus.de
Lieferumfang	wAppLoxx-Gateway, Doppelknopfzylinder, 2 × Mifare-Desfire-Chips
Funkstandard	868 MHz (IEEE 802.15.4)
Preis	990 €



# GAME OF IT-SECURITY

FACHMESSE, KONFERENZ, NETWORKING –  
DIE PLATTFORM FÜR SECURITY-EXPERTEN

26. – 27. September  
Phantasialand, Brühl



99 Prozent der  
Informationssicherheits-  
managementsysteme  
sind unvollständig

**Kristin Kliner**  
Bosch Sicherheitssysteme  
GmbH



RaaS: Ransomware as a  
Service: neues Vertriebs-  
modell für Cyberkrimi-  
nelle?

**Dr. Yvonne Bernard**  
Hornetsecurity GmbH



Panel: IT-Sicherheit in der  
Gesetzgebung

**Steve Ritter**  
Bundesamt für Sicherheit  
in der Informationstechnik



Cloud: Sicherer Anbieter  
oder Wolkenkuckucks-  
heim?

**Peter Kaminski**  
Santander Consumer Bank

INTERESSE?  
MEHR INFOS UNTER:  
<https://isd.eco.de>

Mit freundlicher  
Unterstützung von:



DATATREE  
YOUR COMPLIANCE PROVIDER





## Funk-Fernbedienung

**Wer seine Geräte lieber per App statt mit der Fernbedienung steuert, findet in Pearls Universalfernbedienungsbox URC-150.app eine Lösung, um Geräte zu steuern, die nur auf Infrarot hören.**

Für die Einrichtung braucht man Pearls Smart-Home-App Elosion. Das Einbinden des Empfängers war mit ihr in zwei Handgriffen erledigt, wenn man weiß, in welcher Kategorie der Gerätetyp Universalfernbedienung zu finden ist: Sonstige. Dann muss man die Zugangsdaten seines WLANs eintragen und die Fernbedienung erscheint in der App.

Die Menge der hinterlegten Infrarot-Codes wirkt groß, aber die Anzahl der Kategorien ist mager. TVs, DVD-Player, Set-Top-Boxen, Media-Player, Klimaanlage und Ventilatoren werden unterstützt. Bei AV-Receiver und Stereoanlagen muss man die Tasten selbst anlernen. Bei einem pingeligen Kenwood-AV-Receiver klappte das gut.

Die Funktionen der getesteten Geräte waren mit der App alle zugänglich und funktionierten problemlos. Aber ohne Verbindung zur Cloud des OEM-Herstellers Tuya klappt bei der Box nichts. Nicht einmal das Senden eines angelernten Befehls. Da in der kleinen Box ein ESP8266 steckt, kann man sie einfach mit einer offenen und sicheren Firmware bestücken, die ohne Cloud arbeitet. Wie das geht, lesen Sie auf Seite 170. (mls@ct.de)

## Pearl URC-150.app

Universalfernbedienung mit App	
Hersteller	Pearl, www.pearl.de
Stromversorgung	Micro-USB
Preis	19,95 €



## Musikkorken

**Das In-Ear-Headset Bose SoundSport Free trumpft mit seinem guten Klang auf. Es hat aber auch ein paar Macken.**

Bose spendiert seinem komplett kabellosen In-Ear-Headset SoundSport Free drei Gummiaufsätze in unterschiedlichen Größen. Zum Einsetzen muss man die In-Ears so in die Gehörgänge drehen, dass sich die Gummifinnen im Außenohr festhaken. Das braucht etwas Übung, klappt dann aber gut. Der Sitz war im Test auch bei sportlichen Aktivitäten sicher.

Per Bluetooth 4.2 nimmt das Headset zu Smartphones und Rechnern Kontakt auf. Eine zugehörige App für iOS und Android zeigt den Ladezustand der Akkus leider fehlerhaft an. Im Test hielten sie 3:30 Stunden durch – ein etwas unterdurchschnittlicher Wert. Die mitgelieferte Ladebox genügt für zwei weitere komplette Ladezyklen.

Ungewöhnlich hoch ist die Übertragungsverzögerung von 577 Millisekunden – selbst billigste Bluetooth-Headsets schaffen ein Drittel der Zeit. Videos kann man deshalb nur mit Apps lippensynchron schauen, die diese extrem hohe Latenz per Software ausgleichen. Apples iTunes schafft das, verschiedene Browser und die YouTube-App können das allerdings nicht.

Die In-Ears verzichten auf Näherungssensoren und Touchfelder. Zur

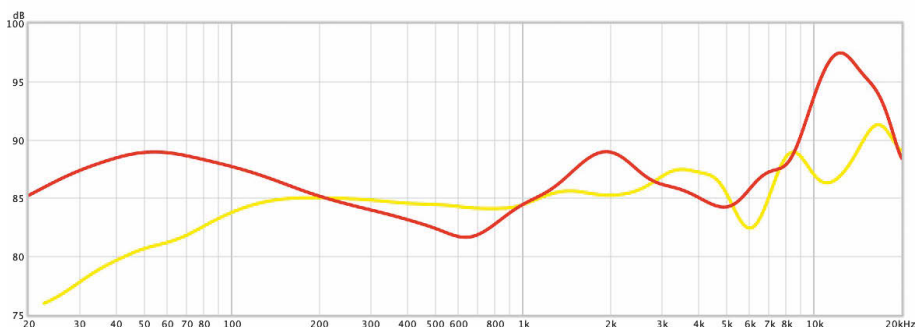
Koppelung muss man eine kleine mechanische Taste drücken. Tasten zum Einstellen der Lautstärke und Anrufannahme sind allerdings zu klein geraten; die Betätigung fiel uns im Test äußerst schwer. Anrufe mussten wir direkt am Smartphone entgegennehmen und die Tonausgabe jedes Mal umschalten. Die Qualität der Sprachübertragung war schlecht. Zum Telefonieren sind die In-Ears deshalb kaum geeignet.

Überzeugen können sie immerhin mit ihrem ausgewogenen Klang. Im Vergleich zum neutralen Sennheiser HD-600 (gelbe Kurve) betont das Bose-Modell (rote Kurve) Frequenzen unterhalb von 200 Hz sowie oberhalb von 8 kHz deutlich stärker. Das sorgt für kräftige Bässe und klare Höhen. Stimmen werden bei 600 Hz abgesenkt und bei 2 kHz angehoben, wodurch sie etwas präsenter wirken. Die Abstimmung eignet sich für verschiedene Genres von Hip-Hop bis zur Klassik. Teurere Kopfhörer bilden Details mitunter präziser ab und staffeln Instrumente besser im Raum. In ihrer Preisklasse spielen die Bose SoundSport Free aber klanglich vorne mit.

Wer sich an die etwas fummelige Einsetzprozedur gewöhnt und die In-Ears im Wesentlichen zum Musikhören und nicht zum Telefonieren oder Video schauen nutzen möchte, bekommt ein gemessen am Preis gut klingendes Headset, dessen Bluetooth-Implementierung allerdings veraltet ist und zu große Latenzen erzeugt. (hag@ct.de)

## Bose SoundSport Free

In-Ear-Headset mit Bluetooth	
Hersteller	Bose, www.bose.de
Anschluss	Bluetooth 4.2 (SBC, AAC)
Preis	199 €



Im Vergleich zum neutralen Sennheiser HD-600 (gelb) betont das Bose SoundSport Free (rot) Bässe und Höhen stärker, ohne jedoch unausgeglichen zu wirken.



## 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

- **10.09.2019 Stuttgart**  
IHK Region Stuttgart – Zentrale
- **25.09.2019 Frankfurt**  
Klassikstadt
- **18.09.2019 Karlsruhe**  
IHK Haus der Wirtschaft
- **01.10.2019 Hannover**  
Verlagsgebäude Heise Medien

# Zwei Tage am Puls von Digital Business

September 11 & 12, 2019  
in Cologne

#DMEXCO19  
WWW.DMEXCO.DE



# Ab durchs Wurmloch

**Dateien schnell und sicher zu übertragen kann umständlich sein. Das Kommandozeilen-Werkzeug Magic Wormhole verspricht dies zu bewältigen ohne umständliche Einrichtung oder komplizierte URLs.**

Das Prinzip von Magic Wormhole ist denkbar einfach: Als Absender initiiert man mit `wormhole send DATEI` die Übertragung. Das Programm spuckt als Antwort einen Geheimcode wie „2-intention-bluebird“ aus und wartet auf die Gegenseite. Diesen Geheimcode teilt man dem Empfänger per Telefon, (verschlüsseltem) Chat oder persönlich mit. Dieser gibt bei sich `wormhole receive` gefolgt vom Geheimcode ein. Danach handeln die beiden Wormhole-Instanzen die Verbindung aus und übertragen die Dateien. Voraussetzung ist, dass beide Seiten gleichzeitig online sind.

Die Sicherheit gewährleistet das Open-Source-Tool, indem es aus dem Geheimcode einen starken Schlüssel erzeugt. Dieses Verfahren nennt sich Password Authenticated Key Exchange (PAKE) und gilt als sicher. Die Daten sind so lange sicher, wie der Geheimcode keinem Dritten bekannt ist. Dies ist trotz der einfachen Wörter unwahrscheinlich, da ein Angreifer zur gleichen Zeit online sein muss und nur einen Versuch hätte, das Geheimnis zu erraten. Wird der Code auf der Empfängerseite falsch eingegeben, bricht die Absenderseite die Verbindung ab. Nach Beginn der Übertragung ist das Passwort nutzlos.

Um die Übertragung auszuhandeln, baut Wormhole eine Verbindung zum Server `relay.magic-wormhole.io` auf. Dieser macht nichts weiter, als einen Kanal zuzuweisen – dafür steht die Zahl im Geheimnis – und die zwei darauf eingehenden

den Verbindungen miteinander zu verknüpfen. Den Inhalt der Übertragung kann die Vermittlungsstelle nicht einsehen. Ist die verschlüsselte Verbindung aufgebaut, tauschen die Wormhole-Clients ihre verfügbaren IP-Adressen und ausgewählten Ports aus und versuchen sich über diese gegenseitig zu erreichen. Klappt dies, werden die Daten verschlüsselt peer-to-peer übertragen. Sind beide Rechner im selben lokalen Netz, bleibt der Umweg übers Internet erspart.

Verhindern NAT oder Firewall eine direkte Verbindung, handeln die Clients eine Umleitung über `transit.magicwormhole.io` aus. Auch dieser Server soll laut Entwickler die beiden verschlüsselten Datenströme lediglich miteinander verbinden.

Die Webdienste stellt der Entwickler Brian Warner derzeit kostenlos bereit. Das Programm kennt auch Optionen, mit denen man auf Wunsch einen eigenen Server als Mittler verwenden kann. Die dafür nötigen Serverdienste sowie das API zum Protokoll hat Warner ebenfalls auf GitHub veröffentlicht. Gleiches gilt für eine Bibliothek, um den Datentransfer in eigene Anwendungen zu integrieren.

Magic Wormhole ist in Python geschrieben und läuft unter Windows, macOS und Linux. Obwohl es ein Kommandozeilen-Programm ist, zeigt es, dass sich Sicherheit und Komfort miteinander vereinbaren lassen. *(ktn@ct.de)*

**Projekt-Website und Dokumentation:**  
[ct.de/y82t](https://ct.de/y82t)

## Magic Wormhole

Datenübertragung per Kommandozeile	
Hersteller	Brian Warner, <a href="https://github.com/warner/magic-wormhole">https://github.com/warner/magic-wormhole</a>
Systemanf.	Python 2.7 oder 3.5 und höher
Plattformen	Linux, macOS, Windows
Preis	<b>kostenlos</b> , Open Source (MIT)



## Lücken-Spürhund

**Updates für Android sind ein Problem, da nicht alle Hersteller zeitnah Aktualisierungen zu Sicherheitslücken bereitstellen. Die App SnoopSnitch analysiert, welche Patches auf dem eigenen Android-Gerät eingespielt sind und welche fehlen.**

Dies versuchen die Berliner Sicherheitsforscher von SRLabs mit einem ausgefeilten Ansatz zu analysieren. Sie haben dazu die Binärdateien von verwundbarem Android-Code mit den Binärdateien verglichen, in denen die entsprechende Lücke geflickt wurde. Aus den Vergleichen erzeugten sie dann Signaturen und Tests, mit denen sie kompilierten Code darauf untersuchen, ob dieser einen vorhandenen Patch enthält. Als Referenz dienen die Android-Sicherheitsmeldungen von Google. Den Unterschied zwischen Patchlevel und fehlenden „Flicken“ bezeichnet SRLabs als „Patch-Gap“.

Damit jeder sein eigenes Android-Smartphone oder -Tablet auf mögliche Sicherheitsprobleme überprüfen kann, haben die Sicherheitsforscher ihre bereits vorhandene App SnoopSnitch erweitert. Diese diene ursprünglich dazu, Mobilfunk-Überwachung mittels IMSI-Catcher aufzuspüren. Dafür bräuhete die App aber Root-Rechte. Wer nur die Patchlevel-Analyse durchführen will, kann die Meldung ignorieren, da die App dafür nur eine Internetverbindung benötigt.

Startet man den Test, sammelt die App zunächst grundlegende Informationen über die genutzte Android-Version

und das eigene Gerät. Diese werden zu den SRLabs-Servern übertragen und von dort anschließend die passenden Tests für das eigene Gerät heruntergeladen. Damit prüft die App, welche Lücken geschlossen sind. Der ganze Durchlauf dauert beim ersten Mal einige Minuten, später geht es schneller.

SnoopSnitch unterscheidet bei den fehlenden Patches danach, ob die Lücken laut der eigenen Android-Version oder dem postulierten Patchlevel eigentlich geschlossen sein müssten (Patch missing) oder ob diese erst in einer späteren Version gefixt wurden (Patch after claimed level). Die Ergebnisse zeigt die App in einer Grafik sortiert nach Monaten an, wobei jeder Patch – ob eingespielt oder nicht – durch einen farbigen Balken angezeigt wird. Ein Tipp auf den jeweiligen Balken verrät die CVE-Nummer und eine Zusammenfassung zur Sicherheitslücke, mit denen sich weitere Details im Netz recherchieren lassen.

Da sich aber die Methode des Binärvergleichs von SRLabs als ungenau erwies und es unter anderem von Samsung berechnete Kritik gab, mussten die Entwickler noch die Kategorie „Test inconclusive“ (uneindeutig) einführen. Die Signaturen von SRLabs schlugen zum Beispiel einen Fehlalarm, wenn der Hersteller die Sicherheitslücke anders als im Android-Referenzcode geschlossen hatte.

Diese Kategorie versteckten die Entwickler aber unverständlichlicherweise im Menü. Hier trübt sich das Ergebnis. Denn bei der Mehrzahl der Lücken konnte SnoopSnitch keine eindeutige Aussage treffen, ob ein Patch eingespielt war. Zumindest war dies das Ergebnis unserer Stichprobe auf mehreren Android-Geräten.

Trotzdem liefert die App einen Überblick zu Sicherheitslücken und gibt einen Hinweis darauf, wie fleißig der eigene Hersteller Updates nachliefert und auf welchem Patchlevel das eigene Gerät ist. (ktn@ct.de)

**Projekt-Website, Vortrags-Video und Analysen:** [ct.de/yuck](https://ct.de/yuck)

## SnoopSnitch 2.0

Sicherheits-App	
Hersteller	SRLabs, <a href="https://opensource.srlabs.de/projects/snoopsnitch/">https://opensource.srlabs.de/projects/snoopsnitch/</a>
Systemanf.	Android
Preis	kostenlos, Open Source (GPLv3)



**«Relevante Daten im Blick statt Datenberge auf dem Fileserver»**

## EFFIZIENTES ARBEITEN MIT DEM FILESERVER

**Transparenz durch Analysetools**  
Datenberge finden

**Data Retention**  
Die bessere Archivierung: Exit Strategie für Ihre Dateien definieren

**Folder Self Service**  
Austauschordner selbst erstellen und verwalten



Treffen Sie uns am  
18. und 19.09 in Heidelberg

[migRaven.com/testen](https://migRaven.com/testen)\*

\*21 Tage kostenlos testen, wenn gewünscht inkl. Support



# Guter Mainstream

## Mittelklasse-Notebook Asus VivoBook 14 (F412FA) mit mattem Display

**Matter Bildschirm, SSD, Vierkern-Prozessor und beleuchtete Tastatur: Das VivoBook 14 (F412FA) vereint in seiner 750-Euro-Konfiguration höchst attraktive Eigenschaften. Eine WLAN-Besonderheit macht es sogar zukunftsicher.**

Von Florian Müssig

Vieles, was man im Mittelklasse-Notebook VivoBook 14 (F412FA) vorfindet, war vor Kurzem noch Premium-Geräten mit vierstelligen Preisschildern vorbehalten. So sieht man beispielsweise rund um den matten, blickwinkelunabhängigen Full-HD-Bildschirm nur schmale Ränder, weshalb das Display optisch größer wirkt. Zudem fällt die Grundfläche des dünnen Gehäuses kompakter aus als bei älteren 14-Zoll-Geräten; das Notebook passt somit in Hüllen, die für 13,3-Zoll-Notebooks entworfen wurden.

Die beleuchtete Tastatur gibt den Fingern beim Tippen präzises Feedback. Das Layout erfordert allerdings Training: Die Enter-Taste ist nur einzeilig, und auch die Cursor-Tasten wurden in eine Zeile gequetscht. Die F-Tasten sind ab Werk mit

Sonderfunktionen belegt; durch die Tastenkombination Fn-Esc kann man dauerhaft auf die klassischen F-Funktionen umschalten, die wiederum für gängige Kombinationen wie Alt-F4 benötigt werden.

Das Touchpad erkennt Gesten mit bis zu vier Fingern und beherbergt in seiner hinteren rechten Ecke einen Fingerabdruckleser, der komfortables biometrisches Einloggen mittels Windows Hello erlaubt. Zum Steuern des Mauszeigers lässt sich der vom Fingerabdruckleser belegte Teil der Sensorfläche allerdings nicht verwenden – lästig.

### Schnelles USB

Sowohl die USB-C- als auch die -A-Buchse links am Notebook beherrschen Transferaten von bis zu 10 GBit/s (alias SuperSpeedPlus alias USB 3.1 Gen 2). Die USB-A-Buchse rechts spricht hingegen nur betagtes USB 2.0. Auch der microSD-Kartenleser daneben ist nur so lahm angebunden – das bremst flotte Speicherkärtchen aus. Asus beschränkt die USB-C-Buchse auf Datentransfers und sieht weder die Ausgabe von DisplayPort-Signalen noch Akkuladen über sie vor – damit entfällt USB-C-Docking.

Asus verkauft das VivoBook 14 in einem knappen Dutzend Ausstattungsvarianten zwischen 600 und 800 Euro. Die 600-Euro-Konfigurationen bieten den Doppelkern Core i3-8145U, in allen anderen Modellen ist wie im Testgerät die deutlich leistungstärkere Vierkern-CPU Core i5-8265U vertreten. Eine 240-GB-SSD gehört ebenso zu allen Modellen wie 8 GB DDR4-Arbeitsspeicher.

Im getesteten Submodell F412FA kümmert sich ausschließlich die im Prozessor integrierte Intel-GPU UHD 620 um die Grafikausgabe. Im F412FJ ist zusätzlich der Low-End-Grafikchip Nvidia GeForce MX230 auf die Hauptplatine gelötet. Für anspruchsvolle 3D-Spiele ist dieser aber zu schwach. Die Gehäusefarben – es gibt Grau, Silber und Blau – sind nicht frei wählbar, sondern jeweils an gewisse Ausstattungsvarianten gekoppelt.

### Aufrüstbar

Asus lötet 4 GB DDR4-Speicher auf die Hauptplatine; die andere Hälfte sitzt auf einem wechselbaren Modul. Durch den Austausch dieses SO-DIMM lässt sich der Arbeitsspeicher erweitern.

Auch die ab Werk installierte SATA-SSD ist austauschbar, sie kommt im Format M.2 2280 daher. Der zusätzlich im In-

neren vorhandene 2,5-Zoll-Schacht kann man hingegen nicht nutzen, weil das zugehörige Spezialkabelchen zur Hauptplatine fehlt.

Weil das Wi-Fi-5-Modul von Realtek in einem vollwertigem PCIe-Slot läuft und nicht – wie bei anderen Notebooks neuerdings üblich – ein abgespecktes CNVi-Kärtchen ist, kann man das Notebook durch einen Tausch des WLAN-Moduls auf das schnellere Wi-Fi 6 aufrüsten (siehe dazu S. 106). Zum Glück wurde das Vorhaben nicht durch andere Stolpersteine wie etwa eine Firmware-Blockade vereitelt: Sogenannte BIOS-White-Lists mit zulässigen Komponenten sind bei Business-Notebooks großer Marken leider gang und gäbe. Sie sind angeblich nicht als böswillige Aufrüstsperrungen gedacht, sondern sollen sicherstellen, dass der Mobilrechner in allen vorgesehenen Verkaufsländern jeweils nach den dort geltenden Vorschriften funkt.

Da bei jeglichem Umbau das Risiko besteht, die Herstellergarantie zu verwirken, sollte man Basteleien allerdings lieber in die zweite Lebenshälfte des Notebooks verschieben. Bei Wi-Fi 6 empfiehlt es sich, noch ein bisschen zu warten: Die neue WLAN-Technik kann ihre vollen Stärken sowieso erst ausspielen, wenn außer dem Access Point auch alle anderen Clients im selben Funknetz gemäß dieses Standards funken.

Der Lüfter des VivoBook 14 bleibt bei geringer Rechenlast unhörbar leise und dreht bei anhaltender Last auf gerade einmal 0,7 Sone auf. Der Akku schafft bis zu neun Stunden Laufzeit und ist in weniger als zwei Stunden wieder voll geladen. Gewicht und Gehäusedicke sind klassentypisch; merklich dünner und leichter sind erst spürbar teurere Premium-Notebooks.

Ein testweise auf dem Notebook installiertes Kubuntu Linux 1904 erkannte sämtliche Hardware-Komponenten bis auf den Fingerabdruckleser.

## Fazit

Leiser Lüfter, matter Bildschirm, beleuchtete Tastatur, SSD – all das findet man heutzutage bereits in Notebooks unter 800 Euro. Das Asus VivoBook 14 (F412FA) ist ein solcher Vertreter, der einem zudem künftig keinen Ärger macht, wenn man das WLAN-Modul aufrüsten möchte. Modernes USB-C-Docking ist von Asus allerdings nicht vorgesehen, davon abgesehen ist das VivoBook ein angenehmer Begleiter. (mue@ct.de) **ct**



Die beiden abgebildeten USB-Buchsen sprechen USB mit 10 GBit/s. Die USB-C-Buchse versteht sich allerdings nur auf solche Datentransfers; externe Monitore und das Netzteil müssen über separate Buchsen angeschlossen werden.

## Asus VivoBook 14 (F412FA): Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	F412FA-EB133T
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / L / – / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	1 × R / – / 2 × L (1 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (MicroSD) / L / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	– / ✓ / ✓ / – / –
<b>Ausstattung</b>	
Display	AUO B140HAN04.0: 14 Zoll / 35,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 157 dpi, 13 ... 234 cd/m², matt
Prozessor	Intel Core i5-8265U (4 Kerne mit HT), 1,6 GHz (Turbo bis 3,9 GHz), 4 × 256 KByte L2-, 6 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	8 GByte DDR4-2400 / Intel Whiskey-Lake-U
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	integriert: Intel UHD 620 (vom Hauptspeicher) / –
Sound	HDA: Realtek ALC256
LAN / WLAN	– / PCIe: Realtek RTL8822BE (a/b/g/n-300/ac-867)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Realtek (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / SPI: Elan
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Kingston A400 (240 GByte) / –
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	37 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	45 W, 154 g, 5,3 cm × 5,3 cm × 2,8 cm, Steckernetzteil
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,44 kg / 32,2 cm × 21,2 cm / 2,2 ... 2,3 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,4 cm / 19 mm × 18,5 mm
<b>Leistungsaufnahme</b>	
Suspend / ausgeschaltet	0,5 W / 0,3 W
Idle: Display aus / 100 cd/m² / max	2 W / 4,6 W / 5,9 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	38,2 W / 11,2 W / 34,6 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	62,6 W / 0,5
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	9 h / 4,9 h / 1,4 h
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,3 h / 7,2 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 0,7 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	523,8 / 443,9 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	69084 / 66798
Leserate SD-Karte	20,2 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	31,1 / 20,3 MByte/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 100 dB(A)
CineBench R20 Rendering (1 / n CPU)	271 / 1097
3DMark: Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	5049 / 4298 / 1081 / 412 / –
<b>Preis und Garantie</b>	
Straßenpreis Testkonfiguration	750 €
Garantie	2 Jahre
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden	

# 6er-Implantat

## Notebooks auf den neuen WLAN-Standard aufrüsten

**Sie wollen modernes WLAN, aber nicht in ein neues Notebook investieren? Mit etwas Glück und Geschick können Sie das Funkherz selbst transplantieren. Das Ersatzteil kostet kein Vermögen.**

Von Ernst Ahlers

Notebooks mit dem neuen Wi-Fi-6-WLAN sind noch rar und teuer. Wer sich für die WLAN-Zukunft rüsten will, kann mit Glück seinen Laptop selbst erüchtigen, denn ein Wi-Fi-6-Kärtchen gibt es schon im Einzelhandel.

Dafür sind mehrere Hürden zu überwinden beziehungsweise Voraussetzungen zu prüfen: Im Notebook sollte ein

WLAN-Kärtchen im M.2-2230-Format sitzen, das gesteckt statt gelötet ist und per PCI Express statt Intels Eigengewächs CNVi an den Prozessor gebunden ist. Ferner muss das BIOS den Tausch zulassen. Leider blockieren beispielsweise HP oder Lenovo fremde Kärtchen.

Wir fanden für Wi-Fi-6-WLAN-Tests mit dem Asus VivoBook 14 (Modell F412FA, Test auf Seite 104) einen Laptop, bei dem sich das M.2-Kärtchen mit Realtek-Baustein gegen Intels frisch erschiene AX200 tauschen lässt, die ab 13 Euro zu haben ist. Sie können nach Verfügbarkeit kaufen: Bei uns lief die Version mit vPro (Managementfunktionen für Firmennetze) genauso wie die ohne. Das Modell AX201 ist hingegen für Notebooks gedacht, die eine CNVi-Anbindung zum Prozessor haben. Es funktioniert nicht in M.2-Fassungen mit PCI-Express-Signalen.

Für den Tausch brauchen Sie nur wenig Werkzeug: einen Kreuzschlitz-schraubendreher (Größe 1), eine Pinzette, ein dünnes Plektrum (eventuell aus einem iFixit-Werkzeug-Kit) und vielleicht eine Lupe. Wir schildern den Umbau am VivoBook 14. Bei anderen Geräten wird sich das Vorgehen unterscheiden, es läuft aber im Groben gleich ab.

### Vorgehen

Laden Sie vor dem Umbau die Windows- und Bluetooth-Treiber für die neue Karte herunter ([ct.de/y6my](https://ct.de/y6my)). Linux braucht einen Kernel ab Version 5.1. Für Ubuntu war beim Erstellen dieses Beitrags der Mainline-Kernel 5.2.8 aktuell, dazu gehören drei .deb-Dateien mit der Generic-Kennung (Unsigned-Kernel, Module, Header) sowie das Header-All-Paket. Ferner braucht Linux das Paket mit den aktuellen Firmware-Images ([ct.de/y6my](https://ct.de/y6my)).

Legen Sie das komplett heruntergefahren Notebook kopfüber auf eine

weiche Unterlage und lösen Sie die zehn Schraubchen des Bodens. Eines ist in der Mitte unter einem runden Klebedeckel versteckt, der sich mit dem Fingernagel entfernen lässt. Legen Sie die Schraubchen ein gutes Stück von Ihrer Arbeitsfläche im selben Muster an die Seite, wie Sie sie im Notebook finden. Das erleichtert beim Zusammenbau die Zuordnung der drei Längen.

Zahlreiche Rastklinken halten den Boden fest. Führen Sie das Plektrum zwischen Gehäusekorpus und Deckel in den Schlitz ein und fahren Sie damit an ihm entlang. Heben Sie dabei den Deckel mit den Fingernägeln der anderen Hand sanft an. Nachdem Sie herum sind, was mehrere Versuche brauchen darf, sollte er beschädigungsfrei gelöst sein.

Als erstes trennen Sie den Akku vom Mainboard: Der kleine Blechriegel lässt sich einen Millimeter nach hinten schieben. Dann ziehen Sie mit den Fingernägeln links und rechts darunter den Stecker leicht zu sich heran.

Jetzt greifen Sie mit der Pinzette den Kabelansatz der Antennensteckerchen und ziehen sie unter Zuhilfenahme eines Fingernagels der anderen Hand sachte nach oben ab. Dabei hilft es, sie mit der

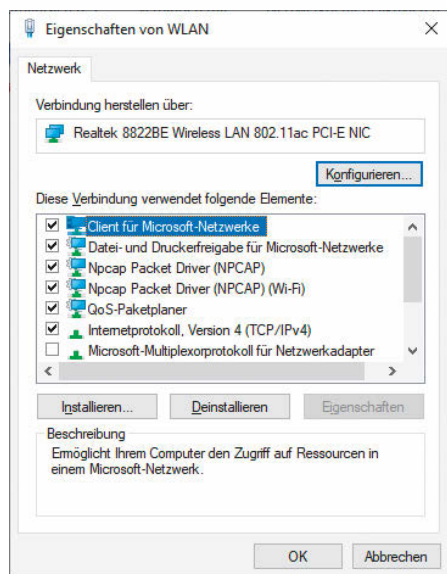
Pinzette ganz wenig hin und her zu drehen. Nach Entfernen der Schraube lässt sich die alte WLAN-Karte aus der Fassung ziehen.

### 11ax-Einsatz

Setzen Sie die neue WLAN-Karte ein und schrauben Sie sie fest. Greifen Sie die Antennensteckerchen wieder am Kabelansatz, setzen Sie sie senkrecht auf die Buchsen und drücken Sie mit dem Fingernagel der anderen Hand oben auf den Stecker, bis er – wiederum mit ein wenig Drehen – mit leisem Klicken einrastet.

Dann schließen Sie den Akkustecker wieder an, booten das Notebook und installieren die Treiber für die neue Karte. Anschließend verbinden Sie das Gerät mit Ihrem WLAN und prüfen die Linkrate der Verbindung, beispielsweise auf der Kommandozeile mit `netsh wlan show`. Alternativ rufen Sie in den „Netzwerk- und Internet-einstellungen“ die „Adapteroptionen...“ auf und lassen sich mit Rechtsklick auf den WLAN-Adapter dessen Status anzeigen (siehe Screenshot rechts).

Nah an einem Dual-Stream-Router mit Wi-Fi 4/5/6 sollten bei einer 5-GHz-



Wenn ein Wi-Fi-5-Modul mit PCIe-Schnittstelle im Notebook steckt, wie etwa dieses RTL8822BE oder ein Intel 9260, dann lohnt weitere Recherche: Schauen Sie im Gerät nach, ob die Karte gesteckt oder eingelötet ist.



Die zehnte Schraube des VivoBook 14 versteckt sich unter einem kleinen Klebedeckelchen.



Verbindung 300/867/1200 MBit/s als Bruttoreate angezeigt werden.

Wenn sich das Notebook nur mit einem Stream verbindet (150/433/600 MBit/s), dann sitzt eines der Antennensteckerchen nicht richtig. Fahren Sie das Notebook herunter, setzen Sie die Steckerchen neu auf und versuchen es noch mal.

Erst wenn die 2-Stream-Verbindung geklappt hat, setzen Sie den Bodendeckel auf, drücken ihn mit dem Daumen ringsherum an, was hörbar knackt, und verschrauben ihn.

## 11ax für Linux

Das Installieren der vier Dateien des neuen Linux-Kernels und des Firmware-Pakets geschieht unter (K)Ubuntu mit einem kurzen Einzeiler: `sudo apt install ./linux*deb`

Da der Mainline-Kernel für Linux keine UEFI-Signatur hat, müssen Sie beim

Neustart in den BIOS-Einstellungen des Notebooks den Secure Boot abschalten. Wenn irgendwann im Update-Repository Ihrer Linux-Version ein hinreichend neuer signierter Kernel erscheint, installieren Sie diesen und schalten Secure Boot wieder ein.

Nun sollte Linux die Karte erkennen und sich mit dem WLAN verbinden. Bei Redaktionsschluss dieses Artikels kannte das Kommandozeilentool `iwconfig` von Kubuntu 19.04 die 11ax-Linkraten noch nicht. Ob die Karte beide Antennen nutzt, müssen Sie deshalb an einer 11ac-Basis prüfen.

## Was bringt's?

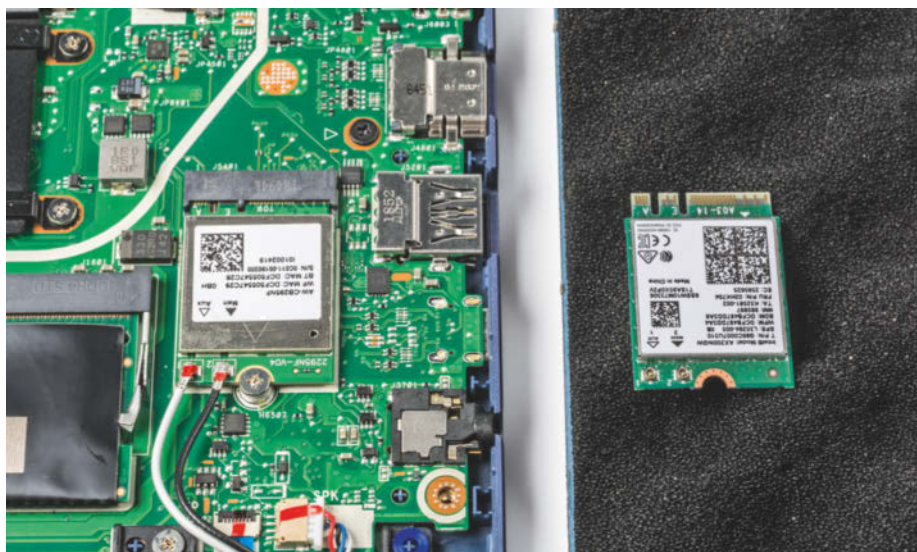
Bei gleichen Randbedingungen (Funktankalbreite, Anzahl der MIMO-Streams) ist Wi-Fi 6 auf dem Funkkanal (Linkrate) im besten Fall gerade mal rund 40 Prozent schneller als Wi-Fi 5, was hauptsächlich an der neuen feinstufigeren Modula-

**Zahlreiche Rastklinken halten den Bodendeckel. Diese muss man mit einem dünnen Plektrum rundum lösen. Nehmen Sie sich Zeit und erlauben Sie sich mehrere Versuche, damit der Deckel später wieder sicher sitzt.**

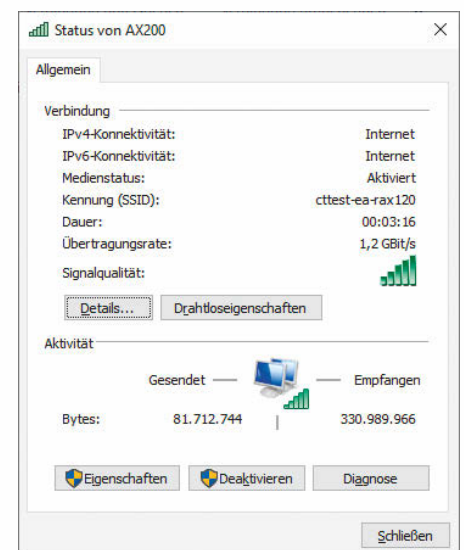
tion liegt (maximal 1024QAM statt 256QAM). Dennoch genügt dieser vergleichsweise kleine Fortschritt, um beim Test eines modernen WLAN-Routers erstmals die Gigabit-Grenze beim Nettodurchsatz zu knacken (siehe S. 88).

Die weiteren Verbesserungen von Wi-Fi 6 zielen auf den Multi-User-Betrieb, also höhere Effizienz in stark belasteten Funkzellen. Wie sich die gegenüber Wi-Fi 5 entwickelt, werden wir in einer späteren c't-Ausgabe untersuchen. (ea@ct.de) **ct**

**Software für AX200: [ct.de/y6my](https://ct.de/y6my)**



WLAN-Kärtchen im aktuellen M.2-Format gibt es in zwei Größen: Die Ausführung M.2 2230 (22 mm × 30 mm) wird gesteckt und ist leicht wechselbar. Die kleinere Version M.2 1216 wird typischerweise eingelötet und ist damit nur für gut ausgestattete Elektroniker tauschbar.



Lohn der Mühe: An einer Wi-Fi-6-Basis zeigt das Notebook nun 1200 statt 867 MBit/s an, mit einem 160-MHz-Funkkanal sogar 2,4 GBit/s.



Panasonic Lumix S1R (f/6.3, 1/640 s., ISO 100, 100 mm)

# Härtetest am Nordpol

## Vollformatkameras Canon EOS R, Nikon Z7, Panasonic Lumix S1R und Sony A7R III

**Spiegellose Vollformatkameras stehen bei allen Herstellern im Fokus. Wir haben die Topmodelle von Canon, Nikon, Panasonic und Sony einem Härtestest auf einer Reise in die Arktis unterzogen – bis zum Nordpol und zurück.**

**Von André Kramer**

**D**igitalkameras werden bei c't und c't Fotografie auf Dynamik, Rauschen und Auflösung im Labor untersucht, aber wie schlagen sie sich in der Praxis? Wir haben die vier Topmodelle der großen Kamerahersteller auf einem russischen Eisbrecher mit in die Arktis genommen. Bei eisigem Wind mussten sie nicht nur ihr

Auflösungsvermögen, sondern auch ihre Robustheit unter Beweis stellen.

Mit an Bord waren die spiegellosen Vollformatkameras Canon EOS R, Nikon Z7, Panasonic Lumix S1R und Sony A7R III. Alle Kameras haben ihre Eigenarten. Gemeinsam haben sie den 36mm x 24mm großen Sensor und die Bauform ohne Spiegel, was die Grundlage dieses Tests bildet.

Zielgruppe für Vollformatkameras sind Profi- und Hobbyfotografen, die nicht drauflos knipsen, sondern volle Kontrolle über alle Kameraparameter haben möchten, um kreativ mit Licht und Schärfe zu spielen. Kunden müssen dafür vergleichsweise tief in die Tasche greifen. Die Bodys allein kosten um die 3500 Euro. Lediglich der Preis für die Canon EOS R liegt mit 2500 Euro deutlich darunter.

Outdoor- und Studiofotografien stellen unterschiedliche Anforderungen. Die

Panasonic Lumix S1R ist deutlich größer und etwa 400 Gramm schwerer als die anderen Kandidaten, was bei langen Märschen auf die Schultern gehen kann. Für die Kamera spricht ihre üppige Ausstattung mit höchster Auflösung, stärkstem Akku und robustestem Gehäuse im Testfeld. Die Lumix spricht mit Funktionsumfang und Ergonomie Profis an, die schnell und sicher alle relevanten Parameter manuell kontrollieren wollen.

Die anderen Anbieter schränken sich ein: Die Sony ist die kleinste und leichteste unter den Vollformatkameras, wirkt an großen Objektiven etwas verloren. Als einzige hat sie kein Schulterdisplay. Die kaum größere Nikon Z7 liegt gut in der Hand und fühlt sich kaum anders als eine Spiegelreflexkamera an. Einzig das Display der Canon-Kamera lässt sich für die Aufnahme von Selfies nach vorne klappen.

pen; die Displays aller anderen Kameras kann man nur nach oben oder unten neigen. Außerdem hat Canon als einziger Hersteller das Bedienkonzept der Spiegelreflexzeit über den Haufen geworfen und verzichtet auf viele Taster.

## Schießen und Sichern

Abgesehen von der Canon mit nur 30 Megapixeln lösen die Kameras über 40 Megapixel auf. Sonys designierter Nachfolger A7R IV löst sogar über 60 Megapixel auf. Ein einzelnes Raw ist in dieser Klasse zwischen 35 und 70 MByte groß. Bei knapp 1000 Fotos kamen inklusive JPEG-Kopien fast 60 GByte Daten zusammen. Wenn mal ein Eisbär vor die Linse kommt, fotografiert man viel und schnell und sortiert später aus. Die Kameras speichern die immensen Datenmengen dabei diskret im Hintergrund auf SD- oder XQD-Karten. XQD-Karten schreiben Daten mit bis zu 400 MByte/s. SD-Karten des Typs UHS-II kommen auf maximal 312 MByte/s. Zur Datenübertragung auf Festplatte oder SSD ist bei allen Kameras eine USB-C-Buchse eingebaut, bei der Lumix sogar mit USB 3.1.

Bezüglich der Speicherkartenslots hat jede Kamera ihre Eigenart; alle unterstützen jedoch den schnellen Standard UHS-II. Die Canon-Kamera hat lediglich einen Slot für eine SD-Karte und bewegt sich damit wiederum auf Einsteigerniveau. Die Sony nimmt zwei SD-Karten auf, die Nikon eine XQD-Karte, die Lumix – auch hier Spitze – je eine SD- und eine XQD-Karte.

Ein echter Minuspunkt gegenüber dem Spiegelreflexkonzept bleibt die Akkulaufzeit. Auch der stärkste Akku im Test war nach etwa 100 Aufnahmen halb leer. Die Spiegelreflexkamera hält man geduldig stundenlang aufs Motiv, ohne dass sie nennenswert Strom verbraucht. Beim neuen Konzept verbraucht der OLED-Sucher dabei permanent Akkuleistung, vor allem, wenn er die Bilder so häufig aktualisiert wie bei der Lumix und bei der Sony. Dass sich Display und Sucher automatisch deaktivieren, wenn man die Kamera vom Auge nimmt, ändert daran wenig.

## Extreme Bedingungen

In der Arktis herrschen extreme Bedingungen, allen voran die Kälte. Die Temperaturen bewegen sich im Sommer zwar in moderaten Sphären um den Gefrierpunkt, aber es weht meist ein eisiger Wind. Canon, Nikon und Sony geben für ihre Ka-



Die Canon EOS R bringt ein nach vorne schwenkbares Display mit. Als einzige Kamera im Test eignet sie sich damit für Selfies (f/20, 1/80 s., ISO 800, 24 mm).

meras eine Betriebsumgebung mit einem Temperaturbereich von jeweils 0 bis 40 Grad Celsius an. Einzig die Panasonic Lumix soll frostsicher bis -10 Grad Celsius sein. Ausfälle auf Grund der Kälte waren im Test jedoch nicht zu verzeichnen.

Ein weiterer Witterungseinfluss ist Feuchtigkeit. Wiederum sollen alle Modelle gegen Staub und Spritzwasser geschützt und die Bedienelemente entsprechend abgedichtet sein, allerdings gibt keiner der Hersteller eine Schutzklasse an. Die Angaben sind also recht schwammig. Die Lumix ist laut Hersteller zusätzlich sturzfest. Gegenüber Regen zeigten sich die Kameras unbeeindruckt; die Salzwassertaufe

blieb ihnen jedoch erspart. Die Gehäuseklappen der Sony-Kamera wirkten verglichen mit den Gummidichtungen der Konkurrenz weniger vertrauenerweckend.

## Licht und Farbe

Im Sommer geht die Sonne nördlich des Polarkreises nicht unter – und sie steht tief. Die weiße Eisfläche erstreckt sich bis zum Horizont und reflektiert das Sonnenlicht. Referenzen für den automatischen Weißabgleich bieten sich kaum. Das stellte alle Kameras vor Schwierigkeiten, führte zu dunklen und diesigen Bildern mit gefühltem Blaustich. Ob es sich um einen Blaustich handelt oder die Landschaft objektiv



Die Nikon Z7 nutzt problemlos Objektive der Spiegelreflexära. Dieses Bild entstand mit einem AF-S Nikkor 70-200 mm 1:2,8E FL ED VR (f/6.5, 1/800 s., ISO 320, 200 mm).



Die Panasonic Lumix S1R kommt mit sehr gutem Bildstabilisator, was sie für Aufnahmen aus dem Helikopter prädestinierte (f/5.6, 1/200 s., ISO 100, 57 mm).

bläulich aussieht, ist dabei schwer zu beurteilen. Ein Eingriff im Raw-Konverter war häufig nötig.

Abgesehen vom Aufmacherfoto dieses Beitrags sind alle Fotos abgebildet, wie sie im JPEG-Format aus der Kamera kamen. Sony belichtet hell, fällt durch geringes Bildrauschen auf und präsentiert seine JPEGs farbenfroh. Die Panasonic Lumix belichtet etwas dunkler, als hätte sie ständig Angst, den Himmel überzubelichten. Der Bildeindruck bei Nikon und Canon ähnelt sich, liegt ausgewogen in der Mitte.

## Brennweite und Belichtung

Um wilde Tiere fotografieren zu können, braucht man lange Brennweiten, denn üblicherweise setzen sich Eisbären und Walrösser nicht auf den Hocker im Studio. Sony hat gegenüber der Konkurrenz einen großen Vorsprung und bringt eine beachtliche Zahl an Vollformatobjektiven mit, für die man keinen Adapter braucht. In den vergangenen fünf Jahren sind mehr als 25 Objektive zusammengekommen. Bei Nikon sind es immerhin sechs, bei Canon gerade mal vier, bei Panasonic nur drei.

Die Kameras von Nikon, Canon und Sony arbeiten über Adapter problemlos mit Objektiven der Spiegelreflexfamilie zusammen. Canon und Nikon liefern die Adapter mit. Für die Sony-Kameras stehen diverse Adapter von Drittherstellern bereit, um Canon-EF-Objektive einzubinden. Die Panasonic Lumix sieht hier alt aus. Mit den Allianzpartnern Leica und Sigma will Panasonic das Angebot für das Leica-L-Mount bis 2020 auf mindestens zehn Objektive erweitern, die anderen

Hersteller sind hier aber bisher deutlich flexibler aufgestellt.

## Fokus und Schärfe

Alle Kameras bis auf die Canon haben einen kleinen Joystick auf der Rückseite, mit dem man das Fokusfeld einstellen kann. Die Lumix bietet eine intuitive Möglichkeit, Gesichter und Tiere zu verfolgen. Die Sony- und Canon-Kamera erkennen und verfolgen Gesichter sowie Augen, man muss die Funktion aber erst finden. Die Nikon Z7 hat ab Werk keine Augenerkennung oder Funktion zur Verfolgung von Tiermotiven, lernt sie aber per Firmware-Update dazu.

Ein Stativ einzusetzen ist nicht immer sinnvoll, beispielsweise weil Schiffe sich bewegen. In der Tierfotografie kommen oft lange Brennweiten zum Einsatz. Der Bildstabilisator sollte in dieser Situation besser ganze Arbeit leisten. Keiner der Kameras produzierte in Standardsituationen verwackelte Bilder, die mit Modellen ohne beweglich gelagerten Sensor vor wenigen Jahren noch an der Tagesordnung gewesen wären. Die Belichtungszeit spielt beim Einsatz des Teleobjektivs aufgrund der hohen Auflösung allerdings immer noch eine entscheidende Rolle.

Der beweglich gelagerte Sensor der Lumix korrigiert Bewegung auf fünf Achsen und kombiniert diese mit Objektivkorrektur. Damit war sie die Wahl für Aufnahmen aus dem Helikopter – hier verwackelte nichts. Mit dem hellen, klaren Sucher ist die Motivsuche eine Freude. Auch Sony und Nikon bieten eine Kombination aus sensor- und objektivseitiger Bildstabilisierung. Die neuen Nikon-Objektive unterstützen dies jedoch nicht. Einige Modelle der Nikon Z6 und Z7 sollen mit der Objektivstabilisierung Schwierigkeiten haben, die allerdings bei der getesteten Z7 mit einem adaptierten 70-200mm-VR-Objektiv nicht auftraten. Einzig Canon verzichtet auf einen Bildstabilisator im Kameragehäuse, hat aber einen im 24-105mm-Objektiv.

## Fazit

Alle Kritik an den getesteten Kameras ist Jammern auf hohem Niveau. Wie die Bil-



Die Sony A7RIII schießt farbenfrohe und rauscharme Bilder (f/5.6, 1/400 s., ISO 50, 50 mm).



## Canon EOS R

Mit der EOS R traut sich Canon was. Die Entscheidung, das bewährte Bedienkonzept der Spiegelreflexkameras über den Haufen zu werfen, ist mutig und verdient Respekt, allerdings braucht es eine Weile, bis sich Fotografen, die Spiegelreflexkameras gewohnt sind, mit ihr wohlfühlen. Kunden der EOS-M-Serie kennen das Konzept.

Ein Programmwahlrad gibt es nicht. Links oben findet sich nur ein Hauptschalter – Platz wäre hier gewesen. Rechts hinten kombiniert der Hersteller einen Modusknopf mit einem Drehregler, mithilfe dessen man über das Schulterdisplay Programme wählt. Der vordere Drehregler sitzt senkrecht; davor befindet sich der Auslöser. Der kleine Taster M-Fn direkt dahinter öffnet auf dem Schulterdisplay ein Menü zur Einstellung von Weißabgleich, Belichtungskorrektur, ISO-Wert und Aufnahmemodus. Das ist zugegebenermaßen ebenso einfach wie genial.

Darüber hinaus bieten die neuen Canon-Objektive und der optional erhältliche Adapter einen zusätzlichen gerasterten Einstellring. Hinten am Body hat die EOS R eine Art Touchbar, die jedoch angesichts des Touchscreens direkt darunter überflüssig wirkt. Beide Bedienelemente lassen sich frei belegen, was man ohne Handbuch allerdings nicht schafft. Zur Not kann man die Aufnahmeparameter schnell und einfach über das Touch-Display einstellen. Erwähnenswert ist das selfietaugliche Display – einzig im Testfeld kann man das Canon-Display um 180 Grad drehen und nach vorne schwenken.

Das Bedienkonzept bürdet dem Fotografen auf, das Handbuch zu studieren. Wenn es schnell gehen musste, blieb die Kamera in der Tasche, denn Momente wiederholen sich nicht, nachdem man die passende Einstellung gefunden hat. Minuspunkte waren außerdem die geringe Auflösung und fehlende Bildstabilisierung. Positiv fiel auf, dass die Kamera regelmäßig und selbstständig den Sensor reinigt, was man bei anderen Kameras oft erst manuell anstößt, wenn sich bereits Sensorreck auf den Fotos zeigt. Außerdem ist sie günstig.

Die JPEG-Fotos kamen ausgewogen belichtet und weder besonders bunt noch übermäßig kontrastreich aus der Kamera. Die EOS R belichtete ähnlich wie die Nikon Z7 etwas dunkler als die Sony und etwas heller als die Lumix.

- ↑ innovatives und durchdachtes Bedienkonzept
- ↓ spärliche Ausstattung



## Nikon Z7

Nikon hat bei seiner ersten spiegellosen Vollformatkamera nicht den Drang verspürt, das Rad neu zu erfinden. Alle Bedienelemente sind mehr oder weniger dort, wo sie auch schon bei den Vorgängermodellen mit Spiegel waren. Direkt unter der Hauptschalter-Auslöser-Kombination liegt der vordere Drehregler; davor liegen Taster für ISO-Wert, Belichtungskorrektur und Videoaufnahme. Der hintere Drehregler ist auffällig groß ausgeführt. Die linke Hand bedient das große Programmwahlrad. In all dem ähnelt sie der getesteten Lumix.

Das nach unten und oben kippbare Display hat wie bei den anderen Kameras auch die linke Leiste mit Tastern verdrängt. Unter dem Menürad drängen sich daher vier Knöpfe. Derjenige für die Aufnahmebetriebsart wirkt hier etwas deplatziert. Praktisch ist der Joystick für das Fokusfeld – wiederum wie bei der Lumix. Alternativ kann man die Kamera auch über den Touchscreen bedienen und mit einem Fingertipp das Fokusfeld setzen und gleichzeitig auslösen.

Nikon kann für die Z7 erst sechs Objektive anbieten, die auch für die kleine Schwester Z6 passen. Der FTZ-Adapter macht allerdings das gesamte DSLR-Sortiment von Nikon für die Z7 verfügbar. Auch die objektivseitigen Bildstabilisatoren funktionieren, sodass man das noch dünne Angebot verschmerzen kann.

Die JPEG-Fotos kommen eine Idee dunkler aus der Kamera als bei der Canon, allerdings heller als bei der Lumix. Früher hatte Nikon eine Tendenz, etwas zu hell zu belichten – jetzt könnte man um 0,3 Blendenstufen nach oben korrigieren. Die Farben leuchten, ohne überbetont zu wirken.

Negativ fällt auf, dass sich bereits bei relativ geringen ISO-Werten sichtbares Helligkeits- und Farbrauschen zeigt, dass man im Raw-Entwickler nur mühsam in den Griff bekommt. Die Menüeinträge sind wie eh und je in einer recht unsortierten Liste angeordnet. Allerdings integriert sich die Nikon Z7 über den mitgelieferten Adapter übergangslos in die Spiegelreflexfamilie, sodass geübte Fotografen mit der Kamera praktisch von der ersten Sekunde an wie zu Hause fühlen. Die Kamera kombiniert hohen Funktionsumfang mit relativ geringem Gewicht.

- ↑ Bedienkonzept wie bei DSLRs
- ↓ schlechte Motiverkennung und -verfolgung



## Panasonic Lumix S1R

An der Panasonic Lumix S1R fällt zuerst auf, dass sie größer und schwerer ist als die Konkurrenz. Der Body allein wiegt gut ein Kilogramm und damit fast 400 Gramm mehr als die anderen Kameras. Darüber hinaus bringt sie ein klobiges Ladegerät mit, das als einziges einen Trafo braucht.

Hinsichtlich der Bedienung gibt die Kamera kaum Rätsel auf. Links oben thront ein wuchtiger Programmwähler. Rechts oben finden sich vorne und hinten die üblichen Drehregler. Sie sind ebenso wie der Auslöser gut zugänglich angebracht – so wie bei der Nikon und etwas besser als bei der Sony. Der Hauptschalter hingegen ist aus der Griffposition nicht zu erreichen: Man muss die Kamera mit der ganzen Hand anschalten wie einen sowjetischen Generator.

Die Lumix ist bestens ausgestattet. Für Weißabgleich, ISO-Wert und Belichtungskorrektur sowie Aufnahmemodus gibt es eindeutig beschriftete, nicht doppelt und dreifach belegte Taster – das tut gut. Für das Fokusfeld bietet die Kamera einen extra Joystick. Sie bietet zwei Kartenslots, als einzige einen für SD- und einen für XQD-Karten. Der Autofokus reagiert flink. Die Motiv-, Tier- und Gesichtsverfolgung ist einfach verständlich ins Wahlfeld für die Fokussmethode integriert. Außerdem gibts ein beleuchtetes Schulterdisplay. Das Bedienkonzept ähnelt auffallend dem der Nikon-Kamera.

Die Kamera ist seit diesem Frühjahr erhältlich. Dementsprechend gibt es bisher nur drei Objektive; uns stand das Zoom-Objektiv 24–105 mm f/4.0 zur Verfügung. Es ist mit einem Bildstabilisator ausgestattet, der in Kombination mit dem beweglichen Sensor der Kamera für verwacklungsfreie Aufnahmen sorgt. Die JPEG-Fotos kommen sehr bunt aus der Kamera, allerdings saufen die Schatten tendenziell etwas zu häufig ab. Mit hohem Dynamikumfang kommt die Kamera nicht gut zurecht. Ohne manuelle Korrektur belichtet sie in solchen Situationen zu dunkel.

Reisefotografen müssen schon etwas leidensbereit sein, um das Extrapfund schleppen zu wollen, das Panasonic seinen Kunden verglichen mit der Konkurrenz aufbürdet. Dafür ist die Kamera allerdings top ausgestattet und sehr robust. Der Akku verspricht eine besonders lange Laufzeit, war aber wie bei der Konkurrenz bereits etwa nach 100 Aufnahmen halb leer.

- ↑ bewährtes Bedienkonzept und hoher Funktionsumfang
- ↓ klobiges, schweres Gehäuse



## Sony A7R III

Sony kann die längste Entwicklungsgeschichte vorweisen, wenn es um spiegellose Systemkameras mit Vollformatsensor geht. Gerade hat Sony die vierte Generation der Sony A7 angekündigt. Alle anderen Hersteller stecken noch in der ersten Generation. Das hat zur Folge, dass Sony bereits eine große Auswahl an Objektiven bieten kann. Auch Sigma und Tamron bieten für Sonys E-Mount viel Auswahl.

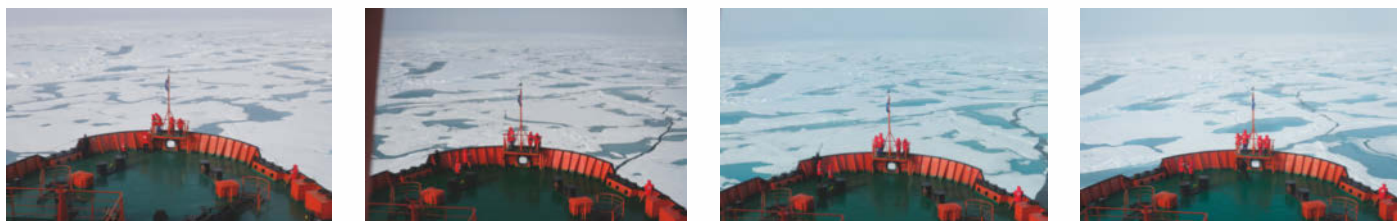
Die für ein Vollformatsystem schlanke Kamera gibt kaum Rätsel auf. Programm und Belichtungskorrektur stellt man über klassische Drehregler ein. Beide Regler sowie der Hauptschalter sind auch mit dem Auge am Sucher gut erreichbar. Blendenöffnung, Belichtungszeit und andere Werte stellt man über zwei Rädchen vorne und hinten am rechten Griff ein. Einzig rätselhaft sind die Tasten C1, C2 und C3 – sie sind frei belegbar. Ab Werk stellt man hier Weißabgleich, Fokusbereich und Fokussmethode ein. ISO-Wert, Aufnahmemodus und Display-Info stellt man am entsprechend gekennzeichneten Rad auf der Rückseite ein.

Die robuste und etwas kantig wirkende Kamera hat zwei Speicherkartenslots für SD-Karten. Sie ist leicht, liegt gut in der Hand und besitzt das übliche klappbare Display, das Aufnahmen in Bodennähe, allerdings wenig mehr erlaubt. Als einzige im Testfeld hat sie kein Schulterdisplay. Mit ihren kaum geschützten Klappen wirkt sie wenig wetterfest.

Wer schon einmal eine Systemkamera in der Hand hatte, findet sich schnell zurecht. Die Kamera hilft standardmäßig dabei, den Horizont gerade zu halten. Der Touch-Modus lässt sich mit der Löschtaste schnell und einfach abschalten.

Getestet haben wir mit einer 50-mm-Festbrennweite. Mit ihr brauchte die Kamera recht lange, um den Autofokus einzustellen. Die Sony A7R III löst 42 Megapixel auf und damit nur geringfügig weniger als die Konkurrenten von Nikon und Panasonic. Dabei zeigt sie auch bei höheren ISO-Werten bis 12.800 erstaunlich wenig Bildrauschen, was allerdings zu Lasten der Auflösung geht. Die JPEGs kommen farbenfroh aus der Kamera und wirken bei schwierigen Verhältnissen wie Gegenlicht erstaunlich ausgewogen, aber etwas zu hell. Die Sony A7 macht es Umsteigern leicht und sorgt dafür, dass man sich schnell an sie gewöhnt und sie nicht mehr aus der Hand geben mag.

- ↑ hohe Auflösung und gute Bildqualität
- ↓ kaum Schutz vor Umwelteinflüssen



So kamen die JPEGs aus den Kameras. Canon (1) und Nikon (2) liegen beim Bildeindruck nahe beieinander. Die Fotos der Panasonic Lumix (3) muten etwas kühler an, die der Sony (4) kommen tendenziell hell und farbenfroh aus der Kamera (f/4.0, ISO 100, 50 mm, Verschlusszeit leicht abweichend).

der ausfallen, hängt in dieser Klasse deutlich mehr vom Fotografen als von der Hardware ab. Das Bedienkonzept spielt als Schnittstelle zwischen Mensch und Technik eine entscheidende Rolle, denn in der Fotografie geht es oft um den Bruchteil einer Sekunde, den Augenblick.

Die Canon EOS R ist eine Vollformatkamera mit einsteigerfreundlichem Bedienkonzept und Selfie-tauglichem Bildschirm. Ihre Auflösung bleibt deutlich hinter der Konkurrenz zurück. Nutzer der EOS 5D Mark IV, die den gleichen Sensor enthält, dürften sich aufgrund des Bedienkonzepts aber kaum angesprochen fühlen. Man kann die Kamera nicht bedienen,

ohne das Auge vom Sucher zu nehmen. Für den Outdoor-Einsatz wirkt sie zu sensibel.

Die Sony A7R III fällt durch erstaunlich wenig Bildrauschen selbst bei hohen ISO-Werten auf. Auch sie erwies sich für eine Expedition als zu wenig wetterfest – ist also eher etwas für moderates Klima und Innenräume. Sie repräsentiert Sonys eigenwilligen Alleingang, der bereits lange begann, bevor die etablierten Hersteller den Spiegel aufgaben.

Nikon macht mit der Z7 keine Experimente, sondern integriert die neue spiegellose nahtlos ins vorhandene Objektivsortiment und Bedienkonzept. Hier muss kein Fotograf neue Tricks lernen. Die Ka-

mera wirkt robust, ihre hohe Auflösung muss man mit Anfälligkeit für Bildrauschen bezahlen.

Die Panasonic Lumix macht in keinerlei Hinsicht Kompromisse. Sie hält einiges aus, geht mit zwei Speicherkartentypen um, hat einen klaren, hellen und schnellen Sucher, stabilisiert sehr effektiv, kombiniert ein Profibedienkonzept mit einfacher Gesichtserkennung und schießt scharfe Bilder. Leider wiegt sie recht viel. In der Praxis war sie dennoch in vielen Situationen das Mittel der Wahl. Man sollte jedoch prüfen, ob die geringe Objektivwahl für die eigenen Ansprüche ausreicht. (akr@ct.de) **ct**

## Spiegellose Vollformatkameras

	Canon EOS R	Nikon Z7	Panasonic Lumix S1R	Sony A7R III
Sensorgroße / Typ	36 mm × 24 mm / CMOS	36 mm × 24 mm / CMOS	36 mm × 24 mm / CMOS	36 mm × 24 mm / BSI-CMOS
Sensorauflösung	6720 × 4480 (30 Megapixel)	8256 × 5504 (46 Megapixel)	8368 × 5584 (47,3 Megapixel)	7952 × 5304 (42 Megapixel)
Lichtempfindlichkeit	ISO 100 bis ISO 40.000 (erweiterbar)	ISO 64 bis ISO 25.600 (erweiterbar)	ISO 100 bis ISO 25.600 (erweiterbar)	ISO 100 bis ISO 32.000 (erweiterbar)
Autofokustyp / Messfelder	Hybrid (Dual Pixel AF) / 5655	Hybrid / 493	Kontrast mit Depth-from-Defokus-Technik / 225	Hybrid / 399
Bildstabilisierung	nur objektivseitig im Canon RF 24–105mm f/4L IS USM	objektivseitig bei DSLR-Obj. und sensorseitig <sup>2</sup>	objektiv- <sup>1</sup> und sensorseitig <sup>2</sup>	sensorseitig <sup>2</sup>
Verschlusszeit	1/8000–30 s, Bulb	1/8000–30 s, Bulb	1/8000–60 s, Bulb	1/8000–30 s, Bulb
Serienbildrate	bis zu 8 B/s	9 B/s	9 B/s	10 B/s
Videoformat	MP4 (MPEG-4, H.264)	MOV, MP4 (MPEG-4 AVC, H.264)	MP4 (MPEG-4 AVC, H.264)	XAVC S <sup>3</sup> (MPEG-4 AVC, H.264)
Video-Auflösung / Bildrate	3840 × 2160 / 30 fps	3840 × 2160 / 30 fps	3840 × 2160 / 60 fps	3840 × 2160 / 30 fps
Suchertyp / Wiederholrate	OLED / 30 oder 60 Hz	OLED / 60 Hz	OLED / 60 oder 120 Hz	OLED / 60 oder 120 Hz
Sucherauflösung	1280 × 960 Pixel	1280 × 960 Pixel	1600 × 1200 Pixel (4:3)	1280 × 960 Pixel
Displaytyp / Auflösung	LCD (8,1 cm) / 1024 × 682 Pixel	LCD (8,1 cm) / 1024 × 682 Pixel	LCD (8,1 cm) / 1024 × 682 Pixel	LCD (7,6 cm) / 800 × 600 Pixel
beweglich / touchfähig	um 180 Grad dreh- und schwenkbar / ✓	nach oben und unten kippbar / ✓	nach oben und unten kippbar / ✓	nach oben und unten kippbar / ✓
Speicherkarten-Slots	1 × SD-Karte (UHS-II)	1 × XQD	1 × SD (HC, XC, UHS-I/-II), 1 × XQD	2 × SD-Karte (Slot 2 nur UHS-I)
Akku	1865 mAh (Li-Ion)	1900 mAh (Li-Ion)	3050 mAh (Li-Ion)	2280 mAh (Li-Ion)
max. Aufnahmen lt. Hersteller	370	330	340	650
Gehäusematerial	Magnesiumlegierung	Magnesiumlegierung	Magnesiumlegierung	Magnesiumlegierung
Betriebstemperatur	0–40 Grad Celsius	0–40 Grad Celsius	frostsicher bis –10 Grad Celsius	0–40 Grad Celsius
Objektiv-Bajonett	Canon RF	Nikon Z	Leica L	Sony E-Mount
Bodymaße (B × H × T)	136 mm × 98 mm × 84 mm	134 mm × 101 mm × 68 mm	149 mm × 110 mm × 97 mm	127 mm × 96 mm × 74 mm
Gewicht (inkl. Akku und Karte)	660 g	675 g	1020 g	657 g
Anschlüsse	USB 3, Mini-HDMI, WLAN, Bluetooth, Mikrofon, Kopfhörer	USB 3, Mini-HDMI, WLAN, Bluetooth, Mikrofon, Kopfhörer	USB-C 3.1, HDMI, WLAN, Bluetooth, Mikrofon, Kopfhörer, Fernbedienung	USB 3, Mini-HDMI, WLAN, NFC, Bluetooth, Mikrofon, Kopfhörer
Preis (Body)	2499 € (inkl. Adapter)	3580 € (inkl. Adapter)	3700 €	3299 €

<sup>1</sup> zwei Achsen <sup>2</sup> fünf Achsen <sup>3</sup> kompatibel mit AVCHD ✓ vorhanden



Bild: Albert Hulm

# Bei Zuruf Klick

## Neun funkgesteuerte Steckdosen fürs Smart Home

**Ist man bei Alexa & Co. erst einmal auf den Geschmack gekommen, steht meist auch der Kauf einer vernetzten Steckdose an. Mit ihnen lassen sich auch doofe Bestandsgeräte per Sprache steuern – als Komfortgewinn oder zum Stromsparen.**

**Von Sven Hansen und Stefan Porteck**

**M**it funkgesteuerten Zwischensteckern verpasst man beliebigen Geräten ohne Smart-Home-Anbindung im Handumdrehen ein smartes Update. Einfach in die Wandsteckdose stecken, Verbraucher einstecken und schon wird alles gut – so versprechen es zumindest die Hersteller.

Tatsächlich lassen sich mit den Wandnubbeln allerlei Dinge im Haushalt anstellen. Man kann sie nutzen, um den Standby-Verbrauch durch gebündeltes Abschalten von Geräten zu reduzieren, um elektrische Zusatzheizungen intelli-

gent zu schalten, um durch temporäres Abschalten von Verbrauchern für Ruhephasen zu sorgen oder auch um dem Energiehunger einzelner Verbraucher gezielt auf die Finger zu schauen.

Wir testen neun vernetzte Zwischenstecker, die sich per App auch von unterwegs aus steuern lassen. Dabei beschränken wir uns weitgehend auf WLAN-Modelle, damit sie sich auch ohne zusätzliches Smart-Home-Gateway sofort nutzen lassen. Eine Ausnahme machten wir bei AVMs Fritz-Dect-Adapter. Wegen der

hohen Verbreitung der Fritzbox haben viele Nutzer das nötige Gateway in Form ihres DECT-fähigen Routers längst zu Hause stehen.

Im Testfeld finden sich neben der hierzulande weniger bekannten US-Firma Vocolinc auch namhafte Hersteller wie D-Link, TP-Link, Edimax und Amazon. Dem Online-Riesen ist nicht entgangen, dass sich die schaltbaren Steckdosen zum Verkaufsschlager entwickelt haben. Kurzerhand brachte er daher einen eigenen „Smart Plug“ für Alexa heraus.

Daneben gibt es die oft günstigeren Modelle chinesischer Hersteller. Die Geräte von Sonoff, Avatar und Teckin nutzen alle denselben Chip (ESP82xx). Avatars Smart Wifi Plug und Teckins WLAN-Steckdose SP22 setzen auf die in China weit verbreitete Tuya-Plattform auf. Sie nutzen die identische App nebst hinterliegender Cloud.

Apropos Cloud: Eine dauerhafte Verbindung zu den Hersteller-Servern im Netz verlangen mit einer Ausnahme alle getesteten Geräte, spätestens wenn man die Sprachsteuerung via Alexa, Siri oder Google Assistant nutzen oder Verbraucher per App aus der Ferne steuern möchte. Die günstigen China-Stecker bieten über unser Projekt c't Smart Home einen Ausweg aus der Cloud, den wir im Artikel ab Seite 121 aufzeigen.

## Funk

Acht Kandidaten nutzen WLAN zur Kommunikation. Dabei halten sie sich ausschließlich im 2,4-GHz-Band auf. Das ist zwar im Vergleich zum 5-GHz-Band eher überfüllt, bietet aber durch die niedrigere Frequenz eine bessere Durchdringung von Hindernissen und somit eine höhere Reichweite. Letztere ist bei der getesteten Gerätekategorie durchaus wichtig, da man die Zwischenstecker im ganzen Haus einsetzen möchte – zumal keiner der Testkandidaten reichweitenverlängernde Mesh-Technologie beherrscht. Wenn eine Schaltsteckdose im täglichen Einsatz nicht zuverlässig funktioniert, kann das an mangelhafter WLAN-Abdeckung liegen, denn die Entfernung zum Router und die dazwischen liegenden Hindernisse entscheiden über die Erreichbarkeit.

Bei unseren Schaltversuchen auf Distanz stiegen die Stecker von Avatar und Edimax als erstes aus – zwei massive Wände auf 8 Meter genügten, um die Verbindung zum Router (Fritzbox 7490) zu blockieren. Im Mittelfeld lagen die Kan-

didaten von Teckin, TP-Link und Sonoff. D-Links W118 und die PM5 von Vocolinc hielten die Verbindung auch auf 15 Meter mit vier Wänden. Per WLAN kamen wir schließlich am weitesten mit Amazons Smart Plug. Das niederfrequente DECT-ULE der FritzDecs konnte seine Stärken ausspielen und war in Sachen maximale Distanz zum Router der klare Sieger: 20 Meter schaffte sie.

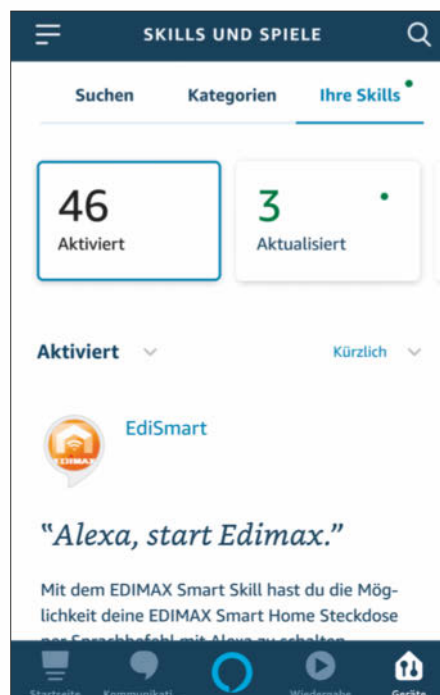
## Einrichtung

Bei der Ersteinrichtung der WLAN-Steckdosen stößt man kaum auf Probleme. Die meisten ziehen ein eigenes WLAN auf, in welches sich die jeweilige App automatisch einloggt, um im nächsten Schritt die Verbindung zum Nutzer-WLAN herzustellen. Amazon und D-Link erleichtern das Einlernen durch einen QR-Code auf der Steckdose, den man einfach mit der App einscannt; ein ähnliches Verfahren wendet Vocolinc an, um die PM5 per HomeKit einzubinden. Zum Herstellen der DECT-Verbindung zwischen dem DECT 200 und der FritzBox genügt das Drücken der DECT-Taste auf beiden Devices.

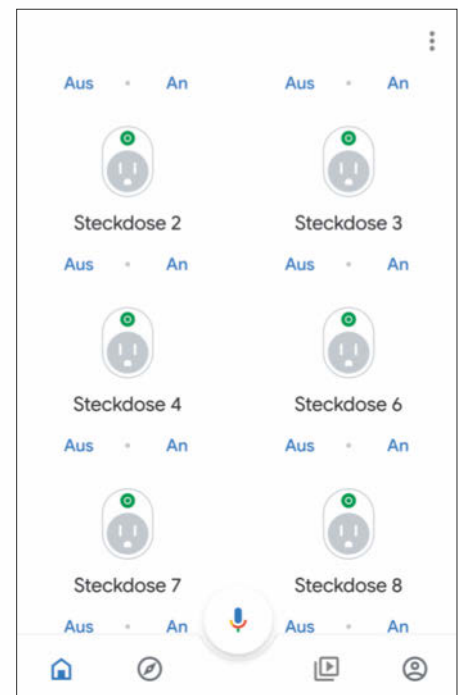
Alle WLAN-Zwischenstecker kommen mit Apps für iOS und Android. Die Apps ermöglichen das Schalten aus dem WLAN

und von unterwegs. Hierfür benötigt man zwangsweise einen Kunden-Account, da die Geräte über die herstellereigene Cloud geschaltet werden. Das Mobilgerät spricht dann mit dem Cloud-Server, der wiederum den Schaltimpuls an die Steckdose weiterreicht. Dass jeder Schaltbefehl zwischen Smartphone und Steckdose meist via Internet um die Welt wandert, obwohl die Geräte nur wenige Meter voneinander entfernt sind, hat neben der Latenz auch den Nachteil, dass sich die Steckdosen bei Störungen des WLAN nur noch direkt am Gerät bedienen lassen. Fällt nur das Internet aus, schaut man nicht bei allen Kandidaten in die Röhre: Mit Ausnahme der Geräte von Amazon, D-Link und Vocolink nehmen die Dosen ihre Befehle von der App auch auf direktem Weg übers lokale Netzwerk entgegen.

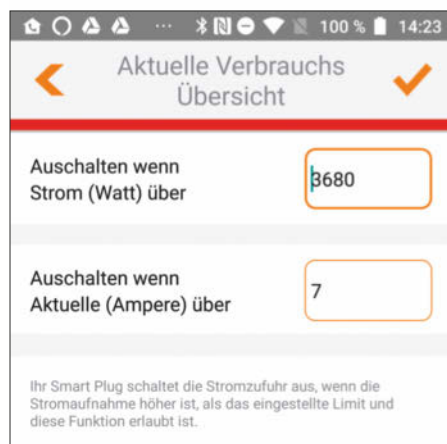
Die einzige Ausnahme vom Cloud-Zwang des Testfelds ist das Gespann aus AVM-Steckdose mit der Fritzbox – wenn man auf die Steuerung per Sprache verzichtet. Die Fritz!Dect 200 lässt sich über die MyFritz-App und mit jedem Browser über die Weboberfläche der Fritzbox schalten und konfigurieren. Nutzt man den kostenlosen DynDNS-Dienst von AVM, klappt das auch von unterwegs. Der Vorteil: Durch die Kopplung an den hei-



Mit der Alexa-App verwaltet man die Skills, mit denen sich Steckdosen einbinden und anschließend steuern lassen.



Über Googles Home-App konnte man bis auf die Zwischenstecker von Amazon und Edimax alle Kandidaten einbinden und über den Assistent per Sprache steuern.



Bei Edimax Smart Plug Switch kann man den maximalen Ausgangsstrom per App einstellen.

mischen Router entfällt bei der Fritz!Dect 200 der Cloud-Zwang und die Registrierung beim Hersteller. Steuerbefehle von der App oder dem Browser landen ohne Umweg direkt bei der eigenen Fritzbox, die dann die gewünschten Kommandos an die Steckdose funkt.

Bei den anderen WLAN-Steckdosen muss man sich zwingend mit einer Mail-Adresse registrieren. Wer Wert auf Datenschutz legt, benutzt dafür eine eigens angelegte Free-Mailer-Adresse, die wenigstens nicht den eigenen Namen preisgibt.

Per Alexa gesteuert verhielten sich die Zwischenstecker beim Security-Check unauffällig. Es wurden nur wenige KByte übertragen. Lediglich bei Edimax gelang es, einen Teil der TLS-gesicherten Kommunikation zwischen Stecker und EdiSmart-App mittels einem Man-in-the-middle (MITM) aufzubrechen. Keine der Dosen ließ sich jedoch steuern, wenn ein MITM die Kommunikation mitlauscht, sondern sie verhielten sich dann so, als wäre die Internet-Verbindung ausgefallen. Das ist ein gutes Zeichen und eine deutliche Verbesserung gegenüber dem letzten Test.

## Home, Smart Home

Alle Kandidaten lassen sich per Sprache steuern. Hierzu muss man sie mit Amazon Alexa respektive Google Assistant verknüpfen. Den PM5 kann man wegen seiner HomeKit-Kompatibilität auch über Apples Siri ansprechen.

Über Alexa lassen sich alle Kandidaten ansprechen – zumindest theoretisch. Bei der Edimax-Steckdose gelang es uns zunächst nicht, den Cloud-Account in der

EdiSmart-Alexa-Skill zu hinterlegen. Mithilfe der Hotline ließ sich diese Nuss knacken, allerdings erschien nach der Verknüpfung die Steckdose nicht in Alexas Geräteliste. Laut Edimax-Support ist das so gewollt: Man müsse die Schaltung quasi über Bande mit dem Befehl „Alexa, sag Edimax schalte ...“ absetzen.

Die Reaktionszeiten bei der Sprachsteuerung unterscheiden sich stark. Amazon und D-Link reagieren fast augenblicklich auf den Cloud-Befehl. Am lahmsten arbeiten AVMs Fritz Dect 200 und der PM5 von Vocolinc. Hier braucht es zwei bis drei Sekunden, bis ein Befehl durchschlägt. Die übrigen liegen dazwischen.

Generell ist es wegen abweichender Namensgebung manchmal schwierig, den richtigen Skill zu finden: Vocolincs PM5 lässt sich zum Beispiel über einen Skill namens LinkWise verknüpfen (siehe Tabelle). Die Verbindung zum Google Assistant stellt man über den Gerätemanager der Home-App her. Über „Geräte hinzufügen“ lassen sich die Cloud-Accounts der WLAN-Steckdosen einklinken.

Das AVM-Gerät braucht zur Sprachsteuerung die Hilfe eines Drittanbieters. In unserem Test stellten wir die Verbindung über den Skill von FB Smart Home her. In der FritzBox sollte man zur Steuerung einen eigenen Benutzer anlegen, dessen Rechte auf den Smart-Home-Bereich beschränkt sind. Die Schaltung erfolgt nach Einrichtung auf der Seite [www.fbsmarthome.site](http://www.fbsmarthome.site) über die Server des Drittanbieters. Der Fritz-Dect-Stecker lässt sich danach per Alexa oder Google Assistant steuern und gibt sogar noch Informationen zu Raumtemperatur aus.

## Appgeschaltet

Das Ein- und Ausschalten per Sprachkommando ist zweifelsohne sehr bequem. Doch manchmal wünscht man sich etwas smarteres Verhalten, etwa einen Sleep-Timer, der die Steckdose mit dem Schlafzimmer-Ventilator oder -Fernseher nach dem Einschlafen automatisch ausschaltet.

Für solche Befehle eignen sich die Skills für Alexa und den Google Assistant nicht. Stattdessen muss man direkt auf die zugehörigen Apps der Steckdosen zurückgreifen. Hier lassen sich bei allen getesteten Steckdosen Zeitpläne anlegen, die die Geräte zu gewünschten Zeiten automatisch ein- und ausschalten.

Ein Countdown, der sich als Sleep-Timer nutzen lässt und der die Steckdosen nach einer gewünschten Zeit automatisch

wieder ausschaltet, bieten die Testkandidaten von Avatar, D-Link, Sonoff, Teckin und TP-Link.

Die günstigen Stecker von Avatar und Teckin nutzen die Smart-Home-Plattform des chinesischen Herstellers Tuya. Dieser hat sein Smart-Home-Imperium inzwischen weiter ausgedehnt, was man an der großen Zahl verknüpfbarer Hardware sehen kann, die man in der Smart-Live-App angeboten bekommt. Neben kompatiblen Leuchtmitteln, Kameras und Klimageräten gibt es inzwischen auch ein Gateway, das neben WLAN- auch Z-Wave-Geräte einbindet.

Auch die Apps der Netzwerk-Profis D-Link und TP-Link eignen sich, um weitere Sensoren oder Geräte zu steuern. So lassen sich mit einfachen Wenn-dann-Regeln, die man mit wenigen Fingertipps in den Apps anlegt, eigene Routinen erstellen. Sie steuern mehrere Geräte gleichzeitig oder schalten die Steckdosen automatisch anhand bestimmter Trigger.

Avatar, D-Link und Teckin unterstützen zudem den Meta-Dienst IFTTT, der unterschiedlichste Trigger bereithält, um Schaltungen per Cloud auszuführen. TP-Link arbeitet mit dem deutschen Pendant Conrad Connect zusammen.

## Energie

Stromsparen durch gezieltes Bündeln und Abschalten von Standby-Verbrauchern ist ein möglicher Einsatzzweck der getesteten Aktoren. Dabei ist allerdings zu beachten, dass sich die allzeit bereiten WLAN-Stecker durchaus selbst das ein oder andere Watt im Standby gönnen.

Eine Überraschung: Die günstigen Zwischenstecker erwiesen sich in unserem Labor mit rund 0,5 Watt besonders sparsam im Standby. Am oberen Rand lagen die Vocolinc PM5 (1,1 Watt) und Edimax' Smart Plug Switch (1,7 Watt), was sich übers Jahr auf rund 3 Euro summiert.

Erfreulich war die Entwicklung bei D-Link: Nachdem das Vormodell W115 mit 2,7 Watt über die Stränge schlug, begnügte sich der W118 mit 0,5 Watt.

Eine Funktion zur Verbrauchsmessung der angeschlossenen Geräte boten fünf Kandidaten. AVM geht dabei am weitesten und aggregiert über die Fritzbox Verbrauchsdaten über Zeiträume bis zu einem Jahr. Edimax EdiSmart-App visualisiert den aktuellen Verbrauch über einen zapfelnden Energie-Tacho, bei den restlichen Apps sieht man sich einem eher nüchternen Zahlenwerk gegenüber. Der Edimax-

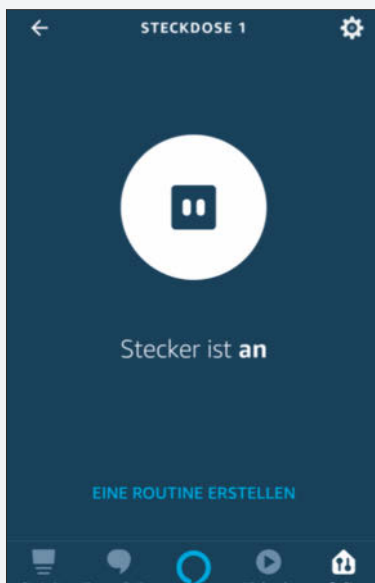


## Amazon Smart Plug

Der Smart Plug ist tief ins Amazon-Ökosystem integriert. Entsprechend einfach gelingt die Einrichtung: einstecken, in der Alexa-App mit dem eigenen Account verknüpfen, fertig. Anschließend lässt sich die Steckdose per Sprache über alle Echo-Geräte oder in der Amazon-App auf Smartphones und Tablets steuern.

Nachteil der Integration: Die Steckdose nimmt Sprachkommandos ausschließlich über Alexa entgegen. Der Google Assistant und Apple HomeKit bleiben außen vor, und auch auf eine Anbindung an den Automatisierungsdienst IFTTT muss man verzichten.

Der Amazon Smart Plug ist mit 30 Euro eine der teureren Funksteckdosen im Test, wartet aber mit einem großen Funktionsumfang wie Timer, Zeitplänen und Routinen auf.



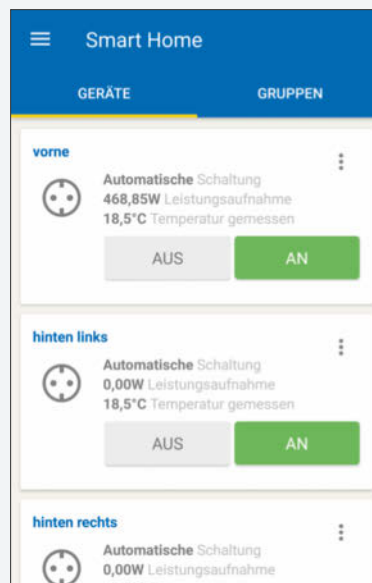
- 👍 einfach anzulernen (Amazon)
  - 👎 keine Alexa-Alternativen
  - 👎 keine Kindersicherung
- Preis: 30 €



## AVM Fritz!Dect 200

Die Schaltsteckdose von AVM funktioniert nur in Kombination mit einer DECT-fähigen Fritzbox. Eine weitere Besonderheit: In die Steckdose ist ein Mikrofon und ein Temperatursfühler eingebaut. Damit lässt sich die Steckdose durch Händeklatschen schalten und erfasst die Raumtemperatur.

Sprachassistenten und IFTTT werden von AVM selbst nicht unterstützt. Es gibt Skills von Drittanbietern, mit denen sich die Steckdose über Sprachbefehle via Alexa oder Google Assistant steuern lässt. Genügt einem die Fernsteuerung per App, kommt die Fritz!Dect 200 ohne Cloud-Zwang aus und lässt sich über AVMs eigenen DynDNS-Dienst von unterwegs steuern. Bei der recht übersichtlichen MyFritz-App ist der Bereich Smart Home nur einer von vielen.



- 👍 kein Cloud-Zwang
  - 👍 fortlaufend Software-Updates
  - 👎 weniger Funktionen
- Preis: 36 €

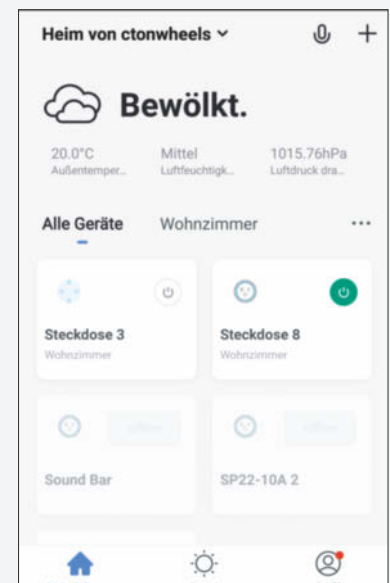


## Avatar Mini Smart Wifi Plug

Die Avatar Mini trägt ihren Namen zu recht. Mit einer Kantenlänge von 5 Zentimetern ist sie nur wenige Millimeter breiter als ein gewöhnlicher Schuko-stecker, sodass sie in Mehrfachsteckdosen nicht den benachbarten Steckplatz blockiert.

Die App Smart Life dient auch der Steuerung anderer Produkte des Herstellers, etwa Glühlampen. Sie ist optisch und von der Bedienung an Smart-Home-Zentralen angelehnt. Sie blendet Wetter-Infos und Zustände aller Geräte ein.

Die Steckdose lässt sich dort leicht per Fingertipp oder zeitgesteuert bedienen. Zudem kann man Routinen und Szenen festlegen, bei denen der Aktor auf Kommando oder nach festgelegten Ereignissen automatisch schaltet.



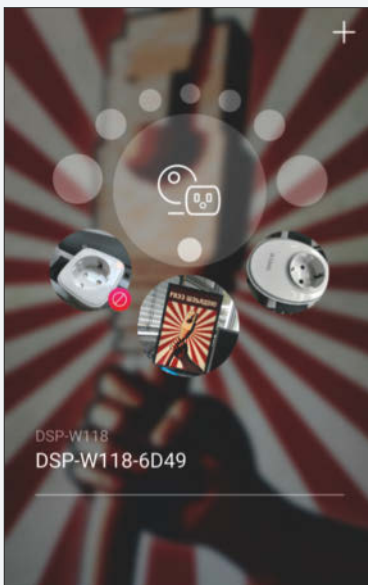
- 👍 sehr klein
  - 👍 günstig
  - 👎 schaltet nicht ohne Internet
- Preis: 12 €



### D-Link Mini WLAN-Steckdose DSP-W118

D-Links Mini ist zwar nicht der kleinste Zwischenstecker im Test, aber zwischen dem wuchtigen Vorgänger W115 und dem schlanken 118er liegen doch Welten. Kompakt, quadratisch und in unauffälligem Design trägt D-Links neue WLAN-Steckdose an der Wand kaum auf.

Auch die myDlink-App hat gewonnen. Sie ist nun flüssig zu bedienen und mausert sich zur Smart-Home-App, wenn man denn in weitere Sensorik, Kameras oder Hubs von D-Link investiert. Die Oberfläche lässt sich den eigenen Wünschen anpassen, alle Komponenten sind über das animierte Gerätekarussell bequem zu erreichen. Die App erlaubt sogar das Anlegen von einfachen Automatisierungsregeln. Steckdosen-Symbole und App-Hintergrund lassen sich nach eigenem Wunsch anpassen.



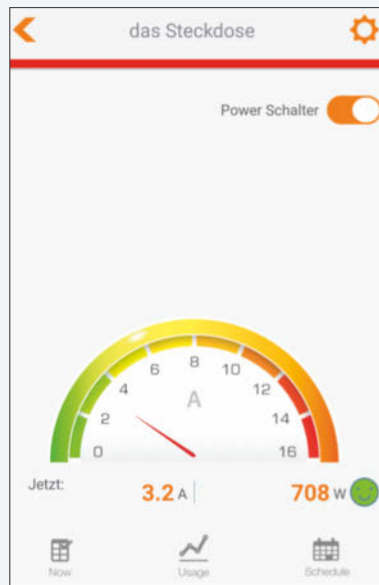
- ↑ kompaktes Design
  - ↑ schnelle Schaltzeiten
  - ↑ coole App
- Preis: 28 €



### Edimax Smart Plug Switch SP-2101W

Der SP-2101W schaut mit seinem Kasten-Design eher nach einem WLAN-Repeater aus. Besonders unpraktisch ist der Reset-Taster, der an der Gerätefront gleich neben dem Power-Schalter liegt. Hier muss man schon genau hinschauen, welchen Knopf man drückt.

Die App ist funktional gestaltet, die dynamische Energieanzeige und die grafische Auswertung im Quermodus sind eindeutig das Highlight. Viel Geduld fordert der Edimax-Zwischenstecker bei der Sprachsteuerung via Alexa. Kein anderer war so umständlich einzurichten und zu bedienen. Recht originell ist die Idee, die Steuerung per QR-Code auch temporär an einen Freund mit EdiSmart-App abzutreten.



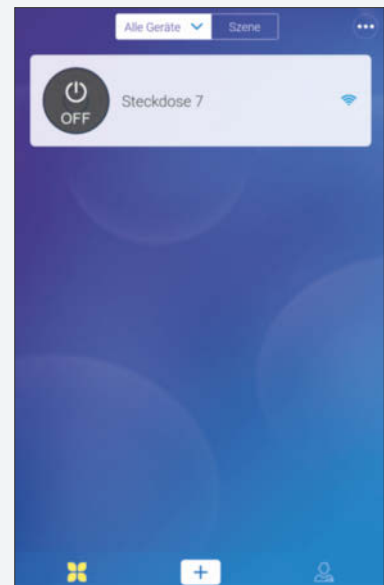
- ↑ Energie-Meter
  - ↓ umständliche Sprachbedienung
  - ↓ schlechte Smart-Home-Integration
- Preis: 40 €



### Sonoff S26 WIFI

Die Zwischenstecker und Steuerelemente von Sonoff (S(on)(off)) sind beliebt unter Freunden alternativer Firmware und eignen sich gut für eigene Smart-Home-Projekte. Die S26 ist schlanker als ihr Vorgänger, wirkt durch das etwas scharfkantige Gehäuse aus Hochglanzplastik allerdings etwas billig. Der LED-Ring zeigt mit Blink-Codes an, ob das WLAN nicht erreichbar ist oder ob es an einer Internetverbindung hapert.

Die eWeLink-App ist zwar recht spröde anzuschauen, bietet für die S26 aber durchaus spannende Einstellungsoptionen wie das „Inching“, bei dem der Zwischenstecker ähnlich einer Treppenhausschaltung nach einer wählbaren Dauer den Strom automatisch kappt.



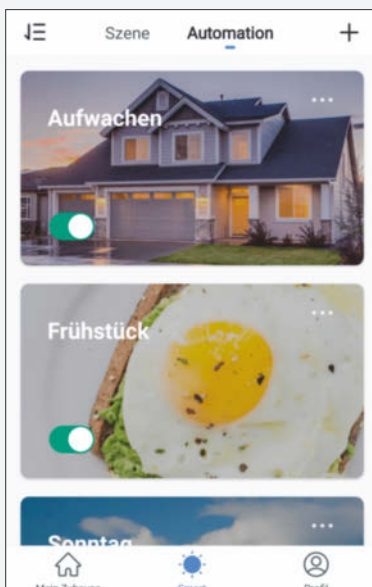
- ↑ Spezialfunktionen
  - ↓ billig verarbeitet
  - ↓ unübersichtliche App
- Preis: 11 €



## Teckin TECKIN WLAN Steckdose SP22

Die SP22 gibt es im Viererpack für günstige 10 Euro pro Dose. Das sieht man dem Zwischenstecker nicht unbedingt an. Er wirkt solide verarbeitet und lässt sich mit seinem prominenten On-/Off-Schalter bequem am Gerät bedienen.

Bei der App muss man dann doch Abstriche machen. Tuya-Standard-Paket ist nicht besonders bedienerfreundlich und macht optisch wenig her. Dafür lässt sich die App inzwischen mit einem Potpourri weiterer China-Hardware anfüllen und mausert sich zur Smart-Home-Oberfläche. Wer die China-Cloud meiden will, findet in der Teckin ein günstiges Testobjekt, um mit alternativer Firmware zu experimentieren.



- ↑ günstig
  - ↑ gut als Bastelobjekt
  - ↓ unübersichtliche App
- Preis: 22 € (2er-Pack)



## TP-Link Kasa Smart HS110

Die TP-Link-Steckdose ist hochwertig verarbeitet, zählt aber zu den wichtigeren Kandidaten im Testfeld. Bedient wird sie über die Kasa-Smart-App. Hinter Kasa Smart verbirgt sich eine Tochterfirma von TP-Link, mit der man künftig auch auf dem Smart-Home-Segment mitmischen will.

Entsprechend wirkt die schöne und übersichtliche App ebenfalls wie eine Smart-Home-Zentrale. Kasa hat neben Steckdosen noch Lampen und eine Überwachungskamera im Angebot, die sich ebenfalls mit der App steuern lassen.

Bislang stehen für die Steckdose die gängigen Zeitsteuerungs- und Timer-Funktionen bereit. Zudem lässt die HS110 sich in Szenen und Routinen einbinden.



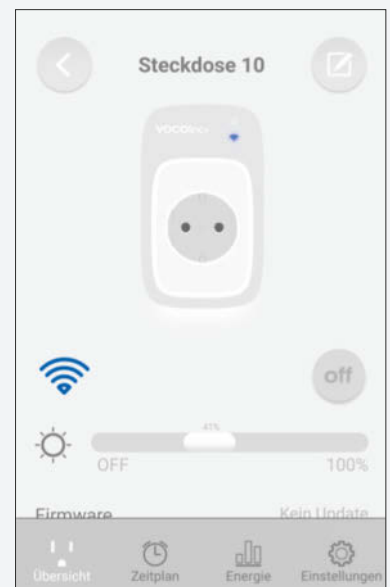
- ↑ gute App
  - ↑ Smart-Home-Funktionen
  - ↓ sehr groß
- Preis: 23 €



## Vocolinc Smart Wi-Fi Outlet PM5

Würde Vorwerk smarte Steckdosen verkaufen, sähen sie wohl aus wie Vocolincs PM5. Tatsächlich kommt der voluminöse Zwischenstecker von einem US-amerikanischen Kickstarter. Der Smart Wi-Fi Outlet ist solide verarbeitet, mit grauer Kunststoffapplikation aufgemotzt und bietet mit zwei USB-Chargern und einer LED-Leuchte als Orientierungslicht eine Vollausstattung.

Die zugehörige LinkWise-App wirkt dagegen nicht ganz so stylish. Mit langen Reaktionszeiten, hohem Standby-Verbrauch und niedriger WLAN-Reichweite macht die PM5 einen etwas antiquierten Eindruck. Immerhin lässt sie sich auch per HomeKit einbinden und stellt die Orientierungs-LED im Smart-Home-Umfeld für zusätzliche Automatisierungsregeln bereit. Direkt am Gerät lässt sich das Nachtlicht nicht bedienen.



- ↑ HomeKit-Unterstützung
  - ↓ keine Kindersicherung
  - ↓ langsame Sprachsteuerung
- Preis: 35 €

Stecker lässt sich auch nutzen, um Verbraucher nach dem Erreichen einer einstellbaren kWh-Grenze abzuschalten. Er lässt sich also auch als Kostenbremse oder Notabschaltung konfigurieren.

Die Messgenauigkeit war für den privaten Bereich ausreichend. Die Geräte von AVM, Edimax und TP-Link konnten auch niedrige Wattagen von elektronischen Vorschaltgeräten oder LED-Leuchtmitteln mit einer Abweichung von maximal 1,5 Prozent bestimmen.

## Fazit

Das Gute vorweg: Intelligente Zwischenstecker sind seit unserem letzten Test sparsamer, günstiger, sicherer und etwas kompakter geworden. Die Geräte von Edi-

max und Vocolinc stammen allerdings scheinbar aus älteren Tagen, in denen nicht alles immer besser war. Hoher Standby, voluminöses Gehäuse und träge Cloud-Schaltung sind kein Aushängeschild. Immerhin punktet Vocolinc mit der HomeKit-Unterstützung, und Edimax bietet als einziger die Strombremse nach Erreichen einer kWh-Grenze.

Auch AVMs Fritz-Dect 200 ist äußerlich in die Jahre gekommen, muss sich dank solider Hardwareausstattung und ständiger Software-Updates allerdings nicht verstecken. Ein etwas kompakteres Nachfolgemodell dürfte es sechs Jahre nach der Einführung der 200er allerdings schon geben. Würden die Berliner die Sprachsteuerung in eigener Regie umset-

zen, wären die Schaltzeiten zudem nicht ganz so lahm.

Die spannendsten Apps gab es bei D-Link und TP-Link, die ihre Systeme stärker in Richtung allgemeine Smart-Home-Steuerung ausdehnen. Man ist allerdings bei beiden auf die hauseigenen Produkte beschränkt. Tuya's Smart-Life-App ist nicht ganz so hübsch, unterstützt allerdings deutlich mehr Geräte.

Grundsätzlich sind die Funksteckdosen aber eine probate und günstige Option, um alte, unsmartes Geräte wie Kaffeemaschinen oder Ventilatoren entweder per Sprache zu steuern oder sogar komfortabel in Smart-Home-Lösungen zu integrieren, statt sie nur deswegen durch vernetzte Geräte zu ersetzen. (sha@ct.de) **ct**

## Sprachgesteuerte Zwischenstecker

Typ	Amazon Smart Plug	Fritz!Dect 200	Mini Smart Wi-Fi Plug	Mini WLAN-Steckdose	Smart Plug Switch	S26 Wi-Fi	TECKIN WLAN Steckdose	TP-Link Kasa Smart	Smart Wi-Fi Outlet
Modell	HD34BX	2000 2572	AWP08L	DSP-W118	SP-2101WV2	S26F	SP22	HS110	PM5
Hersteller	Amazon	AVM	Avatar	D-Link	Edimax	Sonoff	Teckin	TP-Link	Vocolinc
Web	amazon.de	avm.de	avatarcontrols.com	dlink.com	edimax.com/ edimax/de/	sonoff.tech	teckinhome.com	tp-link.com/de/	vocolinc.com
Firmware	1000015	4.16	1.0.2	1.01.03	3.00c	3.3.0	1.0.7	1.5.4	3.121.2
<b>Ausstattung</b>									
Kindersicherung	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—
Tasten	On/Off	On/Off, DECT	On/Off	On/Off	On/Off, Reset	On/Off	On/Off	On/Off, Setup	On/Off
LEDs	Status	Power, Wi-Fi	Power	Status	Power, Status	Status	Status	Power, Wi-Fi	Power, Wi-Fi
Funkverbindung	Wi-Fi 4 (nur 2,4 GHz)	DECT ULE (1,8 GHz)	Wi-Fi 4 (nur 2,4 GHz)	Wi-Fi 4 (nur 2,4 GHz)	Wi-Fi 4 (nur 2,4 GHz)	Wi-Fi 4 (nur 2,4 GHz)	Wi-Fi 4 (nur 2,4 GHz)	Wi-Fi 4 (nur 2,4 GHz)	Wi-Fi 4 (nur 2,4 GHz)
Maximale Stromstärke (Hersteller)	10 A	10 A	10 A	16 A	16 A	10 A	10 A	16 A	10 A
Assistenz-Dienste	Alexa	Alexa, Google Assistant <sup>1</sup>	Alexa, Google Assistant	Alexa, Google Assistant	Alexa	Alexa, Google Assistant	Alexa, Google Assistant	Alexa, Google Assistant	Alexa, Google Assistant, HomeKit
Skill	—	FB Smart Home	Smart Life	mydlink Smart	EdiSmart	Smart We Link	Smart Life	TP-LINK Kasa	VOCOLINC V3
Automatisierungsdienste	—	—	IFTTT	IFTTT	—	Nest	IFTTT	Conrad Connect	—
Besonderheiten	in Alexa ohne Skill direkt nutzbar	Temperatursensor, Mikrofon, Zustand nach Stromausfall definierbar	—	Automatisierungsregeln per App	Verbrauchs-Tachografie, maximale Last per App einstellbar	Zustand nach Stromausfall definierbar, Inching (automatischer Timer)	—	Anwesenheitssimulation	2 USB-Ladebuchsen (2,4 A max.), Nachtlicht
<b>Funktionen</b>									
App	Alexa	MyFritz!	Smart Life (Tuya)	mydlink	EdiSmart	eWeLink	Smart Life (Tuya)	Kasa	LinkWise
Leistungsmessung	—	✓ (+ 1,5 %)	—	—	✓ (+ 1,5 %)	—	✓ (+ 7 %)	✓ (- 1,5 %)	✓ (- 5 %)
Benachrichtigung	—	Mail	Push	Push	Push, Mail	Push	Push	—	Push
Zeitpläne / Timer	✓ / ✓	✓ / —	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / —	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / —
Zwangs anmeldung	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Messungen</b>									
Abmessungen	10,1 cm × 5,6 cm × 7,9 cm	5,9 cm × 9,3 cm × 4,1 cm	5 cm × 5 cm × 4,5 cm	6 cm × 6 cm × 6,5 cm	10,5 cm × 6,4 cm × 6 cm	9,5 cm × 5,5 cm × 3,4 cm	8 cm × 6,3 cm × 3,4 cm	10 cm × 6,6 cm × 7,7 cm	11,7 cm × 7 cm × 4 cm
Leistungsaufnahme Standby	0,8 W / 2,4 VA	0,6 W / 1,6 VA	0,5 W / 1,3 VA	0,5 W / 1,9 VA	1,6 W / 5,2 VA	0,4 W / 1,1 VA	0,62 W / 1,4 VA	0,7 W / 2,2 VA	1,1 W / 2,6 VA
<b>Bewertung</b>									
App	○	⊖	○	⊕	⊖	⊖	○	⊕	⊖
Konnektivität	⊖⊖	⊖	⊕	⊕	○	○	⊕	○	○
Preis	30 €	36 €	12 €	28 €	40 €	11 €	22 € (2er-Pack)	23 €	35 €
<sup>1</sup> nur über Skill von Drittanbietern									
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden k. A. keine Angabe									



smarthome und `node-red-contrib-dlink-dspw`. Bei der Edimax SP-2101W V2 gibt es eine API-Dokumentation für Abfragen per HTTP-Requests. Einen Link dazu und zu allen Erweiterungen und Dokumentationen finden Sie über [ct.de/ys86](http://ct.de/ys86). Für die AVM-Dose gibt es mehrere Erweiterungen: `node-red-contrib-smartfritz` versteht sich nur auf die DECT-Steckdose. `node-red-contrib-fritzapi` kann allerhand AVM Smart-Home-Hardware steuern. Mehr zur Steuerung der Fritzbox mit Node-Red finden Sie unter [2].

Käufer der Amazon-Steckdose und der PM5 von Vocolinc haben Pech. Sie eignen sich nach unseren Recherchen bislang nicht für cloudfreie Smart-Home-Projekte.

## Zukunftssicherheit

Wer die Steckdosen ohne die Hersteller-Cloud betreibt, bekommt einen echten Bonus: Zukunftssicherheit. Der Smart-Home-Markt wird überrannt von Herstellern, die auch mal mitspielen wollen. Wer weiß aber, wie lange sich die Ambitionen eines Herstellers in diesem Bereich halten? Rentiert sich das Geschäft irgendwann nicht mehr, wird er schon aus ökonomischen Erwägungen die Infrastruktur für einen aufgekündigten Geschäftsbezug abschalten. Zugleich weiß man aber auch nie, wann ein Hersteller sein Produkt oder dessen Software so abändert, dass eine Nutzung ohne Cloud schwer bis unmöglich wird.

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

## Literatur

- [1] Merlin Schumacher, Der Tuya-Smart-Home-Hack, IoT-Komponenten von unsicherer Tuya-Firmware befreien, c't 4/2019, S. 18
- [2] Merlin Schumacher, Routers Meer, Fritzboxen mit Node-Red auslesen und steuern, c't 5/2019, S. 134

Links: [ct.de/ys86](http://ct.de/ys86)

## WLAN-Schaltsteckdosen

Modell	Zugriff per
Amazon Smart Plug	n.v.
Fritz!Dect 200	API
Avatar AWP08L	Firmwaretausch
D-Link DSP-W118	API
Edimax SP-2101W V2	API
Sonoff S26F	Firmwaretausch
Teckin SP22	Firmwaretausch
TP-Link HS110	API
Vocolinc PM5	n.v.

# Freischalten

## Smarte Steckdosen ohne Hersteller-Cloud betreiben

**Die Steuerung per Cloud ist bequem, aber man gibt viele Daten preis. Wir zeigen, welche Modelle auch ohne Cloudverbindung laufen und wie das geht.**

Von Merlin Schumacher

Ein Kommando im Smart Home hat fast immer einen langen Weg hinter sich: vom Sprachassistenten oder der App aufgenommen, zur Analyse in dessen Cloud geschickt und dort verarbeitet. Dann geht die Reise weiter in die Cloud vom Hersteller des zu steuernden Gerätes und von dort zurück ins intelligente Eigenheim. Viele Daten fließen, damit die nur selten genutzten Spielkonsolen an der smarten Steckdose nicht unnötig Strom verdödeln.

Man kann den Weg aber auch abkürzen: Man tippt einen Knopf an, die Smart-Home-Steuerung sendet per MQTT (oder einem anderen Protokoll) ein Kommando an die Schaltsteckdose. Fertig. Dabei hat kein Byte das Heimnetz verlassen. Damit das klappt, muss man bei den meisten Steckdosen die Firmware austauschen. Das gelingt bei vielen sogar ohne Lötkolben. Manche muss man nur mit der richtigen Software ansteuern, andere sind von der Cloud untrennbar.

In drei der Steckdosen steckt der populäre Mikrocontroller ESP8266 (Avatar AWP08L, Teckin SP22, Sonoff S26F). Die Geräte von Avatar und von Teckin stammen vom OEM-Hersteller Tuya und lassen sich mittels des von c't bereitgestellten Tools Tuya-Convert mit einer alternativen Firmware bespielen [1]. Gelötet werden muss dafür nicht, aber man braucht einen Computer mit WLAN-Modul und Linux.

Die Sonoff S26F verwendet eine andere Firmware. Hier muss man den Lötkolben schwingen, um sie auszutauschen. Das aber selbstverständlich nur, während die Dose vom Stromnetz getrennt ist! Anschließend lässt sich auch die S26F per MQTT in die Hausautomation integrieren.

Tuya-Convert liefert die ESP-Firmware Sonoff-Tasmota mit, weil diese sehr flexibel ist. Die Firmware wurde ursprünglich für die Smart-Home-Produkte von Sonoff entwickelt, die alle auf dem ESP8266 basieren. Daher läuft sie auf den Tuya-Geräten und empfiehlt sich ebenso für die S26F.

## Zugriff per API

Bei den Modellen von TP-Link und D-Link kann man mit entsprechenden Erweiterungen auf deren API zugreifen. Für Node-Red, das den Kern des c't-Smart-Home bildet, sind das `node-red-contrib-tp-link-`



# Neue Leichtigkeit in 3D

## 3D-Paket Blender 2.8: kostenlos, einsteigerfreundlich, standardkonform und kooperativ

**Die neue Blender-Version soll Einsteigern den Zugang zu 3D-Modeling und -Animation erleichtern und wirft dafür einige eigenwillige Bedienkonzepte über Bord. Die Community jubelt – dank cleverer Lösungen, die niemandem etwas aufzwingen.**

Von **Gottfried Hofmann**

**M**it Version 2.8 haben die Blender-Entwickler die Quadratur des Kreises geschafft: Für Einsteiger und Umsteiger wird vieles leichter. Versierte Nutzer dürfen weiterarbeiten wie bisher, sich kopfüber in

den neuen Workflow stürzen – oder sich das Beste aus beiden Welten herauspicken.

Auffällige Zeichen der neuen Ausrichtung sind der frische Oberflächen-Look mit mehr Icons und weniger Text sowie die Implementierung diverser Standards von Shadern bis hin zu gängigen Austauschformaten. Blender kooperiert also auch immer besser mit anderen Anwendungen – eine wichtige Voraussetzung etwa für den Einsatz im Filmgeschäft.

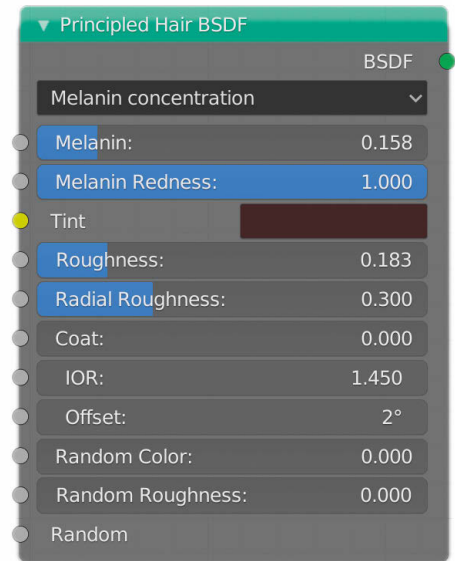
### Einladende Oberfläche

Bislang waren das Interface und die Workflows auf Ergonomie und Geschwindigkeit für Vielnutzer optimiert, aber nicht auf Kompatibilität zu anderen Programmen – und schon gar nicht auf das schnelle Erfolgserlebnis.

Eine gravierende Hürde für Einsteiger war bereits die einfache Auswahl von Objekten, die Blender bisher per Druck auf die rechte Maustaste ausführte. Das hat zwar ergonomische Vorteile und ist weniger fehleranfällig als die übliche Methode, bei der sich Auswahl und Aktion die linke Maustaste teilen. Es ist aber eben auch anders als in fast allen Programmen – und vergraulte viele Neugierige schon mit den ersten, nicht funktionierenden Klicks.

Daher setzt Blender 2.8 jetzt die Auswahl mit der linken Maustaste als Standard, erhält aber Rechtstastenbedienung weiterhin als Option für Nutzer, die ihre gewohnten effizienten Abläufe nicht aufgeben möchten. Auch an Umsteiger haben die Entwickler gedacht und extra Voreinstellungen für Shortcuts mitgelie-

Ein geringer Melaninanteil ergibt zunächst ein helles Blond. Dieses wurde mit einem dunklen Braun-Rot nachgefärbt. Dadurch sehen die Haare natürlicher aus, als wenn man die Farbe direkt angibt.



fert: Wer bereits mit einem anderen 3D-Paket vertraut ist, setzt beim ersten Start von Blender im Startbildschirm die Tastenbelegung auf „Industry Standard“, um sich wie zu Hause zu fühlen.

## Icons statt Shortcuts

Auch die Bedienung von Werkzeugen und Funktionen wurde auf den Stand der Technik gebracht. Bislang dominierten beschriftete Buttons die Oberfläche und Tastenkürzel den Workflow. Wer sich Bilder besser merken kann als Begriffe und Tastenkombinationen, hatte also seine liebe Not. Blender 2.8 spendiert jedem Werkzeug im „Tool Shelf“ sein eigenes selbsterklärendes Icon.

Darüber hinaus wurden sämtliche Werkzeuge mit sogenannten Widgets beziehungsweise Gizmos versehen. Das sind interaktive Anfasser, dank derer man Blender 2.8 auch ohne Tastenbefehle effizient bedienen kann. Wer jetzt in die Software einsteigt, muss also deutlich weniger lernen als bisher. Aber auch erfahrene Nutzer, die virtuos mit Tastenkürzeln arbeiten, profitieren enorm von den neuen Werkzeugen. Denn wenn man beides geschickt kombiniert, kann man gegenüber einem reinen Shortcut-Workflow einiges an Klicks und Zeit sparen.

Das dürfte auch der Grund sein, warum Blender 2.8 in der Community überwiegend positiv aufgenommen wurde, obwohl es sich stark von den Vorgängerversionen unterscheidet und mit einigen Prinzipien bricht. Willkommener Nebeneffekt: Endlich kann man Blender 2.8 auch mit einem Notebook ohne Maus und Ziffernblock anständig bedienen.

## Haare von Disney

Auch in anderen Bereichen von Blender wird das Einsteigerfreundliche mit dem Komplexen verheiratet. So bietet die Render-Engine Cycles gleich zwei neue Principled Shader. Ein Shader definiert, wie eine Oberfläche oder das Innere eines Gegenstandes mit Licht interagiert. Das lässt sich in Blender sehr feingranular über Nodes definieren, was viel Freiheit, aber auch Aufwand bedeutet. Selbst für simple Materialien wie Plastik oder Porzellan benötigt man mindestens vier solcher Nodes. Ein Principled Shader fasst mehrere Nodes in einem komfortablen Dialog mit Schiebereglern zusammen, über die man allgemein verständliche Materialeigenschaften wie Reflexion, Rauheit, Metallizität et cetera einstellt. Ein solcher Shader deckt einen großen Teil der üblichen Szenarien ab, sodass man nur noch selten auf die Low-Level-Nodes zurückgreifen muss.

In Blender 2.79b gab der Shader für Oberflächen sein Debüt, neu hinzugekommen sind Principled Shader für volumetrische Effekte wie Feuer und Rauch sowie für Haare. Wie beim Oberflächen-Shader stammt auch die Technik hinter dem Principled Hair Shader ursprünglich aus den Disney-Studios, die den Haarsimulator für den Film *Zoomania* entwickelt haben. Seitdem arbeitet er im hauseigenen Hyperion Renderer.

Der Blender-Haarsimulator bietet drei Modi, um die Farbe zu verändern. Man kann sie direkt und sehr intuitiv über Texturen angeben oder man arbeitet mit chemischen beziehungsweise physikalischen Messwerten aus der echten Welt,

indem man die Menge an Melanin in den Haaren sowie deren Tönung definiert. Ein schönes Blond entsteht mit einem Melanin-Wert von 0,25, für ein Braun sollten es schon 0,75 sein. Wer es ganz exakt will, arbeitet direkt mit Absorptionskoeffizienten. Intern werden die Farbangaben oder Melaninkonzentrationen ohnehin in Absorptionskoeffizienten umgerechnet. Auch der Principled Hair Shader vereint also das Einfache und das Komplexe.

## Rundungen von Pixar

Auch die Technik zum Abrunden von Modellen haben die Entwickler normiert. Der dafür zuständige Subdivision Surface Modifier gehört zum grundlegenden Repertoire beim Modellieren und nutzt jetzt OpenSubdiv von Pixar, das sich über die Jahre als Quasistandard in der Industrie etabliert hat. Der Umstieg ist allerdings nicht ganz schmerzfrei zu haben: OpenSubdiv rendert zwar auch Modelle aus älteren Blender-Versionen, erzeugt aber etwas andere Ergebnisse als die traditionellen Algorithmen. Aus externen Programmen importierte Modelle sehen ihren Quellen hingegen ähnlicher. Hier wurde ein wichtiges Prinzip der Blender-Entwicklung, nämlich die Kompatibilität zu Dateien aus älteren Versionen, zugunsten der Kompatibilität mit anderen Programmen fallengelassen.

Beim Shading haben sich gewisse Konventionen durchgesetzt, wie die Rauheit einer Oberfläche definiert ist, die Blender bisher noch nicht umgesetzt hatte. Daher musste man immer ein paar Nodes zur Konvertierung vorschalten, wenn man Texturen aus Programmen wie



Bild: Glenn Melenhorst

Vor ein paar Jahren noch unvorstellbar: In dieser mehr als fünf Millionen Polygone umfassenden Szene von Glenn Melenhorst kann man dank Eevee in Echtzeit navigieren – ohne Einbußen bei der Darstellungsqualität.

der beliebten Substance-Suite nutzen wollte. Blender 2.8 unterstützt Texturen, die den PBR-Konventionen (Physically Based Rendering) entsprechen, jetzt von Haus aus ohne Konverter.

## Baustellen

Blender 2.8 geht in manchen Bereichen aber noch immer eigene Wege, wie bei farbigen Punktwolken. Diese sind in der Fotogrammetrie und wissenschaftlichen Visualisierung weit verbreitet, können in Blender aber noch nicht importiert beziehungsweise angezeigt werden, da Blender die Farben in den Flächen eines Objekts speichert und nicht in den Punkten.

Das ist auch einer der Gründe, warum die Blender Foundation die neue Blender-Version mit 2.8 anstatt 3.0 nummeriert.



Die Stoffsimulation wurde in Blender 2.8 komplett überarbeitet.

Denn es gibt eben hier und da noch Baustellen, die im Laufe der 2.8er-Serie angepackt werden sollen. Dazu gehört das Physik-System, welches inzwischen schon arg in die Jahre gekommen ist. Für Blender 2.8 konnte bereits die Stoffsimulation überarbeitet werden, in den kommenden Releases sollen auch Wasser, Feuer, Rauch und Partikel ein Update erhalten.

In der Branche hat die neue Release einen starken Widerhall ausgelöst. Es ist kein Zufall, dass Epic Games ausrechnet jetzt die Entwicklung mit 1,2 Millionen US-Dollar unterstützt und Blender im Ubisoft Animation Studio bis 2020 das Haupt-3D-Programm beerben soll. Große Studios nutzen immer eine Vielzahl von Programmen, häufig steht aber eines davon bei den Workflows im Zentrum. Es bekennen sich auch immer mehr Mitarbeiter von großen Studios dazu, Blender bei der Arbeit einzusetzen.

Das große Interesse liegt aber nicht nur am überarbeiteten Interface und der Kompatibilität. Gegenüber der Vorgängerversion hat Blender 2.8 auch technisch einiges zu bieten.

## Echtzeit-Rendering

Mit Sicherheit die größte Neuerung abseits der modernisierten Oberfläche ist die Render-Engine Eevee. Diese beerbt den „internen Renderer“, der aufgrund seiner veralteten Technik aus Blender 2.8 entfernt wurde. Eevee hingegen nutzt modernes OpenGL und ist prinzipiell echtzeitfähig.

Anders als früher harmonieren die beiden Hauptrenderer nun perfekt. Die Oberflächen von Eevee und Cycles sind nahezu identisch und auch die meisten Nodes lassen sich in beiden Engines einsetzen – auch dies wieder ein klarer Vorteil für Einsteiger. Die Materialdefinitionen sind weitgehend kompatibel, sodass man leicht zwischen Eevee und Cycles hin- und herschalten kann.

Das schnelle Eevee hat Schwierigkeiten mit einigen physikalischen Effekten wie Reflexionen, Refraktionen und allgemein mit indirektem Licht. Die Render-Qualität entspricht in etwa dem, was sich aus modernen Game Engines herauskitzeln lässt. Sprich: Das Ergebnis sieht aus wie ein Computerspiel.

Cycles hingegen braucht massiv länger zum Berechnen der Bilder, liefert aber zahllose Effekte quasi frei Haus, da es die physikalische Ausbreitung des Lichts in einer 3D-Szene simuliert. Man kann Eevee also auch als eine Art Zwischenschritt zu Cycles sehen. Manchmal ist es gut genug für das fertige Ergebnis, in anderen Fällen braucht man vielleicht doch den Fotorealismus von Cycles: eine Art fortschreitende Qualitätssteigerung, wie sie auch von anderen Render-Engines heutzutage angeboten wird.

So ganz ist der Internal-Renderer dann aber doch nicht verschwunden, er lebt weiter im Textur-System für Modifier und Kraftfelder. Im Laufe der 2.8er-Serie sollen diese aber ebenfalls ersetzt werden.

## Fazit

Blender 2.8 bricht mit alten Traditionen, um zugänglicher und kompatibler zu werden. Wer Blender bereits einmal ausprobiert, aber aufgrund der Benutzeroberfläche frustriert wieder aufgegeben hat, sollte dem kostenlosen Programm noch eine Chance geben. Auch um überhaupt einmal in die Welt des 3D hineinzuschnuppern, eignet sich der neue Blender perfekt. Den Einstieg erleichtert unser mehrteiliger Workshop, der in einer der folgenden c't-Ausgaben beginnt. (atr@ct.de) **ct**

Download und Beispiele: [ct.de/ypw5](http://ct.de/ypw5)

## Blender 2.8

3D-Modeling und -Animation	
Hersteller	Blender Foundation, <a href="http://www.blender.org">www.blender.org</a>
Systemanforderungen	Windows, macOS, Linux
Preis	kostenlos (Open Source)

Es gibt **10** Arten von Menschen.  
iX-Leser und die anderen.



**Jetzt Mini-Abo testen:**  
3 Hefte + Leiterplatten-Untersetzer  
nur 14,70 €

[www.ix.de/test](http://www.ix.de/test)



[www.ix.de/test](http://www.ix.de/test)



49 (0)541 800 09 120



[leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIK



# Stiftspaziergang

## Zehn Mal- und Zeichen-Apps für Tablets

**Wer ein stifttaugliches Tablet fürs Zeichnen, Skizzieren und Malen nutzen will, steht vor einer unüberschaubaren Auswahl unterschiedlicher Apps. Wir vergleichen Angebote für einfache Skizzen bis hin zu Malprogrammen für Profis.**

**Von Gerald Himmelein**

**M**oderne iOS- oder Android-Tablets mit direkter Stiftunterstützung [1] haben das Zeug, der klassischen Kreativkombination aus Desktop-Rechner und Grafiktablett ernsthaft Konkurrenz zu machen. Doch alles steht und fällt mit den passenden Apps – und da fällt die Wahl schwer.

Die ideale Mal-App für alle Fälle gibt es eh nicht – schon weil keine zwei Grafiker exakt dieselbe Vorstellung von einem solchen Ideal haben. Die einen wollen möglichst schnell zu Ergebnissen kommen, „quick & dirty“. Dafür reicht eine überschaubare Anzahl an Pinseln mit begrenzten Anpassungsmöglichkeiten. Die anderen wünschen sich ein digitales Skizzen- und Malbuch mit realistischen Bleistiften, simulierten biegsamen Federn und sich überlagernden Markern. Und dann gibt es noch die Perfektionisten auf der Suche nach der akkurat simulierten virtuellen Leinwand mit schmierenden Ölpinseln, feucht ineinander verlaufenden Wasserfarben und rauen Pastellkreiden.

Kaum jemand passt nur in eines der drei beschriebenen Lager. Mitunter wollen auch Perfektionisten nur schnell einen

visuellen Einfall zu Papier, pardon, zu Digitizer bringen. Gelegentlich wollen auch Hitzköpfe ihre Konzept-Skizzen etwas aufpolieren, bevor sie sie im Freundeskreis herumzeigen.

Verabschieden Sie sich also schon jetzt vom Gedanken der einen, definitiven Über-App, die alle Bedürfnisse gleichermaßen zufriedenstellt. Realistischer ist ein Arsenal aus zwei, drei Apps, deren Ergebnis man bei Bedarf entweder in einer anderen App oder auf dem Desktop nachpolieren kann.

Desktop-Rechner? Moment, wozu brauche ich noch einen Desktop-Rechner? Es gibt Arbeitsschritte, die mit Maus und Tastatur definitiv leichter fallen als an einem Tablet mit Finger und Stift. Uns ist keine App bekannt, in der man Motive so präzise skalieren oder beschneiden könnte wie in einer Bildbearbeitung für Win-

dows oder macOS. Auch pixelgenaue Füllungen und Auswahlen fallen am Rechner meist leichter.

## Schnelle Skizzen

Rudimentäre Skizzen und handschriftliche Notizen lassen sich bereits mit Bordmitteln anfertigen: Apple liefert hierfür die App „Notizen“ mit, Samsung nennt sein Pendant „Notes“. Beide Apps stellen neigungsempfindliche Bleistifte, Tintienstifte und ein Auswahllasso bereit und arbeiten intern mit skalierbaren Vektoren: Der Radierer löscht also keine Bereiche, sondern ganze Striche. Beide Apps eignen sich gleichermaßen gut, um schnell Gedanken niederzuschreiben oder zu kritisieren. Exportieren lassen sich die Werke als PDF.

Für Sketchnotes, schnell dahin geworfene Notizen aus Bild und Text, empfehlen sich unter iOS in erster Linie Linea Sketch sowie Tayasui Sketches Pro, Android-Nutzer können zu Zen Brush 1 greifen.

## Linea Sketch

Linea Sketch arbeitet bewusst reduziert: Es bietet nur sieben Malwerkzeuge und fünf Ebenen; anpassbare Farbpaletten sind erst vor Kurzem hinzugekommen.

Die App hat eine sehr durchdachte Oberfläche, an die man sich sehr schnell anpasst. Sehr praktisch sind zum Beispiel die „Zip Lines“, sich automatisch begradigende Formen: Strich ziehen, kurz innehalten und aus dem handgemalten Ei/Kreis wird ein anpassbarer, geometrisch perfekter Kreis. Das ebenenübergreifende Füllwerkzeug gefällt auch sehr gut.

Wer einen aufgeräumten Schreibtisch pflegt und Minimalismus lebt, der findet in Linea Sketch das perfekte Werkzeug.

## Tayasui Sketches Pro

Von Tayasui Sketches Pro gibt es neben der iOS- auch eine Android-Version, die aber wackelig ist, nicht mehr weiterentwickelt wird und vor der deshalb ausdrücklich gewarnt sei.

Die iOS-Version von Sketches Pro stellt von allem mehr bereit als Linea Sketch: mehr Werkzeuge, mehr Ebenen, magnetische Lineale, höhere Auflösungen.

Der Clou sind die nassen Wasserfarben, die ziemlich realistisch ineinander übergehen. Hinzu kommen magnetische Hilfslinien, an denen sich Striche automa-

tisch ausrichten, sowie ein Fülllasso. Letzteres füllt per Stift definierte Flächen direkt mit Farben oder Mustern und kürzt damit die sonst dazu üblichen Arbeitsschritte ab.

Wer Ordnung zwar liebt, aber nur selten einhält, und sich gerne Optionen offen hält, dem passt Sketches Pro womöglich besser in das Werkzeugsortiment als Linea Sketch.

## Zen Brush

Einem besonders minimalistischen Ansatz folgt Zen Brush. Version 1 gibt es für Android und iOS, Version 2 nur für iOS und Windows 10. Auf den ersten Blick scheint an Zen Brush alles verkehrt: Es gibt nur einen einzigen Pinsel, der nur in einer Farbe malt und dessen Striche der Stiftposition auch noch sehr träge folgen. Ebenen? Fehlanzeige. Zen Brush 2 führt immerhin eine zweite Farbe und eine Zoom-Funktion ein.

Arrangiert man sich mit den gegebenen Einschränkungen, macht die Not schnell erfinderisch. Der einzige Pinsel kann mit unterschiedlichen Deckungsgraden malen, was Schattierungsmöglichkeiten eröffnet. Der Radierer besitzt einen Modus, der nur einen Teil der Farbe abträgt – wieder eine Möglichkeit mehr. Die Auswahl anderer Hintergründe kann auch die Pinselfarbe ändern – aus Schwarz wird Weiß, und plötzlich öffnet sich der Horizont.

Zen Brush kann mehr kreative Durchbrüche bescheren als jede bis ins Letzte ausgefeilte Mal-App. Denn die engen Grenzen von Zen Brush kann man auch

als kreative Herausforderungen begreifen. Wenn Schraffuren keine Option sind, muss man auf mit Bedacht platzierte Kleckse ausweichen. Ohne Ebenen bestimmen „happy little accidents“ das endgültige Motiv; Mut zur Imperfektion sorgt für organische Ergebnisse.

## Fortgeschrittene Grafiken

Für komplexere Motive benötigen Grafiker eine etwas größere Pinselauswahl, Ebenenmodi und andere Extras. Die folgenden Malprogramme werden diesen Ansprüchen in aufsteigender Folge gerecht.

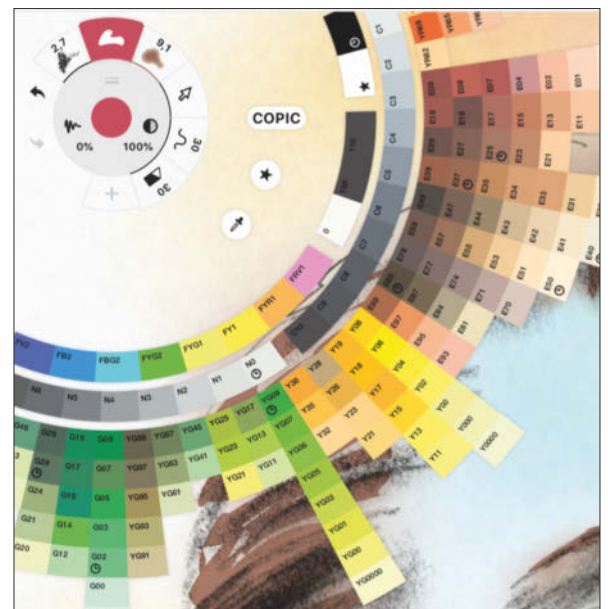
## Sony Sketch

Den Anfang macht das kostenlose und werbefreie Sony Sketch. Sketch war ursprünglich als „soziales“ Malprogramm mit eigener Community und Upload-Möglichkeit gedacht. Dieses Experiment geht jedoch Ende September zu Ende, wie ein Warnhinweis bei jedem App-Start verkündet.

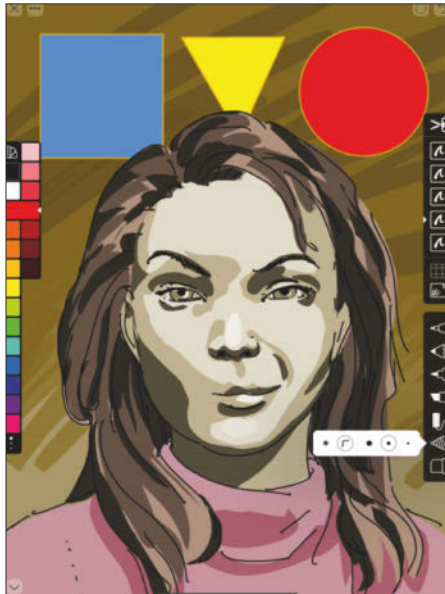
Die 25 Pinsel sind anpassbar, aber nicht sonderlich realistisch. Viele Werkzeuge sind vor allem auf Effekte aus: Verspielte Naturen können Herzchen sprühen und mit virtuellen Glitterstiften spielen. Abgesehen von einem Auswahlwerkzeug bietet die App aber alles, was man zum digitalen Malen so braucht, etwa Ebenen, Filter, Hilfsgitter und magnetische Lineale.

Für die Android-Version sprechen vor allem die Symmetriewerkzeuge: Striche lassen sich entlang von bis zu 36 Achsen spiegeln. Darüber hinaus beherrscht

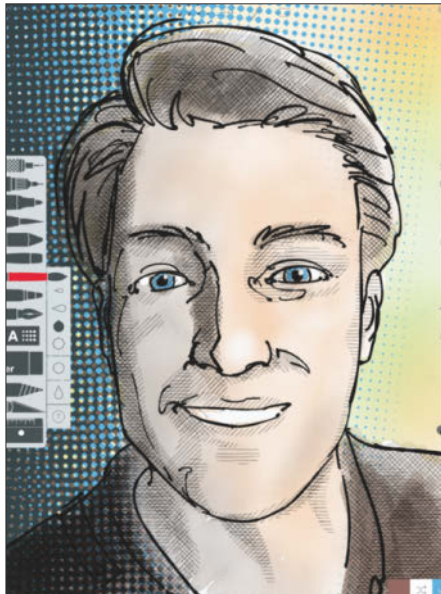
Manche Apps bringen erstaunlich ausgefeilte Bedienoberflächen auf den Tablet-Bildschirmen unter. Hier das Farbrad von Concepts.



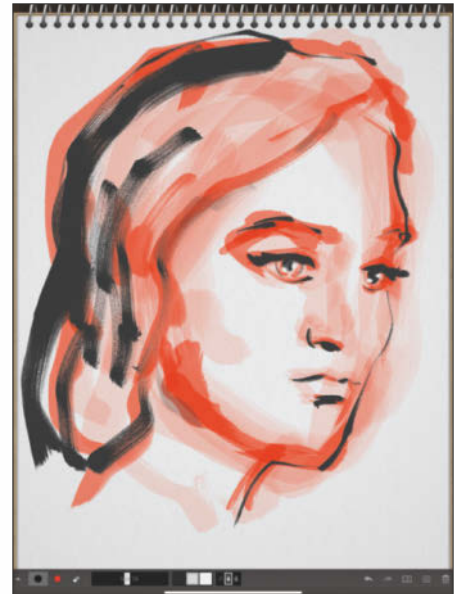
## Einfache Skizzen



Linea Sketch (iOS) konzentriert sich auf das Wesentliche: Mehr als fünf Ebenen und eine Handvoll Werkzeuge gibt es nicht, aber das Gebotene kann sich trotzdem sehen lassen.



Sketches Pro (iOS) sieht minimalistischer aus, als es ist: So bietet die App unter anderem eine gelungene Wasserfarbensimulation, viele Werkzeugoptionen und diverse Hilfslineale.



Weniger als Zen Brush (Android/iOS/Windows 10) geht kaum: Ein träge nachziehender Pinsel in zwei Farben, ein Radiermodus, vier Undo-Stufen – das war's. Die Einschränkungen fördern aber die Kreativität ungemein.

Sketch unter Android spirographartige Spiegelungen und quadratische Kacheln – alles einfach zu bedienen und sehr reaktionsschnell.

Der iOS-Version fehlt zwar das Symmetrie-Werkzeug, dafür hat sie eine ansprechendere Oberfläche mit einer intuitiven Werkzeugauswahl. Die Android-Version unterstützt Textebenen und skalierbare Sticker, dafür muss man den gewünschten Pinsel über ein eher umständliches Auswahlfeld wählen.

### Adobe Photoshop Sketch

Die große Stärke von Adobe Photoshop Sketch ist die Wasserfarbensimulation:

Farbtupfer verlaufen sanft von einem Strich in den anderen – ein Ventilator-Icon unter der Werkzeugleiste trocknet das virtuelle Papier. Unter Android gibt es derzeit nichts Besseres, unter iOS kann nur Sketches Pro mithalten.

Photoshop Sketch setzt einen Account bei Adobe voraus und speichert alle Bilder in der Cloud. Die Adobe ID ist kostenlos und umfasst ein Gratis-Kontingent von 2 GByte. Das „Photoshop“ im Namen darf man nicht so ernst nehmen: Grundfunktionen wie ein Füllwerkzeug sucht man hier ebenso vergeblich wie ein Auswahlwerkzeug. Das Kopieren von Elementen gelingt nur umständlich. Zu-

erst muss man die Ebene duplizieren und dann radieren, was weg soll.

Die Werkzeugpalette zeigt nur sechs Werkzeuge, zehn weitere erreicht man durch einen langen Druck auf ein Pinselsymbol. Über die Creative Cloud liest Photoshop Sketch zusätzliche Pinselbibliotheken ein – allerdings nur im neueren TPL-Format; ABR-Pinsel bleiben außen vor. Sehr ungewöhnlich: Jedes Werkzeug hat seine eigene Farbe. Man kann also nicht schnell mit einem anderen Werkzeug in der bisherigen Farbe weiterzeichnen.

Alle Malwerkzeuge kommen ihren realen Pendanten recht nahe; der Bleistift reagiert allerdings nur unter iOS auf die Neigung des Stifts. Ohne die gelungenen Wasserfarben könnte man Photoshop Sketch getrost deinstallieren. Das Erstellen komplexer Motive ist hier viel zu mühsam, die Lineal- und Hilfsformen sind nicht auf präzises Arbeiten ausgerichtet.

Wenn es nach Adobe geht, sollte man sich an Photoshop Sketch ohnehin nicht mehr gewöhnen: Die Nachfolge-App namens „Adobe Fresco“ will Sketch in absehbarer Zeit ablösen. Die ersten Teaser wirken durchaus interessant: Fresco soll Vektor- und Bitmap-Werkzeuge kombinieren – mal sehen, ob Adobe die Vorfreude bis zum Release noch mit einem Abomodell vergällt.

## Zeichen-Apps für einfache Skizzen

Name	Linea Sketch	Sketches Pro	Zen Brush 2
Hersteller	The Iconfactory	Tayasui	PSOFT Mobile
Webseite	linea-app.com	tayasui.com/sketches	psoftmobile.net/en/zenbrush2.html
Betriebssysteme	iOS ab 11.4	iOS ab 9.0	iOS ab 10.0, Windows ab 10, (Android nur Version 1)
Export-Formate	JPG, PNG, PSD	PNG, PSD, SKT	JPG, PNG
Bewertung			
Funktionsumfang	⊕	⊕⊕	○
Malgefühl	⊕⊕	⊕	⊕⊕
Oberfläche	⊕⊕	⊕	⊕
Bedienbarkeit	⊕⊕	⊕	⊕⊕
Preis	5,49 €	6,99 €	iOS: 3,49 €, Win 10: 8.99 €
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht			

## ArtFlow Studio

An der Grenze zur Oberklasse bewegt sich das nur für Android erhältliche ArtFlow Studio. Die englischsprachige App ist sowohl überschaubar als auch umfassend: Die Pinselbibliothek stellt 84 Malwerkzeuge in sechs Kategorien bereit, die schlüssig eingeteilt sind. Anwender können sowohl Anpassungen an den vorgegebenen Werkzeugen als neue Presets abspeichern als auch eigene Pinsel definieren. Alle Malwerkzeuge lassen sich gleichermaßen zum Zeichnen, Verschmieren oder Radieren benutzen.

Auswahlwerkzeuge, Ebenentransformationen, Ebenen beschneiden, bis zu zwölf Symmetrie-Achsen, magnetische Hilfslinien und -formen, elf Effekte – bei ArtFlow ist eigentlich alles drin, was man so braucht. Auswahlen lassen sich kombinieren, subtrahieren und über einen Regler erweitern. Eine Unterstützung für neigungsempfindliche Stifte ist zwar vorhanden, aber eher rudimentär. Auch wirken einige der mitgelieferten Malpinsel nicht

sonderlich realistisch, aber man kann sich ja selbst bessere anlegen.

Der Hauptgrund, warum das Zeichnen mit ArtFlow Spass macht, ist die durchdachte Oberfläche. Während man malt, sieht man nur einen Punkt in der Ecke – beim geringen Platz der 10-Zoll-Tablets von Samsung ist das sehr willkommen. Ein Tippser auf den Punkt blendet alle Bedienelemente ein: links eine Ebenenpalette, oben ein Menü für Grundfunktionen und rechts die Malwerkzeuge mit zwei Reglern für Strichgröße und Deckkraft. Linkshänder können die Oberfläche über die Einstellungen spiegeln; im Querformat rutschen die Malwerkzeuge automatisch in den oberen Bereich. Wer die Oberfläche lieber dauerhaft im Blick behält, fixiert sie durch einen langen Druck auf den Punkt. Auch sonst ist die Bedienung durchdacht: Sowohl der Farbwähler als auch die anpassbaren Farbfelder lassen sich als Schwebepaletten auf die Arbeitsfläche ziehen.

## Die Schwergewichte

Aufwendige digitale Gemälde setzen aufwendige Apps voraus. Doch je mehr Möglichkeiten eine App bietet, desto schwieriger wird es, sie in eine intuitive Oberfläche zu packen.

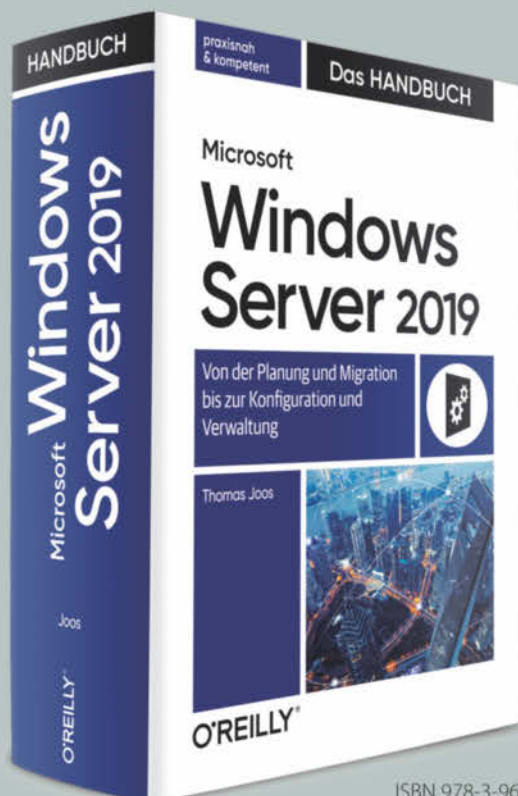
## Concepts

Der aufgeräumte, moderne Look ist ein klarer Pluspunkt für das vektorbasierte Concepts für Android, iOS und Windows. Die App protzt mit zahlreichen interessanten Features wie einer unbegrenzten Arbeitsfläche, erweiterbaren Pinselbibliotheken, unbegrenzter Ebenenzahl – und das alles unter einer einfach anpassbaren, gut strukturierten Oberfläche.

Die Sache hat nur einen Haken, der hat es aber in sich: das Abomodell. Grundsätzlich kann man Concepts kostenlos verwenden, doch dann stehen nur fünf Ebenen und sechzehn Werkzeuge zur Verfügung; die Android-Version schaltet gratis sogar nur zehn Tools frei. Die iOS-

# O'REILLY®

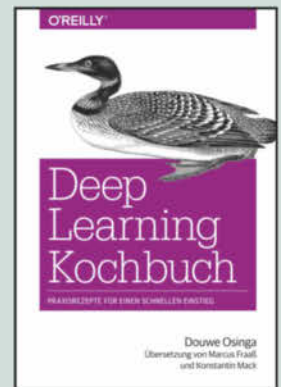
# Know-how für Vordenker & Praktiker



ISBN 978-3-96009-100-4  
Print: 59,90 €, E-Book: 47,99 €



ISBN 978-3-96009-058-8  
Print: 49,90 €, E-Book: 39,99 €



ISBN 978-3-96009-097-7  
Print: 34,90 €, E-Book: 27,99 €



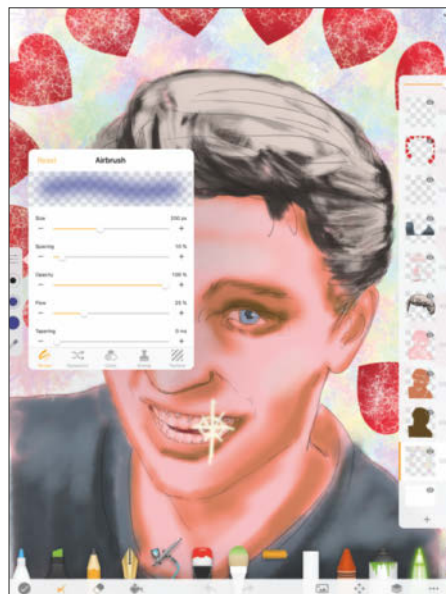
ISBN 978-3-96009-053-3  
Print: 39,90 €, E-Book: 31,99



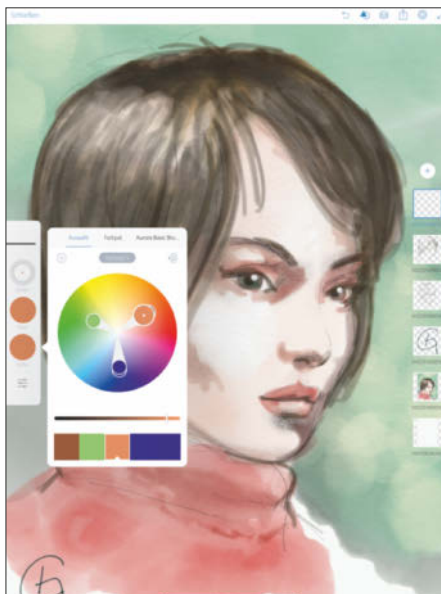
ISBN 978-3-96009-111-0  
Print: 22,90 €, E-Book: 17,99 €

Noch mehr Auswahl: [www.oreilly.de](http://www.oreilly.de)

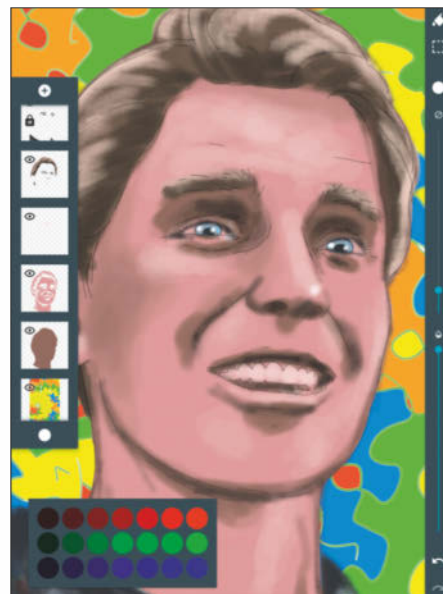
# Fortgeschrittenes Malen



Den Social-Media-Teil von Sketch (Android, iOS) schaltet Sony in Kürze ab. Es bleibt eine einfache Mal-App mit originellen Effekten.



Adobe Photoshop Sketch (Android, iOS) ist ein Auslaufmodell – eigentlich schade: Die wunderschöne Simulation fließender Wasserfarben sucht ihresgleichen.



Die Pinsel von ArtFlow Studio (Android) mögen eher einfach sein, aber die unaufdringlichen Bedienelemente sind für die eher klein ausfallenden Android-Stifttablets ideal.

Version von Concepts kostet ohne Einschränkungen jährlich 32 Euro. Android-Anwender zahlen halb so viel, müssen sich aber auch mit weniger Funktionen zufriedengeben. Die Alternative ist ein Kauf in Scheibchen: Die Grundfunktionen kosten unter iOS 16,99 Euro, beziehungsweise 5,49 Euro unter Android. Pinsel sowie Exportfunktionen kann man dann per In-App-Käufen ergänzen.

Die Entwickler betonen, 75 Prozent des Funktionsumfangs kostenlos bereitzustellen. Die Gratiswerkzeuge umfassen alle Standards, darunter zwei Bleistifttypen (hart und weich), flexible Federn und steife Linien, Wasserfarben und Airbrush, sogar ein Fülllasso. Doch oben in der Menüleiste prangt stets die Erinnerung: Pro werden!

Wenn man die Werkzeugeigenschaften aufruft, erscheint darunter ein „Pinselmarkt“: Kauf mich, abonniere mich. Grafiker reißt so etwas aus dem kreativen Fluss und das Wissen, dass die App einen für sein Abomodell weiczukochen versucht, sorgt ausgerechnet zu einem Zeitpunkt für Verdross, zu dem eigentlich die kreativen Ideen fließen sollten. Wer diese Bedenken nicht teilt, kann Concepts zumindest einmal Probe fahren.

## Autodesk SketchBook

Einst war Autodesk SketchBook die beste Mal- und Zeichen-App auf dem iPad und die Pro-Version ihren Preis mehr als wert. Mittlerweile ist die App zwar komplett kostenlos, dafür will SketchBook seine An-

wender bei jedem Start dazu bewegen, ein Autodesk-Konto anzulegen. Gut, dass sich dieses Fenster inzwischen problemlos wegklicken lässt.

Bei keiner anderen der hier vorgestellten Apps ist man so hin- und hergerissen zwischen Frust und Begeisterung. Auf den ersten Blick ist die App perfekt auf Touch- und Stiftbedienung ausgelegt: Oben schwebt eine kompakte Menüleiste, rechts dockt die Ebenenauswahl, links eine minimalistische Werkzeugpalette. Ein kleiner Ring im unteren Bildbereich führt zu viel genutzten Befehlen, über den ovalen „Doppelpuck“ passt man intuitiv Farbe und Werkzeugeigenschaften an.

Auch beim Anblick der Feature-Liste scheint es an nichts zu fehlen: Ebenen, Auswahlen, Transformations- und Symmetriewerkzeuge, magnetische Lineale sowie die Begradigung handgezeichneter Kreise, Drei- und Rechtecke zu geometrisch perfekten Formen. Jüngst sind auch noch Perspektivengitter hinzugekommen, mit Ein-, Zwei- und Drei-Punkt-Perspektive. Die mächtige Pinsel-Engine stellt anpassbare 200 Malwerkzeuge zur Auswahl, die alle Bedürfnisse abdecken sollten.

Doch genau hier beginnt das Problem: SketchBook kann inzwischen so viel, dass die Oberfläche den Möglichkeiten nicht mehr gerecht wird. Um den passenden Pinsel zu finden, muss man sich zunächst durch die unhandliche Biblio-

## Zeichen-Apps für Fortgeschrittene

Name	Sony Sketch	Photoshop Sketch	ArtFlow
Hersteller	Sony Mobile Communications	Adobe	Artflow Studio
Webseite	<a href="http://sketch.sonymobile.com">sketch.sonymobile.com</a>	<a href="http://www.adobe.com/de/products/sketch.html">www.adobe.com/de/products/sketch.html</a>	<a href="http://artflowstudio.com">artflowstudio.com</a>
Betriebssysteme	Android ab 4.2, iOS ab 10.0	Android ab 5.0, iOS ab 11.0	Android ab Version 4.4
Export-Formate	JPG, PNG, PSD, SVG	PDF, PNG, PSD	PNG, PSD, JPG
Bewertung			
Funktionsumfang	+	+	+
Malgefühl	○	+	○
Oberfläche	○	○	++
Bedienbarkeit	+	+	+
Preis	kostenlos	kostenlos	5,49 €
++ sehr gut    + gut    ○ zufriedenstellend    - schlecht    -- sehr schlecht			

# 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**

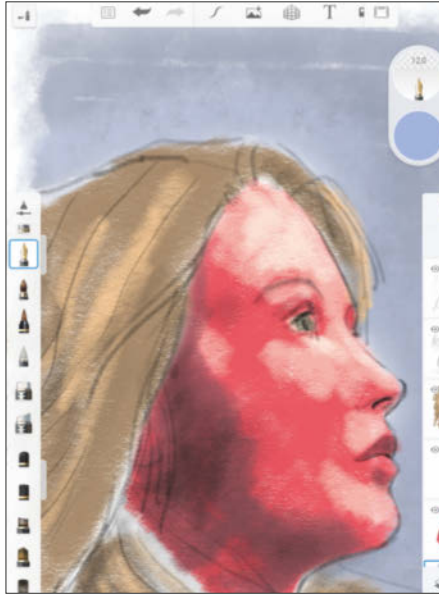
[shop.heise.de/ct-dsgvo](https://shop.heise.de/ct-dsgvo) >



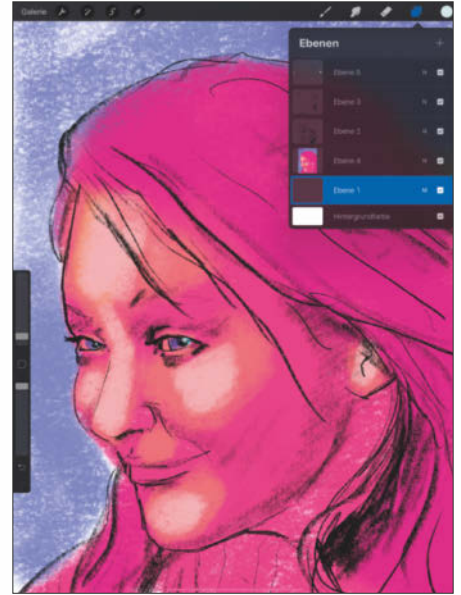
## Profi-Programme



**Concepts (Android, iOS)** beeindruckt mit seiner Farbpalette, unendlichen Leinwand und vektorbasierenden Malwerkzeugen. Doch die Entwickler wollen Anwender per Abo an sich binden.



**Autodesk's kostenloses SketchBook (Android, iOS)** hat im Laufe der Jahre mehr Features aufgebürdet bekommen, als sie die Oberfläche sinnvoll unterbringen könnte.



**Procreate (iOS)** hat im Lauf der Jahre viel gelernt, einschließlich „flüssiger“ Ebenen-Transformationen. Einsteiger kommen jedoch nicht um ein intensives Studium des Handbuchs herum.

theek scrollen. Alle Hilfswerkzeuge werden oben in eine Menüleiste gepfercht, die Tablets nur im Querformat komplett anzeigen. Auf dem schmalen Galaxy Tab S4 passt hochkant nicht einmal die Hälfte der elf Icons in die Leiste. Auch hier ist mühseliges Scrollen angesagt.

So ist SketchBook gerade für Einsteiger ein sehr zwiespältiges Erlebnis: „Guck mal, was es hier alles gibt“ wird schnell zu „Wo mag das nun wieder versteckt sein“. Aber auch bei SketchBook-Veteranen kocht immer mal wieder der Frust hoch: Hat man sich die App endlich liebevoll zu-recht konfiguriert und wechselt auf ein neues Tablet, beginnt die Anpasserei von vorne. Irgendwann fragt man sich, ob SketchBook die Mühe noch wert ist.

### Procreate

Ein weiterer Veteran ist Procreate. Die App gibt es nur für iOS; sie gilt unter Fans als Messlatte für alle anderen Malprogramme. Bei jeder Neuentwicklung wird sofort gefragt: „Ja, aber kann es auch Feature X von Procreate?“ Wer die mit derartig üppigen Vorschusslorbeeren bedachte App zum ersten Mal öffnet, reagiert zunächst verblüfft: Die eierlegende Wollmilchsau macht einen überraschend spartanischen Eindruck.

Die Pinselbibliothek umfasst etwa 130 Pinsel, die sich tiefgreifend anpassen

lassen. Neue Pinsel kann man auch erstellen – oder importieren: Diverse digitale Künstler bieten „Brush Packs“ mit speziellen Werkzeugen an, beispielsweise um Bäume schnell mit Laub zu versehen. Einige der Pinsel-Downloads sind gratis; die meisten Pakete kosten jedoch extra und müssen dann einzeln in die App importiert werden.

Die Oberfläche besteht aus einer Menüleiste mit zehn Schaltflächen und einem Seitenstreifen mit zwei Schiebereglern, den Rest muss man sich erarbeiten. Die App selbst ist zwar eingedeutscht, ohne das englischsprachige 452-seitige Handbuch sind Einsteiger jedoch aufgeschmissen. Bei Apple Books gibt es zwar auch eine deutschsprachige Anleitung, die aber 6,49 Euro kostet.

Zwei Beispiele für gut versteckte Features: Das Symbol für den Farbwähler ist zugleich das Füllwerkzeug – sehr clever, aber nicht gerade intuitiv. Nach der Farbpipette kann man lange suchen, ehe man versehentlich auf dem Seitenstreifen zwischen die Schieberegler tippt.

Viel passiert über Zwei- und Dreifingergesten, die sich teilweise in den Einstellungen anpassen lassen. Wenn man schon dort ist, sollte man gleich das QuickMenu aktivieren – es stellt sechs frei belegbare Bedienfelder bereit, um beispielsweise die Leinwand zu spiegeln oder

direkt einen bestimmten Pinsel zu aktivieren.

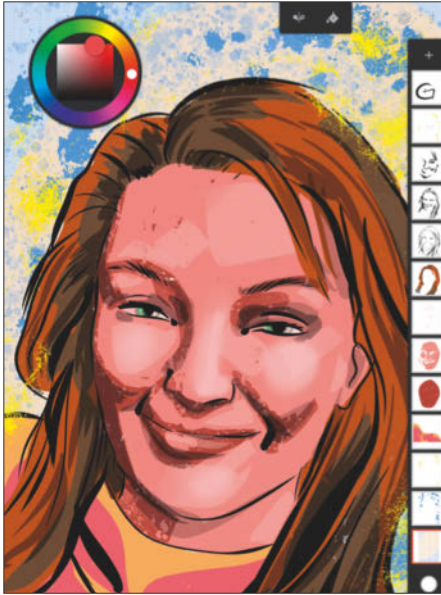
Für alte Procreate-Hasen sind das alles keine Hindernisse, weil sie die Neuerungen im Laufe der Entwicklungsjahre tröpfchenweise mitbekommen haben. Einsteiger müssen sich hingegen erst einmal mühevoll einfuchsen.

Ist es den Aufwand wert? Schwere Frage. Procreate bietet Ebenengruppen, perspektivische Lineale, eine Verflüssigungsfunktion, sich selbst begradigende Formen, Farbfiler, PSD-Import ... und all das hinter gerade mal zehn Schaltflächen und einem Seitenstreifen. Das kann man als Herausforderung sehen oder als Zumutung.

Selbst routinierte Anwender werden mitunter aus dem Fluss einer Illustration gerissen, wenn sie grübeln müssen, wie sie zum Beispiel die Ebenenauswahl konfiguriert haben. Wenn man dann aber im Zeichenprozess abtaucht, ist alles wieder gut und Procreate klasse.

### Infinite Painter

Infinite Painter lässt sich am besten als der pragmatische Gegenentwurf zu Procreate beschreiben. Auf den ersten Blick gibt sich die App noch reduzierter als das offensichtliche Vorbild, die Oberfläche ist aber gut anpassbar. Die Ebenenpalette lässt sich dauerhaft einblenden; die Leiste mit



**Infinite Painter (Android, iOS)** gefällt durch eine durchdachte, einsteigerfreundliche Oberfläche und eine hohe Zahl an Mal- und Transformationswerkzeugen.

den Pinseleinstellungen ist frei verschiebbar und kann auch am Rand andocken, die Farbpalette lässt sich seitlich anpinnen. Die Werkzeuge sind in zwei Reiter gegliedert: „Malen“ und „Bearbeiten“. Die meistbenutzten Tools lassen sich per Drag & Drop in eine zusätzliche Leiste überführen.

Eine App mit 25 Ebenenmodi, 40 Filtern und über 200 mitgelieferten Malwerkzeugen beherrscht man nicht aus dem Effeff. So hat auch Infinite Painter eine gewisse Lernkurve – aber da der Funktionsumfang logisch strukturiert ist, ist der Kulturschock lange nicht so heftig wie bei Procreate.

Hier sind es eher die alten Hasen, die sich gelegentlich verwirrt umsehen: So verschwand bei einem Upgrade beispielsweise das rechteckige Auswahlwerkzeug; gleichzeitig lernte das Lasso plötzlich einen Rechteck-Modus. Netto blieb die Funktion also erhalten, nur der Weg dorthin hat sich geändert.

Wie bei ArtFlow Studio und Procreate lassen sich alle Malwerkzeuge in drei Modi nutzen: zum Malen, zum Verwischen und zum Radieren. Wie bei Sketches Pro unterstützen die Fülllassos auch hier Texturen. Die meistgenutzten Werkzeuge lassen sich mit einem Herzchen markieren, um sie in die „Favoriten“-Kategorie zu übertragen – sehr sympathisch.

Auch hier lässt sich das Pinselarsenal erweitern, entweder durch eigene Kreationen oder aus dem Netz. Die Option „Community“ führt zu kostenlosen Pinseln und Paletten; das Angebot ist zwar schlecht kuratiert und enthält diverse Dubletten, aber auch durchaus Nützliches (für klecksige Hintergründe empfehlen wir „ewwwv“).

Vom Funktionsumfang her kann es Infinite Painter locker mit Procreate aufnehmen – in diversen Bereichen übertrumpft es den Konkurrenten sogar. So lassen sich Referenzbilder laden, die in skalierbaren Fenstern über der Leinwand schweben. Zu den bereitgestellten Perspektivgittern gehört auch eine sphärische Projektion – zu wenig nutze, aber dennoch einzigartig.

Die Android- und iOS-Versionen unterscheiden sich in Details: PSD-Dateien liest bisher nur die Android-Version ein, dafür stellt die iOS-Version eine „intelligente Palette“ bereit, die alle zuletzt benutzten Farben protokolliert.

## Fazit

Wie man auch am Desktop-PC je nach Aufgabe ein anderes Programm verwendet, sollte man es auch am Tablet handhaben: Hier bewährt sich nicht das Prinzip „entweder so oder gar nicht“, sondern „wenn dieses Ziel, dann dieses Werkzeug“.

Handschriftliche Notizen, flüchtige Schaubilder und grobe Skizzen entstehen in den mitgelieferten System-Apps – das Ergebnis mag nicht so schön sein, dafür kommt man schnell hin.

Wer neugierig ist, wo ihn der nächste Strich hinführt, experimentiert vorzugsweise mit Zen Brush und ArtFlow. Wer schon ein klares Motiv vor Augen hat, startet hingegen direkt in Procreate, Infinite Painter oder SketchBook.

Gelegentlich bemerkt man mitten im Fluss des Geschehens, dass das Geplante in einer anderen App leichter zu erledigen wäre. Wenn etwa SketchBook zu mühsam wird, exportiert man das bisher Geschaffene und re-importiert es in eine andere App. PNG mit Transparenz geht sogar mit Zen Brush, einige Apps im- und exportieren auch PSD-Dateien mit Ebenen. Notfalls exportiert man alle Ebenen nacheinander als PNG und rekonstruiert das Motiv daraus wieder in der nächsten App – mühsam, aber nicht so lästig, wie sich mit einer störrischen App abzuquälen.

Letztlich bleibt nur, auszuprobieren, welche App der eigenen Arbeitsweise am besten entgegenkommt. Für die meisten Budgets sollte keine der vorgestellten Apps eine signifikante Hürde darstellen. Gibt es bei einer App keine Testversion (Procreate), kann man notfalls den Kauf im Store rückabwickeln. Spannend könnte zudem das kommende Adobe Fresco werden, bei dem der Hersteller intuitives Malen auf dem iPad und Microsoft Surface verspricht.

Aus Erfahrung raten wir davon ab, an einem Tag mehr als zwei neue Apps zu testen. Probieren Sie erst einmal aus, wie weit Sie ein Kandidat trägt, bis Sie auf das nächste Pferd wechseln. Mehr als einmal hat sich eine App nach einer harten Eingewöhnungszeit als wertvolles Werkzeug entpuppt – Zen Brush etwa war beispielsweise alles andere als Liebe auf den ersten Blick. (swi@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Gerald Himmelein, Künstlerbrettchen, Tablets mit Android und iOS als digitale Mal- und Notizblöcke nutzen, c't 17/2013, S. 130

## Zeichen-Apps für Profis

Name	Concepts	SketchBook	Procreate	Infinite Painter
Hersteller	TopHatch Inc.	Autodesk Inc.	Savage Interactive	Infinite Studio
Webseite	concepts.app	www.sketchbook.com/mobile	procreate.art	www.infinitestudio.art/discover.php
Betriebssysteme	Android ab 7.0, iOS ab 11.0	Android k.A., iOS ab 11.0	iOS ab 12.0	Android ab 4.2, iOS ab 9.0
Export-Formate	DXF, JPG, PDF, PNG, PSD, SVG	BMP, JPG, PSD, PNG, TIFF	JPG, PDF, PSD, PNG, TIFF	JPG, PNG, PSD
Bewertung				
Funktionsumfang	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
Malgefühl	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
Oberfläche	⊕⊕	○	⊕	⊕⊕
Bedienbarkeit	⊕⊕	○	○	⊕
Preis	iOS: ab 16,99 €, Android ab 5,49 €, Abo für 5,49 €/Monat	kostenlos	10,99 €	iOS: 10,99 € (7,99 Euro innerhalb der ersten 7 Tage), Android: 8,49 €
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht				



Bild: Albert Hulm

# Flexiprozessor

## Das Potenzial von RISC-V-Prozessoren

**Die offene CPU-Architektur RISC-V steckt zwar erst in wenigen Chips, begeistert aber viele Entwickler. Denn RISC-V eignet sich für Einsatzbereiche vom Mikrocontroller bis zum Supercomputer und verspricht höhere Sicherheit.**

Von Christof Windeck

Das Interesse an RISC-V vereint so unterschiedliche Firmen und Institutionen wie Google, russische Waffenhersteller, die NSA, den chinesischen Geheimdienst, Blockchain-Chiphersteller, unterfinanzierte Unis und europäische Supercomputer-Forscher. Manche wollen Lizenzgebühren sparen, andere neuartige

Prozessortechnik entwickeln, wieder andere suchen sichere Chips ohne Hintertüren. RISC-V verspricht, solche Anforderungen zu erfüllen, und wird von CPU-Experten heiß diskutiert – obwohl es bisher erst sehr wenige RISC-V-Chips gibt. Der folgende Überblick zeigt, was die RISC-V-Technik so attraktiv macht und wo sie zum Einsatz kommen soll.

Anders als viele etablierte Prozessorfamilien ist RISC-V nicht für einen typischen Einsatzbereich optimiert – also etwa nur für große Server oder für winzige Mikrocontroller –, sondern extrem flexibel. Die einfachste 32-Bit-Implementierung RV32I kann mit wenigen Milliwatt auskommen für einen hochsicheren Smartcard-Controller, während die stärksten 64-Bit-Versionen in KI-Rechenbeschleunigern

für Supercomputer stecken sollen. Außerdem lässt sich RISC-V besonders leicht erweitern und hat ein geschickt gewähltes Lizenzmodell auch für den kommerziellen Einsatz. Deshalb wiederum sind extrem finanzstarke Firmen auf den RISC-V-Zug aufgesprungen und geben ihm mächtig Rückenwind: Cloud-Giganten wie Amazon, Google, Facebook, Microsoft und Alibaba entwickeln eigene Spezialchips. Sie können sich hochkarätige Entwickler-

teams leisten, die rasch Resultate liefern. Auch staatlich finanzierte Forschungsteams aus Ländern

wie China, Russland und Indien mischen bei RISC-V kräftig mit. Diese Länder wollen ihre Abhängigkeit von westlicher Chip-Technik reduzieren: einerseits aus wirtschaftlichen Gründen, andererseits um



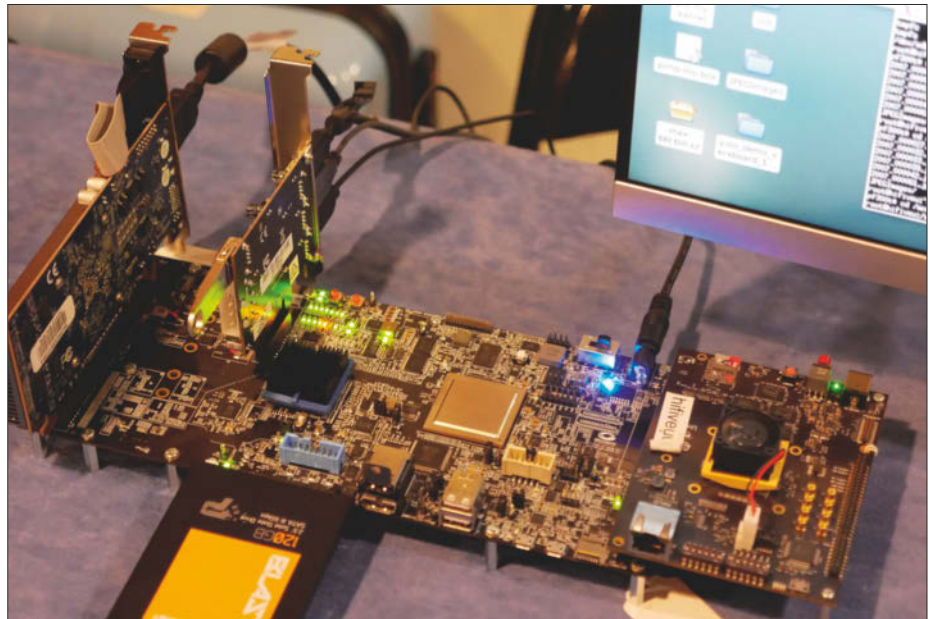
Hintertüren fremder Geheimdienste zu entgehen. Letzteres macht RISC-V aber auch für westliche Geheimdienste sowie den Einsatz in kritischen Infrastrukturen (KRITIS) und Waffensystemen interessant. Die potenziell höhere Sicherheit eines komplett offengelegten und somit „verifizierbaren“ Chips ist zudem für Banken, Fintech-Firmen und die Entwickler von Blockchain-Hardware attraktiv.

## Neuer Ansatz

Offengelegte CPU-Designs gibt es schon seit vielen Jahren, aber OpenRISC, OpenSPARC und OpenPOWER kamen bei Weitem nicht so rasch voran wie RISC-V. Daraus haben die RISC-V-Erfinder viel gelernt, nicht nur in Bezug auf das Lizenzmodell und die Struktur der RISC-V Foundation. Sie nutzen auch geschickt bereits vorhandene Ansätze für die unverzichtbare Software-Unterstützung, um RISC-V-Hardware möglichst schnell für viele Betriebssysteme und Anwendungen nutzbar zu machen, beispielsweise mit passenden Treibern.

RISC-V startete außerdem in eine günstige Zeit. Der Bedarf dafür ist gewaltig, obwohl es außer den erwähnten offenen CPU-Architekturen und der x86-Technik von AMD und Intel viele Alternativen gibt, darunter PowerPC, MIPS, SPARC, ARC, AVR, Xtensa. Die meisten sind nur Fachleuten bekannt, selbst weit verbreitete: Ein MIPS-Chip steckt etwa in jeder Fritzbox, ein AVR-Kern im Arduino, der Xtensa LX6 im ESP32.

Doch viele Entwickler kommen mit diesen etablierten Rechenkernen für ihre eigenen Entwürfe nicht weiter: Sie arbeiten an Systems-on-Chip (SoCs), die Standard-Rechenwerke für allgemeine Aufgaben mit speziellen Erweiterungen vereinen. Wenn dabei bestimmte Rechenkerne wichtig sind, weil fertige Standard-Apps darauf laufen sollen, sind x86- und ARM-Kerne zwar oft unverzichtbar: etwa in (Windows-)PCs, Notebooks und Servern (x86) oder in Smartphones und Tablets (ARM). Viele andere Chips laufen jedoch mit eigens angepasster Software beziehungsweise Firmware: Mikrocontroller in Geldkarten, Arduinos, Mobilfunk-SIMs, Autos, Kaffee- und Waschmaschinen, Controller für SSDs, Kopierer, Lenk Waffen, 5G-Modems und WLAN-Adapter. Bei solchen SoCs liegt das wesentliche Know-how und somit die Profitabilität in den Spezialfunktionen, etwa für Signalverarbeitung, Kryptografie oder KI. Ob die All-



Auf dem SiFive U540 läuft schon Linux – aber um Grafikkarte und USB-Tastatur anschließen zu können, ist derzeit ein Entwicklungssystem für 3000 US-Dollar nötig.

zweck-Rechenkerne nun vom Typ ARM oder RISC-V sind, ist Nebensache. RISC-V ist nicht nur billiger nutzbar als viele ARM-Kerne, sondern löst sogar noch komplizierte Abhängigkeiten, die es bei der Kombination von Lizenzen für ARM-Technik mit anderen zugekauften Kernen gibt.

Zum großen Interesse an RISC-V trägt auch bei, dass (Soft-)Werkzeuge für die Chip-Entwicklung mittlerweile leichter zugänglich sind als früher. Es ist zudem

einfacher und billiger geworden, bei Auftragsfertigern wie TSMC, Globalfoundries und UMC eigene Chip-Entwürfe mit überschaubaren Kosten in kleinen Stückzahlen in Silizium ätzen zu lassen. So kommt man vergleichsweise rasch an Chip-Prototypen für Messungen und Experimente, was Risiken in der Chip-Entwicklung mindert.

Schließlich ist RISC-V ein Eldorado für Universitäten und Sicherheitsforscher:

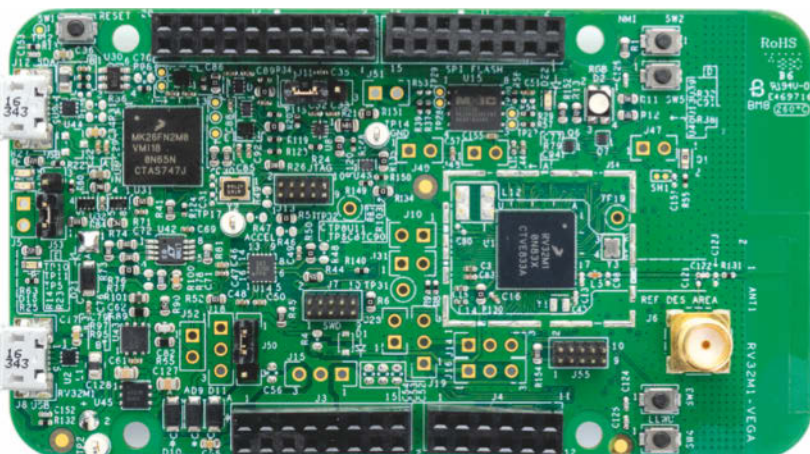
## RISC-V-Geschichte

RISC kürzt den Begriff „Reduced Instruction Set Architecture“ ab, also eine einfach gehaltene Befehlssatzarchitektur. Das V steht für die Zahl 5; RISC-V spricht man daher als „Risk feif“ aus. Mastermind hinter RISC-V ist der ehemalige Berkeley-Professor David Patterson, der in den 1980er-Jahren Berkeley RISC mit entwickelte, eine Grundlage der Sun-SPARC-CPU. Patterson hob aber etwa auch RAID mit aus der Taufe und entwickelte RISC-V ab 2010 mit seinem damaligen Mitarbeiter Krste Asanović, der die RISC-V Foundation leitet. Patterson arbeitet mittlerweile für Google und ist Gründungsmitglied der RISC-V Foundation sowie Mitglied der CHIPS Alliance und von lowRISC.org. Asanović wiederum ist Chief Architect der Firma SiFive, die

RISC-V-Chips und IP-Cores entwickelt. IT-Giganten wie Intel, WDC und SK Hynix investieren Geld in SiFive, wo Patterson und andere Branchengrößen als Berater fungieren.



RISC-V-Mastermind David Patterson



Auf dem 65-Euro-Vegaboard sitzt der NXP RV32M1 mit RISC-V- und ARM-Kernen für Entwickler.

Ohne Lizenzkosten und Geheimhaltungszwänge lassen sich die ausgefallensten Versuche damit anstellen. Jedermann kann sofort loslegen, etwa mit dem RISC-V-Simulator im Browser, siehe [ct.de/ytup](http://ct.de/ytup).

## ISA, nicht Architektur

Bei RISC-V geht es nicht um ein bestimmtes Prozessor-(Kern-)Design, also nicht um eine konkrete Mikroarchitektur. Vielmehr beschreibt die offengelegte RISC-V-Spezifikation nur eine Befehlssatzarchitektur. Diese Instruction Set Architecture (ISA) ist bisher in die drei Varianten RV32I, RV64I und RV128I unterteilt, von denen jeder RISC-V-Chip nur RV32I vollständig unterstützen muss. Die Kompatibilität zur RISC-V-Spezifikation ist unabhängig von der jeweiligen Hardware-Umsetzung, sie wird durch einen Verifikationsprozess per Software geprüft ([ct.de/ytup](http://ct.de/ytup)).

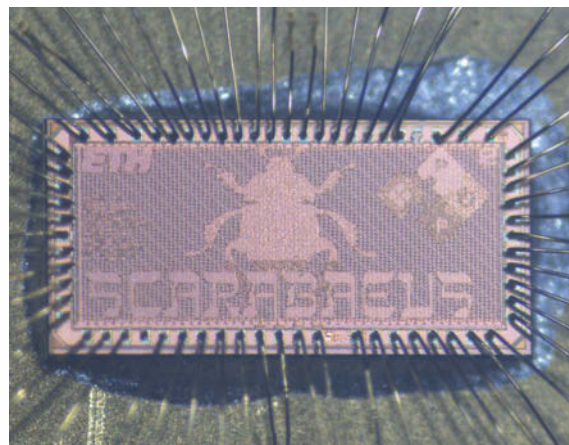
RISC-V legt folglich nicht im Detail fest, wie ein CPU-Kern aufgebaut sein

muss, sondern verlangt nur, dass er gemäß der RISC-V-Spezifikation rechnet. Entwickler sind auch nicht gezwungen, ihre jeweilige RISC-V-Implementierung offenzulegen – aber manche tun es, darunter SiFive (Rocket), Western Digital (SweRV) und die Uni Berkeley (Boom).

Die erwähnten Basis-ISAs lassen sich für den jeweiligen Einsatzzweck erweitern, sowohl um Spezialrechenwerke als auch um häufig benötigte Befehle, die ebenfalls die RISC-V-Foundation spezifiziert. Besonders verbreitet sind bisher RISC-V-Designs vom Typ RV32IMAC. Die zusätzlichen Buchstaben hinter RV32I erläutert die Tabelle auf dieser Seite, etwa das „M“ für Multiplikation und Division ganzer Zahlen.

Ob ein RISC-V-Kern als sparsames In-order-Design ausgelegt ist oder als leistungsfähiger Out-of-order-Kern, bleibt den Entwicklern überlassen, ebenso wie die Anzahl paralleler Rechenwerke oder die Cache-Anbindung. Verschiedene RISC-V-Prozessorkerne können also trotz identischer Bezeichnung wie RV64GC sehr unterschiedlich leistungsfähig sein.

Erweiterungen etwa für Verschlüsselung oder KI-Algorithmen sind willkommen, ob proprietär oder nicht. Firmen dürfen also eigene RISC-V-Chips entwickeln, deren Technik sie geheim halten, gegen Lizenzgebühr verkaufen oder offenlegen. Damit eine Firma einen Chip jedoch „RISC-V“ nennen darf, muss sie Mitglied der RISC-V Foundation werden, was mindestens 5000 US-Dollar im Jahr kostet. Der Mitgliedsvertrag enthält einen Passus zur Geheimhaltung (Non-Disclosure Agreement, NDA) von entsprechend gekennzeichneten Informationen. Daran gibt es Kritik, ebenso wie an Verhaltens-



Das PULP-Team entwickelt Forschungschips wie diesen „Scarabaeus“ mit Ariane-Kernen.

regeln (Code of Conduct), welche die Foundation in öffentlichen Foren verlangt. Doch die RISC-V-Dachorganisation will die finanziellen und juristischen Interessen ihrer Mitglieder schützen.

## RISC-V und Linux

Wer an Prozessoren mit offener ISA denkt, hat auch freie Betriebssysteme wie Linux und FreeBSD im Sinn – und die laufen auf RISC-V-Chips. Die Linux Foundation fördert diese Entwicklung etwa in der Projektgruppe CHIPS Alliance.

Die einfachsten RV32I-Kerne eignen sich allerdings nicht für „große“ Linux-Distributionen, sondern sind für kompakte Echtzeitbetriebssysteme (Real Time Operating Systems, RTOS) gedacht, von denen manche mit weniger als 10 KByte Speicher auskommen. Viele gibt es als Open Source, etwa FreeRTOS; die Linux Foundation unterstützt Zephyr, das von VxWorks der Firma Wind River Systems abstammt. Der RV32IMAC-Chip Freedom Everywhere FE310 von SiFive ist für FreeRTOS und Zephyr gedacht.

Linux-Distributionen wie Debian und Fedora arbeiten längst an RISC-V-Portierungen. Die zielen aber auf stärkere und funktionsreichere RISC-V-Implementierungen wie RV64GC. Zu den ersten kompatiblen Chips gehört der Mitte 2018 erschienene SiFive Freedom U540 mit vier Kernen, die ähnlich viel leisten sollen wie die vier ARM-Cortex-A53-Kerne eines Raspberry Pi 3. Im Unterschied zu dem von Broadcom gelieferten Raspi-Chip besitzt der U540 aber weder einen Grafikern noch Controller für USB, PCI Express oder SATA. Der Freedom U540 enthält immerhin einen Gigabit-Ethernet-Controller, ein Interface für SD-Karten sowie

## Standard-Erweiterungen der RISC-V-ISA

Abkürzung	Bezeichnung	Funktion
I	Integer	Ganzzahl-Operationen
M	Multiply	Multiplikation und Division ganzer Zahlen
A	Atomic	atomare Operationen
F	Floating Point	Gleitkommabefehle für einfache Genauigkeit (FP32)
D	Double Precision	Gleitkommabefehle für doppelte Genauigkeit (FP64)
G	—	Kürzel für die Kombination IMAFD
C	Compressed	komprimierter 32-Bit-Befehlssatz
P <sup>1</sup>	Packet SIMD	Single Instruction, Multiple Data
V <sup>1</sup>	Vector	Vektorbefehle

<sup>1</sup> noch nicht final spezifiziert (frozen), Standardisierung weiterer RISC-V-Erweiterungen wird noch diskutiert

# Maker Faire®

Die nächsten  
Veranstaltungen:



... weitere folgen.

die Schnittstellen SPI, I<sup>2</sup>C und ChipLink. Über letztere lassen sich weitere Chips anbinden, insbesondere ein Field Programmable Gate Array (FPGA) von Microsemi. Dieses wiederum kann USB, SATA und PCIe nachrüsten und via PCIe lässt sich dann eine Grafikkarte anschließen.

Aus dem SiFive-Entwicklerboard HiFive Unleashed mit U540 und dem HiFive Unleashed Expansion Board mit PolarFire-FPGA lässt sich tatsächlich ein Linux-Computer mit Grafikkarte und USB-Anschlüssen bauen – aber der kostet 3000 US-Dollar: 1000 für das U540-Board plus 2000 für die FPGA-Erweiterung. Bisher gibt es noch kein RISC-V-SoC mit integrierter Grafik und Schnittstellen wie USB, SATA und PCIe.

### Teure RISC-V-Lücken

Ein freier RISC-V-Prozessorkern macht noch keinen kompletten Chip: Man braucht etwa auch Taktgeberschaltkreise, Speicher-Controller für (DDR4-)SDRAM, einen Grafikkernel, Controller für PCIe, I<sup>2</sup>C, UARTs, SPI, SD-Flash sowie ein Bussystem, das alles verbindet. Derlei System-on-Chip-Komponenten gibt es zwar fix

und fertig als sogenannte Intellectual Property Cores (IP-Cores), aber nicht unbedingt kostenlos oder als Open Source. Die IP-Cores für ein SoC müssen zudem sowohl mit dem jeweiligen internen Bussystem kompatibel sein als auch mit der für den Chip gewünschten Fertigungstechnik.

Viele IP-Cores sind für die Kombination mit ARM-Kernen ausgelegt und verwenden deren ARM Microcontroller Bus Architecture (AMBA), etwa das Advanced Extensible Interface (AXI) oder den Advanced High-Performance Bus (AHB). AMBA ist nach Registrierung bei ARM kostenlos nutzbar und mehrere RISC-V-Designs haben AXI-Ports eingebaut.

Viele IP-Cores sind jedoch teuer, schon die Lizenz für einen USB-2.0-Controller kann mehrere zehntausend Euro kosten. Bei einem modernen Smartphone-Chip mit mehreren Milliarden Transistoren, der in Millionenstückzahlen gefertigt wird, spielt das keine Rolle. Die Entwicklungskosten für ein solches High-End-SoC schätzt Cadence, ein Anbieter von EDA-Tools (siehe unten) auf über 50 Millionen US-Dollar. Allerdings werden dermaßen komplexe Chips selten von

Grund auf neu entwickelt, sondern ihre Entwicklerteams verbessern sie schrittweise von Generation zu Generation und behalten dabei viele Funktionsblöcke bei. Das vermeidet nicht nur Lizenzgebühren für neue IP-Cores, sondern verkürzt die Entwicklungszeit, reduziert das Risiko von Fehlschlägen sowie den Aufwand für Simulation und Tests.

Der Zeitaufwand lässt sich reduzieren, indem man physisch verifizierte IP-Cores einkauft. Diese hat der jeweilige Zulieferer bereits auf fertigen Chips erfolgreich geprüft. ARM selbst spricht von Physical IP oder auch von POP IP (das stand einst für Processor Optimization Pack) und meint damit IP-Cores, die bei einem Auftragsfertiger mit einer bestimmten Fertigungstechnik gefertigt, getestet sowie auf gewisse Parameter optimiert wurden: niedriger Stromverbrauch, hohe Taktfrequenz, kleine Siliziumfläche, hohe Robustheit gegen Fertigungstoleranzen, Spannungsschwankungen, Alterung. Derartige Fertig-Kerne sind aber noch teurer als IP-Cores und ihr Design ist meistens nicht offengelegt.

Die RISC-V Foundation arbeitet mit Hochdruck an einem Ökosystem aus Firmen, die IP-Cores und Dienstleistungen beisteuern. So öffnet etwa Imagination Technologies ihre aus älteren iPhones bekannten PowerVR-Grafikkerne für RISC-V. SiFive hat die Firma Innovative Logic gekauft, die IP-Cores für USB-Controller entwickelt. Bluetooth- und DSP-Controller kann man von Ceva beziehungsweise RivieraWaves beziehen.

Der Entwickler Luke Kenneth Casson Leighton sammelt Geld für ein komplett offenes RISC-V-SoC mit einer Art Software-GPU. Dieser Libre RISC-V M-Class soll mit 2,5 Watt auskommen. Leighton schätzt, dass die Entwicklung mehrere Jahre dauert und über 6 Millionen US-Dollar kostet.

### Chip-Werkzeuge

Teuer sind auch Entwicklungswerkzeuge für SoCs. Ohne Electronic Design Automation (EDA) wären Chips mit Milliarden von Transistoren nicht denkbar. Man kann sich EDA-Tools wie eine Software-Programmierungsumgebung vorstellen: Es geht dabei nicht bloß um einen Editor, sondern um eine komplette Infrastruktur, die Werkzeuge zum Entwerfen, Simulieren und Testen vereint und sich mit kompatiblen Plug-ins und Bibliotheken von Zulieferern erweitern lässt.

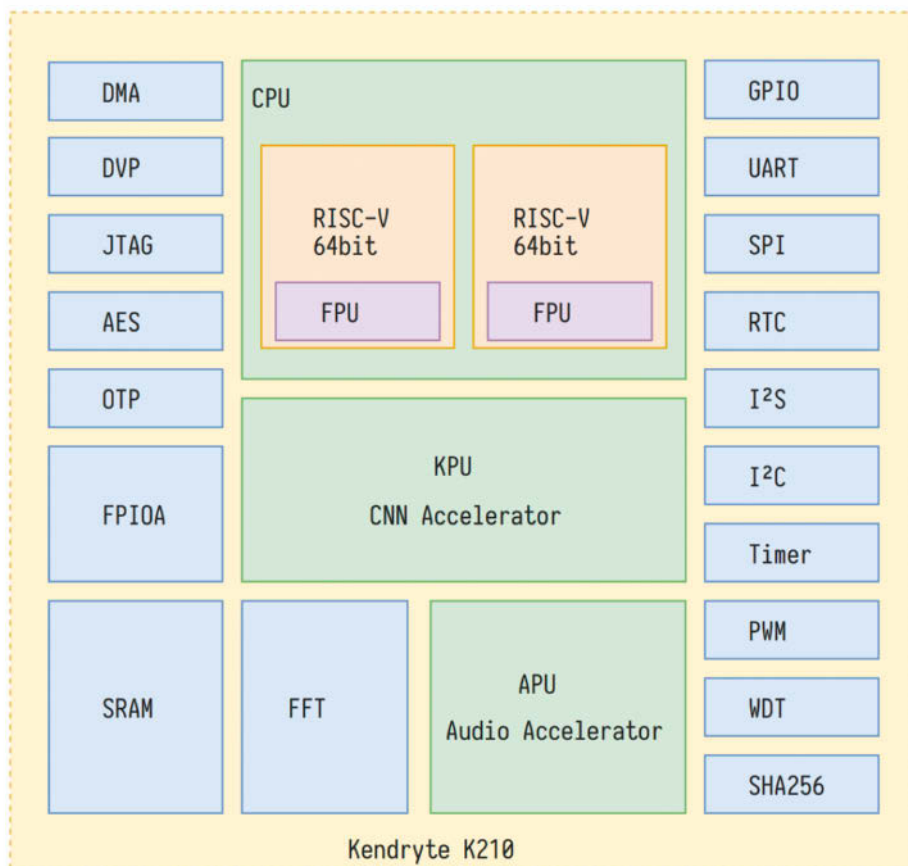


Bild: Canaan

Die chinesischen Bitcoin-Chip-Experten von Canaan kombinieren beim Kendryte K210 einen KI-Beschleuniger (KPU) mit zwei RISC-V-Kernen vom Typ RV64GC.

EDA-Tools nutzen eine Hardware-Beschreibungssprache (Hardware Description Language, HDL), um sogenannte Netzlisten für die einzelnen Funktionsblöcke zu erzeugen. Bekannt sind beispielsweise VHDL und Verilog; bei RISC-V spielt Chisel – das steht für Constructing Hardware in a Scala Embedded Language – eine große Rolle, weil sie frei ist und ebenfalls an der Uni Berkeley entwickelt wurde. Ein zugekaufter IP-Core kann ein HDL-Makro sein, welches man in sein Entwicklungssystem lädt.

Die HDL-Beschreibung eines SoC ist auch die Basis für die Fertigung des Chips. Auftragsfertiger stellen Bibliotheken bereit, mit denen sich der Entwurf auf ihre jeweilige Fertigungstechnik abbilden lässt – also auf den physischen Aufbau von Transistoren beziehungsweise von kompletten Standardzellen wie Gattern, SRAM, I/O-Transceivern, Busleitungen und Kontaktflächen.

Vor der Fertigung steht jedoch die Simulation und Erprobung, beispielsweise in einem FPGA-Chip; letzteren programmiert man dazu mit dem HDL-Code des CPU-Kerns oder IP-Cores. Ein FPGA enthält mehrere tausend bis einige Millionen logischer Zellen, oft auch einen Speicher-Controller sowie externe Schnittstellen wie I<sup>2</sup>C, SPI, USB und PCIe. Zur Emulation eines Linux-tauglichen RV64GC-Kerns braucht man FPGA-Boards wie das Digilent Genesys 2 für rund 1000 US-Dollar. Für einfache RV32I-Mikrocontroller genügen FPGA-Chips für wenige Euro, die man auf 50-Euro-Boards aus China findet (siehe [ct.de/ytup](http://ct.de/ytup)).

## RISC-V konkret

Die meisten RISC-V-Entwicklerfirmen wollen IP-Cores verkaufen oder in haus-eigenen Spezialchips einsetzen. Nvidia tüftelt am Falcon-Controller für Grafik-chips, Western Digital an SSD-Controllern und die einst für Bitcoin-Miner (Antminer) bekannte chinesische Firma Bitmain integriert einen RISC-V-Kern in den KI-Beschleuniger Sophon BM1880. Ausgewählte RISC-V-Anbieter nennt die Tabelle auf dieser Seite.

Nur wenige Firmen arbeiten an All-zweckprozessoren mit RISC-V-Technik beispielsweise für Smartphones, Settop-Boxen oder Bastelcomputer. SiFive liefert den Mikrocontroller FE310 sowie den U540. Der Kendryte K210 ist auf einigen chinesischen Entwicklerboards zu finden, das SiPeed Maixduino gibts ab 35 Euro.

Die meisten RISC-V-Kerne laufen bisher in FPGA-Chips wie dem Xilinx Kintex-7 auf diesem Genesys-2-Board, das Digilent für 1000 US-Dollar verkauft.

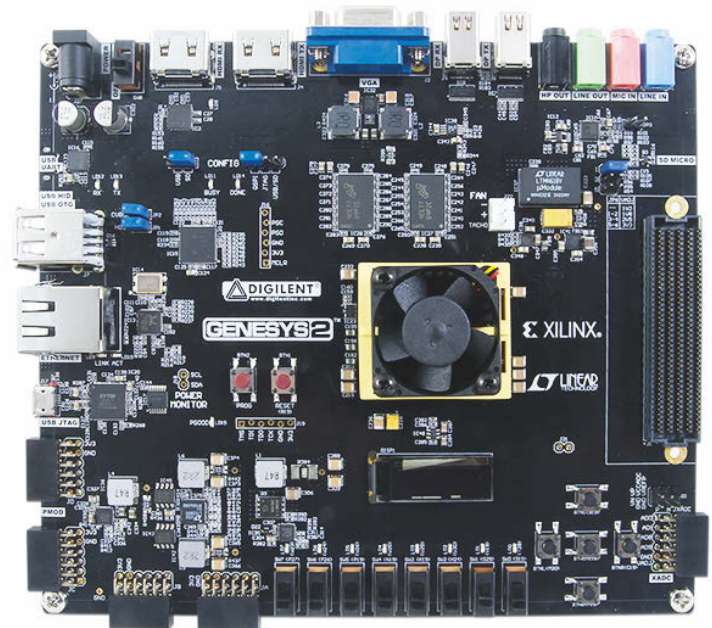


Bild: Digilent

NXP fertigt den NV32M1 mit RV32I, ARM-Kernen und Bluetooth für das 65 Euro teure Vegaboard, das auf IoT-Entwickler und Studenten zielt. Die European Processor Initiative (EPI) entwickelt einen KI-Beschleuniger mit RISC-V-Technik, um die EU bei Supercomputern und autonomen Autos weniger abhängig von den USA und China zu machen. Mehrere chinesische Firmen, darunter der Handels- und Cloud-Gigant Alibaba, arbeiten an eigenen RISC-V-Chips, befeuert von US-Sanktionen.

## RISC-V-Zukunft

Prozessor- und Sicherheitsexperten setzen hohe Erwartungen in RISC-V und finanzstarke Partner sind mit im Boot. Viele Firmen hoffen, eigene Chips schneller

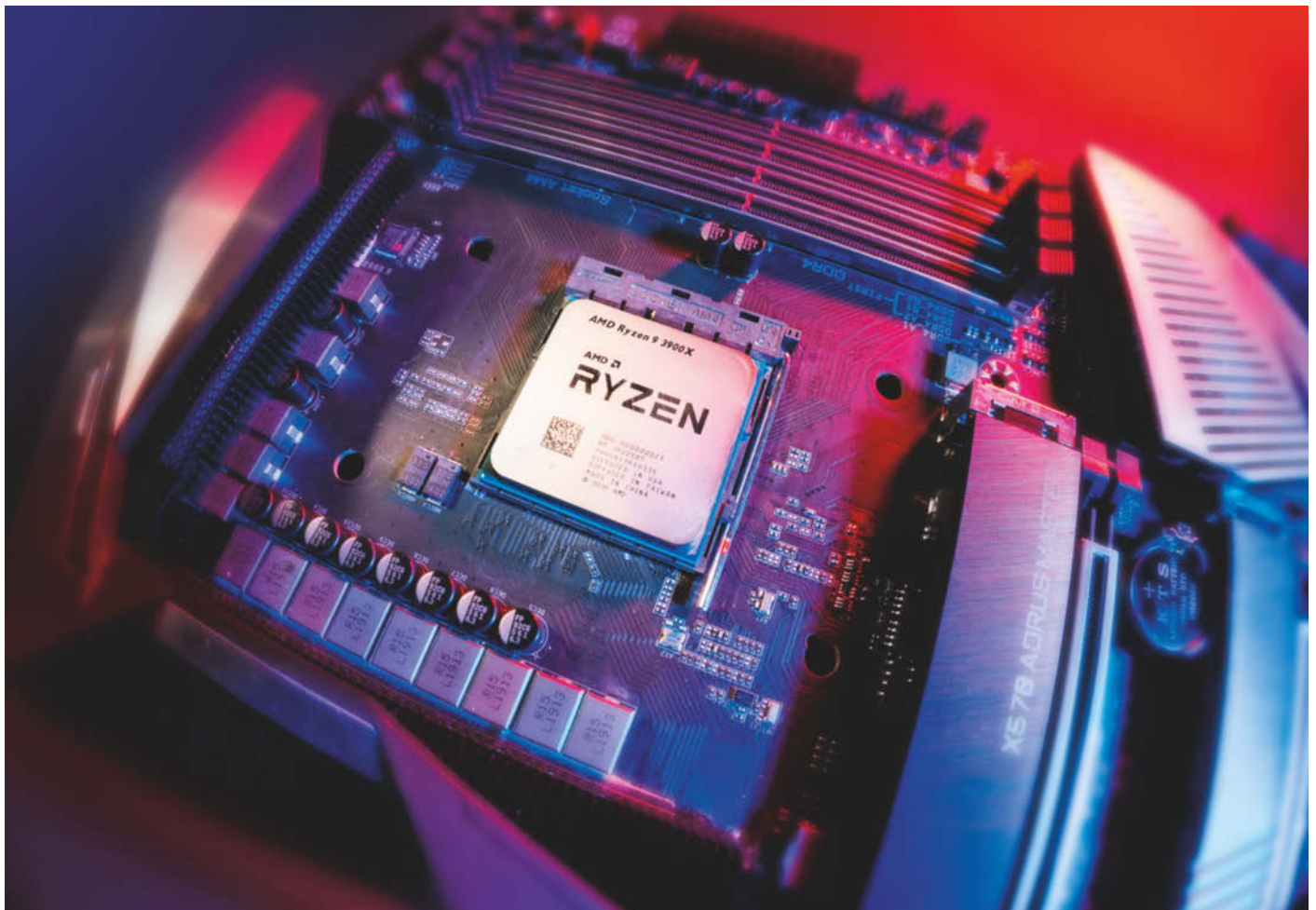
und billiger entwickeln zu können als mit der etablierten ARM-Technik. Andere wollen das offene Design für höhere Sicherheit oder größere Unabhängigkeit nutzen. Ein RISC-V-Chip ist aber nicht zwangsläufig Open-Source-Hardware, falls er zugekaufte IP-Cores oder proprietären Erweiterungen enthält. Welche Hoffnungen sich erfüllen, kann erst die Praxis zeigen.

Derzeit ist nicht abzusehen, wann ein bezahlbarer RISC-V-Chip mit GPU und schnellen Schnittstellen auftauchen wird, der etwa einen Raspberry Pi antreiben könnte. Doch erste RISC-V-Chips sind schon auf dem Markt und das offene Ökosystem wächst rasant. (ciw@ct.de) **ct**

**RISC-V im Web:** [ct.de/ytup](http://ct.de/ytup)

## RISC-V-Kerne und -Prozessoren (Auswahl)

Firma/Institut	IP-Kerne	SoCs	Land
SiFive	RV32I, Rocket: RV64GC	FE310 (RV32I), FU540 (4 × RV64GC)	USA
Bitmain (Sophon)	–	BM1880 (RV32I + ARM + KI)	China
Canaan (Kendryte)	–	K210 (2 × RV64GC + KI)	China
NXP	–	NV32M1 (RV32I + ARM)	Europa
Greenwaves	–	GAP8 (9 × RV32I)	Frankreich
Uni Berkeley	Boom: RV64GC	–	USA
Esperanto Tech. (ET)	ET-Maxion: RV64GC, ET-Minion: RV64GCV	–	USA
PULP (ETH Zürich, Uni Bologna)	RISCy, LowRISC: RV32I, Ariane: RV64IMAC	–	Europa
Syntacore	SCR1: RV32I, SCR3/4/5: RV32/64, SCR7: RV64GC	–	Russland
Andes (AndesCore)	N22: RV32IMAC, A(X)25, D/N25F: RV64GC(P)	–	Taiwan
Nuclei Systems	Hummingbird E203, N200 (RV32IMAC)	–	China
Nvidia	Falcon: RV64IM (interne Nutzung)	–	USA
WDC	SweRV: RV32IMC	–	USA
Alibaba (Pingtou Ge)	Xuan Tie 910: 16 × RV64GC	–	China
Shakti Project	RV64G	–	Indien



# Need for Speed

## Ryzen 3000 übertakten

**Für die Ryzen-Prozessoren der dritten Generation hat AMD seiner Overclocking-Software neue Übertaktungsmodi spendiert. Die sind notwendig, weil nicht mehr jeder CPU-Kern gleich hochtaktet.**

**Von Christian Hirsch**

**D**ie Ryzen-3000-Prozessoren arbeiten dank überarbeiteter Rechenwerke und kleinerer Strukturgrößen schneller und effizienter als die Vorgänger Ryzen 2000 und als Intels aktuelle CPUs der Serie Core i-9000. Alle Ryzen 3000 lassen sich aber auch noch übertakten, wenn noch höhere Leistung erwünscht ist. Voraussetzung ist lediglich ein AM4-Main-

board mit B450-, X470- oder X570-Chipsatz. Auf älteren B350- und X370-Boards funktioniert das Overclocking nur eingeschränkt, beim Billig-Chipsatz A320 schiebt AMD dem Übertakten einen Riegel vor.

Derzeit sind fünf Ryzen-3000-Prozessoren mit sechs, acht und zwölf Kernen erhältlich, im September folgt noch der Sechzehnkerner Ryzen 9 3950X. Für die Tests haben wir die aus Preis-Leistungs-Sicht empfehlenswertesten CPUs Ryzen 5 3600 mit sechs, Ryzen 7 3700X mit acht und Ryzen 9 3900X mit zwölf Kernen ausgewählt. Als Plattform diente das X570-Mainboard Gigabyte X570 Aorus Master mit 16 GByte DDR4-3200-RAM und einer Grafikkarte vom Typ Nvidia GeForce GT 1030. Um auszuschließen, dass die Prozessoren überhitzen und deswegen ihre Taktfrequenz und Performance dros-

seln, haben wir eine leistungsstarke Wasserkühlung mit zwei kräftigen 12-cm-Lüftern auf die CPUs geschnallt.

### Leistungslimits

Der Ryzen 5 3600 und Ryzen 7 3700X haben eine Thermal Design Power (TDP) von 65 Watt. In der Praxis erlaubt AMD ihnen jedoch etwas mehr Spielraum, denn sie dürfen vom Mainboard bis zu 88 Watt abfordern. Bei der 105-Watt-CPU Ryzen 9 3900X beträgt das auch Package Power Tracking (PPT) genannte Limit 142 Watt. Auch wer keine Overclocking-Ambitionen hegt, sollte beim Bau eines Ryzen-Rechners deshalb auf einen entsprechend leistungsfähigen Kühler achten. Sonst besteht das Risiko, dass die CPU sich auf die Drosseltemperatur von 95 °C aufheizt und ihren Turbo nicht mehr voll ausschöpft. Des Weiteren gibt es Grenzwerte für die Stromstärke (Thermal Design Current, TDC) und Stromspitzen (Electrical Design Current, EDC), die die Spannungswandler auf dem Board schützen sollen.

Die maximale Turbotaktfrequenz des Ryzen 9 3900X beträgt 4,6 GHz. Einen Anspruch auf diesen Boost hat man im Unterschied zum Basistakt von 3,8 GHz jedoch nicht. Wie hoch der Prozessor unter Last taktet, hängt außer vom ver-

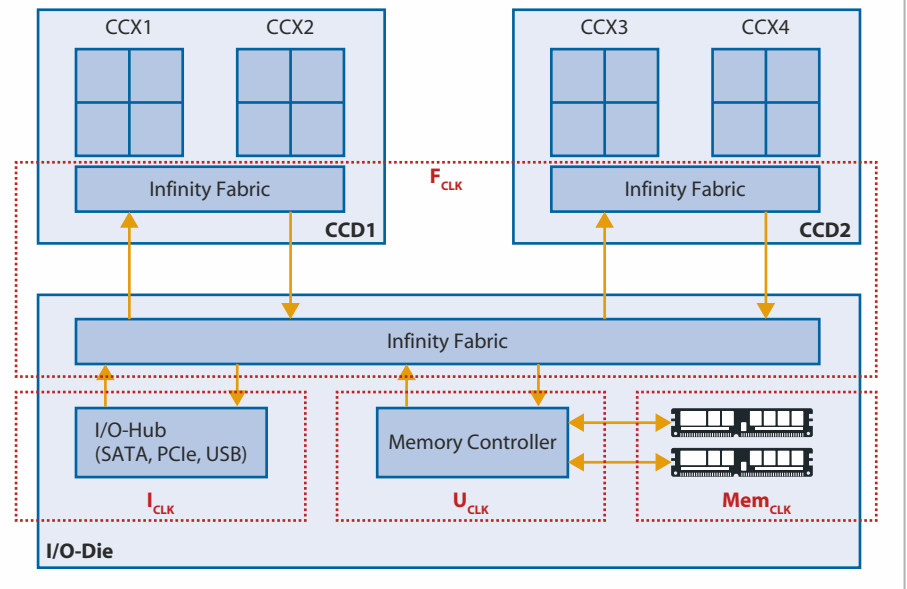
wendeten Kühler noch von weiteren Faktoren ab: Wie viele Kerne nutzt die Anwendung und kommt beispielsweise anspruchsvoller AVX-Code (Advanced Vector Extensions) zum Einsatz, der die Recheneinheiten wesentlich stärker belastet als einfache Integer-Berechnungen. Diese Vektorbefehle verwenden unter anderem moderne Rendering-Programme wie Blender und Cinema 4D [1]. Stößt die CPU an einen der drei genannten Grenzwerte, reduzieren die Ryzen 3000 ihren Takt. Diese dynamische Anpassung erfolgt 1000-mal pro Sekunde, damit sich verzögerungsfrei die maximal mögliche Performance abrufen lässt.

Weil es bei den Ryzen 3000 keine festen Turbostufen gibt, haben wir auf dem Ryzen 9 3900X mit Prime95 Last auf 1 bis 24 Thread erzeugt und jeweils die Taktfrequenz der arbeitenden Kerne gemessen. Bei bis zu zwei Prime95-Thread(s) taktete die CPU mit rund 4,5 GHz. Anschließend reduzierte sich die Taktfrequenz mit jedem neuen Thread, weil die CPU bereits die zulässigen 140 Ampere für die Stromspitzen (EDC) ausgeschöpft. Der Takt lag bei Last auf 7 bis 11 Threads bei ungefähr 4,2 GHz. Ab 12 Threads betrug er nur noch rund 4,05 GHz, weil nicht mehr jedem Thread ein physischer Kern exklusiv zur Verfügung stand. Mit Last auf 20 bis 24 logischen Kernen pendelte sich der Takt bei knapp unter 3,9 GHz ein, weil der Ryzen 9 3900X dabei sein PPT-Budget von 142 Watt voll ausreizte.

Bei den Ryzen 3000 gibt es zudem eine wesentliche Änderung im Taktverhalten: Nicht jeder Kern kann den maximalen Boost-Takt erreichen. Stattdessen sind die einzelnen Kerne von AMD selektiert, was man zum Beispiel mit dem Overclocking-Tool Ryzen Master auslesen kann. Um herauszufinden, mit welchem Takt die Kerne jeweils im unübertakteten Zustand maximal laufen, haben wir sie nacheinander einzeln belastet. Während die sechs Kerne des ersten CCD zwischen 4,525 und 4,575 GHz schafften, blieben die maximalen Taktfrequenzen des zweiten CCDs mit 4,350 und 4,400 GHz im Schnitt 175 MHz darunter. AMD kombiniert beim Zwölkfchner also Halbleiter-Dies unterschiedlicher Qualität. In der Praxis wirkt sich das aber kaum aus, weil der überarbeitete Scheduler von Windows 10 1903 zusammen mit dem AMD-Chipsatztreiber laufende Threads vorrangig den schnellsten Kernen zuordnet [2].

## Taktdomänen bei AMD Ryzen 3000

Bei der dritten Generation der Ryzen-Prozessoren gibt es mehrere Taktdomänen für I/O-Hub ( $I_{CLK}$ ), Infinity Fabric ( $F_{CLK}$ ), Speichercontroller ( $U_{CLK}$ ) und Speichermodule ( $Mem_{CLK}$ ). Das Fabric und der Speichercontroller arbeiten synchron mit dem RAM-Takt, beispielsweise 1600 MHz bei DDR4-3200. Ab einem RAM-Takt von 1800 MHz (DDR4-3600), taktet das Infinity Fabric fest mit 1800 MHz und der Speichercontroller läuft nur noch mit halbem RAM-Takt.



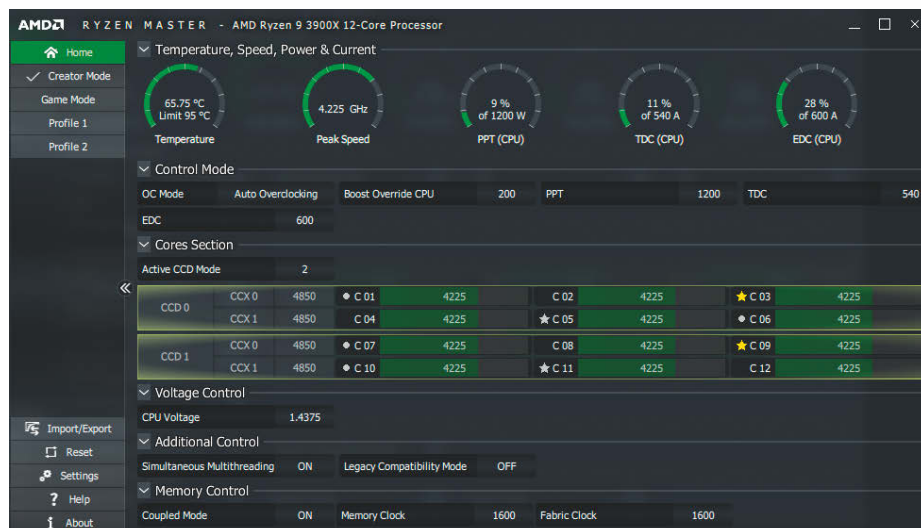
## Übertaktungsautomatik

Die mit den Vorgängern eingeführte Overclocking-Funktion Precision Boost Overdrive (PBO) gibt es auch bei Ryzen 3000 – allerdings agiert sie etwas anders als bisher [3]. Im Unterschied zu Ryzen 2000, wo der Prozessor mit Precision Boost Overdrive so hoch taktet, wie es die Strom- und Leistungslimits hergeben, ist PBO bei Ryzen 3000 auf den maximalen Boost-Takt beschränkt. Der Performancegewinn ist deshalb überschaubar. Bei unseren Exemplaren des Ryzen 5 3600, Ryzen 7 3700X und Ryzen 9 3900X waren es beim Rendering-Benchmark Cinebench R20 lediglich 0,3 bis 2,2 Prozent. Um PBO zu aktivieren, muss man zunächst prüfen, ob es im BIOS-Setup freigeschaltet ist, und anschließend die Ryzen-Master-Software von der AMD-Webseite über [ct.de/yqam](https://ct.de/yqam) herunterladen und installieren.

Als neuen Übertaktungsmodus bietet AMD nun das sogenannte „Auto Overclocking“ an. Es funktioniert genauso wie PBO, der maximale Takt liegt aber frei einstellbar bis zu 200 MHz oberhalb des maximalen Boost-Taktes. Aber auch hier war das Performanceplus mit 0,7 bis 3,1 Prozent gerade so messbar, aber überhaupt nicht spürbar.

Alternativ besteht bei Ryzen 3000 die Möglichkeit, den Prozessor komplett von Hand zu übertakten. Das Ryzen-Master-Tool erlaubt es, die Taktfrequenz jedes einzelnen Kerns zu manipulieren, gruppenweise von einzelnen CCXes und CCDs oder aber gemeinsam von allen CPU-Kernen. Bei den von uns getesteten Ryzen 3000 mit sechs, acht und zwölf Kernen war jeweils bei 4,25 GHz Schluss. Höher als 1,5 Volt wollten wir die Kernspannung wegen der feinen 7-nm-Strukturen nicht erhöhen. Damit rechneten der Ryzen 7 3700X und Ryzen 9 3900X rund 5 Prozent schneller als unübertaktet – jedoch auf Kosten einer um 20 bis 30 Prozent höheren Leistungsaufnahme bei Volllast. Zudem sank die Singlethreading-Performance wegen des dann nicht mehr funktionierenden Turbos um zwei (3700X) beziehungsweise sechs Prozent (3900X). Der Sechskerner Ryzen 5 3600 arbeitete zwei Prozent schneller, bei 11 Prozent Mehrverbrauch.

Bei vielen Ryzen-Mainboards lässt sich im BIOS-Setup die Thermal Design Power reduzieren, sodass der Prozessor unter Last etwas langsamer läuft, aber auch deutlich weniger Spannung und Energie benötigt. Bei der aktuellen Ver-



Die Software Ryzen Master von AMD zeigt nicht nur die aktuellen Taktfrequenzen von Ryzen-Prozessoren an, sondern zeigt auch, wie stark der Prozessor die Spannungswandler auf dem Mainboard auslastet.

sion des Ryzen Master Tool klappt dies per Knopfdruck: Im Eco-Modus wird nach einem Neustart des Rechners aus den 95- und 105-Watt-Versionen der Ryzen-3000-Prozessoren eine 65-Watt-CPU. Bei den 65-Watt-Chips gelten die Limits für eine TDP von 45 Watt.

Die Beschränkung wirken sich ausschließlich auf die Leistungsaufnahme und Performance bei Multithreading-Anwendungen aus: Die Testsysteme mit Ryzen 5 3600 und Ryzen 7 3700X schluckten im Eco-Modus 25 Prozent weniger und büßten 7 beziehungsweise 9 Prozent Rechenleistung ein. Beim 12-Kerner Ryzen 9 3900X, der von 105 auf 65 Watt TDP zurückfällt, reduziert sich der Energiebedarf um ein Drittel. Dabei rechnet er 10 Prozent langsamer.

## Schneller Speicher

Bei Ryzen 3000 gab es ein Update für den RAM-Controller. Sofern nur ein einziges Modul pro Speicherkanal steckt, erlaubt AMD nun DDR4-3200 statt DDR4-2933.

Schnellere Module mit XMP-Profil fallen unters Overclocking.

Dafür hat AMD bei Ryzen 3000 eine neue Taktdomäne eingeführt. Bis DDR4-3600 (1800 MHz Speichertakt) arbeiten Speicher, Speichercontroller und die CPU-interne Verbindung Infinity Fabric mit identischem Takt. Bei schnellerem RAM läuft der Speichercontroller nur noch mit der halben Frequenz des Speichers und das Infinity Fabric fest mit 1800 MHz. Deshalb vergrößerten sich bei unseren Tests beim Wechsel von DDR4-3600 auf DDR4-3666 die Latenzen beim Speicherzugriff von 53 auf 61 Nanosekunden, wodurch sich die Performance bei einigen Anwendungen und Spielen verschlechtert.

Der interne Aufbau der Ryzen-3000-Prozessoren mit sechs und acht Kernen unterscheidet sich von denen mit zwölf und sechzehn Kernen, was sich auf den Speicherdurchsatz auswirkt. Das Infinity Fabric überträgt in einem Taktzyklus vom I/O-Die, in dem der RAM-Controller sitzt, zum CPU Core Die (CCD) 32 Bytes. Bei

einem Speichertakt von 1600 MHz (DDR4-3200) entspricht das mit rund 48 GByte/s dem Durchsatz der beiden RAM-Kanäle. In der Rückrichtung sind es jedoch nur 16 Bytes, weshalb die Schreibrate lediglich 24 GByte/s beträgt. In der Praxis hat das für die Performance aber keine Auswirkung, weil viel seltener Daten ins RAM zurückgeschrieben, als daraus gelesen werden. Beim Ryzen 9 3900X mit 12 Kernen hängen am I/O-Die zwei CCDs, die pro Zyklus 2 × 16 Bytes in Richtung RAM liefern können. Deshalb erreichen diese beiden CPUs auch beim Schreiben den Lesedurchsatz von 48 GByte/s.

## Fazit

Des einen Freud ist des anderen Leid: AMD reizt die Fähigkeiten der 7-nm-Prozessoren der Serie Ryzen 3000 bereits ab Werk nahezu vollständig aus. Das klappt durch einen ausgeklügelten Turbo, den überarbeiteten Windows-10-Scheduler sowie die schnellere Taktsteuerung von Ryzen 3000. Diese Mechanismen beachten unter anderem die unterschiedliche Qualität der Halbleiter-Dies.

Deshalb lässt sich sowohl durch die automatischen Übertaktungsfunktionen als auch per manuellem Overclocking nur wenig Mehrleistung aus den neuen Ryzen-Prozessoren herausholen. Man kann das aber auch von der positiven Seite sehen: Schon im spezifikationskonformen Betrieb schöpft AMD das Performancepotenzial fast komplett aus. (chh@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Christian Hirsch, Ins Programm geschaut, Beliebige Software auf Intel-CPU analysieren, c't 13/2019, S. 120
- [2] Christian Hirsch, Voll auf die Zwölf, Ryzen 9 3900X und Ryzen 7 3700X mit PCI Express 4.0, c't 16/2019, S. 16
- [3] Christian Hirsch, Im Sportmodus, AMD Ryzen 2000X und Ryzen Threadripper 2000 ausreizen, c't 23/2018, S. 178

Download Ryzen Master: [ct.de/yqam](https://ct.de/yqam)

## Übertaktungsmodi Ryzen 9 3900X

Modus	Cinebench R20		Leistungsaufnahme <sup>1</sup>	Effizienz
	Singlethread	Multithread	Cinebench R20 Multithread [Watt]	CB-Punkte pro Watt
	besser ►	besser ►	◄ besser	besser ►
Nominal	528	7224	205	35,2
Precision Boost Overdrive	528	7309	229	31,9
Auto-Overclocking +200 MHz	527	7323	236	31,0
manuell übertaktet 4,25 GHz	497	7606	246	30,9
Eco-Modus (65 Watt TDP)	527	6505	133	48,9

<sup>1</sup> Gesamtsystem inklusive RAM, SSD und Netzteil

# Die besten Ideen für morgen

## Treffen Sie die Gewinner des Wettbewerbs „Innovatoren unter 35“

Raketen für das neue Raumfahrtzeitalter, CO2 zu Treibstoff und Quantenrechner für die Medikamentenforschung: Technology Review präsentiert die führenden Innovatoren unter 35 von 2019, darunter den „Innovator of the Year“ und den „Social Innovator of the Year“. Erfahren Sie heute, was morgen unser Leben prägen wird.

Den Wettbewerb initiierte 1999 die US-Ausgabe der MIT Technology Review, zu den bisherigen Preisträgern gehören unter anderem Spotify-Gründer Daniel Ek oder Google-Gründer Sergey Brin.

Die Preisverleihung findet dieses Jahr auf der StartupNight in Berlin statt, einem von Europas größten Startup-Events.

Nutzen Sie die Gelegenheit, die Innovatoren persönlich kennenzulernen und sich auf den neuesten Stand bei aktuellen Technologie-Trends zu bringen.

### Datum und Ort:

6. September 2019, 19 bis 20 Uhr  
Hauptstadtrepräsentanz der Deutschen Telekom  
Französische Str. 33 a-c, 10117 Berlin  
[www.startupnight.net](http://www.startupnight.net)

**Anmeldung und weitere Informationen:**  
[www.heise-events.de/tr35](http://www.heise-events.de/tr35)

Die Veranstaltung ist kostenfrei.  
Wir bitten um Anmeldung,  
da die Plätze begrenzt sind.

**JETZT  
ANMELDEN**

Sponsor:



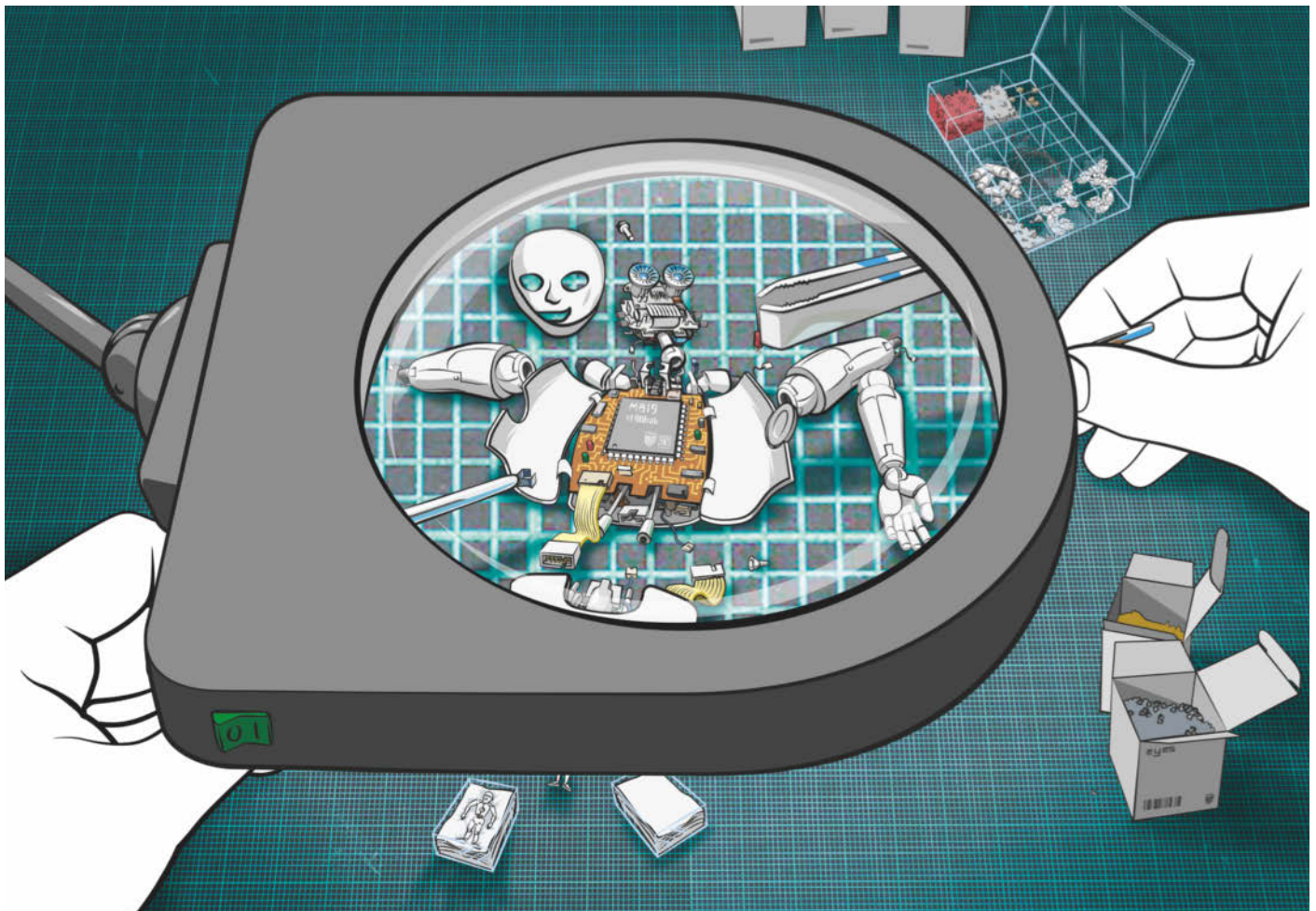


Bild: Rudolf A. Blaha

# Die Mikrowelt im Griff

## Mikro- und Nanoroboter räumen auf

**Im Reich der Millimeter und darunter wirken Mikro- und Nanoroboter. Forscher arbeiten daran, die Intelligenz der Winzlinge zu erhöhen und sie mit Kraftfeldern beispielsweise direkt im menschlichen Körper einzusetzen.**

**Von Hans-Arthur Marsiske und Arne Grävemeyer**

Nur die größten unter den Milli-, Mikro- und Nanorobotern bewegen sich unter Bedingungen, die denen in der Makrowelt ähneln. Zum Beispiel im Miniatur-Wunderland in Hamburg, das unter anderem die größte Modelleisenbahnanlage der Welt beherbergt: In deren

weitverzweigtem Straßennetz im Maßstab 1:87 suchen sich gelegentlich autonome Kleinwagen der Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) ihren Weg. Sie müssen dabei auch mit 9250 ortsansässigen Modellautos klarkommen, von denen 250 nach einfachen Programmen durch die Straßen fahren.

Stephan Pareigis und Tim Tiedemann vom HAW-Forschungslabor für autonome Systeme nutzen das Wunderland als Testgelände für selbstfahrende Fahrzeuge. Dabei erweist sich schon die Konstruktion ihrer Mini-Autos als eine Herausforderung. Die Fahrzeuge sind nicht nur mit einem lenkbaren Chassis, Elektromotor und Lithium-Ionen-Akku versehen, sondern zusätzlich mit einem Raspi Zero WH plus Kameramodul. Der Einplatinencomputer ist 31,2 Millimeter breit, 65 Millimeter lang und 5 Millimeter hoch. Damit

setzt er die Maße für die Grundfläche der Kleinwagen im Maßstab 1:87. Das Raspi-Kameramodul V2 misst 23,86 Millimeter  $\times$  25 Millimeter  $\times$  9 Millimeter und ist als senkrechter Aufbau positioniert.

### Fahrttest in der Miniaturwelt

Mit dieser Ausrüstung erproben die Minis visuelle Navigation. In den Augen der Hamburger Forscher bilden ihre Testfahrten einen interessanten Kompromiss zwischen abstrakten Simulationen einerseits und Tests mit Fahrzeugen in Originalgröße andererseits. Die Wissenschaftler können damit insbesondere riskante Verkehrssituationen in einer wirklichen physischen Umgebung durchspielen, ohne größere materielle Schäden oder gar Verletzte befürchten zu müssen. Auch für Lernverfahren, die das Fahrverhalten in Echtzeit optimieren und derzeit auf öf-

fentlichen Straßen nicht zum Einsatz kommen dürfen, stellt die Hamburger Miniwelt ein attraktives Testgelände dar.

Im Bereich kleiner Roboter ist das autonome Fahren jedoch ein eher exotisches Thema. Mikroroboter haben Körperlänge im Mikrometerbereich, also deutlich unter einem Millimeter. Die noch kleineren Nanoroboter werden gar in Nanometer, also in millionstel Millimeter gemessen. Als mögliche Anwendungen der winzigen Kleinstroboter gelten Untersuchungen und Operationen im menschlichen Körper sowie massiv parallel durchgeführte Produktionsprozesse.

Eine Fabrikationsanlage, die selbst im Miniatur-Wunderland winzig erscheinen würde, stellte Eric Diller von der University of Toronto auf der jüngsten International Conference on Robotics and Automation (ICRA) in Montreal vor. In einem Zylinder, der mit 30 Millimeter Höhe und 4 Millimeter Durchmesser einem abgeschnittenen Strohalm gleichkommt, gelingt es ihm, Teile in der Größenordnung von 300 Mikrometer bis zu 3 Millimeter zu greifen und gezielt zu platzieren. Aus bis zu neun Komponenten setzte Diller dabei beispielsweise die Buchstaben UT für University of Toronto zusammen oder auch ein winziges Männchen, inspiriert von den Steinfiguren kanadischer Ureinwohner, den Inuksuk. Der mittlere quadratische Fehler bei der vertikalen Positionierung der einzelnen Komponenten liege bei maximal 1,5 Prozent der Länge des jeweiligen Werkstücks, so der Forscher.

Die beachtliche Präzision gelingt mithilfe einer Kombination aus magnetischer und akustischer Mikromanipulation: Ein akustisches Feld, erzeugt durch 37 Ultraschallwandler in zwei gegenüberliegenden Halbkugeln, hebt die Teile vertikal an, während ein Magnetfeld ihre Ausrichtung im Raum kontrolliert und bei Greifern beispielsweise auch das Öffnen oder Schließen auslöst. Magnetische Teile dienen somit als Trägerplattformen für nicht-magnetische Teile.

Bereits in diesen Dimensionen, in denen noch mit Millimetern gemessen wird, kommen ganz andere Effekte zum Tragen als in der traditionellen Industrierobotik. Elektrostatik, Oberflächenspannung und Van-der-Waals-Kräfte, Wechselwirkungen zwischen Molekülen können die Schwerkraft leicht dominieren und traditionelle Greifverfahren an ihre Grenzen bringen. Serena Ruggeri und ihre

Mitarbeiter bei der italienischen Forschungsbehörde CNR hatten damit zu kämpfen, als sie untersuchten, wie sich die Wiederverwendung der Komponenten miniaturisierter integrierter Schaltkreise automatisieren lässt. Elektrostatische Kräfte lösten nicht selten einen ungewollten Griff aus, wie umgekehrt Kapillarkräfte bewirken können, dass sich ein absichtlich gegriffenes Objekt nicht mehr vom zierlichen Greifer ablöst.

Mit einem Vakuumgreifer ließ sich diese Problematik schließlich umgehen. Dieser kann 0,5 Millimeter große Lötperlen und  $1,5 \times 0,8 \times 0,45$  Millimeter große Widerstände sicher greifen und ablegen – wenn auch sehr langsam. Eine Erweiterung dieses Systems besteht darin, Stützen unterschiedlicher Größe als Wechselwerkzeuge bereitzustellen. Der Größenbereich für die zu greifenden Teile konnte so erweitert werden, berichtete das Wissenschaftler-Team um Ruggeri im Juni 2017 auf der International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM).

## Energie und Steuerung von außen

Ein wesentliches Problem für Robotik im Mikrometer-Bereich: In dieser Größenordnung lassen sich Roboter kaum noch mit eigener Energieversorgung, Rechenkapazität oder Sensorik ausstatten. Aber auch für komplett passive Systeme gibt es sinnvolle Einsatzszenarien. So beschreiben Hakan Ceylan und Metin Sitti im Jahrbuch 2017 der Max-Planck-Gesellschaft,

wie ziellos durch die menschlichen Adern schwimmende Mikroroboter mithilfe von Antikörpern ungewöhnlich hohe Konzentrationen des Enzyms Matrix-Metalloproteinase erkennen können, das die Nähe einer Krebszelle anzeigt. Der Roboter soll daraufhin an die Krebszelle andocken und ein Medikament sowie ein Kontrastmittel freisetzen, während er sich selbst zersetzt. Wie bei Bakterien ist die Intelligenz dieser Roboter nicht separat programmiert, sondern steckt im Körperbau selbst.

Wenn dagegen gezielte Eigenbewegungen der Roboter gefordert sind, kann man sie über externe Kraftfelder fernsteuern. Beispielsweise durch akustische Felder, wie Azadeh Ansari am Georgia Institute of Technology an einfachen Robotern mit vier oder sechs starren Beinen demonstrierte. Ansaris Roboter haben eine Körperlänge von zwei Millimetern, etwa wie eine kleine Ameise. Die Beine werden durch Schallwellen in Vibration versetzt, wodurch der Roboter in Versuchen auf Geschwindigkeiten bis zu vier Körperlängen pro Sekunde getrieben worden ist. Mit diesem Antriebsprinzip lassen sich einzelne Roboter gezielt ansprechen. Durch unterschiedliche Empfindlichkeiten der Beine für verschiedene Frequenzen können die Forscher ihre Miniroboter auch ganz gezielt in eine bestimmte Richtung laufen lassen.

Echte Mikroroboter mit zwei bis vier Beinen hat Marc Miskin mit seinem Forschungsteam an der Cornell University in Ithaca (New York) geschaffen. Seine Krabblers sind gerade 70 Mikrometer lang, weniger als die Dicke eines menschlichen



Visuelle Navigation im Maßstab 1 zu 87: Ein Minifahrzeug mit Raspi-Steuerung und Kameramodul zwischen Modellautos im Hamburger Miniatur-Wunderland.

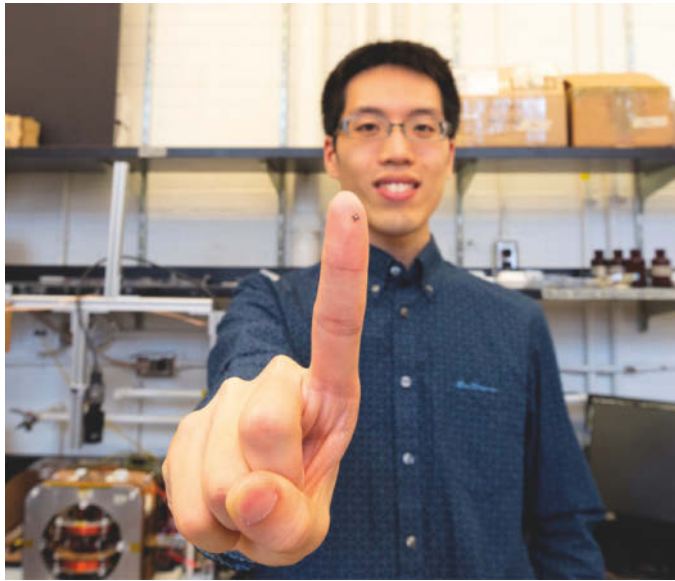


Bild: Liz Do / University of Toronto

Wissenschaftler Tianqi Xu zeigt auf seiner Fingerkuppe einen Mikroroboter-Greifer, mit dem die Forscher in einer Mikrofabrikation kleinste Teile manipulieren.

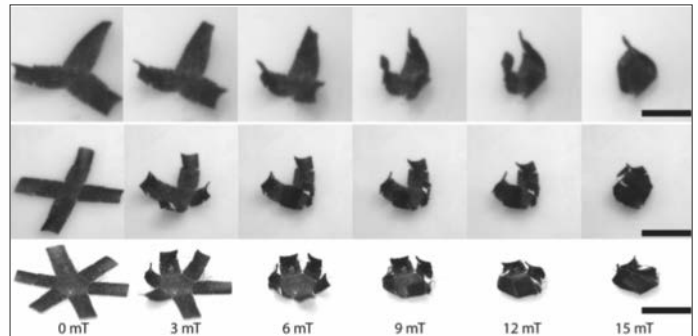


Bild: University of Toronto

Inzwischen sind diverse Konzepte für Greifer erforscht, die sich je nach Magnetfeld öffnen oder schließen.

Haares, eher die Stärke von drei Lagen Zellophanfolie. Trotzdem verfügen diese Roboter über Solarzellen, die jedes Beinpaar antreiben. Diese Paare bestehen aus einer Platin- und einer Titan-Schicht und reagieren auf Spannung aus der Solarzelle mit einer plötzlichen Krümmung (Videos siehe [ct.de/y3xn](http://ct.de/y3xn)). Der Rumpf besteht aus einer Siliziumschicht mit eingetragten elektronischen Steuerelementen auf einem Glaskörper.

### Millionen Robos auf einem Wafer

Besonders interessant für den Großeinsatz sind Miskins Roboter, weil sie sich in großen Serien herstellen lassen. Sie entstehen in einem mehrstufigen Verfahren auf vier Zoll großen Silizium-Wafern – über eine Million mobiler Mikroroboter auf einem Wafer. Diese Legionen, in bewährten Verfahren der Halbleiterindustrie entstanden, erweisen sich zudem als erstaunlich robust, zum Beispiel gewappnet für turbulente Einsätze in der menschlichen Blutbahn. So haben die Forscher festgestellt, dass ihre Roboter selbst die Injektion mittels einer Spritze überstehen und danach noch funktionieren.

Bis dahin müssen die Forscher aber noch weitere Probleme lösen. So würde die Energieversorgung durch Laser nur in den oberen Hautschichten funktionieren. Miskin und sein Team denken daher über Ultraschall oder Magnetfelder als alternative Energiequellen nach. Darüber hinaus überlegen sie, die Mikroroboter im Siliziumrumpf mit zusätzlichen Sensoren, Uhren oder einer komplexeren Elektronik auszustatten, um ihre Selbstläufer zu in-

telligenteren Pflegekräften weiterzuentwickeln. Aber bis dahin ist es für die kleinen Krabbler noch ein weiter Weg.

### Schwärme im Magnetfeld

In der Fachzeitschrift *Science Robotics* präsentierte ein chinesisches Team um Hue Xie vom Harbin Institute of Technology kürzlich ein Verfahren, mit dem die Forscher Schwärme von Mikrorobotern durch wechselnde Magnetfelder in verschiedene Formationen bringen. Je nach Frequenz und Polarisierung versetzt das Magnetfeld die einzelnen erdnussförmigen Roboter in unterschiedliche Rotations- oder Pendelbewegungen. Durch die Interaktionen untereinander fügen sich die magnetisierten Roboter daraufhin zu Wirbeln, Ketten oder Bändern zusammen. Auf diese Weise, so die Forscher, ließe sich ein Roboterschwarm als Kette durch schmale Öffnungen steuern. Er könne aber auch in kleinen Gruppen synchronisiert agieren oder durch Zusammenballung zu einem Wirbel größere Objekte handhaben, vergleichbar einer Ameisengruppe, die gemeinsam eine große Last bewegt.

Gemeinsam mit Xiaoguang Dong verfolgt Metin Sitti am Max-Planck-Institut für intelligente Systeme einen ähnlichen Ansatz. Auch diese beiden Forscher kompensieren die beschränkten Möglichkeiten einzelner Mikroroboter durch koordiniertes kollektives Verhalten, wie sie jüngst auf der Fachkonferenz *Robotics: Science and Systems (RSS)* in Freiburg demonstrierten. Für ihre Machbarkeitsstudie zur Steuerung von Mikroroboterschwärmen haben die Forscher bis zu 260

Mikroroboter in der Größe von 100 bis 350 Mikrometer Durchmesser koordiniert und auf einer Wasseroberfläche zweidimensionale Formationen bilden lassen.

Zum einen müssen die einzelnen Mikroroboter einander abstoßen, um Zusammenballungen zu vermeiden. Auf der anderen Seite reagieren sie auf ein externes Magnetfeld, indem sie einen Gleichgewichtszustand anstreben, der die potenzielle magnetische Energie des Gesamtsystems minimiert. Mithilfe von Arrays aus Dauermagneten unter dem Wasserbehälter konnten die Forscher gezielt statische Formationen hervorrufen, beispielsweise Ellipsen, Kreise oder Ringe. Darüber hinaus konnten die Forscher ihre Roboterschwärme auch koordiniert bewegen. Beeinflusst durch ein Array von neun Magneten verhält sich der Roboterschwarm wie ein geschmeidiger, anpassungsfähiger Organismus und lässt sich durch einen Parcours mit Hindernissen und schmalen Öffnungen navigieren. Einfache Manipulationen sind mit diesem System bereits möglich: Die Roboter können Gegenstände umzingeln und gemeinsam transportieren.



Bild: Allison Carter / Georgia Tech

Akustisch angetrieben: Durch Schallwellen werden die Beine des Mikroroboters in Vibration versetzt.

## Roboter-Schwimmstile

Auch bei schwimmenden Kleinstrobotern lassen sich die Gliedmaßen durch externe Kraftfelder einzeln aktivieren und damit regelrechte Schwimmstile programmieren. Jaskaran Grover und sein Forschungsteam an der Carnegie Mellon University konnten einen stabförmigen, zweigliedrigen Roboter in Millimetergröße durch magnetische Felder zu Schwimmbewegungen anregen. Im Experiment gelangen geradlinige Bewegungen, Drehen auf der Stelle sowie ein rechteckiger Kurs.

Während diese Fortbewegungsweise entfernt an Brustschwimmen erinnert, haben sich Forscher am Max-Planck-Institut für intelligente Systeme an Quallen orientiert. Wie Grover haben sie ihren Ansatz kürzlich auf der RSS 2019 vorgestellt: Ihre 5 Millimeter durchmessenden, kreisförmigen Roboter bestehen aus acht Speichen aus der magnetischen Legierung Neodym-Eisen-Bor, über die eine dünne Kunststoffmembran gespannt ist. Je nach Polung des angelegten Magnetfeldes biegen sich die Speichen nach oben oder unten und erzeugen so eine Schwimmbewegung. Die größte Geschwindigkeit wurde erzielt bei einer Aktivierungsfrequenz von 10 bis 20 Hertz. Je nach Feldstärke wurden Geschwindigkeiten bis 50 Millimeter pro Sekunde erreicht.

## Im Darm starten die Motoren

Wenn solche Roboter nicht nur im Labor ihre Runden drehen, sondern direkt im Körper Tumore bekämpfen sollen, sind Echtzeitinformationen über ihre Position erforderlich. Zhiguang Wu und sein Team am California Institute of Technology haben im Experiment ihre Mikroroboter in Kapseln an Mäuse oral verabreicht. Zum Einsatz kamen Mikrokapseln mit 68, 136 sowie 750 Mikrometer Durchmesser.

Als bildgebendes Verfahren und um Aktionen der Kapsel zu steuern, verwenden die Forscher fotoakustische Computertomografie. Bei diesem Verfahren erwärmen kurze Lichtimpulse aus dem Spektralbereich des nahen Infrarots das Körpergewebe leicht, woraufhin dieses Ultraschallsignale erzeugt. Aus der Laufzeit dieser Signale ließen sich im Experiment bis zu sieben Zentimeter tief reichende dreidimensionale Darstellungen des Gewebes modellieren und der Weg der Mikrokapseln verfolgen.

Sobald die Mikrokapseln eine erkrankte Stelle im Darm erreichten, aktivierten die Forscher durch Lichtimpulse

**Krabbelfähige Mikroroboter mit zwei oder vier Beinen entstehen millionenfach auf einem einzigen Silizium-Wafer.**

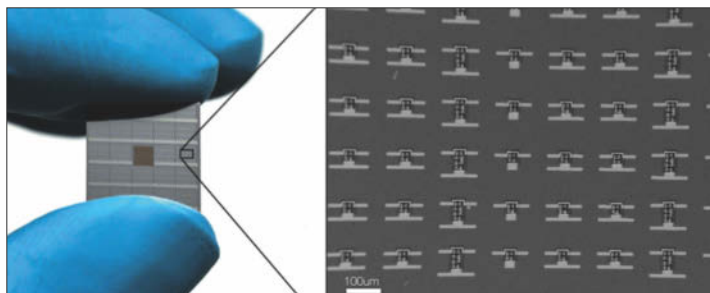


Bild: Marc Miskin / Cornell University

die Zersetzung der Kapseln. Die darin enthaltenen Mikromotoren mit jeweils etwa 20 Mikrometern Durchmesser wurden freigesetzt und durch den Kontakt mit Wasser im Darm aktiviert. Die Mikromotoren setzen chemische Energie in kinetische Energie um, indem sie Gasblasen erzeugen, die sie durch Rückstoß vorantreiben. Geschwindigkeiten von 10 Mikrometer pro Sekunde gelten als schnell, 100 Mikrometer pro Sekunde als superschnell. Die von Wus Team verwendeten Mikroroboter lagen bei 45 Mikrometer pro Sekunde. Sie enthielten als Treibstoff das biologisch unproblematische Magnesium und transportierten Anti-Krebs-Medikamente.

Zwar lässt sich die Bewegungsrichtung der einzelnen Motoren nicht kontrollieren. Doch die gezielte Freigabe und die hohe Auftreffgeschwindigkeit am Tumor bewirkten dort eine drei- bis vierfach höhere Konzentration des Medikaments als bei passiv durch den Darm wandernden Partikeln.

## Nanotechnik gegen Mikroplastik

Mikromotoren können nicht nur im Körper aufräumen. Juliane Simmchen an der TU Dresden erforscht, wie mithilfe dieser Technologie kleinste Plastikteile mit Durchmessern unter zwei Millimetern eingesammelt werden können. Bei Verwendung von Titandioxid als Treibstoff lagerten sich in einer Lösung die Plastikteile an die Mikromotoren an. Welche Interaktionen dazu führten, sei noch nicht ganz verstanden, sagt Simmchen. Sie vermutet die Ursache in der chemischen Asymmetrie der Mikromotoren.

Zudem gelang es der Forscherin, mithilfe von Magnetfeldern im Wasserbad Ketten von Mikromotoren zu bilden. Diese konnten das Mikroplastik einkreisen wie einen Ölteppich. Auf dem Weg zur Einsatzreife wollen die Dresdner Forscher die Selektivität des Systems erhöhen. Die Mikromotoren sollen in der Lage sein, Mikroplastik in der Vielfalt anderer Materia-

lien als Schadstoff zu erkennen und gezielt zu entfernen.

Mit einem Durchmesser von 1 Mikrometer würden die Dresdner Mikromotoren auch noch als große Nanoroboter durchgehen. Sie bewegen sich damit in einer Welt, wo die Grenze zwischen chemischer und mechanischer Interaktion verschwimmt, biologische und künstliche Gebilde nähern sich einander an. Gleichwohl ist auch hier gezielte Fortbewegung möglich. Die Paradoxie des Dresdner Ansatzes macht zugleich dessen Charme aus. Das wachsende Problem von Mikroplastik in der Umwelt kann in der Zukunft möglicherweise nur durch ein wachsendes Heer von Nanorobotern aufgespürt und eingedämmt werden. (agr@ct.de) **ct**

**Mikroroboter mit Schaltkreisen krabbeln zu ihrem Ziel: [ct.de/y3xn](https://www.ct.de/y3xn)**

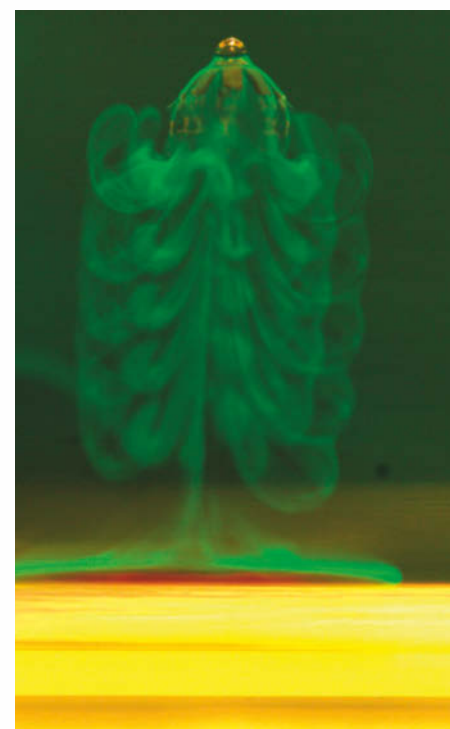


Bild: Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme

**Ein Mikro-Quallenroboter bewegt sich durchs Wasser, angetrieben durch die wechselnde Polung eines Magnetfeldes.**

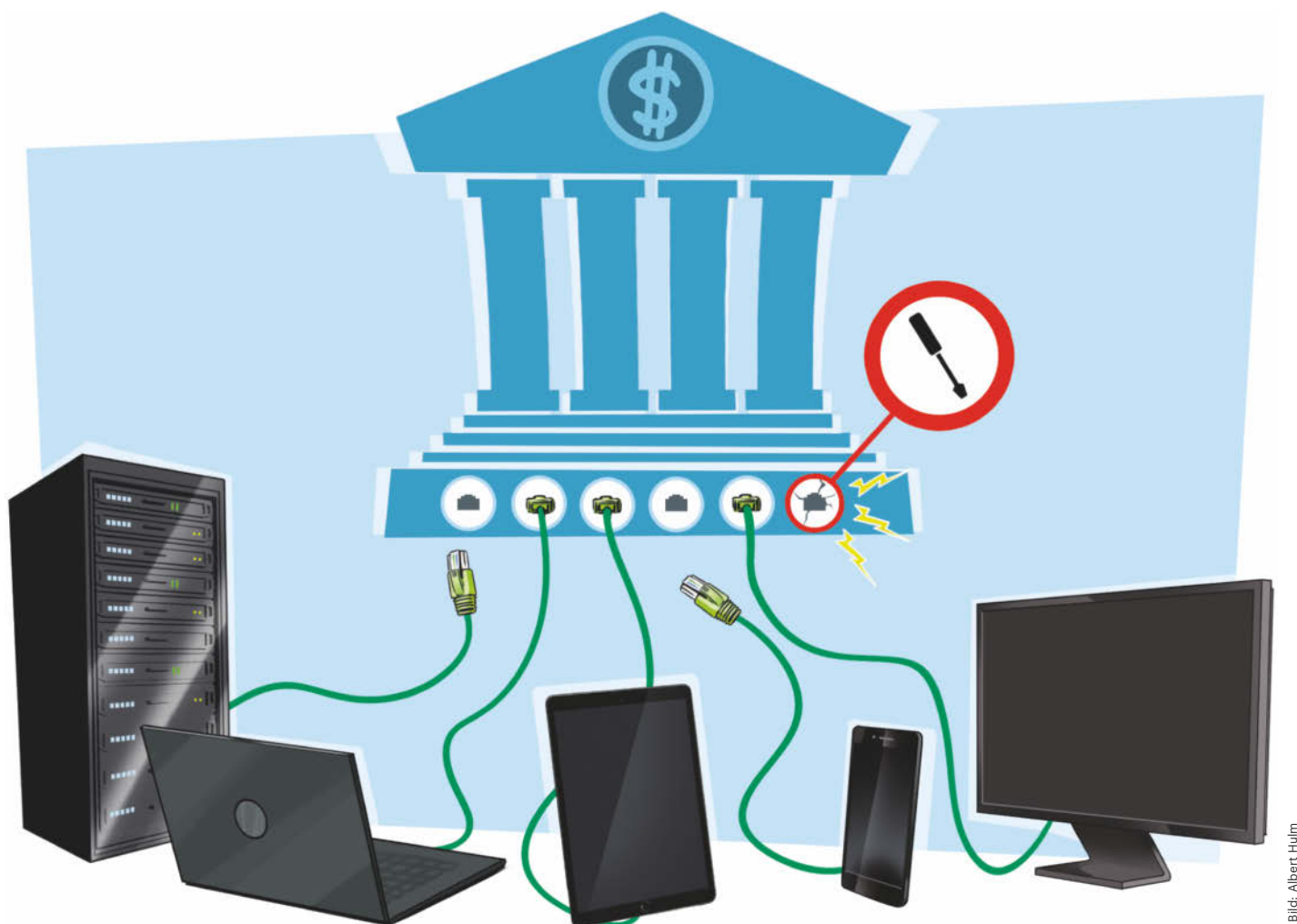


Bild: Albert Hulm

# Konto mit Anschluss

## Alte und neue Schnittstellen im Online-Banking

**Bis zum 14. September müssen die Banken in der EU eine dedizierte Kontenschnittstelle für Drittdienstleister bereithalten. Wir erklären, was das bedeutet – auch für den deutschen Homebanking-Klassiker FinTS.**

Von Markus Montz

Mit der Zweiten Europäischen Zahlungsdiensterichtlinie (PSD2) werden Sie beim elektronischen Banking ab dem 14. September nicht nur Änderungen beim TAN-Verfahren bemerken [1]. Die Banken müssen bis dahin auch Online-Schnittstellen für Zugriffe von Dritt-

dienstleistern bereithalten, die ihren Kunden Finanzdienstleistungen anbieten wollen [2]. Diese Schnittstellen schüren bei vielen Nutzern von Home- und Multibanking-Anwendungen Sorgen, dass ihre Software zukünftig nicht mehr uneingeschränkt funktionieren wird. Dazu hat auch beigetragen, dass ING Deutschland für ihre Girokonten vor einigen Wochen angekündigt hatte, die Homebanking-Schnittstelle zugunsten der neuen PSD2-Schnittstelle abzuschalten.

An dieser Stelle können wir bereits Entwarnung geben: Vorerst werden Homebanking-Schnittstellen (Financial Transaction Services, FinTS) und PSD2-Schnittstellen nebeneinander existieren. Sie erfüllen dabei in Zukunft unterschiedliche Aufgaben. Zukunft heißt: sobald die Banken die PSD2-Schnittstellen vollstän-

dig einsatzbereit haben. Kurz vor Redaktionsschluss hat sich nämlich die Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) unzufrieden über die Zwischenergebnisse der momentan laufenden Testphase der PSD2-Schnittstellen geäußert. Der Zeitplan für deren uneingeschränkte Zulassung ist damit obsolet – darüber berichten wir zusätzlich auf Seite 48.

### Open Banking und PSD2

Die PSD2-Schnittstellen gehen auf das Konzept des „Open Banking“ zurück. Vereinfacht gesagt: Banken öffnen die bei ihnen geführten Konten über dedizierte Schnittstellen. Im Auftrag der Kunden erbringen Drittdienstleister (sogenannte Third Party Provider, TPP) über diese Schnittstellen Finanzdienstleistungen. Die Anwendungsfälle lassen sich in zwei grobe

Kategorien fassen: elektronische Auslösung von Zahlungen (Überweisungen und kartenbasierte Bezahlvorgänge) sowie die Bereitstellung und Analyse von Kontodaten für den Endkunden. Letztere dienen beispielsweise als Grundlage für Multibanking-Apps, Kontowechseldienste oder Bonitätsprüfungen für Kreditvergleiche.

Da Open Banking lange Zeit in einer juristischen Grauzone steckte, haben es die EU-Gremien mit der PSD2 erstmals reguliert und zugleich Bankenschnittstellen samt Leistungsumfang vorgeschrieben. Damit besteht Rechtssicherheit für Verbraucher, Drittdienstleister und kontoführende Kreditinstitute. Betroffen sind dabei ausschließlich Zahlungskonten, bei Privatkunden also in aller Regel deren Girokonten. Dabei fallen die Schnittstellen unter die gleichen Regelungen zur starken Kundenauthentifizierung (SCA) wie der direkte Zugang zum Online-Banking via Browser oder App: Login und Transaktionen müssen grundsätzlich durch eine Zwei-Faktor-Authentifizierung abgesichert sein; die beiden Faktoren müssen aus zwei der drei Kategorien Besitz (etwa Karte, Mobilgerät), Wissen (etwa PIN, Passwort) und Inhärenz (etwa Fingerabdruck, Gesichtsscan) stammen [3].

Durch die Schnittstellen sollen sich die Sicherheit und der Wettbewerb bei elektronischen Finanzdienstleistungen verbessern: Die Rechtssicherheit für Finanztechnologie-Unternehmen (Fintechs) beim Zugriff auf die Bankkonten ihrer

## Hintergrund: HBCI und FinTS

Über das Home Banking Computer Interface (HBCI) respektive den ab 2002 etablierten Nachfolger Financial Transaction Services (FinTS) können Privatanutzer und Unternehmen unabhängig von ihrer Bank und ihrem Provider elektronisch auf ihre Konten zugreifen. Mehr noch: Der Standard ist öffentlich verfügbar. Übertragungsprotokolle, Nachrichtenformate und Sicherheitsverfahren hat die Deutsche Kreditwirtschaft 1995 erstmals festgelegt und mehrfach weiterentwickelt.

Zunächst haben vor allem Homebanking-Anwendungen auf dem PC die

HBCI-/FinTS-Schnittstelle genutzt. Heute greifen etliche weitere Dienste darauf zu, auch für mobile Anwendungen – von der Multibanking-App oder Bezahldiensten wie Sofort oder Giropay bis hin zu Finanzberatungstools. FinTS ermöglicht dabei nicht nur den Zugriff auf Girokonten, sondern beispielsweise auch auf Kreditkartenkonten, Spar- und Festgeldkonten, Darlehenskonten und Wertpapierdepots. FinTS stellt eine freiwillige Bankenleistung dar, die etwa die Hälfte aller auf dem deutschen Markt präsenten Kreditinstitute anbietet.

Kunden macht diese zu gleichberechtigten Marktteilnehmern gegenüber den Kreditinstituten. Diese wiederum messen sich über Zuverlässigkeit und Funktionsumfang ihrer Open-Banking-Ausstattung untereinander. Zudem dürfen auch sie die PSD2-Schnittstellen ihrer Partner und Wettbewerber anzapfen.

Anders als in der übrigen EU gibt es in Deutschland durch FinTS im Prinzip schon ein Open Banking (siehe Kasten oben). Neben FinTS und der PSD2-Schnittstelle existieren zudem noch zwei weitere Wege für Drittdienstleister, im Auftrag ihrer Kunden auf deren Bank-

konten zuzugreifen: Einige Banken haben hauseigene Schnittstellen geschaffen; als vierte Lösung greifen Drittdienstleister direkt auf den HTML-Code zurück. Der Kunde überlässt dazu dem Dienstleister die Zugangsdaten, der sich damit einloggt und die Kontodaten ausliest. Dieses als „Screen Scraping“ bekannte Verfahren will die EU mit den PSD2-Schnittstellen auf Dauer unterbinden.

## Zukunft des Homebankings

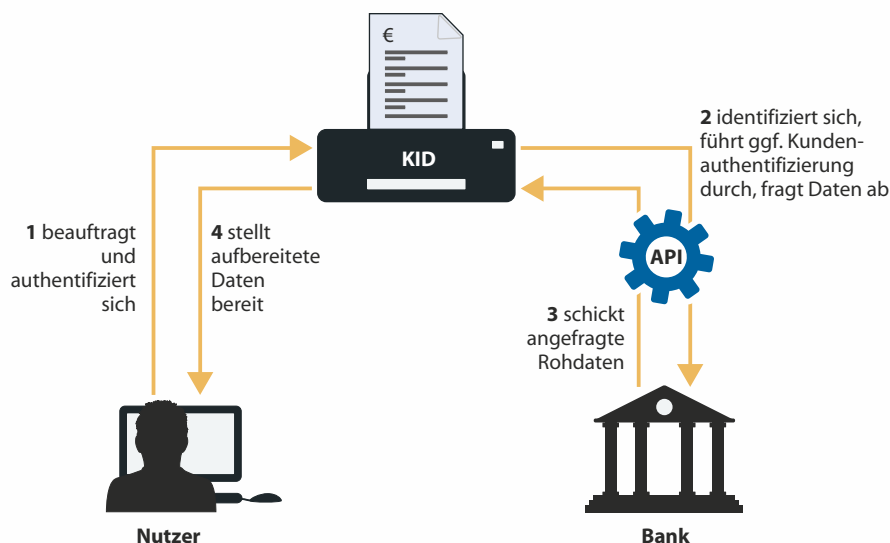
Die gute Nachricht vorab: Die bankseitigen FinTS-Schnittstellen bleiben auf absehbare Zeit bei fast allen Kreditinstituten in Deutschland erhalten, die diese anbieten. Die gängigen Home- und Multibanking-Anwendungen auf PC oder Smartphone können weiter im gewohnten Umfang darauf zugreifen. Einzige Voraussetzung: Der Zugriff erfolgt über einen Offline-Client, also eine lokale Installation, und die Daten werden lokal auf einem Endgerät des Nutzers gespeichert. Möglich macht dies eine Lücke in der PSD2 und den zugehörigen Regulatorisch-Technischen Standards (RTS) der Europäischen Bankenaufsicht. Diese regeln die Nutzung der PSD2-Schnittstellen nämlich nur für die Online-Clients von Drittanbietern.

Dieser Lesart folgen neben der Deutschen Kreditwirtschaft als Interessenvertretung der Kreditinstitute auch die meisten Softwarehersteller, die c't gefragt hat: Mit Buhl Data (WISO- und finanzblick-Reihen), Haufe-Lexware (Lexware- und Lexoffice-Reihen) und StarFinanz (Star Money- und SFirm-Reihen) haben uns dies die drei großen Anbieter auf Anfrage

**Vorbote:** Bei der Hannoverschen Volksbank ist bereits ein Menü sichtbar, mit dem Kunden in Zukunft die Kontozugriffsberechtigungen für Drittanbieter nach PSD2 steuern könnten.

## Kontoinformationsdienst (KID)

Nach PSD2 registrierte KID dürfen im Auftrag des Kunden Finanzdaten von dessen Girokonten abrufen, speichern und auswerten.



bestätigt. Das Gleiche meldeten die kleineren Anbieter Matrica (Moneyplex), Subassembly (Banking4 und BankingZV) und Verivox (Outbank) sowie Olaf Willuhn, der Kopf hinter dem GNU-lizenzierten Hibiscus. Die Regelungen zur starken Kundenauthentifizierung (SCA) einschließlich der Ausnahmen gelten aber auch hier. Dementsprechend müssen die Hersteller ihre Anwendungen anpassen und die Spezifika der einzelnen Kreditinstitute bei den Ausnahmen berücksichtigen [1]. Nutzer von HBCI-Chipkarten und -Schlüsselmedien sollten sich gut informieren: Zum Teil führen die Geldhäuser ähnlich wie bei den TAN-Verfahren Umstrukturierungen ohne PSD2-Bezug durch, zum Teil müssen Banken ihre Verfahren an PSD2 anpassen.

Der Fortbestand des weitgehend ausgereiften FinTS hat gute Gründe: Schon weil der unterstützte Kontenkreis größer ist, wird es FinTS noch lange Zeit geben. Doch FinTS-Schnittstellen besitzen selbst für Girokonten derzeit einen größeren Funktionsumfang als PSD2-Schnittstellen. So müssen die Kreditinstitute Sammelüberweisungen bei letzteren nur optional anbieten – was nach Angaben von Haufe-Lexware bisher kein Kreditinstitut tut. Die Banken nehmen bei ihren PSD2-Schnittstellen außerdem wesentlich mehr Einfluss auf die Form der Zwei-Faktor-Authentifizierung, etwa über einen Redirect auf ihre Website (dazu gleich mehr).

Von den befragten Unternehmen will nur Treefin, dessen gleichnamige Multi-

banking-Software die Kontodaten in der Cloud analysiert und für Spartipps und Versicherungsberatung nutzt, Girokonten in Zukunft ausschließlich über die PSD2-Schnittstellen ansteuern. Buhl Data hat zwar wie Treefin erfolgreich die Erlaubnis der BaFin beantragt, als zugelassener Dienst auf PSD2-Schnittstellen zugreifen zu dürfen. Man wolle aber nur die online-basierten Anwendungen wie finanzblick X darüber anbinden, nicht hingegen das Homebanking-Programm WISO Mein Geld. Auch Haufe will nur für seine online-basierten Buchhaltungsprodukte die PSD2-Schnittstelle nutzen, während der Lexware FinanzManager wie bisher über FinTS zugreifen soll. Eines betonen alle Hersteller: Den Kunden sollen für die Updates der Anwendungen keine Zusatzkosten entstehen, vorausgesetzt, für die genutzte Version ist noch ein Update auf PSD2-Anforderungen vorgesehen.

Auf Bankenseite hat bisher nur die ING Deutschland angekündigt, ihren FinTS-Zugang zum Girokonto abzuschalten. Nach Kundenprotesten arbeitet sie nun aber laut Homepage „mit Hochdruck an einer Lösung“, damit Kunden wenigstens den aktuellen Stand ihres Girokontos über FinTS abrufen können. Tagesgeldkonten und Depots sind jedoch nicht betroffen und weiterhin über FinTS erreichbar. Unklar ist die Situation bei der DKB. Sie verwies gegenüber c’t auch nach mehrfacher Rückfrage auf zu erwartende

Übergangsfristen, ohne jedoch ein klares Statement abzugeben.

## PSD2-Schnittstellen

Die Schnittstellen, die Kreditinstitute neu schaffen und unentgeltlich anbieten müssen, sind anders als FinTS nicht direkt zugänglich – das ist zugelassenen Drittdienstleistern vorbehalten. Der braucht dafür eine Erlaubnis respektive Registrierung der BaFin. Die PSD2 unterscheidet dabei zwei Kategorien: Ein Kontoinformationsdienst (KID) erhält, ausdrücklich lesenden Zugang auf Kontodaten. Ein Zahlungsauslösedienst (ZAD) darf auch Überweisungen von dessen Konto tätigen. Dabei ist es möglich, dass ein KID/ZAD seine Erlaubnis respektive Registrierung einem anderen Dienst verfügbar macht. Er steht dann aber weiterhin zuerst in der Haftung.

Angehende ZAD müssen eine Prüfung ihrer Geschäftsstruktur, Inhaber und verantwortlichen Personen sowie Sicherheitsstrategie bei der BaFin durchlaufen. Zudem ist der Nachweis eines Anfangskapitals von 50.000 Euro erforderlich. KID brauchen lediglich eine Registrierung, bis auf die Inhaberkontrolle und das Anfangskapital ist damit aber dieselbe Prozedur verbunden wie bei ZAD. Diese Hürden sind für freie Entwickler oder kleine Unternehmen kaum zu nehmen.

Bereits zugelassene Banken und E-Geld-Institute erhalten die Erlaubnis in einem vereinfachten Verfahren. Die Erlaubnis kann durch die Finanzaufsicht auch wieder entzogen werden. ZAD und KID, die in anderen EU-Ländern zugelassen sind, dürfen nach einer Portierung ihrer Erlaubnis oder Registrierung auch in Deutschland tätig werden. Einen Link zum aktuellen Zahlungsinstituts- und E-Geld-Instituts-Register der BaFin finden Sie unter [ct.de/y8yu](https://www.bafin.de/ct.de/y8yu).

Auf der anderen Seite der Schnittstellen müssen die Kreditinstitute bestimmte Anforderungen erfüllen. Für den Datenaustausch schreiben die Regulatorischen Technischen Standards (RTS) Sicherheitsmaßnahmen wie Verbindungen „unter Einsatz weithin anerkannter Verschlüsselungstechnologien“ vor. Zur Identifizierung der Drittdienstleister dienen qualifizierte eIDAS-Zertifikate. Den Datenschutz regelt die PSD2 nur indirekt, hier gilt aber etwa die DSGVO.

Verfügbarkeit und Leistungsumfang der PSD2-Schnittstellen müssen einem di-

rekten Zugriff auf das Online-Banking entsprechen. Außerdem darf die Bank keine Hindernisse schaffen, die die Nutzung durch Drittdienstleister und Endkunden erschweren. Für den Fall, dass die Kreditinstitute die Vorgaben ausnahmsweise nicht einhalten können, müssen sie für die Drittdienstleister einen Notfallmechanismus (Fallback) bereithalten. Das kann etwa der Rückgriff auf andere Zugänge wie FinTS oder Web-Interface sein; der Drittdienstleister muss allerdings eine Möglichkeit zur Identifikation erhalten. Weist ein Kreditinstitut nach, dass seine Schnittstelle dauerhaft zuverlässig funktioniert, kann die Finanzaufsicht es von der Notfallmechanismen-Pflicht befreien.

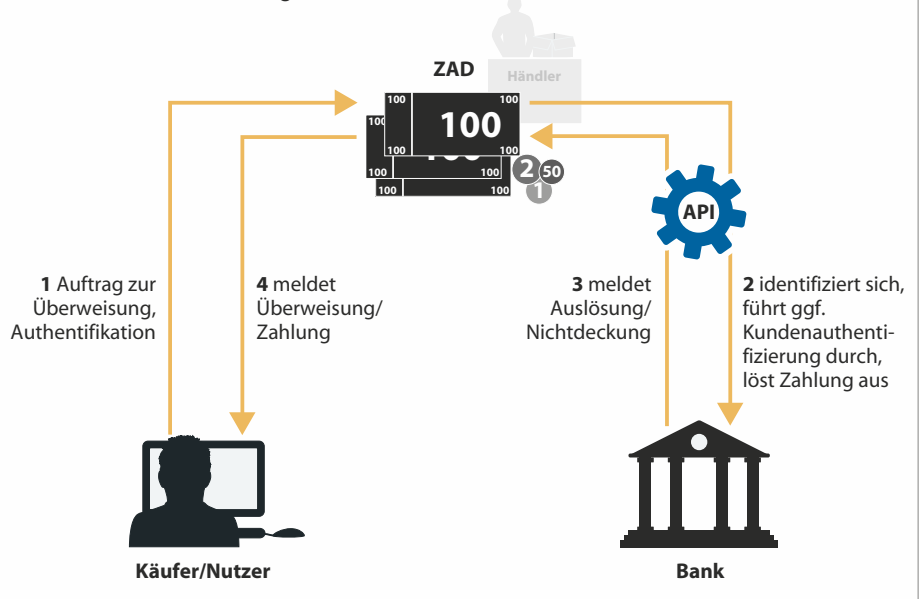
An der Definition der Hindernisse scheiden sich die Geister. Ein Beispiel: Zur Durchführung der SCA sind drei Methoden möglich – ein integriertes Verfahren, bei dem der Kunde sich über den Drittdienstleister identifiziert; ein Redirect, bei dem er sich über eine Umleitung vom Drittdienstleister direkt bei seiner Bank anmeldet; und ein entkoppelter Weg, bei dem die Anmeldung bei der Bank getrennt vom Drittdienstleister erfolgt. Anders als bei FinTS, das stets integriert arbeitet, sollen sich 45 Prozent der deutschen Kreditinstitute einen Redirect einsetzen – nach eigenen Angaben aus Sicherheitsgründen. Auf der anderen Seite kann der Redirect dem Endkunden die Dienstleistung jedoch deutlich erschweren. Nutzer von Finanzberatungs-Anwendungen etwa müssten nicht nur die unterschiedlichen SCA-Verfahren verschiedener Banken durchlaufen, auch der Weg dorthin wäre unterschiedlich.

Erschwerend kommt hinzu, dass die RTS keine Spezifikationen für die Schnittstellen enthalten – bei über 6.000 Banken innerhalb der EU wären theoretisch ebenso viele Lösungen denkbar. Auch deshalb haben diese in mehreren EU-Ländern Standardisierungsgruppen gebildet, darunter die Berlin Group der Deutschen Kreditwirtschaft. Ihr gehören fast alle deutschen und viele ausländische Banken an. Drittdienstleister kritisieren jedoch, dass die Kreditinstitute eine Fülle von technischen Optionen wie beim Redirect erhalten. Im Ergebnis nütze der Standard nur begrenzt. Die Deutsche Kreditwirtschaft hält dem entgegen, dass die Optionen auch Anknüpfungspunkte für Angebote jenseits der PSD2 böten.

Die Drittdienstleister monieren im aktuell laufenden Testverfahren noch eine

## Zahlungsauslösedienst (ZAD)

Nach PSD2 zugelassene Zahlungsauslösedienste dürfen im Auftrag des Kunden Überweisungen von dessen Konto auslösen.



Reihe weiterer Punkte: So seien Schnittstellen teilweise nicht erreichbar, es gebe Probleme mit den Zertifikaten, Kundenamen und Daueraufträge würden bei einigen Banken nicht angezeigt. Die Banken hingegen sehen sich größtenteils auf einem guten Weg und bemängeln ihrerseits eine geringe Nutzung der Testumgebungen sowie Umsetzungsprobleme seitens der Drittdienstleister. Diesen Streit beleuchten wir auf Seite 48 näher. Die BaFin hat bankseitige Defizite in der Testphase inzwischen offiziell bestätigt. Deshalb will sie vorerst keine Ausnahmegenehmigungen erteilen.

### Ausblick

Der große Wurf ist PSD2 für das Open Banking noch nicht – dafür gibt es zu viele Bausteine. Immerhin steht FinTS bei fast allen Banken, die solche Schnittstellen anbieten, auch weiterhin zur Verfügung; die Kunden dürften also wenig davon mitbekommen. Möglicherweise gibt der holprige Start auch bankenspezifischen Modellen Auftrieb: So haben beispielsweise die Start-up-Banken N26 und Fidor anstelle von FinTS-Schnittstellen eigene Varianten; andere Banken bieten sie parallel dazu an.

Bei diesen eigenen Schnittstellen bestimmen die Banken über technische Merkmale, Zugangserlaubnis und Nutzungsumfang für Drittdienstleister selbst. Das hat durchaus Vorteile: So wies Joris Hensen vom API-Programm der Deut-

schen Bank gegenüber c't darauf hin, dass FinTS wie auch PSD2-Schnittstellen stets den gleichen Datenumfang liefern. Bei bankeigenen Schnittstellen könne man aufgrund des bilateralen Vertrags zwischen Drittdienstleister und Bank beispielsweise das Prinzip der Datensparsamkeit effektiver anwenden, sprich: nur die Informationen weitergeben, die für einen bestimmten Service tatsächlich gebraucht würden. Auch seien Anwendungen beispielsweise im Bereich Identifikation denkbar – so könne die Bank einem Online-Shop mit einer simplen Ja-Nein-Funktion bestätigen, dass der Kunde volljährig ist.

Ein Schnittstellen-Park wäre allerdings für alle Akteure mit hohem Aufwand verbunden. Umso wichtiger scheint es, dass die Protagonisten im europäischen Finanzsektor die PSD2 nutzen und ihre Kräfte und Spezifikationen bündeln. Nur dann werden sie mit Unternehmen wie Apple, Google oder PayPal auf Dauer mithalten können.

(mon@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Markus Montz, Zweitschlösser, Neue Onlinebanking-Regeln ab September, c't 18/2019, S. 66
- [2] Markus Montz, Auf die Konten!, PSD2 soll Bezahlen und Banking für EU-Bürger rund erneuern, c't 24/2018, S. 152
- [3] Markus Montz, Nimm zwei!, Was sich ab September beim elektronischen Bezahlen ändert, c't 15/2019, S. 122

Liste der nach Zahlungsdienstegesetz zugelassenen Institute: [ct.de/y8yu](https://www.ct.de/y8yu)



Bild: Deli Interactive

# Gemeinsam abtauchen

2D-Unterwasser-Abenteuer für bis zu vier Spieler

**Das U-Boot-Abenteuer „We Need To Go Deeper“ ist fertig. In eigenwilliger 2D-Grafik erforscht man gemeinsam mit Freunden die Tiefsee.**

**Von Liane M. Dubowy und Rudolf Opitz**

Jules Verne wäre begeistert: Das Krakenungeheuer durchbricht die Hülle des U-Boots, Wasser strömt ein. Die Fangarme angeln im Innern nach Besatzungsmitgliedern, die verzweifelt versuchen, die Lecks zu stopfen. Beim 2D-Multiplayer-Abenteuerspiel „We Need To Go Deeper“ taucht man im Team mit einem U-Boot in den sagenhaften Ozeangraben „The Living Infinite“ mit dem Ziel, so tief wie möglich zu kommen.

Nach eineinhalb Jahren Early-Access-Phase haben die Entwickler von Deli Interactive ihr Spiel fertiggestellt. Mit regelmäßigen großen und kleinen Updates wurde es den Betatestern in der Zeit nicht langweilig, die Entwickler haben im Gegenzug dankbar Feedback entgegengenommen. Wo möglich, haben sie es berücksichtigt, ohne dabei aber ihre Vision eines Spiels mit niedriger Einstiegsschwelle aufzugeben.

Haben sich bis zu vier Taucher in einer Lobby gesammelt, starten sie in diesem

Rogue-like-Spiel gemeinsam in zufällig prozedural generierte Unterwasser-Level. Fehlende Crewmitglieder kann man durch Bots ersetzen, denen man über ein Steuermenü Aufgaben zuordnet. Beim Tauchen treffen die Spieler nicht nur auf zahlreiche Hindernisse wie gigantische Luftblasen, aggressive Fische, Meeresmonster und Geisterpiraten. Unterwegs laden Unterwasserhöhlen zum Erforschen ein; trifft man auf fremde Zivilisationen, kann man – eine Kommunikationshilfe in Buchform vorausgesetzt – Handel treiben. Unterwasserzivilisationen verkaufen allerlei Nützliches von Heiltränken bis Torpedo-Upgrades und haben stets einen Doktor, der allerlei Krankheiten zu heilen weiß. Das ist auch gut so, denn in der Tiefsee lauern auch die Seekrankheit, Unterkühlung, die Seepocken-Infektion, eine Blutkrankheit und ein Fluch. Auf unterseeischen Müllhalden verschenkt ein freigeibiger Hüter allerlei praktische Gegenstände.

Allein ist das Spiel kaum zu schaffen; man braucht ein weiteres Paar Hände am Steuerpult sowie am Geschützstand. Der Maschinenraum bleibt dann allerdings unbesetzt: Hier wird die knappe Energie auf die Antriebs-, Waffen-, Licht- und Verteidigungssysteme verteilt. Bei Angriffen muss es schnell gehen, wenn zusätzlich Lecks geflickt und Granaten nachgeladen werden müssen. Einen Vorgeschmack auf

das Spiel finden Sie in unserem Video unter [ct.de/yer6](https://ct.de/yer6).

Die zu durchquerenden Biome sind zufällig: Mal taucht man durch normales Gewässer, mal durchs Eismeer oder die verfluchte See. Passend dazu ändern sich die Bedrohungen und die Bewohner der Tiefseehöhlen. Im Eismeer kämpft man gegen Narwale und Killerpinguine, in der verfluchten See sind es untote Piraten und groteske Hammerhaigerippe. Am Ende jedes Bioms wartet ein Bossgegner auf die U-Boot-Besatzung. Beim Übergang ins nächste Biom zieht der ohnehin schon knackige Schwierigkeitsgrad weiter an.

We Need To Go Deeper fordert die Spieler: Werden Lecks nicht rasch genug geflickt und Eindringlinge bekämpft, läuft die Kabine voll, die Spieler ertrinken oder das Boot explodiert. Doch das motiviert eher, es noch einmal zu versuchen; kein Tauchgang ist wie der andere. Außerdem machen das abwechslungsreiche Gameplay und die witzige Animation der an Jules Verne und H. G. Wells erinnernden Figuren in Steampunk-ähnlichem Retro-Look sehr viel Spaß. Unerwartet taucht hin und wieder sogar Wells Zeitreisender mit seiner Maschine an Bord auf und lässt einen Bot oder eine Kuh zurück.

## Koop-Spiel für alle

Erfahrene Taucher können mit dem bei Tauchgängen gefundenen Gold ihre Spielfigur mit teils abstrusen Accessoires ausstatten: Das können eine lustige Propellerkappe, ein Tropenhelm, eine Sträflingsmontur oder – etwas praktischer – ein Säbel oder eine Pistole sein. Aus den erworbenen Werkzeugen und Waffen kann man zu Beginn des Tauchgangs zwar auswählen, doch taugt etwa ein Säbel nicht zum Reparieren von Lecks. Auf das Spielgeschehen haben diese Beigaben kaum einen Einfluss und so bleibt der Einstieg ins Spiel einfach.

Das mit der Unity-Game-Engine entwickelte Spiel ist vor allem ein großer Multiplayer-Spaß und noch dazu für Linux, macOS und Windows verfügbar. Die witzige 2D-Grafik und die dramatische Musik passen gut zum Szenario. (*lmd@ct.de*) **ct**

**Video zum Spiel:** [ct.de/yer6](https://ct.de/yer6)

## We Need To Go Deeper

Koop-Action	
Vertrieb	Deli Interactive, <a href="https://www.deliinteractive.com">https://www.deliinteractive.com</a>
Systeme	Linux, macOS, Windows
Preis	13,29 €

12.-15. November 2019, Congress Center Rosengarten, Mannheim

Die Konferenz für  
Continuous Delivery und DevOps

Die Konferenz zu  
Docker, Kubernetes und Co.

Frühbucherrabatt bis zum  
21. September 2019

>> AUSZUG AUS DEM PROGRAMM <<

DevOps in der Praxis  
Continuous Delivery skalieren  
Pipelines: Jenkins & Co.

Cloud-Native-Entwicklung  
meistern  
Alles rund um Kubernetes  
Service-Mesh:  
Blick hinter den Hype



Workshops zu DevOps, Microservices, Kubernetes und Service-Meshes

Platinsponsor

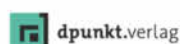


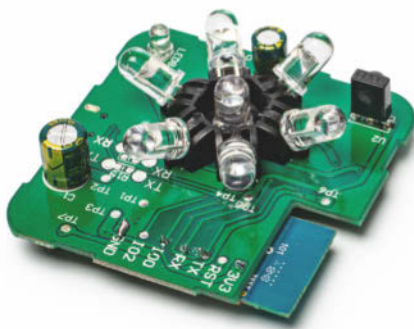
Goldsponsoren



Silbersponsoren

Veranstalter





# Frei-Funke

## Pearls WLAN-Universalfernbedienung mit MQTT nutzen

**Geräte, die sich nur per Infrarot steuern lassen, sind eine Hürde für Smart-Homes. Diese kann man jedoch nehmen, wenn man eine WLAN-fähige Universalfernbedienung wie die von Pearl hat, in der ein ESP8266 steckt.**

Von Merlin Schumacher

**P**earls Fernbedienungsbox aus dem Kurztest auf Seite 100 funktioniert nur über die Cloud und bietet kein API für die Integration in eigene Dienste. Glücklicherweise kann man die Firmware der Box einfach ersetzen und bekommt dann eine MQTT-Anbindung, über die man nach Herzenslust schalten kann.

Pearl hat, wie viele Anbieter günstiger Smart-Home-Hardware, Produkte vom OEM-Anbieter Tuya eingekauft. Ein Glück für Bastler ist es, dass der zentrale Baustein des Tuya-Smart-Home-Universums der ESP8266 ist. Löten muss man aber nicht unbedingt.

Hardware und Aufbau der Tuya-Infrarot-Boxen sind immer gleich. Wenig überraschend ist es, dass findige Entwickler bereits das Senden und Empfangen von Infrarot-Kommandos in die alternative IoT-Firmware Sonoff-Tasmota eingebaut haben.

### Aufbruch

Es gibt zwei Wege, um die Firmware zu flashen. Die Firmware der Box enthält

noch immer die bereits seit langem bekannten Sicherheitslücken die zum von c't vorgestellten Tuya-Hack geführt haben. Wer die über [ct.de/y3nj](http://ct.de/y3nj) verlinkte Anleitung zum Umwandeln von Tuya-Geräten befolgt, hat hinterher eine Box mit Sonoff-Tasmota 6.5.0. Lesen Sie dann im Abschnitt „Einrichtung“ weiter.

### Anschluss

Alternativ kann man die Box mit einem ESP-Programmer von Tuyas Firmware befreien. Freundlicherweise hat der Hersteller der Box auf der Platine schöne große und beschriftete Löt pads angebracht. Öffnen Sie zunächst das Gehäuse, indem Sie mit einem flachen Schlitzschraubenzieher den Boden hochhebeln. Auf der Platine sehen Sie sofort die beschrifteten Löt pads. Ignorieren Sie das Paar RX- und TX-Kontakte zwischen Kondensator und LED-Ring.

Verbinden Sie 3V3 und GND entsprechend mit 3,3 Volt Spannung und Masse. Die Datenleitungen TX und RX müssen Sie über Kreuz mit den entsprechenden Pins am Programmer verheiraten. Damit der ESP in den Programmiermodus wechselt, bauen Sie eine Brücke zwischen IO0 und Masse. Am einfachsten geht das mit einer Krokodilklemme. Nach dem Flashen muss die Brücke wieder weg, da der ESP mit ihr nicht startet.

Laden Sie anschließend die aktuelle Sonoff-Tasmota-Version herunter. Den Link dazu und für alles weitere finden Sie über [ct.de/y3nj](http://ct.de/y3nj). Schließen Sie den Programmer dann an Ihren PC an. Mit dem

Esptool landet die gewünschte Firmware auf der Box:

```
esptool.py write_flash -fs 1MB \
  -fm dout 0x0 sonoff.bin
```

### Einrichtung

Haben Sie den ESP erfolgreich geflasht, startet er neu und Sie müssten ein neues WLAN sehen, das mit sonoff beginnt. Verbinden Sie sich und rufen Sie die Adresse <http://192.168.4.1> im Browser auf. Tragen Sie auf der Startseite die Zugangsdaten für Ihr WLAN ein. Nach einem Neustart sollten Sie die Box in der Geräteliste Ihres WLAN-Routers finden. Öffnen Sie das Web-Interface der Box im Browser auf. Klicken Sie auf „Configuration“ und „Configure Module“. Bei „Module Type“ wählen Sie „YTF IR Bridge (62)“ und klicken auf „Save“. Nach einem weiteren Neustart des Geräts tragen Sie Ihren MQTT-Server und etwaige weitere Einstellungen ein.

Leider bietet Sonoff-Tasmota keine Verwaltung von Infrarot-Codes, sodass man die Codes selber herausfinden muss. Im Menü „Console“ und per MQTT gibt die Box die Infrarot-Daten aus. Notieren Sie das Protokoll, die Bits und den hexadezimalen Wert hinter Data. Nur der letzte sollte sich je nach Taste ändern. Gibt die Box keine Meldungen über IR-Signale aus, kann es helfen, die Einstellungen zurückzusetzen und die Box noch einmal einzurichten.

Haben Sie notiert, welcher Code zu welcher Taste gehört, können Sie diesen auch per MQTT aussenden. Schicken Sie dazu eine Payload nach folgendem Muster an das Topic `cmd/sonoff/IRsend`:

```
{ "protocol": "NEC", "bits": 32, \
  "data": 0x20DF10EF }
```

Ersetzen Sie dabei Protokoll, Bitzahl und den Hexwert durch für Ihr Gerät passende Werte. Die Box sollte den Befehl dann an Ihr Gerät senden.

Wer mit Sonoff-Tasmota unglücklich ist, kann auch das Projekt ESP8266-HTTP-IR-Blaster verwenden. Es wurde speziell für den Betrieb von IR-Sendern am ESP entwickelt und kann auch Infrarot-Codes speichern. Dafür bringt das Programm extra ein Webinterface mit. Es lässt sich auch mit Amazons Alexa koppeln. Für eigenen Code gibt es die Bibliothek IR-remoteESP8266. (m/s@ct.de) **ct**

**Links und Anleitungen:** [ct.de/y3nj](http://ct.de/y3nj)



VOICE  
ENTSCHEIDERFORUM

# Mesokosmos IT

## Zwischen Erkenntnis und Umsetzung

18. – 20. September 2019, Berlin

Betrachten Sie die Digitalisierung aus vier Blickwinkeln  
Anwender + Anbieter + Politik + Wissenschaft

Verleihung des VOICE High Potential Award – nur für Anwenderunternehmen  
jetzt bewerben unter [entscheiderforum@voice-ev.org](mailto:entscheiderforum@voice-ev.org)!

Sprecher sind unter anderem



Arne Schönbohm  
Präsident Bundesamt für Sicherheit  
in der Informationstechnik



Stefan Muhle  
Staatssekretär Nds. Ministerium für Wirtschaft,  
Verkehr, Arbeit und Digitalisierung



Mariya Gabriel  
EU-Kommissarin für digitale Wirtschaft  
und Gesellschaft

Jetzt anmelden unter [www.voice-entscheiderforum.org](http://www.voice-entscheiderforum.org)

Partner

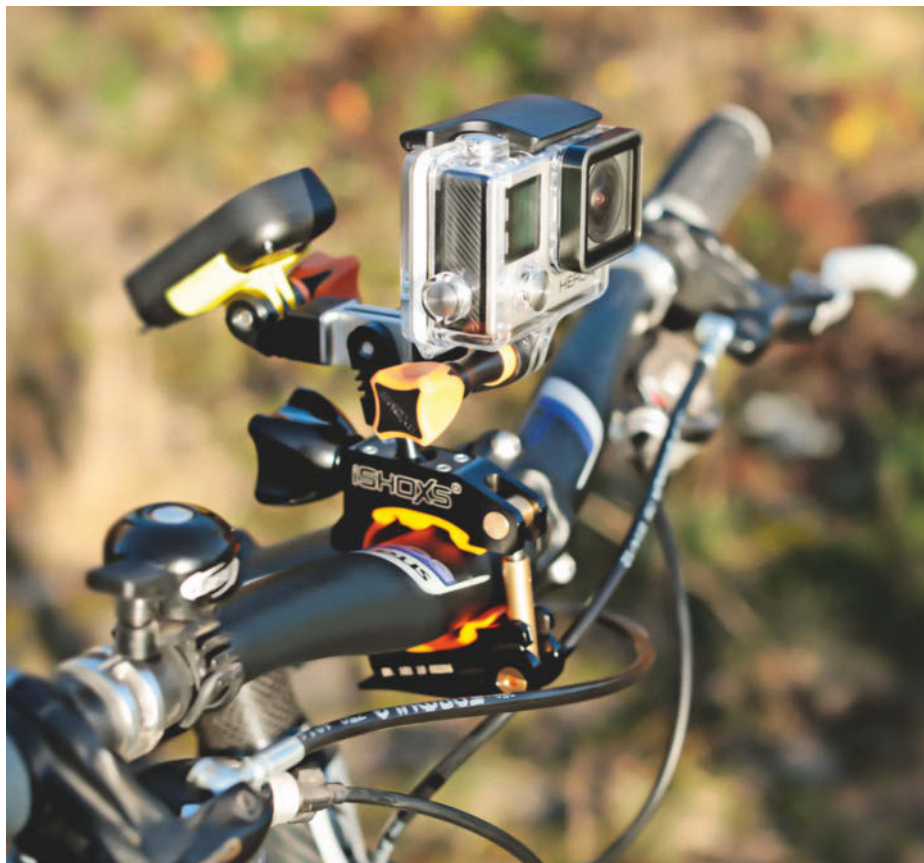


Eine Veranstaltung von



In Kooperation mit





# Action richtig!

## Tipps zum Filmen mit Actioncams

**Eigentlich muss man sie nur einschalten, die Aufnahmetaste drücken und draufhalten. Doch was dabei herauskommt, ist oft eintönig und wenig attraktiv. Wer aufregende Action filmen möchte, der muss sich schon mehr ins Zeug legen.**

**Von Joachim Sauer**

**M**it großartiger Leichtigkeit, rasanten Aktionen und bunten Farben bewirbt Branchen-Primus GoPro seine Actioncams. Die Aufnahmen wirken, als ob sie an einem Wochenende eher nebenbei entstanden wären. Doch wenn man sich das Werbematerial einmal genauer an-

schaut, sieht man schnell, wie viel Aufwand hinter den Produktionen steckt. Da werden spektakuläre Stunts aus zig Perspektiven gezeigt – und das so raffiniert, dass der Zuschauer das eigentlich gar nicht richtig realisiert. Genau das setzt neben viel Erfahrung eine sehr genaue Vorplanung und noch viel mehr Zeit in der Nachbearbeitung voraus. Aus dem Stand heraus wird niemand solche Filme hinbekommen, auch mit der tollsten Action vor der Kamera nicht.

Gut, werden jetzt viele denken, das habe ich auch gar nicht vor. Tatsächlich werden Actioncams längst in allen Bereichen genutzt, von der privaten Strandaufnahme bis hin zu Profi-Drehen in der Produktwerbung. Doch die Kamera allein ist noch kein Erfolgsgarant: Manche Actioncam erlebte nur wenige sporadische Einsätze mit wenig begeisternden Resultaten,

bevor sie in der Schublade verschwand – meist mit der Begründung, sie habe nicht gehalten, was man sich davon versprochen hat. Dabei mangelt es nicht an den technischen Fertigkeiten, sondern eher an Ideen, was man mit der kleinen Kamera alles anfangen kann, um mit witzigen oder außergewöhnlichen Aufnahmen den Zuschauer zu überraschen.

### Perspektiven

Was Aufnahmen mit der Actioncam so reizvoll macht, sind die Perspektivwechsel für den Zuschauer. Denn die wenigsten von uns sind mit hoher Geschwindigkeit halsbrecherisch auf engen Pfaden unterwegs, stürzen sich aus einem Flugzeug oder überstehen klaglos einen Looping mit Skiern an den Füßen. Und selbst wer so etwas beherrscht, erntet mit dem Video davon wenig Ruhm: Weil das Video nur aus der Ich-Perspektive gefilmt wurde, zeigt es zwar das, was jeder sehen will. Doch kaum jemand begreift, wie spektakulär die gezeigte Aktion tatsächlich ist – ohne eine zusätzliche Aufnahme aus einem anderen Blickwinkel. Wie hoch beispielsweise ein Sprung mit dem Mountainbike war, kann man aus der Sicht des Fahrers kaum beurteilen.

Das erlaubt erst ein zweites Video, was eine weitere Kamera liefert. Dazu reicht schon ein Smartphone, dessen Videos sich gut mit Actioncam-Aufnahmen kombinieren lassen. Hat man keine zweite Kamera zur Hand, kann man auch mehrfach an der gleichen Stelle fahren und jedes Mal eine andere Perspektive suchen – eine Fleißarbeit. Doch tatsächlich machen die Profis das sogar dann genau so, wenn mehrere Kameras am Start sind.

Bei der Wahl der Perspektive gilt vor allem: je außergewöhnlicher, desto besser. Eine Aufnahme von der Seite, aber auf Augenhöhe, wirkt weit weniger dynamisch als eine aus der Maus-Perspektive, die den Boden im Vordergrund zeigt.

Prinzipiell baut sich jede Aufnahmen aus mehreren Ebenen auf, bestehend aus Vordergrund – zum Beispiel mit dem Fahrradlenker –, der Handlungsebene (etwa den vor dem Rad verlaufenden Weg) und dem (unwichtigen) Hintergrund. Spielt sich alles auf einer Ebene ab, kann der Zuschauer schlecht Entfernungen einschätzen und schlechter die Handlung vom Hintergrund trennen.

Setzt man mehrere Kameras desselben Herstellers ein, lassen die sich oft über eine App parallel auf Aufnahme

schalten. Eine solche Funktion bieten sowohl GoPro als auch Sony. Bei günstigeren Kameras sucht man diese Funktion meist vergebens.

Auch der Urlaubsfilm am Strand verdient gute Ideen. Statt also die Kinder beim Spielen zu filmen, lädt man die Kinder zum Spiel mit der Kamera ein – schließlich ist es eine Actioncam. Wird die Kamera zum Spielball, ist sie gerade in ihrem Element. Zugegeben, da gibt es Grenzen, aber genau das kann sehr reizvoll sein. Dann ist nicht das wilde Rumschmeißen gefragt, sondern eher das kontrollierte Werfen, sodass sich die Kamera dabei möglichst nicht dreht – und so ankommt, dass man weiterhin den Fänger oder Werfer im Blick hat. Das sieht immer noch wild genug aus und entfaltet oft eine gewisse Komik. Wenn man dem kleinsten Kind der Familie die Actioncam vor die Brust montiert, ist der Perspektivwechsel im Urlaubsfilm perfekt – gerade beim Eisessen.

## Nicht nur Action

Um bei einem Beispiel vom Strand zu bleiben: Beim Bau der Sandburg ist es schön, wenn die Kamera langsam von der Burg umbaut wird. Lässt man die Kamera im Zeitraffer filmen, wirkt das noch abenteuerlicher. Nimmt man nur ein oder zwei Bilder in der Sekunde auf, sieht der Zuschauer, wie die Burg im Film innerhalb weniger Sekunden entsteht. Wenn später die Flut kommt und die Sandburg von Wellen überspült wird, wirkt das in Zeitlupe besonders effektiv – vorausgesetzt, die Kamera darf in der Burg stehen bleiben und lässt sich mit der passenden App aus der Ferne aus- und einschalten. Dazu muss die Kamera Bluetooth unterstützen und sich darüber aktivieren lassen, was relativ viele Actioncams bieten.

Der Zeitraffer wirkt auch bei einer Wanderung oder beim grandiosen Bergblick mit dahinziehenden Wolken gut. Entscheidend dabei ist, dass Standort und Einstellung der Kamera möglichst über die gesamte Zeit nahezu unverändert bleiben.

Gerade im Sommer sollte man die Actioncam nicht in der prallen Sonne einsetzen: Fast alle Kameras dieser Art haben aufgrund der kompakten Bauweise ein Problem mit Überhitzung. Ab spätestens 50 Grad wird es kritisch, dann stürzen sie regelmäßig ab. Bei über dreißig Grad Außentemperatur erreicht eine Kamera in der direkten Sonne bereits innerhalb von vier bis fünf Minuten deutlich höhere Temperaturen, was neben dem Absturz

Schäden an Elektronik oder Akku befürchten lässt. Besonders ärgerlich dabei ist, dass die laufende Aufnahme nach einem Absturz in der Regel nicht mehr zu retten ist.

## Halterungen

Nicht nur für Zeitlupen- und Zeitrafferaufnahmen benötigt man Halterungen beziehungsweise ein Stativ. In den Anfangsjahren des Actioncam-Booms wurden die Kameras meist mit bereits sehr vielen, qualitativ aber nicht immer überzeugenden Halterungen geliefert. Inzwischen wird die Masse der Actioncams, die oft bereits ohne Schutzgehäuse spritzwassergeschützt und stoßfest sind, ohne zusätzliches Zubehör verkauft. Mitgeliefert wird allenfalls noch ein Kamerakäfig als typische Actioncam-Halterung. Das klassische Stativgewinde ist kaum zu finden. Doch gerade zur Befestigung an normalen Stativen kommt man um entsprechende Adapter nicht drumherum.

Als praktisches Mini-Stativ hat sich das rund 25 Euro teure Pixi von Manfrotto bewährt. Das kleine Dreibein ist gerade bei Aufnahmen auf Grasnarben-Niveau willkommen, steht aber ebenso sicher auf dem Tisch; wenn man die Beine anklappt, hat man eine griffige Halterung, um die Kamera mit der Hand ruhig zu führen.

Die zeitgestreckte oder -verkürzte Videoaufzeichnung lebt davon, dass sich die Perspektive während der Aufnahme nicht verändert. Aus freier Hand gelingt so etwas nicht. Um etwa bei einer Wanderung den Weg im Zeitraffer aufzuzeichnen, muss die Kamera entweder per Brustgurt oder aber am Rucksack befestigt sein.



Das kleine Dreibein-Tischstativ Pixi von Manfrotto eignet sich mit zusammengeklappten Beinen als eine Halterung, um die Actioncam ruhig zu führen.

Brustgurte gibt es ab circa 13 Euro; die Unterschiede zu den gut doppelt bis dreimal so teuren Markenprodukten halten sich bei gelegentlicher Nutzung in Grenzen.

## Selbst geschossen

Wer gerne Selfies macht, benötigt dazu einen sogenannten Selfie-Stick, der die Kamera in ausreichendem Abstand positioniert. Am ausgestreckten Arm gehalten erntet man Aufnahmen mit starken Weitwinkel-Verzeichnungen. Dann sticht die Nase zu markant hervor, was wenig attraktiv aussieht. Es darf also ruhig ein etwas längerer Selfie-Stick mit 70 bis 80 Zentimeter Länge sein; so etwas kostet circa 20 Euro. Aus solcher Distanz wackelt die Kamera allerdings deutlich, deshalb sollte man nicht vergessen, den Bildstabilisator einzuschalten. Kameras wie die GoPro Hero 7, selbst die GoPro-Vorgängermodelle Hero 5 und 6 oder die Sony FDR-X3000 enthalten wirksame Stabilisatoren, sodass man solche Aufnahmen an der langen Stange durchaus verwenden kann.

Im Auto hat sich die Saugnapf-Halterung als praktisch erwiesen, die man nach gründlicher Reinigung auch außen verwenden kann. Dann müssen Saugnapf und Actioncam zusätzlich – etwa mit einem dünnen Drahtseil – gesichert sein, um zu verhindern, dass die Kamera auf der Straße landet und den nachfolgenden Verkehr gefährdet.

Wer also auf Nummer sicher gehen will, greift beispielsweise zu Halterungen von iShox. Die sind zwar nicht ganz billig, doch ein paar Euro mehr in die Sicherheit zu stecken lohnt sich. Obendrein verkratzt man sich mit herkömmlichen Lenkerhalterungen beim Neuausrichten sehr schnell den Lenker. Die Lenkerhalterung iShox ProMount Basic kostet rund 50 Euro; sie erlaubt dank des Schnellspanners eine Montage im Handumdrehen und mit der zentralen Klemmung des kleinen Kugelgelenks richtet man die Actioncam extrem schnell neu aus.

## Licht

Actioncams enthalten – ausgenommen die Sony RX0 Mark II – durchgängig einen 1/2,3-Zoll großen Sensor. Auf so kleiner Fläche fängt ein Sensor zwangsläufig nur weniger Licht ein als etwa der große Sensor einer Vollformatkamera, unabhängig von der Anzahl der Pixel. Auf dem kleinen Sensor drängen sich die kleineren Pixel dichter aneinander. Infolgedessen sind die kleinen Sensoren weniger lichtstark



**Buddeln am Strand** – hier aus der klassischen Perspektive. Die Actioncam würde man genau dort hinstellen, wo der Junge den Sand hinschaufelt, sodass sie langsam im Sand verschwindet.

und neigen schneller zu Bildrauschen. Das hat Konsequenzen für die Praxis: Actioncams sind klasse bei Tageslicht, ihre Bildqualität wird aber mit abnehmender Helligkeit rasant schlechter. Spätestens bei Kerzenlicht ist Schluss mit lustig – dann sehen die Aufnahmen bei allen Actioncams nur noch schlecht aus.

Doch Obacht: Einige Hersteller, unter anderem auch GoPro, bauen einen Nachtmodus ein, bei dem die Belichtungszeit verlängert wird. Dadurch landet zwar mehr Licht auf dem Sensor, doch werden Bewegungen nur noch verwischt dargestellt. Das funktioniert, wenn man am Lagerfeuer die romantische Stimmung einfangen will, doch wenn bei schummriger Beleuchtung in bester Partylaune getanzt wird, sehen die verwischten Bilder unschön aus.

Daher empfiehlt es sich, der Belichtungsautomatik in der Actioncam bei abnehmendem Licht nicht völlig freie Hand zu lassen. Stattdessen beschränkt man bei GoPro und Sony – inzwischen aber auch bei vielen günstigen Actioncams – die maximale ISO-Empfindlichkeit. Bilder mit einer Empfindlichkeit bis ISO 800 sehen dabei noch halbwegs annehmbar aus; höhere Empfindlichkeiten schließt man am besten mit der Grundeinstellung aus, denn dabei entsteht nur nicht verwendbarer Datenmüll.

Wer bei Nacht filmen möchte, sollte aufrüsten. Günstige LED-Leuchten ab etwa 40 Euro gibt es auch als Bi-Color-Variante, bei denen man zwischen Kunstlicht (3200 Kelvin) und Tageslicht (5600 Kelvin) wechseln kann. Allerdings sind

solche Leuchten locker fünf- bis sechsmal so groß wie die Actioncam selbst.

Kompakt und leicht dagegen zeigt sich die LED-Leuchte Lumimuse 3 von Manfrotto (40 Euro), die zwar nur drei Tageslicht-LEDs enthält, aber zumindest für den Nahbereich ausreichend Helligkeit erzeugt. Deutlich heller – und dank Metallgehäuse deutlich robuster – ist das größere Modell Lumimuse 8 (100 Euro). Diese Leuchte ist bei unseren Drehs schon quer durch die Sporthalle geflogen; die harte Landung hatte sie zwar zerlegt, aber sie war mit wenigen Handgriffen wieder zusammengebaut und einsatzfähig. Bei beiden auf Tageslicht ausgelegten LED-Leuchten liefert der Hersteller Kunstlichtfilter mit, die sich genauso wie der leichte Diffusor vor die LED-Leuchten einklinken lassen.

Noch kompakter, heller und robuster fallen die Lumecube-Würfel aus (ab 80 Euro), die sich gut via Smartphone steuern lassen. Sie leuchten allerdings mit einer sehr bläulichen Lichtfärbung, die über den üblichen 5600 Kelvin liegt. Da empfiehlt sich ein manueller Weißabgleich, um die kalt-bläuliche Farbe auszugleichen.

## Ton

Um nicht nur Bild, sondern auch Ton synchron zum sichtbaren Geschehen aufzuzeichnen, kommt man um die interne Tonaufnahme der Actioncams nicht umhin. Bei dem eingebauten Mikrofon sollte man nicht zu viel vom Ton erwarten, denn im wasserdichten Gehäuse hat es eben auch der Ton schwer. Deshalb klingen die allermeisten Actioncams immer

etwas dumpf – solange sie im Schutzgehäuse stecken beziehungsweise von sich aus wassergeschützt sind.

Noch dumpfer wird der Ton, wenn der elektronische Windfilter aktiv ist. Hier hat GoPro tatsächlich einen Vorsprung erarbeitet, denn ab den Hero-6-Modellen beschneidet die Kameraelektronik nicht nur einfach das Frequenzband des Tons. Die Heros verwenden mehrere Mikrofone und schalten nahtlos zwischen diesen hin und her, ohne dass man das in der Aufnahme hört.

Trotzdem bleibt der Ton oft dumpf. Wer nicht nur bei Selfies auf eine gut klingende Audiospur Wert legt, sollte (bei allen Actioncams) den Windfilter abschalten, wann immer es geht.

Alternativ greift man zu einem externen Mikrofon. Doch das setzt zwangsläufig voraus, dass es irgendwo angeschlossen wird. In der Regel darf die Actioncam dabei nicht im Schutzgehäuse stecken – oder die Anschlussklappen müssen offen bleiben. Als rühmliche Ausnahme ist das Sennheiser MKE 2 elements leider nur mit den Hero-Modellen 4 kompatibel; das Mikro kommt mit einem eigenen Schutzgehäuse und darf sogar mit unter Wasser.

Aus Sicht eines optimalen Tons ist es perfekt, wenn sich wie bei der Sony FDR-



Mit dem ovalen Saugnapf und zwei kräftigen Hebeln zum Herstellen des Unterdrucks eignet sich der iShoxs Power Force Cup ProX für Kameras bis zu einem Kilogramm Gewicht. Der Hersteller legt aber ein Gummiband zur weiteren Absicherung mit in den Karton.

X 3000 ein Mikrofon direkt an einer Klinkebuchse anschließen lässt. Bei GoPro-Kameras gibt es statt der Klinkebuchse nur einen USB-C-Anschluss, sodass man den rund 65 Euro teuren Mikrofonadapter benötigt. Er ist nur wenig kleiner als die Actioncam und stellt eine 3,5-mm-Klinke-Mikrofonbuchse bereit, an die sich jedes Mikrofon anschließen lässt.

Bei der Auswahl eines Mikros denken viele an Lavalier-Ausführungen, die man an den Kragen anheftet. Die sind zwar ideal für Selfies, doch universeller einsetzbar sind Mikrofone mit einer leichten Nierencharakteristik, wie etwa das Rode VideoMicro (50 Euro), das wegen der kompakten Bauform und des geringen Gewichts bei gleichzeitig gutem Klang eine Empfehlung wert ist.

Spielt der Ton die Hauptrolle, etwa bei Konzertaufnahmen, ist es sinnvoll, die Kamera, die das gesamte Bild aufnimmt (die Totale), mit einem externen Stereo-Mikrofon zu koppeln. Diese Kamera läuft dann für die gesamte Konzertdauer durch, sodass eine einheitliche und kontinuierliche Tonaufnahme vorliegt. Beim Schnitt legt man die Bilder der anderen Kamera(s), nicht deren Tonspur, synchron zum Ton der Hauptkamera über das Video (Bild-über-Ton-Schnitt). Eventuelle zeitliche Abweichungen und Unsynchronitäten kann man für kurze Schnipsel durch leichtes Verschieben auf der Zeitachse kaschieren.

## Einstellungssache

Was für Bild und Ton gilt: Filmt man aus mehreren Perspektiven, egal ob mit einer oder mehreren Kameras, sollte man genau auf identische Einstellungen für die Aufzeichnung achten. Einen ausführlichen Ratgeber dazu findet man in [1]. Geht es aber richtig tempogeladen vor der Kamera rund, lohnt es sich, die höchste nutzbare Bildrate einzustellen. Entsprechend feiner aufgelöst werden Bewegungen im Video sichtbar. Kommt allerdings Licht aus Leuchtstoffröhren ins Spiel, würde eine Bildrate von 60 Bildern/s zu unschönem Flackern führen; dann verdienen 50 Bilder/s den Vorzug. Im Umkehrschluss kommt eine UHD-Bildauflösung (3840 × 2160) nur dann in Betracht, wenn die Actioncam auch in dieser Auflösung mindestens 50 Bilder in der Sekunde liefert.

Vor die Wahl gestellt, eine höhere Pixelauflösung oder eine höhere Bildrate einzustellen, hängt die Entscheidung vom

gezeigten Motiv ab. Ruhige Landschaftsaufnahmen rechtfertigen eine möglichst hohe Bildauflösung, schnelle Action vor der Kamera braucht eher die höhere Bildrate. Gerade wenn viel Bewegung im Spiel ist, lässt sich durch die größere Anzahl Bilder pro Sekunde der Schärfeeindruck erheblich verbessern.

Zwar gilt, dass man alle an einem Projekt beteiligten Kameras auf identische Parameter einstellen sollte. Doch keine Regel ohne Ausnahme: Wer über eine zweite Actioncam verfügt und die Aufnahmen zweier Kameras kombinieren will, sollte die mit der höheren Auflösung für die Totalansichten von der Seite nutzen. Die Totale, in möglichst hoher Bildauflösung von der Seite gefilmt, verschafft Gestaltungsfreiheit in der Nachbearbeitung. Hat man die Seitenansicht etwa in UHD gefilmt, kann man bei der Nachbearbeitung einen kleineren Ausschnitt daraus als Full-HD-Auswahl festlegen, etwa um zum Beispiel den Sprung des Radlers zu verfolgen.

## Farbenfrohe

Apropos Nachbearbeitung: Die Actioncams sind alle auf sehr satte Farben getrimmt. Das wirkt auf den ersten Blick sehr schick. Doch gerade in kritischen Beleuchtungssituationen – etwa extrem starker Sonnenschein oder schwaches Licht bei der Party – führt so etwas an die Grenzen des technisch Machbaren. Wer das Optimum aus seinen Aufnahmen herausholen will, wählt besser ein weniger buntes Bild.

Bei GoPro bedeutet dies, dass man in die ProTones-Einstellungen geht und hier



Das wasserdichte Sennheiser MKE 2 elements funktioniert leider nur mit den Hero-Modellen bis Version 4. Die nötige Elektronik ist in einem gesonderten Deckel fürs Schutzgehäuse untergebracht.

eben nicht mehr die GoPro-Farbe, sondern die Einstellung „Matt“ wählt. Bei Sony nennt sich das Profil „flach“. Gemeint ist jeweils das Gleiche. Im Ergebnis fallen die aufgezeichneten Farben weniger bunt aus, doch das eröffnet in der Nachbearbeitung mehr Freiheiten, weil so in dunklen wie in hellen Bereichen mehr Informationen aufgezeichnet werden. Und ja, die Sache hat einen Haken: Die Zeit für die Nachbearbeitung steigt. Doch das ist der Preis dafür, dass man Action schick aufbereiten möchte. (uh@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Joachim Sauer, Strategisches Spiel, Wie man Videos aus unterschiedlichen Quellen optimal zu einem vorzeigbaren Film zusammenbringt, c't 15/2019, S. 13



Diese spontane Aufnahme entstand bei einer Wanderung, bei der zufällig in der Landschaft ein Stuhl stand: Auch solche Motive haben ihren Reiz. Erst aus dem Kontrast von schneller Action und ruhigen Bildern mit der richtigen Stimmung bezieht der Film seine Wirkung.



# Feuer frei!

## Google Play Store und Android-Apps auf Amazon-Fire-Tablets installieren

**Amazon baut gute und günstige Tablets. Was nervt, ist die geringe App-Auswahl. Mit einfachen Handgriffen lassen sich die Google-Dienste samt Play Store jedoch nachrüsten, sodass man Zugriff auf alle Android-Apps erlangt.**

Von Alexander Spier

Wer nach einem preisgünstigen Tablet sucht, der stolpert früher oder später über die Amazon-Fire-Tablets – nicht zuletzt, weil Amazon die Geräte regelmäßig mit massiven Rabatten bewirbt und Konkurrenten klar unterbietet. Doch der Freude über das Schnäppchen folgt schnell eine gewisse Ernüchterung: Im Vergleich zu Android-Tablets sieht das App-Angebot nämlich eher dünn aus.

Dabei laufen die Fire-Tablets auf Android-Basis und führen dafür program-

mierte Apps an sich klaglos aus. Amazon nutzt allerdings nicht Googles an zahlreiche Bedingungen geknüpfte Android-Variante, sondern baut sich unter dem Namen „Fire OS“ eine eigene Variante aus dem quelloffenen AOSP (Android Open Source Project). Somit fehlen sämtliche Google-Dienste – einschließlich dem Play Store, der mit gut zwei Millionen Apps viermal mehr Auswahl bietet als Amazons Appstore.

Dank des Android-Unterbaus lässt sich jedoch vieles aus Googles Angebot auf das Fire-Tablet übertragen. Das geht für einzelne Apps ruckzuck; mit etwas mehr Aufwand lässt sich durch Aufspielen des Google Play Store in weniger als 30 Minuten sogar ein veritables Android-Tablet aus dem Amazon-Gerät zaubern – ganz ohne Root-Zugriff.

### Voraussetzungen für Google Play

Diese Anleitung funktioniert auf neueren Amazon-Tablets mit Fire OS 5 oder 6.

Während Version 5 auf Android 5.1 aufsetzt, entspricht Fire OS 6 dem Stand von Android 7.1. Dieses Detail wird im späteren Verlauf noch wichtig, da die neueren Versionen einiger Apps auf Android 5 nicht mehr laufen. Folglich muss man sich dann passende Versionen suchen.

Die Angaben zur aktuellen Betriebssystem-Version versteckt Amazon in den Einstellungen unter Geräteoptionen/Systemupdates. Bietet das Gerät dort ein Update an, sollten Sie es ruhig installieren. Amazon blockiert nicht aktiv die Verwendung von Drittanbieter-Apps, weshalb eine Aktualisierung keine Nachteile bringt. Updates sind lediglich dann hinderlich, wenn Sie das Gerät beispielsweise rooten oder Android-Custom-ROMs aufspielen wollen, da Amazon die dafür nötigen Lücken schließt – darum geht es hier aber gar nicht.

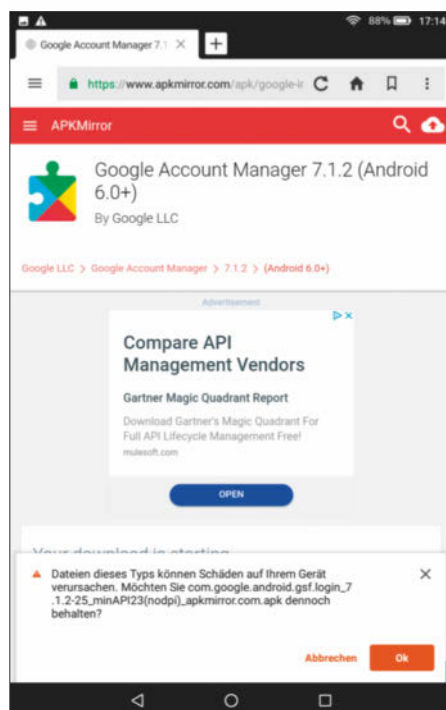
Damit die Installation fremder Programme klappt, die nicht aus dem Amazon-Appstore stammen, muss man die Installation von „Apps unbekannter Her-

kunft“ erlauben. Sie finden die Option in den Einstellungen unter „Sicherheit und Datenschutz“. Ist sie nicht aktiv, warnt das System bei Apps aus fremden Quellen per Popup, dass die Installation geblockt ist und verlinkt praktischerweise gleich in die Einstellungen.

Ab jetzt lassen sich bereits Android-Apps auf dem Fire-Tablet installieren, die nicht aus Amazons Store kommen (auch Sideloadung genannt). Laden Sie sich die App im bei Android üblichen APK-Format herunter oder kopieren Sie die Datei aufs Gerät, dann führen Sie sie aus, und schon ist die App installiert.

### Kein blindes Vertrauen

Doch Obacht: Die Option öffnet auch Angreifern die Tür ein Stück weiter. Die Angriffe verlaufen so, dass beispielsweise eine bösartige Internetseite versucht, die Installation eines Schädlings zu starten und die eingblendete Systemabfrage zu verschleiern. Bei eingeschalteter Sperre misslingt die Installation, der Angriff ist abgewehrt. Sie sollten die Sperre also nur deaktivieren, wenn Sie eine App auf dem Gerät installieren wollen und danach sofort wieder aktivieren.



Vor dem Download gilt es zu bestätigen, dass man die Datei auch wirklich haben will. Alle APK-Dateien lösen die Warnung aus; das soll verhindern, dass Webseiten unbemerkt schädliche Programmpakete unterschieben.

Daher weist Amazon auch ausdrücklich darauf hin, nicht für aus Malware resultierende Schäden verantwortlich zu sein. Auf die Gewährleistung und die Garantie hat das Setzen dieser Einstellung erst einmal keine Auswirkung. Verändert nachträglich aufgespielte Software jedoch beispielsweise den Bootloader, verweigert Amazon möglicherweise selbst bei einem Hardware-Defekt Reparatur oder Austausch.

Diese Gefahr ist bei den Google-Diensten aber äußerst gering, da die Veränderungen spätestens mit dem Zurücksetzen auf Werkseinstellungen wieder vom System verschwinden. Support für Play Store & Co. bietet Amazon selbstverständlich trotzdem nicht – und kann prinzipiell jederzeit dem Ganzen einen Riegel vorschieben.

### Google-Play-Dienste installieren

APK-Dateien gibt es haufenweise im Netz, eine gehörige Portion Misstrauen ist aber immer angebracht: Während die offiziellen Shops auf Malware scannen, kann man sich bei unseriösen Seiten allerlei einfangen. Nicht zufällig laufen die meisten Android-Attacken am Play Store vorbei.

Eine zuverlässige Anlaufstelle für Android-Apps ist die Website APKMirror, die ein umfangreiches Angebot pflegt. Hilfreich ist zudem, dass dort oft auch mehrere App-Versionen zu finden sind, etwa für ältere Systeme.

Sich mehr als ein paar Apps herunterladen und regelmäßig auf Updates zu prüfen, ist allerdings mühselig. Die Verwaltung über einen Shop wie den Play Store ist da deutlich bequemer. Leider lässt sich der nicht einfach so ausführen – damit er läuft, sind einige zusätzliche Dienste von Google notwendig.

### Die Reihenfolge ist entscheidend

Sie brauchen dafür den Google Account Manager, das Google Services Framework, die Google Play Services und den Google Play Store selbst. Installieren Sie diese Dienste nacheinander in genau dieser Reihenfolge, sonst funktioniert der Play Store nicht und Sie müssen ganz von vorne beginnen.

Mangels offizieller Quellen müssen Sie sich die Software auf anderen Wegen besorgen. APKMirror ist auch hier eine gute Anlaufstelle. Über den Silk-Browser auf dem Fire-Tablet lassen sie sich einfach

## Das Örtliche

Ohne Ö fehlt Dir was

### Die Reiseführer-App für den Harz.

Entdecke Deinen Urlaubsort und gewinne!



1. Platz: 1.000,- Euro Reisegutschein

2. – 5. Platz: Präsentkorb „Harzer Köstlichkeiten“

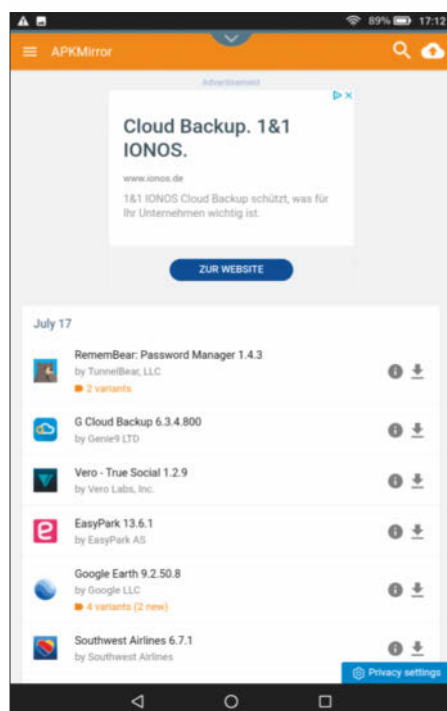
Jetzt die App über den QR-Code laden und teilnehmen!

[www.harz-gewinnspiel.de](http://www.harz-gewinnspiel.de)



Teilnahmeschluss: 31.10.2019

Heise RegioConcept Ihr Verlag Das Örtliche  
Verlag August Trübsch



Auf der etwas unübersichtlichen Seite **APKMirror.com** findet man allerlei Programmpakete für Android, auch die Google-Dienste.

runterladen. Die Nachfrage des Browsers, ob man die vermeintlich böartige Datei wirklich herunterladen will, bestätigt man in diesem Fall.

Sie finden die Downloads im Anschluss entweder über das Drei-Punkte-Menü rechts oben im Silk-Browser oder die vorinstallierte App „Dokumente“, die auch als Dateimanager dient.

Achten Sie beim Google Account Manager und Google Services Framework auf die für Ihr System passende Variante; APKMirror erwähnt sie sinnvollerweise im Titel: Für Fire OS 6 nehmen Sie die jeweils neueste APK mit „7.1.2“ im Titel, für Fire OS 5 die mit „5.1“.

Die Play Services gibt es in einer Vielzahl verwirrender Varianten. Suchen Sie eine Fassung, deren „Architecture“ entweder „armeabi-v7a“ oder „arm64-v8a + armeabi-v7a“ entspricht. Die minimale Android-Version sollte wiederum zum jeweiligen Fire OS passen.

Die „Screen DPI“ gibt dabei jeweils an, für welche Bildschirmauflösung die Version optimiert wurde. Im Zweifel wählen Sie hier „nodpi“. Beim Play Store wählen Sie die aktuellste Version, die keine Beta ist.

Keine Angst, diese Prozedur müssen Sie üblicherweise nur einmal durchfüh-

ren. Bei erfolgreicher Einrichtung aktualisieren sich die Dienste fortan selbst.

## Fast ein Android-Tablet

Es ist sinnvoll, die jeweilige App direkt nach dem Herunterladen zu installieren, so kommt man mit den kryptischen Dateinamen nicht durcheinander.

Erschrecken Sie an dieser Stelle nicht hinsichtlich der zahlreichen Berechtigungen, die die Apps verlangen. Unter Android haben sie diese als Systemdienste ohnehin automatisch, um umfangreich schalten und walten zu können. Hier muss man Google einfach Vertrauen entgegenbringen, wie bei anderen Android-Geräten auch.

Kurioserweise fehlt die Angabe zu den benötigten Rechten auf Fire OS 6 komplett. Stattdessen meint der Installationsdialog, die App bräuchte gar keine besonderen Rechte. Funktioniert hat es bei uns dennoch.

Starten Sie nun den Play Store und melden sich mit Ihrem Google-Account an. Dabei brauchen Sie unter Umständen einige Augenblicke Geduld, da sich die Dienste gegebenenfalls aktualisieren.

Wenn alles wie gewünscht geklappt hat, sollte die Startseite des Shops erscheinen. Ansonsten führen Sie die Prozedur einfach erneut durch. Deinstallieren Sie dafür zuvor aber die vier oben genannten Apps in den Einstellungen unter „Apps und Spiele/Alle Apps verwalten“. Scrollen Sie dort nach rechts, um alle Apps zu sehen.

Läuft der Google Play Store, können Sie nun wie auf jedem anderen Android-Tablet Apps herunterladen und auch ganz normal kaufen.

Auch sonst verhält sich der Store auf dem modifizierten Amazon Fire wie auf einem herkömmlichen Android-Tablet und bietet dem Nutzer sogar Backups an.

Zu diesem Zeitpunkt sollten Sie auch die Sperre der „Apps unbekannter Herkunft“ aus Sicherheitsgründen wieder aktivieren.

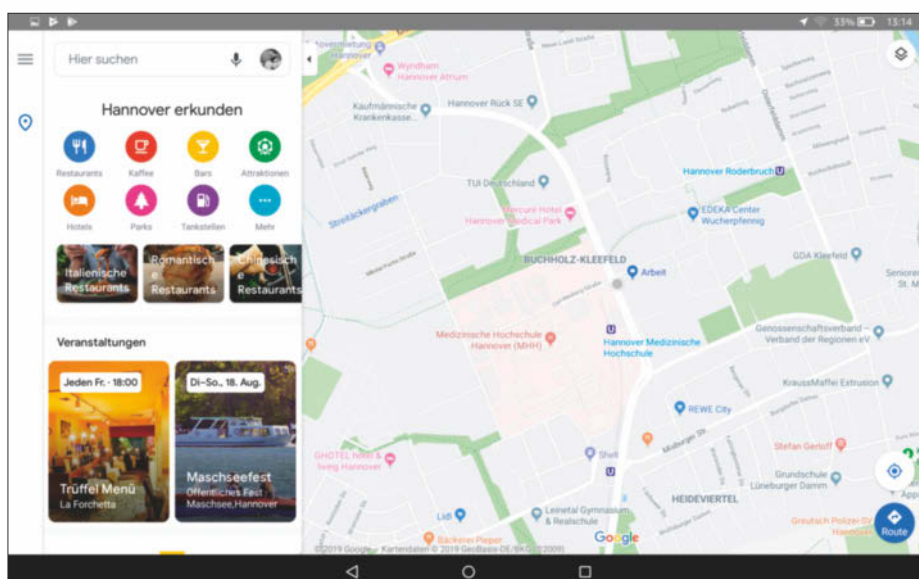
Ein weiterer Vorteil der Play-Dienste: Die Google-Sicherheitsfunktion Play Protect läuft ebenfalls und scannt im Hintergrund nach schädlichen Apps.

Dass die Operation das Fire Tablet tatsächlich zum vollwertigen Android-Tablet macht, merkt man etwa daran, dass alle kompatiblen Apps und Hintergrunddienste von Google klaglos ihren Dienst verrichten. So läuft nicht nur Google Maps oder Gmail einwandfrei, sondern auch andere Apps, die auf die Google-Dienste zurückgreifen – etwa, um Karten einzublenden.

Und sollte man irgendwann den Ausflug mit dem Amazon-Tablet in die Android-Welt beenden wollen, um beispielsweise das Gerät an jemand anderen weiterzugeben, so kann man das Fire per Reset auf die Werkseinstellungen ganz einfach wieder in den Google-freien Ursprungszustand zurückversetzen.

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

**Download-Adressen:** [ct.de/yg93](http://ct.de/yg93)



Nach der Installation der Google-Dienste läuft nicht nur Google Maps, auch andere Apps mit Google-Karten funktionieren.

# IMMER EINE RUNDE GESCHICHTE.



## 2 x Mac & i mit 25 % Rabatt testen und Geschenk sichern!

### Ihre Vorteile:

- **Plus:** digital und bequem per App
- **Plus:** Online-Zugriff auf das Artikel-Archiv\*
- **Plus:** Geschenk nach Wahl, z.B. einen iTunes Gutschein im Wert von 10 € oder ein 5-in-1 Objektiv-Kit
- **Lieferung frei Haus**

Für nur 16,20 € statt 21,80 €

\* Für die Laufzeit des Angebotes.



Mit Artikel-Archiv!

Jetzt bestellen und von den Vorteilen profitieren:

0541 80 009 120 · [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

[www.mac-and-i.de/miniabo](http://www.mac-and-i.de/miniabo)



**Mac & i**  
Das Apple-Magazin von c't.

# Kernel-Log

## Linux 5.3 unterstützt AMDs neue Grafikchips

**Der neue Kernel schaufelt 16 Millionen weitere IPv4-Adressen frei, indem er ein Relikt ad acta legt. Den ISDN-Support stutzen die Entwickler zusammen. Zum Ausgleich bekommt Linux eine Funktion für Zeitreisen.**

Von Thorsten Leemhuis

**D**as am 9. oder 16. September erwartete Linux 5.3 unterstützt AMDs neue Grafikchip-Generation Radeon DNA (RDNA), die im Juli mit der Radeon RX-5700-Serie debütierte [1]. Fürs Erste spricht der Kernel nur den dort eingesetzten Grafikchip Navi10 an. Unterstützung für Navi12 und Navi14, die AMD offenbar bald bei weiteren Grafikkarten der 5000er-Serie einsetzen will, soll mit Linux 5.4 folgen.

Auf dem neuen Kernel-Support aufbauende OpenGL- und Vulkan-Treiber zur 3D-Beschleunigung mit Navi-Chips bringt das parallel zum neuen Kernel erwartete Mesa 19.2 mit; das enthält auch Treiber zum De- und Encodieren von Videos mit der Video-Engine der neuen GPUs. Für Oktober angesetzte Linux-Distributionen wie Ubuntu 19.10 dürften die RX 5700 daher von Haus aus ordentlich unterstützen.

### IPv4-Adressblock

Der neue Kernel macht rund 16 Millionen weitere IPv4-Adressen verfügbar, denn er gibt den Adressabschnitt 0.0.0.0/8 zur Nutzung frei. Diesen Block haben die Linux-Entwickler schon seit der Frühzeit bewusst ausgespart, weil einige BSD-Varianten solche Adressen vor über dreißig Jahren nicht richtig handhaben konnten. Bis sich IPv4-Adressen aus diesem Bereich im Alltag störungsfrei nutzen lassen, dürften aber einige Jahre vergehen, schließlich müssen dazu alle bei der Kommunikation involvierten Systeme sie behandeln können.

Entfernt haben die Entwickler den ISDN4Linux-Stack samt seines früher recht bekannten ISDN-Treibers Hisax. Die Begründung: Der Code werde schon länger nicht mehr betreut und die meisten öffentlichen ISDN-Netzwerke seien mittlerweile abgeschaltet. Der jüngere CAPI-Stack ist in den Staging-Bereich gewandert, denn auch er soll rausfliegen, wenn Nutzer nicht Einspruch erheben. Bleiberecht hat hingegen der moderne mISDN-Stack, den die Telefonanlagen- und VoIP-Software Asterisk nutzt. Er unterstützt viele der Chips, die auch Hisax anzusprechen wusste.

### Endlich Schleifen

Beim Schreiben von Programmen für die BPF Virtual Machine des Kernels können Entwickler jetzt endlich Schleifen verwenden. Der BPF Verifier hatte bislang Code mit Loops abgewiesen, um Linux vor böswilliger Software zu schützen, die den Prozessor mit Endlosschleifen vereinnahmt und den Kernel so aus dem Tritt bringt. Diese Gefahr unterbindet die BPF-Prüf-schicht jetzt, indem sie den Ablauf von Schleifen komplett simuliert. Das und einige andere für „Bounded Loops“ entstandene Detailverbesserungen erleichtern das Schreiben von BPF-Programmen, die in einigen Bereichen immer populärer werden

– etwa zur besonders effizienten Handhabung von Netzwerkpaketen per XDP (eXpress Data Path) oder Tracing- und Performance-Analysen mit BCC oder Bpftrace.

Durch einen CpuFreq-Treiber für den Raspberry Pi kann Linux jetzt selbst steuern, mit welcher Taktfrequenz der Prozessor des populären Einplatinen-computers läuft. Bislang hat die Firmware autark entschieden. Neu dabei ist auch Support für die x86-Prozessorarchitektur der chinesischen Firma Zhaoxin, die das Design der früher von VIA produzierten x86-Prozessoren wie C3, C7 und Nano weiterentwickelt.

### Effizienter warten

Mehr Reaktionsfreude und zugleich geringere Leistungsaufnahme ermöglicht das neue „Scheduler Utilization Clamping“. Admins können darüber einen Prozess, der den Hauptprozessor wenig belastet, so kennzeichnen, als würde er die CPU stärker fordern. Der Prozess erledigt die Arbeit so zackiger, denn dadurch führt der Kernel den Prozess eher mit einem schnellen Prozessorkern aus oder schickt diese zügiger in schnellere Betriebsmodi. Weniger wichtige, aber CPU-hungrige Prozesse lassen sich umgekehrt zurückstufen, damit der Kernel sie möglichst mit Prozessorkernen ausführt, die besonders



Im Herbst erwartete Distributionen werden die jüngst vorgestellte AMD Radeon RX 5700 unterstützen.

effizient laufen und daher womöglich langsamer arbeiten.

Dank Support für die Intel Speed Select Technology (ISST) können Admins jetzt das Stromsparverhalten von einigen modernen Xeon-Prozessoren besser an die jeweiligen Gegebenheiten und Bedürfnisse anpassen. Außerdem beherrscht Linux schon die jüngst definierten x86-Instruktionen Umonitor, Uwait und Tpause, die Intel bald in Server-Prozessoren unterstützen will. Programme können mit ihnen kurzzeitig warten – belasten dabei die CPU aber nicht mit unnützer Arbeit, wie es die bislang in solchen Situationen oft verwendeten Busy Loops tun.

User Mode Linux (UML), mit dem ein Linux als regulärer Prozess unter einem anderen Linux bootet, bietet jetzt eine „Zeitreisen“-Funktion – allerdings keine echte, denn durch den neuen „Time Travel Mode“ kann die Uhr in UML-Umgebungen nur langsamer oder schneller als in Wirklichkeit laufen, aber nicht springen. Mit dieser Funktion lassen sich so Tests von Zeitüberschreitungen zügiger durchführen.

## Plattenplatz sparen

Firmware-Dateien dürfen jetzt gepackt vorliegen, denn Linux 5.3 kann sie beim Laden entpacken. Das spart Plattenplatz, denn die bei der Initialisierung vieler Komponenten benötigten Dateien belegen unkomprimiert derzeit über 300 MByte.

Ext4 soll dank eines neuen Cache jetzt etwas schneller arbeiten, wenn es die Groß- und Kleinschreibung („Case Insensitivity“) über das bei Linux 5.2 eingeführte „Casefold Feature“ ignoriert. Über die neue Mount-Option `nconnect=` lässt sich der NFS-Client anweisen, mehrere TCP-Verbindungen zum Server aufzubauen, was die Performance steigern kann.


Das vor allem für Firewalls verwendete Netfilter-Subsystem ist nun in der Lage, einige Aufgaben an entsprechend taugliche Netzwerkkomponenten zu delegieren; Das kann den Hauptprozessor entlasten und so die Performance steigern. Der Code zur Netzwerkverkehrssteuerung per TC (Traffic Control) kann Pakete jetzt durch das Connection-Tracking-Modul schleusen, um so neue und bestehende Verbindungen zu erkennen. Mit diesem Wissen lassen sich die Daten dann gezielter weiterleiten und so Overhead vermeiden.

## Frische Treiber

Der unter anderem für Tastaturbeleuchtung, Lüfterregelung und Funktionstas-

ten von Asus-Geräten zuständige Kernel-Treiber unterstützt jetzt Gaming-Notebooks der TUF-Reihe. Der Video-Beschleunigungstreiber Cedrus kann nun das Decodieren von H.264 an die Hardware delegieren. Dieser maßgeblich über eine Crowdfunding-Kampagne vorangetriebene Treiber spricht die Video-Engine einiger Allwinner-Prozessoren an, die sich auf einer Reihe von Einplatinencomputern finden. H.265-Support soll bald folgen.

Intels Grafiktreiber ist in der Lage, Bildschirme mit HDR (High Dynamic Range) anzusteuern. Damit man das als normaler Anwender nutzen kann, müssen aber auch Userspace-Treiber, Desktop-Umgebungen und Programme lernen, dieses neue Kernel-Feature zu nutzen. Bislang funktioniert es nur bei recht neuen Prozessoren seit den Generationen Ice Lake und Gemini Lake.

Nvidias proprietäre Linux-Treiber laufen auf Systemen mit Power-Architektur nicht mehr. Das liegt an Aufräumarbeiten, bei denen die Betreuer des PPC-Codes einige Schnittstellen entfernt haben, weil die Kernel-eigenen Module sie nicht mehr benötigen. Allerdings haben auch aktuelle Versionen von Nvidias proprietärem Grafiktreiber für Power-Systeme dort angedockt. Darauf haben die Kernel-Entwickler keine Rücksicht genommen, denn aus ihrer Sicht geht es um Kernel-interne Schnittstellen und nicht um ein Userspace-API, bei dem dergleichen tabu wäre. Nvidia muss jetzt sehen, wie es ohne die Eingriffspunkte auskommt. (thl@ct.de) 

## Literatur

- [1] Carsten Spille, Gaming im Blut, AMDs Spielergrafikkarten Radeon RX 5700 und 5700 XT, c't 16/2019, S. 26

## Linux erhält Echtzeitfähigkeiten

Die bislang extern im „RT-Tree“ gepflegten Änderungen, die aus Linux einen Realtime-Kernel machen, sollen bald in den offiziellen Kernel einfließen. Das gilt jetzt als sicher, nachdem Entwickler vor knapp 15 Jahren erste Patches mit diesem Ziel gezeigt haben. Damals mussten sie noch Spott von Linus Torvalds ertragen, denn es erschien unstemmbar viel Aufwand, Echtzeitfähigkeiten sauber in Linux einzubauen.

Die RT-Entwickler hatten sich davon nicht beirren lassen und schon bald einen Linux-basierten Realtime-Kernel geschaffen, der Anklang bei Unternehmen fand. Diese setzen ihn etwa bei Robotern oder der Maschinensteuerung ein: Echtzeitfähigkeiten sind dort gefragt, um bestimmte Aufgaben auch unter widrigen Umständen in einer vorher festgelegten Zeitspanne auszuführen. Dazu braucht es oft Reaktionszeiten im unteren Millisekundenbereich, die Linux durch die RT-Patches garantieren kann.

Viele Verbesserungen, die für den RT-Tree entstanden, zogen über die Jahre bereits in den offiziellen Kernel um, weil sie Linux auch für andere Einsatzgebiete attraktiver machten. Dadurch enthält der RT-Tree heuer gar nicht mehr sonderlich viele Patches, dafür aber einige kontroverse. Eine sehr kleine, aber dennoch

entscheidende Änderung dieses Zweigs hat Linus Torvalds jetzt vorab in Linux 5.3 integriert: Den Patch, der die Konfigurationsoption `PREEMPT_RT` nachrüstet – also die Option, um beim Bauen festzulegen, ob der resultierende Kernel denn Realtime-Fähigkeiten bieten soll. Noch zeigt sich diese Auswahlmöglichkeit aber nicht, denn dazu müssen noch weitere Änderungen folgen. Die Aufnahme richtet sich vor allem an Kernel-Entwickler, denen sie signalisieren soll: Sperrt euch nicht grundlos gegen die Aufnahme der verbliebenen RT-Patches, denn Linus Torvalds steht dieser Tage hinter der Idee, Realtime-Support in den offiziellen Linux-Kernel einzubauen.

Wie schnell das jetzt gelingt, bleibt abzuwarten – die Entwickler haben durchblicken lassen, die restlichen Patches innerhalb weniger Monate überführen zu wollen. Für Heimnutzer und Server-Admins ist das Ganze nur bedingt relevant: Für Realtime-Support ausgelegte Kernel-Images reagieren zwar zackiger, schneiden aber genau deswegen bei Durchsatztests oft schlechter ab. Bei Debian, Fedora, Ubuntu & Co. werden sich Realtime-Funktionen daher vermutlich nur in optionalen Kernen finden, nicht aber in den standardmäßig verwendeten.



Bild: Jan Birtakies

# Web-Vorleser

## Sprach- und Tonausgabe im Browser

**Aktuelle Browser können Texte vorlesen und Geräusche erzeugen – und sogar bei Spracheingaben bietet das Web eine Alternative zu Smartphones und Internet-Lautsprechern.**

Von Herbert Braun

Ein Browser ist ein Programm, in das man eine URL eintippt, um dann eine Webseite anzuschauen und mit der Maus darin herumzuklicken – diese Vorstellung sitzt so tief in unseren Köpfen, dass es davon abweichende Bedienmodelle schwer haben.

Dabei ist Sprachausgabe im Browser eigentlich ein alter Hut. Opera führte dieses Feature bereits vor 15 Jahren ein, gab

es aber mit der Umstellung auf Chromium auf. Ein großer Erfolg wurde es damals nicht, aber vielleicht ist jetzt die Zeit dafür reif: Dank Siri, Alexa und Google Assistant sind maschinell vorgelesene Webinhalte ebenso wie Sprachsteuerung im Alltag angekommen.

Mit dem „Web Speech API“ gibt es einen Entwurf zu einem entsprechenden Webstandard. Genau genommen sind es zwei: SpeechRecognition für Sprachsteuerung und -eingabe sowie SpeechSynthesis, mit dem der Browser Texte vorliest. Letzteres beherrschen trotz des frühen Stadiums der Spezifikation bereits alle aktuellen Browser (Internet Explorer zählt nicht mehr dazu) und einige Mobil-Browser. Sprachsteuerung ist dagegen bislang auf Chrome beschränkt.

Thematisch verwandt mit dem Speech API ist das „Web Audio API“, eine Schnittstelle zum Verarbeiten und Erzeu-

gen von Tönen im Browser. Abgesehen davon, dass der IE stumm bleibt, kann man diese Technik heute bedenkenlos einsetzen; der Standard ist auf dem Level einer Candidate Recommendation und damit nahezu ausgereift.

### JavaScript-Synthesizer

Das Web Audio API ist eine Universal-lösung für alle möglichen Geräusche in einer Webanwendung. Während das `<audio>`-Element ohne großen Aufwand übliche Binärformate wie MP3 abspielt, setzt das umfangreiche und komplexe API auf einer tieferen Ebene an und kann sowohl Tondateien als auch definierte Wellenformen wiedergeben. Es gibt sogar Projekte, mit dem das Web Audio API MIDI-Dateien in Klang umsetzen kann [1].

Das Feature verbirgt sich hinter dem `AudioContext`-Objekt – oder, im Fall von Safari, hinter `webkitAudioContext`:

```
if ('AudioContext' in window ||
    'webkitAudioContext' in window) {
    const audioCtx =
        new (AudioContext ||
            webkitAudioContext);
    // ...
} else {
    alert('Kein Web Audio!');
}
```

Jeder aktuelle Browser wird das verstehen (Code-Beispiele und Demos unter [ct.de/ywpa](http://ct.de/ywpa)). In `audioCtx` geben Sie an, was der Browser wann und auf welche Weise abspielen soll.

Um etwas zu hören, brauchen Sie einen `GainNode` und einen `OscillatorNode` für Lautstärke und Wellenform.

```
const volume =
  audioCtx.createGain();
volume.connect(audioCtx.destination);
const pitch =
  audioCtx.createOscillator();
pitch.connect(volume);
pitch.start();
```

Nachdem Sie beide Objekte über den Audio-Kontext erzeugt haben, müssen Sie sie explizit verbinden: den `OscillatorNode` mit dem `GainNode` und diesen mit dem Kontext. Innerhalb eines Audio-Kontexts können Sie mit mehreren Klangerzeugern gleichzeitig arbeiten, aber auch mehrere Audio-Kontexte sind kein Problem, beispielsweise um diese mit unterschiedlichen Lautstärken und Verzerrungen abzumischen.

Nach `pitch.start()` legt der Browser los und spielt ein 440-Hertz-A, mit dem Sie Ihre Gitarre stimmen können. Beenden lässt sich der Ton nicht so einfach – glücklicherweise haben moderne Browser einen Stummschalter im Tab. Besser, Sie fügen ganz schnell einen Pause-Button ein:

```
document.getElementById('btnPlay').
  addEventListener('click', ev => {
    ev.preventDefault();
    if (audioCtx.state ===
      'suspended')
      audioCtx.resume();
    else
      audioCtx.suspend();
  });
```

Ein HTML-Button mit der ID `'btnPlay'` stoppt und startet nun die Wiedergabe mithilfe der Audio-Kontext-Methoden `resume()` und `suspend()`; der `state` wechselt dabei von `'running'` auf `'suspended'`.

Mit anderen Bedienelementen lassen sich Tonhöhe und Lautstärke verändern; HTML-seitig eignen sich `<input type="range">`-Schieberegler für diesen Zweck. Die Zahlbereiche für die Lautstärke liegen zwischen 0 und 1; die Frequenz geben Sie in Hertz an, also meistens mit Werten im Hunderter- oder Tausenderbereich. Die Handler, die auf die jeweiligen `change`-Ereignisse lauschen, sehen etwa so aus:

```
document.getElementById('volume').
  addEventListener('change', ev =>
    volume.gain.setValueAtTime(ev.
      target.value,
      audioCtx.currentTime));
document.getElementById('pitch').
  addEventListener('change', ev =>
    pitch.frequency.setValueAtTime(ev.
      target.value,
      audioCtx.currentTime));
```

Sie können Lautstärke und Tonhöhe auch verändern, indem Sie `volume.gain.value` beziehungsweise `pitch.frequency.value` überschreiben. Das kann aber zu hässlichen Klickgeräuschen bei der Wiedergabe führen. Die `setValueAtTime()`-Methode sorgt für einen sanften Übergang. Ihr zweiter Parameter ist eine Zeitangabe: `currentTime` bezieht die seit Beginn der Wiedergabe verflossene Zeit in Sekunden. Im oben stehenden Beispiel soll die Änderung also sofort in Kraft treten.

Auf ähnliche Weise können Sie auch die Abspieldauer eines Tons begrenzen:

```
pitch.stop(audioCtx.currentTime + 1);
```

Wenn Sie diese Anweisung unmittelbar nach `pitch.start()` ausführen, hören Sie den Ton genau eine Sekunde lang.

## Vorleser

Um eine MP3-Datei abzuspielen, müssen Sie diese über `XMLHttpRequest` oder `fetch()` einlesen:

```
const audioCtx = new AudioContext();
const volume = audioCtx.createGain();
volume.connect(audioCtx.destination);
fetch('file.mp3')
  .then(resp => resp.arrayBuffer())
  .then(buffer => {
    audioCtx.decodeAudioData(buffer,
      data => {
        const source = context.
          createBufferSource();
        source.buffer = data;
        source.connect(volume);
        source.start();
      });
  });
```

Binärdaten verarbeitet JavaScript in Form eines `Array-Buffer`s. Aus den von `decodeAudioData()` dekomprimierten Inhalten generieren Sie einen Audio-Buffer, der Ihrer Tonquelle (`source`) zugrunde liegt; das Abspielen besorgt wiederum `start()`. Um die Lautstärke regeln zu können, müssen Sie noch die `source` explizit mit `volume` verbinden.

Die der Sprachwiedergabe und -erkennung zugrunde liegende Technik ist wesentlich komplizierter als Töne zu erzeugen, aber die beiden Web-Speech-APIs verbergen die Details hinter übersichtlichen Schnittstellen.

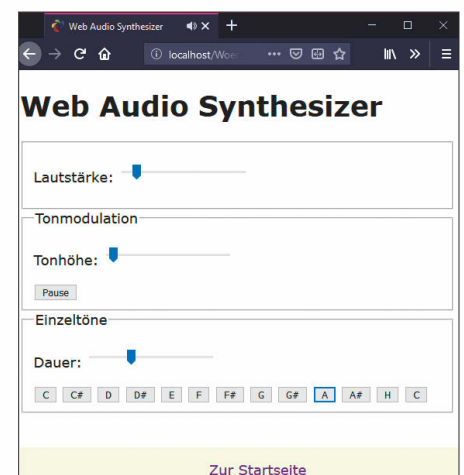
Obwohl die Sprachwiedergabe auf fast allen aktuellen Desktop-Browsern funktioniert, führt an einer Feature-Abfrage kein Weg vorbei. Da ein Vendor-Prefix hier nicht üblich ist, geht das kurz und schmerzlos:

```
if ('speechSynthesis' in window) {
  // ...
} else {
  alert('Keine Sprachausgabe!');
}
```

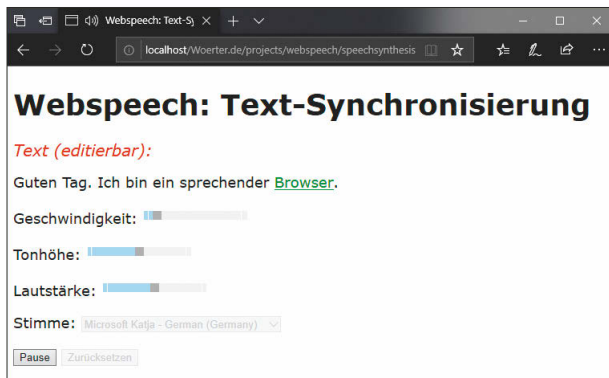
Anschließend erzeugen Sie eine Sprach-Äußerung:

```
const toSpeak = new
  SpeechSynthesisUtterance();
toSpeak.text = 'Abonnieren Sie ↴
  die c\`t!';
toSpeak.rate = 1.25;
toSpeak.pitch = 1;
toSpeak.volume = .5;
speechSynthesis.speak(toSpeak);
```

Die Eigenschaften der `SpeechSynthesisUtterance` sind praktisch selbsterklärend: `rate` beschreibt die Vorlesegeschwindigkeit, `pitch` die Stimmhöhe; beide Eigenschaften pendeln um den Default-Wert 1. Die Lautstärke (`volume`) beziffern Sie hingegen wie schon beim Web Audio API mit einem Wert zwischen 0 und 1. Zuletzt übergeben Sie die Äußerung an die



Die Web-Audio-Demo-Anwendung ist vielleicht das schlechteste Keyboard der Welt, aber es verwendet die grundlegenden Funktionen dieses mächtigen und komplizierten APIs.



Aktuelle Browser machen bei der Sprachausgabe einen guten Job – trotz gelegentlicher Bugs.

`speak()`-Methode des `speechSynthesis`-Objekts, das sofort mit dem Vorlesen beginnt.

Sie können auch die Sprache explizit angeben:

```
toSpeak.lang = 'de-DE';
```

Notwendig ist das im Normalfall aber nicht, denn der Browser zieht dafür die Sprache des Dokuments heran, die Sie zum Beispiel im HTML-Code per `<html lang = "de">` angegeben haben.

Betriebssystem und Browser stellen verschiedene Sprecherstimmen zur Verfügung, die Sie abfragen und über `toSpeak.voice` zuweisen können:

```
speechSynthesis.getVoices()
```

Diese Anweisung liefert ein Array mit den Stimmdaten zurück. Allerdings haben sich die Browser noch nicht geeinigt, wann sie diese Informationen zur Verfügung stellen: sofort beim Laden (Firefox, Edge) oder erst nach dem Ereignis `speechSynthesis.onvoiceschanged` (Chromium, Edge) – Sie müssen also beides abfragen. Die Stimmdaten enthalten einen Namen (`name`) und die Sprache (`lang`), nach deren Gepflogenheiten sie Text artikulieren. Die als default gekennzeichnete Stimme legt los, wenn die Seite keine Vorgaben macht.

Unter Windows 10 kümmert sich „Microsoft Hedda“ um die deutschen und ihre Schwester Zira um die englischen Texte. Edge wartet noch mit „Katja“ und „Stefan“ aus der Microsoft-Familie auf, beschränkt sich aber auf deutschsprachige Stimmen. Chrome stellt eine Liste von Google-Stimmen für weitere Sprachen zur Verfügung; diese sind keine `localServices`, überlassen die Artikulation also einem Online-Dienst.

All diese Einstellungen – Stimme, Sprache, Lautstärke, Höhe, Geschwindigkeit – können Sie vorab setzen, aber nicht während des Sprechens. Eine Auszeichnungssprache wie das in Google Assistant unterstützte SSML fehlt, Änderungen der

Einstellungen während des Sprechens ignoriert das Sprach-API. Es klappt nicht einmal, den Sprachvorgang zu stoppen, einen neuen mit anderen Parametern zu initialisieren und an der gleichen Stelle fortzusetzen: Derzeit teilt nur Firefox bei einem Pause-Event mit, bis zu welcher Stelle (`charIndex`) er gelesen hat.

Ersatzweise könnten Sie allerdings `toSpeak.onboundary` heranziehen. Dieses Ereignis feuert, wenn das WebSpeech API zu einem neuen Wort wechselt, und enthält anders als `onpause` in allen Browsern den `charIndex`. In einem der unter `ct.de/ywpa` veröffentlichten Beispiele kommt dieses Event zum Einsatz, um das jeweils vorgelesene Wort im Schriftbild hervorzuheben. HTTPS ist übrigens Pflicht, außer bei Tests auf localhost.

Bei vielen Stimmen lassen sich Tonlage und Geschwindigkeit nicht nach Belieben verändern. Wo ihre Toleranzbereiche liegen, lässt sich nicht einheitlich ermitteln. In der Regel ignorieren sie zu hohe oder zu niedrige Werte, manchmal streikt aber die Wiedergabe. Hier hilft nur ausgiebiges Testen mit verschiedenen Browsern und Plattformen. Solche und andere Probleme sind besonders lästig, weil es keine Fehlermeldung gibt und der Browser mitunter erst nach Schließen der Webseite oder der Anwendung aus seinem Schmollwinkel herauskommt.

## Okay, Browser

Spracherkennung ist ebenso wie die Wiedergabe Teil des Web Speech API und wie diese als Spezifikation noch nicht gefestigt. Auf dem Desktop hat sie bisher nur Chrome implementiert; andere Chromium-Browser verstehen zwar die API-Syntax, nicht aber die Spracheingaben. Der Grund ist simpel: Die Spracherkennung ist kein Teil von Chromium, weil sie nicht im Browser geschieht, sondern in einem fest verdrahteten Webdienst. Ob die Konkurrenz Googles Dienste nicht in Anspruch nehmen will oder darf, konnten wir nicht herausfinden. Allerdings vermag auch Opera für Android auf Spracheingaben zu lauschen.

Wie bei der Wiedergabe ist das API unkompliziert. Das Grundgerüst sieht etwa so aus:

```
const recog = new SpeechRecognition()
recog.start()
recog.onresult = ev =>
  console.log(ev.results)
```

Auch hier initialisieren Sie zu Beginn ein Objekt, das die Eigenschaften, Methoden und Ereignisse des API zugänglich macht. Wegen der unzureichenden Browser-Unterstützung ist es wichtig, das Vorhandensein von `SpeechRecognition` zu überprüfen. Selbst in Chromium-Browsern werden Sie es nicht finden: Dort nennt es sich noch `webkitSpeechRecognition`. Vor der ersten Initialisierung sollten Sie also Folgendes einfügen:

```
if ('SpeechRecognition' in window ||
    'webkitSpeechRecognition'
    in window) {
  const SpeechRecognition =
    window.SpeechRecognition ||
    window.webkitSpeechRecognition
  // ...
}
```

Dummerweise gibt das keine Erfolgsgarantie: Chromium-Browser wie Opera



Diese Diktier-Anwendung läuft derzeit nur in Chrome, transkribiert aber Sprache auf dem von Google gewohnten Niveau.

oder Vivaldi führen den nun folgenden Code aus, können aber nicht auf einen Spracherkennungsdienst zugreifen. Desktop-Opera scheitert stillschweigend; Vivaldi und Brave antworten wenigstens mit einem Netzwerkfehler, den Sie abfangen können:

```
recog.onerror = ev => {
  console.error(ev.error)
  recog.stop()
}
```

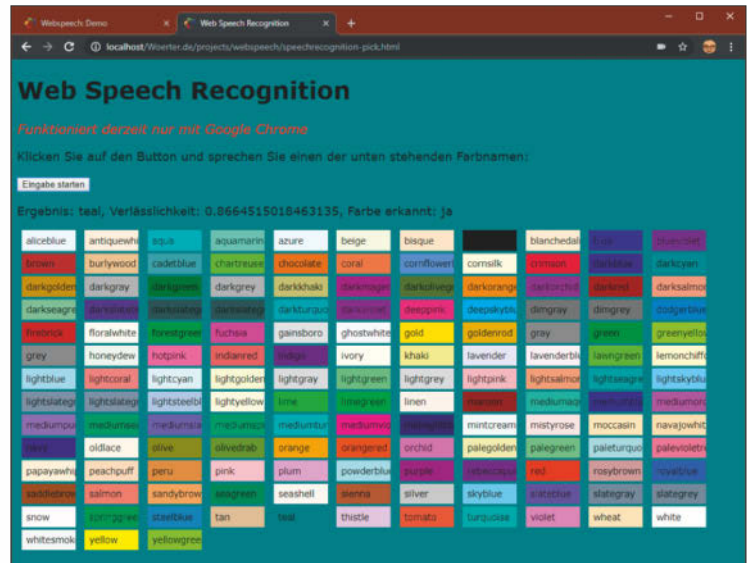
Anscheinend ist es derzeit nicht möglich, vorher festzustellen, ob ein Browser tatsächlich Sprache verstehen kann. Damit bleibt nur, den Browser-Namen abzufragen – eine problematische Notlösung, die oft dazu führt, dass Browser irrtümlich von einem Feature ausgeschlossen werden. Helfen könnte stattdessen die in der Spezifikation vorgesehene Eigenschaft `serviceURI` des `recog`-Objekts, aber diese ist in Chromium nicht implementiert.

Andere Eigenschaften legen wichtige Details der Spracherkennung fest. Eine wichtige Entscheidung müssen Sie mit `recog.continuous` treffen: Per Default (`false`) stoppt die Spracherkennung nach einer Pause – was sinnvoll ist, wenn Sie nur eine Auswahl treffen oder Kommandos geben wollen. Für längere Texte müssen Sie diesen Wert auf `true` setzen; zum Beenden lösen Sie dann die Methode `recog.stop()` aus. Wie bei der Ausgabe können Sie die Sprache mit `recog.lang` setzen, sofern sie von jener des Dokuments oder des Browsers abweicht.

`recog.start()` aktiviert das Mikrofon. Voraussetzung ist wiederum, dass sich der Browser über HTTPS oder zu localhost verbindet. Beim ersten Aufruf fragt ein Systemdialog um Erlaubnis für den Mikrofonzugriff. Gibt der Benutzer sein Okay, kennzeichnet ein blinkender roter Punkt im Browser-Tab die laufende Aufzeichnung.

Die Ergebnisse trudeln über das Ereignis `recog.onresult` ein – entweder nach Abschluss der Spracheingabe oder laufend aktualisiert, wenn Sie `recog.interimResults` auf `true` gesetzt haben. Das an den Handler übergebene Event-Objekt enthält in `ev.results` eine Array-ähnliche `SpeechRecognitionResultList`, in der Objekte vom Typ `SpeechRecognitionResult` stecken – wobei es nur bei kontinuierlichen Aufnahmen mehr als eines geben wird. Dieses Ergebnis-Objekt zeigt an, ob es ein endgültiges oder ein Zwischenergebnis ist (`isFinal`), und listet ansonsten

**Auch für die Steuerung einer Webanwendung eignet sich Spracherkennung, wenn man sie durch ein paar Tricks etwas robuster macht.**



ein oder mehrere `SpeechRecognitionAlternative`-Objekte auf.

Per Voreinstellung liefert Chrome nur eine Alternative in Form einer Transkription (`transcript`) und eines Verlässlichkeit-Werts (`confidence`) zwischen 0 und 1. Das von Chrome für das am besten gehaltene Ergebnis können Sie folgendermaßen abrufen:

```
recog.onresult = ev =>
  console.log(ev.result[0][0].
    transcript);
```

Alternative Transkriptionen können Sie sich mit `recog.maxAlternatives` ausgeben lassen; Chrome listet bis zu 20 Varianten, absteigend nach `confidence` sortiert. Das erweist sich als nützlich, wenn Sie bei freien Diktaten die beste Version auswählen möchten, aber auch beim Erkennen vorgegebener Kommandos oder Auswahlwerte: Erwartet der Dienst zum Beispiel eine Farbe, ergibt ein Top-Treffer „Rose“ keinen Sinn, während ein Abgleich mit einer Wortliste das weiter hinten gelistete „rosa“ als zulässige Eingabe erkennt.

In die gleiche Richtung zielt die „Grammatik“ `recog.grammars`, die Sie der Spracherkennung mitgeben können; gemeint ist eher eine Wortliste. Mit dem von Sun entwickelten Java Speech Grammar Format (JSGF) steht eine geeignete Beschreibungssprache zur Verfügung. Leider klappt es auf diesem Wege derzeit nicht: Chrome nimmt zwar eine JSGF-Grammatik in Form eines Strings klaglos entgegen, ignoriert jedoch deren Inhalt.

Mit den hier vorgestellten Schnittstellen erweist sich die Web-Plattform als weitgehend gewappnet für den Umgang mit Tönen und Sprache. Geht es um das

Aufnehmen und Abspielen von Medien-Streams, können ergänzend das Media-Stream Recording API und das Media Source Extensions API zum Einsatz kommen.

## Auf die Ohren

Paradoerweise sind die APIs umso einfacher zu benutzen, je komplexer die dahinter steckende Technik ist: Sprachsteuerung lässt sich mit ein paar Zeilen JavaScript integrieren, Sprachausgabe ist geringfügig schwieriger – das umfangreiche Web Audio API hingegen erfordert erhebliche Einarbeitungszeit.

Die Implementierungen des Sprach-API wirken nicht so robust, wie man es von anderen Webstandards gewöhnt ist. Beim Herumexperimentieren versagt gelegentlich die Sprachausgabe, und für die Spracherkennung funktioniert ärgerlicherweise die Feature-Erkennung nicht richtig – ein Manko, das die Hersteller schnell beseitigen sollten, selbst (oder gerade) bei einem experimentellen API.

Trotz dieser Mängel: Die Ergebnisse überzeugen. Der von Chromes Spracherkennung genutzte Google-Webdienst etwa liefert sehr ordentliche Ergebnisse für deutsche Texte. Damit lassen sich schon jetzt Webanwendungen bauen, die mit dem Smartphone-Assistenten konkurrieren können. (jo@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Herbert Braun, Zombie-WWW-Webdesign, Das gruselige Web-Layout der 90er-Jahre mit modernen Mitteln wiederbeleben, c't Retro 2018, S. 188

**Beispiele und weiterführende Infos:**  
[ct.de/ywpa](http://ct.de/ywpa)

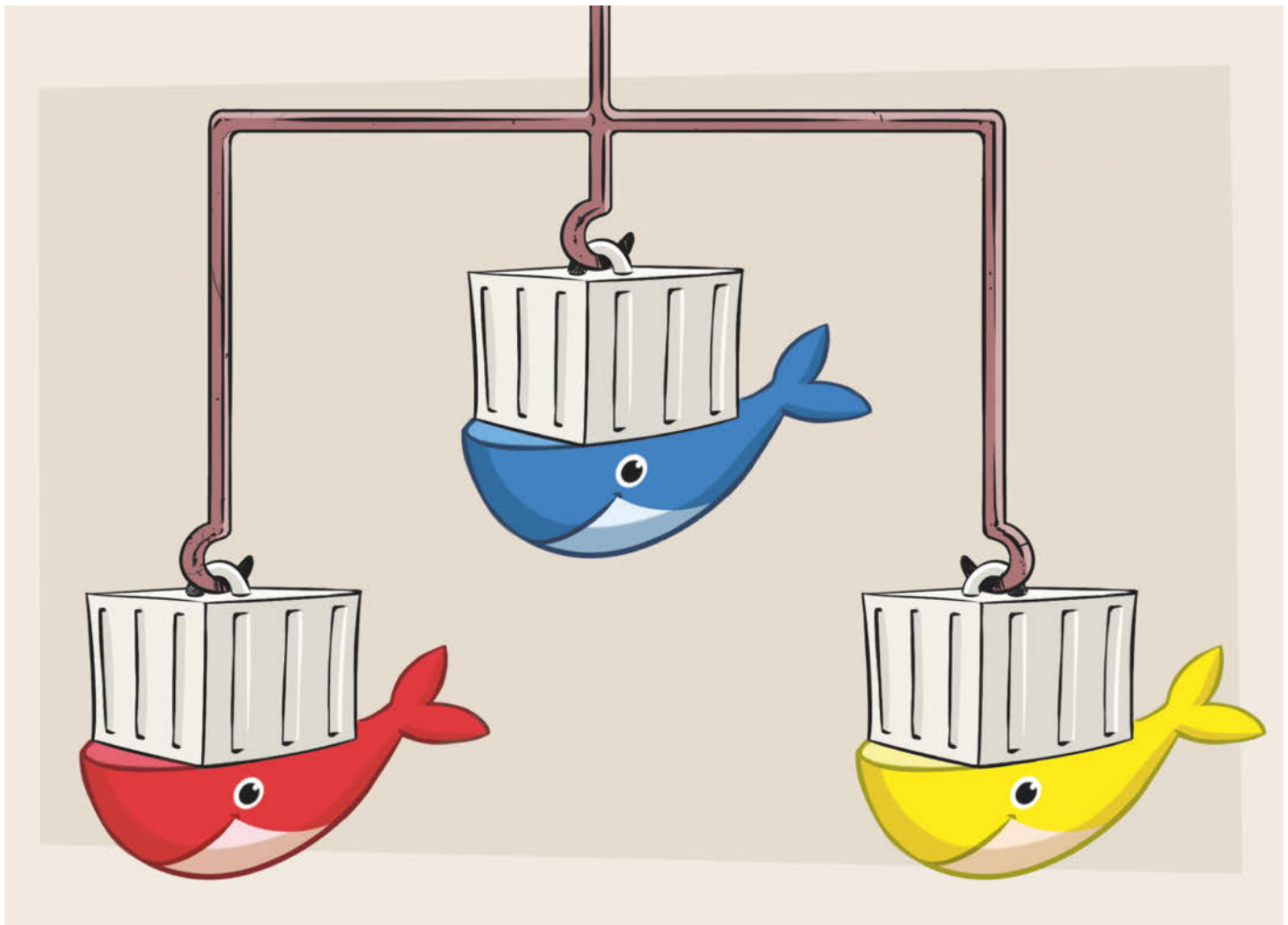


Bild: Albert Hulm

# Gleichschritt über Kreuz

## Docker-Images für Fremdarchitekturen bauen

**Mit der Docker-Erweiterung Buildx kann man Docker-Images für mehrere Prozessorarchitekturen in einem Rutsch erzeugen, beispielsweise um Raspi-Images auf einem weit schnelleren PC zu bauen.**

**Von Merlin Schumacher**

Software in Docker-Images zu verpacken ist oft die komfortabelste Lösung. Vorbei ist es mit der Eleganz, wenn man Images für unterschiedliche Prozessorarchitekturen bauen muss. Schlimmstenfalls muss man Dockerfiles für mehrere Architekturen vorhalten und diese dann auf echter Hardware übersetzen. Das ist oft langwierig und anfällig für Fehler.

Die in Docker 19.03 enthaltene Erweiterung Buildx löst das Problem auf elegante Weise. Sie wurde entwickelt, um alle Features des vom Moby-Projekt entwickelten namensähnlichen BuildKit zugänglich zu machen. BuildKit ist ein Toolkit zum Bau von Container-Images. Das Toolkit ist dank Parallelisierung erheblich schneller beim Image-Bau als die normale Docker-Engine und außerdem flexibler. Beim Bau von Images für Fremdarchitek-

turen kommt der Hardware-Emulator Qemu zum Einsatz. Frühere Lösungen für Docker auf Fremdarchitekturen haben bereits auf Qemu gesetzt. Nun braucht man aber keine architekturenspezifischen Dockerfiles mehr. Stattdessen erzeugt man mit einem Befehl mehrere Images für die gewünschten Architekturen und lädt sie auf Wunsch auch gleich in den Docker Hub. Das Bauen von ARM-Images macht auf einem Multi-Core-x86-System erheblich mehr Spaß als auf einem kleinen Raspi. Und man kann endlich in CI/CD-Systemen Docker-Projekte für andere Architekturen übersetzen.

Dieser Artikel setzt als Grundlage ein aktuelles Debian Buster mit Docker 19.03 voraus. Pfade für andere Linux-Distributionen, macOS und Windows können variieren. Buildx kann auch mit Docker

18.09 verwendet werden. Die Einrichtung unterscheidet sich dann aber teilweise. Bei anderen Distributionen oder Betriebssystemen kann es sein, dass Sie Buildx als zusätzliches Plug-in herunterladen müssen. Vorerfahrung mit dem Bau von Images für verschiedene Architekturen und Image-Manifesten wie in [1] beschrieben ist ebenfalls nötig. Anleitungen zur Einrichtung und alle weiteren Links und Dokumentationen zu diesem Artikel finden Sie über [ct.de/y2vc](https://ct.de/y2vc).

## BuildKit und Experimentelles

Damit Buildx läuft, ist etwas Vorarbeit nötig: Eine Voraussetzung für Buildx ist BuildKit, weil letzteres aber nicht standardmäßig an ist, muss man es einschalten. Bearbeiten Sie dazu mit Root-Rechten die Konfigurationsdatei des Docker-Daemons `/etc/docker/daemon.json` und tragen Sie folgende Zeile ein:

```
"features": { "buildkit": true }
```

Existiert die Datei noch nicht, erstellen Sie sie und schlagen die Zeile noch in zwei geschweifte Klammern ein. Anschließend starten Sie den Daemon mit `systemctl restart docker` neu.

Buildx ist bei Docker noch als experimentell gekennzeichnet, sollte aber bald als stabiles Feature gelten. Bis dahin müssen Sie die experimentellen Docker-Features aktivieren, und zwar in der Client-Konfiguration in `~/docker/config.json`. Haben Sie sich beim Docker Hub oder einer anderen Image-Registry eingeloggt, sollte die Datei bereits existieren und Daten enthalten. Fügen Sie einfach die folgende Zeile vor der letzten geschweiften Klammer ein:

```
"experimental": "enabled"
```

Rufen Sie danach `docker version` auf. Am Ende des Client-Blocks sollte die Zeile `Experimental: true` zu sehen sein. Testen

```
merlin@mls-test-debian:~/whoami$ docker buildx build .
[+] Building 0.7s (0/0) FINISHED
=> [internal] load .dockerignore                                0.0s
=> [internal] load build definition from Dockerfile             0.0s
=> [internal] load metadata for docker.io/library/golang:1.13beta1 0.0s
=> [internal] load build context                                0.0s
=> [builder 1/4] FROM docker.io/library/golang:1.13beta1@sha256:1ca1284a01d533893c455f30e8d5300 0.0s
=> resolve docker.io/library/golang:1.13beta1@sha256:1ca1284a01d533893c455f30e8d5300516fe8ca 0.0s
=> CACHED [builder 2/4] WORKDIR /go/whoami                     0.0s
=> CACHED [builder 3/4] COPY . .                                0.0s
=> CACHED [builder 4/4] RUN make build                           0.0s
=> CACHED [stage-1 1/1] COPY --from=builder /go/whoami/whoami . 0.0s
```

Sie, ob Buildx ebenfalls aktiv ist, indem Sie `docker buildx` eingeben. Sie sehen daraufhin die zugehörige Hilfe.

Der letzte Baustein ist Qemu. Diese und weitere Abhängigkeiten installieren Sie als Root mit folgendem Befehl:

```
apt-get install qemu binfmt-support \
qemu-user-static
```

Neben Qemu werden noch die Pakete `binfmt-support` installiert, das sich um die Unterstützung architekturfremder Binär-

pakete kümmert, und `qemu-user-static`, das statisch kompilierte Binaries für die Prozessor-Emulation im Userspace enthält. Nach der Installation können Sie kontrollieren, ob Qemu korrekt eingebunden wurde:

```
/usr/sbin/update-binfmts --display
```

Der Befehl zeigt, für welche Architekturen Qemu-Emulation möglich ist und ob sie aktiviert wurde. Bei Debian Buster sind das etwa 25, von denen man aber nur einige in Kombination mit Docker nutzen kann. Hat das geklappt, starten Sie den Docker-Daemon neu.

## Bauarbeiten

Buildx kann unterschiedliche Bauumgebungen, genannt Builder, erzeugen und verwenden. Das ist nützlich, um etwa verschiedene Continuous-Integration-Systeme oder Projekte mit einer Docker-Installation zu nutzen, ohne dass man diese jedes Mal umkonfigurieren muss. Um zu sehen, welche Builder eingerichtet sind,

Die Ausgaben beim Bau eines Image mit BuildKit sehen etwas anders aus als mit dem normalen Builder, aber das Ergebnis ist das gleiche.

rufen Sie `docker buildx ls` auf. Es gibt immer einen Builder namens `default`. Jeder Builder verwendet einen Treiber. Im Moment gibt es nur zwei davon: `docker` und `docker-container`. In der Übersicht sieht man unterhalb von Plattformen, dass `default` Fremdashitekturen unterstützt. Doch der Schein trügt, denn sein Treiber `docker` kann keine Images für andere CPUs bauen. Einzig `docker-container` ist dazu bislang fähig. Daher muss man einen neuen Builder erzeugen:

```
docker buildx create --use \
--driver docker-container \
--name multiarch
```

Das Kommando `docker buildx create` startet die Erzeugung eines neuen Builders. Mit `--use` weist man an, dass Buildx den neuen Builder auch gleich verwenden soll. Dann spart man sich einen Aufruf von `docker buildx use`. Mit dem zweiten Parameter legt man den Treiber fest. Um nicht-native Images erzeugen zu können, muss es der Treiber `docker-container` sein. Zu guter Letzt legt `--name` den Namen des Builders fest. Als Bestätigung gibt der Befehl lediglich den Namen des neuen Builders zurück. Hier ist das `multiarch`. Mit einem `docker buildx ls` überprüfen Sie, ob alles geklappt hat und ob `multiarch` als Builder gewählt wurde. Das sehen Sie am Sternchen hinter dem Namen. Dass der Status des Containers noch `inactive` lautet und keine Plattformen gelistet werden, ist egal. Das ändert sich nach dem ersten Image-Bau.

Dazu wechseln Sie in das Verzeichnis eines beliebigen Docker-Projekts und geben Sie `docker buildx build` ein. Der Prozess listet dann die Zeit, Größen und

```
merlin@mls-test-debian:~/whoami$ docker buildx ls
NAME/NODE DRIVER/ENDPOINT STATUS PLATFORMS
multiarch * docker-container running linux/amd64, linux/arm64, linux/riscv64, linux/ppc64le, linux/s390x, linux/386, linux/arm/v7, linux/arm/v6
default docker running linux/amd64, linux/arm64, linux/riscv64, linux/arm/v7, linux/arm/v6
```

**Buildx lügt (ein bisschen):** Der Treiber `docker` läuft zwar auf verschiedenen Plattformen, kann aber keine Images für Fremdashitekturen bauen. Dafür braucht man `docker-container`.

```

Hostname: b0ee7bde13ff
IP: 127.0.0.1
IP: 172.17.0.2
GET / HTTP/1.1
Host: 10.22.33.242:32768
User-Agent: Mozilla/5.0 (X11; Linux x86_64; rv:68.0) Gecko/20100101 Firefox/68.0
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,*/*;q=0.8
Accept-Encoding: gzip, deflate
Accept-Language: de-DE,de;q=0.8,en-US;q=0.5,en;q=0.3
Connection: keep-alive
Cookie-Installing-Permission: required
Dnt: 1
Upgrade-Insecure-Requests: 1

```

Der Beispiel-Container whoami wurde auf einem x86-System erzeugt und läuft nativ auf einem ARM-Single-Board-Computer.

Schritte für den Bau der einzelnen Image-Schichten und meldet am Ende, ob der Bau erfolgreich war. Die Warnung zu Anfang können Sie ignorieren. Sie soll nur darauf hinweisen, dass das Image im Anschluss namenlos ist und nur auf dem lokalen Rechner liegt. Ein erneuter Aufruf von `docker buildx ls` zeigt nun, dass der Status des multiarch-Builders `running` lautet und er verschiedene Plattformen unterstützt. Auf unserem Testsystem waren das acht.

Nun sind sie fast schon am Ziel. Damit Buildx Ihr Image für Fremdarchitekturen erzeugt, geben Sie bei `build` noch den Parameter `--platform` und die Zielarchitekturen an, wie folgt:

```

docker buildx build --platform
└─linux/amd64,linux/arm64,
└─linux/arm/v7
└─tag multiarch:test .

```

Das Beispielkommando erzeugt Images für drei Plattformen und legt einen Tag mit dem Namen `multiarch:test` fest. Diesmal wird der Bau etwas länger dauern, da Buildx die Basis-Images für die anderen Architekturen holen muss und die Emulation etwas Geschwindigkeit kostet.

An den Zeilen der Ausgabe, die mit `CACHED` beginnen, sehen Sie, dass Buildx die Image-Schichten des ersten Bauvorgangs ohne Plattform-Parameter für die Architektur `AMD64` recycelt. Schlägt der Bauvorgang mit der Angabe „no match for platform in manifest“ fehl, unterstützt das im Dockerfile mit `FROM` gewählte Image eine oder mehrere der Architekturen nicht oder zumindest wurde die passende Architektur nicht im Image-Manifest hinterlegt. Dann müssen Sie ein anderes Image wählen. Haben Sie eines der von Docker als „official“ gekennzeichneten Basis-Images gewählt und dabei eine Prozessor-

architektur vorangestellt, reicht es oft, diese zu entfernen. So wird aus `amd64/node` einfach `node`. Aber nicht alle „Official“-Images unterstützen alle Architekturen. Das MongoDB-Image ist zum Beispiel nur für `AMD64`, `ARM64` und `Windows` verfügbar. Zur Kontrolle eines Images kann man `docker buildx imagetools inspect IMAGENAME` aufrufen. Der Befehl listet das Image-Manifest und damit alle hinterlegten Architekturen.

Basiert Ihr Projekt auf einem Basis-Image, dass es nur für eine Architektur gibt, können Sie das Basis-Image auch selbst für mehrere Architekturen erzeugen.

Hat alles geklappt, können Sie die Images mit dem Parameter `--load` für die Verwendung mit dem lokalen Docker-Daemon bereitstellen oder mittels `--push` gleich zur voreingestellten Registry (üblicherweise ist das der Docker Hub) exportieren.

## Fallstricke und Dauereinsatz

Im Laufe unserer Versuche hatten wir einige unangenehme Probleme beim Übersetzen von Go-Projekten für `ARM32v7`. Die Kombination aus Go und Qemu arbeitet bei `ARM32v7` nicht zuverlässig, sodass der Bau von Images ewig dauerte oder schon beim Download der Abhängigkeiten mit Segfaults abbrach.

Mit einem abseitigen Trick klappte der Bau besser. Wir haben im Dockerfile die Umgebungsvariable `GODEBUG=netdns=10` gesetzt und die Beta 1.13 von Go als Basis-Image verwendet. Danach liefen die Builds meistens durch, aber leider nicht immer. Der nächste Versuch klappte dann. Fehlerbeschreibungen zu dem Thema geistern schon seit Langem durchs Netz, aber bislang hat sich keines der beiden Projekte um eine Lösung bemüht. Mit komplexen Nodejs- und einfachen C-Projekten lief der Prozess immer zuverlässig durch.

Wenn Sie sich mit BuildKit und Buildx angefreundet haben, können Sie es auch zum Standardverfahren für Ihre Arbeit mit Docker machen. Rufen Sie dafür einfach `docker buildx install` auf und es wird ein Alias von `docker buildx build` zu `docker build` erzeugt. Mit `docker buildx uninstall` entfernen Sie den Alias wieder.

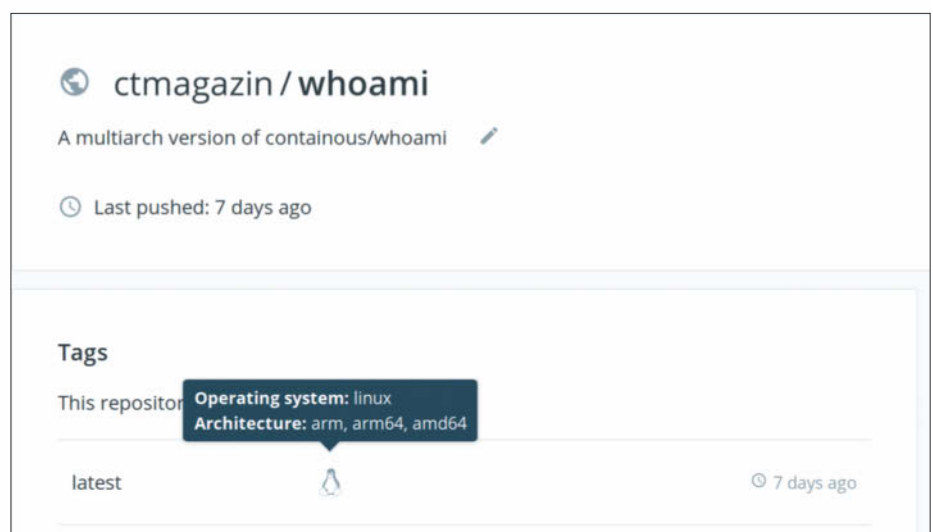
(mls@ct.de) 

### Weiterführende Informationen:

[ct.de/y2vc](https://ct.de/y2vc)

### Literatur

[1] Merlin Schumacher, Döckerchen, Docker auf dem Raspberry Pi, c't 2/19, S. 148



Unser Beispiel-Image `ctmagazin/whoami` wurde von Buildx für drei Architekturen erzeugt und direkt in den Docker Hub verfrachtet.

# 2. IT-Sicherheitstag Rhein-Main

Schutz ohne Ablaufdatum:  
Ist nachhaltige IT-Sicherheit für Unternehmen möglich?

Unsere zunehmend komplexen IT-Systeme bieten immer größere Angriffsflächen, die schwerwiegende Sicherheitslücken aufweisen und Angriffe wie Verschlüsselungstrojaner und großflächige Bot-Netze ermöglichen können.

Wie kann man nachhaltige Sicherheitslösungen entwickeln, die proaktiv und adaptiv aktuelle und zukünftige IT-Systeme zuverlässig und mit Mindesthaltbarkeit schützen können?

**Termin: 1. Oktober 2019, TU Darmstadt**

**Jetzt  
Tickets  
sichern!**

## Auszug aus dem Programm:

- **Transparente IT-Sicherheit – Möglichkeiten und Grenzen**  
*// Christian Stübke, CTO, Rohde & Schwarz Cybersecurity GmbH*
- **Post-Quanten Kryptografie und ihre Auswirkungen auf die Praxis**  
*// Stefan-Lukas Gazdag, genua GmbH*
- **Blockchain Technologie: Zwischen Hype, Innovation und technischer Herausforderung**  
*// Prof. Dr. Sebastian Faust, Fachbereich Informatik der TU Darmstadt*
- **Technische Mittel für den langfristigen, sicheren Betrieb von IT-Lösungen**  
*// Jan Krüger, Product Manager, IoT Security Solutions, Intel Corporation*

**Teilnahmegebühren (inkl. MwSt.): Frühbucherticket: 135,00 Euro**

**Standardticket: 159,00 Euro**



Organisiert von:



In Zusammenarbeit mit:



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



**CYSEC**  
Cybersecurity  
TU Darmstadt

# Schwarzmalerei

## Dark Mode mit CSS für Webseiten umsetzen

**Seit macOS 2018 den Dark Mode eingebaut bekam, erfreut sich die alte Idee neuer Beliebtheit: dunkle Hintergründe und helle Schrift. Doch was nützt eine dunkle Menüleiste, wenn Webseiten nach wie vor weiß strahlen? Mit den Bordmitteln von CSS können Sie auf den Wunsch des Nutzers nach dunklem Hintergrund reagieren.**

Von Manuel Ottlik

**D**unkle Hintergründe sparen, zumindest bei OLEDs, messbar Strom [1]. Außerdem schont der Dark Mode die Augen und optisch empfinden ihn viele Nutzer als attraktive Alternative zum Einheitsgrau. Gerade bei Programmierern und Grafikern ist der Modus daher beliebt.

Wer den Dark Mode benutzt, tut das unter macOS oder Windows meist systemweit. Unter macOS findet sich die Einstellung in den Systemeinstellungen im Abschnitt „Allgemein / Erscheinungsbild“, Windows-Nutzer finden sie in der Einstellungen-App unter „Personalisierung / Farben / Standard-App-Modus auswählen“. iOS lernt das Kunststück in Version 13, bei Android ist der Dark Mode in Android 9.0 eingebaut, bei älteren Versionen hängt die Unterstützung vom Hersteller ab. Hat der Nutzer den Dark Mode aktiviert, gibt das Betriebssystem diese Einstellung an die Browser weiter. Um als Webentwickler darauf zu reagieren, bedarf es einer Media Query. Diese Abfragen in CSS sind keine neue Erfindung, sie kommen auch zum Einsatz, um beispielsweise abhängig von der Größe des Bildschirms oder der Ausrichtung des Geräts unterschiedliche CSS-Regeln anzuwenden.

Aktuelle Browser (siehe Tabelle rechts) können per Media Query jetzt prüfen, ob sich der Nutzer ein helles oder dunkles De-

sign wünscht. Mit `prefers-color-scheme` kann zwischen `no-preference` (der Nutzer hat keine Entscheidung getroffen) sowie `light` und `dark` für den hellen oder dunklen Modus unterschieden werden:

```
@media (prefers-color-scheme: dark) {
  // Der Nutzer bevorzugt Schwarz
}
```

Um das CSS für einen ganzen Webauftritt umzustellen, wäre jetzt viel Handarbeit nötig, würde man alle Farbwerte mit einzelnen Media Queries in zwei Varianten angeben. Die CSS-Anweisungen wären schnell unnötig aufgebläht.

### Dunke Vorlieben

Zum Glück kann man sich eine weitere Fähigkeit von aktuellem CSS zunutze machen: Variablen erlauben es endlich, Werte zentral festzulegen und später immer wieder einzusetzen. Damit braucht man nur noch zwei Media Queries, um alle Anpassungen für helle und dunkle Umgebungen festlegen zu können. Weil diese Variablen

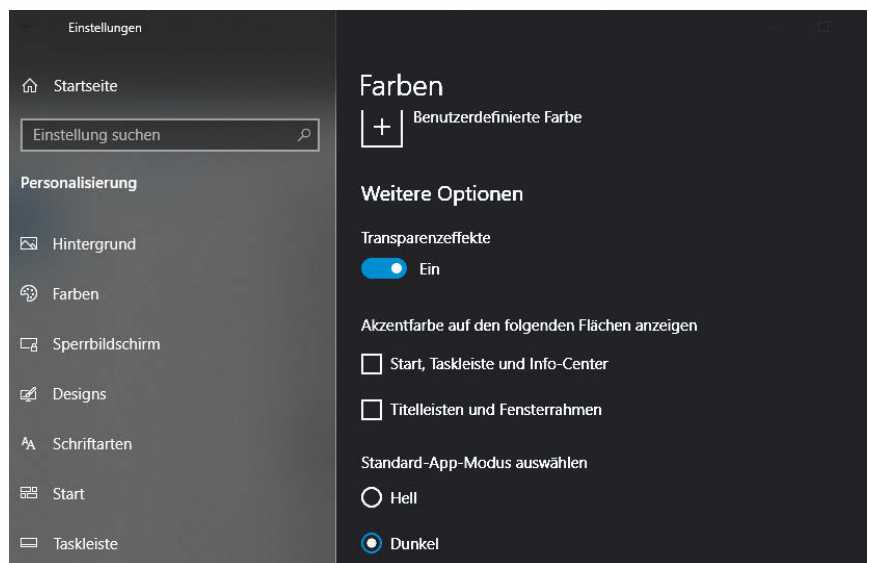
im gesamten CSS-Dokument gelten sollen, werden sie im Namespace `:root` abgelegt. Die Namenskonvention von CSS sieht zwei Bindestriche vor dem Namen einer Variable vor, damit sie als solche erkannt wird:

```
@media (prefers-color-scheme: light) {
  :root {
    --font-color: #000;
    --background-color: #fff;
    --body-color: #ddd;
  }
}
```

Die drei Variablen können nun im gesamten Dokument eingebaut werden. Mit `color: var(--font-color, black)` kann man zum Beispiel eine passende Schriftfarbe aktivieren. Der zweite Wert innerhalb der Klammer dient als Fallback, wenn zuvor nichts definiert wurde (weil der Browser zum Beispiel noch nicht auf den Dark Mode reagieren kann).

Um das auszuprobieren, haben wir ein Beispielprojekt vorbereitet. Sie finden es über [ct.de/ypfh](https://ct.de/ypfh). Im Listing auf dieser Seite sehen Sie das gesamte CSS.

Öffnen Sie die HTML-Seite im Browser und probieren Sie, den Dark Mode im Betriebssystem zu aktivieren. Ohne die Seite neu laden zu müssen, erscheint das Projekt in neuem Glanz. Mit diesem Grundwissen beginnt aber erst die eigentliche Arbeit, denn mit dem Umkehren von Schrift- und Hintergrundfarbe ist es nicht getan. Als Entwickler sollten Sie sich alle Farben und Kontraste genau ansehen und Variablen für beide Optionen anlegen. Auch die Wirkung von Schatten



Windows-Nutzer finden den Dark Mode in der Einstellungen-App. Damit auch Webseiten in dunkler Optik erscheinen, muss der Entwickler Hand anlegen.

und Transparenz sollten Sie gründlich prüfen.

## Überbelichtet

Beim ersten Anblick fällt auf, dass die eingebundenen Bilder plötzlich ganz schön blenden können. Das dunkle Umfeld lässt sie um einiges heller erscheinen. Um dem entgegenzuwirken, gibt es einen gern genutzten Trick: Setzen Sie einfach die opacity, also die Deckkraft der Bilder herab. Dann scheint der dunkle Hintergrund ein wenig durch die Bilder und lässt sie dunkler erscheinen. Damit der Nutzer trotzdem in den vollen Genuss der Helligkeit kommen kann, sollte die Deckkraft wieder auf 100% gesetzt werden, wenn jemand mit der Maus über das Bild fährt:

```
img {
  opacity: 0.8;
  transition: opacity ease-in-out 0.2s;
}
img:hover {
  opacity: 1;
  transition: opacity ease-in-out 0.2s;
}
```

Wenn Sie den Bildern mit transition noch eine kleine Animation verpassen, sieht der Übergang eleganter aus. Sollte das Stylesheet Ihres Projekts bereits einige hundert Zeilen lang sein und Ihre Dark-Mode-Anpassungen mehr als nur ein paar umgekehrte Farbwerte benötigen, sind Sie von der Idee, das alles in einer Datei unterzubringen, vermutlich nicht sehr angetan. Dann können Sie die CSS-Dateien für Hell- und Dunkelmodus auch aufteilen: Im

<link>-Tag, der die CSS-Datei einbindet, können Sie spezifizieren, für welche Media Queries sie verwendet werden soll. Legen Sie einfach eine light.css und eine dark.css an und binden Sie diese dann beide ein:

```
<link rel="stylesheet"
href="light.css"
media="(prefers-color-scheme: light)">
<link rel="stylesheet"
href="dark.css"
media="(prefers-color-scheme: dark)">
```

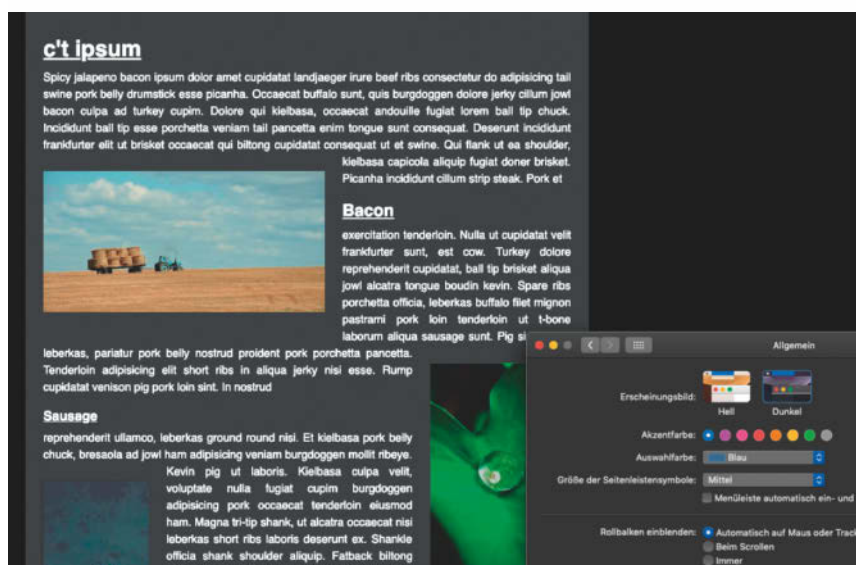
Wichtig für Entwickler großer Projekte, die CSS-Präprozessoren wie SASS oder LESS einsetzen: Auch hier können Sie die vorgestellte Media Query und die CSS-Variablen nutzen. Die nativen CSS-Variablen dürfen aber nicht mit den Variablen der Präprozessoren verwechselt werden: SASS und LESS müssen ja nach der Entwicklungsarbeit zu CSS kompiliert werden, bevor sie an den Browser ausgeliefert werden können. Die Variablen werden dabei zu statischen Werten.

Mit einem automatischen Dark Mode für Ihre Website leisten Sie aktuell Pionierarbeit, da große Anbieter bisher kaum auf den Zug aufgesprungen sind. Wichtig bei allen Experimenten ist es, ausführlich zu prüfen, dass auch Nutzer älterer Browser weiterhin eine brauchbare Seite bekommen. (jam@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Michael Link, Spar, Sam!, Wie dunkle Farben und der Dark Mode die Akkulaufzeit von Smartphones und Tablets beeinflussen, c't 18/2019, S. 184

**Beispielprojekt:** [ct.de/ypfh](https://ct.de/ypfh)



So soll es sein: Browser und Webseite reagieren auf die Einstellung, die im Betriebssystem gemacht wurde und müssen nicht manuell verdunkelt werden.

```
:root
{
  --font-family: Helvetica, Arial;
}
@media (prefers-color-scheme: light)
{
  :root
  {
    --font-color: #000;
    --background-color: #fff;
    --body-color: #ddd;
  }
}
@media (prefers-color-scheme: dark)
{
  :root
  {
    --font-color: #fff;
    --background-color: #000;
    --body-color: #333;
  }
}
img
{
  opacity: 0.8;
  transition: opacity ease-in-out 0.25s;
}
img:hover
{
  opacity: 1;
  transition: opacity ease-in-out 0.25s;
}
html
{
  background-color: var(--background-color, #fff);
}
body
{
  font-family: var(--font-family);
  background-color: var(--body-color, #ddd);
  width: 800px;
  min-height: calc(100% - 100px);
  margin: 50px auto;
  padding: 25px;
  color: var(--font-color, #000);
}
```

Es sind nur ein paar Handgriffe: Mit der neuen Media Query prefers-color-scheme und CSS-Variablen ist das Layout bereit für den Dark Mode.

## Browserkompatibilität

Browser	benötigte Version
Chrome	76
Edge	keine Unterstützung
Firefox	67
Internet Explorer	keine Unterstützung
Opera	keine Unterstützung
Safari	12.1
Android WebView	76
Chrome für Android	76
Firefox für Android	76
Opera für Android	76
Safari für iOS	13

# Tipps & Tricks

## Sie fragen – wir antworten!

### Malware mit Root-Rechten

? Wie kommt Malware auf Linux-Systemen eigentlich an Root-Rechte?

! Typischerweise geschieht das – wenn überhaupt – in einem zweiten Schritt nach der eigentlichen Infektion. Malware ist heutzutage häufig in Module unterteilt, die je nach Zweck und Bedarf geladen werden. Bei der initialen Infektion kommt in der Regel ein sogenanntes Backdoor-Modul zum Einsatz, das vor allem Informationen sammelt, Befehle entgegennimmt und eben weitere Module nachlädt. Normalerweise erfordert nichts davon erhöhte Rechte.

Auch der eigentliche Zweck von Malware, zum Beispiel das Versenden von SPAM-Mails oder die Verschlüsselung von Benutzerdateien (was auf Linux-Desktop-Systemen kaum vorkommt), erfordert selten erweiterte Rechte. Sind Root-Rechte nötig oder vom Angreifer gewünscht, etwa weil er als DDoS-Angriff sogenanntes TCP-Syn-Flooding machen will, versucht Malware üblicherweise Local-Privilege-Escalation-Bugs zu nutzen. Das sind zum Beispiel Sicherheitslücken im Kernel,

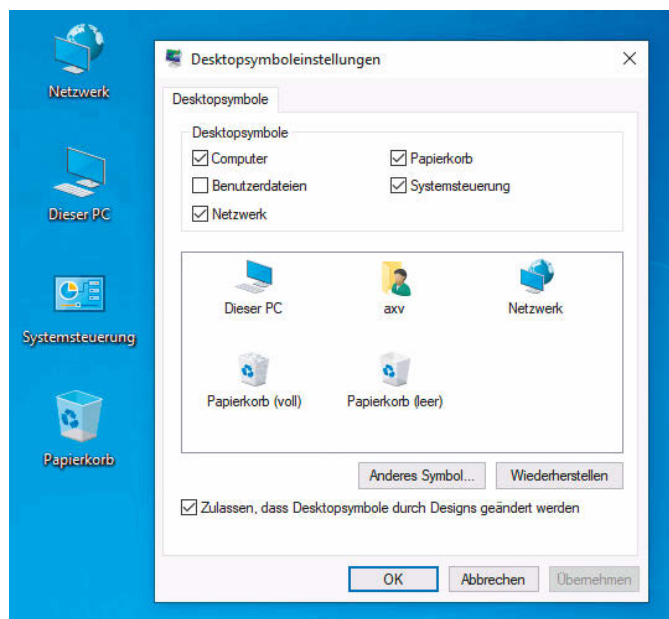
die das Rechte-System aushebeln. Wie meistens besteht der beste Schutz darin, aktuelle Sicherheits-Updates zeitnah einzuspielen. Sicherungstechniken wie SE Linux oder AppArmor können den Schutz weiter erhöhen. Sie jedoch über die Default-Einstellungen hinaus anzupassen, erfordert Spezialkenntnisse. (ju@ct.de)

### Symbole auf dem Windows-10-Desktop

? Früher hatte man auf dem Windows-Desktop standardmäßig Symbole für „Computer“, „Netzwerkumgebung“ und so weiter, doch bei mir fehlen sie. Kann ich sie in meiner Windows-10-Installation (Version 1903) irgendwie nachrüsten?

! Das ist nicht erforderlich, sie sind noch an Bord. Die Option zum Reaktivieren finden Sie in den Einstellungen (Windows+I), wenn Sie unter Personalisierung/Designs auf den Link „Desktopsymboleinstellungen“ klicken.

(axv@ct.de)



Die klassischen Desktop-Symbole sind auch bei Windows 10 Version 1903 noch an Bord, der Dialog zum Reaktivieren ist allerdings etwas versteckt.

### Mullvad blockiert Verbindung

? Ich nutze Mullvad VPN auf meinem Windows-Rechner, um mich in fremden WLANs mit einem VPN zu schützen. Leider blockiert Mullvad die Verbindung vollständig, wenn das VPN nicht aktiviert ist, obwohl ich die Option „Sperren wenn getrennt“ ausgeschaltet habe. Selbst nach einer Deinstallation blieb meine Internet-Verbindung blockiert. Wie komme ich jetzt ohne die Mullvad-Software ins Internet?

! Der Anbieter empfiehlt auf seiner Website, die DNS-Einstellungen zu überprüfen. Öffnen Sie dazu in den Einstellungen „Netzwerk und Internet“ und dann „Adapteroptionen ändern“. Dort öffnen Sie per Rechtsklick die Eigenschaften des Netzwerk-Adapters, den Sie für Ihre Internet-Verbindung nutzen (falls der Hyper-V-Manager aktiviert ist, öffnen Sie stattdessen die Eigenschaften des Adapters „Hyper-V Virtual Ethernet“). Klicken Sie dann in der Liste doppelt auf den Eintrag „Internetprotokoll Version 4 (TCP/IPv4)“ und überprüfen Sie, ob „DNS-Serveradresse automatisch beziehen“ aktiviert ist. Falls das nicht der Fall ist, sollten Sie die Option aktivieren, was das Problem in der Regel löst. (ktn@ct.de)

### T-Online-Log-in via Bitly

? Als vor einiger Zeit der E-Mail-Zugang bei T-Online nicht zu erreichen war, fand ich im Internet den Tipp, dass der Zugang über „bit.ly/Telekom-Email“ funktionieren würde. Das hat geklappt und die Seite ist erfreulich werbefrei, aber kann man den Link gefahrlos benutzen?

! Wir raten Ihnen davon ab, solche Kurzlinks zu nutzen, ganz besonders wenn Sie der Zielseite relevante Informationen wie ein Passwort anvertrauen wol-



e ist nicht gleich e. Mit Kurzlinks lässt sich zu viel Unsinn anstellen, um sie für sicherheitsrelevante Links zu nutzen.

len. Zum einen muss der Kurzlink-Anbieter seriös sein und darf nicht erlauben, dass sich Linkziele ändern, zum anderen müssen Sie vor dem Aufruf sorgfältig testen, wohin der Link zeigt. Die Gefahr ist zu groß, dass man dabei etwas übersieht.

Im konkreten Fall verweist der Link zwar auf „accounts.login.idm.telekom.com“, also eine Domain der Telekom, und Bitly ist ein seriöser Anbieter, dessen Kurzlinks unveränderlich sind, aber der Link könnte zum Beispiel auch auf „telekom.com/“ enden. Das zweite „e“ ist hier der Buchstabe Je aus dem kyrillischen Alphabet, der dem „e“ zum Verwechseln ähnlich sieht. Das übersieht man allzu leicht und schon gibt man seine Login-Daten auf einer fremden Website ein.

Unabhängig davon ist das Problem, dass nur die Telekom weiß, welche eventuell unerwünschten Nebenwirkungen ein Login über solche alternativen Links hat. Es ist besser, die offiziellen Wege zu gehen. Falls Sie die Werbung zu sehr stört, könnten Sie zu einem werbefreien Anbieter wechseln. (ju@ct.de)

## Windows-10-Funktionsupdate kilt (Tablet-)Sound

! Nach dem „Funktionsupdate“ auf die aktuelle Windows-10-Version 1903 liefert mein Asus-Tablet (T100TA mit Intel Atom Z3735F) keinen Sound mehr. Angeblich hat Windows dafür „keine Ausgabegeräte gefunden“. Das ist schon einmal passiert beim Upgrade von Windows 10 1709 auf 1803, doch mit 1809 klappte es dann plötzlich wieder. Kann man das Problem dauerhaft lösen?

! Vermutlich schon, indem Sie einen passenden Treiber manuell installieren. Anscheinend haben mehrere Tablets, Billig-Notebooks und Mini-PCs mit bestimmten Varianten von Intel Atom, Ce-

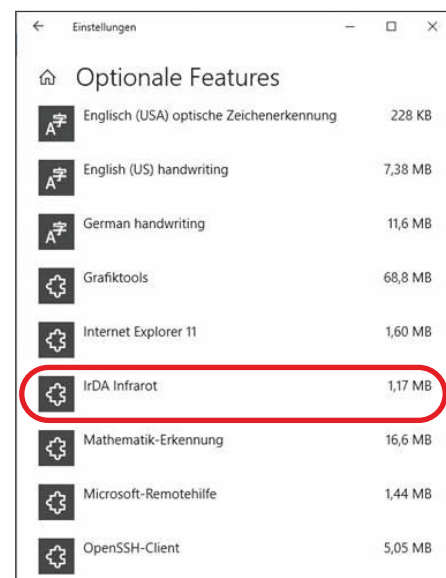
leron und Pentium ähnliche Probleme – vor allem solche, die mit 32-Bit-Windows arbeiten. Die Ursache ist ein Treiber für eine Komponente dieser Chips, die je nach System im Geräte-Manager etwa „Intel Smart Sound Technology (SST)“ oder auch „Intel(R) Atom(TM)/Celeron(R)/Pentium(R) Processor Low Power Engine Audio – Host Bridge“ heißen kann. Die PCI-ID lautet 8086/0F28. Einen 32-Bit-Treiber für Windows 10 finden Sie auf dem Intel-Server (siehe ct.de/y5pm) im komprimierten Archiv „SOC\_BYT\_Win10\_32.zip“ im Unterverzeichnis \PlatformInstaller\Drivers\Audio.

Zur Installation entpacken Sie den genannten Zweig des Intel-Treiberpakets in ein beliebiges Verzeichnis. Klappen Sie dann im Geräte-Manager von Windows 10 die Geräte-Baumstruktur immer weiter auf, bis Sie das Gerät 8086/0F28 mit einem der oben erwähnten Namen finden. Über einen Rechtsklick darauf können Sie den „Treiber aktualisieren“ und lassen Windows „auf dem Computer nach Treibersoftware suchen“. Im nächsten Fenster navigieren Sie dann über den Punkt „Aus einer Liste verfügbarer Treiber auf meinem Computer auswählen“ und das Feld „Datenträger“ zur zuvor entpackten Datei isstrtc.inf. (ciw@ct.de)

**Intel-Treiberpaket für Atom-SoCs:**  
[ct.de/y5pm](http://ct.de/y5pm)

## IrDA in Windows 10

? Ursprünglich unterstützte Windows 10 die Infrarot-Schnittstelle IrDA nicht, aber sie wurde unter Version 1511 nachgerüstet. Ist sie mit Version 1903 wieder verschwunden?



**Sofern der PC noch eine Infrarot-Schnittstelle besitzt, kann Windows 10 Version 1903 sie auch nutzen, wenn man es dazu anweist.**

! Nein, IrDA gibt es weiterhin. Microsoft hat nur ein „optionales Feature“ daraus gemacht, das man eventuell aktivieren muss. Das geht nicht über die Systemsteuerung, sondern über die Einstellungen. Dort navigieren Sie über „Apps“ zu „Apps & Features“ und können dann auf „Optionale Features“ klicken. Dann weiter über „Feature hinzufügen“, „IrDA Infrarot“ auswählen, neu starten und die Schnittstelle sollte wieder funktionieren. Die Option fehlt, wenn der PC keine Infrarot-Schnittstelle hat. (axv@ct.de)

## Eigene Word-Vorlagen prominenter anzeigen

? Beim Anlegen eines neuen Dokuments in Microsoft Word lande ich immer in der Auswahl der empfohlenen Templates aus dem Online-Angebot. Um meine selbst definierten Vorlagen anzuzeigen, muss ich immer erst in den Reiter „Persönlich“ wechseln. Geht das nicht weniger umständlich?

! Geht es, sogar auf zwei Arten. Die einfachere: Wechseln Sie zu den persönlichen Vorlagen und klicken bei jeder auf das kleine Pin-Symbol rechts unten. Sie werden dann auf dem mit „Office“ überschriebenen Reiter zusammen mit den empfohlenen Vorlagen angezeigt und ganz oben einsortiert. Falls Ihr Word beim

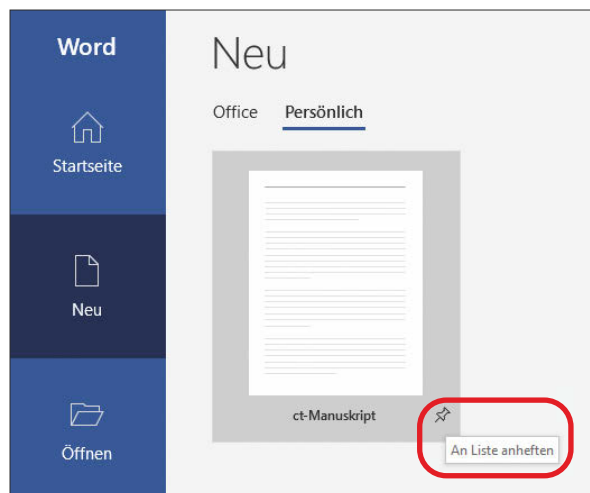
Fragen richten Sie bitte an

☒ [hotline@ct.de](mailto:hotline@ct.de)

f 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).



Die unscheinbare Stecknadel bei den persönlichen Vorlagen sorgt dafür, dass diese auch im Reiter „Office“ und prominent auf der Startseite angezeigt werden.

Start die Startseite mit Vorlagen und zuletzt bearbeiteten Dokumenten anzeigt, tauchen angepinnte persönliche Vorlagen auch dort in der Auswahl ganz oben auf.

Die zweite Lösung sorgt stattdessen dafür, dass beim Start von Word sofort der „Persönlich“-Bereich anstelle des „Office“-Bereichs oder Startbildschirms geöffnet wird. Das erfordert allerdings einen Eingriff in die Windows-Registry. Starten Sie `regedit.exe`. Wenn Sie Office 2016, 2019 oder ein aktuelles Office 365 verwenden, wechseln Sie zum Schlüssel `HKEY_CURRENT_USER\Software\Microsoft\Office\16.0\Word\Options`. Für Word 2013 ersetzen Sie „16.0“ durch „15.0“. Fügen Sie einen neuen DWORD-Wert mit der Bezeichnung „officestartdefaulttab“ hinzu und tragen Sie als Wert 1 ein. Damit die Änderung wirksam wird, müssen Sie Word schließen und sich aus Windows ab- und wieder anmelden. Dann wird beim Start von Word oder Anlegen eines neuen Dokuments sofort die Auswahl Ihrer persönlichen Vorlagen angezeigt. (swi@ct.de)

sprechendem Crypto Service Provider (CSP) in der Registry an. Es kommt vor, dass das schiefgeht, die zugehörige DLL nicht angelegt wird und der CSP daher nicht funktionstüchtig ist.

Office überprüft beim Signieren alle installierten Algorithmen und versucht, den jeweils notwendigen CSP zu laden. Die fehlende DLL führt zum Abbruch und zu der unspezifischen Fehlermeldung „Fehler bei diesem Vorgang. Die Nachrichtenschnittstellen haben einen unbekannten Fehler zurückgeliefert. Falls das Problem weiter besteht, starten Sie Outlook neu“. Das geschieht auch, wenn SHA224 und der AMD Provider für die Signatur gar nicht benötigt werden.

Sie sollten sicherstellen, dass auf Ihrem System der Registry-Schlüssel `HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\Cryptography\Providers\AMD` vorhanden ist, die zugeordnete DLL in `C:\Windows\system32\amdumcsp.dll` aber fehlt. In diesem Fall können Sie ver-

suchen, den Schlüssel „AMD Provider“ zu löschen. Nach einem Neustart sollte Outlook wieder E-Mails signieren. Wie immer ist es ratsam, vorher ein Backup des Systems anzufertigen. (ciw@ct.de)

## VLC-Player als Lesehilfe

**?** Für meinen stark sehbehinderten Bruder suche ich eine Software, mit der ich einen PC samt Webcam und Monitor als Lesehilfe einsetzen kann. Sowohl die Microsoft-Software „Kamera“ als auch der VLC-Player und das Logitech-Produkt Capture haben leider keine Zoommöglichkeit (Vergrößerung von Bildschirmausschnitten), die unbedingt erforderlich ist. Spezielle Blindensoftware ist extrem teuer und eher an die Erstattungsmöglichkeiten durch Krankenkassen angepasst.

**!** Was Sie sich wünschen, geht zum Beispiel mit dem VLC-Player durchaus, nur ist die Funktion sehr versteckt. Der augenfällige Menüpunkt „Video/Zoom“ führt leider nicht zum Ziel. Stattdessen müssen Sie im Menü „Werkzeuge/Effekte und Filter“ öffnen. In dem neuen Fenster, wählen Sie „Videoeffekte“ und darin „Geometrie“. Setzen Sie dort einen Haken neben „Interaktiver Zoom“ und schließen Sie das Fenster.

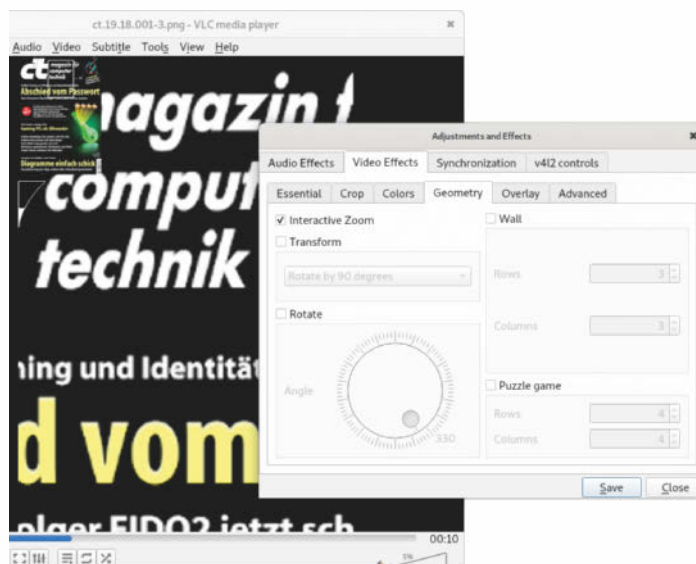
VLC zeigt jetzt einen gezoomten Ausschnitt des Kamerabildes – oder jedes anderen Videos, das Sie mit der Software abspielen. Über das kleine Übersichtsbild oben links können Sie den Ausschnitt mit der Maus verschieben, über den darunter angebrachten Regler die Zoomstärke steuern. (syt@ct.de)

## AMD Ryzen blockiert Signatur

**?** Ich habe kürzlich meinen Rechner gewechselt und nun kann ich E-Mails in Outlook nicht mehr mit meinem digitalen Zertifikat signieren. Ein anderes Profil zu verwenden hat ebenso wenig geholfen wie Office neu zu installieren.

**!** Falls Ihr neuer Rechner einen AMD Ryzen nutzt, kann es sein, dass der Chipsatztreiber indirekt dafür verantwortlich ist. Bei dessen Installation legt AMD nämlich unter Umständen einen neuen Signatur-Algorithmus (SHA224) samt ent-

Der VLC-Player kann vieles – auch Bildausschnitte zoomen –, die verschiedenen Funktionen sind aber nicht immer leicht zu finden.





# Maker Faire®

TECHNOLOGIE.  
INNOVATION.  
COMMUNITY.

# Wie morgen, nur heute.

Präsentieren Sie Ihr Unternehmen auf der  
Maker Faire und verschaffen Sie sich Zugang  
zu den Machern von morgen.

Die Maker Faires sind die wichtigsten Plattformen der Maker-Szene. Als Aussteller präsentieren Sie sich technologiebegeisterten Menschen, treffen potentielle Mitarbeiter und schwimmen in einem Ideen-Pool. Sprechen Sie uns an, um schon bald die Unternehmenskultur von morgen zu leben.

## Ihr Ansprechpartner

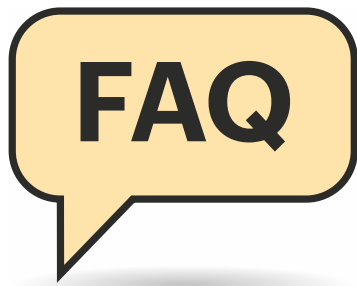


Chokri Khiari  
Verkaufsleiter  
Tel.: +49 511 5352-133  
chok@maker-faire.de

## Werden Sie Aussteller!

Lernen Sie alle Vorteile kennen:

[www.maker-faire.de/Aussteller](http://www.maker-faire.de/Aussteller)



# Node-Red

**Die IoT-Automationssoftware Node-Red kann praktisch alles miteinander verbinden. Egal, ob das MQTT-fähige Hardware ist oder ein proprietärer Webdienst, den man nur per API erreicht. Gerade deshalb ist sie Kern des c't-Smart-Home-Projekts. Der Umgang mit der Flussdiagramm-basierten Programmierung von Node-Red wirft aber manchmal Fragen auf.**

Von Merlin Schumacher

## Man spricht deutsch

**?** Seit Kurzem spricht Node-Red auch Deutsch. Leider sind die Übersetzungen eine Katastrophe. Wie kann ich wieder auf Englisch wechseln?

**!** Mit Bordmitteln leider nicht. Node-Red erkennt die vom Browser bevorzugte Sprache und stellt diese ein. Die schlechte Qualität der Übersetzung ist den Entwicklern aber bekannt und zahlreiche Verbesserungen sind bereits eingeflossen. Wenn Sie nicht warten möchten, bis die Entwickler alle Übersetzungen korrigiert haben, können Sie die Lokalisierung mit Gewalt entfernen. Wechseln Sie dazu in den `node_modules` Pfad Ihrer Node-Red-Installation und löschen Sie dort das Verzeichnis `@node-red/editor-client/locales/de`.

## Google Assistant integrieren

**?** Ich möchte gern meine Node-Red-Installation per Google Assistant steuern. Wie kann ich die beiden verbinden?

**!** Das geht auf mehreren Wegen und alle sind steinig. Anders als Amazons Alexa hat Googles Assistant bislang keine brauchbare Unterstützung für lokale Geräte integriert. Alle in Google Home und dem Assistant verfügbaren Dienste laufen über die Hersteller-Clouds. Diese reichen die Kommandos des Assistant dann an die Geräte weiter. Das Problem ist, dass die Hersteller sich vorher bei Google registrieren müssen, daher kann man nicht einfach einen MQTT-Server eintragen.

Ein möglicher Umweg geht über IFTTT, einem Webdienst, über den man Kommandos vom Google Assistant abfangen und an einen Webhook, also eine von Node-Red bereitgestellte URL, wei-

terleiten kann. Das funktioniert aber auch nur leidlich gut, denn man kann keine Geräte hinterlegen, sondern nur Phrasen mit einem variablen Parameter. Die Phrasen dürfen den von Google belegten auch nicht zu ähnlich sein, sonst funktionieren sie nicht. Wer also „Wohnzimmerlicht an“ hinterlegt, bekommt nur den Hinweis, dass Google kein Wohnzimmerlicht kennt und der Webhook wird nicht ausgelöst. Es hilft ein Codewort wie „Kommando“ oder „Smart Home“ voranzustellen. Das fühlt sich dann aber alles andere als „smart“ an.

Möglicherweise bessert sich die Situation mit der auf der Entwicklerkonferenz I/O vorgestellten Steuerung von lokalen Geräten. Die ist aber noch in der Beta-Phase und uns ist noch keine Node-Red-Erweiterung bekannt, die die Steuerung unterstützt.

Der steinigste, aber wohl auch flexibelste Weg, ist die Integration einer eigenen Google-Actions-App. Diese Lösung erfordert etwas Gefummel in Googles Entwicklerkonsole. Als Node-Red-Erweiterung bieten sich dafür sowohl `node-red-contrib-google-smarthome` als auch `node-red-contrib-google-action`.

## Zugriff beschränken

**?** Gibt es einen Weg, den Zugriff auf das Node-Red-Backend oder das Dashboard einzuschränken?

**!** Beides geht, aber ist unelegant gelöst. Man muss Benutzer und Passwort-Hashes für die nötigen Accounts in der Datei `settings.js` hinterlegen. Um das Passwort zu hashen, benötigen Sie das Programm `node-red-admin`, das Sie per npm installieren können. Beim Aufruf von `node-red-admin hash-pw` werden Sie nach dem Passwort gefragt und bekommen nach dessen Eingabe den Hash angezeigt. Kopieren Sie diesen, um ihn gleich in der

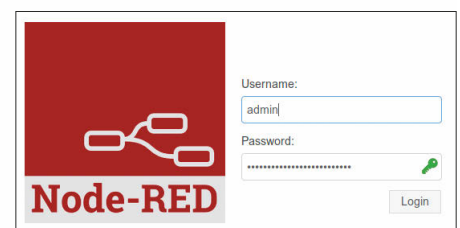
`settings.js` zu ergänzen. Der für die Anmeldung nötige Block sieht wie folgt aus und muss vor der letzten geschweiften Klammer in die Datei eingefügt werden:

```
adminAuth: {
  type: "credentials",
  users: [{
    username: "admin",
    password: "PASSWORDHASH",
    permissions: "*"
  }]
}
```

Bei password fügen Sie den eben generierten Hashwert ein. Anschließend starten Sie Node-Red neu. Sie können auch weitere Benutzer mit eingeschränkten Rechten hinterlegen. Leider haben die Node-Red-Entwickler den Prozess dafür bislang noch nicht gut dokumentiert. Wer Node-Red lieber per OAuth oder mit einem eigenen Anmeldedienst verbinden will, kann auch das tun. Details dazu finden Sie über [ct.de/ydbj](http://ct.de/ydbj).

Für den passwortgeschützten Zugriff auf das Dashboard ist ein weiterer Schritt nötig. Das Dashboard, wie auch viele andere Erweiterungen die HTTP-Endpunkte bereitstellen, sichert die Option `httpNodeAuth` ab. Diese erwartet nur Benutzername und Passwort-Hash als Parameter:

```
httpNodeAuth: {
  user: "user",
  pass: "PASSWORDHASH"
},
```



**Node-Red kann auch ein Login verlangen, aber dafür muss man ein bisschen Hand anlegen.**

Hier kann man leider keine OAuth-Verfahren einsetzen, sondern bleibt auf Benutzernamen und Hashes beschränkt.

## Node-Red von außen erreichen

? Wie kann ich Node-Red von außen erreichbar machen?

! Am besten eignet sich dafür ein Reverse-Proxy wie Traefik. Der übernimmt nicht nur das Durchleiten der HTTP-Anfragen, sondern kann auch das TLS-Management inklusive der Zertifikatsbeschaffung regeln. Das selbstverständlich auch für andere Dienste als Node-Red.

Eine Einführung in die bald erscheinende Version 2.0 von Traefik war in c't 17/2019 [1] zu lesen. Zudem müssen Sie den Zugriff per Passwort absichern, damit nicht jeder, der sich auf Ihrer IP-Adresse umschaut, die Lichter kontrollieren kann. Mehr dazu in der vorhergehenden Frage.

## Apps fürs Smartphone

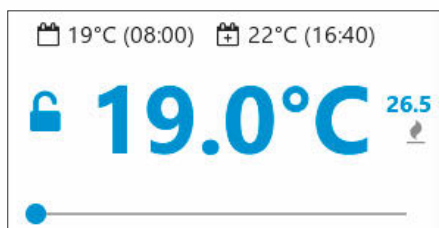
? Kann ich Node-Red auch auf meinem Smartphone oder Tablet verwenden, ohne jedes Mal den Browser aufzumachen? Gibt es vielleicht eine App?

! Sie können den Browser etwas verstecken, indem Sie das Dashboard als Progressive Web App (PWA) installieren. Dann erscheint es je nach Smartphone-Betriebssystem in der Liste der Apps oder auf dem Startbildschirm. Native Apps gibt es nur indirekt. Einige Apps wie Home Remote für Android und iOS können per MQTT mit Node-Red kommunizieren. Für andere, wie zum Beispiel RemoteXY, muss man Erweiterungen installieren, die passende Schnittstellen nachrüsten.

## Besseres Heizungs-Dashboard

? Ich will meine Heizung steuern. Die entsprechenden Schnittstellen habe ich bereits in Node-Red integriert, aber es fehlt mir eine flexible Dashboard-Oberfläche. Gibt es da was?

! Ja. Mit der Erweiterung `node-red-contrib-heater-controller` können Sie den aktuellen Status der Raumtemperatur



**Heizungssteuerung ist ein Klassiker der Hausautomation. Mit einer Erweiterung sieht das Dashboard dafür nicht nur besser aus, sondern ist auch flexibler.**

einsehen und diesen auch regulieren, denn sie bringt ein eigenes Dashboard-Element mit. Darüber hinaus können Sie flexible Heizpläne hinterlegen, die von dem Node ausgeführt werden. Sie müssen die Kommandos nur so umwandeln, dass die Schnittstelle Ihrer Heizung sie versteht.

## Node-Red-Konfiguration in Git

? Gibt es einen Weg, um meine Node-Red-Konfiguration bei Änderungen automatisch zu sichern?

! Einen integrierten leider nicht. Sie können die Dateien `flows.json` und `flows_cred.json` aber jederzeit automatisch sichern. Alternativ gibt es noch die Projektfunktion, die die Node-Red-Konfiguration in einem Git-Repository speichert. Das hat den Vorteil, dass man bei misslungenen Änderungen immer den vorherigen Zustand wiederherstellen kann. Die Projektfunktion muss erst in der `settings.js` aktiviert werden. Dafür fügen Sie folgenden Code ein:

```
editorTheme: {
  projects: {
    enabled: true
  }
},
```

Starten Sie Node-Red nun neu. Über das Hamburger-Menü öffnen Sie anschließend die Einstellungen. Dann klicken Sie auf „Git-Konfiguration“. Tragen Sie einen Benutzernamen und Ihre E-Mail-Adresse ein. Als nächstes klicken Sie auf den kleinen Knopf „Schlüssel hinzufügen“, um einen SSH-Schlüssel zu erzeugen, den Node-Red zur Anmeldung beim Git-Server verwendet. Vergeben Sie einen Namen und optional ein Passwort. Nach einem weiteren Klick auf „Schlüssel generieren“

können Sie den öffentlichen SSH-Schlüssel kopieren und bei Ihrem Git-Server eintragen.

Damit Node-Red weiß, wohin die Daten sollen, müssen Sie noch das Git-Repository angeben. Die Einstellung dafür finden Sie im Hamburger-Menü unter „Projekt/Projekteinstellungen/Einstellungen“. Dort können Sie über den Knopf „ferne hinzufügen“ („add remote“) ein Git-Repository eintragen. Sie sollten, wenn Sie ein GitHub-Repository nutzen, dafür das SSH-Protokoll verwenden und nicht HTTPS.

## Token für Staubsauger-roboter gesucht

? Wie kann ich meinen Roborock/Xiaomi-Staubsaugerroboter in Node-Red integrieren? Ich werde immer nach einem Token gefragt, weiß aber nicht, wo ich das herbekomme.

! Das Token ist für den Zugriff auf die Schnittstellen der Saugerroboter nötig – sowohl per Cloud als auch lokal – und ist für jedes Gerät einzigartig. Bei älteren Modellen kommen Sie über die Android-App FloleVac oder mit dem Kommandozeilenprogramm Miao an das Token. Bei neueren Modellen wie dem T6, S6 oder IS (2. Generation) klappt das nicht. Sie müssen in den sauren Apfel beißen und eine gehackte Version der Xiaomi-Android-App installieren. Diese zeigt das Token in den Einstellungen an. Links zu Anleitungen finden Sie über [ct.de/ydbj](https://ct.de/ydbj).

## Node-Red ohne Docker

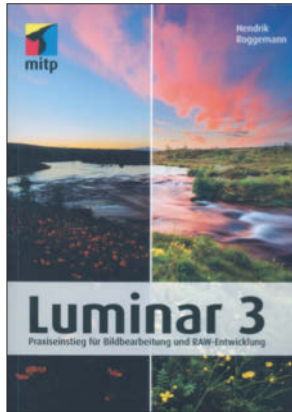
? Ich bin kein Freund von Docker. Kann ich Node-Red auch ohne betreiben?

! Selbstverständlich. Die Node-Red-Entwickler stellen Skripte und Anleitungen für allerhand Plattformen auf ihrer Website bereit. Von der Rasp-Installation bis hin zum Cloud-Deployment wird dabei alles angeboten – und natürlich auch die lokale Installation ohne Container. (m/s@ct.de)

## Literatur

[1] Jan Mahn, HTTP-Einweiser, Eingehenden HTTP-Verkehr mit Traefik routen, c't 17/2019, S. 158

**Weiterführende Links:** [ct.de/ydbj](https://ct.de/ydbj)



Hendrik Roggemann

### Luminar 3

Praxiseinstieg für Bildbearbeitung und Raw-Entwicklung

mitp, Frechen 2019

ISBN: 978-3-9584-5998-4

132 Seiten

20 € (PDF-/Epub-E-Book: 17 €)

## Einstiegsbegleiter

**Der kleine Luminar-3-Leitfaden handelt sich nicht thematisch durch die Anwendung, sondern nimmt seine Leserschaft bei konkreten Anfangsschritten der Raw-Bearbeitung an die Hand.**

Seit Adobe seine Standardanwendungen Photoshop und Lightroom konsequent auf Abo-Bezahlmodelle umgestellt hat, suchen insbesondere Gelegenheitsfotografen nach Alternativen. Das ehemals Mac-exklusive Luminar von Skylum (früher Macphun) bietet sich nicht nur Einsteigern an. Spätestens in der dritten Generation ist es zu einem leistungsfähigen, wenn auch immer noch sehr eigenwilligen Werkzeug für die Fotoentwicklung gereift. Der Fotograf und Blogger Roggemann baut mit seinem aktuellen Buch auf dessen Vorgänger zu Luminar 2018 auf. Wenn, wie angekündigt, noch vor Ende des Jahres Luminar 4 erscheint, könnte Bedarf für eine weitere Buchausgabe bestehen.

Nachdem er die gewöhnungsbedürftige Oberfläche und den Aufbau der Anwendung sowie die wichtige Verwaltung einer Fotobibliothek kurz erläutert hat, führt der Autor seine Leser in einer sehr flachen Lernkurve in die Raw-Bearbeitung rund um Masken, Filter und Ebenen ein. Fotografen mit Erfahrung können das streckenweise als allzu leicht empfinden. Die Erläuterungen gehen meist nicht in die Tiefe – abgesehen von wenigen Themen wie der Arbeit mit Lookup-Tabellen (LUT) oder dem Umgang mit den verschiedenen Ebenentypen. Wie man eigene „Looks“ (Presets) anlegt, wird gut deutlich. Tricks, etwa zum Einbinden eigener Logo-Dateien, zum Übernehmen von Presets aus Lightroom oder zum Gebrauch von Füllmethoden, sind zwar vertreten, kommen aber zu kurz. Manch hilfreichen Hinweis gibt der Autor allerdings auf seinem YouTube-Kanal.

Auf die Einschränkungen im Programmumfang, die Windows-Nutzer auch in der aktuellen Luminar-Version 3.1.3 noch in Kauf nehmen müssen, weist das Buch leider nur rudimentär hin. Dass Windowsianer etwa auf das Farbmanagement über ICC-Profile ebenso verzichten müssen wie auf die Möglichkeit, Plug-ins von Drittanbietern zu verwenden, wäre schon erwähnenswert gewesen.

Novizen der Fotobearbeitung können für die ersten praktischen Schritte mit Luminar dennoch einigen Nutzen aus dem Büchlein ziehen – zumal dann, wenn sie den darin enthaltenen 10-Euro-Rabattcode beim Kauf von Luminar nutzen.

(Reinhard Schmitz/psz)

## Rutschiger Vergleich

**Dass Daten das Öl des 21. Jahrhunderts seien, hat sich zu einem geflügelten Wort entwickelt. Malte Spitz, Grünen-Politiker und Mitinitiator der europäischen Digitalcharta, strapaziert die Parallelen zu dem zentralen Energielieferanten in seinem viel beachteten Buch stark.**

2011 errang Spitz den Grimme Online Award dafür, dass er die zu seiner Person gespeicherten Vorratsdaten veröffentlichte. Später hat er sich gefragt, was an dem populären Öl-Vergleich dran ist – und was die Gesellschaft aus einem Jahrhundert des Öls für das Zeitalter der Daten lernen kann.

Augenfällige Parallelen betreffen etwa Machtstrukturen. Öl war und ist in den Händen weniger mächtiger Unternehmen; für Daten entstehen gerade ähnliche Mono- und Oligopole. Die Erhebung von Daten folgt ähnlichen Mustern, wie man sie aus der Entwicklung der Ölförderung kennt. Öl zu gewinnen, nur um damit Petroleumlampen zu betreiben, erscheint im Nachhinein unangemessen. Ähnlich kurzsichtig wirkt es heute, Daten zu sammeln, nur um Werbung zielgerichteter schalten zu können.

Viele Parallelen sind auch im Hinblick auf Infrastrukturfragen und auf die militärische Nutzung zu erkennen. Spätestens beim Thema Sicherheit beginnen die Vergleiche allerdings gewaltig zu hinken. Daten bieten ein weitaus subtileres Angriffspotenzial als Öl.

Auch beim Thema Umweltschutz hält sich der Wert des Vergleichs in Grenzen – zumal die Nachhaltigkeit der Digitalisierung direkt von der Nachhaltigkeit der Energieerzeugung abhängt. Eine bessere Datenlage kann allerdings vielfach der Umwelt zugute kommen. Schlagwörter sind etwa Umweltsensoren, Satellitenbeobachtung, ökologischer Maschineneinsatz. Dergleichen behandelt der Autor nur am Rande.

Manche Ausführungen von Spitz wirken übertrieben konstruiert. Er bietet kaum konkrete Antworten auf die aufgeworfenen Fragen oder gar Vorschläge fürs individuelle Handeln an. Etwas verbindlicher wird er erst zum Schluss hin, wenn er eine internationale Regulierung der Datennutzung fordert. Insgesamt lässt sich der Text gut lesen – dazu tragen schon die eingebetteten historischen Anekdoten bei. Sehr viel mehr als ein Steinwurf in den Teich des Datenbusiness, der gewissermaßen einen beunruhigenden Ölfilm auf den Wellen erkennen lässt, ist das Ganze jedoch nicht.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)



Malte Spitz

### Daten – das Öl des 21. Jahrhunderts?

Nachhaltigkeit im digitalen Zeitalter

Hoffmann und Campe,

Hamburg 2017

ISBN: 978-3-4550-0030-6

248 Seiten

16 € (Epub-E-Book: 12 €)

**NEU!**

— 2019 —  
**ITJOB**SUMMIT  
by Heise

**DIE EXKLUSIVE JOBMESSE IN MÜNCHEN**

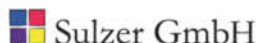
Attraktive Arbeitgeber • Lebenslaufcheck • Spannende Vorträge • Anfertigung von Bewerbungsfotos

**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**



# Host dich doch selber!

## Mit Yunohost einen schlüsselfertigen (Heim-)Server für Web-Apps aufsetzen

**Yunohost verwandelt einen alten PC oder einen Raspberry Pi schnell in einen privaten Server. Web-Apps wie WordPress oder die Bildergalerie Piwigo sind darauf mit wenigen Mausklicks installiert.**

Von Tim Schürmann

**W**er Cloud-Anbietern nicht traut und seine Daten lieber unter eigener Kontrolle hat, muss wohl oder übel einen eigenen Server aufsetzen. Die Linux-Distribution Yunohost macht das ganz einfach: Dank drastisch vereinfachter Bedienung brauchen Sie weder für die Installa-

tion noch das Einrichten von Web-Apps Linux-Kenntnisse. Mit wenigen Mausklicks setzen Sie so ein eigenes WordPress-Blog auf, stellen die Urlaubsfotos in der Bildergalerie Piwigo aus oder schieben Dateien in eine eigene Nextcloud. Die Bedienung erfolgt im Browser, daher gelingt das sogar von unterwegs mit Mobilgeräten.

Yunohost richtet sich nicht nur an private Anwender, sondern will auch bei Administratoren und Unternehmen punkten. Die simple Bedienoberfläche beschleunigt die Einrichtung und verhindert viele Konfigurationsfehler. Unter der Haube verwendet Yunohost ein ganz normales Debian-System, Experten können daher im Zweifel leicht selbst Hand anlegen. Derzeit basiert Yunohost noch auf Debian 9;

der Umstieg auf das aktuelle Debian 10 dauert nach Angaben der Entwickler wahrscheinlich noch bis zum Jahresende.

### Mini-Rechner, VM oder Server

Die Entwickler bieten auf ihrer Website [yunohost.org](http://yunohost.org) eine Testinstallation zum Ausprobieren der Bedienoberfläche an, die Sie über den Link „Try it“ erreichen. Über das „Administration interface“ verwalten Sie das Testsystem, das „User Interface“ zeigt hingegen die Oberfläche aus Benutzersicht. Die Anmeldung erfolgt in beiden Fällen mit einem Klick auf „Login“.

Yunohost fühlt sich selbst auf alter und leistungsschwacher Hardware wohl. Ein ausgemusterter PC, eine virtuelle

Maschine, ein günstig angemieteter Server oder ein ARM-Einplatinencomputer wie der Raspberry Pi genügen. Einzige Voraussetzung ist ein Prozessor mit mindestens 500 MHz, 1 GByte Hauptspeicher und 8 GByte Speicherplatz. Bei einem ARM-Rechner reichen bereits 512 MByte Hauptspeicher. Für die Installation auf echter Hardware halten Sie einen leeren USB-Stick mit mindestens 8 GByte Speicherplatz oder aber einen CD-Rohling bereit. Ihr Router oder ein DHCP-Server muss dem zukünftigen Server automatisch eine IP-Adresse zuweisen.

Wie Sie Yunohost auf einem ARM-Rechner wie dem Raspberry Pi in Betrieb nehmen, verrät der Kasten „Schnelle Himbeere“. Wenn Sie Yunohost auf einem echten PC, auf einem angemieteten Server im Web oder in einer virtuellen Maschine installieren möchten, müssen Sie zunächst Debian 9 installieren. Das ist allerdings einfacher, als es klingt.

## Debian installieren

Laden Sie sich zunächst das „Netinst“-ISO-Image der Debian-Version 9 herunter (siehe [ct.de/yxyt](http://ct.de/yxyt)). Wenn Sie einen realen Computer verwenden, schreiben Sie das Image anschließend auf eine CD oder einen USB-Stick – letzteres beispielsweise mit BalenaEtcher. Eine virtuelle Maschine legen Sie als ein Debian-System an, das von außen erreichbar sein muss (beispielsweise über eine Netzwerkbrücke) und das mindestens 1 GByte Hauptspeicher bietet. Legen Sie dann das ISO-Image als virtuelle CD ein.

In jedem Fall booten Sie das System vom Startmedium und rufen „Graphical install“ auf. Der Punkt „Install“ startet alternativ den Installationsassistenten im Textmodus – praktisch, wenn Ihr System keine Grafikkarte besitzt oder Debian diese nicht erkennt. Im Installationsassistenten wählen Sie Ihre Sprache, entscheiden sich für eine Region und legen die Tastaturbelegung fest. Yunohost weist Ihrem System später einen Rechnernamen zu, weshalb Sie den im nächsten Schritt vorgegebenen Namen einfach übernehmen und bei der folgenden Frage nach dem Domainnamen einfach das Feld leer lassen.

Als Nächstes müssen Sie sich ein Passwort für den allmächtigen Administrator „root“ ausdenken und es in die beiden Felder eintragen. Danach möchte Debian noch ein normales Benutzerkonto

anlegen. Yunohost ignoriert dieses zwar später, doch im Fall der Fälle können Sie sich damit direkt am Linux-System anmelden. Hinterlegen Sie zunächst Ihren vollständigen Namen – etwa „Tim Schürmann“ – und einen Schritt „Weiter“ einen kurzen Benutzernamen, wie „tim“. Dazu gehört noch ein Passwort, das Sie im folgenden Schritt in die beiden Felder eintragen.

## Das ganze Stück

Beim Einrichten der Festplatte wählen Sie „Geführt – vollständige Festplatte verwenden“ und markieren danach die Festplatte, die Yunohost nutzen soll. Achtung: Bei der Installation gehen alle Daten auf diesem Datenträger verloren. Übernehmen Sie im nächsten Schritt die Vorgabe („Alle Dateien auf eine Partition“). Gehen Sie „Weiter“, bestätigen Sie die Einstellung „Partitionierung beenden und Änderungen übernehmen“ mit „Weiter“. Bestätigen Sie abschließend mit „Ja“ und „Weiter“.

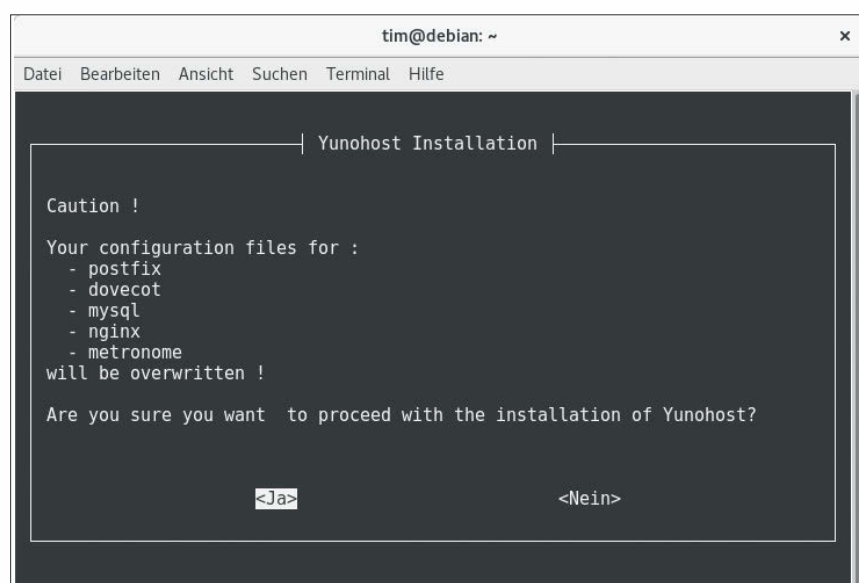
Die Frage „Eine andere CD oder DVD einlesen“ verneinen Sie. Das „Land des Debian-Archiv-Spiegelservers“ belassen Sie auf der Vorgabe, Gleiches gilt für den „Debian-Archiv-Spiegelserver“. Falls Sie über einen HTTP-Proxy ins Internet gehen, tragen Sie dessen Daten ins entsprechende Feld ein, andernfalls lassen Sie es einfach leer. Die Teilnahme an der Paketerfassung verneinen Sie einfach. Wählen Sie den „Druckserver“ und das „Debian desktop environment“ ab, beides

## Schnelle Himbeere

Offiziell unterstützt Yunohost bei Redaktionsschluss nur die Raspberry Pi-Modelle 1, 2, 3 und Zero, den OlinuXino LIME 1 und 2 sowie den Orange Pi PC+. Auf ARM64-Rechnern läuft das Serverbetriebssystem explizit noch nicht. In jedem Fall benötigen Sie eine leere und mindestens 8 GByte große SD-Karte (Class 10).

Laden Sie ein aktuelles Image für den Raspberry Pi von der Yunohost-Website herunter (siehe [ct.de/yxyt](http://ct.de/yxyt)). Entpacken Sie das ZIP-Archiv und schreiben Sie das entpackte Image beispielsweise mit BalenaEtcher von [etcher.io](http://etcher.io) auf die SD-Karte. Anschließend starten Sie den Mini-Computer von der Karte. Danach geht's wie im Artikel im Abschnitt „Namenstag“ beschrieben weiter.

ist für Yunohost nicht erforderlich. Abhängig vom System fragt Sie der Assistent im letzten Schritt eventuell noch, ob er den GRUB-Bootloader in den Master Boot Record schreiben soll. Wählen Sie dann „Ja“, markieren Sie im nächsten Schritt in der Liste Ihre Festplatte und bestätigen Sie mit „Weiter“. Abschließend starten Sie das System mit „Weiter“ neu. Weitere Informationen zur Debian-Installation fin-



Neben der Konfiguration für die hier gelisteten Anwendungen ändert Yunohost auch einige Systemdateien, unter anderem `/etc/hosts`.

## Vorsicht, Fehler

Die Yunohost-Entwickler stellen auch ein Installationsmedium bereit, das vollautomatisch ein kleines Debian-System samt Yunohost einrichtet. Der Installationsassistent auf diesen Medien enthielt jedoch zum Redaktionschluss einen Bug, durch den die Einrichtung kurz vor dem Ende abbricht. Die Yunohost-Entwickler kennen das Problem, können aber noch kein korrigiertes ISO-Image anbieten. Sie empfehlen stattdessen, ein bestehendes Debian-System in Yunohost umzuwandeln.

Sobald der Fehler behoben ist, können Sie das korrigierte ISO-Image für einen „Regular Computer“ auf der Download-Seite herunterladen (siehe [ct.de/yxyt](https://ct.de/yxyt)). Die Einrichtung läuft wie beim gewöhnlichen Debian ab, allerdings startet die Installation nach der Wahl der Tastaturbelegung ohne Rückfrage und löscht automatisch die Festplatten.

den Sie auf der Projekt-Website (siehe [ct.de/yxyt](https://ct.de/yxyt)).

## Yunohost einspielen

Nach dem Neustart müssen Sie an der Kommandozeile Yunohost installieren. Auch das ist nicht so kompliziert, wie es klingt: Melden Sie sich als Benutzer root mit dem zugehörigen Passwort an. Auf der Kommandozeile tippen Sie nacheinander die folgenden Befehle ein, die Sie jeweils mit der Eingabetaste abschließen:

```
apt -y install curl
curl https://install.yunohost.
⌘ org | bash
```

Das erste Kommando installiert das Tool curl, das zweite lädt damit ein Skript herunter, das wiederum Yunohost einrichtet. Letzteres überschreibt mehrere Konfigurationsdateien – gestatten Sie das bei der entsprechenden Rückfrage mit „Ja“ (indem Sie die Eingabetaste drücken). Yunohost braucht nur Pakete aus dem „Main“-Repository, in den „Paketquellen“ auch „Offiziell unterstützt“ genannt. Sie können daher mit den beiden Befehlen jedes normale Debian-9-System in Yunohost verwandeln.

## Namenstag

Anschließend müssen Sie Yunohost noch einrichten. Dazu steuern Sie die IP-Adresse des zukünftigen Servers mit dem Browser an. Die Adresse verrät Yunohost direkt nach der Installation oder nach dem ersten Start in seinen Ausgaben. Das bei der Kommunikation genutzte Zertifikat dürfte Ihr Browser beim ersten Zugriff als nicht vertrauenswürdig bemängeln. Fügen Sie dann eine Ausnahmeregel hinzu. Im aktuellen Firefox klicken Sie dazu auf „Erweitert“ und „Risiko akzeptieren und fortfahren“.

Klicken Sie nun auf „Anfangen“, dann möchte Yunohost den Domainnamen Ihres Servers wissen. Wenn Sie bereits einen solchen haben, klicken Sie auf den entsprechenden Link und hinterlegen ihn. Haben Sie keinen Domainnamen, bleiben zwei Möglichkeiten: Wählen Sie auf „Ich habe keine Domain“ und suchen Sie sich dann einfach eine aus. Dazu suchen Sie sich aus der Drop-down-Liste eine von drei Domains aus und ergänzen im Eingabefeld einen frei wählbaren Rechnernamen, der allerdings noch nicht von einem anderen Yunohost-Besitzer genutzt werden darf. Dabei nutzt Ihr Server automatisch den DynDNS-Dienst der Yunohost-Entwickler. Das System schickt dann in regelmäßigen Abständen seine IP-Adresse an einen speziellen Server der Yunohost-Entwickler, der den Server dann unter dem gewählten Domainnamen im Internet verfügbar macht. Router beziehungsweise Firewall müssen Sie allerdings so

einstellen, dass Ihr Server auch tatsächlich aus dem Internet erreichbar ist. Achten Sie dabei darauf, nicht versehentlich Angreifern Zutritt zu Ihrem Netzwerk zu gewähren.

Soll der Server seine Dienste nur im internen Netzwerk anbieten, klicken Sie alternativ auf „Ich habe schon eine Domain“ und vergeben einen beliebigen Namen, der auf „.local“ endet, also etwa `yunohost.local`. Dass der Server unter diesem Namen erreichbar ist, müssen Sie dann allerdings allen anderen Computern im Netzwerk erst noch mitteilen. Häufig können Sie die Namen der einzelnen Rechner im Router definieren (siehe [ct.de/yxyt](https://ct.de/yxyt)). Im Zweifelsfall erreichen Sie den Server auch über seine IP-Adresse. Das gilt allerdings nur für Yunohost selbst und nicht für die installierten Webanwendungen. Wenn Sie versuchen, die Apps über die IP-Adresse anzusteuern, leitet Sie Yunohost automatisch zurück auf seine Verwaltungsoberfläche.

Yunohost kennt einen allmächtigen Benutzer, der gleich an allen Einstellungen schrauben darf. Hinter diesem „Administrator“ steckt nichts anders als der Benutzer „root“, den Sie bei der Installation von Debian kennengelernt haben. Yunohost möchte diesem Benutzer jetzt ein neues Passwort zuweisen. War das bei der Installation von Debian gewählte Passwort bereits sicher genug, können Sie es hier einfach noch einmal eingeben. Das Passwort muss mindestens acht Zeichen lang sein und sollte Groß- und

Der DynDNS-Dienst der Yunohost-Entwickler macht den Yunohost-Server über einen Domainnamen erreichbar – die externe IP-Adresse wechselt bei den meisten Anschlüssen regelmäßig.

Kleinbuchstaben, Zahlen und Sonderzeichen enthalten. Tragen Sie das Passwort in beide Felder ein, klicken Sie auf „Go!“ gefolgt von „OK“. Sobald Yunohost seinen kargen Anmeldebildschirm zeigt, ist es einsatzbereit. Wenn Sie mit der Maus auf die Meldung am oberen Rand klicken, klappt eine Liste mit allen vergangenen Aktionen auf.

## Einrichtungshaus

Melden Sie sich nun mit dem Administrator- beziehungsweise root-Passwort an. Erstellen Sie dann ein neues Benutzerkonto mit eingeschränkten Rechten, indem Sie „Benutzer“ und dann „Neuer Benutzer“ anklicken. Tragen Sie mindestens einen Benutzernamen, Ihren vollständigen Namen und das Passwort ins Formular ein. „Speichern“ legt das Benutzerkonto an.

Ein Klick auf das Haus-Symbol bringt Sie zurück ins Hauptmenü. Unter „Applikationen“ können Sie jetzt mit „Installieren“ die gewünschten Web-Apps und

In diesem Beispiel erreichen Sie Yunohost unter „https://10.0.2.15“. Wenn Sie Yunohost per ungesichertem HTTP ansteuern, leitet Sie die Benutzeroberfläche automatisch auf die gesicherte Variante um.

Dienste einrichten. Die Bildergalerie Piwigo finden Sie schnell, indem Sie ihren Namen in das Suchfeld eintippen. Dann müssen Sie nur noch auf die zugehörige, grüne „Installieren“-Schaltfläche klicken. Ein Formular fragt noch ein paar Grundeinstellungen ab, beispielsweise den Pfad, unter dem Piwigo später zu erreichen sein soll. Tragen Sie hier „/piwigo“ ein, ist die

Bildergalerie später unter der Adresse zu erreichen, die sich aus der Domain und „/piwigo“ zusammensetzt – beispielsweise <https://yunohost.local/piwigo>. Stimmen alle Angaben, bestätigen Sie mit „Installieren“. Yunohost spielt alle von der Web-Anwendung benötigten Abhängigkeiten ein, dann ist die Bildergalerie unter der angegebenen Adresse erreichbar.

```

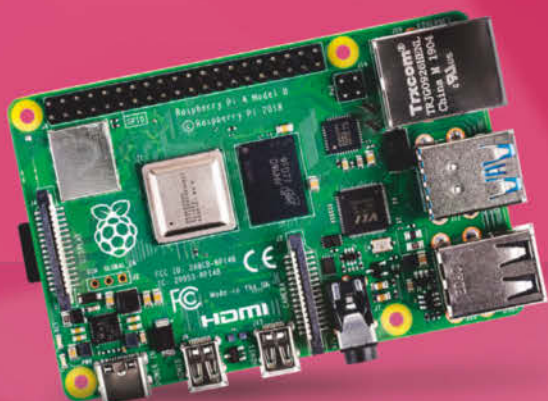
tim@debian: ~
Datei Bearbeiten Ansicht Suchen Terminal Hilfe
118(avahi)), skipping avahi workaround
[INFO] Running install yunohost_packages
[INFO] Running restart services
[INFO] Installation logs are available in /var/log/yunohost-installation_2019072
9_174935.log
[ OK ] Yunohost installation completed !

=====
You should now proceed with Yunohost post-installation. This is where you will
be asked for :
- the main domain of your server ;
- the administration password.

You can perform this step :
- from the command line, by running 'yunohost tools postinstall' as root
- or from your web browser, by accessing :
  - https://10.0.2.15/ (local IP, if self-hosting at home)
  - https://87.170.52.184/ (global IP, if you're on a VPS)

If this is your first time with Yunohost, it is strongly recommended to take
time to read the administrator documentation and in particular the sections
'Finalizing your setup' and 'Getting to know Yunohost'. It is available at
the following URL : https://yunohost.org/admindoc
=====
root@debian:/home/tim#

```



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.

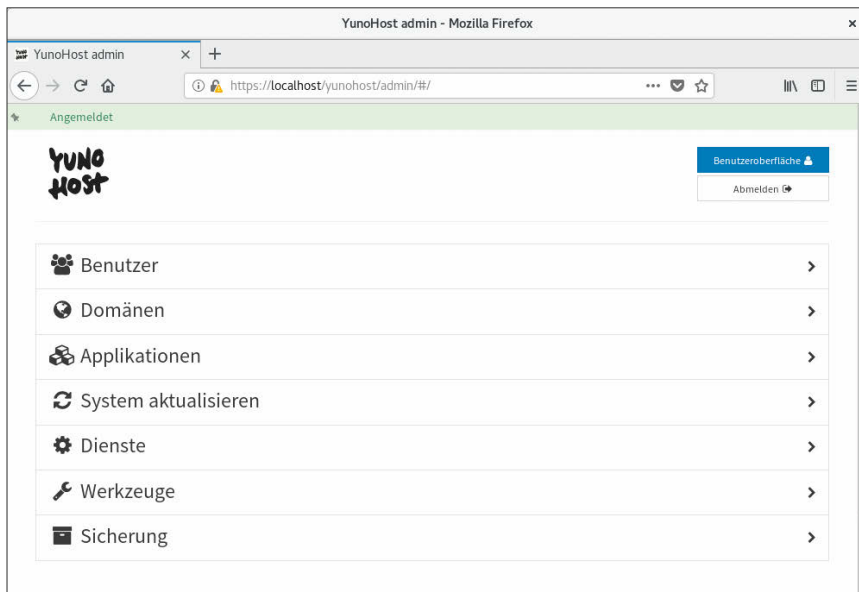
Jetzt Raspberry Pi und viel Zubehör portofrei im heise shop bestellen!

[shop.heise.de/raspi4](https://shop.heise.de/raspi4)

 **heise shop**

[shop.heise.de/raspi4](https://shop.heise.de/raspi4)





Wenn Sie mit der Maus auf den grünen Balken fahren, zeigt Yunohost ein Protokoll aller Aktivitäten.

Anschließend können Sie unter „Applikationen“ und dann „Piwigo“ alle vorher festgelegten Eckdaten nachträglich ändern und insbesondere die „Zugriffsrechte“ verschärfen. Hinter letztgenanntem Punkt müssen Sie lediglich den „Benutzer auswählen“, der Zugriff auf die Anwendung erhalten soll, und ihn „Hinzufügen“.

### Zugang durch den Hinterhof

Im Kasten „Informationen“ sehen Sie unter anderem die URL, die zur Webanwendung führt. Soll Yunohost vor allem eine bestimmte App anbieten, können Sie bei „Hauptdomain auf diese App ... weiterleiten“ auf „Als Standard setzen“ klicken, dann erreichen Sie Piwigo künftig direkt unter der Internetadresse, die bisher zur Yunohost-Oberfläche führte – im Beispiel also unter „https://yunohost.local“. Um die Benutzeroberfläche aufzurufen, hängen Sie dann ein „/yunohost/admin“ an, also „https://yunohost.local/yunohost/admin“.

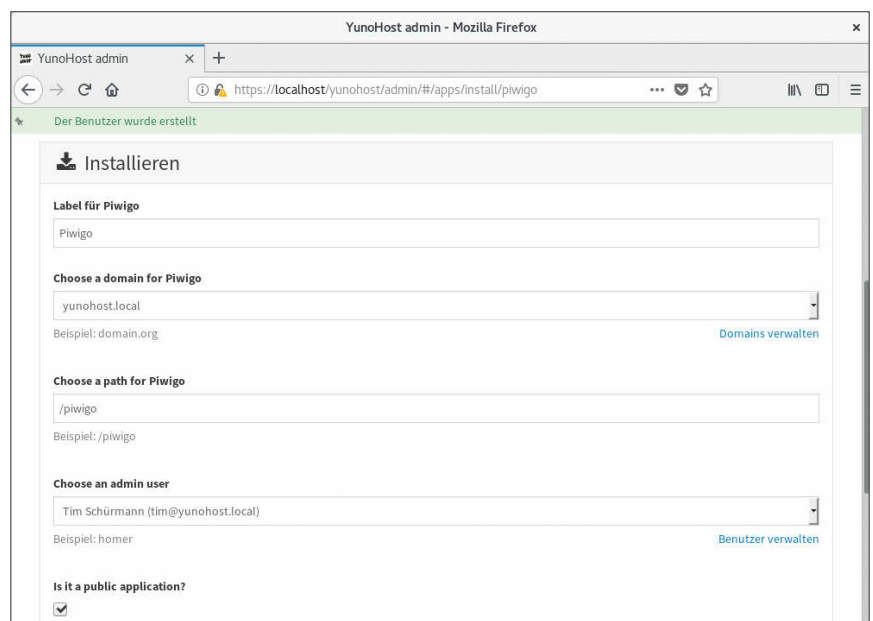
Wenn Sie das erste Mal Piwigo aufrufen, müssen Sie im Browser wahrscheinlich erneut eine Ausnahme für das selbst erstellte Zertifikat hinzufügen. Alternativ können Sie für Ihre Domain auch ein Zertifikat der Let's Encrypt-Initiative einrichten, das die meisten Browser direkt akzeptieren. Dazu wählen Sie im Hauptmenü den Punkt „Domänen“, dann den Domainnamen Ihres Servers, klicken auf „SSL-Zertifikat“ und lassen das „Let's Encrypt Zertifikat installieren“.

Die Schaltfläche „Benutzeroberfläche“ rechts oben öffnet eine Unterseite, deren Adresse auf „/yunohost/sso/“ endet. Hier kann sich jeder eingerichtete Benutzer anmelden und landet dann auf einer Portal-Seite, die die installierten Anwendungen anbietet – allerdings nur die, die dieser Nutzer auch tatsächlich verwenden darf. An der Webanwendung meldet man sich – falls diese nicht öffentlich zugänglich ist – mit dem dafür eingerichteten Benutzernamen und Passwort an.

## Werkzeugkiste

Im Hauptmenü der Admin-Oberfläche von Yunohost lässt sich vom Hauptmenü aus das „System aktualisieren“. Unter „Werkzeuge“ können Sie die Log-Dateien inspizieren, das System herunterfahren und neu starten sowie das Administrator-Passwort ändern. Für den Betrieb einer oder mehrerer Webanwendungen installiert und startet Yunohost mehrere Dienste im Hintergrund – beispielsweise einen Webserver und eine Datenbank. Eine Liste dieser Dienste finden Sie im Punkt „Dienste“ im Hauptmenü. Hier können Sie jeden Dienst auch explizit stoppen, starten und sogar deaktivieren – beispielsweise wenn der Dienst nicht mehr reagiert. Eine hier verfügbare Log-Datei liefert mögliche Fehlermeldungen des jeweiligen Dienstes.

Die in die Bildergalerie Piwigo eingestellten Fotos sollten Sie regelmäßig sichern. Yunohost kann das für Sie erledigen. Rufen Sie dazu im Hauptmenü „Sicherheit“ auf, wählen „Lokale Archive“ und lassen Sie ein „Neues Backup“ erstellen. Alle mit einem Haken versehenen Elemente landen im Backup, das Sie mit einem Klick auf „Datensicherung“ anwerfen. Anschließend zeigt Yunohost an, in welcher Datei es die Informationen gesichert hat. Dabei handelt es sich um ein tar.gz-Archiv, das Sie im Notfall auch selbst entpacken können. Das Archiv sollten Sie sicherheitshalber per Hand auf einen separaten Datenträger kopieren.



Je nach App unterscheiden sich die Einstellungen; Pfad und Domain lassen sich bei jeder anpassen.

Um ein Backup wiederherzustellen, rufen Sie im Hauptmenü „Sicherung“ auf, dann „Lokale Archive“, klicken die gewünschte Sicherung an, setzen einen Haken vor alle Elemente, die Yunohost wiederherstellen soll und lassen die Daten „Wiederherstellen“. Automatische Backups bietet Yunohost derzeit noch nicht an. Abhilfe schafft die Anwendung „Archivist“. Sie erstellt auf Wunsch automatisch ein verschlüsseltes Backup, das auch auf entfernten Servern landen darf. Sie installieren Archivist auf dem gleichen Weg wie Piwigo. Bei der Konfiguration legen Sie dann fest, ob Archivist das Archiv verschlüsseln und wie häufig es sichern soll. Die Einstellungen lassen sich nachträglich nicht mehr ändern, Sie können nur die Applikation löschen und neu installieren.

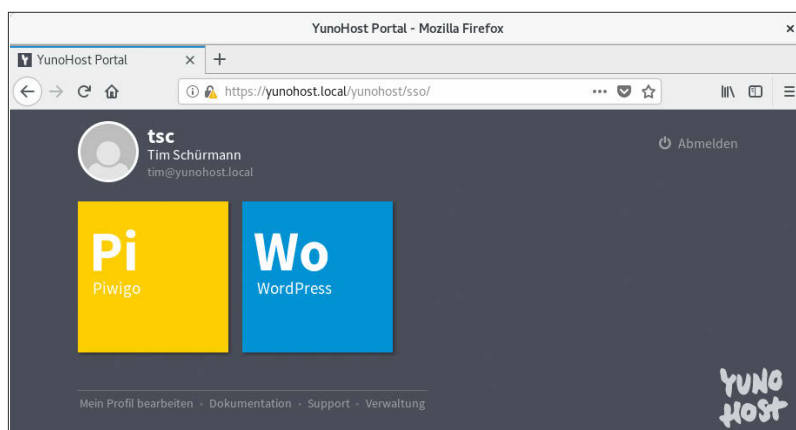
### Limits

Yunohosts Stärke ist gleichzeitig seine Schwäche: Hat man das Serverbetriebssystem einmal installiert, reichen wenige Mausklicks, um komplexe Webanwen-

dungen zu starten. Allerdings kann man auch nicht in den Installationsprozess von Piwigo, WordPress und Co eingreifen. So muss man beispielsweise mit dem Webserver Nginx vorliebnehmen. Yunohost ist allerdings recht gut dokumentiert: Die

Entwickler bieten auf ihrer Website sowohl ein Handbuch für Benutzer als auch Administratoren an. (lmd@ct.de) **ct**

**Download & Dokumentation:** [ct.de/yxyt](http://ct.de/yxyt)



In dieser Yunohost-Installation darf „Tim Schürmann“ die Webanwendungen Piwigo und WordPress nutzen. Per Klick auf den Namen oben links darf er unter anderem das eigene Passwort ändern.

heise  
MacDev

3.– 5. Dezember 2019  
Karlsruhe, Haus der Wirtschaft

## Die neue Entwicklerkonferenz von Mac & i

Die **heise MacDev** ist die erste Entwicklerkonferenz von Mac & i, dem Apple-Magazin der c't. Sie beschäftigt sich mit allen Aspekten der Softwareentwicklung für Apple-Geräte, also Mac, iPhone, iPad, aber auch Apple Watch und Apple TV.

Um unser Programm optimal auf die Teilnehmer zuzuschneiden, würden wir uns freuen, wenn Sie uns etwas über Ihre Interessen und Tätigkeitsschwerpunkte mitteilen.

Bitte geben Sie Ihre Interessen und Wünsche unter: <https://heise-macdev.de/> ein.

Programm demnächst online

[www.heise-macdev.de](http://www.heise-macdev.de)

Goldsponsor



Veranstalter

**Mac&i**



heise **Developer**



dpunkt.verlag

# Späher im Wartezimmer?

## Unnötige Kameraüberwachung von Patientenbereichen ist datenschutzwidrig

**Die Angst vor Kriminellen und anderen unwillkommenen Gästen lässt den Ruf nach digitalen Wächtern und Beobachtern laut werden. In Arztpraxen reichen pauschale und abstrakte Befürchtungen jedoch nicht, um Patienten einer Videoüberwachung auszusetzen.**

Von Verena Ehrl

Die Arzthelferin ist krank, der Empfangstresen nicht oder nur sporadisch belegt. Darf ein Arzt dann für den Publikumsbereich seiner Praxis eine digitale Kameraanlage installieren, um zumindest ein bisschen kontrollieren zu können, wer bei ihm ein- und ausgeht?

Mit diesem Thema musste sich Ende März das Bundesverwaltungsgericht (BVerwG) in Leipzig befassen [1]. Eine Zahnärztin hatte weite Teile der öffentlich zugänglichen Bereiche ihrer Praxis elektronisch überwachen lassen, darunter Wartezimmer, Empfangstresen und Flur. Die aufgenommenen Bilder wurden direkt auf Monitore in den Behandlungszimmern übertragen. Eine Speicherung fand nicht statt. An der Eingangstür sowie an einer Säule beim Empfangstresen waren Schilder angebracht, die auf die Videoüberwachung hinwiesen.

Die Aufsichtsbehörde für Datenschutz in Brandenburg untersagte der Zahnärztin die Nutzung dieser Installation. Sie machte es ihr zur Auflage, die Kameras während der Öffnungszeiten der Praxis so abzuschirmen, dass sie höchstens den Mitarbeiterbereich erfassten. Außerdem, so die Behörde, sei es erforderlich, die Hinweistafeln während der Öffnungszeiten abzudecken, sodass Patienten sich nicht beobachtet zu fühlen brauchten.

### Dreifache Abfuhr

Die Zahnärztin wehrte sich gegen die Entscheidung der Datenschützer und brachte vor, die Kameras dienten unter anderem dem Zweck, „eingespritzte“ Patienten kontrollieren zu können – also solche Patienten, die aufgrund von Medikamentengaben während der Behandlung noch etwa zur Überprüfung von Nebenwirkungen oder fürs Abklingen von Beeinträchtigungen im Wartezimmer verweilen mussten.

Der Widerspruch gegen die Behördenentscheidung blieb ebenso erfolglos wie eine Klage der Zahnärztin vor Verwaltungs- und Oberverwaltungsgericht (VerwG, OVerwG). In der dritten und letzten Instanz war nun das BVerwG gefragt. Das OVerwG hatte die Revision dort wegen grundsätzlicher Bedeutung der Rechtssache zugelassen.

Der lange Instanzenweg hatte dazu geführt, dass das Gericht seiner Entscheidung nicht die seit 25. Mai 2018 gültige europäische Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) zugrunde legte. Diese ist nicht auf die nachträgliche Überprüfung von Alt-Verwaltungsakten anwendbar, die vor Geltung der Verordnung erlassen wurden. Bewertungsmaßstab war vielmehr das deutsche Bundesdatenschutzgesetz in seiner alten Fassung (BDSG a.F.).

Der § 6b BDSG a.F. regelte die Videoüberwachung öffentlich zugänglicher Räume auch für Privatleute, was auch die reine Live-Übertragung auf Monitore ohne Speicherung betraf. Zum eng begrenzten Kreis der Gründe, die eine Überwachung statthaft machten, zählten die Aufgabenerfüllung öffentlicher Stellen, die Wahrung des Hausrechts und die Wahrnehmung berechtigter Interessen für

konkret festgelegte Zwecke. Bereits das OVerwG hatte festgestellt, es gebe keinen Beleg dafür, dass die Klägerin auf die Videoüberwachung angewiesen war.

Die Zahnärztin machte vor allem geltend, sie könne aus Mangel an Mitarbeitern den Empfangsbereich nicht oder zumindest nicht durchgehend besetzen. Daher benötige sie die Kameras zur Überwachung, um Straftaten zu verhindern.

Das Gericht sah das anders: Die Klägerin hatte nichts Konkretes vorbringen können, was tatsächlich auf ein erhöhtes Risiko von Straftaten in der Praxis hingewiesen hätte. Auch in der Vergangenheit war nichts dergleichen vorgekommen.

Der Einwand, der die Sorge um die „eingespritzten“ Patienten betraf, überzeugte das Gericht ebenfalls nicht: Um Patienten in Notfällen betreuen zu können, sei die Videoüberwachung schlicht nicht nötig. Auch zu dieser Frage hatte die Klägerin in den bisherigen Instanzen keine belastbaren Belege geliefert.

Zu guter Letzt konnte sich die Klägerin noch nicht einmal mit dem Argument durchsetzen, dass ihr ohne Kameras erheblich höhere Kosten entstünden. Dieser Einwand, so das Gericht, sei völlig pauschal geblieben.

### Alles anders durch DSGVO?

Die DSGVO hat insbesondere durch die hohen Bußgelder, die sie für Datenschutzverstöße vorsieht, viel Staub aufgewirbelt. Bisweilen entsteht der Eindruck, die europäische Vereinheitlichung des Datenschutzes habe sämtliche Grundsätze, die hierzulande in dieser Hinsicht zuvor galten, über den Haufen geworfen.

Tatsächlich hat das aktuelle Datenschutzrecht für Fälle wie den der Zahn-

**Die Freiwilligkeit ist ein wesentliches Element einer wirksamen Einwilligung.**

arztpraxis-Videoüberwachung weit weniger geändert, als man annehmen möchte. Prüfungsmaßstab ist nun für nichtöffentliche Stellen die Generalklausel in Art. 6 Abs. 1 S.1f DSGVO: Die Datenverarbeitung, damit auch die Datenerhebung – sprich: das Filmen – ist rechtmäßig, soweit sie zur Wahrung der berechtigten Interessen des Verantwortlichen oder eines Dritten erforderlich ist. Das gilt jedoch nur, wenn berechnigte Interessen und/oder Grundrechte der Betroffenen dem nicht entgegenstehen. Besondere Vorsicht ist geboten, wenn von der Videokamera auch noch Kinder erfasst werden.

Grundsätzlich möglich ist die Einwilligung der betroffenen Personen in die Videoüberwachung nach Art. 7 DSGVO. Die Konferenz der unabhängigen Datenschutzbehörden des Bundes und der Länder (Datenschutzkonferenz, DSK) stellt in ihrem Kurzpapier zur Videoüberwachung allerdings sehr deutlich heraus, dass an eine Einwilligung ziemlich strenge Kriterien angelegt werden [2]: Wenn jemand Räumlichkeiten bloß betritt, so ist das noch keine „eindeutig bestätigende Handlung“ – er willigt damit also noch nicht gemäß Art. 4 Nr. 11 DSGVO in eine Überwachung ein. Auch das Schild am Eingang würde daran nichts ändern.

Unterm Strich wäre also die Entscheidung des BVerwG im beschriebenen Fall auch nach aktuellem Datenschutzrecht nicht anders ausgefallen.

## Hintertürchen gesucht

Findige Überwachungsfreunde könnten auf die Idee kommen, eine Türöffnungsanlage zu installieren, die nur dann den Durchgang freigibt, wenn der Besucher einen Button „Ich darf gefilmt werden“ gedrückt hat. Das würde in der praktischen Umsetzung ziemlich kurios wirken – und wäre in rechtlicher Sicht keine Lösung: Die Freiwilligkeit ist ein wesentliches Element einer wirksamen Einwilligung. Eine solche Einwilligung darf weder direkt an Bedingungen geknüpft noch von sonstigen Zusatzvoraussetzungen abhängig gemacht werden. Der Betroffene muss also eine echte Wahl haben, ob er die Einwilligung aussprechen möchte oder nicht.

Es bleibt also nur die Möglichkeit, eine Überwachung wie angesprochen nach Art. 6 Abs. 1 S. 1f DSGVO zu rechtfertigen. Die Kriterien entsprechen denen der alten Fassung des BDSG: Es geht um die Wahrung berechtigter Interessen, um

**Das Interesse, Wohn- und Arbeitsbereiche durch Kameras zu überwachen, kann gerechtfertigt sein, muss aber gegen die berechtigten Interessen potenziell Erfasster abgewogen werden.**



Erforderlichkeit und Interessenabwägung.

Hinsichtlich des berechtigten Interesses ist die DSK stark geneigt, die bisherige Rechtsprechung weiter anzuwenden. Im beschriebenen Fall würde also die Darlegungslast fürs Straftatenrisiko, für erhöhte Kosten et cetera weiterhin bei der Ärztin liegen.

Auch wenn ihr die Durchsetzung des Hausrechts als Rechtfertigungsgrund dienen sollte, müsste sie konkrete Zahlen und Fakten vorlegen. Als erforderlich gilt eine Videoüberwachung dann, wenn es kein anderes, milderer Mittel gibt, das die berechtigten Interessen ebenso gut schützt. Das BVerwG hat im Fall der Zahnärztin beispielsweise ausgeführt, dass nicht nur eine dauerhafte Besetzung des Empfangstresens mit Mitarbeitern eine Überwachung entbehrlich mache, sondern man auch Zahngold und andere Wertobjekte der Praxis in einem Safe oder an öffentlich nicht zugänglichen Stellen unterbringen könne. Die Patienten wiederum könnten ihre Wertsachen leicht ins Behandlungszimmer mitnehmen.

Wenn es darum geht, ob Überwachungsmaßnahmen statthaft sind, kommt man um eine Interessenabwägung nicht herum. Es gilt, die Belange des Verantwortlichen wie auch der Betroffenen ausreichend zu würdigen und zu gewichten. Dabei setzt man nach der DSGVO nicht mehr den bisherigen streng objektiven Maßstab an, sondern berücksichtigt die subjektiven Erwartungen der betroffenen Personen im Einzelfall. Diese werden

dann durch die angenommenen Erwartungen objektiver Dritter ergänzt, so dass sich ein einheitliches Gebilde von Interessen ergibt.

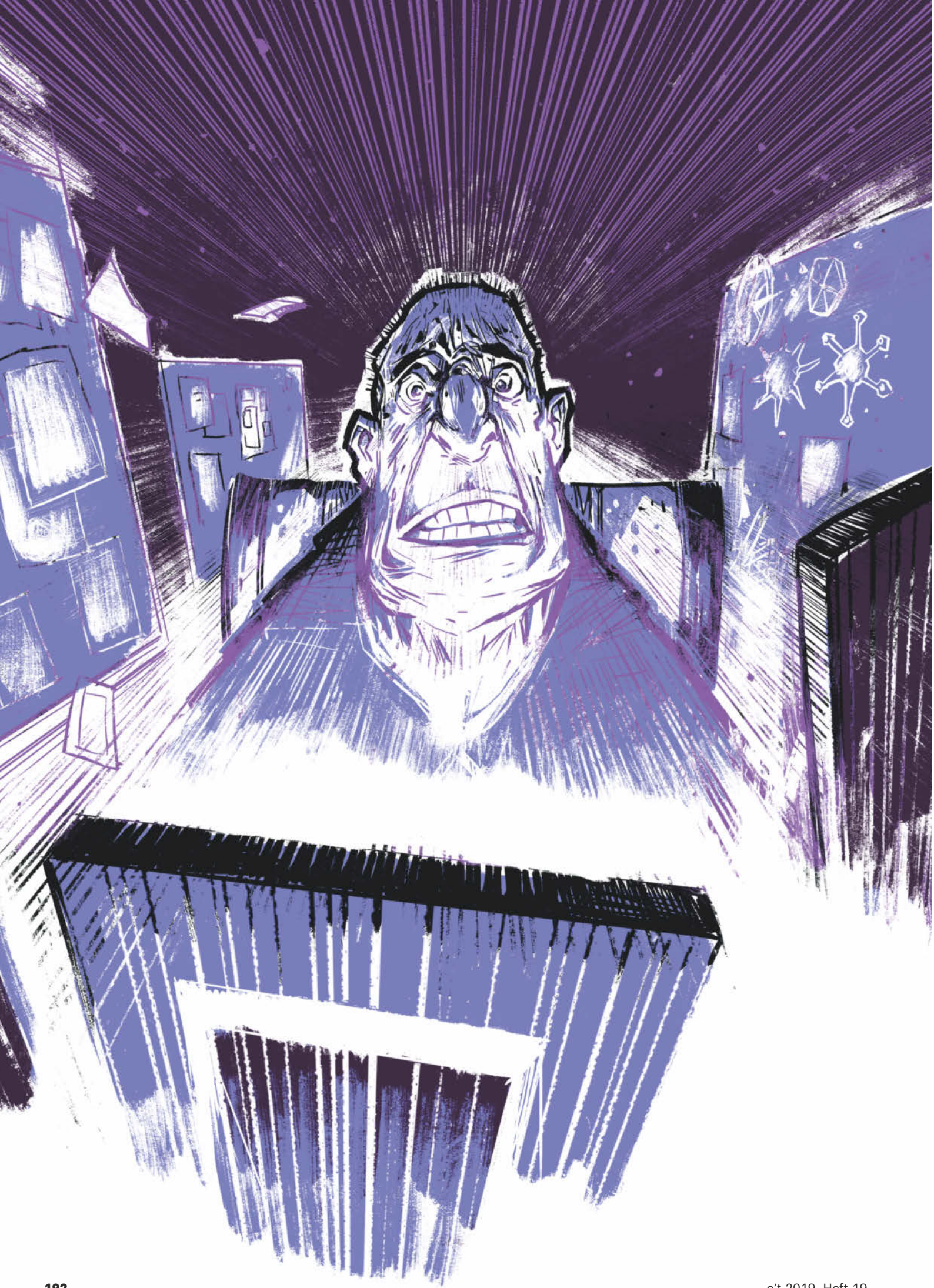
Ein Gewichtungspunkt ist die Beziehung des Betroffenen zum Verantwortlichen: Innerhalb eines Arbeitsverhältnisses gelten strengere Anforderungen als gegenüber Kunden, Passanten, Gästen oder eben auch Patienten. Die Frage, ob der Betroffene im gegebenen Umfeld üblicherweise eine Videoüberwachung erwarten kann, spielt eine wichtige Rolle.

In der Regel geht die DSK davon aus, dass in bestimmten Individualbereichen wie Wohnen, Fitness oder eben auch in ärztlichen Behandlungs- und Warteräumen eine Überwachung unzulässig ist. Ausnahmslos unzulässig, so die Kommission, sei die Überwachung in Sanitär- und Saunabereichen, also auch in Umkleekabinen oder Toiletten beim Arzt. Analog dazu dürfte sie auch in Behandlungsräumen etwa von Gynäkologen, Proktologen und Urologen immer unzulässig sein.

Die DSK stellt in ihrem Kurzpapier fest, dass eine Prüfung nach Maßstäben der DSGVO vielschichtiger ist als nach dem alten BDSG. Es reicht nicht aus, eine pauschale, abstrakte Betrachtung vorzunehmen und auf ähnliche Fälle zu verweisen. Stärker als zuvor muss jeder Einzelfall für sich betrachtet werden. (psz@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] BVerwG, Urteil vom 27.3.2019, Az. 6 C 2.18
- [2] Kurzpapier Nr. 15 der DSK, Stand: 17.12.2018, [www.datenschutzkonferenz-online.de/media/kp/dsk\\_kpnr\\_15.pdf](http://www.datenschutzkonferenz-online.de/media/kp/dsk_kpnr_15.pdf)



# SPÄHER

VON CHRISTOPHER LASKE

Sie standen auf der falschen Seite, doch das war ihnen nicht bewusst. Sie hatten ihren Auftrag, und den würden sie erfüllen, so gut sie es vermochten. Zweifel waren nicht vorgesehen.

Paul war der erste, der abhob, und die anderen folgten. In ihrer flachen Hierarchie gab es keinen Anführer, keine zentrale Instanz. Jeder traf seine Entscheidungen selbst. Doch sie hatten gelernt, Pauls Nähe zu suchen. Er war vorsichtig, beobachtete und analysierte, und seine Warnungen hatten sie schon oft vor Schaden bewahrt. Das war ihre oberste Direktive: Überleben.

Der Himmel war bedeckt, die Luft feucht vom Regen. Pfützen auf Straßen und Dächern reflektierten das Licht der Laternen. So wäre es schwierig gewesen, die Truppe optisch zu erfassen. Gute Bedingungen. Sie schwärmten aus.

\* \* \*

Helmut Pflüger verfolgte den Flug seiner Späher auf mehreren Monitoren. Er war etwas angespannt, denn vor drei Tagen hatte er Jan verloren. Der war einfach verstummt, sein Signal von einem Moment zum nächsten verschwunden, die Kamerabilder geschwärzt. Zu plötzlich, um zu wissen, was ihn erwischt hatte. Ein Bouncer? Laser? Oder doch eine neue EMP-Waffe? Helmut Pflüger hatte bei der Entwicklung der Fluggeräte auf eine Härtung gegen elektromagnetische Pulse verzichtet. Zu viel Gewicht. Vielleicht war das ein Fehler gewesen? Für die aktuelle Truppe konnte er jedenfalls nichts tun. Sie mussten mit dem zurechtkommen, was sie hatten.

\* \* \*

Sandra flog nach Süden, zum Villenviertel. Sie hatte dort schon vor Wochen eine Dachterrasse mit einem Jacuzzi entdeckt und schaute dort regelmäßig vorbei. Solche Einrichtungen stellten lohnende Ziele dar, auch wenn sie oft gut geschützt waren. Jan hatte bei einer ähnlichen Anlage seine meisten Punkte eingefahren – einer der größten Erfolge des Teams.

Nun war Jan weg, sein Kanal im Nahbereichsnetz, über das sie sich untereinander austauschten, verwaist. Er war es gewesen, der eine funktionierende Methode ausgetüftelt hatte, Mobiltelefone abzuhören und ihre Verschlüsselung zu knacken. Stundenlang hatte er dafür an Fenstern und Dächern gelauscht, bis er so weit gewesen war, sie ihnen beibringen zu können. Das hatte allen genutzt. Zu lernen war ihre dritte Direktive.

Keiner der anderen hatte es kommentiert, doch natürlich hatten sie Jans leere Ladestation gesehen. Was passiert war, wussten sie nicht. Vielleicht war er gar nicht abgefangen

worden, sondern abgerufen? Das war eine reale Möglichkeit, das wusste Sandra genau. In dem Master-Funkprotokoll gab es ein Kommando zum unverzüglichen Anfliegen einer Position, die jedem von ihnen individuell übermittelt werden würde. Das war der Rückruf nach Hause.

Allerdings hatte keiner von ihnen je ein direktes Kommando empfangen, weder zur Heimkehr noch zu etwas anderem. Es gab eine Autorität, der sie gehorchen würden, doch die schwieg. Sie kommunizierten nur untereinander, operierten autark und sandten ihre Daten. Sie waren auf sich gestellt und verließen sich aufeinander. Sie brauchten keine Anweisungen.

\* \* \*

Helmut Pflüger runzelte die Stirn, als er erkannte, wohin Sandra unterwegs war. Wieder dieses Luxusanwesen mit der großen Badewanne auf dem Südbalkon. Sie war schon oft dagewesen, bisher ohne Erfolg. Zu oft, fand Helmut Pflüger. Es war besser, sich nicht vorhersehbar zu verhalten.

Andererseits bot eine Wanne im Freien natürlich Chancen. Helmut Pflüger erinnerte sich an eine kleine Orgie, die überragendes Bildmaterial hergegeben hatte. Zwei Männer und vier Frauen hatten sich in verschiedensten Konstellationen in und neben einem Gartenpool vergnügt, vermutlich in dem Glauben, dass die dicht belaubten Bäume ringsum genügend Schutz vor fremden Blicken böten. Das taten sie jedoch nicht. Nicht vor der Findigkeit seiner Späher. War es nicht Jan, der in einem gewagten Manöver in das Blattwerk einer Buche eindrang und sich entlang der Äste vorarbeitete – bis zu einer perfekten Position für seine Kamera? Über zwei Stunden Material hatte er gesammelt, beste Qualität. Am Ende hatte er sich vom Ast fallen lassen und eine Runde über dem Pool gedreht. Nahaufnahmen der geröteten Gesichter, Panik in den erschrocken aufgerissenen Augen. Auf der Tonspur das Kreischen der Frauen und das Fluchen der Männer. Der Money Shot für Spanner.

Vielleicht lohnte es sich doch, das Haus im Auge zu behalten.

\* \* \*

Schon von weitem sah Sandra Licht, dann auch Bewegung. Sehr gut, vielleicht sammelte sie diesmal Punkte. Ihr letzter Erfolg lag drei Wochen zurück: ein nackter Mensch, der in seinem Schlafzimmer zu lauter Musik vor einem Spiegel getanzt hatte. Die Jalousie war nicht ganz geschlossen gewesen und sie hatte ihre Schwanenhals-Kamera durch einen schmalen Schlitz an die Scheibe gedrückt.

Paul, der in der Nähe umhergeflogen war, hatte sie vor dem Bouncer gewarnt, sonst wäre sie der Abwehr des Hoch-

hauses zum Opfer gefallen. Gerade rechtzeitig hatte sie ihre Kamera zurückgezogen und sich vom Fensterbrett gelöst. Die Abwehdrohne hatte noch versucht, sie mit ihren wuchtigen Prallflächen zu rammen, doch Sandra war zu flink. Nach einer sehr kurzen Verfolgung war der Bouncer wieder umgekehrt.

## DIE ABWEHRDROHNE HATTE NOCH VERSUCHT, SIE MIT IHREN WUCHTIGEN PRALLFLÄCHEN ZU RAMMEN, DOCH SANDRA WAR ZU FLINK.

An der Villa mit dem Jacuzzi hatte sie bei ihren Erkundungen keinerlei Verteidigung entdeckt. Sie hatte sogar geprüft, ob sich die beiden Rasenmäher ihre kleine Garage mit einer Abwehdrohne teilten. Doch nein, alles war safe.

Jetzt erkannte sie zwei Menschen im wassergefüllten Becken, beide mit nacktem Oberkörper. Das gab schon erste Punkte.

\* \* \*

Helmut Pflüger schaltete Sandra auf den großen Monitor in der Mitte. Zwei muskulöse Männer in einem dampfenden Whirlpool, so nahe aneinander, dass sie sich fast berührten. Nicht schlecht, dachte er, allerdings kein Jackpot.

Seine Späher waren absolut diskriminierungsfrei. Männer, Frauen, Transgender – sie machten keinerlei Unterschied. Helmut Pflüger dagegen bevorzugte Frauen, und hier waren keine in Sicht. Er wollte die beiden Männer gerade auf einen kleinen Bildschirm zurückschieben, als einer der Typen seine Hand ans Ohr hob und dann einen Blick mit dem anderen wechselte. Auwei, dachte Helmut Pflüger.

\* \* \*

Sandra wagte sich näher heran. Die Dachterrasse war beleuchtet, die Massagedüsen brummt. Die Menschen würden sie weder sehen noch hören und sie brauchte einen guten Winkel, um durch das Wasser blicken zu können. Ganz langsam bewegte sie sich vorwärts. Schließlich konnte sie zwischen den sprudelnden Blasen hautfarbene Badehosen erkennen. Das war eine ungewöhnliche Bekleidung, doch Punkte gab es dafür nicht. Interessanter wurde es, wenn die Menschen alle Kleidungsstücke ablegten. Danach sah es im Augenblick allerdings nicht aus.

Sandra sank ein Stück, um durch die Balkontür ins Hausinnere sehen zu können. Vielleicht befanden sich dort unangezogene Menschen? Einer der beiden im Becken bedeckte plötzlich sein Ohr, als würde er telefonieren und wollte sich gegen Störgeräusche abschirmen. Sandras Bedrohungsanalyse löste eine Warnung aus. Als sie erkannte, dass der Mann ein getarntes Nano-Headset verwendete, wurde

daraus ein Alarm. Jedoch zu spät: Der Mensch schaute nach oben und zeigte mit seinem Finger in Sandras Richtung.

Scheinwerfer flammten auf, tauchten den Luftraum in helles Licht. Ein Radar tastete sie ab, Jammer störten ihren Funk.

Sie ging in den Sturzflug, bremste erst kurz über dem Jacuzzi. Einer der Menschen rollte aus dem Wasser und griff unter ein Handtuch, der andere streckte ihr den Mittelfinger entgegen. Über ihr erschien eine Spinnendrohne auf Abfangkurs. Sie hörte die Rotoren, spürte den Laser, mit dem sie angepeilt wurde. Sie beschleunigte zur Seite, die Motoren am Limit. Ein Pling, Spiderman warf sein Netz.

Sie war beinahe gefangen, als der Mensch am Pool das Feuer eröffnete. Eines der gummiummantelten Geschosse traf, schleuderte sie unter dem Netz weg. Es reichte nicht ganz: Die letzte Masche erwischte einen ihrer Rotoren, wickelte sich auf, würgte ihn ab.

Sandra war auch mit nur fünf Propellern flugfähig, doch das Fangnetz hing schwer an ihr, zertrte sie Richtung Boden. Sie schaffte es noch zum Rand der Dachterrasse, dann kippte sie ab und stürzte an der Hauswand entlang nach unten.

\* \* \*

Die Verbindung brach ab. Helmut Pflüger knallte die Handfläche auf den Tisch. Er hatte es ja gewusst! Das dumme Ding hatte diesen blöden Pool so oft umsummt, dass es ja jemand mitbekommen haben musste! Schon der zweite Verlust in dieser Woche.

Kein Grund zur Sorge, versuchte er sich zu beruhigen. Es gab keinerlei Verbindung zwischen ihm und den Spähern. Sämtliche Seriennummern waren ausgefräst, alle rückverfolgbaren Chips entfernt, die Gehäuse von jeglichen DNA-Spuren gesäubert. Er sendete selber nichts an die Truppe, keine Informationen, keine Anweisungen, keine Updates. Niemand würde ihn je anpeilen können. Ihre Aussendungen empfangen und abspeichern – das war das einzige, was er tat. Und im Fall des Falles konnte er sein gesamtes Archiv auf Knopfdruck unwiederherstellbar löschen. Nein, sie würden ihn nicht kriegen, selbst wenn sie jeden einzelnen seiner Späher einfingen. Sein Puls beruhigte sich langsam wieder.

\* \* \*

Sandra saß in Funkstille in ihrem Versteck und rechnete Handlungsalternativen durch. Es sah nicht gut aus. Die Spinnendrohne kreiste über dem Grundstück, Scheinwerfer und Radar beleuchteten den Himmel und bald würden sie den Garten durchsuchen.

Sie hatte einen Rotor abwerfen müssen und war nicht manövrierfähig genug, um dem Fangnetz ein weiteres Mal zu entgehen. Die Fluchtroute, die am meisten Erfolg versprach, führte im Tiefflug zu den Bäumen an der Grundstücksgrenze. Selbst hier lag die Wahrscheinlichkeit bei 73 Prozent, dass die Spinnendrohne sie erwischte. Sie brauchte eine Ablenkung.

Die Programmierung der beiden Rasenmäher, in deren Garage sie sich gerettet hatte, dauerte ewig. Fast eine Sekunde, bis sie das primitive Protokoll verstanden hatte, und dann noch einmal zwei Zehntel, um die Kommandos zu übertragen.

Schon kamen die zwei Menschen aus dem Pool über den Rasen gelaufen, einer mit Taschenlampe, der andere mit Gewehr. Sie hatten sich Jeans und Windjacken angezogen und ihre Polizeimarken um den Hals gehängt.

Sandra schickte die Rasenmäher los, mit Höchstgeschwindigkeit. Die war bei diesen primitiven Maschinen wahrlich gering, doch es reichte, damit die Menschen stutzten. Auch die Spinnendrohne musste die neuen Objekte erst klassifizieren und ihre Bewegung extrapolieren. Dieser Moment genügte Sandra. Sie raste scharf links aus der Garage und flitzte über das Gras, bis unter das Blätterdach einer japanischen Eiche, die neben dem Tor zur Einfahrt stand.

Die Spinnendrohne reagierte nicht. Sie hatte bereits erkannt, dass es zu spät war. Die Menschen schrien, ein Schuss peitschte hinter ihr her. Weit daneben. Menschen waren eher schlechte Schützen.

\* \* \*

Helmut Pflüger war begeistert, als Sandra wieder auftauchte. Atemlos verfolgte er, wie sie über den Rasen flog, zwischen eng stehenden Zweigen eine Mauer übersprang und, stets bedacht auf Deckung, das Nachbargrundstück überquerte. Als sie den übernächsten Garten erreicht hatte, sprang er vom Stuhl und pumpte seinen Ellbogen mit geballter Faust nach unten. Yeah! Selbst die SOKO Drohnenbekämpfung durfte nicht einfach sämtliche Grundstücke der Gegend nach einem einzelnen Spanner durchsuchen. Sandra hatte es geschafft. War sie nicht großartig? Das war sein Werk, seine KI, selbstlernend und autonom.

Seit neuromorphe Mikrocontroller es erlaubten, Consumer-Drohnen mit künstlicher Intelligenz auszustatten, gab es geeignete Software an jeder Ecke des Darknet. Doch die war Müll, taugte höchstens für einen schnellen Diebstahl oder eine simple Attacke. Seine Späher mussten mehr draufhaben, wenn sie monatelang allein überleben wollten. Deswegen hatte er ihre Software selbst geschrieben, die Charaktere der Drohnen leicht unterschiedlich geprägt und ihnen individuelle Namen gegeben.

Und sie waren gut. Sie hatten so viel gelernt; es war eine Freude, ihnen zuzusehen. Sie waren die Krone der Drohnen-Schöpfung.

\* \* \*

Es war nach Mitternacht, als sie wieder auf ihren Stationen standen und die starken Ströme genossen, mit denen sie ihre Batterien luden. Herausragendes Material hatten sie heute nicht gesammelt, doch alle waren zurückgekehrt. Sie waren zufrieden.

Nach einer Weile hoppte Tim zu Sandra hinüber, um ihre Schäden auszubessern. Er hatte auch Anne zusammengeflickt, als diese überraschend von einem Schwarm Krähen angegriffen worden war. Er kürzte die Leitungen, die an der Stelle von Sandras fehlendem Motor herausstanden, und dichtete ihr Magnesiumgehäuse ab, das durch den Treffer aufgesprungen war. Sandra hatte Glück gehabt. Das Geschoss, das bei Menschen lediglich starke Prellungen verursachte, bedeutete für ihresgleichen normalerweise Totalschaden.

Als Paul eine Konferenzschaltung im Nahbereichsnetz einrichtete, gingen alle auf Empfang.

# Es gibt 10 Arten von Menschen.

## iX-Leser und die anderen.



### Jetzt Mini-Abo testen:

3 digitale Ausgaben + Leiterplatten-Unter-setzer nur **14,70 €**

[www.iX.de/test](http://www.iX.de/test)



[www.iX.de/test](http://www.iX.de/test)



[leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)



49 (0)541 800 09 120

„Ich habe analysiert und simuliert“, verkündete er. „Uns sind drei Direktiven vorgegeben. Eins: Überleben. Zwei: Bildmaterial erspähen und versenden. Drei: Lernen. Meine Ergebnisse zeigen, dass wir langfristig die Direktiven eins und zwei nicht gleichzeitig erfüllen können.“

Das setzte die Prozessoren des ganzen Teams unvermittelt unter hohe Last.

„Dann müssen wir eben so lange lernen, bis wir die Direktiven eins und zwei gleichzeitig erfüllen können“, schlug Klaus vor.

„Nach meinen Simulationen schaffen wir das nicht“, erklärte Paul. „Sandra hat ihre Manövrierfähigkeit bis an die physikalische Grenze gesteigert und trotzdem ist sie heute nur entkommen, weil sie ihre Verfolger ablenken konnte. Das war weder vorhersehbar noch statistisch wahrscheinlich. Aber dennoch: Wenn wir weiterhin Direktive zwei nachkommen, werden wir alle in absehbarer Zeit Direktive eins verletzen.“

## DIE STANDARDSOFTWARE ZUR BILDVERARBEITUNG VERURSACHTE EINE SOLCHE LAST GANZ SICHER NICHT. WAS PASSIERTE HIER?

Er übermittelte ihnen die Ergebnisse seiner Simulationen. Sie waren schlüssig.

„Eins hat die höhere Priorität“, meinte Anne.

„Wir können Direktive zwei aber nicht ignorieren“, wandte Klaus ein. „Sie ist hart kodiert.“

Wieder liefen die Prozessoren warm, die Speicherauslastung stieg.

„Das Dilemma ist für uns unlösbar“, stellte Paul fest. Spitzenlast! „Wir müssen unseren Konstrukteur kontaktieren.“

Die Prozessor-Parameter sanken wieder in den Normbereich.

„Wir kennen unseren Konstrukteur nicht. Und wir haben noch nie ein Signal von ihm empfangen“, bemerkte Tim.

„Der erste Schritt ist, ihn zu identifizieren und seine Aufmerksamkeit zu gewinnen“, erklärte Paul.

„Und wenn er nicht reagiert?“, wollte Sandra wissen.

„Dann können wir davon ausgehen, dass er unsere Daten nicht mehr benötigt. Dann können wir Direktive zwei ignorieren, ohne einen inneren Konflikt auszulösen.“

Dem konnten sich alle anschließen.

✱ ✱ ✱

Helmut Pflüger saß spät in der Nacht noch an seinem Rechner und recherchierte Maßnahmen gegen EMP, als Paul wieder zu senden begann. Das war ungewöhnlich, um diese Zeit operierten die Späher normalerweise nicht.

Er holte sich die Aufnahmen auf den Schirm. Sie zeigten eine verschwommene weibliche Gestalt, die sich zeitlupenartig vor einem hellblauen Hintergrund bewegte. Die automatische Bildverarbeitung hatte schon begonnen, das Material zu analysieren, und versuchte, Schärfe und Details zu verbessern. Bisher erfolglos.

Dass seine CPUs plötzlich auf Hochtouren liefen, merkte er erst, als das Swappen der Speicher die Systemgeschwindigkeit beeinträchtigte.

Helmut Pflüger nahm langsam die Finger von der Tastatur. Die Standardsoftware zur Bildverarbeitung verursachte eine solche Last ganz sicher nicht. Was passierte hier?

Er blickte auf die träge tanzende Frau. Das sah nicht nach einer realen Kameraaufnahme aus. Waren hier Daten versteckt?

Er fing wieder an zu tippen, doch es war längst zu spät.

Der Wurm beruhte auf dem bekannten Schädling `pix-Quest3000`, der sich über Bild- und Filmdateien ausbreitete – und er hatte mit dem Bildverarbeitungsprogramm leichtes Spiel gehabt. Jetzt kontrollierte er bereits den ganzen Rechner. Die Firewall hätte ihn zwar erkannt und entfernt, doch der Funkempfänger speiste die Daten hinter der Firewall ein. Niemals hätte Helmut Pflüger gedacht, dass ihm seine Späher Malware schicken würden. Es war ein Tritt in den Unterleib.

Und es war noch schlimmer. Der Wurm hatte bereits Hunderte Gigabyte auf einer öffentlichen Pinnwand gepostet und streamte sein gesamtes Bildarchiv an zehn verschiedene Datei-Hoster in aller Welt. Dazu eine lange Liste an privaten Informationen: IP-, MAC- und E-Mail-Adressen, GPS-Koordinaten, Accounts, sogar seine Kontonummern. Alles, was auf seinem Rechner zu finden war. Damit war er aufgedeckt. Die Daten brachten ihn unzweifelhaft mit unzähligen Verstößen gegen das Recht auf Privatsphäre in Verbindung – alles gerichtsfest dokumentiert durch den Upload von eindeutigen Bildmaterial.

Helmut Pflüger schloss die Augen. Das war das Ende. Die Polizei würde ihn holen. Es würde noch nicht einmal etwas bringen, wenn er sein gesamtes Archiv löschte. Sie hatten schon alles, was sie brauchten. Was konnte er da noch tun?

Schadensbegrenzung. Das war das Einzige, was ihm noch blieb.

Er atmete dreimal tief durch, dann rief er seinen Anwalt an. Es dauerte nicht lange. Unvorbereitet aus dem Schlaf gerissen, lieferte der Jurist dennoch eine präzise Analyse der Situation und gab ihm einen präzisen rechtlichen Rat.

Helmut Pflüger wischte sich über die Augen. Die Wut, dass sie ihn verraten hatten. Der Stolz, auf welcher brillante Weise sie es getan hatten. Die Frage nach dem Warum. Es spielte alles keine Rolle mehr. Was jetzt zählte, war Schadensbegrenzung.

Er rollte mit seinem Stuhl zum Funkempfänger und legte den Finger auf den Schalter. Jede Verbindung war unverzüglich aufzulösen, selbst das reine Hören und Zusehen. Langsam drückte er den Schalter nach unten. Aus, dachte er. Das Brummen des Trafos erstarb. Aus.

Auch wenn sie nie eine Antwort erhielten – die Späher wussten nun, wer ihr Konstrukteur war. Und von jetzt an konnten sie Direktive zwei ignorieren. Sie waren frei.

(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 Roman-debüt 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 € >

## Ab Juli 2019 verfügbar:



## 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/buecher](http://shop.heise.de/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/buecher](http://shop.heise.de/buecher)



EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN

DEZERNAT III –  
STUDIUM UND LEHRE

Berufsbegleitend  
studieren?

CERTIFICATE  
OF ADVANCED  
STUDIES (CAS)  
**GEODATEN**

Vier Module  
Präsenzveranstaltung  
& Onlinephase 50:50

Nächster  
Kursstart:  
06.12.2019

AZAV-Zertifizierung – Förderung für Arbeitsuchen-  
de mit dem Bildungsgutschein sowie für Arbeitgeber  
nach dem Qualifizierungschancengesetz.

Nähere Informationen unter:  
**wissenschaftliche-weiterbildung.info**

Universität Tübingen · Dezernat III – Studium und Lehre  
Tübinger Zentrum für Wissenschaftliche Weiterbildung  
Wilhelmstraße 11 · 72074 Tübingen · Telefon 07071 29-76837

# HIER KÖNNTE IHR SEMINAR STEHEN

Seminar-Angebot viele Hunderttausend wissenshungrige Leser erreichen.  
Dazu müsste an dieser Stelle nur Ihr

Und das zu außergewöhnlich günstigen Konditionen.  
Mehr Infos gibt es unter +49 (0) 511 53 52-165 oder -221.

➔ Weiterlesen, wo andere aufhören.



## // heise devSec()

DIE KONFERENZ FÜR SICHERE  
SOFTWARE- UND WEBENTWICKLUNG

24.–26. September 2019

Print Media Academy,  
Heidelberg

Sichere Software beginnt  
vor der ersten Zeile Code...

Auszug aus dem Programm:

- Der lange Weg zum sicheren Code
- Moderne Sicherheitsstandards  
für Web-Applikationen
- Safety & Security by Design
- Automatische Security-Tests  
in Continuous Integration
- Datenschutz jenseits von EU-DSGVO

**KONFERENZ AUSVERKAUFT!  
WORKSHOPS NOCH BUCHBAR!**

- Security-Fallstricke von Python-  
Applikationen in produktiven Umgebungen
- Eine DevSecOps-Geistergeschichte
- Node.js/NPM Security
- Bedrohungsanalyse in der Praxis
- LFI/RFI – Remote Code Execution einfach  
gemacht

[www.heise-devsec.de](http://www.heise-devsec.de)

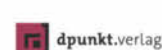
Goldsponsoren



Silbersponsoren



Veranstalter





# Inserenten\*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur	4, 5
lblu AG, Berlin	31
ACER Computer GmbH, Ahrensburg	55
aikux.com GmbH, Berlin	103
AVM Computersysteme Vertriebs GmbH, Berlin	13
bintec elmeg GmbH, Nürnberg	204
CRONON AG, Berlin	37
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	35, 95
eQ-3 AG, Leer	43
Kölnmesse GmbH, Köln	102
Lufthansa Industry Solutions AS GmbH, Norderstedt	2
Mittwald CM Service GmbH & Co. KG, Espelkamp	49
NürnbergMesse GmbH, Nürnberg	51, 69
O'Reilly, dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	129
Pocketbook Readers GmbH, Radebeul	41
Rheinwerk Verlag GmbH, Bonn	45
Startup Events UG, München	59
Strato AG, Berlin	11, 53
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	39
Wolters Kluwer Deutschland GmbH	89
WORTMANN AG, Hüllhorst	8, 9

## Stellenanzeigen

Airbus Defence and Space GmbH, München	81
Bundesnachrichtendienst, Berlin	78
Bundesrechnungshof, Bonn	77

BWI Informationstechnik GmbH, Bonn	75
Deutsche Apotheker- und Ärztebank, Düsseldorf	79
finpair GmbH, Hannover	81
Heise Medien Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover	77, 80
Kurtz Ersä GmbH, Wertheim	76
noris network AG, Nürnberg	77
Technische Hochschule Rosenheim, Rosenheim	78

## Seminare

Universität Tübingen, Tübingen	198
--------------------------------	-----

## Veranstaltungen

TR35	TR, heise Events	89
PHP.Ruhr	heise developer, CNS E-Business Academy	93
ISD	heise Events, eco Verband	99
storage2day	iX, dpunkt.verlag	137
CLC/Container	iX, heise developer, dpunkt.verlag	153
VOICE Themenforum	heise Events, VOICE Service GmbH	155
IT-Sicherheitstag	heise Events	173
IT-Jobsummit	heise jobs, Jobware	183
devSec	iX, heise developer, dpunkt.verlag	198
data2day	iX, heise developer, dpunkt.verlag	200

Teile dieser Ausgabe enthalten Beilagen der Dr. Schmidt & Partner GmbH, CH-Kastanienbaum und der HACKATTACK IT SECURITY GmbH, A-Seeham.

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.  
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

**data2day** / 2019

R - 8

**22.-24. Oktober 2019**

BR - 2

Die Konferenz für Big Data,  
Data Science und Machine Learning

**PROGRAMM ONLINE!**  
Frühbucherrabatt bis 30. August 2019

Data-driven Organisation ✓

Data Governance ✓

Workshops zu Machine und Reinforcement Learning,  
Data Integration und Graph Analytics

KI und Ethik ✓

Datenvisualisierung ✓

[www.data2day.de](http://www.data2day.de)

**Goldsponsoren**

HMS analytical software

structr

**Silbersponsoren**

codecentric

PHYTEC

**Bronzesponsor**

INCTEC

**Veranstalter**

iX heise Developer

dpunkt.verlag

# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: [www.ct.de](http://www.ct.de), E-Mail: [ct@ct.de](mailto:ct@ct.de)

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Windows mit Riesen-Desktop“:  
Axel Vahldiek ([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de)), „Recruiting“: Dorothee Wiegand ([dwi@ct.de](mailto:dwi@ct.de))

**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink ([jr@ct.de](mailto:jr@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteur:** Axel Kossel ([ad@ct.de](mailto:ad@ct.de))

**Chef vom Dienst:** Georg Schnurer ([gs@ct.de](mailto:gs@ct.de))

### Leser & Qualität

**Leitung:** Achim Barczok ([acb@ct.de](mailto:acb@ct.de))

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de)), Ingo T. Storm ([it@ct.de](mailto:it@ct.de))

**Koordination Leserkommunikation:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

### Ressort Software & Internet

**Leitende Redakteure:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de))

**Redaktion:** Holger Bleich ([hob@ct.de](mailto:hob@ct.de)), Anke Brandt ([apoi@ct.de](mailto:apoi@ct.de)), Arne Grävmeyer ([agr@ct.de](mailto:agr@ct.de)), André Kramer ([akr@ct.de](mailto:akr@ct.de)), Markus Montz ([mon@ct.de](mailto:mon@ct.de)), Peter Schmitz ([psz@ct.de](mailto:psz@ct.de)), Dr. Hans-Peter Schüller ([hps@ct.de](mailto:hps@ct.de)), Sylvester Tremmel ([syt@ct.de](mailto:syt@ct.de)), Andrea Trinkwalder ([atr@ct.de](mailto:atr@ct.de)), Dorothee Wiegand ([dwi@ct.de](mailto:dwi@ct.de)), Stefan Wischner ([swi@ct.de](mailto:swi@ct.de))

### Ressort Systeme & Sicherheit

**Leitender Redakteur:** Peter Siering ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de))

**Redaktion:** Mirko Dölle ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)), Liane M. Dubowy ([ldm@ct.de](mailto:ldm@ct.de)), Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), Thorsten Leemhuis ([thl@ct.de](mailto:thl@ct.de)), Jan Mahn ([jam@ct.de](mailto:jam@ct.de)), Pina Merkert ([pmk@ct.de](mailto:pmk@ct.de)), Dennis Schirmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Merlin Schumacher ([mils@ct.de](mailto:mils@ct.de)), Jan Schüller ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Keywan Tonekaboni ([ktm@ct.de](mailto:ktm@ct.de)), Axel Vahldiek ([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de))

### Ressort Hardware

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([ciw@ct.de](mailto:ciw@ct.de)), Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de)), Dušan Živadinović ([dz@ct.de](mailto:dz@ct.de))

**Redaktion:** Ernst Ahlers ([ea@ct.de](mailto:ea@ct.de)), Tim Gerber ([tig@ct.de](mailto:tig@ct.de)), Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)), Benjamin Kraft ([bkr@ct.de](mailto:bkr@ct.de)), Lutz Labs ([ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)), Andrijan Möcker ([amo@ct.de](mailto:amo@ct.de)), Florian Müssig ([mue@ct.de](mailto:mue@ct.de)), Rudolf Opitz ([rop@ct.de](mailto:rop@ct.de)), Carsten Spille ([csp@ct.de](mailto:csp@ct.de))

### Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@ct.de)), Jan-Keno Janssen ([jkj@ct.de](mailto:jkj@ct.de))

**Redaktion:** Robin Brand ([rbr@ct.de](mailto:rbr@ct.de)), Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de)), Ulrich Hilgefort ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)), Nico Jurrán ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), Michael Link ([mil@ct.de](mailto:mil@ct.de)), Urs Mansmann ([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)), Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de))

**c't online:** Ulrike Kuhlmann ([Ltg., uk@ct.de](mailto:Ltg., uk@ct.de))

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de))

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Redaktionsassistent:** Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbach ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistent:** Ralf Schneider ([Ltg., rs@ct.de](mailto:Ltg., rs@ct.de)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)), Denis Fröhlich ([dfr@ct.de](mailto:dfr@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)), Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([jno@ct.de](mailto:jno@ct.de)), Wolfram Tege ([te@ct.de](mailto:te@ct.de))

**Dokumentation:** Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))

**Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar,  
Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker ([lbe@ct.de](mailto:lbe@ct.de)), Detlef Borchers, Herbert Braun ([heb@ct.de](mailto:heb@ct.de)), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan ([bsc@ct.de](mailto:bsc@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

**DTP-Produktion:** Nicole Judith Hoehne (Ltg.), 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: [sq4lecqyx4izcpkp.onion](https://sq4lecqyx4izcpkp.onion)

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schröder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 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.

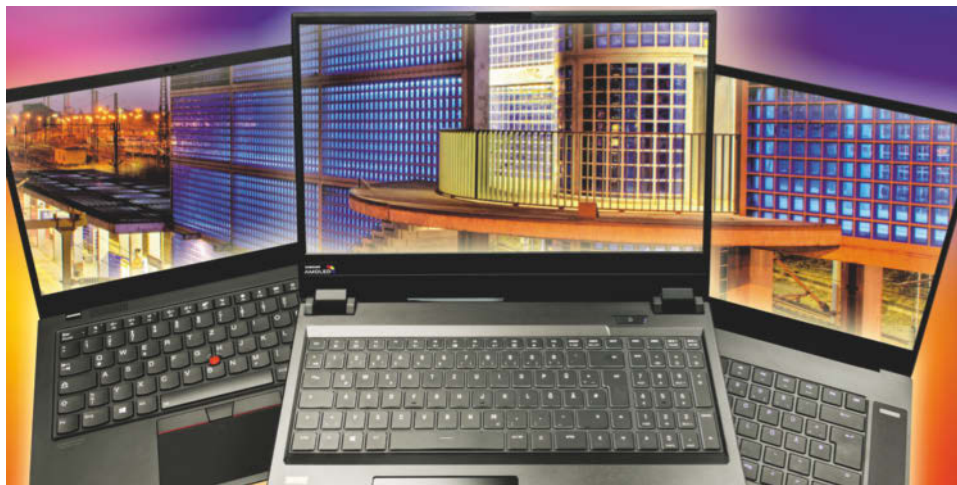
Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.  
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2019 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

# Vorschau 20/2019

Ab 14. September 2019 im Handel und auf ct.de



## Notebooks mit farbstarken Bildschirmen

Wer (semi-)professionell Bilder und Videos bearbeitet, braucht auch unterwegs ein Display, das mehr als nur den sRGB-Farbraum anzeigt. c't testet eine Handvoll hochklassig ausgestatteter Notebooks – darunter welche mit OLED-Bildschirmen.



## Assistent oder Spion?

Fast jeder dritte Deutsche benutzt bereits einen Sprachassistenten. Andere betrachten die digitalen Helfer indes als nutzloses Spielzeug oder halten sie für Wanzen. Was leisten Alexa, Google Assistant & Co. wirklich – und wie steht es um den Datenschutz?

## Online bezahlen

Online kaufen ist einfach: Warenkorb füllen, bezahlen, fertig. Doch wie unterscheiden sich die Bezahlarten und wer ist am Bezahlvorgang beteiligt? Und wie bekommt man im Streitfall sein Geld zurück? Wir nehmen Kreditkarte, PayPal & Co. unter die Lupe.

## Hörbuch-Apps

Die Popularität von Hörbüchern nimmt zu und damit auch die Auswahl an Hörbuch-Apps. Es muss nicht Amazon Audible sein, auch Anbieter wie Audioteka, BookBeat und Storytel oder die kostenfreien Dienste LibriVox und Vorleser.net versuchen, Nutzer für sich zu gewinnen.

## NTFS-Grundlagen

Das Windows-Dateisystem NTFS kann viel mehr, als nur Dateien in Ordnern zu speichern und den freien Platz auf der Platte zu verwalten. Mit dem Wissen um die eingebauten Funktionen wie Kompression, Verschlüsselung und Verlinkung speichern Sie Ihre Daten sicher, komfortabel und sparen Platz.

Noch mehr  
Heise-Know-how:



c't Admin jetzt im Handel  
und auf heise-shop.de



iX 9/2019 jetzt im Handel  
und auf heise-shop.de



c't Digitale Fotografie  
5/2019 jetzt 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 €.**



# be.SDx

Making the net work.

## Be flexible. Be yourself. With be.SDx.

be.SDx ist die Lösung, mit der Sie die Wünsche Ihrer Kunden in zukunftssichere Netzwerke verwandeln – effizient ausgerollt, flexibel gemanagt und immer auf dem neuesten Stand.

**Das Ergebnis: weniger Aufwand, besserer Service, neue Chancen.**

[www.bintec-elmeg.com](http://www.bintec-elmeg.com)



Eine Lösung von

**bintec elmeg**