



Mini-Notebook  
für Gamer

Software-Projekte: Passwort-Server, KVM-Switch, VPN-Dongle

# Der Raspi als Profi-Werkzeug



- Erstes Notebook mit Intel-GPU DG1
- Core-i-11000-CPUs gegen Ryzen 5000
- Dokumente rechtssicher verwalten
- CorelDraw Graphics Suite 2021



## 10 Office-Mäuse im Test

Der FarmBot sät, jätet und gießt

## Bausatz Garten-Roboter

Alternative App-Stores für Android

Programmiertipp: Inzidenz-Ampel

Videochats am großen TV

Gebrauchte Netzwerk-Hardware kaufen

Mobilfunkverträge für Geschäftskunden

€ 5,50

AT € 6,10 | LUX, BEL € 6,50

NL € 6,70 | IT, ES € 6,90

CHF 8.10 | DKK 60,00

Smartwatch und Handy: Sicherer als Karte?

# Bezahlen aus dem Handgelenk

Pay-Systeme von Apple, Google, Samsung, Garmin, Fitbit & Swatch





## ADAPT 100-Serie

Der perfekte Einstieg ins hybride Arbeiten

Die neue ADAPT 100-Serie wurde konzipiert und entwickelt, um den Anforderungen des hybriden Arbeitsplatzes von heute gerecht zu werden. Die nächste Generation des ADAPT 100 umfasst Varianten, die für Microsoft Teams zertifiziert und für UC optimiert sind. Das bedeutet, dass Sie über die spezielle Teams-Taste direkt in Microsoft Teams-Meetings mit hoher Audioqualität einsteigen können. Der diskrete Mikrofonarm des ADAPT 100 ermöglicht eine professionelle Gesprächsqualität, damit Sie an jedem Arbeitsort, ob im Büro oder zu Hause, am Ball bleiben. Die neu gestalteten Ohrpolster bieten großartigen Komfort und Geräuschdämpfung. Zusammen mit intelligenten Audiotechnologien erhalten Sie eine komfortable Audiolösung, die Ihre Produktivität und Leistung fördert.

Erfahren Sie mehr unter: [eposaudio.com/adapt100](http://eposaudio.com/adapt100)



## Newsletter: Kommen (nicht) an

Es gibt sie wieder: Newsletter, auf die ich warte. In letzter Zeit sprießen immer neue aus dem Boden, die Interessantes, Witziges oder sogar Nützliches zu bieten haben und die man genau deswegen bestellt. Nur: Übereifrige Spamfilter fangen viele davon schneller weg, als Fangschreckenkrebse bei der Jagd zuschlagen. Und so landen die Newsletter nicht in der Inbox.

Das ist anscheinend gottgegeben und nicht zu ändern, egal wie oft man dem Spamfilter auch beizubringen versucht, dass ein bestimmter Newsletter sogar noch ersehnter ist als die persönliche Einladungsmail der Schwiegereltern zum Grillen und bitte unbedingt immer in die Inbox soll. Vielleicht erstaunt, vielleicht routiniert desillusioniert stellt man fest: Spam-Algorithmen sind nicht intelligent, sondern strunzdumm und so flexibel wie Eisenbahnschienen – einmal gelernt ist halt gelernt.

Zugegeben, damals in der digitalen Steinzeit war das pauschale Verbarrikadieren des Postfachs vor Newslettern wohl begründet. Denn die meisten Nachrichtenbriefe brachten keine Neuigkeiten, sondern bloß steinalte RSS-Feeds, wiesen auf längst vergriffene Sonderangebote hin, priesen schlechte Deals an oder halfen als Clickbait den Traffic-Zahlen schlecht besuchter Websites auf die Beine.

Schon bald lernte daher jedes Spam-Plug-in, Newsletter von vornherein als Spam zu behandeln, sie also zu löschen oder in einen speziellen Ordner dafür zu verfrachten. Postfachanbieter machten es genauso, sofern es sich nicht um ihre eigenen Spam-Newsletter handelte.

Wenn es meinen Postboten einfiele, sich meine Post anzuschauen und auszusortieren, was ihrer Meinung nach unerwünscht ist, würde ich Zeter und Mordio schreien. Beim E-Mail-Anbieter dulde ich paradoxe Weise genau das. Aber nur, solange die Algorithmen richtig liegen. Während ich meine Newsletter von Hand aus dem Spamordner pulen muss, landen weiterhin zweifelhafte Angebote, westafrikanische Millionen betreffend in meiner Mailbox. Ist es denn wirklich so schwierig, Mails nicht mehr auszusieben, für die ich erkennbar Interesse gezeigt habe – solange ich vergleichbare öffne? Bei lokaler Filterung müsste man dafür nicht mal sein Leseverhalten offenlegen.



*Michael Link*

Michael Link

# TERRA MOBILE

# 1470T

Außergewöhnlich.  
Flach.  
Leistungsstark



## Bringen Sie Ihr Unternehmen auf den neuesten Stand: Mit Windows 10 Pro-Geräten.

Windows 10 Pro unterstützt die weltweit größte Auswahl an Geräten für Unternehmen führender Hersteller und schafft eine Reihe moderner Geräte, die garantiert den höchsten Standards in Bezug auf Leistung, Sicherheit, Design und Erfahrung entsprechen. Dank eines unvergleichlichen

Geräte-Ökosystems können Unternehmen aus einer breiten Auswahl an Geräten wählen. Mit Windows 10 Pro als Grundlage für Ihren modernen Arbeitsplatz erhalten Sie außerdem umfassende Sicherheit, Tools der Unternehmensklasse und eine flexible Verwaltung.

## ERHÄLTLICH BEI IHREM TERRA FACHHÄNDLER

IBN Gesellschaft für Systemtechnik mbH, **14478** Potsdam, Tel. 0331/888400 • Capeletti & Perl GmbH, **20097** Hamburg, Tel. 040/23622.0 • 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 • 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 • 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** Vierheim, Tel. 06204/607921 • KAISYS.IT GmbH, **72793** Pfullingen, Tel. 07121/145330 • 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 • Schwarz Computer Systeme GmbH, **92318** Neumarkt, Tel. 09181/48550 • K&L electronics GmbH, **95466** Weidenberg, 09278/98610-0 •



1920x1080 Non Glare Display  
35,6 cm (14")

RAM 8 GB

SSD 500 GB

LIGHT 1,11 kg

THIN 16,5 mm

DURABLE 20 Hours

#### TERRA MOBILE 1470T

- Intel® Core™ i5-1135G7 Prozessor [8 MB Cache, bis zu 4.20 GHz]
- Windows 10 Pro
- Intel® UHD Grafik

Artikel-Nr.: 1220701

1.069,-\*

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.

Dockingstation  
optional

#### TERRA Dockingstation USB-C

Die USB-C Dockingstation ermöglicht den Anschluss von Peripheriegeräten wie z.B. bis zu 2x Bildschirme, Netzwerk, Lautsprecher, Maus und Tastatur. Das TERRA MOBILE 1470T wird beim Betrieb über diese Dockingstation automatisch geladen.

Artikel-Nr.: 1480076

149,-\*

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.



\* 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 Mitnahmегарантie.

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.

# Inhalt c't 9/2021

## Titelthemen

### Der Raspi als Profi-Werkzeug

- 16 Günstig und flexibel** Raspi statt Spezialhardware
- 18 Passwort-Server** Raspi synchronisiert Passwörter
- 24 VPN-Router** Raspi tunnelt zum Arbeitsplatz
- 28 Fernwartung** Raspi als Netzwerk-KVM

### Bezahlen aus dem Handgelenk

- 58 Drahtloses Bezahlen** Hardware und Dienste
- 64 Einfach und sicher?** Bezahlen per App

### 10 Office-Mäuse im Test

- 88 Ergonomisch** Mäuse für den Büroeinsatz

### Bausatz Garten-Roboter

- 120 FarmBot fürs Hochbeet** Er sät, jätet und gießt
- 122 Tipps** für den Bau des FarmBot

## Aktuell

- 14 NetzDG-Reform** schränkt Meinungsfreiheit ein
- 32 Internet-Protokolle** Wie QUIC aufs Gas tritt
- 34 Netze** WLAN-Monitor, SPE-Ethernet-Switch
- 35 Windows** Bluescreen beim Drucken
- 36 Bit-Rauschen** Intel wird Auftragsfertiger
- 38 Displays** Ultradünne Gläser für Faltphones
- 39 Sensoren** Motorsteuerung, LoRaWAN-Kits
- 40 Smartphones** Handy mit Hasselblad-Kamera
- 41 Hardware** Wandlungsfähiges PC-Gehäuse
- 42 Internet** Medienkompetenz-Checker, Firefox 87
- 43 Bürossoftware** SoftMaker Office für Android
- 44 Forschung** Herzrhythmus-Monitor, Netter Roboter
- 45 Anwendungen** Salesforce mit KI, Homebanking
- 46 3D-Kartierung** Modellierung des Kölner Doms
- 48 Gnome** Schlüssigere Bedienung mit Version 40
- 50 Werbung** Zoff um Apples Privatsphärenschutz
- 51 Bluetooth** Version 5.2 nicht ohne Tücken
- 52 c't I/O** c't-Archiv 2020, c't als App
- 54 Web-Tipps** Geschenke, Schach, Sauerteig

## Test & Beratung

- 68 Mini-Notebook für Gamer**
- 70 Erstes Notebook mit Intel-GPU DG1**
- 72 Wi-Fi-6-Access-Point** DrayTek VigorAP 960C
- 72 Öko-Tastatur** Fujitsu KBPC PX Eco
- 74 Kabelloses Headset** Xbox Wireless Headset
- 74 Tab-Manager für Browser** Tile Tabs WE
- 76 Systemkameras** Nikon Z6II und Z7II
- 78 Bluetooth-Türschloss** Airbnb M300
- 78 Digitaler Bilderrahmen** DigiFrame 10X WiFi
- 80 CorelDraw Graphics Suite 2021**
- 82 Audiospieler für Kinder** Tigerbox
- 82 Ordner-Synchronisierer** Syncredible 7
- 84 Core-i-11000-CPUs gegen Ryzen 5000**
- 96 Mobilfunkverträge für Geschäftskunden**
- 102 Apple Watch** Nützliche Apps für den Alltag
- 106 Alternative App-Stores für Android**

### 16 Der Raspi als Profi-Werkzeug



Mit unseren Softwareprojekten macht sich der Raspberry Pi auch in Unternehmen und zu Hause nützlich. Zum Beispiel als Passwort-Server, als Router für VPNs oder als Netzwerk-KVM zur Fernwartung.

- 110 Dokumente rechtssicher verwalten**
- 116 Gebrauchte Netzwerk-Hardware kaufen**
- 166 Aufbaustrategiespiel** Endzone – A world apart
- 178 Bücher** Silicon Valley, Java-Kompendium

## Wissen

- 128 Zahlen, Daten, Fakten** Computer
- 130 Navigation** Kollaborativ Staus vermeiden
- 134 WiFi-Calling** Besser als klassische Telefonie?
- 138 WLAN** Wie Baustoffe Funkwellen dämpfen
- 144 Audio** Auro-3D und DTS:X gegen Dolby Atmos
- 148 Livestreaming** von Konzerten
- 168 Recht** Diffamierungen im Netz

## Praxis

- 152 Certificate Pinning** unter iOS 14
- 156 Videochats am großen TV**
- 160 Programmertipp: Inzidenz-Ampel**

## Immer in ct

- 3 Standpunkt** Newsletter: Kommen (nicht) an
- 8 Leserforum**
- 13 Schlagseite**
- 56 Vorsicht, Kunde** Vodafone ignoriert Widerruf
- 170 Tipps & Tricks**
- 174 FAQ** Signal
- 180 Story** Der mythische Monat (2)
- 189 Stellenmarkt**
- 192 Inserentenverzeichnis**
- 193 Impressum**
- 194 Vorschau 10/2021**

**ct Hardcore** ct Hardcore kennzeichnet im Heft besonders anspruchsvolle Artikel.

## 58 Bezahlung aus dem Handgelenk



Immer mehr Händler unterstützen das Bezahlen per Smartphone und Smartwatch. Pluspunkte sind Komfort, Hygiene und Sicherheit. Beim Datenschutz muss man aber gut hinschauen.

## 88 10 Office-Mäuse im Test



Eine Büromaus liegt gut in der Hand, funktioniert auf allen Oberflächen, lässt sich leicht klicken und hat Extraknöpfe, die viel Hin und Her ersparen. Ergonomische Exemplare mit und ohne Kabel gibts schon ab 10 Euro.

# Leserforum

## Vier Konten?

Standpunkt: *Banking, c't 8/2021, S. 3*

Ich habe auch Konten bei mehreren Banken. Aber nur auf meinem Girokonto passiert regelmäßig etwas. In den anderen Konten passiert außer Zinsauszahlungen nur etwas, wenn ich Geld ein- oder auszahle. Wenn man vier Konten bei verschiedenen Banken hat, die man regelmäßig checken muss, macht man IMHO etwas Grundsätzliches falsch.

notting

## Nachrichtensynchronisation

Sichere Messenger: WhatsApp und Alternativen im Test, c't 8/2021, S. 14

Ich nutze seit Januar Signal zu meiner Zufriedenheit und vermisste nur eine Synchronisation gelöschter Nachrichten zwischen Android- und Desktop-App – oder wenigstens eine Möglichkeit zur Mehrfachselektion zum Löschen in der Desktop-App, wie sie in der Android-App existiert. Nice to have wären zudem die aus WhatsApp bekannten Statusmeldungen/-fotos.

Uwe Preußner

## Auf Signal direkt Spam bekommen

Ich habe mich mal aufgemacht, zumindest schon mal einen Account bei Signal angelegt, vorgestern. Heute direkt eine Spam-Nachricht von einem angeblichen Amazon, ich hätte ein Smartphone gewonnen. Bei WhatsApp hatte ich noch nie Spam.

ThomasBo134

## Hitze und SSDs

Sechs SSDs mit PCIe 3.0 und 4.0 sowie TLC- und QLC-Speicher, c't 8/2021, S. 84

Im Januar hatte ich mir einen neuen Rechner zusammengebaut. Dabei hatte ich eine Adata XPG Gammix S70 1 TB gekauft und eingebaut. Bei dem Mainboard handelt es sich um ein Asus ROG Strix B550-E.

Beim B550-Chipsatz ist bekanntlich nur der direkt mit der CPU verbundene M.2-Steckplatz mit PCI 4.0 angebunden. Bei meinem Board liegt dieser zwischen CPU und der Grafikkarte. Das allerdings ist ein sehr warmes und windgeschütztes Plätzchen. CPU und Grafikkarte können schnell über 70 Grad heiß werden, vertragen das auch problemlos.

Das Problem für die SSD ist, dass diese die Wärme über den Kühlkörper aufnimmt. Ich hatte es mehrfach gemessen, meine SSD wurde schon ohne Last 65 Grad warm. Mit Last wurde die SSD dann auch sofort 70 Grad heiß und das ist für diese SSD zu viel und sie taktet runter. Das hilft aber nicht viel, weil die Wärme hauptsächlich von außen kommt. Zweimal kam es sogar zum Bluescreen. Fazit: Kühlkörper können auch kontraproduktiv sein. Und die Temperatur, bei der die SSD abriegelt, wird dann doch wieder interessant.

Konrad Meier

## Schmuck-Schlüsselanhänger

2FA-Generator Reiner SCT Authenticator, c't 8/2021, S. 82

Ich hatte mir das Gerät vor langer Zeit einmal angesehen, den Kauf aber wegen des Limits auf wenige Codes verworfen. Mit 60 Speicherplätzen ändert sich das und

ich habe bestellt. Das grundlegende Problem aber bleibt: Als Nutzer von 2FA ist man ein Exot, egal ob TOTP oder das weiterhin noch seltener FIDO2. Meinen FIDO2-Key würde ich noch nicht einmal mehr als Gadget, sondern eher als Schmuck-Schlüsselanhänger bezeichnen.

Solange selbst neuralgische Seiten wie Congstar, Telekom oder Vodafone mit verifizierten persönlichen Daten, Bankverbindungen und der Möglichkeit zum Identitätsdiebstahl via Ersatz-SIM-Bestellung nicht mitmachen, wird sich wohl nichts ändern.

Lars Kruse

## iPad-Inhalt am Mac anzeigen

Tipps & Tricks: *iPad in Videokonferenz am PC einbinden, c't 8/2021, S. 174*

Sie beschreiben, wie man den Desktop eines iPads per HDMI-USB-Grabber in einem Fenster auf einem PC anzeigt, um dieses wiederum in einer Videokonferenz zu teilen. Wer einen Mac (MacBook, iMac, Mac mini) besitzt, braucht aber gar keinen HDMI-USB-Adapter – da geht es mit dem normalen USB-Adapterkabel mit Lightning- oder USB-C-Anschluss fürs iPad. Die macOS-App Quick Time Player kann nämlich den Desktop des per USB-Kabel angeschlossenen iOS-Geräts anzeigen, um ihn in einer Online-Konferenz zu teilen.

Kay Pohlmann

## Einfach MS Office weglassen

Microsoft Office ohne Cloudspeicher und -dienste nutzen, c't 8/2021, S. 154

Bevor ich mir den „Sch...“ mit MS Office auf den Rechner antue, nutze ich lieber LibreOffice. Datenschutz ist so einfach.

Christian Scholz

## Beispiel Finnland

Der Online-Ausweis soll aufs Handy, die Justiz elektronischer werden, c't 7/2021, S. 28

Über die in dem Beitrag beschriebenen Aktivitäten kann man nur den Kopf schütteln.



# Shift happens.

**Wir erweitern Ihre Möglichkeiten.**



[www.cronon.net](http://www.cronon.net)

**Machen Sie jetzt den nächsten Schritt**

- Wir erleichtern Ihnen den Einstieg in die Container-Technologie.
- Wir entlasten Ihre IT-Teams mit flexiblen Cloud- und Managed Services.
- Wir ermöglichen effiziente Unternehmensprozesse, die auch mobil funktionieren.

Machen Sie mehr aus Ihrer IT. Wir machen es möglich: [shift@cronon.net](mailto:shift@cronon.net)

 **Cronon**

teln. Ist denn niemand in dieser Regierung willens und in der Lage, innerhalb der EU mal über den Zaun zu schauen, ob es nicht anderswo längst bessere, einfachere, fertige Lösungen gibt?

Beispiel Finnland: Dort sind alle Verwaltungsbereiche (Bürgerbüro, Sozialversicherung, Finanzamt, Gesundheitsvorsorge, Grundbuchamt etc.) selbstverständlich digital erreichbar. Online-Vor drucke und zugehörige Tutorials (!) stehen außer in den Landessprachen grundsätzlich auch in Englisch zur Verfügung.

Für alle derartigen Dienste braucht man keine eID, keine eSIM, noch nicht einmal zwingend ein Mobiltelefon. Ein Bankkonto mit den zugehörigen Credentials (2FA) genügt! Will man etwa den letzten Steuerbescheid sehen, wählt man aus einem Bouquet von zwölf größeren Banken/Bankverbünden die Hausbank, loggt sich ein und ist online mit dem Finanzamt verbunden. Einfach, sicher, DSGVO-konform und mit minimalen Kosten für den Staat.

Dr. Ernst Schmidt-Marttila 

## Prima auch fürs E-Bike

*E-Mobilität: Generatoren sollen Lücken in der Ladeinfrastruktur schließen, c't 8/2021, S. 46*

Mit Interesse habe ich von den vielen Vorteilen dieser dieselbetriebenen, mobilen Ladestation gelesen. Vielleicht könnten sie die Entwicklung einer „Mini-Scheuer-Box“ vorantreiben, die man in einen Kinderanhänger fürs E-Bike einbaut. So wären endlich auch Fahrradausflüge in Gegenden ohne Stromanschluss problemlos möglich.

Herzliche Grüße zum 1. April!

Rupert Etzbach 

## Motor im Laptop

Der Artikel erinnert mich an den Laptop, den Harald Schmidt in seiner Show vorgeführt hat. Dieser Laptop enthielt einen Generator, der von einem laut knattern den Modellbaumotor angetrieben wurde.

G. Peter 

## Solarstation mit Dieselgenerator

Diesmal war leider die Wirklichkeit der April-Satire voraus. Um mindestens drei



Bild: Martin Keppler

Die mobile Ladestation des 2018 insolvent gegangenen Unternehmens DC Solar Distribution wurde mit Solarpanels betrieben und hatte als Backup einen Biogenerator installiert.

Jahre, um genau zu sein. Es war 2018, irgendwo zwischen Goldfield und Las Vegas in Nevada, da war neben einer einsamen Tankstelle eine Ladestation auf einem Anhänger zu finden. Klar, auch die Teslas wollen ja schließlich nicht in der Wüste mit leerer Batterie liegenbleiben.

Die Aufschrift auf dem Hänger hat große Solarversprechen gemacht. Doch wie will man mit ein paar Quadratmetern Solarpanels auf dem Dach einen Tesla laden? Der Blick in den Anhänger hat dann die Erleuchtung gebracht: ein paar Akkus und ein fetter Dieselgenerator mit Tank und chromblitzendem Auspuff. So kann man natürlich auch eine Verkehrswende gestalten.

Martin Keppler 

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Threema in der Schweiz

*Sichere Messenger: WhatsApp und Alternativen im Test, c't 8/2021, S. 14*

Server-Standort für Threema ist nicht die EU, sondern die Schweiz.

### Podcaster können sich nicht ins Spotify-Empfehlungssystem einkaufen

*Wie der Kampf um Zuhörer und Werbeeinnahmen die Podcast-Landschaft verändert, c't 8/2021, S. 140*

Im Artikel steht, dass sich Podcasts in die Plätze der „Recommendation Engine“ von Spotify einkaufen könnten. Laut Spotify

steht diese Option jedoch nur für Musik-inhalte zur Verfügung.

### Schwärzen in PDFs

*PDF frisch vom Mac, PDF-Editoren für macOS, c't 7/2021, S. 110*

Anders als in der Tabelle angegeben schwärzt Qoppa PDF Studio auch per Suchfunktion, reguläre Ausdrücke inklusive. Das Vergleichen von Dokumenten ist ebenfalls möglich, allerdings nur per einfacher visuellen Überlagern zweier PDFs sowie einer synchronisierten Ansicht.

### Rainbow Tables vs. Wörterbuch-Attacken

*Security-Grundwissen: Hashfunktionen, c't 7/2021, S. 64*

Der Text zu „Salz und Argon“ spricht von Rainbow Tables, beschreibt aber Wörterbuch-Attacken. Eine ausführliche Beschreibung der verschiedenen Angriffs-techniken und deren Vor- und Nachteile findet sich unter [ct.de/ybkm](http://ct.de/ybkm).

**Angriffstechniken: [ct.de/ybkm](http://ct.de/ybkm)**

## Fragen zu Artikeln

 Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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



# UNSERE PREISE DER BESTE SCHUTZ VOR HOHEN KOSTEN

The best part of your project:  
[www.reichelt.de](http://www.reichelt.de)

Mit reichelt holen Sie mehr aus Ihrem Budget.

Dank effizienter, selbstentwickelter Logistik und IT und der Bündelung unsere Einkaufspower auf ausgesuchte Qualitätsprodukte, liefern wir Kleinstmengen zu Top-Preisen.

## Luftgüte überwachen – Hochwertiges CO<sub>2</sub>-Messgerät

Erfassung von CO<sub>2</sub>, Raumtemperatur und Raumluftfeuchte

Das CO<sub>2</sub>-Messgerät A37 erfasst das Raumklima und gibt dabei als Hauptmesswert den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Raumluft aus.

- Erfassung des CO<sub>2</sub>-Gehalts von 400 ppm bis 5000 ppm
- hochwertiger NDIR-Sensor
- Erfassung von Raumtemperatur und Raumluftfeuchte
- akustisch-optische Warnung bei Erreichen von Schwellwerten
- Raumluftqualitätsanzeige (IAR) mit Emoticons
- Displaybeleuchtung



### BESTSELLER

Bestell-Nr.:  
UT A37

99,00

REICHELT YOUTUBE KANAL MIT UNBOXINGS & HOW-TOs



LUFTGÜTE  
ÜBERWACHEN  
CO<sub>2</sub>-MESSGERÄT UT A37



Direkt reinschauen: [youtube.com/reichelt](https://youtube.com/reichelt)



AUSGABE 06 | 2021

DER NEUE  
IST DA!



- mehr als 110.000 Artikel aus Elektronik & IT
- über 1.900 Seiten
- mehr als 10.000 Neuheiten

Jetzt anfordern ►



■ Top Preis-Leistungs-Verhältnis

■ über 110.000 ausgesuchte Produkte

■ zuverlässige Lieferung – aus Deutschland in alle Welt

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

Bestellhotline: +49 (0)4422 955-333

 **reichelt**  
elektronik – The best part of your project

Es gelten die gesetzlichen Widerrufsregelungen. Alle angegebenen Preise in € inklusive der gesetzlichen MwSt., zzgl. Versandspesen für den gesamten Warenkorb. Es gelten ausschließlich unsere AGB (unter [www.reichelt.de/agb](http://www.reichelt.de/agb), im Katalog oder auf Anforderung). Abbildungen ähnlich. Druckfehler, Irrtümer und Preisänderungen vorbehalten. reichelt elektronik GmbH & Co. KG, Elektronikring 1, 26452 Sande, Tel.: +49 (0)4422 955-333

TAGESPREISE! Preisstand: 19. 3. 2021



~~vielleicht!~~ Könnte  
~~Sollte!~~ Würde!  
~~Hätte!~~

# LOS GEHT'S!

**04. Mai 2021**

**THEMEN-HIGHLIGHTS:**

- Veränderung beginnt im Kopf und Bauch – Impuls für den Umgang mit Veränderung
- Selbstreflektion – was ist das, wie geht das?
- Bewerbung: Im Jahr 2021 richtig bewerben
- Gehaltsspiegel IT – Was bin ich wert?
- Kostenloser Lebenslaufcheck



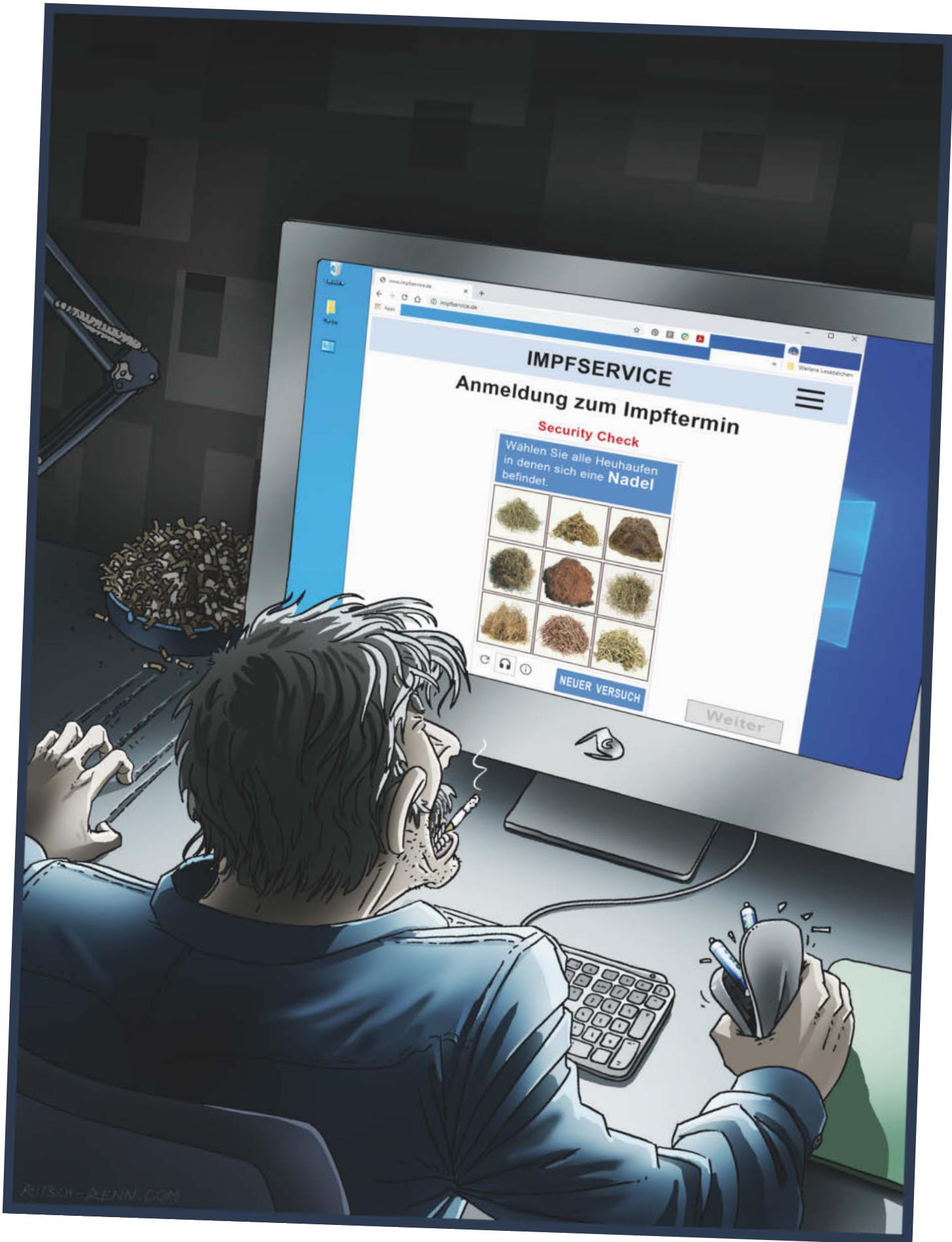
Virtuelle Ausstellung & Möglichkeit für **direkte Bewerbungsgespräche**



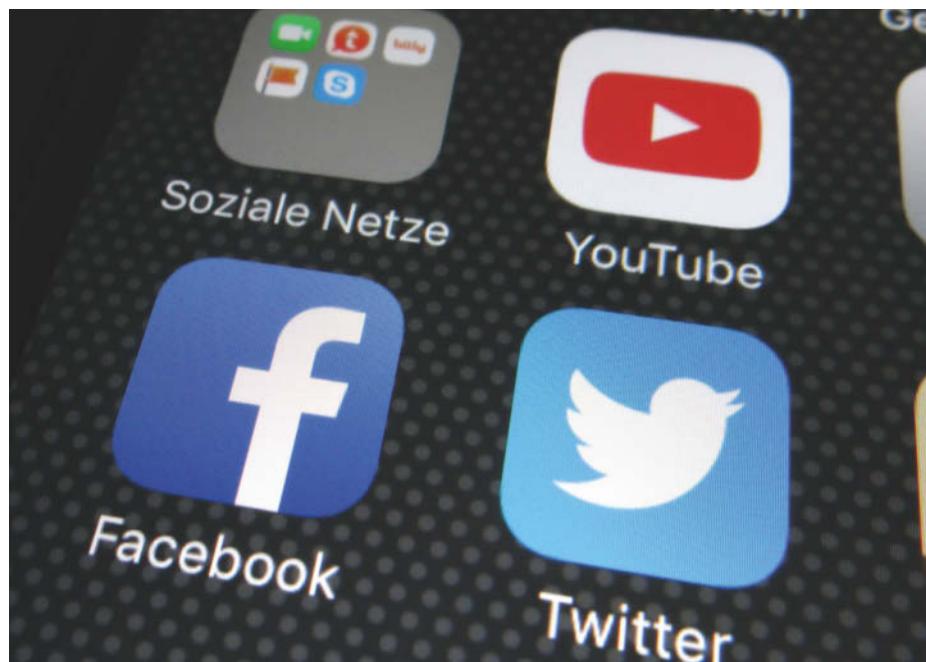
Registrieren Sie sich jetzt kostenlos!  
**[www.it-job-kompakt.de](http://www.it-job-kompakt.de)**

Organisiert von:

 **Heise Medien**



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



# Im Zweifel löschen

## Anti-Hass-Gesetz der Groko läuft laut Studie ins Leere

**Die GroKo verschärft ihren Kampf gegen Hass im Netz und schränkt Bürgerrechte weiter ein. Doch nun legt eine Studie den Schluss nah, dass die Maßnahmen nach hinten losgehen: Es werden weniger illegale Inhalte gelöscht als früher – und vermutlich auch mehr legale Postings censiert.**

Von Holger Bleich

Auf einige Ermittler im Bundeskriminalamt (BKA) wird demnächst eine Menge Mehrarbeit zukommen: Eine Flut von Meldungen zu rechtswidrigen Inhalten in sozialen Netzwerken dürfte in den nächsten Monaten losgetreten werden. Und das nicht etwa, weil Nutzer sensibler werden,

sondern weil die Bundesregierung Betreiber wie Facebook, Twitter oder YouTube dazu verpflichtet, jeden erkannten Rechtsverstoß der Strafverfolgung zuzuführen.

Die Große Koalition (GroKo) hat den Kampf gegen Hass und Hetze im Internet zu einem Schwerpunkt der im September endenden Legislatur postuliert: Statt auf eine europäische Lösung zu warten, preschte die Bundesregierung im Alleingang mit dem NetzDG vor, das seit 2018 in Kraft ist. Weil das wohl nicht genügte (dazu später mehr), ersann man im Bundesjustizministerium ein weiteres Maßnahmenpaket, das „Gesetz zur Bekämpfung des Rechtsextremismus und der Hasskriminalität“. Kern der neuen Regelung ist: Polizei und Justiz sollen Bestands- und Nutzungsdaten, die Unternehmen zu Bürgern verwahren, leichter abfragen können. Die Regierung fährt bürgerrechtliche Schutzzschranken damit weiter herunter [1].

Bei ihren Vorhaben reizte die GroKo den verfassungsrechtlichen Rahmen

immer weiter aus – bis sie ihn schließlich überschritt: Das im Juni 2020 verabschiedete Gesetz gegen Hasskriminalität war so offensichtlich verfassungswidrig, dass Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier seine Unterschrift verweigerte. Steinmeier verzögerte diesen formaljuristischen Akt mehrfach und forderte von der Regierung umfängliche Nachbesserungen – ein bislang einmaliger Vorgang.

### Reparaturgesetz

Was war geschehen? Bereits im Mai 2020 hat das Bundesverfassungsgericht klar gestellt, dass ihm die staatlichen Zugriffsmöglichkeiten auf persönliche Daten von Handy- und Internetnutzern zur Strafverfolgung und Terrorabwehr viel zu weit gehen (Az. I BvR 1873/13). Die Schranken zur sogenannten manuellen Bestandsdatenabfrage gemäß § 113 des Telekommunikationsgesetzes (TKG) seien zu niedrig und „verletzen die beschwerdeführenden Inhaber von Telefon- und Internetanschlüssen in ihren Grundrechten auf informationelle Selbstbestimmung sowie auf Wahrung des Telekommunikationsgeheimnisses“.

Da sich dieser Beschluss des Bundesverfassungsgerichts höchstwahrscheinlich auch auf die Datenherausgabe von sozialen Netzwerken übertragen lässt, kam unter anderem der wissenschaftliche Dienst des Bundestags zum Ergebnis, dass die geplanten Erleichterungen zur Bestandsdatenabfrage erst recht verfassungswidrig sein würden.

Auf Steinmeiers Forderung hin erarbeitete die GroKo das „Gesetz zur Anpassung der Regelungen über die Bestandsdatenauskunft an die Vorgaben aus der Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts vom 27. Mai 2020“. Nach einigen Querelen passte es am 26. März 2021 den Bundestag und den Bundesrat. Bundespräsident Steinmeier unterschrieb das Gesetz am 30. März, sodass es noch vor der Sommerpause wirksam werden dürfte – und damit auch das Gesetz „zur Bekämpfung des Rechtsextremismus und der Hasskriminalität“.

### 150.000 Verfahren pro Jahr

Die Abfragemöglichkeiten sind nun etwas eingeschränkt. Ermittlungsbehörden dürfen Nutzungsdaten wie Kommunikation und URL-Verläufe nur noch beim Verdacht von Straftaten oder schweren Ordnungswidrigkeiten von Telediensten einfordern. Die mit dem Anti-Hass-Gesetz verknüpfte Pflicht von Facebook, Twitter & Co. zur Weitergabe strafrechtlich relevanter In-

halte inklusive IP-Adressen und Portnummern an das BKA aber bleibt bestehen.

Die Bundesregierung rechnet laut Gesetzesbegründung mit mindestens 150.000 zusätzlichen Verfahren wegen Äußerungsdelikten in sozialen Netzwerken – pro Jahr. Allein das BKA erhält den Plänen zufolge extra hierfür 252 neue Mitarbeiter. Mehrere hundert zusätzliche Stellen seien außerdem für die Staatsanwaltschaften und Gerichte in den Bundesländern notwendig.

## Mehr als nötig

Während die Bundesregierung unablässig an Verschärfungen bastelt, gerät das bestehende NetzDG zunehmend in die Kritik. Dieses Gesetz schreibt unter anderem vor, dass Plattformen wie Facebook, YouTube und Twitter leicht zu findende Beschwerewege und ein funktionierendes Beschwerdemanagement haben müssen. Die Plattformen sollen von Nutzern als potenziell rechtswidrig gemeldete Beiträge innerhalb von 24 Stunden selbst prüfen und bei eindeutigen Rechtsverstößen löschen. Aufgrund der knappen Zeitvorgaben scheint eine sorgfältige juristische Prüfung und Abwägung mit der Meinungsfreiheit dabei kaum möglich.

So geht aus einer Studie der Hochschule für Technik, Wissenschaft und Kultur Leipzig (HTWK) hervor, dass das NetzDG dazu führt, dass die Betreiber der großen sozialen Netzwerke Facebook, Twitter und YouTube mehr löschen, als sie von Rechts wegen eigentlich müssten („Overblocking“). Im Gespräch mit c't stellte der Medienrechtler und Studienleiter Prof. Marc Liesching infrage, dass das NetzDG verfassungskonform ist.

Lieschings Team hatte die vom Bundesamt für Justiz (BfJ) beauftragten Monitoring-Berichte ausgewertet: Seit Anfang Januar 2019 hat das Unternehmen Intelligent Data Analytics GmbH & Co. KG gezielt nach rechtswidrigen Inhalten gesucht, diese den sozialen Netzwerken gemeldet und das daraufhin in Gang gesetzte Verfahren dokumentiert. Daraus waren bis Mitte 2020 drei Testberichte entstanden, die das BfJ der Studie zufolge 1,4 Millionen Euro gekostet haben.

Eigentlich wollte die Bundesregierung mit dem NetzDG erreichen, dass rechtswidrige Beiträge nach einer Meldung schneller und häufiger gelöscht werden. Laut Analysen des HTWK sank jedoch die durchschnittliche Löschquote von tatsächlich rechtswidrigen Inhalten auf Facebook, YouTube und Twitter im Vergleich zu den

von der Bundesregierung kommunizierten Zahlen von 2017. „Dass die Regulierungszwecke des NetzDG erreicht wurden, können die Testberichte damit nicht belegen“, konstatierte Liesching.

Das heißt aber nicht, dass in den sozialen Netzwerken weniger Beiträge gelöscht würden. Im Gegenteil: Laut ihrer eigenen Transparenzberichte löschen Facebook, YouTube und Twitter fragliche Inhalte hauptsächlich aufgrund von Verstößen gegen ihre Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB). Facebook entfernte allein im 2. Halbjahr 2020 im Bereich „Hassrede“ weltweit 49 Millionen Inhalte aufgrund von AGB-Verstößen – 95 Prozent davon, bevor Nutzer sie meldeten. Dem standen laut Analyse der HTWK insgesamt lediglich 154 Sperrungen gegenüber, die aufgrund von NetzDG-Beschwerden *und* wegen Verstößen gegen Strafrecht erfolgten.

## Meinungsfreiheit leidet

Es stellt sich angesichts dieser Auswertung die Frage, weshalb Bundesjustizministerin Christine Lambrecht unverdrossen von einem großen Erfolg des NetzDG spricht. Marc Liesching sieht stattdessen deutliche Indizien dafür, dass sich das Gesetz negativ auf die verfassungsrechtlich garantierte Meinungsfreiheit ausgewirkt hat: „Die vorrangige Prüfung und Löschung nach weit gefassten AGB-Normen lässt das NetzDG nicht nur größtenteils ins Leere laufen. Sie legt zudem nahe, dass auch Inhalte verschwinden, welche nach dem StGB nicht strafbar sind und auch in sonstiger Weise nicht gegen deutsches Recht verstößen.“

Unterdessen erweitert die GroKo das NetzDG unverdrossen mit einem Änderungsgesetz. In erster Linie geht es um ein verbindliches „Gegenvorstellungsverfahren“: Nutzer sozialer Netzwerke sollen Löschungen ihrer Beiträge anfechten können. Dies soll sich auch auf Beiträge beziehen, die nicht aus strafrechtlichen Gründen, sondern mit Bezug auf die AGB verschwinden. Die bereits beschlossene Ergänzung liegt derzeit der EU-Kommission zur Kenntnisnahme vor.

Medienrechtsexperte Liesching hält es jedoch für fraglich, dass sich die großen Plattformen dann noch nach restriktiveren Vorgaben einzelner „Empfängerstaaten“ wie Deutschland richten. Die meisten Betreiber sozialer Netzwerke haben ihren Sitz nämlich in Irland und betrachten aufgrund des Herkunftslandsprinzips die dort gültigen Gesetze als rechtlich bindend.

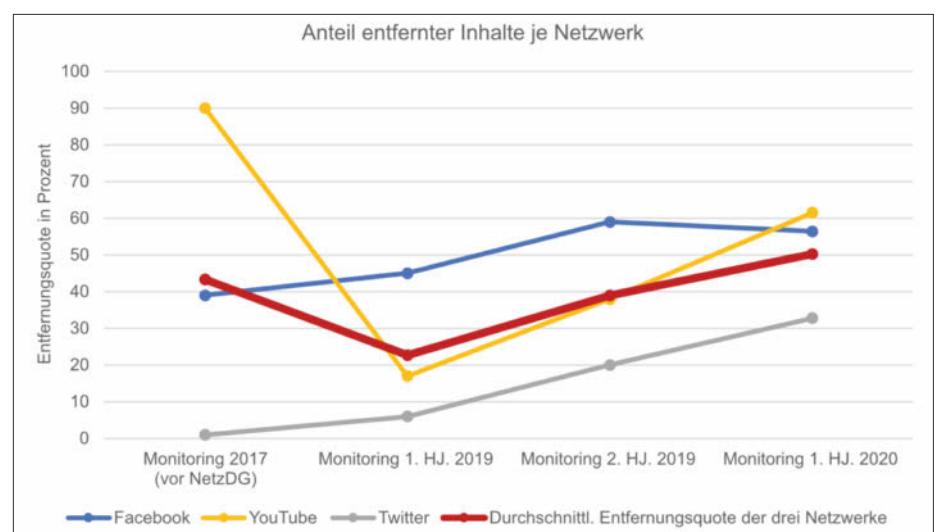
Laut Liesching könnten die aktuellen gesetzgeberischen Manöver bald zum Europäischen Gerichtshof (EuGH) führen „und dem Bundesjustizministerium einen ähnlichen Scherbenhaufen bescheren, wie ihn das Bundesverkehrsministerium nach der EuGH-Entscheidung zur PKW-Maut bis heute aufzukehren bemüht ist“.

(hob@ct.de) ct

## Studie zum NetzDG: [ct.de/ymne](http://ct.de/ymne)

### Literatur

- [1] Holger Bleich, Schlangenöl gegen den Hass, Warum ein neues GroKo-Gesetz die Meinungsfreiheit einschränken wird, c't 15/2020, S. 16



Nach Einführung des NetzDG 2017 sank der durchschnittliche prozentuale Anteil von eindeutig strafbaren Inhalten, die von Twitter, Facebook und YouTube nach einer Meldung tatsächlich fristgerecht gelöscht wurden.

# Kleine Kiste, großer Auftritt

Raspberry Pi für den Profi-Alltag



<b>Raspi statt Profi-Technik.....</b>	<b>Seite 16</b>
<b>Passworttresor ohne Cloud.....</b>	<b>Seite 18</b>
<b>VPN-Dongle im Selbstbau .....</b>	<b>Seite 24</b>
<b>Netzwerk-KVM .....</b>	<b>Seite 28</b>

# Als Bastelplattform hat der Raspi einen festen Platz nicht nur in den Herzen der Maker. Wer professionell in der IT arbeitet, lernt den Minicomputer schnell für besondere Angelegenheiten zu schätzen. Mal ersetzt er teure Profitechnik und mal erfüllt er Aufgaben, für die es keine fertigen Lösungen gibt.

Von Peter Siering

Die Liste der skurrilen Projekte aus der Makerszene rund um den Raspi ist lang: Witzig ist zum Beispiel eine Ausgabe der Lobbyistenaktivität in den USA über ein analoges Zeigerinstrument. Jüngst geriet ein Projekt in die Schlagzeilen, das einen Raspi per Laser Mücken eliminieren ließ. Sie finden diese und alle im Folgenden vorgestellten Projekte unter [ct.de/yexv](http://ct.de/yexv). Die in den folgenden Artikeln vorgestellten Projekte erfüllen höhere Ansprüche und sind ausgesprochen nützlich. Sie verwandeln den Minicomputer in ein Utensil für IT-Administratoren und -Enthusiasten. Dieser Artikel liefert Inspiration, was Sie mit Ihren Raspis noch anstellen könnten.

## Ad-hoc starten

Dass ein Raspi für ITler, Netzwerkbetreuer und PC-Enthusiasten attraktiv ist, liegt an folgenden Tatsachen: Er kostet wenig und reicht leistungsmäßig an einen PC von vor einigen Jahren heran. Je nach Version verbrät er trotzdem nur wenig Energie. Obendrein hat er viele Schnittstellen, um ihn mit anderen Geräten zu verbinden, zum Beispiel Temperatursensoren. Er eignet sich etwa als günstige Messsonde, die sich problemlos und sicher mit einem bestehenden Netzwerk verknüpfen lässt.

Hinzu kommt ein stabiles Linux-Betriebssystem, das eine Fülle von Standards unterstützt. Software sprudelt aus einem schier unerschöpflichen Vorrat. Die Dokumentation profitiert von fleißigen Communities. So genügt für die Inbetriebnahme gängiger Projekte für den Raspi eine SD-Speicherkarte mit der Lite Ausgabe von Raspberry Pi OS. Typischerweise übernehmen einfache Shell-Skripte die Regie beim Einrichten der oft anspruchsvollen Software-Stacks der Raspi-Projekte. Der Nutznießer ist der ITler, der binnen Minuten ein nützliches Gerät in der Hand

hält, zum Beispiel mit Pi-hole oder AdGuard. Sie filtern Werbung und Malware nicht nur für einen einzelnen PC, sondern auch für kleine Netze.

Im Windschatten anderer erfolgreicher Projekte wie zum Beispiel Nextcloud wachsen Ableger heran, die ihre Macher auf den Raspi-Betrieb anpassen. Das erleichtert nicht nur die Inbetriebnahme, sondern auch den dauerhaften Einsatz. Obendrein bringen solche Projekte oft Extras mit, die man sonst von Hand in eine selbst gepflegte Installation einbauen müsste. Meist sind die Projekte leicht im Internet zu finden: Hängen Sie einfach „pi“ vor oder hinter einschlägige Namen, wie bei Nextcloudpi oder PiVPN.

Eine weitere Quelle für nützliche Fertigsoftware für den Raspi erschließt sich der Einplatinencomputer über Container. Wenn erst mal Docker eingerichtet ist (die nötigen Schritte dazu erklärt am Beispiel Bitwarden der Artikel ab Seite 18), steht die gesamte Docker-Welt offen: Die E-Mail-Stacks Mailu und mailcow sind Beispiele für solche Docker-Umgebungen, die Raspis im Handumdrehen in einen vollwertigen E-Mail-Server verwandeln.

## Ausreizen

Für passionierte ITler liegt der Reiz des Raspi jenseits fertiger Projekte: Mit einer Minimalinstallation plus VPN-Client und SSH-Server schaffen sie sich vorübergehend ein Sprungbrett in fremde Netze. Sie werfen den Raspi dort ab. Der VPN-Client verbindet sich automatisch mit einer Gegenstelle unter Ihrer Kontrolle. Per SSH springen Sie dann ins fremde Netz.

Bei SSH führen mehrere Wege zum Ziel: Es kann einzelne TCP-Ports durch einen Tunnel weiterleiten. SSH kann aber als SOCKS-Proxy auch das fremde Netz zum Gateway für den lokalen Browser oder andere Dienste machen. Das ist sehr nützlich, wenn man dort Geräte warten soll und deren Webinterface nicht ins Internet öffnen möchte. Solcherlei Treiben

setzt freilich das Wissen und Einverständnis des Betreibers des fremden Netzes voraus. Das Projekt auf Seite 24 ist eine Variante dieser Idee.

Ein Raspi eignet sich als kleiner Server, wie openmediavault als Projekt für den NAS-Selbstbau zeigt. Der Kleincomputer kann aber auch Protokollbrücken für Dateidienste auf Basis von SMB, also Windows-Freigaben bilden. So kann er veralte, nur SMB1-taugliche Geräte gefahrlos an ein längst auf SMB2 umgestelltes Netz ankoppeln: Der Raspi spricht dabei in einem privaten Netz mit dem gefährdeten SMB1-Altgerät. Er reicht dessen Dateien schließlich per SMB2 oder 3 ins externe Netz weiter. Ins private Netz gerichtet arbeitet er als Server, ins externe Netz als Client.

Was Sie dazu tun müssen: Samba auf dem Raspi einrichten. Es über die Optionen `interfaces` und `bind interfaces only` im Abschnitt `[global]` der Konfigurationsdatei `smb.conf` nur auf dem Interface im privaten Netz lauschen lassen. Idealerweise schieben Sie diesen „Fake Server“ dem unsicheren Altgerät unter dem Namen unter, unter dem es seine Dateien bisher abgelegt hat. Dann brauchen Sie nur die Netzwerkkonfiguration des Altgerätes anzufassen. Im externen Netz mountet dann der Raspi das Zielverzeichnis per SMB.

Generell glänzt der Raspi im Netz: Mit WLAN- und Ethernet-Schnittstelle ausgerüstet kann er als Router zwischen Funk- und Drahtnetz vermitteln. Oder Sie lassen ihn als WLAN-Access-Point arbeiten, der eine Brücke zwischen den beiden Medien spannt. Seine Stärke dabei liegt nicht beim Durchsatz, sondern in den Filterfähigkeiten: Per Firewall lässt sich fein dosieren, was durchkommt. Ebenso fein lässt sich auch beobachten, was Geräte untereinander austauschen oder was ins Internet abfließt. Ein fertiges Projekt haben wir in c't 2/2020 dafür veröffentlicht, den c't-Raspion.

Richtig interessant wird es, wenn ein Projekt die Hardwarefähigkeiten des Raspi ausreizt. Das ab Seite 28 vorgestellte PiKVM bewerkstelligt das: Es spannt das Video-Capture-Modul für den Raspi ein, um einen Raspberry Pi 4 in einen IP-KVM-Switch zu verwandeln. Sie brauchen dann nur noch das Modul sowie den USB-Port mit einem beliebigen PC und dem Netzwerk zu verbinden. Schon können Sie den PC aus der Ferne bedienen, als säßen Sie davor. Cool, oder? (ps@ct.de) **ct**

**Erwähnte Projekte im Web, Einführungen in die Raspi-Welt aus c't: [ct.de/yexv](http://ct.de/yexv)**



Bild: Andreas Martini

# Geheimniskrämer

## Der Raspberry Pi als Passwort-Server

**Mit Bitwarden dient Ihnen der Raspberry Pi als Passwort-Tresor und -Server. Er synchronisiert Zugangsdaten zwischen mehreren Geräten, ohne Ihre Datenbank in fremde Hände zu geben.**

Von Niklas Dierking

**E**in neues Kundenkonto hier, ein Social-Media-Login da. Bei vielen Internetnutzern türmen sich Zugangsdaten zu Portalen und Diensten zu einem bedrohlichen Haufen auf. Bei jeder Registrierung ein einzigartiges und sicheres Passwort zu überlegen und jedes einzelne zu merken, das ist eine schier unlösbare Aufgabe. Passwortmanager versprechen

Abhilfe, aber sie hängen üblicherweise an der Cloud des Anbieters und synchronisieren die Passwortsammlung zwischen mehreren Geräten nur, wenn man einen monatlichen Obolus zahlt. Außerdem brauchen Nutzer ein hohes Maß an Vertrauen in den Betreiber: Der virtuelle Schlüsselbund liegt immerhin in einem fremden Schließfach.

Den Open-Source-Passwortmanager Bitwarden können Sie in Eigenregie hosten. Bitwarden besteht aus zwei Teilen: dem Server, der Passwörter verwaltet und bereitstellt, und den Clients, die sie abrufen. Das Community-Projekt Bitwarden\_RS hat eine schlankere Variante des offiziellen Bitwarden-Servers geschaffen, die das Bitwarden-API implementiert. Damit kann ein Raspberry Pi die Rolle des Passwort-Servers übernehmen und bleibt zu den offiziellen Bitwarden-Anwendungen kompatibel. Nach der Installation kön-

nen Sie mit mehreren Accounts über Bitwarden-Clients oder mittels Weboberfläche („Web-Vault“) auf den Server zugreifen. Die Lösung eignet sich damit auch für Familien, Freunde und kleine Teams.

Sie brauchen dazu mindestens einen Raspberry Pi 3. Ob Sie Raspberry Pi OS mit grafischer Oberfläche an einem Monitor mit Maus und Tastatur bedienen oder sich mittels SSH von einem anderen Gerät aufschalten, bleibt Ihnen überlassen. Für die Installation braucht es lediglich den Zugriff auf die Kommandozeile. Nach der Einrichtung können Sie Bitwarden mit einem Web-Browser von einem beliebigen Gerät aus konfigurieren. Die Weboberfläche enthält eine Web-App („Vault“), in der Nutzer ihren Account verwalten, und stellt Werkzeuge zur Administration über ein Admin-Panel bereit. Die Entwickler von Bitwarden\_RS empfehlen, den Server als Docker-Container aufzusetzen. Diese

Lösung hat den Vorteil, dass der Passwortmanager anderen Diensten auf dem Raspi nicht in die Quere kommt.

Als Zutaten für eine solche Installation haben sich die folgenden Komponenten bewährt: Ein Reverse-Proxy ist der bequemste Weg, die Weboberfläche und das API verschlüsselt ins Web zu bekommen. Der Proxy nimmt Anfragen entgegen und liefert die Daten über eine HTTPS-Seite aus. In den nachfolgenden Beispielen wird angenommen, dass die TCP-Ports 80 und 443 des Raspi nicht bereits belegt sind. Für diesen Zweck eignet sich der containerisierte Edge-Router Traefik, der sich die nötigen TLS-Zertifikate selbst sorgt und automatisch erneuert.

Docker-Compose erspart lange `docker run`-Befehle. Die Konfigurationen der Container sind dabei in einer Compose-Datei zusammengefasst, die durch eine `.env`-Datei mit Umgebungsvariablen ergänzt wird. Beispieldateien stellen wir in einem GitHub-Repository zur Verfügung, das Sie über [ct.de/y243](https://ct.de/y243) einsehen können.

Damit Browser und Clients den Raspi ansteuern können, benötigen Sie einen festen Hostnamen, der auf die WAN-IPv4-Adresse des Routers verweist. Hier hilft ein DynDNS-Dienst. Dieser leitet Anfragen, die beim konfigurierten DynDNS-Hostnamen eingehen, an die jeweils aktuelle WAN-IPv4-Adresse des Routers weiter. Eine Anleitung für den kostenlosen DynDNS-Anbieter FreeDNS finden Sie online im Artikel „Mit DDNS auf's Heimnetzwerk zugreifen“ ([ct.de/y243](https://ct.de/y243)). Sie haben die Wahl, welchen DynDNS-Dienst Sie verwenden. In dieser Anleitung dient die Adresse `bitwarden.example.com` als Beispiel.

## Raspberry Pi OS vorbereiten

Im ersten Schritt bringen Sie das System auf den neuesten Stand und installieren mit einem Skript die Docker-Engine für die Container-Laufzeitumgebung. Wenn es sich um ein frisches System handelt, dann starten Sie den Raspi nach dem Einspielen der Updates neu, bevor Sie Docker installieren.

```
sudo apt update
sudo apt upgrade
sudo reboot
curl -fsSL https://get.docker.com \
-o get-docker.sh
sudo sh get-docker.sh
```

Falls auf Ihrem System die Apache2-Utilities und das Versionsverwaltungs-

werkzeug Git nicht vorhanden sind, dann installieren Sie die Pakete ebenfalls.

```
sudo apt install apache2-utils
sudo apt install git
```

Docker-Compose beziehen Sie am besten aus dem Python-Paketmanager „pip“.

```
sudo apt install python3-pip
sudo pip3 install docker-compose
```

Eine Einführung in die Funktionsweise von Docker-Compose finden Sie im Artikel „Container-Komponist“ [1]. Um mit dem Docker-Daemon zu interagieren, brauchen Sie Systemverwalterrechte. Wenn Sie Docker-Befehle ohne vorangestelltes `sudo` verwenden möchten, müssen Sie den Benutzer „pi“ zur Gruppe „docker“ hinzufügen und sich erneut einloggen. Falls nicht bereits geschehen, sollten Sie spätestens jetzt das Standardpasswort des Benutzers „pi“ ändern.

```
sudo usermod -aG docker pi
passwd
```

Die nötige Software ist jetzt installiert und Docker einsatzbereit. Bevor es jedoch an das Einrichten der Container geht, muss sichergestellt werden, dass der Raspi- und

damit Weboberfläche sowie API – auch aus dem Internet erreichbar ist.

## Netzwerkverkehr dirigieren

Damit Anfragen zuverlässig beim Raspi und nicht bei einem anderen Netzwerkgerät landen, sollte eine feste IP-Adresse vergeben werden. Diese tragen Sie für das aktive Netzwerk-Interface mit einem Texteditor in der Datei `/etc/dhcpcd.conf` ein. Wenn der Raspi via Ethernet mit dem Netzwerk verbunden ist, dann wählen Sie das Interface `eth0` (bei WLAN entsprechend `wlan0`). Passen Sie in der Datei die folgenden vier Zeilen an Ihr lokales Netzwerk an, etwa so:

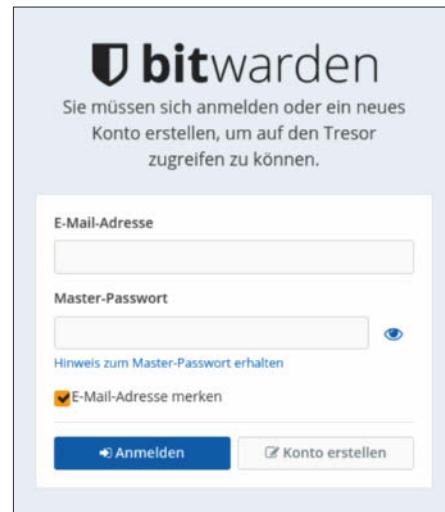
```
interface eth0
static ip_address=192.168.0.184/24
static routers=192.168.0.1
static domain_name_servers=192.168.0.1
```

Starten Sie das System mit `sudo reboot` im Anschluss neu, damit die Änderungen wirksam werden. Richten Sie nun im Web-Interface Ihres Routers eine Portfreigabe (Port-Forwarding) ein. Anfragen von außen, die an TCP-Port 80 oder 443 eingehen, sollen an den Raspi durchgereicht werden und beim Reverse-Proxy Traefik landen. Als Protokoll wählen Sie TCP und tragen Port 80 ein. Der Name, der für den Dienst vergeben wird, ist beliebig. Den gleichen Vorgang wiederholen Sie für den Port 443.

Damit der DynDNS-Dienst Ihrer Wahl in der Lage ist, auf die aktuelle WAN-IPv4-Adresse des Routers zu verweisen, benötigt er einen Gegenpart, der ihn mit dieser Information versorgt. Diese Aufgabe können die meisten modernen Router übernehmen. Die Konfiguration erledigen Sie ebenfalls im Webinterface des Routers. Wählen Sie im entsprechenden Menü den Anbieter aus und tragen Sie die abgefragten Daten, meist Login-Informationen und eine Update-URL, in die Maske ein. Wird Ihr DynDNS-Anbieter nicht gelistet, dann setzen Sie einen benutzerdefinierten Eintrag.

## Transportverschlüsselung dank Traefik

Nach diesen Vorbereitungen geht es nun an die Container-Architektur. Als Speicherort für Container-Konfigurationen und Compose-Files auf dem Linux-Dateisystem hat sich das Verzeichnis `/srv` bewährt. Wenn Sie dort Dateien (be)schreiben wollen, müssen Sie mit `sudo` arbeiten oder sich Systemverwalterrechte einräumen. Klonen



**Der Login-Bildschirm der Bitwarden-Weboberfläche („Web-Vault“). Nach der Installation von Bitwarden\_RS genügt beispielsweise ein Browser, um jederzeit Zugriff auf Ihre Passwörter zu haben. Um den Passwortmanager zu benutzen, sind keine Spezialkenntnisse mehr nötig.**

Sie das GitHub-Repository nach /srv und wechseln Sie danach in den Ordner.

```
sudo git clone \
https://github.com/ndi-ct/raspi-pwm \
/srv/raspi-pwm
cd /srv/raspi-pwm
```

Als Container-Blaupause steht im heruntergeladenen Repository eine YAML-Datei bereit. Die schreibt fest, welche Container-Images aus dem Docker Hub geladen werden und wie diese konfiguriert sind. Umgebungsvariablen sind in die zugehörige .env-Datei ausgelagert. Diese wird standardmäßig nicht angezeigt. Bei Bedarf verschaffen Sie sich mit ls -a einen Überblick. Der Reverse-Proxy benötigt darüber hinaus noch die Dateien traefik.toml und dynamic.yml, die Anweisungen zur Beschaffung von Zertifikaten und zur Regelung des Netzwerkverkehrs geben. Diese finden Sie im Ordner config-files.

Öffnen Sie traefik.toml mit dem Texteditor Ihrer Wahl und tragen Sie in der Zeile email = "mail@example.com" eine gültige Mail-Adresse ein (die Anführungszeichen bleiben bestehen). An diese Adresse sendet Let's Encrypt Warnungen, falls es Probleme mit dem erteilten Zertifikat gibt. Traefik legt die Zertifikate, die es automatisiert mittels ACME-Protokoll besorgt, in der Datei acme.json ab. Diese darf nur für Root lesbar sein. Erstellen Sie im Ordner config-files eine leere Datei mit dem Namen acme.json und passen Sie die Rechte an.

```
sudo touch acme.json
sudo chmod 600 acme.json
```

Danach legen Sie ein virtuelles Netzwerk für den Reverse-Proxy an.

```
sudo docker network create \
traefik_reverse_proxy
```

## Tresor aufstellen

Wechseln Sie jetzt in das Verzeichnis /srv/raspi-pwm. Um sich einen Überblick über den Container-Aufbau zu verschaffen, können Sie sich den Inhalt des Compose-File ausgeben lassen:

```
cat docker-compose.yaml
```

Die Images „bitwarden\_rs/server“ und „traefik“ sind mit Versionsnummern versehen, um Ihnen unschöne Überraschungen zu ersparen. Ohne dieses Tag lädt Do-

cker stets das neueste Image vom Docker Hub herunter. Das kann dazu führen, dass der Container plötzlich nicht mehr startet, weil die neue Version Änderungen an den Konfigurationsdateien erfordert. Prüfen Sie regelmäßig, ob für Ihre Images (Sicherheits-)Updates vorliegen. Wenn das der Fall ist, dann ersetzen Sie das ausgediente Image durch ein neueres. Die verwendeten Images haben wir unter ct.de/y243 verlinkt.

Der Parameter restart: unless-stopped sorgt dafür, dass die Container auch nach einem Neustart des Raspi wieder anlaufen, es sei denn, Sie haben zuvor einen Container manuell gestoppt. Der volumes-Abschnitt legt fest, wo der Bitwarden-Container persistente Daten speichert:

```
volumes:
  - /var/docker/bitwarden:/data
```

Das Verzeichnis /data im Container-Dateisystem entspricht /var/docker/bitwarden im Host-Dateisystem. Hier liegt auch die SQLite-Datenbankdatei db.sqlite3. Sie sollten das Verzeichnis /var/docker/bitwarden regelmäßig sichern.

Im Compose-File finden Sie die Variablen \${BITWARDEN\_URL}, \${WEBSOCKET\_ENABLED} und \${ADMIN\_TOKEN}. Die Werte holt Docker-Compose sich aus der .env-Datei. Öffnen Sie die Datei mit einem Texteditor.

```
BITWARDEN_URL=bitwarden.example.com
WEBSOCKET_ENABLED=true
ADMIN_TOKEN=
```

Tragen Sie hinter BITWARDEN\_URL= Ihre DynDNS-Adresse ein. Die Adresse wird als Host an Traefik übergeben. Der Eintrag WEBSOCKET\_ENABLED=true sorgt dafür, dass Passwörter und andere Einträge im Vault bei jeder Änderung synchronisiert werden, sofern der entsprechende Client dies unterstützt („Live-Sync“). Wir empfehlen, Bitwarden\_RS über den Admin-Bereich der Weboberfläche zu konfigurieren. Zum Aktivieren des Admin-Panel setzen Sie hinter ADMIN\_TOKEN= ein Token ein. Erzeugen Sie dazu auf der Kommandozeile einen langen String mit folgendem Befehl.

```
openssl rand -base64 48 | tr -d /=
```

Mit dem eingetragenen Token können Sie sich später im Admin-Panel der Weboberfläche authentifizieren. Es steht Ihnen frei, die Einstellungen, die das Admin-Panel bietet, manuell vorzunehmen, indem Sie in der .env-Datei weitere Umgebungsvariablen setzen und diese in der Datei docker-compose.yaml referenzieren. Die Entwickler von Bitwarden\_RS stellen im GitHub-Wiki des Projektes eine umfangreiche Beispieldatei zur Verfügung, die Sie über ct.de/y243 finden. Löschen Sie in diesem Fall die Zeile ADMIN\_TOKEN= in der .env-Datei und die zugehörige Referenz aus dem Compose-File.

In unserem Beispiel haben wir das Admin-Panel zusätzlich mit einer Basis-authentifizierung, bestehend aus User-

The screenshot shows the Bitwarden Vault interface. At the top, there are tabs for 'Mein Tresor', 'Werkzeuge', and 'Einstellungen'. The main area is titled 'Mein Tresor' and lists various items with checkboxes and icons. The items listed are GitHub, GitLab, heise online, Jitsi, Mastodon, Mattermost, Nextcloud, and Twitter. To the right of the list is an 'ORGANISATIONEN' section with a list containing 'ct' and a button for 'Neue Organisation'. At the bottom left is a copyright notice: '© 2021, Bitwarden Inc.' and at the bottom right is the version 'Version 2.18.1'.

**Willkommen im Vault: In der Web-App können Sie Ihre Passwörter verwalten und Einstellungen vornehmen, beispielsweise Zwei-Faktor-Authentifizierung aktivieren.**

name und Passwort, abgesichert. Dazu dient eine Middleware des Reverse-Proxy Traefik, die bereits in der Compose-Datei angelegt ist. Wer im Browser bitwarden.example.com/admin ansteuert, muss zunächst die Login-Daten eingeben, um die Seite zu sehen und kann sich erst im zweiten Schritt mit dem Token als Admin authentifizieren. Die nötigen Zugangsdaten erzeugen Sie mit folgendem Befehl:

```
htpasswd -nb user password\
| sed -e s/\\$/\\\$\\$/g
```

Dieser Befehl erzeugt das Zugangsdaten-Paar „user:password“, wobei „password“ als Hash ausgegeben wird. Ersetzen Sie „user“ und „password“ durch sichere Zugangsdaten. Öffnen Sie dann die Datei docker-compose.yaml mit einem Texteditor und ersetzen Sie in der folgenden Zeile „user:password“ durch die Ausgabe des Befehls.

```
- "traefik.http.middlewares.admin-j
  &auth.basicauth.users=user:password"
```

Speichern Sie im Anschluss die Datei docker-compose.yaml und starten Sie die beiden Container:

```
sudo docker-compose up -d
```

Docker lädt nun zunächst die Images aus der Container-Registry. Der Reverse-Proxy kümmert sich um das Zertifikat von Let's Encrypt und liefert Web-Vault und Admin-Panel von Bitwarden über die konfigurierte DynDNS-Adresse aus. Geben Sie den Containern dabei etwas Zeit zum Starten. Auf einem Raspberry Pi 4 mit 4 GByte Arbeitsspeicher nimmt der erste Startvorgang einige Minuten in Anspruch. Den Status der Container können Sie mit dem Befehl docker ps einsehen. Sobald der Bitwarden-Container den Status „up x minutes (healthy)“ ausgibt, können Sie das Web-Vault in einem Browser unter der Adresse bitwarden.example.com aufrufen. Für das Admin-Panel hängen Sie /admin an die URL an. Sollte Ihnen irgendwo ein Fehler unterlaufen sein, dann hilft der Befehl docker

logs gefolgt vom Namen des Containers bei der Diagnose.

### Tresortür abschließen

Registrieren Sie einen neuen Nutzer und vergeben Sie dabei ein sicheres Master-Passwort. Jetzt können Sie sich in das Web-Vault einloggen und Ihr Nutzerkonto einrichten. Wer zuvor einen anderen Passwortmanager genutzt hat, findet sich hier schnell zurecht. Die Kategorie „Mein Tresor“ listet Einträge wie gespeicherte Anmeldedaten und sichere Notizen auf. Diese können Sie als Favoriten markieren oder in Ordner sortieren. In „Werkzeuge“ finden Sie einen Passwortgenerator, Berichte über schwache oder kompromittierte Passwörter und die Funktionen zum Importieren und Exportieren von Passwort-Sammlungen. Bitwarden beherrscht die meisten geläufigen Formate (.csv, .json, .xml, .txt). Hier können Sie auch die eigene Passwortdatenbank exportieren. Wählen Sie dabei vorzugsweise das Format „.json (encrypted)“, sonst exportiert Bitwarden die Zugangsdaten im Klartext.

# PocketBook



## E-Reading - jetzt groß und in Farbe

- Blendfreier 7,8 Zoll E Ink Kaleido™ Plus Color-Touchscreen
- Beleuchteter Bildschirm für komfortables Lesen zu jeder Tageszeit
- Bluetooth zur kabellosen Nutzung der Audiofunktionen



**NEU AUF DEM MARKT!** Beim Kauf eines **InkPad Color** Kombi-Angebotes in unserem Onlineshop erhältst du vom **10.04. bis 23.04.2021** einen Rabatt von **15 %**. Bitte nutze dafür den Gutscheincode **CT09-2021**. Dieses Angebot gilt, solange der Vorrat reicht.



**NEU**  
mit 7,8" Farb-  
Display

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

The screenshot shows the Bitwarden\_RS Admin interface with the 'General settings' tab selected. It includes fields for Domain URL (https://bitwarden.example.com), HIBP API Key, attachment limits, and various configuration options like 'Allow new signups' and 'Require email verification on signups'. A note at the top states: 'NOTE: The settings here override the environment variables. Once saved, it's recommended to stop setting them to avoid confusion. This does not apply to the read-only section, which can only be set through the environment.'

**Das Admin-Panel ist die Schaltzentrale von Bitwarden\_RS. Hier haben Sie Zugriff auf wichtige Einstellungen und können die Nutzer verwalten.**

Sie sollten für den Login unbedingt einen zweiten Faktor verlangen. Andernfalls könnte es Angreifern potenziell gelingen, sich mit Brute-Force-Angriffen Zugriff auf Ihre Passwortdatenbank zu verschaffen. Die nötigen Handgriffe nehmen Sie in den Einstellungen im Untermenü „Zwei-Faktor-Authentifizierung“ vor. Bitwarden\_RS bietet Zwei-Faktor-Authentifizierung mittels 2FA-Apps wie Authy, Duo oder Microsoft Authenticator, via E-Mail und mit FIDO-kompatiblen Hardware-Sicherheitsschlüsseln an.

Sobald ein zweiter Faktor eingerichtet ist, können Sie im Menü „Zwei-Faktor-Authentifizierung“ einen Wiederherstellungsschlüssel anzeigen lassen. Falls Sie beispielsweise Ihr Mobiltelefon und damit Zugriff auf den zweiten Faktor verlieren, ist der Wiederherstellungsschlüssel die letzte Möglichkeit, erneut Zugang zum Vault zu bekommen. Notieren Sie den Schlüssel und verwahren Sie ihn an einem sicheren Ort. Tritt das Szenario ein, dann rufen Sie im Browser die Adresse bitwarden.example.com/#/recover-2fa/ auf und folgen Sie den Anweisungen. Wenn Sie direkt mehrere Methoden zur Zwei-Faktor-Authentifizierung einrichten, dann kommen Sie erst gar nicht in diese Situation.

Aktuell kann noch jede Person, die die URL Ihrer Bitwarden-Instanz kennt, ein Konto anlegen. Wer also keinen Gratis-Passwortmanager ins Internet hängen möchte, tut gut daran, neue Registrierungen zu deaktivieren. Rufen Sie das Admin-

Panel im Browser unter der Adresse bitwarden.example.com/admin auf. Wir empfehlen, im Admin-Panel einige Einstellungen vorzunehmen, um die Angriffsfläche Ihres Passwort-Servers zu verringern.

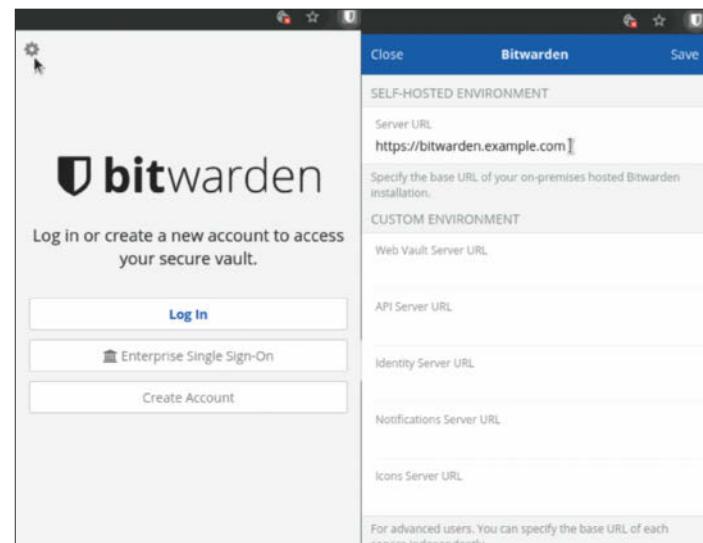
Im Bereich „General“ müssen Sie den korrekten Wert im Feld „Domain URL“ eintragen, damit automatisch versandte Mails die richtigen Links enthalten. Verbieten Sie Registrierungen auf der Hauptseite, indem Sie den Haken beim Eintrag „Allow new signups“ entfernen. Die Schaltfläche und das Eingabeformular zum Registrieren bleiben zwar weiterhin sichtbar, Registrierungen sind aber nicht mehr möglich. Im Bereich „SMTP Email Settings“

sollten Sie einen SMTP-Postausgangs- server konfigurieren, damit Bitwarden Mails verschicken kann, etwa, um Accounts zu verifizieren oder zu informieren, falls eine Anmeldung in Ihrem Account von einem zuvor unbekannten Gerät erfolgt ist. Im Admin-Panel können Sie auch dann weitere Nutzer via Mail einladen, wenn die Registrierung auf der Hauptseite deaktiviert ist. Teilen Sie den Passwort-Server beispielsweise mit Freunden, sollten Sie darüber nachdenken, ihnen zu verbieten, weitere Nutzer einzuladen. Dazu entfernen Sie den Haken bei „Allow Invitations“ im Bereich „General“.

Wem das nicht genügt, der deaktiviert das Web-Vault mit der Umgebungsvariable `WEB_VAULT_ENABLED=false` oder betreibt Bitwarden\_RS ausschließlich im Heimnetz mit selbsterzeugten Zertifikaten. Um dann trotzdem von unterwegs auf den Passwort-Server zuzugreifen, müssten Sie sich mit einer VPN-Lösung behelfen. Die Entwickler raten davon ab, die integrierte Methode `ROCKET_TLS` für HTTPS zu nutzen. Stattdessen empfehlen sie, private Instanzen mit dem Reverse-Proxy Caddy und Let's-Encrypt-Zertifikaten abzusichern. Eine Anleitung für das nicht ganz triviale Verfahren steht auf GitHub im Wiki des Projekts zur Verfügung, das wir unter [ct.de/y243](https://github.com/ctde/y243) verlinkt haben.

## Die Tresorhimbeere nutzen

Der Raspi-Passwort-Server ist jetzt einsatzbereit. Bitwarden\_RS bietet viele Features, die für gewöhnlich einen Bitwarden-Premium-Account voraussetzen. Einige Funktionen fehlen jedoch, etwa Live-



Sync und Push-Benachrichtigungen in iOS und Android, Single-Sign-On oder Notfall-Vollmachten (Emergency Access). Welche Unterschiede zum offiziellen Bitwarden-Server bestehen, haben die Entwickler im Wiki des Projekts in einer Liste festgehalten, die Sie in der Linkssammlung unter [ct.de/y243](http://ct.de/y243) abrufen können.

Sie können zum Speichern, Verwalten und Synchronisieren von Passwörtern neben dem Web-Vault auch die Bitwarden-Browser-Erweiterungen sowie die Apps für Android und iOS nutzen. Auch Desktop-Clients für Windows, Linux, macOS und sogar Tools für die Kommandozeile sind verfügbar. Eine vollständige Liste aller Clients finden Sie auf der offiziellen Bitwarden-Website, die wir unter [ct.de/y243](http://ct.de/y243) verlinkt haben. Damit die Anwendungen mit der Server-API auf dem Raspi kommunizieren können, müssen Sie die URL Ihrer Bitwarden-Instanz eintragen. Das zuständige Menü verbirgt sich hinter dem Zahnrad in der linken oberen Ecke des Anmeldefensters.

Doch Vorsicht: Die Schaltfläche „abmelden“ in den Clients ist irreführend und bedeutet „vom Server abmelden“. Wenn Sie sich vollständig abmelden und die Server-API nicht erreichbar ist, dann verweigert Bitwarden einen neuen Login. Um sich dann erneut anzumelden, muss eine Verbindung zum Server bestehen. Wählen Sie darum stets die Option „Jetzt sperren“, um Ihr Nutzerkonto zu sperren, es sei denn, Sie beabsichtigen, das Nutzerkonto zu wechseln oder den Client an einem anderen Server anzumelden.

Sie können jetzt mit Bitwarden loslegen und den Passwort-Tresor befüllen. Wenn Sie zukünftig im Web eine Login-Seite ansteuern und Anmeldedaten eingeben, bietet beispielsweise die Bitwarden-Browsererweiterung an, die Login-Daten im Vault zu speichern. Für neue Logins kann der integrierte Passwortgenerator zufällige, sichere Passwörter erzeugen. Falls bereits Anmeldedaten im Vault gespeichert sind, kann Bitwarden Login-Formulare automatisch ausfüllen. Das Auto-Fill-Verhalten können Sie für

einzelne Seiten an ihre Vorstellungen anpassen. Gespeicherte Passwörter werden von nun an automatisch synchronisiert.

## Fazit

Mit Bitwarden\_RS verwandeln Sie den Raspberry Pi im Handumdrehen in einen Passwortspeicher mit Cloud-Funktionalität, müssen dafür jedoch Ihre Passwortsammlung nicht aus der Hand geben. Mit dem Zugewinn an Freiheit kommt allerdings auch Verantwortung: Nehmen Sie regelmäßig Backups vor und prüfen Sie die Container-Images auf Sicherheitsupdates. Richtig angewendet ersetzt Bitwarden\_RS einen kostenpflichtigen Passwortmanager und eignet sich optimal für die Nutzung in kleinen Teams oder gemeinsam mit Freunden oder der Familie. (ndi@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Jan Mahn, Container-Komponist, Docker-Container mit Docker-Compose einrichten, c't 26/2018 S. 148

**Linkssammlung zum Projekt:** [ct.de/y243](http://ct.de/y243)

# O'REILLY® Know-how für Praktiker

Noch mehr Auswahl:  
[www.oreilly.de](http://www.oreilly.de)



ISBN 978-3-96009-105-9  
Print: 34,90 €, E-Book: 27,99 €

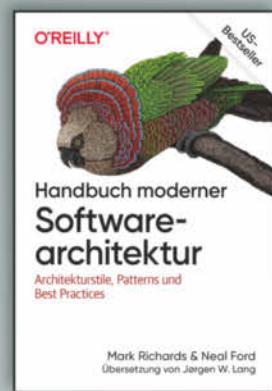
Verstärken Sie Ihr IT-Team – trotz Fachkräftemangel: Dieser Ratgeber zeigt, wie Sie für Ihr Unternehmen aussagekräftige Anzeigen formulieren, qualifizierte Kandidat\*innen identifizieren, Stellen erfolgreich besetzen und Talente im Unternehmen halten. Mit Checklisten, Textbausteinen und zahlreichen Quellen und Tipps!



ISBN 978-3-96009-157-8  
Print: 44,90 €, E-Book: 35,99 €



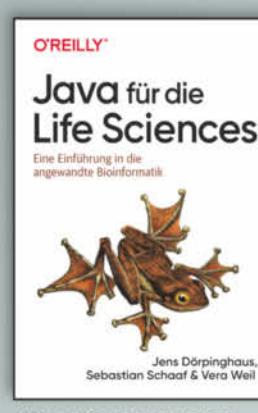
ISBN 978-3-96009-154-7  
Print: 29,90 €, E-Book: 23,99 €



ISBN 978-3-96009-149-3  
Print: 42,90 €, E-Book: 33,99 €



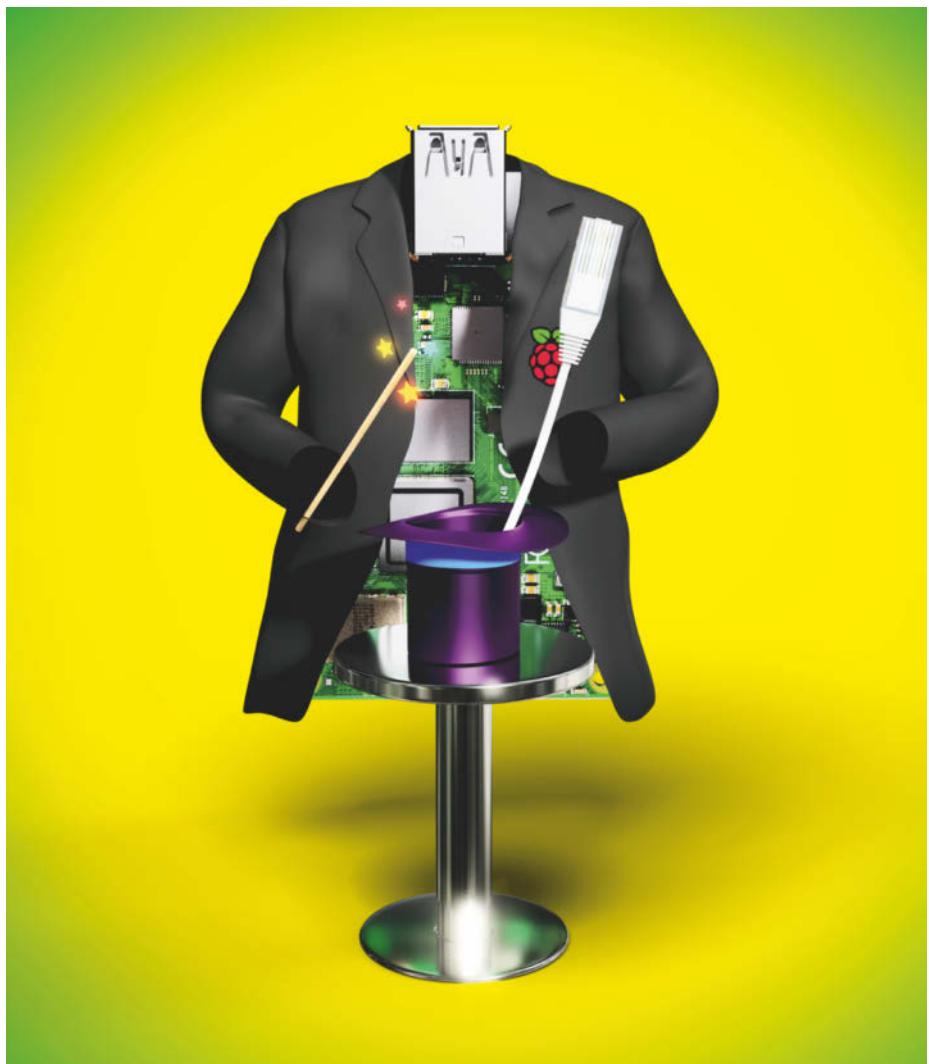
ISBN 978-3-96009-141-7  
Print: 24,90 €, E-Book: 19,99 €



ISBN 978-3-96009-125-7  
Print: 32,90 €, E-Book: 25,99 €



ISBN 978-3-96009-145-5  
Print: 14,90 €, E-Book: 11,99 €



gleichzeitig vom Heimnetz des Mitarbeiters zu isolieren.

Die von uns entwickelte Lösung des Raspi als „VPiN“ nutzt aus, dass der USB-C-Anschluss des Mini-Rechners nicht nur zur Stromversorgung dient, sondern auch die Datenleitungen des USB-2.0-Ports beschaltet sind. Damit kann der Raspi 4 verschiedene USB-Peripheriegeräte emulieren, wenn Sie ihn an einen PC oder an ein Notebook anschließen. Sollte im Einzelfall die Stromversorgung über einen USB-Anschluss des Rechners nicht ausreichen, können Sie mit einem Y-Kabel wie dem DeLock 83176 zwei USB-Ports gleichzeitig anzapfen.

Sie benötigen lediglich einen Raspberry Pi 4 mit 2 GByte RAM und einem Gehäuse, das lüfterlos für eine ausreichende Kühlung sorgt – etwa das „Aluminiumgehäuse mit Kühlfunktion“ von Joy-it für 12 bis 15 Euro. Zusammen mit einer 16 GByte großen MicroSD-Karte kommt man so auf etwa 60 bis 70 Euro. Sie benötigen nicht einmal ein Netzteil. Man steckt im einfachsten Fall das Netzwerkkabel des Arbeitsrechners an den Raspi und schließt stattdessen den Raspi als USB-Netzwerk-Adapter an.

Damit sich der Raspi 4 beim angeschlossenen Rechner als USB-Ethernet-Adapter ausgibt, müssen Sie bei Raspberry Pi OS das Device Tree Overlay `dwc2` zusätzlich laden lassen, indem Sie an die Datei `/boot/config.txt` folgende Zeile anfügen:

`dtoverlay=dwc2`

Zusätzlich muss Raspberry Pi OS bei jedem Start das Modul `libcomposite` laden. Tragen Sie es deshalb in der Datei `/etc/modules` ein. Die eigentliche Initialisierung und Konfiguration als USB-Gadget erfolgt im Verzeichnis `/sys/kernel/config/usb_gadget` und ist in [1] und [2] ausführlich beschrieben. Wir haben Ihnen unter [ct.de/yxu4](http://ct.de/yxu4) eine angepasste Variante des Initialisierungs-Skripts `initusb` zum Download bereitgestellt, das den Raspi 4 als USB-Ethernet-Adapter mit der Bezeichnung „VPiN“ konfiguriert. Kopieren Sie es nach `/usr/local/bin` und machen Sie es ausführbar. Damit das Skript künftig nach jedem Neustart wieder ausgeführt wird, tragen Sie es vor der Zeile `exit 0` in der Datei `/etc/rc.local` ein.

Die Netzwerkkonfiguration erfolgt über die Datei `/etc/network/interfaces.d/usb0`, wir haben Ihnen die Konfigurations-

# Fertigtunnel

## Raspi 4 als Fertig-VPN-Dongle

**Damit Beschäftigte zu Hause arbeiten können, sind VPN-Lösungen meist unverzichtbar. Die Einrichtung ist aber oft aufwendig. Mit einem Raspberry Pi 4 als USB-Dongle sind die Rechner im Homeoffice binnen Minuten im Firmennetz und vollständig vom Heimnetz isoliert.**

Von Mirko Dölle

**H**omeoffice-Arbeitsplätze mit VPN-Tunnel ins Firmennetz sind für Admins riskant: Angreifer können die mitunter schlecht gesicherten Heimnetze ausnutzen, um die Rechner als Brückenkopf zum Angriff auf interne Firmensysteme zu missbrauchen. Auch die Einrichtung der VPN-Tunnel ist nicht jedem Anwender zuzumuten. Der Raspberry Pi ist eine günstige und gleichzeitig einfach anzuwendende Alternative, um Arbeitsrechner im Homeoffice mit dem Firmennetz zu verbinden und

datei unter [ct.de/yxu4](http://ct.de/yxu4) zum Download bereitgestellt – so wie alle anderen Konfigurationsdateien, die Sie für dieses Projekt benötigen. Sie verwendet das IPv4-Subnetz 192.168.255.0/24. Sollte das Subnetz im Homeoffice des Anwenders bereits belegt sein, müssen Sie ein anderes verwenden. Dies ist ein Schwachpunkt des VPiN-Projekts.

## Adressverteiler

Damit auf Anwenderseite keine Netzwerkkonfiguration nötig ist, soll der VPiN über die emulierte USB-Ethernet-Schnittstelle auch als DHCP-Server arbeiten – sich aber per Ethernet oder WLAN automatisch eine Adresse aus dem Heimnetz besorgen. Deshalb müssen Sie die Netzwerkschnittstelle `usb0` für den DHCP-Client sperren, indem Sie folgende Zeile am Ende der Datei `/etc/dhcpcd.conf` anfügen:

```
denyinterfaces usb0
```

Als DHCP-Server empfehlen wir `dnsmasq` und `radvd`, beide Pakete müssen Sie nachinstallieren. Die zugehörigen Konfigurationsdateien `/etc/dnsmasq.d/usb0` und `/etc/radvd.conf` finden Sie ebenfalls zum Download. Da der VPiN aber als NAT-Router ins Firmennetz dienen soll, fehlen noch die Weiterleitungs- und Masquerading-Einstellungen. Dazu bearbeiten Sie die Datei `/etc/sysctl.conf` und fügen dort folgende Zeilen ein:

```
net.ipv4.ip_forward=1
net.ipv6.conf.all.forwarding=1
```

Außerdem installieren Sie das Paket `iptables-persistent`, lassen die aktuellen Regeln jedoch nicht speichern – stattdessen kopieren Sie die Dateien `rules.v4` und `rules.v6`, die wir bereitgestellt haben, in das Verzeichnis `/etc/iptables-persistent`.

## Geheimniskrämer

Die Einrichtung von Wireguard auf dem Raspi setzt voraus, dass Sie bereits einen entsprechenden Server als Gegenstelle aufgesetzt haben. Dabei orientieren sich die nachfolgenden Beispiele und Kommandos an dem in [3] beschriebenen Setup: Als Subnetze für das VPN dienen 192.168.24.0/24 respektive `fd00:42::0/64`, der Wireguard-Server hat die IP-Adresse 192.168.24.1 und der erste Client erhält die Adresse 192.168.24.100. Außerdem benötigen Sie den Public Key des Servers und den Private Key des Clients – wie Sie

diese erzeugen und abrufen, ist ebenfalls in [3] ausführlich beschrieben.

Bei Redaktionsschluss gab es Wireguard noch nicht in den Standard-Repositories von Raspberry Pi OS, weshalb Sie sich die Pakete aus dem Debian-Repository besorgen müssen. Dazu kopieren Sie die Datei `unstable.list` aus den Downloads in das Verzeichnis `/etc/apt/sources.list.d` und die Datei `limit-unstable` in das Verzeichnis `/etc/apt/preferences.d/`. Letztere sorgt mittels Pinning dafür, dass Apt beim nächsten Update nicht das halbe Raspberry Pi OS durch Pakete aus den Debian-Quellen ersetzt, sondern dort nur fehlende Pakete herunterlädt.

Damit Apt die Echtheit der Debian-Pakete verifizieren kann, müssen Sie außerdem den Debian-Schlüssel importieren:

```
apt-key adv \
--keyserver keyserver.ubuntu.com \
--recv-keys 04EE7237B7D453EC
```

Erst danach dürfen Sie die Paketlisten aktualisieren und dann das Paket `wireguard-tools` installieren. Achten darauf, dass im Idealfall nur dieses einzelne Paket nachinstalliert wird – Apt zeigt Ihnen vorab an, welche weiteren Pakete es zu installieren gedenkt. Sollte Apt mehr als eine Handvoll Pakete austauschen wollen, fehlt meist die Datei `limit-unstable` oder sie liegt im falschen Verzeichnis.

Unter [ct.de/yxu4](http://ct.de/yxu4) finden Sie ebenfalls ein Template für die Datei `/etc/wireguard/wg0.conf`, in der Sie die Schlüssel von Client und Server sowie Hostnamen und Port des VPN-Servers nachtragen müssen. Sie sollten außerdem die DNS-Einstellungen anpassen und dort den internen DNS

Ihres Unternehmens eintragen, damit die Mitarbeiter etwaige Intranet-Dienste und -Server wie gewohnt ansprechen können. Der Dateiname `wg0.conf` ist übrigens mit Bedacht gewählt, so heißt das zugehörige Netzwerk-Device später ebenfalls `wg0`. Auch das Skript `wg-quick`, das die VPN-Verbindung auf- und abbaut, nutzt den Dateinamen ohne Erweiterung, um die Konfigurationsdatei zu finden.

Für den automatischen Aufbau der VPN-Verbindung nach dem Start haben wir uns für einen Systemd-Service entschieden, der erst 30 Sekunden, nachdem die Internetverbindung hergestellt wurde, per `wg-quick` den Tunnel aufbaut. Kopieren Sie die heruntergeladene Datei `wgtunnel.service` nach `/etc/systemd/system` und aktivieren Sie den Dienst:

```
systemctl enable wgtunnel
```

Die Karenzzeit ist nötig, weil das Systemd-Target `network-online.target` unmittelbar dann ausgelöst wird, wenn eine Netzwerkverbindung steht – ohne zu prüfen, ob es sich tatsächlich um eine funktionierende Internetverbindung handelt. Ohne die Verzögerung hatten wir häufig den Fall, dass Wireguard den Namen des VPN-Servers im ersten Anlauf nicht auflösen konnte. Da `wg-quick` auch dann alle Daten inklusive Namensauflösung auf den Tunnel umlenkt, wenn der Tunnel noch gar nicht steht, scheitern alle weiteren Versuche, die IP-Adresse des VPN-Servers zu ermitteln. Die Alternative wäre, die Clients mit einer statischen IP-Adresse zu konfigurieren oder auf `wg-quick` zu verzichten und das Routing sowie die Paketweiterleitung durch den VPN-Tunnel manuell zu konfigurieren.

## Ins Netz gegangen

Ideal ist es, wenn der Arbeitsrechner mit Ethernet arbeitet. Dann muss man lediglich das Ethernet-Kabel des Rechners an den Raspi anschließen und den Raspi per USB mit dem Arbeitsrechner verbinden. Schon arbeitet der VPiN als transparenter USB-Netzwerkadapter. Unter Windows müssen Sie zuvor den Android-Treiber von Samsung installieren, der auf [ct.de/yxu4](http://ct.de/yxu4) verlinkt ist.

Die WLAN-Konfiguration ist komplizierter und birgt mehr Fehlerquellen. So ist es wichtig, dass die Anwender die Verbindung zum heimischen WLAN abschalten, bevor sie den VPiN anschließen, weil es sonst allerlei Komplikationen beim



**Ein Aluminiumgehäuse in Form eines Kühlkörpers sorgt für lautlose Kühlung des Raspi-VPN-Dongle, die Stromversorgung übernimmt allein der Arbeitsrechner. Die MicroSD-Karte lässt sich außerdem leicht mit einem Siegel versehen.**



**Damit niemand sein privates WLAN-Passwort an die Admins der Firma herausgeben muss, erfolgt die WLAN-Einrichtung via SSH über ein einfaches Textmenü durch die Anwender selbst.**

Routing geben kann. Außerdem sollen sie ihr privates WLAN-Passwort nicht an die Admins im Betrieb weitergeben müssen. Voraussetzung dafür ist aber, dass die Admins vorab etwa per `raspi-config` die Ländereinstellung vorgenommen oder den entsprechenden Eintrag manuell in der Datei `/etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf` hinterlegt haben.

Damit Anwender das WLAN selbst konfigurieren können, haben wir Ihnen das Shell-Skript `wlansetup` mit Textmenüs auf Basis von `dialog` zum Download bereitgestellt. Das Shell-Skript dient als Standard-Shell für den neu anzulegenden Benutzer `wlan`. Anwender müssen sich dann nur noch per SSH, etwa mittels PuTTY unter Windows, auf der IP-Adresse 192.168.255.1 einloggen und dem Dialog folgen – anschließend startet der VPiN neu und arbeitet dann als VPN-Router.

Das Paket `dialog` gehört unter Raspberry Pi OS nicht zur Standardinstallation, weshalb Sie es nachinstallieren müssen. Außerdem haben wir die WLAN-Konfiguration auf mehrere Skripte aufgeteilt, damit `wlansetup` nicht mit Root-Rechten arbeiten muss. Konkret müssen Sie neben `wlansetup` noch die Skripte `wlanadd` und `wlanremove` installieren sowie die Sudo-Konfiguration `sudowlan` unter `/etc/sudoers.d` ablegen, damit der Benutzer `wlan` die nötigen Rechte für die WLAN-Konfiguration erhält. Anschließend legen Sie den Benutzer `wlan` an und setzen ein Login-Passwort, das Sie später an den Anwender weitergeben müssen:

```
useradd -d /tmp -g nogroup \
-M -N -s /usr/local/bin/wlansetup \
-u 999 wlan
passwd wlan
```

Das WLAN-Setup-Skript ist einfach gehalten, es sucht per `iwlist wlan0 scan` nach drahtlosen Netzen und bietet sie als Liste

zur Auswahl an. Anschließend erfragt es das Passwort und hängt die Daten an die bestehende `/etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf` an. Anschließend erfolgt ein `reboot`. Außerdem bietet das Skript an, eine bestehende WLAN-Konfiguration wieder zu löschen, wobei dann sämtliche network-Blöcke aus der `wpa_supplicant.conf` entfernt werden – auf diese Weise lässt sich jederzeit auf Ethernet-Betrieb zurückschalten, ohne dass es Konflikte mit einer fortbestehenden WLAN-Verbindung gibt.

## Unkaputtbar

Ein großes Problem von Raspi-Appliances ist, dass das Dateisystem auf der MicroSD-Karte schnell kaputt geht, wenn man den Mini-Rechner vor dem Ausschalten nicht ordentlich herunterfährt. Für einen Raspi als VPN-Dongle ist das ein Showstopper, würde es doch vom Anwender verlangen, den Raspi erst herunterzufahren, bevor er seinen Arbeitsrechner ausschaltet und so dem Raspi die Stromversorgung via USB kappt. Die Lösung ist, die Mount-Optionen des Root- und des Boot-Dateisystems auf Read-Only zu ändern und dem Linux-System eine Reihe von RAM-Disks bereitzustellen, damit es weiterhin die nötigen Dienste starten kann. Dazu tauschen Sie die Dateien `/boot/cmdline.txt` und `/etc/fstab` gegen die von uns zum Download bereitgestellten Versionen aus – booten aber noch nicht neu.

Damit Sie später bei Bedarf noch Änderungen am System vornehmen können, sollten Sie die Skripte `rw` und `ro` aus unserer Skriptesammlung installieren. Sie enthalten jeweils zwei `mount`-Aufrufe mit der Option `remount` für das Root- und das Boot-Dateisystem. Die Skripte sollten nur für den Root-Benutzer – respektive über `sudo` – ausführbar sein. Die Sudo-Konfiguration für den Benutzer `wlan` enthält bereits eine entsprechende Freigabe.

Bevor Sie neu starten und den Konfigurationsstand damit zementieren, müssen Sie unbedingt einen lokalen DNS-Resolver einrichten, der die `/etc/resolv.conf` dynamisch bereitstellt. Dazu installieren und aktivieren Sie den NetworkManager und, ganz entscheidend, legen den symbolischen Link für die `resolv.conf` an:

```
apt-get install network-manager
systemctl enable \
--now NetworkManager
ln -sf /run/NetworkManager/\
resolv.conf /etc/resolv.conf
```

Der Standard-Resolver von Raspberry Pi OS hinterlegt den DNS-Server, den er etwa vom DHCP-Server mitgeteilt bekommt, nämlich direkt in der Datei `/etc/resolv.conf`. Ist das Root-Dateisystem und damit auch `/etc` nicht mehr beschreibbar, funktioniert das nicht mehr – der DNS bliebe dann auf ewig derjenige, den Sie bei der Einrichtung etwa im Betrieb verwendet haben. Damit findet der VPiN den WireGuard-Server jedoch nicht, kann kein VPN aufbauen und ist somit gänzlich nutzlos. Der NetworkManager hingegen arbeitet mit einem eigenen Resolver und speichert die DNS-Konfiguration in `/run/NetworkManager`, das künftig auf einer RAM-Disk liegt und dementsprechend weiterhin beschreibbar ist.

## Fazit

Fertig konfiguriert und mit einem unkaputtbaren Dateisystem eignet sich der VPiN bestens, um auch Anwendern ohne Vorkenntnisse Zugang zum Firmennetz zu verschaffen – einfach, indem sie Ihr Netzwerkkabel vom PC an den Raspi umstecken und den Raspi am Arbeitsrechner anschließen. Die automatische Weiterleitung des gesamten Netzwerkverkehrs ins Firmennetz bringt einen großen Sicherheitsgewinn, da die Arbeitsplatzrechner im Homeoffice so vollständig vom potenziell unsicheren heimischen Netz isoliert sind. (mid@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Thomas Koch und Mirko Dölle, Voll aufgebohrt, USB-C-Anschluss des Raspberry Pi 4 ausnutzen, c't 10/2020, S. 136
- [2] Thomas Koch und Mirko Dölle, Neue beste Freunde, Raspberry Pi 4 als Datenhalde und PC-Ersatz am iPad Pro, c't 13/2020, S. 154
- [3] Peter Siering, Schutz ausrollen, Den eigenen VPN-Server mit WireGuard bauen, c't 15/2019, S. 166

**Skripte und Konfigurationsdateien:**  
[ct.de/yxu4](http://ct.de/yxu4)

# Deco – Dein Heimnetzwerk

Das beste Upgrade für dein WLAN zu Hause  
dank Mesh-Technologie



## Deco M4 (3-pack)

AC1300 Mesh-WLAN-Heimnetzwerk

- Komplette WLAN-Abdeckung überall
- Schluss mit Funklöchern auf bis zu 370qm dank Mesh
- WLAN mit Dual-Band für Höchstgeschwindigkeit
- Installation und Verwaltung einfach via Deco-App
- Kompatibel mit Amazon Alexa und gängigen Modem/Routern



Besuchen Sie unsere Website  
für weitere Informationen:  
[www.tp-link.com](http://www.tp-link.com)



Nutzen Sie den direkten  
Link zum Deco-Shop:





Bild: Andreas Martini

# Fernwärter

## Raspi als Netzwerk-KVM zur Fernwartung

**Wenn der Computer im Homeoffice zickt, sind Sie als Admin nicht vor Ort. Mit einem Raspi als Netzwerk-KVM können Sie trotzdem binnen Sekunden sehen, was die Anwender plagt, und sie sogar bei Netzwerkproblemen, BIOS-Einstellungen oder der Neuinstallation des Betriebssystems voll unterstützen.**

**Von Mirko Dölle und Stefan Bautz**

**C**omputerprobleme lassen sich am leichtesten lösen, wenn man direkten Zugriff auf Bildschirm, Tastatur und Maus hat. Doch klassische Fernwartungslösungen wie VNC oder TeamViewer setzen ein funktionierendes Betriebssystem und eine korrekt konfigurierte Netzwerkverbindung voraus, sonst geht gar nichts. Die Alternative ist, den Mitarbeitern einen Raspberry Pi als Netzwerk-KVM (Keyboard, Video, Mouse) konfiguriert zukommen zu lassen, damit Sie ihnen bei Problemen sofort zur Seite stehen können. Die Kosten sind mit rund 120 bis 140 Euro überschaubar. Dafür erhalten die Beschäftigten im Homeoffice ein Gerät, das sie bei Bedarf nur noch mit zwei Kabeln an den heimischen Rechner anschließen müssen – der Rest passiert quasi automatisch.

Der Clou liegt darin, dass der USB-C-Stromanschluss des Raspberry Pi 4 nicht nur zur Stromversorgung taugt, sondern auch ein USB-Gadget-Interface bereitstellt – sich also gegenüber dem PC als USB-Gerät ausgeben kann. Auf diese Weise kann der Raspi unter anderem Tastatur und Maus emulieren und so den angeschlossenen PC fernsteuern. Ein zusätzlicher Adapter sorgt dafür, dass der Raspi die Bildschirmausgabe des Rechners über seinen Kamera-Anschluss hereingereicht bekommt, sodass ein Admin den Rechner aus der Ferne steuern und genau sehen kann, was gerade passiert. Da diese Lösung vollkommen unabhängig von der Software des Arbeitsrechners ist, lassen sich auf diese Weise sogar BIOS- und Firmware-Einstellungen ändern, Bootloader reparieren und notfalls ein komplett

neues Betriebssystem installieren – wobei der angeschlossene Rechner dann sogar von dem Raspberry Pi bootet.

### Raspi-Kamera zweckentfremdet

Mit PiKVM gibt es eine speziell für den Einsatz als Netzwerk-KVM angepasste Linux-Distribution für den Raspberry Pi. Es basiert auf Arch Linux für ARM und steht in drei Varianten auf der Projektseite [pikvm.org](http://pikvm.org) kostenlos zum Download bereit: für den Raspi 4 mit einem HDMI-CSI-Adapter (Camera Serial Interface), für den Raspi 4 mit einem HDMI-USB-Adapter (Framegrabber) und für den Raspi Zero W mit HDMI-CSI-Adapter.

Wir empfehlen die PiKVM-Variante für Raspi 4 mit HDMI-CSI-Adapter. Die minimalen Systemanforderungen liegen zwar bei nur 2 GByte, aber es stehen einige Weiterentwicklungen an, für die Sie mit der 4-GByte-Variante in jedem Fall gut gerüstet sind. Den HDMI-CSI-Adapter empfehlen wir, weil er durch eine spürbar geringere Latenz gegenüber einem USB-Framegrabber überzeugt. So ist die Bedienung aus der Ferne deutlich flüssiger, außerdem haben Sie so die Kontrolle über die Auflösungen, die der betreute Rechner per EDID angeboten bekommt.

Die Auswahl der Adapter ist bei Amazon und eBay riesig, manche werden als CSI-Adapter bezeichnet, andere als CSI-2-Adapter. Tatsächlich handelt es sich in beiden Fällen um CSI-2-Adapter, die Sie an das Kamera-Interface direkt neben den HDMI-Buchsen des Raspi 4 anschließen können. Achten Sie darauf, dass das benötigte Folienkabel zum Lieferumfang des Adapters gehört. Gerade bei Verkäufern aus Fernost finden sich häufig keine Angaben zum verwendeten Konverter-Chip; ideal ist ein Adapter mit dem Toshiba TC358743, wegen dessen niedriger Latenz. Oft stimmen auch die in den Angeboten angegebenen technischen Daten nicht. So wurde der von uns benutzte Adapter mit einer maximalen Framerate von 25 fps bei Full HD beworben. Der darauf verbaute Toshiba-Konverter beherrscht jedoch bis zu 60 fps, wobei sich über das Kamera-Interface des Raspi 4 bis zu 50 fps nutzen lassen. Die Preise für die Adapter sind in den letzten Wochen angezogen, statt zuvor 30 kosten sie inzwischen überwiegend 40 Euro.

Ein weiterer Grund für unsere Empfehlung, den Raspi 4 zu verwenden, sind die verfügbaren Gehäuse. Anwendern können Sie unmöglich einen fliegenden Aufbau mit blanken Platinen zumuten. In

den am Markt gängigen Gehäusen für den Raspi Zero W gibt es jedoch keinen Platz für die CSI-Adapter-Platine. Beim Raspberry Pi 4 hingegen lässt sich die CSI-Adapter-Platine gut über dem Display-Anschluss platzieren. Wir haben uns für das „GeeekPi Metall Gehäuse“ entschieden, das Sie bei Amazon für knapp 15 Euro bekommen. Den Ausschlag für dieses Gehäuse gab, dass es aus zwei Halbschalen und zwei Seitenwänden aus Aluminium besteht, die sich auch mit einfachen Mitteln wie einer Mini-Bohrmaschine gut bearbeiten lassen.

### Auf Montage

Um den CSI-Adapter zu befestigen, haben wir in den Deckel vier Löcher für Schrauben gebohrt und an der Seitenwand, an der sich auch der SD-Karten-Schacht befindet, eine knapp zwei Zentimeter breite und acht Millimeter hohe Aussparung für die HDMI-Buchse herausgefräst. Alternativ können Sie auch mit einer Trennscheibe die oberen zehn Millimeter der Seitenwand herausschneiden. Außerdem haben wir die Seitenwand dünner gefräst, damit der HDMI-Anschluss weit genug herausschaut. Insgesamt keine Raketenwissenschaft, sondern etwas, das man auch in einem kleinen Betrieb mit einer Standbohrmaschine und einer Feile hinbekommt.

Wenn Sie statt dem empfohlenen CSI-Adapter lieber einen HDMI-USB-Framegrabber benutzen wollen, müssen Sie nicht nur das dafür vorgesehene PiKVM-Image herunterladen, Sie müssen den Framegrabber auch an den linken unteren USB-2.0-Port des Raspi 4 anschließen. Dieser Anschluss ist fest einprogrammiert – eine große Fehlerquelle für Anwender.

Aber auch beim CSI-Adapter kann es zu unerwarteten Problemen kommen: Über den HDMI-Anschluss liegt am CSI-Adapter eine Spannung an, die je nach Adapter nicht sauber von der Versorgungsspannung des Kamera-Interfaces des Raspi getrennt ist. Die Leistung reicht zwar nicht aus, um den CSI-Adapter nur über den HDMI-Anschluss zu betreiben, bei jedem Start wartet jedoch der Power Controller des Raspi darauf, dass für einen korrekten Reset die Spannung kurzzeitig unter 0,2 V fällt – was die Rückspannung über den CSI-Adapter verhindern kann, sodass der Raspi dann nicht bootet. In unseren Tests ist dieses Phänomen nicht aufgetreten; ein Workaround ist, dann kurzzeitig das HDMI-Kabel zum PiKVM

herauszuziehen und wieder anzuschließen, wenn das Web-Frontend von PiKVM erreichbar ist.

### Gut versorgt

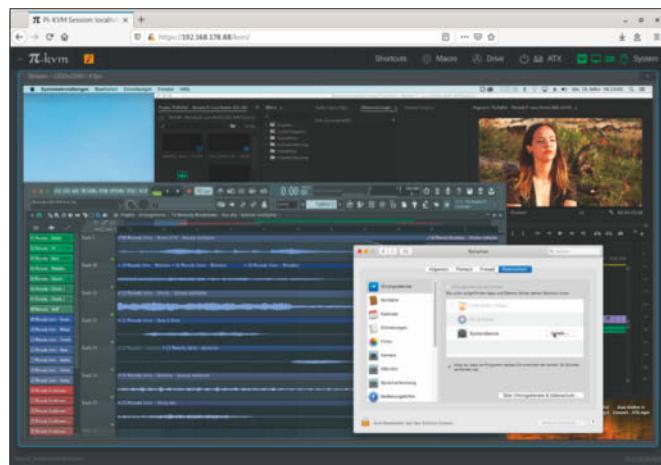
Apropos Strom: Bei älteren Rechnern und bei Notebooks kann es in seltenen Fällen vorkommen, dass der USB-Port nicht genügend Strom für den Raspi 4 liefert. Die Kombination aus Raspberry und HDMI-CSI-Adapter verbraucht beim Booten bis zu 1,2 A, im regulären Betrieb sind es rund 800 mA. Dass die Stromversorgung nicht ausreicht, erkennen Sie an einer häufig flackernden oder gar erlöschenden roten Betriebs-LED des Raspi. Mit einem Y-Kabel wie dem DeLock 83176 können Sie den Strom von zwei USB-Ports für die Versorgung des Raspi nutzen. Ein gelegentliches Flackern der Betriebs-LED ist kein Grund zur Sorge, dies kann der Raspi meist durch Strompartechniken abfangen.

Drei weitere Utensilien, die Sie sich als Admin vorsichtshalber parat legen sollten, sind ein DisplayPort-HDMI-Adapterkabel, ein DVI-HDMI-Adapterkabel und ein HDMI-Splitter. Mit den Adapterkabeln können Sie einen etwaigen zweiten Videoausgang der Grafikkarte für den PiKVM nutzen; der HDMI-Splitter ist für Rechner gedacht, die lediglich einen HDMI-Anschluss besitzen und bei denen dieser auch der einzige digitale Videoausgang ist.

Bei manchen Rechnern – Anwenderberichten zufolge einigen Intel NUC und manchen Gigabyte-Mainboards – muss man die Standard-EDID von PiKVM anpassen und als Standard-Auflösung 1920 × 1080 Pixel vorgeben. Um Bandbreite zu sparen, benutzt PiKVM ansonsten standardmäßig 1280 × 720 Pixel. Die nötigen Anpassungen finden Sie im Git-Reposito-



**Das Aluminiumgehäuse von GeeekPi besteht aus vier Teilen, die sich für den Einbau des HDMI-CSI-Adapters leicht bearbeiten lassen.**



**Solange sich die Maus im Fenster des PiKVM-Web-Frontends befindet, werden fast alle Tastatur- und Mauskommandos an den entfernten Rechner weitergeleitet. Sondertasten wie die Windows- oder Super-Tasten, auf die das Betriebssystem des eigenen Rechners reagiert, lassen sich über das Menü „Shortcut“ auslösen.**

ry von PiKVM, das wir unter [ct.de/yw5c](http://ct.de/yw5c) verlinkt haben.

Es gibt auch seltene Fälle, in denen Sie mit PiKVM gar nicht an die BIOS-Einstellungen herankommen. Bei Notebooks etwa kommt es vereinzelt vor, dass das BIOS nicht über den externen Monitoranschluss ausgegeben wird. Dann kann eine USB-Webcam, die man sonst für Videokonferenzen benutzt, die Rettung sein: Schicken Sie dem Anwender eine zusätzliche SD-Karte zu, auf dem PiKVM mit HDMI-USB-Unterstützung installiert ist. Sobald die Karte getauscht, die Webcam links unten am Raspi 4 angeschlossen und auf den Bildschirm ausgerichtet wurde, können Sie sehen, was im BIOS vor sich geht, und den Fehler aus der Ferne beheben.

## Aufgelegt

Die Installation von PiKVM ist denkbar einfach. Sie übertragen das PiKVM-Image wie von Raspberry Pi OS gewohnt auf eine mindestens 16 GByte große Micro-SD-Karte, schließen ein Netzteil und ein Netzwerkkabel an den Raspi an und lassen ihn booten. Die Ersteinrichtung erfolgt via SSH als Benutzer `root` mit dem festen Passwort `root`, der Raspi besorgt sich per DHCP mit dem Hostnamen `pikvm` eine IPv4-Adresse.

In unseren Tests gab es dabei allerdings Probleme mit einer FritzBox 7590 als DHCP-Server: PiKVM erhielt nach jedem Neustart eine andere IP-Adresse, obwohl die Router-Konfiguration vorsah, den DHCP-Clients möglichst die gleiche IP-Adresse zuzuweisen. Auch mit Hilfe des PiKVM-Entwicklers Maxim Devaev, den wir über den Projekt-Discord-Server kontaktierten, gelang es uns nicht, das Problem des DHCP-Clients `dhclient` zu lösen.

Als Workaround können Sie über die Paketverwaltung den NetworkManager installieren und den Standard-DHCP-Client abschalten:

```
rw
pacman -Sy
pacman -Sy networkmanager
systemctl disable systemd-networkd
systemctl disable systemd-resolved
systemctl enable NetworkManager
ln -sf /run/NetworkManager/ /etc/resolv.conf
resolv.conf /etc/resolv.conf
reboot
```

Der Befehl `rw` mountet das Root-Dateisystem beschreibbar. Das ist eine Besonderheit der Linux-Distro PiKVM: Die Dateisysteme der SD-Karte sind standardmäßig nur Read-Only eingebunden. So können Sie den Raspi jederzeit einfach ausschalten, ohne ihn erst herunterfahren zu müssen. Schäden am Dateisystems gibt es dadurch nicht. Die nächsten Befehle aktualisieren erst die Paketdatenbank, installieren den NetworkManager, deaktivieren die bisherige Netzwerkkonfiguration inklusive Resolver und aktivieren schließlich den NetworkManager. Der Neustart ist die einfachste Methode, um die Änderungen zu übernehmen.

Das Standard-Root-Passwort müssen Sie natürlich schleunigst ändern, genauso das Passwort für den Benutzer „`admin`“ des PiKVM-Web-Frontends. Wie letzteres geht, erfahren Sie unmittelbar nach dem Login per SSH. Außerdem sollten Sie das System mit dem Befehl `pacman -Syu` aktualisieren – der PiKVM-Entwickler baut nicht für jedes Update neue Images, Sie erhalten so durchaus nicht nur Sicherheits-Updates, sondern auch funktionale Updates für den KVM-Daemon.

So enthält eines der kurz vor Redaktionsschluss veröffentlichten Updates eine erste Testversion des H.264-Encoders, mit dem der PiKVM künftig gehörig Bandbreite sparen soll. Bislang nutzt das Web-Frontend für die Einbettung des Bildes einen MJPEG-Stream, dessen Qualität und Framerate je nach verfügbarem Upstream und abhängig davon, wie viel sich gerade auf dem Bildschirm tut, dynamisch oder über das Menü „System“ im Web-Frontend angepasst werden. Zu ruhigen Zeiten sind es durchaus nur 1 bis 5 fps. Um Videos anzusehen oder auch Videos aus der Entfernung zu schneiden ist PiKVM kaum geeignet, allein schon aufgrund der Latenz von etwa einer halben Sekunde zwischen Mausbewegung und Reaktion am eigenen Bildschirm.

## Fernbedient

Der Entwickler empfiehlt, für die spätere Fernwartung Chrome im App-Modus als Browser zu verwenden, gestartet mit dem Parameter `--app=https://` gefolgt von der IP-Adresse des PiKVM. Das hat den Vorteil, dass die meisten Tastenkombinationen von Chrome ignoriert und vom PiKVM-Web-Frontend an den betreuten Rechner übertragen werden. Das Web-Frontend lässt sich aber auch mit Firefox bedienen.

Über das Menü „Drive“ können Sie den Raspi zusätzlich in ein USB-DVD-Laufwerk oder in ein USB-Storage-Device verwandeln. Dazu laden Sie das Image hoch und schon können Sie etwa Desinfect auf dem entfernten Rechner booten und ihn entwanzen oder ein komplett neues Betriebssystem installieren. Das ATX-Menü hingegen ist für Server gedacht und dient dazu, über Relais den Ein-/Ausschalter sowie den Reset-Knopf ebenfalls über PiKVM fernsteuern zu können.

## Schwer auf drahtlos

Im Idealfall wird ein PiKVM an einem Netzwerkkabel betrieben, das sorgt für geringe Latenzen. WLAN steht als Alternative zur Verfügung, die Konfiguration ist aber nicht unkritisch: Wenn Admins die WLAN-Konfiguration schon im Betrieb übernehmen wollen, müssen die Beschäftigten die SSID und ihr WLAN-Passwort weitergeben. Das ist nicht nur datenschutztechnisch problematisch, sondern auch fehlerträchtig, denn die Admins können die Konfiguration vorab nicht testen. Wir haben uns deshalb für eine andere Lösung des Henne-Ei-Problems

entschieden: Die Anwender konfigurieren ihr WLAN vor Ort selbst, und zwar über das Terminal im Web-Frontend von PiKVM.

Dabei nutzen wir aus, dass der Raspi 4 auch einen USB-Ethernet-Adapter emulieren kann – die Anwender müssen später also nichts weiter tun, als den Raspi per USB-C-Kabel an ihren Rechner anzuschließen und das Web-Frontend im Browser zu öffnen. Dort können sie dann mit einem Befehl ihr WLAN selbst konfigurieren. Die notwendigen Voraussetzungen müssen allerdings die Admins vorab schaffen.

Der erste Schritt ist, die Ethernet-Emulation in der Datei `/etc/kvmd/override.yaml` zu aktivieren. Dazu fügen Sie die beiden folgenden Konfigurationsblöcke an:

```
otg:
  vendor_id: 1256
  product_id: 42251
  devices:
    ethernet:
      enabled: true
      driver: ecm
      host_mac: da:a6:32:66:35:85
      kvm_mac: de:a6:32:66:35:85
otnet:
  firewall:
    allow_tcp: [80, 443]
```

Bei den beiden MAC-Adressen handelt es sich um private Adressen, die wir von der öffentlichen MAC-Adresse des USB-Ethernet-Adapters des Raspi 4 aus `/sys/class/net/eth0/address` abgeleitet haben. Diese tauschen Sie durch Ihre eigenen privaten MAC-Adressen aus: Dazu ersetzen Sie einfach die unteren vier Bit des ersten Byte der öffentlichen Adresse durch 0xA respektive durch 0xE. So werden aus der MAC-Adresse DC:A6:32:66:35:85 des Ethernet-Ports die beiden privaten Adres-

sen DA:A6:32:66:35:85 und DE:A6:32:66:35:85 für die Ethernet-Emulation.

Damit PiKVM standardmäßig WLAN verwendet, sobald eine Konfigurationsdatei dafür vorliegt, müssen Sie den zugehörigen Systemd-Dienst aktivieren:

```
systemctl enable
↳ netctl-auto@wlan0.service
```

Schließlich konfigurieren und aktivieren Sie noch die Landeseinstellung für den WLAN-Adapter:

```
echo "country=DE" > /etc/wpa_↳
supplicant/wpa_supplicant-wlan0.conf
systemctl enable wpa_supplicant@wlan0
```

Nach einem Neustart ist der PiKVM dann über die IP-Adresse 169.254.0.1 erreichbar, außerdem erhält der Anwender-Rechner eine IPv4-Adresse aus dem gleichen Subnetz. Unter Windows müssen Sie außerdem zuvor den Treiber installieren, den wir auf [ct.de/yw5c](http://ct.de/yw5c) verlinkt haben und neu starten. Die Firewall-Einstellungen aus dem Abschnitt `otnet` erlauben Anwendern lediglich, auf das PiKVM-Web-Frontend zuzugreifen. Dort können sie dann über das Terminal mit dem Befehl `sudo wlansetup` ihr WLAN auswählen und das Passwort eingeben. Das Skript `wlansetup` haben wir Ihnen unter [ct.de/yw5c](http://ct.de/yw5c) bereitgestellt. Speichern Sie es in `/usr/local/bin` und machen Sie es ausführbar. Die Passende Sudo-Konfiguration `sudo.wlan` finden Sie dort ebenfalls, diese gehört in das Verzeichnis `/etc/sudoers.d/`.

Ein Parallelbetrieb von Ethernet und WLAN ist nicht vorgesehen – um wieder auf Ethernet zu wechseln, muss man zuvor die WLAN-Konfiguration wiederum über das Terminal im Web-Frontend mit dem Befehl `sudo wlansetup -r` löschen. Da das

Passwort für das Web-Frontend unabhängig vom Root-Passwort ist, muss man den Anwendern dafür auch keinen vollen Zugriff auf den PiKVM gewähren.

## Ab ins Firmennetz

Damit die Anwender in ihren Routern keine Portfreigaben für das Web-Frontend von PiKVM einrichten müssen, sollten Sie PiKVM mit einem VPN-Tunnel ausstatten – idealerweise in ein eigenes Admin-Netzwerk, sodass auch niemand aus dem Unternehmen unberechtigt auf die PiKVM zugreifen kann. Wireguard können Sie leicht über die Paketverwaltung auf dem PiKVM nachinstallieren, die Konfiguration funktioniert auf die gleiche Weise, wie in dem Artikel auf Seite 24 beschrieben.

Der PiKVM-Entwickler hat mit dem VPN-Anbieter Tailscale eine andere, verblüffend einfache Lösung gefunden: Es genügt, das Paket `tailscale` zu installieren und die beim Start ausgegebene URL im Browser aufzurufen – schon wird der PiKVM als weiterer Rechner zum eigenen VPN hinzugefügt:

```
pacman -S tailscale-pikvm
systemctl enable --now tailscaled
tailscale up
```

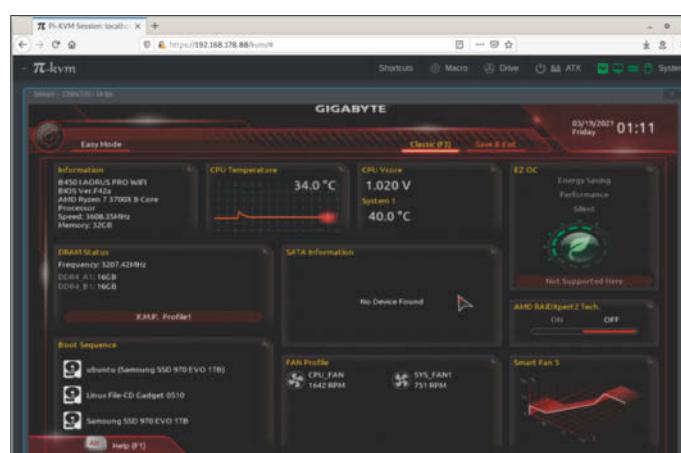
Tailscale verwendet ebenfalls Wireguard, die Konfiguration und Verwaltung des VPN erfolgt jedoch über das Web-Frontend beim Anbieter selbst. Für Privatanwender ist der Dienst kostenlos, passende Clients gibt es für alle gängigen Betriebssysteme. Für den professionellen Einsatz mit bis zu 100 Clients kostet Tailscale 10 US-Dollar pro Monat, bis 500 Clients 20 US-Dollar. Da es ohnehin sinnvoll ist, die PiKVM in einem eigenen VPN zu betreiben, auf das nur die Admins Zugriff haben, ist der Einsatz von Tailscale auch bei einem vorhandenen Firmen-VPN eine Überlegung wert.

## Fazit

Ob über Tailscale oder Firmen-VPN, mit PiKVM können Admins auch in Homeoffice-Zeiten den Mitarbeitern mit Rat und Tat zur Seite stehen – egal ob es eine Frage zur Bedienung oder ein ernsthaftes Problem mit Viren oder dem Betriebssystem gibt. Dank Raspberry Pi ist die Lösung nicht einmal teuer und lässt sich mit einfachsten Mitteln in jeder Betriebswerkstatt umsetzen.

(mid@ct.de) ct

**WLAN-Setup-Skript:** [ct.de/yw5c](http://ct.de/yw5c)



**Mit PiKVM können Admins sogar Einstellungen im BIOS oder im UEFI-Firmware-Menü anpassen oder das Betriebssystem aus der Ferne neu installieren – PiKVM ist vom Arbeitsrechner völlig unabhängig.**

# Tuning nach Spaghetti-Art

## Interview: Wie das QUIC-Protokoll Internet-Übertragungen beschleunigt

**Im Internet bahnt sich eine umwälzende Änderung an, die zu schnelleren Übertragungen führen wird: QUIC, ein von Google angestoßenes Trägerprotokoll, schickt sich an, das etablierte TCP abzulösen, um den Aufbau von Webseiten zu beschleunigen.**

Von Monika Ermert

Seit Beginn der Internet-Ära prägt das Transmission Control Protocol (TCP) die Kommunikation im weltweit größten Netz – zahlreiche Anwendungen setzen auf TCP auf, von denen die Mail- und Webkommunikation nur zwei prominente Beispiele sind. Doch während die Internet-Hardware über Jahrzehnte rasant an Geschwindigkeit zugelegt hat und inzwischen sogar Privatnutzer Gigabit-Anschlüsse

bekommen, schöpft TCP trotz vieler Optimierungen die Kapazität von Internet-Leitungen nicht immer aus.

Als größtes Manko gilt der langsame Verbindungsaufbau. Allein für die TCP-Schicht senden Sender und Empfänger üblicherweise drei Datenpakete hin und her (Drei-Wege-Handshake). Danach folgen die Aushandlungen der höheren Protokollschichten, etwa die TLS-Verschlüsselung und HTTP. Während dieses millisekundenfressenden Austauschs geschieht aus Anwendersicht nichts, außer dass sich Sender und Empfänger aufeinander abstimmen. Das klingt zwar nach vernachlässigbarem Zeitverlust, doch bei komplexen Webseiten spürt man leicht einen Verzug, weil für deren Aufbau viele Einzelverbindungen erforderlich sind. Die Macher der Internet-Protokolle wollen nun so viel Leerlauf wie möglich weglassen.

Dafür gibt es verschiedene Ansätze. Beim Protokoll Quick UDP Internet Connections (QUIC), dessen Entwicklung Google 2012 startete, haben die Entwickler Handshake-Wartezeiten durch Verschachtelung mit darüberliegenden Protokollen eingespart und die Verschlüsselung integriert. Die Fortschritte waren so vielversprechend, dass Google die Arbeiten 2017 an die Internet Engineering Task Force (IETF) zur Standardisierung weitergab – die IETF legte sich dann auf QUIC als Eigennamen fest.

Auf QUIC können diverse Anwendungen aufsetzen, etwa Webbrowser und -server. Aber nicht mit dem gängigen HTTP/2, sondern dem eigens angefertigten neuen HTTP/3. Inzwischen steht die Verabschiedung als IETF-Standard kurz bevor. Und schon jetzt läuft weltweit mehr als die Hälfte der Verbindungen zwischen Googles Chrome-Browser und Googles Servern per QUIC ab. Außerdem tüfteln diverse Arbeitsgruppen an eigenen Implementierungen (siehe ct.de/yavv). QUIC steckt auch schon in Beta-Versionen der Browser Microsoft Edge, Mozilla Firefox und Apple Safari. Facebook nutzt QUIC bereits für alle seine Services.

Über die Vorteile und Nachteile des QUIC-Protokolls sprachen wir mit Lars Eggert, der Co-Vorsitzender der Working Group QUIC ist und mittlerweile die IETF leitet. Im Hauptberuf ist er Technical Director bei NetApp.

**c't: QUIC spart an vielen Stellen Zeit, beispielsweise indem es mehrere Streams parallel abarbeitet. Und bei Paketverlusten wird die Verarbeitung nachfolgender, also außer der Reihe empfangener Pakete nicht ausgebremst. Zudem verschlüsselt es die Nutzlast grundsätzlich. Bedeutet all das den Einstieg in ein komplexeres Internet?**

**Lars Eggert:** Ja, QUIC ist ein sehr komplexes Protokoll. Das liegt aber daran, dass man Protokollschichten miteinander verschränkt. So quetscht man mehr Leistung heraus. Ich weiß nicht genau, von wem das Zitat stammt, aber es hieß immer schon: Das Schichtenmodell ist toll, um Protokolle zu erklären, aber schlecht, um Protokolle zu implementieren. Denn es sorgt für Leistungsverluste. Weil man erst auf dem TCP-Layer einen Handshake macht, dann auf dem TLS-Layer und schließlich auf dem HTTP-Layer. Will man diese Latenzen vermeiden, muss man zwischen den Schichten Abkürzungen herstellen und sie in einem Protokoll vereinen.

**c't: Wie steht QUIC im Vergleich zu ähnlichen Protokollen da?**

**Eggert:** QUIC ist nicht viel komplizierter als TCP, TLS und HTTP zusammen. Für ein einzelnes IETF-Protokoll ist es zwar relativ komplex, doch alle Aufgaben zusammen genommen besteht kein großer Unterschied zu den drei separaten Protokollen.

**c't: Erhöht die Integration von QUIC die Fehleranfälligkeit?**

**Eggert:** Nein. Es ist aber schon komplex, insbesondere beim Pre-Handshake. Denn



Bild: Lars Eggert

Lars Eggert ist seit Januar 2021 Vorsitzender der Internet Engineering Task Force, die zahlreiche Internet-Protokolle spezifiziert. Eggert ist außerdem noch Mitvorsitzender der Arbeitsgruppe zur QUIC-Standardisierung.

man kombiniert den Verbindungsaufbau – also das was TCP macht – mit dem TLS-Security-Kontext, und sendet parallel auch den HTTP-Request. Deshalb muss man alle drei Handshakes zusammen betrachten. Was passiert, wenn einer davon scheitert, was ist dann mit den beiden anderen? Es ist schlicht einfacher, wenn man das seriell macht. Wenn man sie verschränkt, entstehen neue Fehlersituationen. Aber man gewinnt an Performance.

**c't: Das ist schon ein großer Wurf.**

**Eggert:** Es ist zumindest in der IETF in letzter Zeit die umfangreichste Standardisierung, an die ich mich erinnern kann.

**c't: Ist QUIC das Transportprotokoll der großen Plattformen?**

**Eggert:** Die haben natürlich den Gewinn, weil sie sehr komplexe Webseiten haben und QUIC diese schneller ausliefert. So profitieren aber auch die Enduser. Nicht nur in Mitteleuropa, sondern auch in den Regionen der Welt, wo die Handshakes wegen langsamener Leitungen deutlich länger dauern können.

**c't: ... weil Handshakes um so länger dauern, je länger ein Round-Trip dauert, also Hin- und Rückweg zusammengekommen. Und bei Übertragungsfehlern kommen zusätzliche Round-Trips durch Sendewiederholungen hinzu.**

**Eggert:** Genau. Bei einem Round-Trip von 200 Millisekunden dauert es mit HTTPS schon mal zwei Sekunden, bis erste Bausteine einer Webseite ankommen. Mit QUIC dauert es meistens weniger als eine Sekunde.

**c't: Und in Westeuropa sind die Unterschiede kleiner, weil die Latenzen oft deutlich unter 50 Millisekunden liegen. Du hast immer gesagt, QUIC wird einen erklecklichen Teil des Verkehrs an sich ziehen. Was bleibt TCP-Land?**

**Eggert:** Das ist schwer abschätzbar. Aber Webserver mit HTTP/2 werden zügig zum neuen HTTP/3 migrieren. Denn die Semantik ändert sich zu HTTP/3 nur minimal. Was mit Servern passiert, die noch HTTP 1.1 verwenden, ist offen. Die zugehörigen Applikationen sind wohl nicht so performancesensitiv und werden daher wohl nicht schnell wechseln. Es gibt noch

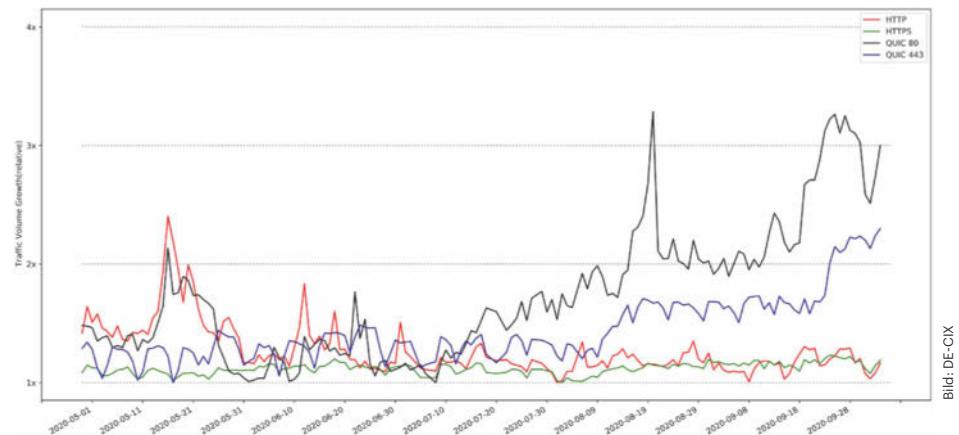


Bild: DE-CIX

**Das Transportprotokoll QUIC beschleunigt den Internet-Verkehr. Der weltgrößte Internet-Knotenpunkt DE-CIX in Frankfurt registrierte 2020 während mehrerer Monate ein erhebliches Wachstum des QUIC-Anteils (Traffic Volume Growth Relative).**

andere Aspekte, die die Migration erschweren.

**c't: Kannst du ein Beispiel geben?**

**Eggert:** HTTP/2 und HTTP/3 setzen die TLS-Verschlüsselung voraus, wobei TLS-Zertifikate an Domainnamen gebunden werden. Um diese zu validieren, müssen Clients mit dem Domain Name System kommunizieren. Es gibt aber in Firmen viele interne Anwendungen, die vom DNS abgekoppelt sind und daher keine global verifizierbaren Zertifikate einsetzen.

Und wenn Firmen-Administratoren auf Transparenz pochen und als Man-in-the-Middle TLS entschlüsseln wollen, dann werden sie QUIC unterbinden. Denn das übliche Entschlüsseln funktioniert mit QUIC nicht. Dieser Nutzerkreis wird auch TLS 1.3 unterbinden. Meine Hoffnung ist aber: Wenn QUIC Geschwindigkeitszuwächse bringt, werden die Benutzer über kurz oder lang sagen, liebe IT, wir brauchen das. Aber wenn QUIC in einem Szenario keinen Gewinn bringt, ist es auch nicht schlimm, wenn es dort ungenutzt bleibt.

**c't: Wann wird der Nerd QUIC auf seinem Webserver im Keller nutzen können?**

**Eggert:** Mit dem Webserver im Keller ist ein Betrieb mit tagesaktueller Technik schwierig und die Geschwindigkeitsvorteile sind auch kaum messbar. Wenn man vorne mit dabei sein will und Milliardeneinnahmen dran hängen, dann ist man ein Großer und hat auch die Möglichkeiten, QUIC auszuschöpfen. Auch Apache wird irgendwann QUIC bieten und dann schaltest du das als kleiner Betreiber ein und es läuft. Der Gewinn ist

dann nicht die Leistung, sondern die zusätzliche Sicherheit und Vertraulichkeit.

**c't: Wie spielt QUIC in die Verschlüsselungsdebatte hinein?**

**Eggert:** Ziemlich stark. QUIC bietet keinen unverschlüsselten Modus an. Man kann natürlich geheime Schlüssel als Key-Logfiles exportieren. Damit kann man in Wireshark entschlüsseln und die Nutzdaten anschauen. Dafür muss der Client oder der Server unter deiner Kontrolle sein.

**c't: Aber mit dem Export der Key-Logfiles ist es nicht mehr sicher.**

**Eggert:** Genau. Denn man hat keine Kontrolle darüber, was mit den Keys oder den Mitschnitten passiert. Facebook implementiert das daher nicht. Die sagen, wir wollen keinen Code-Pfad für Key-Files haben. Wir wollen nicht, dass unser Stack über Code-Injection oder anderweitig angreifbar wird.

**c't: Was sind die Zukunftspläne für QUIC? Die Liste der Entwürfe für Erweiterungen wird ja langsam unüberschaubar.**

**Eggert:** Zu den großen Themen gehört Multipath, also Kommunikation mit einem Server über mehr als eine Leitung. Dafür gibt es mehrere Vorschläge. Version-Aliasing soll helfen, die Privacy weiter zu verbessern. Dabei kennen nur Client und Server die tatsächliche Versionsnummer des verwendeten QUIC-Protokolls. (dz@ct.de) **ct**

**QUIC-Implementierungen:** [ct.de/yavv](http://ct.de/yavv)

# WLAN-Kontrollposten

**Die kostenfreie quelloffene WLAN-Überwachungssoftware Nzyme ist ab sofort als Stable Release erhältlich. Version 1.0.0 steht seit dem 20. März auf [nzyme.org](http://nzyme.org) zur Verfügung.**

Nzyme analysiert den WLAN-Verkehr und kann Angriffe auf Router, Access-Points und eingebuchte Clients identifizieren. Dazu nutzt die Software ein oder mehrere

WLAN-Interfaces im Monitor-Modus, um den Funkverkehr mitzulesen – optional im Kanalsprungverfahren, um möglichst viele Kanäle zu erfassen. Die Angriffserkennung ist vielfältig: Wer die SSIDs, BSSIDs (MAC-Adressen) und Kanäle seines Netzes einträgt, kann sich von Nzyme benachrichtigen lassen, wenn etwa ein falscher Access-Point (Rogue Access-Point) auftaucht, die eigenen Access-Points auffallen

– beispielsweise durch Änderung der Verschlüsselung, SSID oder Kanäle – oder Nzyme ein typisches Angriffswerkzeug wie WiFi Pineapple entdeckt.

Ist eine Attacke beziehungsweise eine Hardware identifiziert, kann diese mit Hilfe eines Nzyme-Trackers anhand der Signalstärke lokalisiert werden. Dabei kommuniziert die Nzyme-Instanz per LoRa mit Trackern, die man an das Ziel heranführt.

Der Entwickler Lennart Koopmann schreibt die Software in seiner Freizeit; über GitHub können Interessierte Fehler melden oder Code beitragen.

(amo@ct.de)

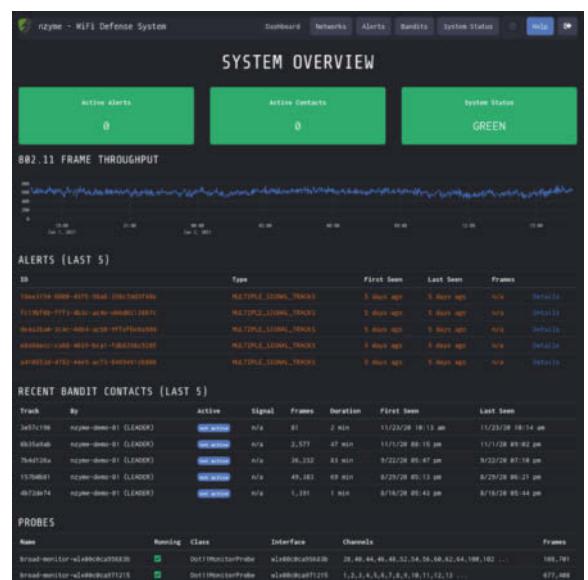


Bild: nzyme

**Nzyme überwacht das WLAN auf Angriffsmuster und zeigt die Ergebnisse in einem übersichtlichen Webinterface.**

## Switch für Single-Pair-Ethernet

Die Böblinger Star Cooperation, ein Expertenteam für Fahrzeugvernetzung, hat ihren **SPE-Verteiler FlexSwitch 1000Base-T1** fertiggestellt. Der Switch nimmt über zwei SFP+-Slots (1/10 GBit/s) Verbindung mit dem Ethernet-LAN auf und reicht diese über sieben Single-Pair-Ports weiter (100/1000 MBit/s). An deren T1-Buchsen, die gemäß IEC 63171-6 ausgelegt sind, schließen Entwickler ihre mit einer SPE-Schnittstelle bestückten Geräte zwecks Debugging an.

Der aus 8 bis 48 Volt Gleichspannung versorgte FlexSwitch nutzt einen Marvell-Chip 88Q6113. Dieser Controller enthält den ARM-Kern Cortex-M7 und beherrscht auf Echtzeitanwendungen zielen-de Protokolle wie Ethernet-AVB (Audio/Video-Broadcast, IEEE 1722, [ct.de/-2320676](http://ct.de/-2320676)) oder PTP (Precision Time Protocol, IEEE 1588). Zur Konfiguration legt

der Hersteller eine Windows-Software von Marvell bei. Der FlexSwitch 1000Base-T1 soll im Mai 2021 erhältlich werden. Den Preis nennt Star Cooperation auf Anfrage.

(ea@ct.de)



Bild: Star Cooperation

**Der FlexSwitch 1000Base-T1 bindet bis zu sieben SPE-Geräte über zwei SFP+-Ports ins Entwickler-LAN ein.**

## Kurz & knapp: Netze

Mit zwei **2,5-GBit/s-Switches** will Trendnet die Einstiegsschwelle ins Multi-gigabit-Ethernet (NBase-T) senken: Der TEG-S350 mit fünf Ports soll 160 Euro (UVP) kosten, das Modell TEG-S380 216 Euro. Beide Geräte sind nicht konfigurierbar (unmanaged) und verstehen auch Fast- und Gigabit-Ethernet (100 und 1000 MBit/s).

Für übers Netzwerkkabel versorgte Geräte mit hohem Energiebedarf, etwa Displays oder Überwachungskameras mit beheiztem Gehäuse, hat KTI einen **PoE-Injektor bis 90 Watt** Leistung ins Programm genommen: Der KPOE-100-BT speist Strom gemäß den drei Power-over-Ethernet-Standards IEEE 802.3af, .3at und .3bt ein. Das zu Gigabit-Ethernet kompatible Gerät kostet 225 Euro (UVP).

Infineons **WLAN-Chipserie CYW5557x** ist auf die kommende Spektrumserweiterung Wi-Fi 6E vorbereitet. Die für Internet-of-Things- und Streaming-Geräte gedachten Controller enthalten einen ARM-Kern Cortex-R4 und funken mit einem oder zwei MIMO-Streams gemäß IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6, max. 600/1200 MBit/s brutto). Bluetooth 5.2 ist ebenfalls an Bord.

AVM bietet sein **Fritz-DECT-Telefon C6** jetzt auch in Schwarz an. Das 79 Euro teure Gerät soll 16 Stunden Gesprächszeit und 12 Tage Standby mit einer Akkuladung erreichen. Nach dem Update der Fritzbox auf FritzOS 7.25 kann es Wetterdaten auf seinem Display zeigen.

Der spanische Chipentwickler KDPOF hat seine elektro-optischen **Gigabit-POF-Transceiver weiter geschrumpft**: Der KD9351 integriert die Sende- und Empfangs-Optoelektronik für 1 GBit/s über Kunststofflichtleiter in einem Baustein. Gegenüber einer Lösung für Gigabit-Ethernet über Kupfer soll das Bausteingespann KD9351 und KD1053 um 30 Prozent günstiger sein. POF setzte vor einigen Jahren zwar an, die Heimvernetzung zu revolutionieren, hat eine passendere Nische aber im Fahrzeugbau gefunden.

# Das Windows-Druck-Chaos

**Nach dem März-Patchday nahm es seinen Lauf: Beim Versuch, etwas auszudrucken, stürzten diverse Rechner stets mit einem Bluescreen ab.**

Die am 9. März von Microsoft freigegebenen Sicherheitsupdates für Windows 10 brachten einen Fehler mit, der viele PCs beim Drucken abstürzen ließ. Betroffen waren allem Anschein nach die Windows-Versionen 1809 bis 20H2 im Zusammenispiel mit Druckermodellen vornehmlich von Kyocera. Am 15. März stellte Microsoft zur Fehlerbehebung weitere Updates bereit, die allerdings die Probleme nicht vollständig behoben: Zwar verschwanden damit die Bluescreens, stattdessen gab es aber mitunter fehlerhafte Grafikinhalte im Ausdruck. Die wiederum hat Microsoft mit einer weiteren Patch-Runde am 18. März behoben.

Wichtig zu wissen ist, dass die Korrekturpatches vom 15. beziehungsweise 18. März nicht automatisch auf den Rechner kommen, sondern in den Einstellungen unter „Update und Sicherheit/Windows Update“ als optionale Updates gelistet sind. Wenn Sie von den Druckproblemen betroffen sind, reicht es also nicht, auf den Update-Suchknopf zu klicken, sondern Sie müssen das darunter als „optionales Qualitätsupdate“ angebotene kumulative Up-

date per Klick auf „Herunterladen und installieren“ selbst anstoßen.

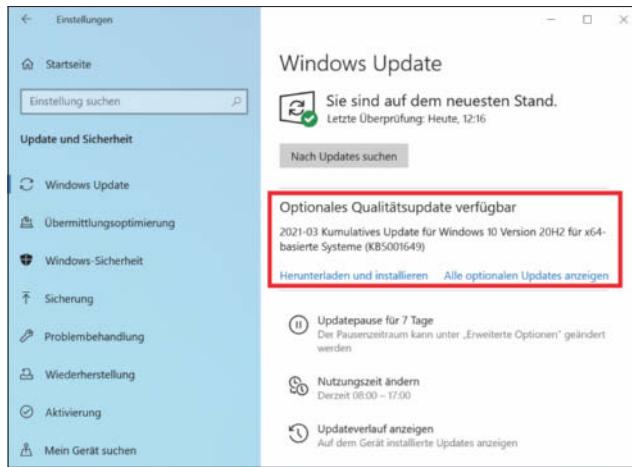
In der Tabelle unten haben wir die vom Druck-Bluescreen betroffenen Windows-Versionen mitsamt der betroffenen Patchlevel und KB-Update-Nummern zusammengestellt. Version und Patchlevel (erkennbar an der Build-Nummer) Ihres Systems können Sie ganz einfach per Windows-Taste, `winver` und Eingabetaste ermitteln.

Windows 7 und 8.1 sind laut Microsoft-Angaben nicht von den Bluescreens betroffen, sondern können direkt mit den Sicherheitspatches vom 9. März die genannten Fehler in der Druckausgabe von Grafiken zeigen. Das Gleiche gilt für die älteren Windows-10-Versionen 1803, 1607 LTSB und 1507 LTSB. Für alle genannten hat Microsoft am 18. März Patches veröffentlicht, die die Grafikfehler beheben sollen.

Microsoft hat seit einiger Zeit immer wieder Probleme mit der Qualitätskontrolle für Sicherheitsupdates – das an sich ist nicht unbedingt neu. Dieser Fall allerdings wirkt geradezu wie eine Karikatur: Dass ein Update mit einem Patch korrigiert werden musste, der wiederum einen Patch brauchte, war bislang eher selten. (jss@ct.de)

**Windows-Patches:** [ct.de/yvs3](http://ct.de/yvs3)

**Eben nicht „auf dem neuesten Stand“: Erst das optionale März-Update behebt Bluescreens und Grafikdruckfehler.**



## Windows-10-Druckprobleme: von Bluescreens betroffene Versionen

Windows-10-Version	Patch-Paket / Build-Nummer mit Bluescreens (9. März)	Patch-Paket / Build-Nummer mit Druckfehlern (15. März)	Patch-Paket / Build-Nummer bereinigte Version (18. März)
20H2	KB5000802 / 19042.867	KB5001567 / 19042.868	KB5001649 / 19042.870
2004	KB5000802 / 19041.867	KB5001567 / 19041.868	KB5001649 / 19041.870
1909	KB5000808 / 18363.1440	KB5001566 / 18363.1441	KB5001648 / 18363.1443
1809	KB5000822 / 17763.1817	KB5001568 / 17763.1821	KB5001638 / 17763.1823

**FLEXIBEL  
WIE DEIN LEBEN  
WIR SCHÜTZEN,  
WAS DIR WICHTIG IST**



**eset**

**IT-SECURITY:  
EINFACH. SICHER. FÜR JEDEN.**

Die ESET Family Edition schützt große und kleine Surfer – ob bei Homeschooling, Shoppen oder Online-Banking.



Jetzt mehr erfahren: [ESET.DE](http://ESET.DE)

MADE IN EU

# Bit-Rauschen

## Neuer Auftragsfertiger Intel, Speicher wird noch teurer

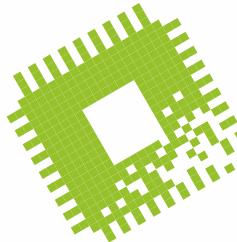
**Intel will die eigene Fertigung kräftig ausbauen und seine Werke für andere Kunden öffnen. Die wachsende Kluft zwischen Angebot und Nachfrage verschärft den bestehenden Chipmangel und treibt die Preise weiter nach oben.**

Von Christian Hirsch

Wenige Wochen nach seinem erneuten Jobantritt als Intel-CEO hat Pat Gelsinger in einer öffentlichen Präsentation seine Vision für die nächsten Jahre vorgestellt. Die Rolle Intels als „Integrated Device Manufacturer“, also einem Hersteller, der Chips selbst entwickelt, fertigt und vermarktet, will Gelsinger zu IDM 2.0 weiterentwickeln: Der Großteil der eigenen Produkte soll also weiterhin in den eigenen Fabriken vom Band laufen.

Zusätzlich will Intel für bestimmte Chips aber auch verstärkt Kapazitäten bei anderen Auftragsfertigern wie TSMC, Samsung, Globalfoundries oder UMC einkaufen. Bislang lässt Intel zum Beispiel Netzwerkchips und Chipsätze extern fertigen. Ab 2023 will Intel davon auch bei Kernprodukten wie CPUs und GPUs Gebrauch machen. Das klappt, weil laut Gelsinger zukünftige Intel-Prozessoren nicht mehr aus monolithischen Chips, sondern aus mehreren „Tiles“ (Kacheln) mit unterschiedlicher Fertigungstechnik bestehen. Verknüpft sind diese als Chipstapel mit Intels Foveros-Technik sowie horizontal über im Package untergebrachte Silizium-chips, die Intel als Embedded Multi-die Interconnect Bridge (EMIB) bezeichnet.

Als dritte Säule will Intel selbst zum Auftragsfertiger werden und ein Gegen gewicht zu den hauptsächlich in Asien beheimateten Branchengrößen wie TSMC und Samsung bilden. Für wie wichtig Gelsinger die Intel Foundries Service genann-



te Sparte erachtet, lässt sich daran ablesen, dass der neue Chef Dr. Randhir Thakur ihm direkt unterstellt ist. Das Marktpotenzial für alle Auftragsfertiger zusammen soll laut Intel-CEO im Jahr 2025 bei 100 Milliarden US-Dollar liegen. Von diesem Kuchen will sich nun auch Intel ein Stück sichern.

Durch die neue Sparte lassen sich wohl zum einen die Kapazitäten von vorrangig älteren fabs in den USA, Irland und Israel besser auslasten. Zum anderen erlaubt es außer von kommerziellen Kunden auch Aufträge von Regierungsstellen und Zulieferern für die Rüstungsindustrie anzunehmen, die Fertigungsanlagen in den USA oder der EU voraussetzen. Zur potenziellen Kundschaft zählt Intel unter anderem Amazon, Cisco, Ericsson, Google, IBM, IMEC, Microsoft und Qualcomm. Für deren Chips will der Hersteller nicht nur die reine Fertigung übernehmen, sondern ihnen auch eigene IP-Blöcke für CPU und GPU schmackhaft machen. Gelsinger hat nach eigener Aussage aber auch kein Problem damit, ARM- oder RISC-V-Designs zu produzieren.

Um diese ambitionierten Ziele zu erreichen, kooperiert Intel mit IBM bei der Halbleiterentwicklung und zieht für 20 Milliarden US-Dollar zwei neue Fabriken mit insgesamt 3000 Angestellten im US-Bundesstaat Arizona hoch. Allerdings bezahlt Intel die Summe nicht komplett aus



Bild: Intel

**Mit dem Rechenbeschleuniger Ponte Vecchio, der aus 47 Chip-Tiles besteht, will Intel-CEO Pat Gelsinger die Brücke in Intels Zukunft schlagen.**

eigener Tasche, sondern erhält im Gegenzug dafür Steuererleichterungen. Geplant ist 2024 die Fertigung von 7-Nanometer-Produkten mit EUV-Belichtung aufzunehmen, die vom Ausrüster ASML stammt.

Erste Chips mit dieser Technik soll es, wenn auch aus anderen Intel-Fabs, schon ein Jahr vorher zu kaufen geben. Dazu zählen die Mobil- und Desktop-CPUs Meteor Lake sowie die Server-Chips Granite Rapids, die beide das bereits erwähnte Tile-Design verwenden. Als Überraschung kündigte Gelsinger zudem an, die Entwicklerkonferenz Intel Developer Forum in modernisierter Form wiederzubeleben, nämlich im Oktober als Intel Innovation Event in San Francisco.

### Steigende Speicherpreise

Für manche Dinge wird 2021 zum Startpunkt, für andere könnte es das Ende einläuten. Micron will die Weiterentwicklung der Speichertechnik 3D Xpoint einstellen. Ursprünglich als Gemeinschaftsprojekt mit Intel gestartet, konnte sich der nichtflüchtige Speicher mit vergleichsweise kurzen Latenzen unter der Marke Optane nur in der Nische der High-End-Server etablieren. Da der Liefervertrag mit dem einzigen Abnehmer Intel ausläuft, plant Micron, die defizitäre Fabrik in Utah noch in diesem Jahr abzustoßen.

Die allgemeine Nachfrage nach DRAM- und Flash-Chips bleibt jedoch weiterhin hoch, weshalb die Preise laut den Marktforschern von TrendForce auch im zweiten Quartal weiter kräftig steigen werden. Der pandemiebedingte hohe Bedarf bei Notebooks und Servern, die weiterhin pro Jahr 1,3 Milliarden gefertigten Smartphones sowie der Mining-Boom bei Grafikkarten sollen Speicherchips bis zum Sommer um bis zu 20 Prozent verteuern.

Und dann brannte es nun auch noch in einem Werk des japanischen Herstellers Renesas, das vor allem für die Automobilindustrie produziert. Als Folge drohen Produktionsstopps bei mehreren Autoherstellern. Zudem verzögert sich der Neustart der Mitte Februar nach einem durch einen Wintersturm verursachten Stromausfall heruntergefahrenen Samsung-Fabrik in Austin, Texas. Und taiwanische Chiphersteller kämpfen mit Wasserknappheit wegen Dürre. Bei der angespannten Liefersituation von Halbleiterchips ist kein Licht am Ende des Tunnels sichtbar.

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

**Bit-Rauschen als Audio-Podcast:  
ct.de/ywq3**

## Unsere Berater sind für Sie da!

Wenden Sie sich vertrauensvoll an unsere Berater mit allen Herausforderungen rund um Ihre IT. Sie gehen mit maßgeschneiderten Lösungen auf Ihre Bedürfnisse ein.

Sprechen Sie mit unseren Beratern kostenlos unter **0800-000 42 30\***  
[Dell.de/KMU-Beratung](http://Dell.de/KMU-Beratung)

© 2021 Dell Inc. oder Tochtergesellschaften. Alle Rechte vorbehalten. Dell GmbH, Main Airport Center, Unterschweinstiege 10, 60549 Frankfurt am Main. Geschäftsführer: Stéphane Paté, Anne Haschke, Robert Potts, Vorsitzender des Aufsichtsrates: Jörg Twellmeyer. Eingetragen beim AG Frankfurt am Main unter HRB 75453, USt.-ID: DE 113541138, WEEE-Reg.-Nr.: DE 49515708. Dell Technologies, Dell, Dell EMC, EMC und andere Marken sind Marken von Dell Inc. oder Tochtergesellschaften. Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen der Dell GmbH. Änderungen von Preisen, technischen Daten, Verfügbarkeit und Angebotsbedingungen sind ohne Vorankündigung vorbehalten. Druckfehler und Irrtümer vorbehalten. \*Mo-Fr.: 8:30-17:30 Uhr (zum Nulltarif aus dem dt. Fest- und Mobilfunknetz).



Scannen Sie den QR-Code, registrieren Sie sich für unseren Newsletter und freuen Sie sich über zusätzliche 5% Rabatt auf Ihren Einkauf. (Erfahren Sie mehr über die Vorteile direkt auf der Registrierungsseite.)



Intel vPro® Plattform  
Entworfen für Unternehmen

# Biegsame Scheiben

## Ultradünne Gläser für Faltphones

**Samsung dominiert den Markt der faltbaren Mobildisplays mit Technikspezialitäten und Finanzspritzen. Apple wartet derweil auf konkurrierende Glaslieferanten.**

Von Ulrike Kuhlmann

Mit seinem ersten Galaxy Fold läutete Samsung vor zwei Jahren die Zukunft der Falt- und Klapp-Phones ein. Die Geräte unterscheiden sich auf den ersten Blick durch ihre Mechanik: Bei einigen klappt das Display nach außen (outfold), bei den meisten nach innen, gefaltet werden diese sowohl horizontal wie ein Buch (infold) als auch vertikal wie eine Muschel (clamshell).

Die Oberfläche muss bei Outfolds wie Huaweis Mate oder Royoles FlexPai deutlich stabiler gegen mechanischen Druck und Kratzer sein. Das dürfte ein Grund sein, warum Huawei beim Mate-Nachfolger X2 auf das Infold-Prinzip umgeschwenkt ist. Wie Motorola beim Razr klappt Samsung beim Z Flip das innenliegende OLED stattdessen vertikal. Das Flip ist auch dank des kleineren Displays kompakter und preiswerter. Insgesamt bleiben die Faltphones in den kommenden Jahren dennoch deutlich teurer als ihre unflexiblen Pendants.

### Ultradünnes Glas

Samsungs Z Flip (c't 14/2020, S. 88) und der zweite Galaxy-Aufschlag Z Fold 2 (c't 23/2020, S. 114) unterscheiden sich in einem wesentlichen Punkt von allen anderen Faltphones: Sie nutzen eine Deckschicht aus echtem Glas. Das ultradünne Glas (UTG, Ultra Thin Glass) hat einige Vorteile gegenüber der hitzebeständigen Plastikdeckschicht (CPI, Colorless Polyimide) anderer flexibler Smartphones. So werden Glasoberflächen gerade bei teuren Mobilgeräten besser akzeptiert als Plastikoberflächen, sie fühlen sich wertiger an und die Finger gleiten leichter über die

glattere Touchoberfläche. Glas ist resisternter gegen Kratzer, es ist lichtdurchlässiger und blättert auch bei sehr häufigen Faltungen an den Kanten nicht ab. Allerdings eignet es sich nicht für nach außen geklappte Displays, weil es anders als Kunststoff nicht dehnbar ist.

Die Glasdeckschicht für faltbare Geräte trägt dünner auf als die vergleichbare Kunststoffschicht, genannt werden 30 Mikrometer für UTG und 80 Mikrometer für CPI. In der Folge verringert sich auch der mögliche Biegeradius. Dazu muss das UTG allerdings vorbehandelt werden.

Entwickelt wurde das ultradünne Glas für Samsungs Faltphones vom Mainzer Glasproduzenten Schott, nachbehandelt wird es vom koreanischen Dowoo Insys. Um Brüche beim Zuschneiden und Schleifen zu vermeiden, schichtet Dowoo zunächst zehn Muttergläser aufeinander. Anschließend werden die Schichten wieder getrennt und chemisch gehärtet und gezogen, um eine gleichmäßige, stabile Oberfläche zu erhalten. Diese Nachbehandlung ist kostspielig und fehleranfällig – Faltdisplays mit UTG sind deshalb teurer als solche mit CPI-Deckschicht.

### Samsungs Vormachtstellung

Samsung hält dennoch an den Vorteilen des UTG fest und sichert sich die Technik sogar: Das Unternehmen hat einen Exklusivvertrag mit Schott geschlossen und in Dowoo investiert, weshalb das Unternehmen das fertige UTG ausschließlich an Samsung Displays liefert. Letztere beliefern Samsung Electronics mit den UTG-Faltdisplays, an andere Smartphone-Hersteller verkauft

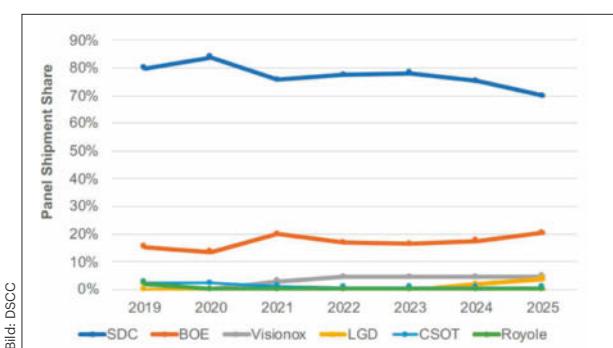


Im Z Flip nutzt Samsung ultradünnes Glas als Deckschicht, die Touchschicht wurde ins Panel integriert.

Samsung Displays derzeit ausschließlich flexible OLEDs mit CPI-Deckschicht. Hierdurch hat sich der Konzern im Bereich der faltbaren Mobilschirme die Poleposition erkauf. Neben Marktführer Samsung Displays produzieren LG sowie die chinesischen Displayspezialisten BOE und Visionox faltbare OLEDs. Die Panelschmiede Royole, die ebenfalls flexible OLEDs produziert und 2020 sogar ein eigenes Faltpiece vorgestellt hat, wird auf längere Sicht keine große Rolle spielen.

Neben Schott/Dowoo arbeiten auch andere Hersteller an ultradünnen, flexiblen Gläsern, darunter der für seine Gorillagläser bekannte Glashersteller Corning, dessen Gläser Samsung für herkömmliche Smartphones nutzt. Aktuell evaluiert Apple mit Samsung-Displays mögliche faltbare iPhones und iPads mit UTG. Nach Einschätzung der Marktforscher von DSCC wird es vor 2023 aber keine iOS-Geräte mit Faltdisplay geben. Bis dahin wird Samsung Electronics seine Vormachtstellung zweifellos behalten und etliche weitere Faltphones vorstellen.

(uk@ct.de) **ct**



85 Prozent aller faltbaren OLEDs produzierte im vergangenen Jahr Samsung Displays. An dieser Vormachtstellung wird sich vorerst wenig ändern.

## Motorsteuerung ohne Sensor

**Das Hamburger Unternehmen Trinamic Motion Control stellt zwei neue Sets an steckbaren Modulen vor, die Elektromotoren ohne zusätzliche Sensoren steuern.**

Trinamic hat Controller- und Treibermodule entwickelt, die zur Steuerung von Elektromotoren allein die rückwirkende „Elektromotorische Kraft“ nutzen (auch Gegen-EMK genannt). Das Konzept ist nicht neu und hat mehrere Vorteile, darunter eine bessere Leistungsaufnahme und geringere Verlustleistung. Die Trinamic-Module erscheinen interessant, weil sie zeitkritische Funktionen direkt verarbeiten und so den Systemprozessor ent-



**Schneller ohne Überschwapp:**  
In einer Demo führt Trinamic vor, wie sich volle Biergläser mit einem Gegen-EMK-gesteuerten Elektromotor schnell bewegen lassen, ohne wertvolles Nass zu verschütten (unteres Glas, siehe auch [ct.de/yqb8](http://ct.de/yqb8)).

lasten. Laut Hersteller reduzieren sie die Verlustleistung gegenüber herkömmlicher Technik um bis zu 50 Prozent und treiben bis zu dreimal größere industrielle Schritt- und bürstenlose Gleichstrommotoren an.

Bei den Modellen TMCM-1230 und -1231 (für Motorströme bis 5 beziehungsweise 6,5 Ampere) handelt es sich um integrierte Ein-Achsen-Controller/Treiber-Module. Sie versorgen zweiphasige bipolare Schrittmotoren und weisen dieselben Maße und dieselbe Pinbelegung auf. Beide Module nutzen die von Trinamic entworfene Gegen-EMK-Sensorik, um den Leistungsbedarf des Motors in Echtzeit zu ermitteln und den Speisestrom zu steuern. Die feldorientierten Module TMCM-1637 und -1638 (für maximal 5 und 7 Ampere) koppeln zusätzlich an Hall- und Drehgeber für die feldorientierte Steuerung an. Sie eignen sich für einphasige Gleichstrommotoren, zweiphasige Bipolar-Schrittmotoren und dreiphasige BLDC-Motoren.

Zusätzlich bietet Trinamic eine kostenlose Entwicklungsumgebung für die einachsigen TMCM-BB1- oder vierachsigen BB4-Baseboards, die mit dem Mikrocontrollermodul TMCM-0930-TMCL gesteuert werden. (dz@ct.de)

**Demo-Aufbau von Trinamic:** [ct.de/yqb8](http://ct.de/yqb8)

## LoRaWAN-Kits für IoT

Der Serverhersteller Thomas Krenn AG vergibt an IoT-Entwickler kostenlose Developer-Kits zum Experimentieren mit der LoRaWAN-Technik (Long Range Wide Area Network). Mit den batteriebetriebenen Developer-Kits (Lithium-Ion, 3,7 Volt) lassen sich **Temperatur**, **Luftdruck** und **Luftfeuchte** unter Einsatz des Weitverkehrsfunks LoRa aus der Ferne auslesen. Die Messdaten liefert der von Bosch entwickelte Kombi-Sensor BME280.

Die Kits bestehen aus zwei Boards, die mit einem Mikrocontroller der Familie ESP32 (Tensilica LX6) und dem LoRa-Modul Semtech SX176 bestückt sind. An Bord sind ein OLED-Display (Diagonale von 0,96 Zoll), drei UART-, je zwei SPI- und I2C-, ein I2S- und ein GPIO-Port sowie eine Mikro-USB-Schnittstelle; passende USB-Anschlusskabel liegen bei.

Alternativ kommunizieren die Boards drahtlos per WLAN oder Bluetooth Low Energy mit der Außenwelt. Das WLAN-Modul funkts gemäß der IEEE-Spezifikation 802.11n und liefert maximal 150 MBit/s. Interessenten können sich mit einer kurzen Beschreibung der geplanten Anwendung direkt auf [www.thomas-krenn.de](http://www.thomas-krenn.de) bewerben. (dz@ct.de)

## Endlich. Einfach. Smart Home.

Machen Sie Ihre Haustür smart!

Der Homematic IP Türschlossantrieb verwandelt bestehende Türschlösser in smarte Haustüren und macht aus Ihrem Smartphone einen digitalen Schlüssel – so stehen Sie nie wieder vor verschlossener Tür.

- ✓ Einfache Installation
- ✓ Sicher und geschützt
- ✓ Beliebig erweiterbar um mehr als 100 Produkte

**NEU**

[homematic-ip.com](http://homematic-ip.com)

**homematic** IP

# Handy mit Hasselblad-Kamera und lang laufende Smartwatch

**OnePlus hat zwei neue Smartphones vorgestellt – und seine erste Smartwatch. Die Preise für die Smartphones beginnen ab 700 Euro, die Smartwatch kostet 160 Euro.**

OnePlus hat seine beiden Oberklasse-Smartphones 9 und 9 Pro vorgestellt. Diese kommen mit Snapdragon 888 samt 8 respektive 12 GByte LPDDR5 RAM. OnePlus stattet das Pro-Modell mit einer Vierfach-, das Einstiegsmodell mit einer Dreifachkamera aus. An der Farbkalibrierung hat OnePlus gemeinsam mit Hasselblad gearbeitet, diese soll in beiden Modellen den Fotos der Hasselblad-Mittelformatkameras ähneln. Für die weitwinklige 48-Megapixel-Hauptkamera des Pro verwendet der Hersteller Sonys IMX789-Sensor, dieser fällt mit 1/1,4" für Smartphone-Verhältnisse recht groß aus. Ein 50-MP-Ultraweitwinkel (IMX766, 1/1,56") und eine optisch stabilisierte 8-Megapixel-Telekamera (77 mm KB) sind die weiteren Kameras. Eine 2-Megapixel-Monochrom-Kamera steuert zusätzliche Bildinformationen bei. Das 9 (ohne Pro) kommt ohne Telekamera, mit der gleichen Ultraweitwinkel-Kamera

und einem anderen Hauptsensor: Sonys 1/1,43"-Sensor IMX689.

Beide Modelle sind mit kontraststarken 120-Hertz-OLEDs ausgestattet. Nur das Pro-Modell passt die Bildwiederholrate dynamisch an den Inhalt an. Das 6,7-Zoll-Panel des Pro löst 3216 × 1440 Pixel auf, das 6,55-Zoll-Display des 9 2400 × 1080.

Es stehen zwei Speicherausstattungen zur Wahl (128 GByte oder 256 GByte), die



Bild: OnePlus

**Die Kamera des OnePlus 9 entstand in Kooperation mit Hasselblad.**

sich jeweils nicht erweitern lassen. OnePlus liefert die Geräte mit Android 11 aus und verspricht, zwei Jahre lang Upgrades auf neue Android-Versionen zu liefern sowie drei Jahre lang monatliche Sicherheitspatches.

Die Preise für das OnePlus 9 starten bei 699 Euro (8/128 GByte), für das Pro bei 899 Euro (8/128 GByte). Die Variante mit 12/256 GByte kostet jeweils 100 Euro Aufpreis.

Die schlicht OnePlus Watch genannte Uhr soll mindestens 160 Euro kosten, teilte der chinesische Hersteller mit. Die genauen Preise für verschiedene Versionen nannte OnePlus bis Redaktionsschluss nicht, Verkaufsstart ist der 26. April.

Zum Betriebssystem hatte OnePlus bei Redaktionsschluss noch keine Angaben gemacht. Das OLED-Display ist 1,39 Zoll groß und hat eine Pixeldichte von 326 ppi. Die Uhr im Edelstahl-Gehäuse ist mit GPS-Empfänger und Pulsmesser ausgestattet und nach IP68 gegen Wasser und Staub geschützt. Der 402-mAh-Akku soll Laufzeiten von bis zu zwei Wochen ermöglichen.

(rbr@ct.de)

## Android 9 fürs Fairphone 2

Das niederländische Unternehmen Fairphone verteilt ein Update für das Fairphone 2: Das Ende 2015 erschienene Smartphone wird auf die Android-Version 9 geheift. Laut Fairphone war die Entwicklung des Updates ein aufwendiger Prozess, was unter anderem am Chipset des Handys gelegen habe: Es läuft mit einem Snapdragon 801, für den Qualcomm keine Software-Updates mehr liefert.

Android 9 wurde im August 2018 veröffentlicht. Weil es mittlerweile schon Android 11 gibt, ist das Fairphone 2 weiterhin nicht auf aktuellem Stand. Mit dem Update möchte der Hersteller gewährleisten, dass das Smartphone sicher bleibt: Google versorgt Android 9 noch mit regelmäßigen Sicherheitspatches, der jüngste erschien am 1. März. (dahe@ct.de)

## Smartphone mit Dock

Das **Motorola Moto G100** ist das erste Smartphone des Herstellers mit einem Desktop-Modus. Motorola liefert es mit einer passenden Dockingstation aus. Das Bundle aus Dock und Oberklasse-Smartphone ist für 500 Euro erhältlich.

Per USB-C an einen Monitor angeschlossen zeigt das Gerät einen Desktop-Modus mit Taskleiste und Fenstermanagement an, ähnlich wie Samsungs DeX-Modus. Peripherie wie Maus und Tastatur lässt sich per Bluetooth oder USB-C-Dock verbinden. Damit das Smartphone auch bei mehreren parallel geöffneten Anwendungen nicht in die Knie geht, stattet Motorola es mit Qualcomms Oberklasse-SoC Snapdragon 870 und 8 GByte Hauptspeicher aus. Zukunftssicher ist das Smartphone dank seinem Zusatzchip Snapdragon X55 für 5G-Mobilfunk und Wi-Fi 6. Der 128 GByte fassende Speicher lässt sich

erweitern – auf Kosten einer zweiten SIM-Karte.

Motorola liefert das G100 mit nahezu unveränderter Android-Oberfläche aus und will es mit einem OS-Upgrade sowie zwei Jahren mit Sicherheitspatches versorgen.

(rbr@ct.de)



Bild: Motorola

**Arbeitsbereit: Das Moto G100 kommt mit Dock.**

## Wandlungsfähiges PC-Gehäuse

**Das CoolerMaster MasterFrame MF700 lässt sich als Benchtable und als offenes Tower-Gehäuse nutzen.**

Das modulare PC-Gehäuse MasterFrame MF700 besteht aus drei Segmenten. Im Benchtable-Modus liegt der Mainboard-Träger waagerecht auf zwei Bügeln. Die beiden per Scharnier angebrachten Flügel klappen nach oben oder unten. So lassen sich PC-Komponenten wie Grafikkarten oder CPU-Kühler leicht tauschen, wodurch sich das MF700 zum Beispiel als Testplattform oder für Extremübertakter eignet. Netzteil und Laufwerke sitzen unterhalb des Board-Trägers.

Im aufrecht stehenden Tower-Modus klappen die beiden Flügel hingegen nach vorne und dienen unter anderem zur Befestigung von Wärmetauschern von Wasserkühlungen. Die Befestigungsbügel sollen das Gehäuse stabilisieren und die transparente Front aus Temperedglas halten. Das MasterFrame MF700 nimmt vier 3,5"-Festplatten sowie drei 2,5"-Laufwerke auf und kostet 180 Euro.

(chh@ct.de)



Bild: Cooler Master

Im Benchtable-Modus bietet das MasterFrame MF700 leichten Zugriff auf die gesamte Hardware.

## Kurz & knapp: Hardware

Für **Profi-Grafikkarten** der Serie Radeon Pro hat AMD den Enterprise-Treiber 21.Q1 veröffentlicht (ct.de/ynhq). Dieser behebt unter anderem einen Bug beim Grafik-Benchmark SpecViewPerf 2020, wodurch die Leistung deutlich steigt.

AMD hat die Ursache für **USB-Probleme** bei CPUs der Serien Ryzen 3000 und 5000 gefunden, die auf Mainboards mit B550- beziehungsweise X570-Chipsatz auftreten. In den nächsten Wochen bringen die Board-Hersteller BIOS-Updates mit AGESA 1.2.0.2, die die USB-Aussetzer beheben sollen.

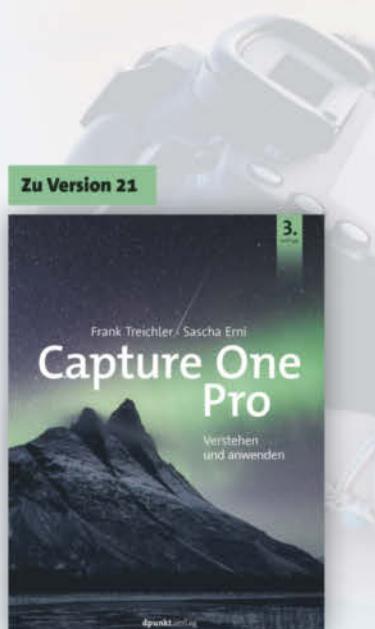
Um bei den zahlreichen **Sicherheitslücken bei Prozessoren** den Überblick zu behalten, hält Intel eine interaktive Webseite bereit (ct.de/ynhq). Die umfangreiche Liste lässt sich leicht nach Produktnamen filtern, sie enthält bereits die kürzlich vorgestellten Rocket-Lake-CPU's (siehe S. 84).

**Grafiktreiber und CPU-Lücken:** [ct.de/ynhq](http://ct.de/ynhq)

## Das 1x1 der Bildbearbeitung



Print: 49,90 €, E-Book: 39,99 €  
ISBN 978-3-86490-316-8



Print: 42,90 €, E-Book: 33,99 €  
ISBN 978-3-86490-838-5



Print: 29,90 €, E-Book: 23,99 €  
ISBN 978-3-86490-681-7



Print: 34,90 €, E-Book: 27,99 €  
ISBN 978-3-86490-788-3



Print: 39,90 €, E-Book: 31,99 €  
ISBN 978-3-86490-634-3

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

 **dpunkt.verlag**

Wieblinger Weg 17 · D-69123 Heidelberg · fon: 0 62 21 / 14 83 40  
fax: 0 62 21 / 14 83 99 · e-mail: [bestellung@dpunkt.de](mailto:bestellung@dpunkt.de)

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

## Nachrichtenkompetenz: mangelhaft

**Viele Deutsche können Nachrichten und Quellen nicht gut einschätzen, so das ernüchternde Ergebnis einer Studie. Der zugrunde liegende Test lässt sich online ausprobieren.**

Klassische Medien verlieren ihren Einfluss auf die Nachrichtenverbreitung immer weiter, viele Bürger beziehen ihre Nachrichten aus sozialen Medien. Umso wichtiger wäre daher eine ausgeprägte Medienkompetenz. Um die ist es aber schlecht bestellt, so die Ergebnisse einer Untersuchung der Stiftung Neue Verantwortung, die im Herbst 2020 mit einer repräsentativen Stichprobe 4191 Internetnutzer ab einem Alter von 18 Jahren auf ihre Nachrichtenkompetenz getestet hat.

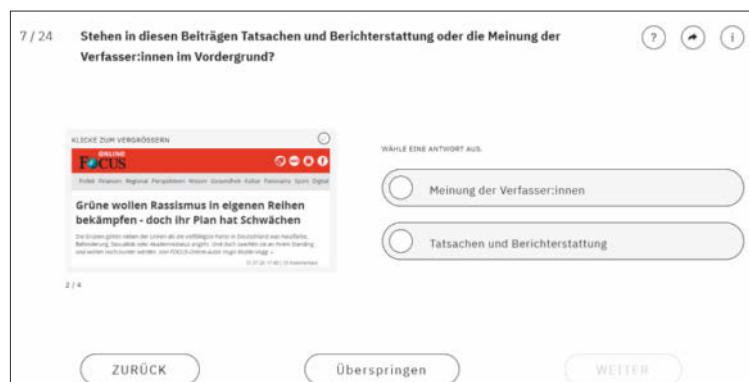
In dem Test haben nur 23 Prozent der Befragten bei einem Advertorial erkannt, dass es sich um Werbung handelt, obwohl es als solche gekennzeichnet war. 25 Prozent der Befragten stimmten der Aussage

zu, dass Medien und Politik Hand in Hand arbeiten, um die Meinung der Bevölkerung zu manipulieren.

Die Teilnehmer erzielten im Test, bei dem man maximal 30 Punkte erlangen kann, im Schnitt nur 13,3 Punkte. Nur 22 Prozent der Befragten sprechen die Autoren der Studie eine hohe Medienkompetenz zu. Sie fordern daher bessere Angebo-

te zur Medienbildung sowohl für Schüler als auch für Erwachsene. Ihre Ergebnisse zeigten aber auch, dass Medien die Grundsätze ihres journalistischen Handwerks besser vermitteln müssten. Der Test lässt sich unter [www.der-newstest.de](http://www.der-newstest.de) ausprobieren. (jo@ct.de)

**Download der Studie: [ct.de/yqda](http://ct.de/yqda)**



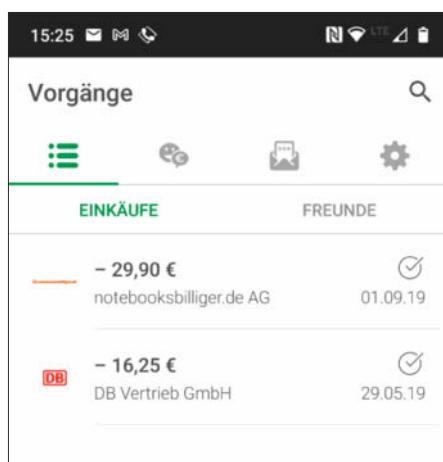
## Deutsche Zahlungsdienste fusionieren

Die deutschen Banken und Sparkassen wollen die Zahlungsdienste **Paydirekt, Giropay und Kwitt in einer Anwendung** bündeln. Die Basis des neuen Dienstes mit dem alten neuen Namen „Giropay“ soll das Girokonto bilden. Wie der Dachverband Deutsche Kreditwirtschaft mitteilte, können dann Kunden aller deut-

ischen Kreditinstitute mit Giropay online bezahlen, so wie bisher mit den beiden getrennten Diensten Giropay und Paydirekt. Außerdem soll es die Möglichkeit geben, anderen Nutzern per Smartphone-App in Echtzeit Geld zu senden. Das geht aktuell nur bei einer Handvoll Kreditinstitute mit Kwitt, alternativ auch mit Paydirekt.

Der Start ist für Mitte Mai avisiert. Zunächst werden das bisherige Giropay und Paydirekt miteinander verschmolzen, dann folgt Kwitt. Die Kreditinstitute wollen perspektivisch auch die Girocard in das neue Giropay integrieren und damit onlinefähig machen.

Das neue Bezahlverfahren gilt als Alternative zu PayPal, könnte aber auch Diensten wie Klarnas „Sofortüberweisung“ Konkurrenz machen. Langfristig soll Giropay außerdem mit den Verfahren der „European Payment Initiative“ kompatibel sein. In ihr entwickeln etwa zwei Dutzend Banken und Zahlungsabwickler mit Unterstützung von EZB und EU derzeit ein paneuropäisches Bezahlverfahren. (jo@ct.de)



**Paydirekt wird zukünftig Teil des neuen Bezahldienstes Giropay sein.**

## Firefox 87 stutzt Referrer zurecht

Beim Aufruf einer Webseite übermittelte Firefox bislang als Teil der Abfrage den sogenannten HTTP-Referrer: die URL der Seite, von der aus die neue Seite angefordert wird. Dafür gibt es eine Reihe von sinnvollen Anwendungsfällen, etwa die Optimierung des Caching.

Allerdings kann der Referrer auch Daten enthalten, die der Nutzer nicht mit Dritten teilen will. Daher schneidet Firefox ab Release 87 die **Pfad- und Query-String-Informationen aus dem Referrer heraus**, wenn eine Webseite einer anderen Domain aufgerufen wird. Chromium-Browsern lässt sich dieses Verhalten mit einem Add-on wie „ClearURLs“ beibringen.

Als weitere Maßnahme für mehr Datenschutz führt Firefox 87 einen neuen SmartBlock-Mechanismus ein, und zwar für private Fenster und bei der „strengen“ Einstellung beim Schutz gegen Aktivitätenverfolgung. Dabei ersetzt Firefox die Skripte bekannter Tracking-Dienste durch eine Art Ersatz-Skripte. Das soll die Website-Kompatibilität nicht beeinträchtigen, das Tracking aber unterbinden. (jo@ct.de)

## SoftMaker Office unter Android

**Die Bürosuite SoftMaker Office bekommt unter Android den gleichen Funktionsumfang wie die Desktop-Version für Windows, macOS und Linux. Sie ist nun als kostenlose öffentliche Betaversion für Tablets und Smartphones erschienen.**

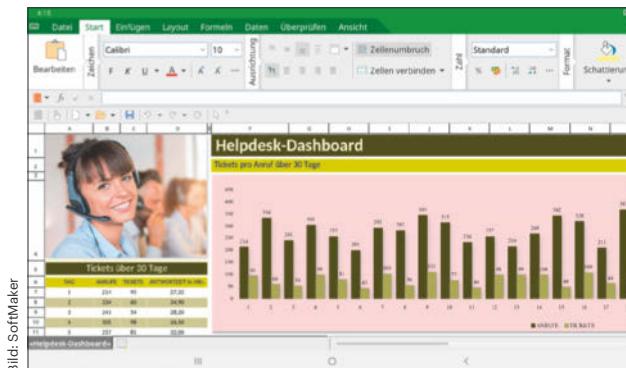
Das Bündel aus der Textbearbeitung Textmaker, der Tabellenkalkulation Planmaker und dem Präsentationsprogramm Presentations fasst mit einer öffentlichen Betaversion Fuß auf allen Android-Mobilgeräten. Eine Ribbon-Oberfläche ersetzt das Outfit des 2015 für Android-Tablets erschienenen SoftMaker Office HD. Die neu eingeführte Oberfläche für Smartphones ist nicht nur für kleinere Displays optimiert, sondern auch für die Bedienung mit nur einer Hand.

Die Android-Neuausgabe soll alle Funktionen der Desktop-Version enthal-

ten: Darunter fallen etwa Tabellen, Querverweise und Rechtschreibprüfung in 20 Sprachen für die Textbearbeitung sowie Pivottabellen und bedingte Formatierung für die Tabellenkalkulation. In allen Versionen liest und schreibt SoftMaker Office Dokumente in den alten und neuen Formaten von MS Office, Open- und LibreOffice sowie RTF und TXT. Dokumente lassen sich lokal oder in der Cloud bei Dropbox und Google Drive ablegen.

Die Android-Suite bleibt laut Hersteller „mit fast allen Funktionen“ auch nach Ablauf der Betaphase kostenlos, nur einige noch nicht genannte Profi-Funktionen soll man künftig per Freischaltung im Google Play Store bezahlen müssen. Für Nutzer der Desktop-Mietversion SoftMaker Office NX sollen auch diese Funktionen kostenlos verfügbar bleiben.

(hps@ct.de)



**Auf Tablets präsentiert Planmaker Tabellenblätter mit einer Ribbon-Oberfläche, auf kleinen Smartphone-Displays mit separaten Inhaltsbereichen und mit Schaltflächen für die Einhandbedienung.**



## Kurz & knapp: Anwendungen

Der Passwortmanager **Dropbox Passwords** soll im April zusätzlich als eingeschränkte Gratis-Ausgabe erscheinen. Mit einem kostenlosen Dropbox-Zugang können Nutzer damit bis zu 50 Passwörter Ende-zu-Ende-verschlüsselt in der Cloud speichern. Bei der kostenlosen Version können sie darauf von bis zu drei Geräten aus zugreifen.

Bei der Relase 2021a der Produktfamilie **Matlab** und **Simulink** kann man interaktive Dokumente (Live Scripts) mit dynamischen Steuerelementen ausstatten und ohne Programmieraufwand automatisch Plots einfügen lassen. Neu erschienene Toolboxes dienen zur Kommunikation mit erdnahen Satelliten und zu Systemen mittels Data Distribution Services.

# Home-Office? Aber sicher! Desktop- Virtualisierung mit VDI

## Effizientes Arbeiten durch Desktop-Virtualisierung

Mit unseren VDI-Lösungen profitieren Sie mehrfach von der Virtualisierung Ihrer Desktop-Arbeitsplätze und Workstations: Sie sparen mit Thin Clients Hardware- sowie Energiekosten und reduzieren den Verwaltungsaufwand für Ihre IT. Damit schaffen Sie eine hoch performante Infrastruktur für CAD-Anwendungen oder ortsunabhängige Arbeit via Home-Office.



Jetzt informieren:  
[thomas-krenn.com/home](http://thomas-krenn.com/home)

**THOMAS  
KRENN®**

+49 (0) 8551.9150-300

# Smart Speaker überwacht den Herzrhythmus

**Mit ihrer technischen Ausstattung könnten smarte Lautsprecher wie Amazon Echo oder Google Home den Herzschlag des Nutzers beobachten und bei Herzrhythmusstörungen warnen.**

Ein neuer Skill könnte heutige Smart Speaker zu Herzrhythmus-Monitoren umfunktionieren, glauben Forscher der University of Washington in Seattle. Das Team um Professor Shyam Gollakota experimentierte mit einem vereinfachten Smart-Speaker-Prototyp und setzte diesen als eine Art Sonargerät ein. Für die berührungslose Herzschlagmessung sendet er einen unhörbaren Ultraschall-Dauerton aus und zieht aus dem Echo Rückschlüsse über sein Gegenüber.

Für eine Herzrhythmus-Analyse setzte sich der Anwender mit bis zu einem halben Meter Abstand (laut Pressemitteilung ein bis zwei Fuß) vor den smarten Lautsprecher. Das Gerät registrierte nicht nur das Heben und Senken des Brustkorbs bei jedem Atemzug, sondern sogar kleine

Bewegungen auf der Brust bei jedem Herzschlag. Gerade der Herzschlag sei relativ leicht herauszufiltern, da er in den Messdaten ein regelmäßiges Muster zeigt, betont Gollakota. Um auch einen unregelmäßigen Herzschlag zu erkennen, trainierten die Forscher eine künstliche Intelligenz.

Die Sensorik dafür gibt es bereits: Heute marktübliche Smart Speaker sind mit mehreren Mikrofonen ausgestattet und können nach dem Wecken durch das Aktivierungswort die Stimme ihres Anwenders durch den Raum verfolgen, selbst wenn im Hintergrund der Fernseher läuft. Entsprechend nutzt der Herzrhythmus-Skill mehrere Mikrofone und einen sogenannten Beamforming-Algorithmus zur Lokalisierung, um den Herzschlag auch bei Positionsveränderungen zu verfolgen. In Vergleichstests mit 26 Gesunden sowie mit 24 Herzpatienten im Krankenhaus verzeichnete das System etwa 17.900 Herzschläge. Seine Ergebnisse wichen im Mittel um etwa 30 Millisekunden von den Werten der EKG-Monitore ab – eine me-



Bild: Mark Stone/University of Washington

**Mit einem selbst entwickelten Smart-Speaker-Prototyp belauschten die Forscher Herzrhythmen. Wie die marktgängigen Modelle nutzt er mehrere Mikrofone und verfolgt die Position der Testperson per Beamforming.**

dizinisch nicht relevante Differenz, betonen die Forscher in ihrer Mitteilung. Damit seien in Zukunft kontinuierliche Messungen im heimischen Umfeld ebenso möglich wie neue Erkenntnisse, wann Herzrhythmusstörungen auftreten.

(agr@ct.de)

## Roboter sucht Blickkontakt

Wenn ein Roboter Diskussionen und Gruppendynamik unterstützen soll, dann hilft es ihm, Blickkontakt aufzunehmen. Das zeigte eine Studie an der Königlichen Technischen Hochschule (KTH) in Stockholm. Selbst ohne Kameras am Roboterkopf lassen sich so auch **zurückhaltende Teilnehmer ansprechen** und zu Reaktionen ermuntern.

Die Forscher nutzten dazu einen Roboter torso, auf dessen Kunststoffmaske sie ein animiertes Gesicht projizierten. In der Spielsituation sollten ihm immer zwei

Mitspieler Hinweise zu einem Ratebegriff geben. Allerdings waren die Teams stets unausgewogen: Ein Teilnehmer sprach Schwedisch fließend, der andere lernte die Sprache erst. Trotzdem gelang es in der Studie, selbst die zögerlichsten Mitspieler zur Teilnahme zu motivieren. Dazu richtete der Roboter seinen Blick freundlich auf den Spieler und wartete still. Im Ergebnis ließen sich die Sprachlerner wesentlich stärker in das Spiel einbinden als in Vergleichsteams ohne auffordernden Blickkontakt.

(agr@ct.de)



Bild: KTH Stockholm

**Mit einem aufmunternden Blick kann sogar ein Roboter die Gruppendynamik beeinflussen und zögerliche Teilnehmer aus der Reserve locken.**

## Code der Corona-Impfstoffe

Forscher der Uni Stanford haben unverimpfte Reste der von BioNTech und Moderna hergestellten Coronavirus-Impfstoffe BNT162b2 und mRNA-1273 sequenziert und die so ermittelten **mRNA-Codes veröffentlicht** (siehe [ct.de/ydba](http://ct.de/ydba)). Die US-amerikanische Behörde Food and Drug Administration hatte die Sequenzierung für Forschungszwecke genehmigt. Die beiden Impfstoffe unterscheiden sich kaum.

Die Fingerübung der Wissenschaftler gewährt Interessierten Einblick in den mRNA-Code und ist zudem für die Diagnostik von Bedeutung: Mediziner, die die veröffentlichten Sequenzen in Proben von Patienten finden, wissen nun eindeutig, dass diese keinen infektiösen Ursprung haben, sondern einen therapeutischen.

(dz@ct.de)

**Impfstoff-Code:** [ct.de/ydba](http://ct.de/ydba)

## Tableau-BI mit Salesforce-KI

### Salesforce hat das 2020 übernommene Business-Intelligence-Paket

**Tableau um seine KI-Engine Einstein erweitert.**

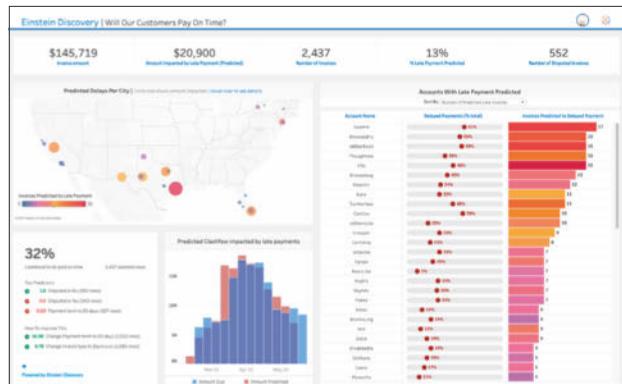
Das Visualisierungspaket Tableau 2021.1 bietet eine neue Analyseklasse namens „Business Science“ mit Vorhersagen der Salesforce-Engine Einstein. Um diese nutzen zu können, braucht man eine Lizenz für Tableau Server und ein Abo für Tableau CRM. Dieser Dienst analysiert in der Salesforce-Cloud gespeicherte Datenbestände. Dafür werden Daten aus Tableau über die CRM-Schnittstelle in die Cloud hochgeladen und dort zur Formulierung und zum Training sofort nutzbarer KI-Modelle verwendet.

Anders als klassische „Data Science“, die auf meist sehr große, im Voraus trainierte Modelle zurückgreift, soll „Busi-

ness Science“ etwa die mögliche Umsatzentwicklung anhand einer gerade importierten Tabelle mit Auftragsdaten sofort aufzeigen. Erstens liefert die Einstein-Engine Begründungen für diese Prognosen, indem sie angibt, welche gefundenen Zusammenhänge sich besonders stark auf das Ergebnis ausgewirkt haben. Zweitens ermöglicht sie Analysen als Entscheidungshilfen bei Was-wäre-wenn-Analysen bei strategischen Entscheidungen.

Über eine Erweiterungsgalerie kann man jetzt bequem nach Dashboard-Erweiterungen und Konnektoren zu externen Datenquellen und Anwendungen suchen, zum Beispiel nach dem ebenfalls neuen Salesforce Customer 360 Audiences Connector. Diese Schnittstelle ermöglicht den Zugriff auf vielseitig filterbare Kundendaten aus der Salesforce-Cloud.

(hps@ct.de)



**Das Business-Intelligence-Paket Tableau visualisiert Daten anhand der KI-Bewertung durch die Salesforce-Engine Einstein.**

## ALF BanCo mit neuem Outfit

Das **Homebankingprogramm** ALF BanCo präsentiert sich in Version 8 mit einer umgestalteten Navigationsleiste am linken Fensterrand und neuer, anpassbarer Farbgebung. Die Größe von Schrift und Grafik richtet sich jetzt nach den Windows-Einstellungen. Dank der Umstellung von Visual Studio 6 auf .NET und Windows Presentation Foundation soll die Software den neuesten Sicherheits- und Darstellungsstandards genügen und schneller auf die Umsatzdatenbank zugreifen.

Neben verbesserten Suchoptionen hat ALF an Details gearbeitet: So lassen sich Daueraufträge nun präziser, etwa auf „jeden 4. Monat“ terminieren. Die Versionen Profi und Business unterstützen den Übertragungsstandard EBICS 3.0 und können Verwendungszwecke aus Textbausteinen übernehmen. Außerdem wollen die Entwickler die Erkennungsrate des Planungstools verbessert haben. Die Business-Version beherrscht jetzt auch Sammel-Echtzeit-Überweisungen.

ALF BanCo Basis gibt es kostenlos, die Preise der anderen Ausgaben bleiben unverändert bei 25,90 und 36,90 Euro für die Ausgaben Spezial und Profi; die Version Business kostet 99,90 Euro. Ab Oktober 2020 erworbene Lizzen kann man kostenlos aktualisieren. (mon@ct.de)

Bild: Tableau

**WIBU**  
SYSTEMS

## Zeit vorbei für Hacker, Cracker und Piraten

Im Zeitalter softwaregetriebener Produkte sorgt CodeMeter für

- Know-how-Schutz vor Reverse Engineering
- Vorteile neuer Geschäftsmodelle für Anbieter und Anwender
- Security by Design für Software- und Geräte-Hersteller



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

# Der digitale Zwilling

## Wie ein 3D-Modell bei der Restaurierung des Kölner Doms hilft

**Aus Hunderttausenden Drohnenfotos entsteht gerade ein digitales Fotogrammetriemodell des Kölner Doms. Es hilft bei der Restaurierung und gibt Einblicke, die selbst Kranführern verborgen bleiben.**

**Von André Kramer**

**G**otische Bildhauerstücke sind verglichen mit modernen Bauteilen außergewöhnlich komplex, weiß Peter Füsseinich. Der Kölner Dombaumeister führt mit seinem Team handwerkliche Traditionen fort, die andernorts längst vergessen sind. Aus diesem Grund hat die UNESCO die Arbeit am Dom ins immaterielle Weltkulturerbe aufgenommen. Die Substanz des Kölner Doms mit freistehenden Strebepeilern, Strebebögen, gotischen Zierstürmchen, den Fialen, und den Wimpergen genannten gotischen Maßwerkgiebeln ist zum Teil über 700 Jahre alt. Insbesondere die mittelalterlichen Bauteile müssen genau überwacht werden.

Seit 2017 kartieren die Dombaumeister Schäden, Steinarten und andere Eigenschaften am Kölner Dom digital. In der Denkmalpflege setzen die Dombaumeis-

ter das Programm metigo Map von der Firma Fokus Leipzig ein. Bisher konnten sie die Schäden damit aber nur zweidimensional kartieren. Seit 2021 wird dreidimensional kartiert. Das hat den Vorteil, dass sich schadhafte Stellen aus jedem Blickwinkel betrachten lassen.

Zusammen mit dem Leipziger Hersteller und der Firma Northdocks aus dem nordrhein-westfälischen Monheim am Rhein entwickeln die Dombaumeister metigo Map zum Zwecke dreidimensionaler Kartierung weiter. Ein zentraler Bestandteil dabei ist die Überwachung mithilfe von Drohnen. Northdocks hat die gesamte Kathedrale zunächst in befliegbare und berechenbare Einheiten wie Chor, Westfassade und Türme eingeteilt. Über einen Zeitraum von mehreren Jahren wird das gesamte Gebäude mit den Drohnen abfotografiert. Daraus entsteht ein detailliertes 3D-Modell der Kathedrale.

Zunächst gab es Bedenken, ob es tatsächlich möglich sein würde, das Bauwerk mit Drohnen exakt zu erfassen. Immer wieder bergen die Dombaumeister Drohnen von Hobbyfliegern im Strebwerk, denn am Kölner Dom herrschen komplexe Windsituationen, die sich aus seiner Position in der Stadt und seiner Struktur ergeben. Bei einem Test am Nordturm hat Northdocks aber beweisen können, dass man den Dom durchaus sicher befliegen kann.

**Mit DJI-M300-Drohnen befliegt die Firma Northdocks den Kölner Dom, um die Fassade hochauflösend zu fotografieren.**

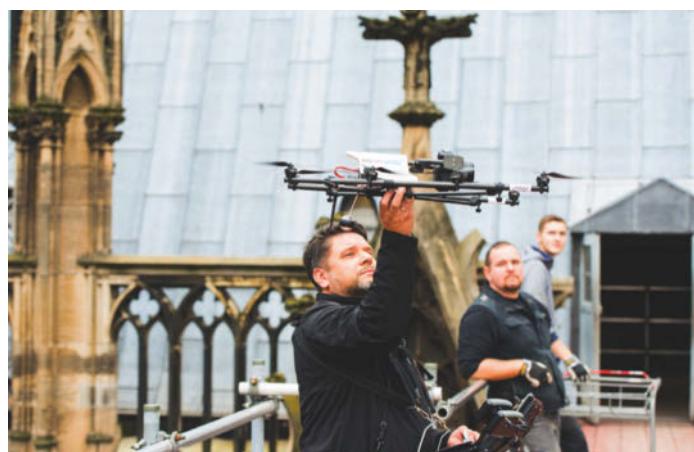


Bild: Northdocks

### Die 3D-Kathedrale

Das Modell besteht aus einem Polygonnetz, das mit den Fotos texturiert ist. Darauf hinaus enthält es Daten auf Basis der Unterlagen und Pläne. Mit Virtual-Reality-Headsets ist das fertige 3D-Modell erfahrbbar. Die Kartierung des Doms geht dieses Jahr in eine entscheidende Phase: Im dritten Quartal 2021 will Northdocks das gesamte Gebäude beflogen und die Daten ausgewertet haben. Aktuell wird das Chorgewölbe erfasst. Der Dom ist teilweise eingerüstet und so landen auch Teile des Gerüsts im 3D-Modell. Da das fertige Modell gerüstfrei sein soll, werden immer wieder Modellteile ersetzt.

An jedem Flugtag entsteht etwa ein Terabyte Fotomaterial. Insgesamt sind bisher hunderttausend 60-Megapixel-Fotos entstanden. Bei derart vielen Fotos ist es schwer zu gewährleisten, dass alle Bilder dieselbe Qualität haben. Northdocks fotografiert im Raw-Format, weil massive Farb- und Bildkorrekturen nötig sind, um ein homogenes Bild ohne Schatten zu erhalten. „Unsere Bild- und Verzerrungskorrekturen haben wir selbst entwickelt. Außerdem sortieren wir Bilder nach Schärfekriterien. Wenn sich die Drohne durch einen Windstoß bewegt hat und Bewegungsunschärfe im Foto zu sehen ist, kommt es nicht ins Modell“, berichtet Joachim Perschbacher, Geschäftsführer und technischer Leiter von Northdocks.

### Milliarden Polygone

Am Ende soll aus dem Datenmaterial ein Modell aus zwei Milliarden Polygone entstehen. Die Texturauflösung beträgt aktuell 216K, also etwa 216.000 Pixel in der Breite. Das entspricht laut Northdocks einer realen Auflösung von unter einem Millimeter Domfläche. Manche Ecken sind für die Drohnenflieger aktuell unzugänglich; dort ist die Auflösung geringer. Die Komplexität des 3D-Modells werde sich im Lauf der Zeit noch erhöhen, wenn die Drohnenflieger tiefer ins Strebwerk vordringen, vermutet Perschbacher.



Bild: Northdocks

**Aus hunderttausend 60-Megapixel-Fotos entsteht ein 3D-Modell mit zwei Milliarden Polygonen.**

Die Drohnen werden immer wieder durch neue Modelle ersetzt. Aktuell fliegt Northdocks mit einer Drohne des Typs DJI M300. Inklusive Akkus wiegt die Drohne 6,3 Kilogramm. Zusätzlich kann sie 2,7 Kilogramm tragen. Alle Fotos entstehen mit demselben Kameratyp. Zum Einsatz kommen Kameras der Reihe Sony Alpha mit Sigma-Objektiven, die mit relativ geringer Verzerrung abbilden.

Zur Fotogrammetrie nutzt Northdocks das Programm RealityCapture, eine Software, die 3D-Modelle aus ungeordneten Fotos erstellt. Die Software wurde gerade vom Spieleunternehmen und Game-Engine-Entwickler Epic Games gekauft, schließlich wird Fotogrammetrie in der Spieleentwicklung immer wichtiger. „Für den Kölner Dom ist RealityCapture aufgrund des iterativen Prozesses das für uns beste Tool“, sagt Perschbacher. „Wir haben auch schon mit Agisoft Metashape gearbeitet. Das arbeitet aber langsamer für unseren Anwendungsfall.“ Das vollständige Modell zu berechnen dauert mit dem aktuell eingesetzten Verfahren etwa eine Woche.

### Wofür das Modell dient

In erster Linie soll das 3D-Modell die Dombaumeister bei der Denkmalpflege unterstützen. Bei heutigem Stand des Modells lassen sich die 175 Meter hohen Türme vollständig in virtueller Realität befliegen. Zum Einsatz kommt dabei eine VR-Brille des Typs HTC Vive Pro. Die Software unterstützt aber auch die Modelle HP Reverb G2, Oculus Rift S, Oculus Quest und Pico. Dabei können die Dombaumeis-

ter Schäden feststellen, die sie mit bloßem Auge nicht sehen und auch mit Kränen nicht erreichen können. Anhand des Modells können sie entscheiden, welche Steine die Steinmetze benötigen und diese bereits im Steinbruch bestellen. Das ist ein organisatorischer Vorteil und spart Zeit. Northdocks hat beispielsweise einen Zierwasserspeier dreidimensional erfasst, der nun als Vorlage für den Bildhauer dient. Das 3D-Modell erleichtert und beschleunigt die Arbeit. Der Bildhauer kann sich auf andere Art auf die Handwerkskunst konzentrieren, als das vor 50, 100 oder 500 Jahren möglich gewesen wäre. „Wir wissen bereits für Jahrzehnte, wo wir Gerüste stellen wollen“, sagt Dombaumeister Füssenich. „Im 3D-Modell erkennen wir Details, die wir sonst erst feststellen würden, wenn das Gerüst steht.“

Das Projekt ist für langfristiges Monitoring angelegt. Zukünftig soll der Dom automatisiert überwacht werden, indem die Drohnen den Turm weitgehend auto-

nom befliegen, wenn dort ein Schaden vermutet wird. Dafür existiert jetzt schon das nötige Kartenmaterial.

Ein wichtiger Nebeneffekt ist eine digitale Archivierung des gesamten Bauwerks, was alle Beteiligten des Projekts angesichts des Brands der Kathedrale Notre-Dame in Paris für wichtig erachten.

Über das Baumonitoring hinaus kann man noch mehr mit dem Modell machen. „Wir können beispielsweise bestimmte Wettersituationen simulieren, die nur selten auftreten“, erklärt Northdock-Geschäftsführer Perschbacher. „Für die Feuerwehr können wir Einsätze simulieren, und für den Tourismus können wir Perspektiven des Doms anbieten, die in der Realität nicht möglich wären.“ Eine auflösungsreduzierte Version des Modells mit etwa 100.000 Polygonen würde beispielsweise auch auf Smartphones und Tablets laufen. Einen virtuellen Rundgang des Kölner Doms hat bereits der WDR erstellt (dom360.wdr.de).

### Neue Einblicke

Neben dem Kölner Dom kartiert Northdocks auch Chemieanlagen. Bei Industrieanlagen wiederholen sich viele Strukturen wie Rohrleitungen. Beim Dom gleicht allerdings kein Bauteil dem anderen, auch wenn von Weitem ein Turm aussieht wie der andere. „Es gibt auf über 100 Metern Engelsfiguren, die nicht nach außen gerichtet sind, sondern zum Dom reichen, wo sie kein Mensch je sehen kann“, staunt Perschbacher.

Somit ist es egal, ob man gläubig ist oder nicht. Der Kölner Dom beeindruckt durch die Hingabe der Baumeister, die ihn über Jahrhunderte geformt haben. Im 3D-Modell wird diese Liebe zum Detail erfahrbar. Dombaumeister Peter Füssenich ergänzt: „So haben auch die Drohnen erkannt, dass der Dom für das Auge Gottes gebaut ist.“

(akr@ct.de) ct

**Die Dombaumeister können anhand des Modells in virtueller Realität Schäden entdecken und Reparaturen planen.**

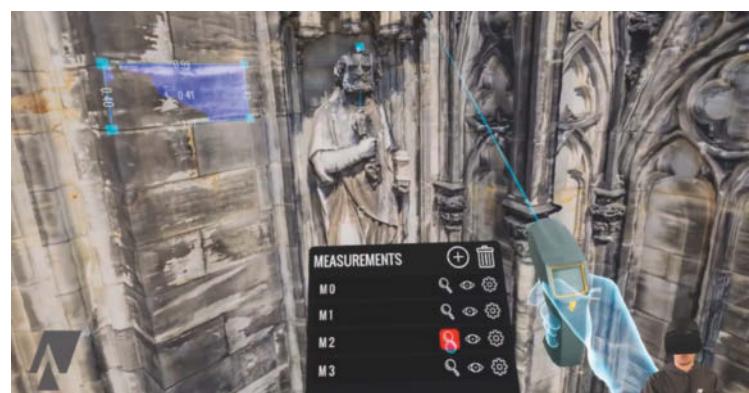


Bild: Northdocks

# Runde Sache

## Gnome: Schlüssigere Bedienung mit Version 40

**Die Desktop-Umgebung Gnome liefert ein größeres Update und hat deutliche optische Änderungen im Gepäck. Außerdem bringt Gnome 40 etliche Zusatzfunktionen in den einzelnen Komponenten mit und führt ein neues Versionsschema ein.**

Von Martin Gerhard Loschwitz

Was kommt nach 3.38? Genau: 40! Zwischen der Versionsnummer des letzten stabilen Gnome-Releases und der nun aktuellen ist reichlich Platz. Das weckt Erinnerungen an den epochalen und viel kritisierten Totalumbau beim Wechsel von Gnome 2 zu Gnome 3. Derartig grundlegende Änderungen gibt es allerdings nicht: Gnome wechselt vornehmlich das Versionsschema, um Unzulänglichkeiten der bisherigen Versionierung zu vermeiden. In Zukunft trägt jede finale Version eine schlichte Zahl, wie eben Gnome 40. Die nächste Version bekommt die Nummer 41. Alpha- und Beta-Versionen sowie Release Candidates tragen künftig die Versionsnummern „XX.alpha“, „XX.beta“ und „XX.rc“. Eingeschobene Bugfix-Releases bekommen eine Nummer mit Punkt: „XX.Y“.

Dass Gnome dieses Schema mit Version 40 beginnt, liegt daran, dass nach der alten Zählweise 3.40 an der Reihe gewesen wäre – und weil die Entwickler finden, dass 40 eine schöne, runde Zahl ist. Obendrein entkoppelt Gnome sich auf diese Weise von den Releasenummern des GTK-Projekts. Dort erschien Ende 2020 Version 4. GTK 4 wird zwar von Gnome 40 bereits teilweise genutzt, aber die Projekte entwickeln sich unabhängig voneinander. Die unterschiedlichen Versionsnummern betonen das jetzt, um Irrtümern vorzubeugen.

### Umorientierung

Völlig ohne inhaltliche Rechtfertigung ist der Nummersprung allerdings nicht: Gnome 40 nimmt erstmals seit Langem wieder deutliche optische Änderungen an der „Gnome-Shell“, dem zentralen Nutzerinterface, vor. Das bemerkt der Nutzer bereits unmittelbar nach dem Login: Wo die Umgebung früher einfach einen recht funktionslosen Desktop samt Wallpaper präsentierte, landet man nun unmittelbar in der „Aktivitäten“-Ansicht.

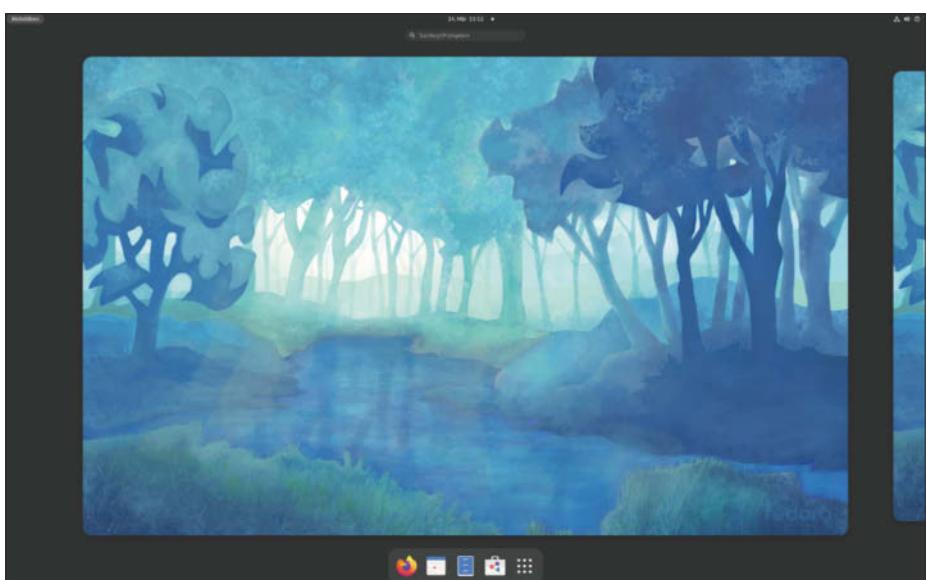
Diese Ansicht präsentiert gleich die zweite deutliche Änderung: Die virtuellen Desktops („Workspaces“ genannt), sind nun waagerecht nebeneinander angeordnet statt senkrecht wie zuvor. Das passt nicht nur viel besser zu anderen Desktop-Umgebungen und modernen Ultra-Widescreen-Monitoren, sondern erlaubt auch ein stringenteres Bedienkonzept: Horizontal navigiert man zwischen den Desktops, vertikal zwischen Desktop,

Aktivitäten-Ansicht und Application-Launcher.

Praktisch ist das vor allen für Touchpad-Nutzer: Ein Wischen mit drei Fingern gleichzeitig nach oben oder unten wechselt zwischen diesen Desktop-Modi. Ein waagerechtes Wischen mit drei Fingern wechselt zwischen den Workspaces. Passende Abkürzungen gibt es auch für Tastatur-Fans: Super+Alt+Rauf zeigt die Aktivitätsübersicht und bei erneutem Druck den Application-Launcher an. Zurück gehts mit Super+Alt+Runter; Super+Alt+Links und Super+Alt+Rechts navigieren zwischen den virtuellen Desktops.

Neu ausgerichtet ist auch Gnomes Quasi-Dock „Dash“. Es findet sich in der Standardkonfiguration nicht mehr am linken Bildschirmrand, sondern gleitet von unten kommend elegant ins Bild. Auf einem normalen Monitor bietet diese horizontale Ausrichtung mehr Platz. In seiner Funktion ähnelt es nun noch stärker als zuvor dem Dock von macOS: Eine gestrichelte Linie trennt jetzt Anwendungen, die dauerhaft im Dock liegen, von solchen, die dort nur temporär aufscheinen, weil sie gerade laufen.

Der Application-Launcher, also das Hauptmenü für Anwendungen in Gnome, scrollt nun ebenfalls horizontal. Besonders praktisch: Auch im Launcher zeigt die Gnome-Shell die Desktops in einer Miniaturansicht an. So kann der Nutzer nicht nur per Mausklick das Programm auswählen,



Der Programmstarter „Dash“ ist jetzt horizontal ausgerichtet und befindet sich am unteren Rand. Auch die virtuellen Desktops ordnen sich neuerdings waagrecht an, der nächste lugt rechts schon ins Bild.

das er starten möchte, er kann es per Drag & Drop auch direkt auch auf jenen Desktop befördern, auf dem es laufen soll.

## Details abrunden

Neben diesen konzeptionellen Änderungen haben die Gnome-Entwickler auch ein paar optische Details angepasst: Zum Beispiel werden die Namen der Anwendungen im Application-Launcher nun auf eine einheitliche Länge gekürzt. Befindet sich die Maus über einer Applikation, zeigt Gnome den kompletten Namen an. Das verleiht dem Launcher eine einheitlichere Erscheinung, ohne den Funktionsumfang substanzial zu reduzieren.

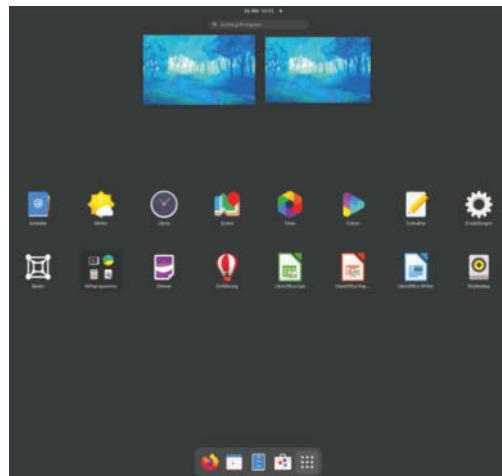
Die Ecken ihrer Programme haben die Entwickler großflächig mit Schmirgelpapier bearbeitet, sodass sie nun schön rund sind und dadurch eleganter wirken. Das betrifft zentrale Steuerelemente wie das Dash, die Desktop-Vorschau oder die Menüleiste am oberen Bildschirmrand sowie die meisten Kern-Anwendungen des Desktops.

Viele dieser Anwendungen haben auch funktionale Verbesserungen erhalten, die dem Nutzer die Arbeit teilweise erheblich erleichtern. Der Dateimanager Nautilus kann jetzt zum Beispiel Dateien auch nach ihrer Erstellzeit sortieren, manuell eingegebene Pfade vervollständigen und soll präziser abschätzen, wie lange größere Kopier- oder Löschaktionen noch brauchen. Das Tool zum Konfigurieren der Netzwerkeinstellungen zeigt bekannte WLANs künftig immer ganz oben in der Liste an. Klingt nach einer Lappalie, spart aber bei jeder neuen Verbindung vor Ort ein paar frustrierende Sekunden: Das gewünschte Netz muss man nicht mehr in den Dutzenden Einträgen suchen, die in Innenstädten heute ganz normal sind.

Das Gnome-Software-Center zeigt künftig weniger Benachrichtigungen an, weist auf besonders wichtige Updates – etwa Sicherheitsaktualisierungen – aber gesondert hin, statt durch die Bank alle Updates als „wichtig“ zu markieren. Das soll Nutzer dazu animieren, wirklich wichtige Updates zeitnah einzuspielen und sie nicht wegen der schieren Menge von Notifications zu ignorieren.

Die Info-Seite des Gnome-Einstellungsdialoges birgt eine Änderung, die sich viele Nutzer gewünscht haben: Neben Hostname, CPU, Grafikkarte und anderen System-Eckdaten zeigt Gnome 40 auch das eigene Notebook-Modell an, sofern die Information verfügbar ist.

Die auch bei Nicht-Gnome-Fans sehr beliebte Wetter-Anwendung sieht in Gnome 40 anders aus: Zwei getrennte Ansichten zeigen nun wahlweise eine stundengenaue Vorhersage für die nächsten 48 Stunden – samt Temperatur-



**Der Application-Launcher ist ebenfalls horizontal organisiert und zeigt Miniaturversionen der offenen Workspaces an, damit man Programme direkt auf dem gewünschten Desktop starten kann.**

kurve – oder eine Überblicksvorhersage für die kommenden neun Tage. Die offiziellen Release-Notes listet weitere Detailänderungen an diesen und anderen Gnome-Apps auf (siehe [ct.de/yzaq](https://ct.de/yzaq)).

## Fazit

Trotz der konzeptionellen Änderungen bietet Gnome 40 keine völlig neue Benutzererfahrung. Wer mit der Shell in Gnome 3.38 klargekommen ist, wird nach ein paar Minuten der Eingewöhnung auch mit Version 40 keine Schwierigkeiten haben. Wer Gnome 40 einfach mal ausprobieren will, kann das recht einfach mit dem Tool „Gnome Boxen“ tun [1].

Bis die neue Version gängige Linux-Distributionen erreicht, kann es – je nach Distribution – ein wenig dauern. Zu Redaktionsschluss war die Rolling-Release-Distribution Arch-Linux schon fleißig dabei, Updates auszurollen; Freunde von openSUSE und Ubuntu dürfen zumindest auf zeitnahe inoffizielle Pakete hoffen. Die erste klassische Desktop-Distribution mit offiziellem Gnome-40-Support dürfte Fedora 34 werden. Dessen aktuelle Beta-Version kommt bereits mit Gnome 40 – und später lässt das System sich auf ein vollwertiges Fedora 34 aktualisieren und weiternutzen. (syt@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Keywan Tonekaboni, *Gnome 40 unboxing*, Die neue Bedienoberfläche von Gnome 40 sorgenfrei ausprobieren, c't 7/2021, S. 146

**Release Notes:** [ct.de/yzaq](https://ct.de/yzaq)

einfach .  
richtig .  
lüften .



## Frische Luft

In einem gut gelüfteten Raum fällt es uns leichter, wach, konzentriert und munter zu bleiben. Zugleich hilft das Lüften beim Schutz vor Krankheiten, die durch Aerosole übertragen werden.

## CO2 & Zeit

Im Vergleich zu reinen CO2-Sensoren gibt der timeair nicht nur den aktuellen Kohlendioxidgehalt der Umgebungsluft an, sondern stellt die verbleibende Zeit dar, bis ein kritischer Grenzwert erreicht ist.

Mehr Infos unter:  
[timeair.de](https://timeair.de)

  
**Timeair**  
ein Produkt der  
Wiesemann & Theis GmbH

# Im Clinch mit Apple

## Wie die Werbebranche den Privatsphärenschutz bekämpft

**Weitere mächtige Werbenetzwerke lehnen sich gegen Apples kommenden Privatsphärenschutz auf, teils unter Anrufung von Wettbewerbshütern, teils auf eigene Faust.**

Von Dušan Živadinović

Apple hält unabirrt von zahlreichen Protesten der Werbebranche am Plan für seine App Tracking Transparency (ATT) fest. Die ATT will Apple mit dem bald erwarteten iOS 14.5 einführen. Jede einzelne App muss dann für den Zugriff auf die Werbe-ID eine Genehmigung des Nutzers einholen. Verweigert man sie, können Werbetreibende Anwenderaktivitäten im Internet nur noch stark eingeschränkt verfolgen.

Bisher können sie die Werbe-ID ohne Rückfrage auslesen. Im Laufe vieler Jahre haben sich auf dieser Basis milliarden schwere Netzwerke von Werbefirmen etabliert, die das Nutzerverhalten mit der Werbe-ID verknüpfen, sammeln, untereinander tauschen und verwerten. So können Firmen nicht nur feststellen, ob der Klick auf eine Anzeige in einer anderen App zum Kauf führt, sondern auch Mailadressen, Namen und andere identifizierende Daten abgreifen und an Datenbroker

verkaufen. Um das zu unterbinden, kann man zwar die „Apple ID for Advertisers“ (IDFA) löschen, jedoch bedarf es dazu eines Ausflugs in das Menü Einstellungen/Datenschutz/Tracking, was vielen zu mühsam ist, falls sie davon überhaupt wissen.

### Datenschutz als Deckmantel

iOS 14.5 schützt den Zugriff auf die IDFA. Werbekonzerne fürchten deshalb, dass sie die erforderlichen Genehmigungen weit seltener bekommen als bei stillschweigendem Abfischen. Das dürfte sich in Einnahmeeinbußen niederschlagen. Anfangs tat sich besonders Facebook mit scharfen verbalen Attacken hervor. Neu ist eine Beschwerde französischer Werbeverbände, die Apple vorwerfen, den Datenschutz als Deckmantel für wettbewerbswidrige Praktiken zu nutzen. Die Datenschutzfunktion zerstöre das mobile Werbe geschäft und nutze zugleich Apple: Der Konzern nehme seine eigene Werbeplattform von der Vorgabe aus und dränge Unternehmen dazu, von Werbung auf ein Abomodell umzusatteln – an dem Apple direkt mitverdiene.

Doch im März entschied die Autorité de la Concurrence, dass Apple den Entwicklern durchaus vorschreiben darf, das Werbetracking von Anwendern genehmigen zu lassen. Das sei „keine missbräuchliche Handelspraktik“, teilte die Behörde mit. Dem iPhone-Hersteller stehe es frei, die Regeln für den Zugang zu seinen Geräten nach eigenen Vorstellungen festzu

legen, solange diese den gesetzlichen Vorgaben entsprechen und nicht wettbewerbswidrig sind. Das gelte auch für Unternehmen „in einer dominanten Position“. Auch befanden die Wettbewerbs hüter, dass weder die geplante europäische ePrivacy-Verordnung noch die Datenschutzgrundverordnung eine Genehmigungsfunktion für das Werbe-Tracking ausschließen.

Damit ist der Fall aber noch nicht abgeschlossen. Die Behörde will Apples Datenschutzinitiative näher beleuchten und sicherstellen, dass sie keine „Form der Diskriminierung“ oder gar Selbstbevorzugung darstellt. Apple betonte nach der Entscheidung erneut, dass Datenschutz ein „fundamentales Menschenrecht“ sei. Die ATT-Regeln seien auch für Apple selbst bindend.

Werbennetzwerke in China glauben offenbar nicht an den Erfolg von juristischen Mitteln und versuchen stattdessen, die ATT technisch zu umgehen. Dafür haben sich Konzerne wie Baidu, ByteDance (TikTok) und Tencent (WeChat) zusammengetan. Laut einem Bericht der Financial Times testen sie bereits eine eigene Gerät-Fingerprinting. Ein französischer Spielehersteller und weitere Werbe firmen hätten Interesse an der Technik bekundet. Die staatlich gestützte China Advertising Association (CAA) habe eine eigene Technik entwickelt, um Nutzerverhalten im Internet ohne Erlaubnis erfassen zu können.

Die CAA behauptet, sie laufe damit Apples Datenschutzvorgaben nicht zu wider. Man sei in Gesprächen mit dem iPhone-Konzern und die Technik sei noch nicht „formell implementiert“ worden. Fachleute halten es für möglich, dass sie keine einzelnen Nutzer identifiziert und sich daher in einer Grauzone bewegen.

Ob Apple die Methode der CAA duldet, ist aber zweifelhaft. Denn neben der technischen Blockade des Zugriffs auf die Werbe-ID sieht Apple die App-Anbieter auch vertraglich in der Pflicht, die Tracking-Entscheidung jedes einzelnen Nutzers zu respektieren. Das dürfte andere Methoden ausschließen, also auch die der CAA. Der iPhone-Hersteller bekräftigte seine Haltung in einem Presse statement. „Wir glauben sehr daran, dass Nutzer nach ihrer Genehmigung gefragt werden sollten, bevor sie getrackt werden.“ Apps, die gegen die Transparenz verstößen, würden aus dem App Store entfernt werden. (dz@ct.de) **ct**



**Apple schaltet die Ampel für die Belange von Werbenetzwerken auf Rot: Mit dem kommenden iOS 14.5 blockiert der iPhone-Hersteller den Zugriff auf die Werbe-ID eines Geräts und gibt sie erst dann frei, wenn es die Nutzerin oder der Nutzer so will.**

# Bluetooth 5.2: Option auf Ärger

**Demnächst sollen endlich die ersten Geräte mit den neuen Audio-Features von Bluetooth 5.2 erhältlich sein. Die neue Version bringt jedoch nicht nur zahlreiche Funktionen, sondern auch die Gefahr, dass kommende Geräte nicht die Erwartungen der Käufer erfüllen.**

Über ein Jahr ist es her, dass die Bluetooth Special Interest Group (SIG) für ihr Funkprotokoll die bedeutendsten Änderungen in Sachen Audiosignalübertragung seit gut 20 Jahren verkündete. So führt Bluetooth 5.2 mit „LE Audio“ nicht nur einen effizienteren Codec ein und kann erstmals einzelne Audiokanäle übertragen – beispielsweise, um an „True-Wireless-Kopfhörer“ den rechten und linken Kanal getrennt zu übertragen. Es ermöglicht Sendern auch, Audiodatenströme an beliebig viele Empfänger zu schicken, ohne sich mit diesen zu koppeln. Diese Technik ist die Grundlage für das sogenannte „Bluetooth Audio Sharing“, das beispielsweise Kinos und Theater für alternative Sprachfassungen nutzen sollen oder um den Ton direkt auf kommende Hörgeräte zu leiten. Und schließlich soll Bluetooth LE Audio für Gaming-Headsets eine Latenz zwischen 10 und 20 Millisekunden erreichen. c't widmete LE Audio bereits einen Artikel mit den technischen Hintergründen (Ausgabe 3/2020, S. 34).

Die Freude über den großen Fortschritt bewog die SIG dann wohl auch, LE Audio vorzustellen, obwohl die notwendigen rund 20 Spezifikationen noch nicht fertig waren, sondern nur die Core-Spezifikation. Die Organisa-

tion ging damals davon aus, diese noch im ersten Halbjahr 2020 zu veröffentlichen. Doch dann kam die Pandemie – und mit ihr laut SIG-Sprecher Ken Kolderup das Problem, an den Spezifikationen nicht wie geplant weiterarbeiten zu können.

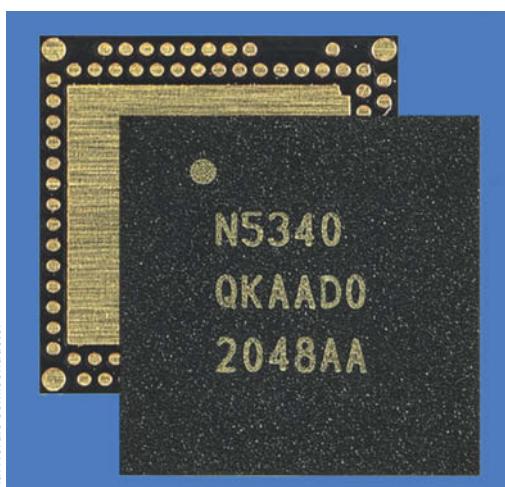
Deren Erstellung läuft bei Bluetooth nämlich parallel mit Chip-Tests. Diese Herangehensweise unterscheidet sich von der bei anderen Protokollen, wo oft erst die Spezifikationen entstehen und auf deren Grundlage dann Prototypen gebaut werden. Erst danach wird dort dann die Interoperabilität der verschiedenen Hardware-Lösungen – beispielsweise auf sogenannten „Plugfests“ – getestet. Eventuell ist es dann allerdings bereits zu spät: Im Falle des von c't aufgedeckten Bugs bei HDMI 2.1 (siehe c't 23/2020, S. 14) lief bereits die Serienproduktion der mit den fehlerhaften Chips ausgestatteten Audio/Video-Receiver, als das Problem erkannt wurde.

## Vorsicht, HDMI-Falle

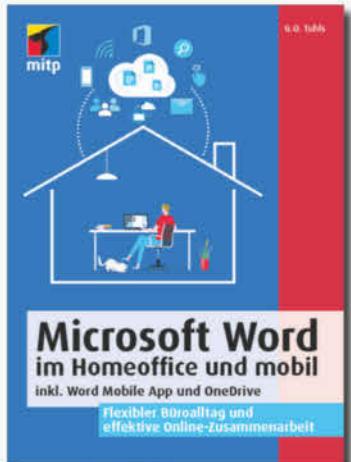
Laut Kolderup kann die SIG die nötigen Tests mittlerweile im Einklang mit den Corona-Regelungen durchführen, sodass LE-Audio-Produkte ab dem zweiten Halbjahr 2021 erhältlich sein dürften.

Allerdings sind schon erste Geräte – vornehmlich Smartphones – im Markt, deren Hersteller mit der Unterstützung von Bluetooth 5.2 werben. Dazu erklärte Kolderup, dass die neue Version tatsächlich seit der Veröffentlichung der Core-Spezifikation aktuell ist. Dieser Teil enthalte aber nur Bugfixes, keine neuen Features. Insofern sei die Aussage, es handele es sich um Bluetooth-5.2-Geräte, nicht falsch, die SIG ermuntere die Hersteller aber nicht, die Versionsnummer zu verwenden.

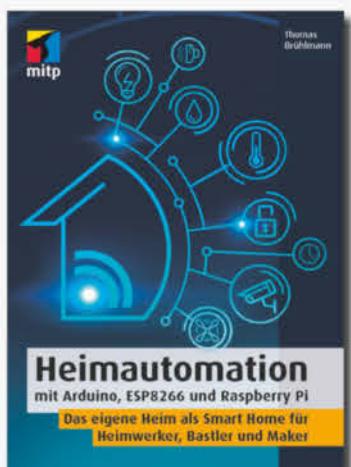
Da alle Features bei LE Audio optional seien, empfehle man den Mitgliedern zudem, bei den kommenden Geräten explizit aufzuführen, was unterstützt werde. Diese Aussage dürfte bei vielen jedoch die Alarmglocken schrillen lassen, da diese Strategie bereits bei HDMI grandios gescheitert ist: Seit Jahren werben Hersteller dort entgegen den Empfehlungen mit Versionsnummern und rücken mit der Information, welche Funktionen in welchem Umfang konkret unterstützt werden, nur auf Nachfrage heraus. Folge: Viele stellen erst nach dem Kauf eines Produktes enttäuscht fest, dass dieses trotz vollmundiger Werbung mit der HDMI-Version nur einen Bruchteil der spezifizierten Funktionen beherrscht. Schon heute findet man nicht bei allen Bluetooth-Geräten zweifelsfrei heraus, welche der Dutzenden Profile sie denn nun beherrschen. (nij@ct.de)



**Mehrere Hersteller haben bereits Funk-Chips im Sortiment, die „Bluetooth LE Audio ready“ sind, darunter Nordic Semiconductor (dessen nRF5340 hier im Bild ist) und Qualcomm.**



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: [www.mitp.de/0313](http://www.mitp.de/0313)



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: [www.mitp.de/6711](http://www.mitp.de/6711)



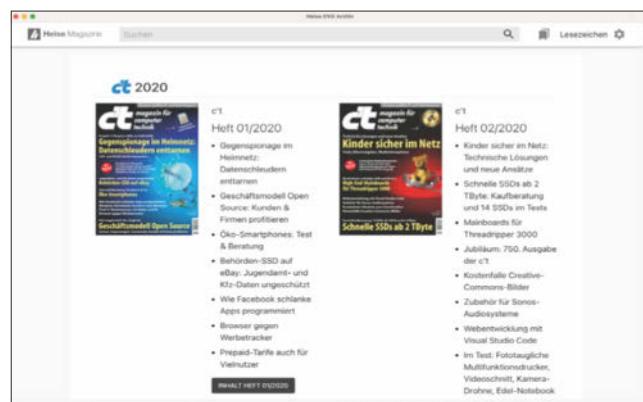
Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: [www.mitp.de/0191](http://www.mitp.de/0191)

# c't-Archiv 2020 mit neuer Software

**Unser Archiv mit dem Jahrgang 2020 ist nun verfügbar, enthält mehr Material als frühere Archive und lässt sich dank einer neuen Software bequemer durchsuchen und lesen.**

Das c't Jahresabo Plus enthält unter anderem die Möglichkeit, Artikelarchive mit ganzen Jahrgängen herunterzuladen und lokal zu installieren. Unsere Software zum Anzeigen und Durchsuchen des lokalen Archivs war in die Jahre gekommen. Die dazugehörige Navigator-Software lief nur unter Windows, für macOS und Linux gab es nur Such-Tools. Für den Jahrgang 2020 haben wir vom Berliner Unternehmen Endava ein neues Archivprogramm entwickeln lassen. Es nutzt das Electron-Framework und ist damit ein einfacher zu bedienender Chromium-Browser mit Volltextsuche und einer Lesezeichenverwaltung für Artikel. Er läuft auf Windows, macOS und Linux. Als Bonus enthält das neue Archiv außer dem Jahrgang 2020 auch die c't-Hefte aus 2019. Die Daten liegen im HTML-Format vor. Ebenfalls neu: Videos zu den Artikeln sind im Archiv verlinkt und können online nachgeladen werden.

Die .ISO-Datei mit dem Archiv ist 8,3 Gigabyte groß. Um sie herunterzuladen, müssen Sie sich auf heise.de mit dem Account zu Ihrem Plus-Abo anmelden und



**Die neue Software zum c't-Archiv lässt sich so einfach bedienen wie ein Webbrowser.**

ins c't-Archiv wechseln (siehe [ct.de/y7rs](http://ct.de/y7rs)). Wählen Sie „Jahrgang 2020“ und dann „Alle Hefte anzeigen“. Der Download-Link fürs Jahressarchiv erscheint dann über der Heftübersicht. Binden Sie die heruntergeladene .ISO-Datei mit einem Doppelklick als Laufwerk ein und öffnen Sie dieses.

Im Wurzelverzeichnis finden Sie die .EXE-Datei für Windows, das Diskimage für macOS und das Flatpak-Archiv für Linux, mit denen der Archiv-Browser auf dem jeweiligen System installiert wird. Die HTML-Daten der Artikel finden Sie im Verzeichnis „content“. Unter „Bonus“ liegen die Hefte der Jahrgänge 2019 und 2020 zusätzlich noch als PDF-Dateien. Das con-

tent-Verzeichnis (6,8 GByte) sollten Sie auf die Festplatte kopieren und den Pfad dahin (inklusive „content“) über das Zahnrad oben rechts im Archiv-Browser eintragen. Sie können dort dann auch kommende c't-Jahrgangsarchive hineinkopieren, um das Archiv zu erweitern.

Und schon kann es losgehen: Der Startbildschirm zeigt die Titelseiten der Hefte, ein

Doppelklick darauf öffnet das Inhaltsverzeichnis. Oben in der Mitte können Sie Suchbegriffe eingeben. Das Ergebnis der Suche lässt sich nach Datum oder Ausgabe eingrenzen, auf Schlagworte begrenzen oder per „Fuzzy“ unschärfermachen, damit sie zum Beispiel toleranter auf Tippfehler reagiert. Haben Sie einen Artikel geöffnet, können Sie ihn mit einem Klick auf das Symbol rechts neben der Suchzeile als Lesezeichen speichern. Eine aktuelle und ausführliche Anleitung finden Sie auf der FAQ-Seite, über die Sie außerdem Updates für die Software beziehen können. (ad@ct.de)

**Download und FAQ: [ct.de/y7rs](http://ct.de/y7rs)**

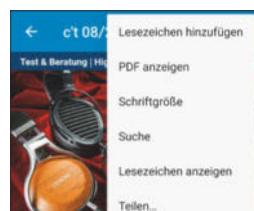


## c't magazin digital lesen

Mit einem Jahresabo Plus oder Digital haben Sie verschiedene Möglichkeiten, die c't digital zu lesen. **Für das Handy empfehlen wir die c't App** ([ct.de/y7rs](http://ct.de/y7rs)). Die dort

aktivierte Push-Funktion erinnert an eine neu erschienene Ausgabe. Sie können Hefte markieren und auch Sonderhefte in der App lesen (letztere sind aber nicht Bestandteil eines c't-Abos). Sie haben die Wahl, in der HTML-Ansicht zu lesen oder den Artikel als Print-PDF zu konsumieren.

Über das verlinkte Inhaltsverzeichnis gelangen Sie mit einem Klick in einen beliebigen Artikel. Alternativ können Sie in der HTML-Ansicht das Magazin artikelweise durchwischen – Wäscheleinenansicht nennen wir das. Auch Lesezeichen sind möglich und Sie können den Artikel als Link teilen. Alternativ zur App können Sie das c't magazin in jedem Webbrowser lesen ([www.heise.de/select/ct](http://www.heise.de/select/ct)), dort nur in der HTML-Ansicht, aber ebenfalls mit den Lesezeichenfunktionen. (jr@ct.de)



### Gold für die Ohren

Fünf High-End-Kopfhörer bis 2000 Euro

Während Heimkinofans mit - kalibrierten 4K-Bildschirmen in Filmwelten abtauchen, greifen Musikliebhaber zu High-End-Kopfhörern die unerührte Details

Die c't-App für Android und iOS gibt die Wahl zwischen HTML- und PDF-Ansicht.

**c't App: [ct.de/y7rs](http://ct.de/y7rs)**

## c't expert community

Wir bedanken uns für die bisherigen Bewerbungen für die c't expert community. Das Panel wird vor allem die Redaktion, aber auch die IT-Branche beraten. Ausführlich haben wir die Aufgaben der c't expert



community in Ausgabe 8/2021 auf Seite 48 vorgestellt ([ct.de/y7rs](http://ct.de/y7rs)). Nach wie vor können Sie sich **unter [ct.de/expertcommunity](http://ct.de/expertcommunity) bewerben**, dort finden Sie weitere Infos, wie es für Sie dann weitergeht. (jr@ct.de)

**Weitere Infos: [ct.de/y7rs](http://ct.de/y7rs)**

1blu

# Power mit 12 .de-Domains! Homepage Go

Nur bis Ende April 2021!  
Keine Bestellannahme nach  
dem 30.04.2021 möglich.

- > 12 .de-Domains inklusive
- > Kostenlose SSL-Zertifikate

- > Komfortabler Webbaukasten inklusive
- > SSL-Certs von Let's Encrypt für alle Domains per Mausklick
- > 100 GB SSD-Webspace
- > Zusätzlicher Onlinespeicher (30 GB)
- > 5 externe Domains
- > 800 E-Mail-Adressen
- > 80 GB E-Mail-Speicher
- > 100 aktuelle 1-Klick-Applikationen
- > 80 SSD MySQL-5-Datenbanken

2,29  
€/Monat\*

Preis gilt dauerhaft!

Viele 1-Klick-Apps inklusive, z.B.



Komfortable Online-  
Lernplattform  
Datenaustausch &  
Videokonferenzen

\* 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/go](http://www.1blu.de/go)

# Digitale Aufmerksamkeiten

<https://veryuu.de>

Während man bisher dem betrübten Freund ein Blümchen oder eine besondere Schokolade mitgebracht hat, müssen derzeit andere Aufmerksamkeiten her – am besten kontaktlos. Bevor nun die zigste Tasse mit mehr oder weniger fröhlichem



Spruch per Post ihren Weg antritt, lohnt ein Blick auf Alternativen wie **Veryuu**. Auf der Website lassen sich virtuelle Geschenke verschicken, die höchstens die Inbox vollstopfen.

Da gibt es den ausdruckbaren Fitnessplan, der zu mehr Bewegung selbst im Homeoffice anregt. Oder das Freundschaftsbuch für Kinder, bei dem man einzelne Seiten aus-

drückt, verteilt und nicht immer erst warten muss, bis das komplette Buch zurückkommt. Egal welches Geschenk man verschickt, es ist für alle kostenlos und vor allem dazu gedacht, dem Gegenüber ein Lächeln zu entlocken. (abr@ct.de)

freuen sich über die Hauptdarstellerin, die als Gegnerin in Szene gesetzt ist.

Im 1 KByte umfassenden Code ist alles hinterlegt, was für eine Schachpartie notwendig ist: Figuren und Brett aufstellen, prüfen, ob die Züge erlaubt sind und die Züge der Gegnerin. Eine großartige KI, die sich mit Schachgroßmeistern messen kann, darf man von dem Spiel zwar nicht erwarten, für ein wenig Kurzweil während der Mittagspause genügt es aber allemal.

(abr@ct.de)

## Sauerteig ist nicht gleich Sauerteig

<https://sourdoughlibrary.puratos.com>

Mehl, Wasser, Salz – viel mehr braucht man nicht, um ein gutes Brot zu backen. Eine winzige Kleinigkeit entscheidet am Ende dennoch über Erfolg oder Misserfolg: das passende Triebmittel. Brotenthusiasten greifen immer häufiger zum Sauerteig, der wohl ältesten Variante. Dieser besteht aus Wasser, Mehl, wilden



Hefen und Milchsäurebakterien. Im Laufe der Zeit experimentierten Bäckereien und Hobbybäcker auf der ganzen Welt zudem mit unterschiedlichsten Fermentationsvarianten. Und so gleicht kaum ein Sauerteig dem anderen. Der Belgier Karl de Smedt hat es sich zur Aufgabe gemacht, eine **Sauerteigbibliothek** aufzubauen. Derzeit befinden sich über 100 verschiedene Sauerteige aus mehr als 20 Ländern in den Kühlschränken seines Archivs.

Alle Neuzugänge lässt de Smedt zunächst auf ihre spezifischen Mikroorganismen untersuchen. Bisher konnten die Labore mehr als 800 wilde Hefe- und Milchsäurebakterienstämme bestimmen. Zur Aufbewahrung landen die Teige im 4 °C kalten Kühlschrank. Auf der zugehörigen Website unternehmen Sauerteigfreunde einen virtuellen Rundgang durch die Bibliothek. So erfahren sie zum Beispiel, dass das Exemplar 103 „Opa Karls Sauerteig“ heißt, von der Bäckerei Hatscher aus Stavenhagen in Mecklenburg-Vorpommern stammt, aus Roggenmehl besteht und welche Mikroorganismen enthalten sind.

(abr@ct.de)

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

## MANAGED BASIC

# DEDIZIERTE MANAGED SERVER ZU TOP-PREISEN

ab  
**99 €**  
/Monat  
zzgl. MwSt.  
(117,81 € inkl.  
MwSt.)

 **Hochflexibel:** Nur ein Monat Vertragslaufzeit

 **Instant:** Innerhalb von 24 Stunden einsatzbereit

 **Schnell:** All-Flash Server mit AMD EPYC und  
Intel Xeon Prozessoren



 **cloud services**  
MADE IN GERMANY

[www.centron.de/managed-basic](http://www.centron.de/managed-basic)

# Kabelsalat

## Vodafone ignoriert Widerruf



**Werbeanrufer versprechen oft das Blaue vom Himmel. Selten halten die Wechsel-Angebote für Internetanschlüsse, was sie vollmundig versprechen. Und im schlimmsten Fall ist man anschließend wochenlang offline, wie ein Fall von Vodafone zeigt.**

Von Tim Gerber

**A**nnika P. lebt seit 2019 in einer Mietwohnung in Berlin-Oberschöneweide. Seit ihrem Einzug nutzte sie einen DSL-Anschluss von Vodafone, mit dem sie völlig zufrieden war. Man habe aber ein viel besseres Angebot für sie, versprach ihr ein geschwätziger Werbeanrufer im Auftrag von Vodafone am 7. Dezember 2020. Sie solle von DSL zu einem Internetanschluss über das Fernsehkabel umsteigen und zugleich auch einen neuen Mobilfunkvertrag erhalten. Das alles sei nicht nur sehr viel schneller, sondern unterm Strich auch günstiger.

Annika P. zögerte zunächst, gab am Ende aber nach und erhielt einige Tage später die Unterlagen für den Mobilfunkvertrag. Nachdem sie sich das Ganze nochmal gründlich angesehen und überlegt hatte, sandte Annika P. am 18. Dezember per E-Mail einen Widerruf an Vodafone. Damit waren die dafür vorgeschriebene

Textform und die Widerrufsfrist von 14 Tagen eingehalten. Die beginnt auch nicht früher, als der Kunde eine Widerrufsbelehrung in Textform erhalten hat. Am 22. Dezember kam das für den Anschluss benötigte Kabelmodem nebst den zugehörigen Unterlagen und einer Widerrufsbelehrung an. Das Modem sandte sie am 28. Dezember per Einschreiben zurück und fügte dem Päckchen abermals sämtliche Widerrufsformulare ausgefüllt und unterschrieben sowie sämtliche Absendenachweise über den bereits zuvor erfolgten Widerruf hinzu.

Damit hat die Kundin eigentlich alles getan, was für einen ordentlichen Widerruf eines Verbrauchergeschäfts zu tun war. Trotzdem schaltete Vodafone am 23. Januar das Internet über ihren DSL-Anschluss ab. Als sie sich bei dem Provider telefonisch erkundigen wollte, warum ihr Internetanschluss nicht mehr funktioniere,

sagte man ihr, dass sie den Anschluss ja gekündigt hätte. Ihr Widerruf habe sich nur auf den Mobilfunkvertrag bezogen. Dass sie das Modem mitsamt zugehörigen Unterlagen einschließlich Widerrufserklärung zurückgesandt hatte, wollte die Kundendiensthotline nicht gelten lassen.

Die Kundin gab schließlich klein bei und ließ sich auf den neuen Kabelanschluss ein. Denn nun wollte sie vor allem so schnell wie möglich wieder einen Internetanschluss. Schließlich arbeitete sie als Kundenberaterin einer Krankenversicherung aus dem Homeoffice. Zwar stellte ihr der Arbeitgeber dafür einen Laptop mit mobiler Internetverbindung zur Verfügung. Aber die funktionierte in ihrer Wohnung nicht halb so gut wie die kabelgebundene DSL-Verbindung und privat konnte sie damit eigentlich überhaupt nicht surfen. Was das während des anhaltenden Lockdowns bedeutet, bedarf wohl keiner näheren Erläuterung. So wartete sie nun sehnsüchtig auf das Kabelmodem, dass Vodafone ihr erneut zusenden wollte. Die mit dem DSL-Anschluss gemietete Fritzbox müsste sie umgehend zurücksenden, sagte ihr der Kundendienst, da man ihr sonst dafür einen Kaufpreis von 200 Euro berechnen werde.

## Gröbster Unfug

Anfang Februar erhielt Annika P. das Modem und schloss es gemäß beiliegender Anleitung an die Antennendose in ihrer Wohnung an. Doch nichts tat sich, eine Internetverbindung kam nicht zu stande. Deshalb wandte sie sich zunächst an ihren technisch versierten Bruder, der ihr aber auch nicht helfen konnten. Schließlich riet ihr Vater, sich an den Kundenservice von Vodafone zu wenden. Der teilte ihr nun mit, dass mit dem Kabelanschluss in ihrer Wohnung wohl etwas nicht in Ordnung sei und ein Techniker vorbeikommen müsse.

Da sie fürchtete, dass ein Technikerbesuch das Ganze nur noch weiter verzögern würde, bat Annika P. nochmals inständig darum, doch ihren DSL-Anschluss wieder nutzen zu können, der ja bestens funktioniert hatte. Schließlich war sie auch noch immer der Meinung, dem Provider rechtzeitig und deutlich Bescheid gegeben zu haben, dass sie den von ihm initiierten Wechsel gar nicht wollte.

Immerhin bot Vodafone ihr mit Schreiben vom 19. Februar an, nicht auf der

24-monatigen Laufzeit des Kabelvertrages zu bestehen, wenn die Kundin einen neuen DSL-Vertrag bei dem Provider abschließe. Aber auch der angebotene Neuabschluss erwies sich als unmöglich. Denn keine der beiden Hotlines, die Vodafone für Kabel- und DSL-Kunden jeweils betreibt, wollte nun für den Fall der Kundin zuständig sein. So telefonierte sich ihr Vater Peter P., den sie inzwischen um Hilfe ersucht hatte, zwischen den beiden Kundenhotlines regelrecht die Finger wund, ohne etwas zu erreichen. Man ließ die Kundin also einfach auf ihrem Kabelmodem ohne Anschlussmöglichkeit hocken.

Verzweifelt schrieb ihr Vater, der langjährige c't-Leser Peter P., schließlich am 15. März an die Redaktion und schilderte uns das Leiden seiner Tochter. Wir wandten uns darauf am 17. März an die Pressestelle von Vodafone und wollten wissen, warum man die Widerrufe der Kundin ignoriert hatte und der Internetkonzern es nicht schaffte, seine Kundin wieder mit einem funktionierenden Anschluss zu versorgen?

## Wenig Einsicht

Nun kam endlich Bewegung in die Sache. Bereits am Nachmittag versuchte Vodafone, bei Annika P. anzurufen und ihr einen neuen Vertrag anzubieten. Am 25. März erhielten wir eine ausführliche Antwort von Vodafone-Sprecherin Heike Koring. Demnach liege Vodafone ein fristgerechter schriftlicher Widerruf des Auftrags für den Internet- und Telefonvertrag über Kabel nicht vor. Der Widerruf hätte an eine andere Adresse gesendet gehört als das mit dem Retourenschein zurückgesendete Modem,

erläuterte Koring in einem Telefonat. In ihrer kurz darauf versandten Antwort heißt es, man habe dem Wunsch der Kundin entsprechend „sofort einen neuen Auftrag für einen Internet- und Telefonanschluss über DSL aufgenommen und eine entsprechende Leitung auf der letzten Meile bei der Deutschen Telekom beauftragt.“ Der neue DSL-Anschluss solle am 14. April geschaltet werden. Einstweilen stelle Vodafone der Kundin einen LTE-Router kostenfrei zur Verfügung und verzichte auf die Aktivierungspauschale für den DSL-Neuanschluss. Es handle sich um eine Kulanz ohne Anerkennung einer Rechtspflicht.

Man könne seitens Vodafone keine Versäumnisse im Ablauf erkennen, bedauere dennoch entstandene Unannehmlichkeiten.

Annika P. hat bereits am 24. März den versprochenen Mobilfunkrouter erhalten, sodass sie einstweilen über das Funknetz surfen kann. Auf Werbeangebote am Telefon wird sie künftig wohl auf keinen Fall eingehen und das kann man ihr angesichts der negativen Erfahrungen, von denen uns immer wieder Leser berichten, auch nur dringend empfehlen. Am besten sperrt man seinen Daten beim Provider für Werbeanrufe durch ihn und seine Auftragnehmer. Wenn dies nicht über den Kundenaccount geht oder dort zu versteckt ist, genügt eine formlose Mitteilung, dass man keine Werbung wünscht. Den passenden Tarif sucht man sich ohnehin besser selbst, wenn einem überhaupt der Sinn nach einem Wechsel steht. Sonst gilt auch für den heimischen Internetanschluss gerade in der aktuellen Situation: „Never touch a working connection.“ Das sollten sich eigentlich auch die Provider hinter die Ohren schreiben.

(tig@ct.de) **ct**

**Sein Werbeversprechen**  
„Kein Tag ohne Internet“  
kann Vodafone nicht in jedem Fall einhalten.

The screenshot shows the Vodafone website with the following details:

- Offer:** Red Internet & Phone Cable
- Plan:** Die Internet & Telefon Flatrate für Dein Zuhause
- Router:** Vodafone router 2018
- Plan Options:**
  - Nur bis 6. April:
    - ✓ 140 € Direktabrechnung
    - ✓ 6 Monate inklusive
    - ✓ Günstige WiFi Kosten
    - ✓ Wechselkosten 0 € zu 12 Monaten
  - Max. Download-Geschwindigkeit:
    - 1000 Mbit/s + 100 Mbit/s (selected)
    - 1000 Mbit/s + 50 Mbit/s
    - 200 Mbit/s (selected)
    - 100 Mbit/s + 5 Mbit/s
    - 100 Mbit/s + 1 Mbit/s
  - Red Internet & Phone 250 Cable:
    - Max. 250 Mbit/s in Download und 100 Mbit/s in Upload
    - 39,99 € mtl.
    - 19,99 € mtl. (selected)
  - Vergleichspreis:
    - Wochenendflatrate ohne Wechselkosten: 44,99 €
    - Wochenendflatrate mit Wechselkosten: 49,99 €
- Text at the bottom:** Die passenden Router und Tarif-Optionen kannst Du im nächsten Schritt dazu buchen.
- Buttons:** Tarif Übersicht, Router Übersicht.

# Gute Karten

Drahtloses Bezahlen mit Handys und Uhren



**Hardware und Zahlungsdienste ..... Seite 58**  
**Technik, Datenschutz, Sicherheit ..... Seite 64**

# Mit dem Handy zu bezahlen ist schon fast ein alter Hut. Mittlerweile klappt das auch mit unzähligen Uhren und Fitnesstrackern und sogar beim Bäcker um die Ecke. Wir zeigen, wie man Zahlungsmethoden hinterlegt und wo die Unterschiede zwischen den Diensten von Apple, Google und weiteren Anbietern liegen.

Von Stefan Porteck und Jörg Wirtgen

**D**as macht dann 35 Euro, bitte.“ Piep. „Einen schönen Tag noch.“ So schnell geht mobiles Bezahlen mit dem Smartphone – in der Kassenschlange hat man es aus Langeweile meist eh schon in der Hand. Falls nicht, ist es schneller aus der Tasche gezogen, als das passende Kleingeld aus dem Portemonnaie zusammen gesucht. Ganz Eilige halten einfach ihre Uhr oder ihr Sportarmband an das Kassenterminal. So geht das Bezahlen nicht nur schneller, es ist auch hygienischer: Das Mobilgerät muss sich dem Kassenterminal nur auf einen Zentimeter nähern, es aber nicht berühren. Und sogar das Eintippen der PIN auf dem betatschenden Ziffernfeld des Terminals entfällt.

Mittlerweile kann man fast überall auch mit Smartphones- und -watches bezahlen, wo Kartenzahlungen angeboten werden. Sobald man an der Ladentür ein Mastercard-Logo oder am Kassenterminal ein Piktogramm sieht, das an das Wi-Fi-Logo erinnert, stehen die Chancen sehr gut.

Als Apple und Google vor drei Jahren mit ihren Smartphone-Payment-Apps auf der Bühne erschienen, fremdelten die meisten Banken mit der Technik. Mittlerweile spielen fast alle mit Apple Pay und Google Pay zusammen. Darauf angewiesen ist man aber gar nicht mehr: Mittlerweile lässt sich auch PayPal einbinden oder man nutzt virtuelle Kreditkarten, die Fintechs wie VIMpay kostenlos bereitstellen. Auch Samsung will inzwischen mit einem eigenen Bezahldienst ein Stück vom Mobile-Payment-Kuchen abschneiden.

Es muss längst nicht mehr das Smartphone zum Bezahlen herhalten, sondern es eignen sich auch Smartwatches, Fitnesstracker und sogar klassische Analoguhren. Die Geldbörse fürs Handgelenk ist

besonders praktisch, wenn man Handy und Brieftasche nicht aus dem Rucksack klauben möchte oder vom Joggen frische Brötchen mitbringen will.

Gründe genug, auf die neuen Gadgets und die einzelnen Payment-Dienste einen kritischen Blick zu werfen. Neben Hard- und Software von Apple und Google haben wir dafür auch Geräte und die Apps von Fitbit, Garmin, Samsung und Swatch unter die Lupe genommen.

## Kartenhaus

Um ohne Umschweife mit dem mobilen Bezahlen loszulegen, öffnet man auf dem Smartphone vorinstallierte Bezahl-App von Apple oder Google. Auf Android-Smartphones von Samsung läuft auch Samsung Pay. Die Bezahl-Apps fordern beim ersten Start auf, Kreditkartendaten zu hinterlegen. Nachdem man die Kartennummer nebst Gültigkeitsdatum abfotografiert oder manuell eingetippt hat, erfolgt die Bestätigung und Freischaltung durch die herausgebende Bank. Je nach Kreditinstitut geschieht das per SMS, TAN, 2FA oder über einen Telefonanruf.

Hinsichtlich der unterstützten Kreditinstitute gibt es zwischen Apple und Google kaum Unterschiede – wohl aber beim Hinterlegen alternativer Zahlungsquellen. So ist es bei Apple Pay seit Kurzem möglich, normale Girokarten diverser Sparkassen als Zahlungsquelle zu hinterlegen. So kommen auch die Kunden in den Genuss des mobilen Bezahlens, die bislang bei ihrer Bank keine Kreditkarte beantragt hatten oder das aus Kostengründen nicht möchten. Google unterstützt zwar Kreditkarten vieler Banken, eine Girocard können aber nur Kunden der Commerzbank und von deren Tochter Comdirect einbinden.

Dafür hat Google einen Deal mit PayPal abgeschlossen. Unabhängig von der eigenen Bank kann man einen kostenlosen PayPal-Account einrichten und diesen in Google Pay hinterlegen. Ein kleiner Fall-

strick: PayPal-Konten lassen sich in Google Pay nur mit dem Smartphone verknüpfen, jedoch nicht mit Smartwatches.

Kleinere Anbieter wie Fitbit, Garmin oder Swatch haben bei großen Banken weniger Gewicht und werden entsprechend von nur wenigen Instituten unterstützt. Um trotzdem die breite Bevölkerung zu erreichen, arbeiten sie mit Fintech-Unternehmen zusammen. Dort bekommt man im Allgemeinen nicht nur eine Smartphone-App fürs mobile Bezahlen, sondern auch eine virtuelle Kreditkarte, die sich für Online-Shopping und Mobile-Payment verwenden lässt (siehe Kasten auf S. 62), bei manchen Unternehmen auch eine physische Karte.

## Aus dem Handgelenk

Technisch läuft das Bezahlen mit dem Handy oder der Smartwatch ähnlich ab wie das drahtlose Bezahlen mit einer Kreditkarte: Sobald man Handy oder Uhr ans Bezahlterminal im Laden hält, wird über NFC ein Token ans Lesegerät übertragen. Anhand dessen überprüfen die im Hintergrund arbeitenden Transaktionsdienstleister, welche Bank beziehungsweise welche Kreditkarte mit dem Betrag belastet werden soll. Nach wenigen Sekunden geben sie die Zahlung frei. Die technischen Details beleuchtet der Artikel auf Seite 64.

Grundsätzlich werden kleine Beträge bis 50 Euro ohne PIN-Abfrage abgewickelt. Überschreitet der Betrag die 50-Euro-Grenze, fragt das Terminal wie bei herkömmlichen Zahlungen nach der PIN; zumindest theoretisch, denn hier sind Smartphones und Smartwatches gegenüber Karten im Vorteil: Sie wissen, ob sie von ihrem Eigentümer benutzt werden oder nicht. Um sich zu legitimieren, muss man vorm Bezahlen lediglich das Handy oder die Uhr entsperren. Die Mobilgeräte teilen dem Terminal dann mit, dass die Authentifizierung bereits stattgefunden hat und die Zahlung dadurch legitimiert wurde. Das Kassenterminal verzichtet dann auf die PIN-Abfrage. Das Bezahlen mit dem Handy oder eine Smartwatch ist deshalb sogar ein wenig bequemer als mit einer kontaktlosen Giro- oder Kreditkarte.

Das setzt voraus, dass die Mobilgeräte mit einer Bildschirmsperre mittels PIN, Muster oder Fingerabdruck gesichert sind. Zumindest bei Smartphones sollte das aber sowieso eine Selbstverständlichkeit sein. Anders Smartwatches: Dort ist eine Bildschirmsperre eher die Ausnahme,



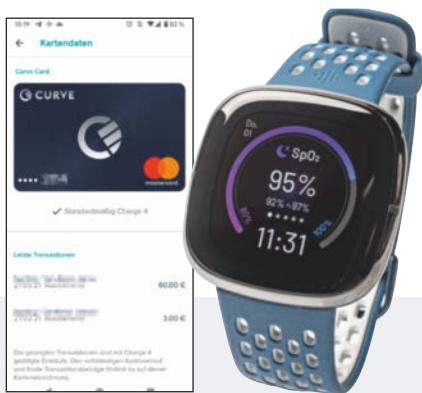
### Apple Pay

Das mobile Bezahlen mit dem iPhone und der Apple Watch wird von fast allen überregionalen Banken und Direktbanken unterstützt. Selbst viele Volksbanken und Sparkassen sind mit von der Partie. Die Einrichtung klappt genauso problemlos wie das spätere Bezahlen: Man hinterlegt einfach eine Kreditkartennummer nebst Prüfsumme im Apple-Wallet und danach kann's losgehen. In der App „Apple Watch“ auf dem iPhone lässt sich die im Wallet gespeicherten Zahlungsart anschließend mit wenigen Fingertipps auch auf der Apple-Watch aktivieren.

Wie bei Google Pay muss bei der Bezahlung mit dem Smartphone das Display aktiviert sein. Will man einen Betrag von mehr als 50 Euro ohne Eingabe der Karten-PIN am Kassenterminal bezahlen, muss das Telefon via PIN, Muster, Fingerabdruck oder Face-Unlock entsperrt werden. Das Bezahlen mit der Apple Watch klappt ähnlich: Auch hier ist zur Legitimierung größerer Beträge das Entsperrnen der Uhr nötig. Wie auch bei den Uhren mit Wear OS von Google ist das glücklicherweise nicht bei jedem Bezahlvorgang erneut nötig. Die Bewegungssensoren der Uhr erkennen, ob man sie wieder ablegt. Solange man die Uhr am Handgelenk trägt, bleibt sie entsperrt.

Durch die enge Verzahnung mit dem betriebssystem-eigenen Wallet fungiert Apple Pay quasi als digitale Brieftasche, in der sich auch Flug- und Zugtickets sowie Eintritts- und Rabattkarten hinterlegen lassen.

- ➔ von vielen Banken unterstützt
- ➔ leichte Einrichtung und Bedienung
- ➔ läuft nur auf iOS-Geräten



### Fitbit Pay

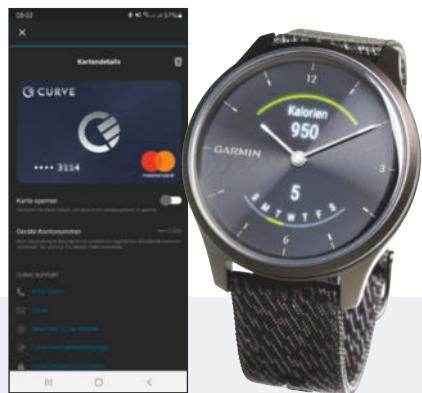
Fitbit war eine der ersten bekannten Marken von Fitness-Armbändern, was das Unternehmen vor allem den Charge-Modellen zu verdanken hat. Der aktuelle Charge 4 und das Vormodell Charge 3 Special Edition unterstützen das Bezahlen. Von Fitbits Smartwatches sind Ionic, Sense sowie Versa 1, 2 und 3 bezahlfähig. Damit fehlen nur die günstigen Inspire-Tracker und das für Kinder gedachte Ace.

Fitbit Pay wird nicht von vielen Banken unterstützt. Die hauseigene Visa-Karte „Fitbit Visa“ kostet nach dem ersten Jahr 2 Euro monatlich und bietet sonst wenige Vorteile – da haben beispielsweise Curve, Klarna oder VIMpay interessantere Angebote geschnürt. Das Einbinden der Karte geschieht problemlos.

Die PIN tippt man sinnvollerweise ein, direkt bevor man die Uhr aufs Zahlterminal legt. Dazu drückt man die (bei den Charge-Modellen versteckt liegende) Seitentaste etwas länger. Vergisst man das, muss man die Uhr mit gedrückter Seitentaste nochmal ans Lesegerät halten. Auf den Smartwatch-Displays tippt es sich bequem, aber auch auf den kleinen Charges kriegt man die PIN einigermaßen zügig eingegeben. Nach ein paar Bezahlvorgängen oder wenn man die Uhr abnimmt, muss man die PIN erneut eingeben.

Seit Anfang des Jahres gehört Fitbit zu Google, wobei weltweite Regulierungsbehörden Google die Zusagen abgerungen haben, Fitbits Gesundheitsdaten zehn Jahre lang nicht für Werbezwecke zu nutzen.

- ➔ Fitnesstracker und Smartwatches
- ➔ problemlose Bezahlung
- ➔ von wenigen Banken unterstützt



### Garmin Pay

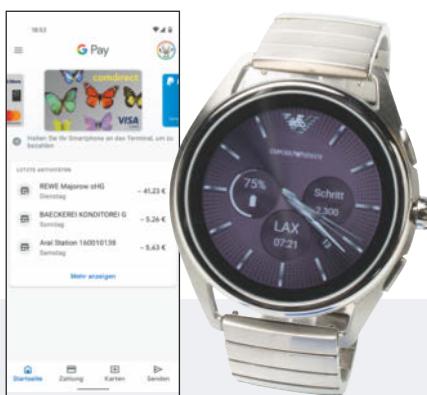
Über 50 Uhren von Garmin sind fürs Bezahlen geeignet, angefangen bei den Venu-Smartwatches (ab 200 Euro) über die Sportuhren vivoactive 3, 4s und 4 sowie die hybride vivomove Style bis zu den teuren Spezialuhren aus den fenix- und Marq-Reihen für über 2000 Euro. Es fehlen einige einfache Laufuhren, die Kindermodelle – und die schlanken Tracker vivofit und vivosmart.

Mit Garmin arbeiten sehr wenige Banken zusammen. Einen eigenen Bezahlendienst bietet Garmin nicht an. Dafür lassen sich einige kostenlose Dienste einbinden, darunter Curve und VIMpay. Die Einrichtung klappt auch mit den Drittanbietern problemlos.

Hält man die Uhr im Laden ans aktivierte Zahlterminal, passiert gar nichts. Erst wenn man die Pay-App auf der Uhr startet und seine PIN eingibt, wird der NFC-Chip aktiv. Die App findet man im Startmenü (langer Druck auf obere Taste), bei einigen Modellen wie der vivoactive 4 kann man sich den App-Start auch auf einen Rechtswisch legen. Die PIN bleibt 24 Stunden oder bis zum Ablegen der Uhr gültig; solange reicht das Starten der App zum Zahlen.

Auf der Uhr bekommt man keine Übersicht über seine Zahlungen, auch in der Smartphone-App Garmin Connect nicht – hier kann man seine Karte nur sperren. Für einen Blick auf die Transaktionen muss also die jeweilige Karten-App zusätzlich auf dem Handy installiert sein.

- ➔ große Geräteauswahl, kein Tracker
- ➔ von wenigen Banken unterstützt
- ➔ geringer Funktionsumfang



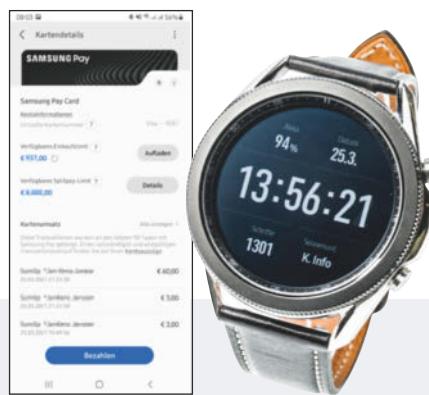
## Google Pay

Der Bezahldienst von Google schwimmt im Fahrwasser des Hauptkonkurrenten Apple mit: Auch er wird mittlerweile von den meisten namhaften Banken unterstützt. Die Verknüpfung der Kreditkarte mit Google Pay klappt problemlos. Zur Verifizierung nutzt man die 2FA-App der Bank, SMS oder einen Telefonanruf.

Obgleich Google Pay mit vielen Banken funktioniert, ist der Dienst auch für die interessant, deren Bank sich sperrt oder jene, die ungern mit Kreditkarte bezahlen. Denn Google Pay lässt sich auch mit dem Bezahldienst PayPal verknüpfen. Zahlt man dann mit dem Smartphone oder der Smartwatch, wird der Betrag innerhalb weniger Werkstage von PayPal per Lastschrift vom Konto abgebucht.

Mittlerweile mausert sich die Google-Pay-App zum Wallet: Neben Kreditkarten lassen sich dort auch Flug- und andere Tickets speichern sowie Rabatt- und Mitgliedskarten hinterlegen. Zudem kann man sehr schnell Geld an andere Google-Pay-Nutzer verschicken. Auch wartet die App mit einem übersichtlichen Bezahlverlauf auf, der sich sogar nach Orten durchsuchen lässt. Umständlich ist dabei aber, dass dieser nicht global im Google-Account gespeichert wird, sondern nur lokal auf dem Gerät: Die Umsätze per Smartwatch lassen sich nur auf der Uhr einsehen und nicht am Smartphone.

- ⬆️ viele unterstützte Banken
- ⬆️ viele Uhren
- ⬇️ kein PayPal bei Smartwatches



## Samsung Pay

Praktisch alle aktuellen Android-Smartphones von Samsung sind bezahlfähig. Für alle aktuellen Smartwatches gilt das auch: Watch, Watch3, Watch Active und Watch Active2 sind kompatibel.

Hierzulande realisiert Samsung das Bezahlen ausschließlich zusammen mit der Solarisbank. Dafür muss in Deutschland ein Girokonto mit Gehaltseingang einer hiesigen Bank verknüpft werden.

Die Authentifizierung des Gehaltskontos des Redakteurs lief dann nicht nur über die üblichen Cent-Überweisungen, sondern das Samsung-Interface wollte einen vollen Online-Kontenzugriff angeblich zur Identitätskontrolle. Dabei bekommt die Solarisbank nicht nur Zugriff auf das angegebene Girokonto, sondern könnte alle weiteren Privatkonten bei der Bank einsehen – und auch etwaige Baukredite sowie zugeordnete Geschäfts- oder Vereinskonten. Samsung versicherte uns, dass es sich um eine „einmalige Einkommensprüfung“ handele. Dringend empfehlenswert ist trotzdem, vor dem Beleihen der Solaris-Karte das Online-Passwort des Banking-Zugangs temporär zu ändern.

Das Bezahlen per Uhr und per Handy lief dann problemlos. Die Pay-App startet man per langem Druck auf den oberen Knopf der Uhr. Die Umsätze erscheinen nicht auf der Uhr und auch nicht im Pay-Abschnitt der Wear-App auf dem Handy, sondern nur in der separaten App Samsung Pay – hier dann gemischt mit den Umsätzen direkt per Handy.

- ⬆️ alle Banken
- ⬇️ Anbieter will Girokonto einsehen
- ⬇️ Fitnessstracker nicht unterstützt



## Swatch Pay

Die Trenduhren aus der Schweiz waren beim mobilen Bezahlen eigentlich die Ersten. Schon Mitte der 1990er Jahre ermöglichen die Swatch-Access-Uhren das Aufladen von Guthaben für Skilifte und Skipässe.

Heuer arbeiten die Schweizer mit dem Unternehmen Wearonize zusammen, das die Bezahl-App und -Infrastruktur bereitstellt. Das Bezahlen mit der Swatch klappte bei unseren Tests problemlos und sorgte für neugierige Blicke – bezahlen mit einer Analoguhr kennt bislang kaum jemand. Die Pay-Modelle sind auf Style getrimmte Analoguhren ohne Brimborium, aber mit dem liebevollen Swatch-Charme.

Swatch Pay arbeitet derzeit mit Kreditkarten der Commerzbank und Partnerkarten zusammen. Als Alternative lassen sich virtuelle Prepaid-Karten des deutschen Fintech-Unternehmens VIMpay einbinden. Die Kartendaten müssen einmalig in der Swatch-Pay-App hinterlegt werden und anschließend wird die Uhr mit dem Swatch-Account verknüpft. Dafür ist ein Schreib-Lese-Zugriff auf den NFC-Chip der Uhr nötig. Das lässt sich mit einem Android-Telefon daheim erledigen. Besitzer eines iPhones müssen dafür einen Swatch-Store aufsuchen. Danach lassen sich die Uhren problemlos unter Android und iOS und unabhängig von der eigenen Bank nutzen. Zudem funktioniert das Bezahlen sogar mit leerer Uhrenbatterie – was aber ohnehin erst nach rund zwei Jahren der Fall sein wird.

- ⬆️ schicke Analoguhren
- ⬇️ nur wenige Banken
- ⬇️ aufwendige Einrichtung

## Welche Kreditkarte speziell fürs Gadget

Wenn Ihre Bank nicht mit dem Wunsch-Bezahl-Gadget zusammenspielt, müssen Sie bei einem der unterstützten Institute eine Kreditkarte beantragen – lästig, aber lösbar. Wir haben einen Blick auf diejenigen Angebote geworfen, die keine Monatsgebühr kosten und die Bezahl-Apps von Fitbit, Garmin oder Swatch unterstützen.

Einige Kreditkarten erfordern ein Lastschriftmandat von einem Girokonto. Eine kostenlose Visa-Karte mit flexiblen Rückzahloptionen bietet beispielsweise die schwedische Bank Klarna (Fitbit, Apple, Google). Die ebenfalls kostenlose Mastercard R42 der spanischen Openbank (Fitbit, Garmin, Apple, Google), einer Tochter der Santander Bank, bucht sofort ab. Letztlich ist auch die Samsung Card der Solarisbank eine Kreditkarte mit Lastschrift, die sich aber anders als die anderen Angebote ausschließlich für Samsung Pay nutzen lässt.

Eine Variation der Lastschriftkarte bietet das britische Curve (Fitbit, Garmin); hier wird nicht von einem Bankkonto abgebucht, sondern von einer Kreditkarte. Der Vorteil: Hinterlegt man mehrere Kreditkarten, kann man nach einer Zahlung den Betrag noch 14 Tage lang zwischen den Kreditkarten verschieben.

Andere Dienste stellen eine Art Prepaid-Kreditkarte. Bevor Sie per Uhr zahlen können, müssen Sie Guthaben von einem Girokonto überweisen oder mit einer weiteren Kreditkarte einzahlen. Beim britischen Revolut (Fitbit, Garmin, Apple, Google) zahlt man für eine Mastercard im Standardtarif einmalig Versandkosten in Höhe von 6 Euro. Einmalig 8 Euro nimmt das britische Unternehmen Wise (Fitbit, Garmin), das bis Februar noch TransferWise hieß; anders als bei den anderen Diensten bekommen Sie hier übrigens eine deutsche IBAN. Auch die niederländischen bunq (Fitbit, Apple, Google) nimmt keine Monatsgebühr, hier

kostet allerdings die Einrichtung 10 Euro und jede Einzahlung unattraktive 0,5 Prozent Gebühr.

Einige Kreditkarten bieten weitere Vorteile, beispielsweise kostenlose Geldabhebungen im europäischen Ausland oder weltweit. Revolut und Wise erledigen den Zahlungsverkehr in Fremdwährungen besonders kostengünstig. Bei Openbank kann man automatisch Beträge auf volle Euro aufrunden und die Differenz spenden. Wenn Sie Apple oder Google Pay nutzen möchten, finden Sie unter den dort unterstützten Banken weitere mit Kreditkarten ohne Monatsgebühr.

### VIMpay

Das deutsche Unternehmen VIMpay bietet ebenfalls eine kostenlose Guthaben-Mastercard, die sich allerdings nur bei Apple und Google direkt einbinden lässt. Für Fitbit, Garmin und Swatch muss man innerhalb von VIMpay separate Zusatzkarten einrichten und ihnen einzeln Guthaben überweisen. Der kostenlose Lite-Tarif beinhaltet eine solche Karte, der Basic-Tarif (für einmalig 10 Euro) zwei Karten.

Wie bei allen Guthabenkarten dauert es einen bis drei Werkstage, bis eine Überweisung dem Konto gutgeschrieben ist. Daran ändert auch VIMpays „Blitzüberweisung“ nicht; sie erspart nur einen Arbeitsschritt, aber man muss VIMpay dazu seinen vollständigen Homebanking-Zugang mitteilen – nicht empfehlenswert.

Die virtuellen Zusatzkarten für Fitbit, Garmin, Swatch oder VIMpay Go erfordern im Alltag weitere Arbeitsschritte: Neigt sich das Guthaben dem Ende, muss man zunächst das Hauptkonto per Banküberweisung wieder aufladen. Ist das Geld dort nach einigen Tagen angekommen, muss es mit der VIMpay-App aus der Hauptkarte in die fürs mobile Bezahlen hinterlegte Zweitkarte verschoben werden.

weshalb Apple und Google bei der Installation ihrer Bezahl-Apps die Einrichtung dieser explizit vorschreiben. Da die Uhren keinen Fingerabdrucksensor besitzen, kommen zur Legitimierung numerische PINs oder Entsperrmuster zum Einsatz. Auf den Uhren von Fitbit, Garmin und Samsung muss man beim erstmaligen Aufruf des Tages der Bezahlfunktion die PIN eingeben.

Deren Eingabe ist mit dem Finger auf den kleinen Uhrendisplays aber nicht immer ganz einfach und braucht deshalb mitunter mehrere Versuche. Glücklicherweise braucht man die PIN nicht bei jedem Bezahlen, sondern nur bei der erstmaligen Nutzung nach dem Anlegen. Die Sensoren der Uhren erkennen anhand der Bewegungen automatisch, ob sie am Handgelenk bleiben, und sperren erst beim Ablegen.

Eine Internetverbindung ist beim Bezahln nicht nötig. Smartwatches und Handys halten für die Offline-Nutzung mehrere Bezahl-Token im internen Speicher in Reserve. Das macht sie zu einem begehrten Ziel von Malware. Damit schädliche Apps die Token nicht aus dem internen Speicher auslesen, funktionieren die Bezahl-Apps meist nicht auf modifizierten Smartphones mit Jailbreak oder Root-Zugriff oder auf sogenannten Custom-ROMs mit alternativen Android-Versionen.

Bei den Uhren von Swatch ist so eine Sicherung mangels Display und smarten Funktionen nicht möglich. Bei Zahlungen oberhalb von 50 Euro ist daher stets die Eingabe der PIN am Kassenterminal nötig. Die Swatch-Uhren sollte man daher genauso sicher verwahren wie echte Kreditkarten, denn ein Dieb könnte viele Zahlungen unter 50 Euro durchführen. Ein Vorteil ist, dass sie auch mit leerem Akku noch zum Zahlen taugen.

### Alles im Blick

Das Gros der getesteten Dienste zeigen in ihren Apps eine Liste der Transaktionen an, damit man den Überblick über Zahlungen behält. Bei Apple, Fitbit, Swatch und Samsung sind die Daten an den Account gebunden und lassen sich deshalb auf jedem Mobilgerät einsehen. Google macht es anders und trennt zwischen den Geräten: Sämtliche Umsätze, die mit dem Smartphone getätigten, lassen sich nur dort einsehen. Unpraktisch fanden wir, dass Google bei den Uhren genauso verfährt: Die Zahlungshistorie lässt sich nur auf den winzigen Smartwatches aufrufen, was zu einer wahren Scroll-Orgie führt.

Wer auf ein neues Android-Smartphone umsteigt, muss ein umständliches Prozedere durchmachen: Uhren mit Wear OS lassen sich nur an ein neues Telefon koppeln, wenn man sie auf Werkseinstellungen zurücksetzt. Dabei gehen allerdings die auf der Uhr hinterlegten Zahlungsquellen verloren. Um eine Kreditkarte anschließend erneut auf der Uhr zu nutzen, ist in den meisten Fällen ein Anruf bei der herausgebenden Bank notwendig.

Gut schneidet das mobile Bezahlen in puncto Sicherheit ab. Als vor einigen Jahren die ersten Giro- und Kreditkarten mit NFC-Chips für drahtloses Bezahlen auf der Bildfläche erschienen, machten alsbald Horrormeldungen die Runde. Es wurde gezeigt, dass man mit einem für

jedermann verfügbaren mobilen Bezahlterminals einfach im Vorbeigehen Beträge bis zu 25 Euro (die damalige Obergrenze für Zahlungen ohne PIN-Eingabe) abbuchen kann, ohne dass das Opfer davon etwas bemerkt – etwa im Gedränge auf einer Rolltreppe oder in einer Kassenschlange.

Smartphones sind gegen solche Angriffe immun. Ihr NFC-Chip ist nur aktiv, wenn das Display eingeschaltet ist. Die Gefahr, dass man es versehentlich in der Tasche aktiviert und ein Dieb währenddessen eine Abbuchung vornimmt, dürfte gegen null gehen. Zudem verlangt das Terminal bei großen Beträgen eine PIN. Achtung aber, dass Sie diesen Schutz nicht selbst aufheben: Einige Handys bleiben entsperrt und der NFC-Chip aktiv, wenn sie beispielsweise mit einem vertrauenswürdigen Bluetooth-Gerät gekoppelt sind (Smart Lock). Bei Samsung war das beispielsweise der Fall. Wenn Sie also Ihre Smartwatch oder Kopfhörer als vertrauenswürdig konfigurieren, sollten Sie beim Musikhören in der U-Bahn niemanden in die Nähe des Handys kommen lassen.

Besser sieht es bei Smartwatches von Apple, Google, Fitbit, Garmin und Samsung aus. Zum Bezahlen muss man die entsprechende Pay-App erst auf der Uhr manuell aufrufen und hat dann nur weni-

ge Sekunden Zeit, um die Uhr ans Terminal zu halten.

Wird die Uhr oder das Handy geklaut, kann der Dieb Kleinstbeträge abbuchen. Solche Fälle sind von den Versicherungen der Banken gedeckt, wenn man das Gerät gesperrt hat, sobald der Verlust bemerkt wurde.

Zudem geben gesperrte Smartphones und Smartwatches weder die Kreditkartennummer noch die zugehörige Prüfnummer preis. Bei echten Karten sind diese sensiblen Daten auf der Vorder- und Rückseite für jeden lesbar aufgedruckt. Mit einer gefundenen oder geklauten physischen Karte können sich Diebe und unehrlicher Finder auf Online-Shopping-Tour begeben.

Anders bei Swatch-Uhren und anderen Gadgets mit passiver Bezahlfunktion: Zwar zeigen auch sie keine Kartendaten an, sie erlauben aber das unbemerkte Abbuchen von Kleinbeträgen, wenn man ihnen mit einem mobilen Terminal nahekommt. Es ist deshalb ein Vorteil, nur eine Prepaid-Karte zu verknüpfen, damit im Ernstfall der Schaden durch das hinterlegte Guthaben gedeckelt wird.

## Fazit

Für das mobile Bezahlen spricht, dass man selbst den Lieblingsbäcker um die Ecke

nicht mehr überzeugen muss, endlich auch mal passende Lesegeräte zu installieren. Corona hat dem kontaktlosen Bezahlen einen massiven Schub beschert.

Wer keine Lust auf ein neues Konto oder Bezahlsystem hat, ist auf Apple oder Google festgelegt – nur die beiden werden von einer nennenswerten Anzahl von Banken unterstützt. Über eine kostenlose Zusatzkarte zum Beispiel von VIMpay bekommt man aber jedes Girokonto ans mobile Bezahlen angebunden. Samsungs Ansinnen, das gesamte Privatkonto zu durchschnüffeln, machte uns jedoch skeptisch. Die Geräte von Fitbit, Garmin und Swatch bieten etwas mehr Auswahl bei den Zahlungsdienstleistern – deren Dienste sich aber nicht alle komfortabel mit Guthaben aufladen lassen. Beim Bezahlen von mehr als 50 Euro erfordert Swatch umständlicherweise die Eingabe der PIN am Kassenterminal. Andererseits sind die Gadgets auch dann am Handgelenk, wenn man Handy und Brieftasche nicht dabei hat.

Davon abgesehen unterscheiden sich die Bezahlsysteme nur in Details, sodass man sich eher danach richten kann, welche der Tracker, Fitnessuhren oder Smartwatches einem preislich, optisch und hinsichtlich des übrigen Funktionsumfangs zusagen.

(spo@ct.de) ct

## Mobiles Bezahlen

Name	Apple Pay	Fitbit Pay	Garmin Pay	Google Pay	Samsung Pay	Swatch Pay
Bezahlen mit Smartphones	ab iPhone 6	–	–	ab Android 5.0	Galaxy-Smartphones mit NFC	–
Bezahlen mit Uhren oder Fitnesstrackern	Apple Watch ab Version 3	Sense, Versa 2, Versa 3, Ace 3, Inspire 2, Charge 4	51 Garmin-Modelle	Wear-OS-Uhren mit NFC	Galaxy-Smartwatches mit NFC	knapp 20 Swatch-Modelle
Companion-App	iOS	Android, iOS	Android, iOS	Android	Android, iOS	Android, iOS
Bezahlform	Wallet (echte Karten werden abgebildet)	Wallet (echte Karten werden abgebildet), virtuelle Mastercard	Wallet (echte Karten werden abgebildet), virtuelle Mastercard	Wallet (echte Karten werden abgebildet), virtuelle Mastercard (bei Nutzung von PayPal)	Visa-Karte (Lastschrift)	virtuelle Prepaid-Mastercard (Aufladen per Banküberweisung)
kompatible Banken / Dienstleister	fast alle großen Banken / –	u. a. Commerzbank / ✓	u. a. Commerzbank / ✓	fast alle großen Banken / ✓ (PayPal)	alle Banken (verknüpft über Solarisbank) / –	Commerzbank / ✓
<b>Funktionsumfang</b>						
Umsatzverlauf	✓	✓	–	✓	✓	✓
Smartphone: Bezahlen bei ausgeschaltetem Display / ungeöffneter App	– / ✓	entfällt	entfällt	– / ✓	✓ (opt.) / ✓ (opt.)	entfällt
Smartwatch: Bezahlen bei ausgeschaltetem Display / ungeöffneter App	– / –	– / –	– / –	– / –	– / –	✓ / ✓
Legitimation am Mobilgerät für Zahlungen über 50 Euro	✓	✓	✓	✓	✓	– (PIN am Kassenterminal nötig)
weitere Funktionen	Wallet für Tickets, Rabatt-, Eintritts- und Bonuskarten	–	–	Wallet für Tickets, Rabatt-, Eintritts- und Bonuskarten, „Rich receipt“: Zahlungsbeleg mit Gesamtsumme und Standort	Wallet in Planung	–
<b>Bewertung</b>						
Funktionsumfang	⊕⊕	○	○	⊕⊕	⊕	○
Bedienung	⊕⊕	○	○	⊕	○	○
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden
k. a. keine Angabe						



Bild: Rudolf A. Blaha

# Luftbuchungen

## Wie das Bezahlen mit Uhr und Smartphone funktioniert

**Mit dem Handy oder der smarten Uhr zu bezahlen ist praktisch – und sicherer als das Zahlen per Karte. Dafür sorgt eine ausgereifte Architektur. Allerdings enthält sie auch potenzielle Türen für Datensammler.**

Von Markus Montz

**B**ezahlen mit dem Smartphone oder der smarten Armbanduhr war im deutschsprachigen Raum lange Zeit vor allem ein Thema für große Ankündigungen. Erst Mitte der 2010er Jahre haben sich Verfahren durchgesetzt, mit denen man mit Mobilgeräten an der La-

denkasse bezahlen kann. Dahinter steckt eine Menge Technik, mit der Gerätehersteller und Finanzdienstleister bestehende Bezahlarten fit für das Smartphone und die smarte Uhr gemacht haben.

Wir zeigen, warum man mit dem Smartphone oder der Uhr besser gegen Diebstahl und Betrug geschützt ist als mit Bargeld oder Plastik-Bezahlkarten, warum allerdings der Datenschutz ein potenzieller Haken beim mobilen Bezahlen bleibt und weshalb man seinen Dienst gut überlegt wählen sollte.

### Technik, gut kombiniert

Der beherrschende internationale Standard hinter dem mobilen Bezahlen ist in Europa und Nordamerika die Near Field Communication (NFC). Über elektromagnetische Induktion lassen sich mit NFC auf wenige Zentimeter Entfernung Daten

zwischen einem Chip (etwa in einer Kredit- oder Bankkarte oder einem Smartphone) und einem Lesegerät drahtlos übertragen. Die erforderliche Energie kann ihm auch das Lesegerät liefern.

Das Praktische am NFC-Standard ist, dass er sich mit dem etablierten EMV-Standard für Zahlverfahren zu „EMV Kontaktlos“ verheiraten ließ. EMV steht für „Europay International, Mastercard, Visa“. Diese drei Dienstleister hatten bereits in den Neunzigerjahren gemeinsame Spezifikationen für Zahlungskarten-Chips und Lesegeräte festgelegt. Dem EMV-Standard folgen seither auch weitere Karten-Netzwerke, beispielsweise die deutsche Girocard oder American Express.

Da Banken und Kreditkartennetzwerke an jeder Transaktion verdienen, hatten sie ein Interesse daran, Bezahlen per Karte attraktiver als Bargeldzahlungen zu

gestalten. Dabei halfen ihnen nicht nur die Standardisierung und Massenfertigung von NFC-Chips für Bezahlkarten, sondern auch die immer schnelleren Lesegeräte und Datenverbindungen. Dadurch konnten sie mit Bargeldzahlungen konkurrieren.

Dass immer mehr Einzelhändler und Dienstleister Kredit- und Debitkarten akzeptieren und Lesegeräte mit dem „EMV-Kontaktlos“-Standard im Einsatz haben, hängt aber auch mit einer EU-Verordnung von 2015 zusammen. Sie deckelt das sogenannte „Interbankenentgelt“, einen Teil jener Entgelte, die ein Händler bei jeder Transaktion entrichten muss. Das Interbankenentgelt fließt an das Kreditinstitut, das die Karte des Kunden herausgegeben hat. Seit der Deckelung beträgt es 0,3 Prozent des Umsatzes für Kreditkarten und 0,2 Prozent für Debitkarten. Zu letzteren gehört beispielsweise auch die Girocard.

Neben dem Interbankenentgelt fallen für einen Händler zwar noch weitere Entgelte an, sodass er je nach Verhandlungsposition in toto mindestens 0,5 Prozent für Girocard-Zahlungen und bis zu 3 Prozent für Kreditkartenzahlungen abdrückt.

Dennoch hat dies Kartenzahlungen für viele Händler überhaupt erst attraktiv gemacht – flankiert von massivem Marketing durch Kreditkartenfirmen und Zahlungsabwickler. Ihre Kampagnen haben mit dazu beigetragen, dass mittlerweile so gut wie alle im Handel eingesetzten Bezahlterminals EMV-Kontaktlos unterstützen. Auch an einer anderen Stelle hat die EU dem kontaktlosen Bezahlen entscheidenden Vorschub geleistet: Die Zweite Europäische Zahlungsdiensterichtlinie (PSD2, Payment Services Directive 2), 2018 in Kraft getreten, enthält für sogenannte „Kleinbeträge“ bis 50 Euro eine Ausnahme von der obligatorischen PIN-Eingabe bei Kartenzahlungen. Das vereinfacht und beschleunigt den elektronischen Bezahlvorgang zusätzlich.

## Das Smartphone kommt ins Spiel

Der Einbau eines NFC-Chips in ein Smartphone ist ein naheliegender Gedanke. Ein Smartphone erlaubt außerdem viele Zusatzfunktionen rund ums Bezahlen, nicht zuletzt in puncto Sicherheit.

An Fahrt gewann das mobile Bezahlen per Smartphone oder -watch aber erst, als neben dem EMV-Konsortium die großen Technologie-Unternehmen Apple, Google und Samsung mit vielen Millionen Nutzern auf den Zug aufsprangen. Sie arbei-

teten direkt mit den Kreditkartenfirmen sowie den kartenherausgebenden Banken zusammen. Das „Onboarding“ der Karten und der Bezahlprozess wurden dadurch einfach und verständlich. Den Anfang machten die USA, wo Kreditkartenzahlungen ohnehin sehr beliebt sind. Dort gingen 2014 Apple Pay und 2015 Google Pay und Samsung Pay an den Start. Der Sprung in die DACH-Region lag nahe und folgte zwischen 2016 (Apple Pay in der Schweiz) und 2020 (Samsung Pay in Deutschland, fehlt noch in Österreich).

Um dem Wettbewerb zu begegnen, entwickelten hierzulande auch einige Banken und Sparkassen NFC-Bezahl-Apps. Sparkassen und VR-Banken banden sogar die deutsche Girocard ein und können ihre Apps auch Kunden ohne Kreditkarte anbieten. Ihre Apps sind allerdings auf Android beschränkt. Apple wollte und will seinen NFC-Chip und insbesondere seine Verschlüsselungstechnologie nicht für Zahlungsdienste Dritter freigeben – und hat sich damit trotz eines eilig von der EU beschlossenen gesetzlichen Öffnungszwangs de facto durchgesetzt. Speziell Sparkassen und VR-Banken arbeiten heute mit Apple Pay zusammen, bieten aber weiterhin keine Anbindung für Google Pay.

Auch deshalb hat Google sich 2018 mit PayPal zusammengetan, das seinen Kunden speziell für Google Pay eine virtuelle Debitkarte von Mastercard anbietet. Samsung wiederum ersparte sich den Anbindungsprozess für jede einzelne Bank durch eine Kooperation mit der Solarisbank. Diese erzeugt für Samsung Pay eine virtuelle, für den Kunden nicht sichtbare und für keine anderen Zwecke nutzbare Visa-Debitkarte. Zahlungen gleicht die Solarisbank anschließend per Lastschrift von einem beliebigen vom Kunden hinterlegten Girokonto aus.

## Sicherheit I: physisch

Außer dem Komfort ist die zusätzliche Sicherheit ein Argument für das Bezahlen per Smartphone oder Uhr. Eine Plastikkarte kann ein Dieb grundsätzlich zum Bezahlmissbrauchen, sobald er sie in der Hand hält. Auf der Karte sind die Zahlungskartennummer (PAN, Primary Account Number), der Name des Inhabers, das Ablaufdatum und die dreistellige Sicherheitszahl aufgedruckt. Zwar kann ein Dieb mit einem geklauten Smartphone im Laden im schlimmsten Fall bis zu fünfmal Kleinbeträge bis 50 Euro bezahlen, genau wie mit einer gestohlenen Karte. Aller-



Dieses Symbol bedeutet: Hier kann man kontaktlos per NFC bezahlen – per Smartphone, -watch und Plastikkarte. Die Symbole der unterstützten Karten findet man meist daneben.

dings kann er das Smartphone nicht für Online-Zahlungen verwenden, während das mit der Karte durchaus möglich ist – erst ab 30 Euro kann eine PIN abgefragt werden (zur Haftung gleich mehr).

Auch von einer nicht gestohlenen Karte geht ein Risiko aus: Der NFC-Chip gibt einem Lesegerät jederzeit die PAN und das Ablaufdatum im Klartext preis. Allerdings muss ein Betrüger dafür mit dem Gerät unbemerkt sehr nahe an den Chip herankommen (weniger als vier Zentimeter). Zudem würde er bei illegalen Abbuchungen von Kleinbeträgen eine dicke Datenspur hinterlassen. Deshalb sind solche Angriffe bisher eher Theorie.

Besser gelöst ist das bei Smartphones und Uhren, bei denen selbst denkbare Szenarien wie das illegale Erstellen von Bewegungsprofilen mit speziellen NFC-Antennen entfallen [1]. Beim Smartphone gilt: Mit abgeschaltetem Display – wozu auch Always-On-Displays zählen – sind üblicherweise keine Zahlungen möglich, weil NFC deaktiviert ist. Ausnahme sind einige Geräte mit aktiviertem SmartLock, die also auch bei ausgeschaltetem Display entsperrt bleiben, wenn beispielsweise ein als ver-



Schon mit Plastikkarten eher Theorie und mit Smartphones noch schwieriger zu bewerkstelligen sind unbefugte Abbuchungen mithilfe mobiler Bezahlterminals.

trauenswürdig markiertes Bluetooth-Gerät in der Nähe ist. In diesem Fall erlauben einige Smartphones beispielsweise von Samsung Zahlungen, andere wie Googles Pixel 5 nicht. Ist das Display eingeschaltet, aber das Gerät noch gesperrt, sind Kleinbetragszahlungen möglich.

Im Normalfall müsste eine PIN-Eingabe am Kassenterminal erfolgen, wenn die Kleinbetragsregelung gerade nicht greift. Zur Vereinfachung setzen die Bezahlstellen gemeinsam mit Kartenherausgebern und Kartennetzwerken auf CDCVM – die „Customer Device Cardholder Verification Method“, also „Kartenprüfungsmethode auf Nutzergerät“. Dabei handelt es sich um eine Art Zwei-Faktor-Authentifizierung am Smartphone, die der PSD2 genügt. Das ist der Fall, wenn der Nutzer sein Gerät per PIN (Faktor Wissen) oder Fingerabdruck/Gesichtserkennung (Faktor Inhärenz) entsperrt und das Gerät beim Bezahlvorgang die „Device Account Number“ (DAN, Faktor Besitz, dazu gleich mehr) übermittelt. Auf diese

Weise authentifiziert er sich als rechtmäßiger Besitzer der auf dem Gerät hinterlegten Bezahlkarte.

Die Uhren nutzen ebenfalls CDCVM, indem ihr Besitzer sie mindestens alle 24 Stunden oder nach dem Abnehmen erneut per PIN fürs Bezahlvorgang freischalten muss – ungeachtet der Tatsache, dass man zum Bezahlvorgang noch einen Knopf drücken oder das Wallet aufrufen muss. Eine Ausnahme stellen die Uhren von Swatch dar, da sie keine Möglichkeit zur PIN-Eingabe besitzen (siehe S. 62). Bei ihnen erfolgen etwaige PIN-Abfragen daher stets über das Kassenterminal – genau wie bei einer Plastikkarte.

### Sicherheit II: Tokenisierung

Beim mobilen Bezahlvorgang gibt es noch einen Trumpf: Auf dem Smartphone oder der Uhr befinden sich nie die realen Kartendaten (insbesondere nicht die PAN). Stattdessen erzeugen die kartenausgebende Bank und das Kartennetzwerk ein Token, die oben erwähnte Geräte-Karten-

nummer DAN. Das ist eine andere 16-stellige Zahl als die echte Kartennummer. Sie kann man nur für einen Zweck einsetzen: eine Zahlung mit dem Gerät, auf dem sie hinterlegt ist.

Verknüpft man eine Bezahlkarte mit einem der Bezahlstellen, wird das Token in das Secure Element im Gerät übertragen, einen Kryptochip ähnlich dem Chip auf der Plastikkarte. Solch ein Secure Element nutzen fünf der von uns getesteten Dienste. Software und Gerät kommen bei ihnen aus einer Hand.

Google Pay geht einen anderen Weg, weil das Bezahlvorgang in Android und Wear OS herstellerübergreifend funktionieren muss. Dort wandert das Token über die sogenannte „Host Card Emulation“ (HCE) in einen besonders gesicherten Bereich des Betriebssystems. Aus dem gleichen Grund nutzen übrigens auch bankeneigene Bezahl-Apps für Android HCE. Konzeptionell ist es dem Secure Element zwar unterlegen, uns ist aber bisher kein Fall bekannt, in dem HCE geknackt worden ist.

Nun ließe sich ein statisches Token einfach kopieren. Das Secure Element erzeugt daher zusätzlich einen Key, den nur der Token Service Provider des genutzten Zahlungsnetzwerks prüfen kann (siehe Infografik). Fehlt der Key oder ist er ungültig, lehnen Kartenfirma und Bank die Zahlung ab. HCE hingegen „lagert“ eine Anzahl Keys im geschützten Bereich, die es vom Token Service Provider erhält. Verbrauchte Keys füllt die verwendete App regelmäßig auf. Anders als beim Secure Element sind Zahlungen ohne Internetverbindung daher nicht unbegrenzt oft möglich.

### Haftungsfragen

Die Haftung bei Missbrauch ist verbraucherfreundlich. Das liegt zum einen am Gesetzgeber, zum anderen aber auch an Kartenfirmen und Kreditinstituten, die das elektronische Bezahlvorgang fördern wollen. Grundsätzlich müssen Nutzer alle Sorgfaltspflichten einhalten, die ihre Bank oder Sparkasse und der Bezahlstellen ihnen vorgeben. Zu den naheliegenden gehört, dass man ein Auge auf sein Gerät hat und ihm eine starke PIN oder ein starkes Passwort für den Sperrbildschirm gibt (auch als Ersatz für Fingerabdruck oder Gesichtserkennung). Ein Wischmuster empfehlen wir nicht, da es sich leicht erraten oder auf leicht verschmutzen Displays sogar als Spur sehen lässt.

## Spielarten des mobilen Bezahls

Mobiles Bezahlen“ (englisch „Mobile Payment“) ist ein schwammiger Begriff. Im weiteren Sinne umfasst er sämtliche Zahlungen mit einem Mobilgerät oder Gadget, einschließlich solcher beim Online-shopping. Im engeren Sinne geht es beim mobilen Bezahlvorgang um das Bezahlvorgang mit diesen Geräten im stationären Handel. Für das mobile Bezahlvorgang existieren weltweit sehr unterschiedliche Verfahren, über das in Europa und Nordamerika dominante NFC hinaus.

Auch mit „dummen“ Handys möglich ist der P2P-(Person-to-Person-)Geldtransfer über SMS an Mobilfunknummern. Als Wallet dient dann zum Beispiel ein Mobilfunk-Prepaidkonto. Solche Verfahren haben sich insbesondere in Teilen Afrikas etabliert. Von der Idee her ähnlich funktionieren P2P-Bezahlverfahren über Smartphone-Apps. Die bekannteste in Deutschland und Österreich ist wohl die „Geld senden“-Funktion von PayPal, in der Schweiz hat sich der nationale Dienst Twint durchgesetzt. P2P ist nicht auf private Transfers beschränkt – auch Händler und Dienstleister können solche Zahlungen empfangen. Das deutsche „Kwitt“ von VR-Banken und Sparkassen ist ein

Nischenprodukt geblieben, ebenso wie „Paydirekt“ und Apps verschiedener Startups. Unter der neuen Marke „GiroPay“ planen deutsche Banken aber einen Neustart (siehe S. 42).

Eine weitere Möglichkeit stellen 2D-Codes dar, also Strich- oder QR-Codes. Die Bezahl-App auf einem Smartphone oder einer Smartwatch erstellt einen zeitlich begrenzt gültigen Code, der an der Ladenkasse eingescannt wird. Das Geld wird von einem Wallet oder einem hinterlegten Girokonto respektive einer Kreditkarte abgebucht. Mit solchen Verfahren dominieren Alipay und WeChat Pay den Markt in China. Das europäische Äquivalent Bluecode ist bislang noch ein Nischenprodukt. Grundsätzlich eignen sich 2D-Codes auch, um P2P-Zahlungen an Händler zu vereinfachen – daher trifft man sie sowohl bei Twint als auch bei PayPal an.

Daneben gibt es allerlei Insellösungen für bestimmte Einzelhandelsketten, Tankstellenketten oder Ladesäulen für Elektrofahrzeuge. Deren Verfahren sind unterschiedlich; manche setzen auf 2D-Codes, andere auf PIN-Verfahren, Geofencing oder eine Mischung daraus.

Beim Verlust des Gerätes muss man unverzüglich handeln und bei der Bank oder über die zentrale Notfallnummer 116 116 die Karte sperren lassen. Oft geht das auch im Onlinebanking oder in der App der Bank. Praktisch ist dabei, dass man nur die digitale Karte (also das Token) sperren muss, das Original aber nicht. In Erwägung ziehen sollte man außerdem die Fernlöschungsfunktion für das Gerät selbst, etwa bei Apple, Google und Samsung. Bei den Uhren entfernt man die Karte in der zugehörigen App.

Hat man die Sorgfaltspflichten eingehalten und ein Dieb schafft es dennoch, mit dem Gerät zu bezahlen, haftet man – ebenfalls dank der PSD2 und genau wie bei Plastik-Bezahlkarten – mit maximal 50 Euro. Viele Geldhäuser verzichten auch auf diese Selbstbeteiligung. Zusätzliche Sicherheit bringt es, den Bezahlservice mit einer der Prepaid-Karten zu verknüpfen, die wir auf Seite 62 vorstellen.

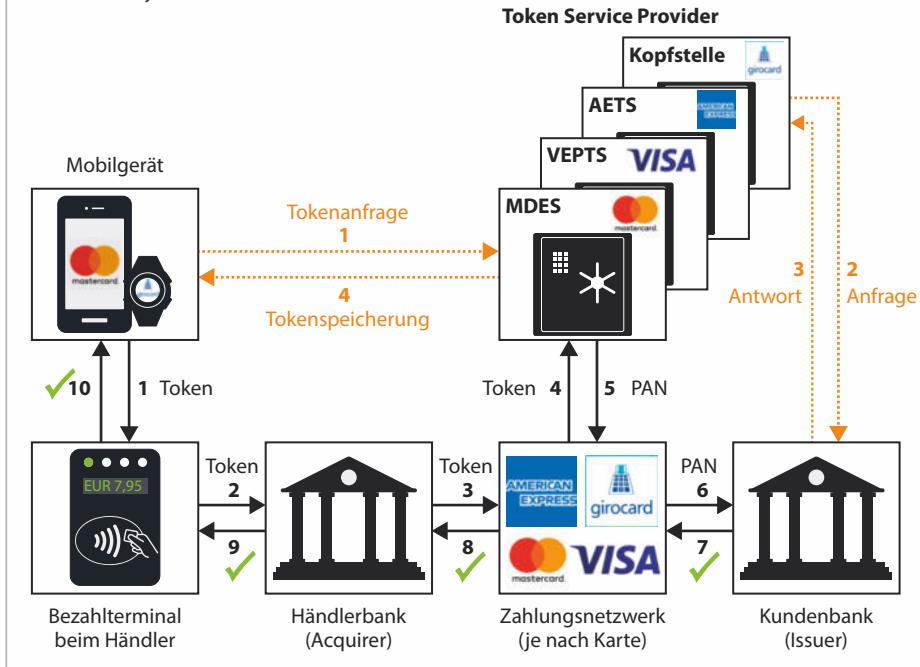
## Datenschutz

Individuelle Bezahldaten sind ein geldwerten Schatz. Mit ihrer Hilfe lässt sich Werbung mit geringem Aufwand stark personalisieren. Umgekehrt möchten sich viele Menschen ungern tief in ihre Vorlieben schauen lassen. Klar ist: Nutzt man einen Dienst wie Apple Pay oder Google Pay, kommt ein weiterer Akteur in die Bezahlkette, der an der Zahlung mitverdienen möchte. Ein Blick auf die jeweiligen Geschäftsmodelle und in die Datenschutzerklärungen hilft zu verstehen, ob man mit Daten bezahlt oder nicht.

Apple weist in seiner Datenschutzerklärung ausdrücklich darauf hin, keine Bezahldaten auszuwerten. Das passt zum Geschäftsmodell: Das Unternehmen verdient am Interbankenentgelt mit und das angeblich sehr gut. Google hingegen verzichtet auf eine Beteiligung an den Händlerentgelten und erlaubt sich laut Datenschutzerklärung, bestimmte Daten zu nutzen. Allerdings sind dem Datensammeln Grenzen gesetzt: Google erfährt zwar, wie viel Geld ein Nutzer wann bei welchem Händler ausgegeben hat, aber nicht wofür. Zudem kann man beispielsweise einstellen, ob Google Pay mit „Aktivitäten und gespeicherten Informationen“ personalisiert werden darf. Um zu erfahren, für welche konkreten Produkte das Geld ausgegeben wurde, bräuchte Google aber ein gesondertes Abkommen mit dem Händler, eine entsprechend ausgestattete Kasse und die Einwilligung des Nutzers.

## Kontaktloses Zahlen per Token

Hält der Kunde das Smartphone oder die Smartwatch an das Bezahlterminal, wird lediglich eine Pseudo-Kartennummer (Token) plus Kryptoschlüssel an die Händlerbank übertragen. Deren Server schickt das Token an das jeweilige Zahlungsnetzwerk, das es schließlich beim eigenen Token Service Provider in die echte Kartennummer (PAN, Primary Account Number) übersetzen lässt und an die Kundenbank übergibt. Sie autorisiert die Zahlung, Zahlterminal und Händlerbank sehen die PAN dabei jedoch nicht.



Samsung verfolgt ein ähnliches Geschäftsmodell wie Apple und teilt sich das Interbankenentgelt mit seinem Finanzpartner Solarisbank. Einkaufsdaten wertet der Dienst nach eigenen Angaben nicht aus, allerdings nimmt er sich relativ weitgehende Zugriffsrechte etwa auf die Kontaktliste heraus. Zudem führt die Solarisbank bei der Registrierung eine Schufa-Abfrage durch und prüft mit einem Blick auf das hinterlegte Bankkonto des Nutzers dessen Zahlungsmoral und Gehaltseingang.

Fitbit Pay, Garmin Pay und Swatch Pay wiederum geht es vor allem um eine Aufwertung ihrer Fitnesstracker und Uhren. Eine Auswertung der Einkaufsdaten zu Werbezwecken findet ausweislich der Nutzungs- und Datenschutzbestimmungen nicht statt. Die aktuell relativ datensparsamen Lösungen sind aber nur eine Momentaufnahme. Es wäre durchaus im Interesse von Payment-Anbietern, die Bezahldaten mit anderen Daten – zum Beispiel zum Online-Shopping – zuverknüpfen und gewinnbringend zu vermarkten.

Generell können die Beteiligten beim elektronischen Bezahlen auf bestimmte Informationen nicht verzichten. Das sind vor allem der Händler, die Händlerbank,

das Kartennetzwerk und die Kundenbank. Händler und Händlerbank/Acquirer bekommen im Normalfall aber nur eine Transaktionsnummer. Erst wenn es zu Komplikationen wie Zahlungsausfällen kommt, können sie sich damit an die Kundenbank wenden. Normalerweise weiß der Händler nur, was er wie teuer verkauft hat, aber nicht an wen. Auch die Karten-daten bekommt er im Übrigen nicht – die bleiben dem Kartennetzwerk und der Kundenbank vorbehalten.

DSGVO und Bankgeheimnis setzen rechtlich zudem enge Grenzen, was eine Weitergabe von Daten angeht. Das betrifft übrigens auch einen elektronischen Kassenbon, der als Service-Erweiterung nahe liegt. Bislang hat aber keiner der Bezahldienste, die wir uns angesehen haben, so etwas im deutschsprachigen Raum im Angebot. Solide Datenschutz vorausgesetzt, könnte das durchaus praktisch sein: Schließlich würde man dann auch für den Umtausch kein Papier mehr brauchen. (mon@ct.de) ct

## Literatur

[1] Mirko Dölle, Operation Funkstille, NFC-Transponder von Giro- und Kreditkarten kastrieren, ct 3/2021, S. 164



# Hand-Held

## One Netbook One GX 1Pro: Core i7-1160G7 und X<sup>e</sup>-Grafik fürs Zocken unterwegs

**Das Notebook One GX1 Pro passt in eine größere Jackentasche und soll mit integrierter X<sup>e</sup>-Grafik unterwegs den Alleinunterhalter geben. Vernünftig arbeiten lässt sich auf ihm allerdings nur mit USB-Peripherie.**

Von Carsten Spille

**D**as Netbook im Namen täuscht, ist im Inneren des One GX 1Pro doch modernste Intel-Technik verlotet. Der vierkernige Prozessor Core i7-1160G7 entstammt der aktuellen Tiger-Lake-Reihe, läuft im Turbo mit mehr als 4 GHz und

stellt dem Betriebssystem dank Hyper-Threading acht virtuelle Kerne zur Verfügung. Die integrierte X<sup>e</sup>-Grafik ist stark genug, um viele Titel zumindest in mittleren Details flüssig spielen zu können. Dabei wiegt der Zwerg mit seinem 8-Zoll-Touchbildschirm und 1920×1200 Bildpunkten nicht einmal 700 Gramm. All das macht ihn zu einem echten Nerd-Spielzeug für die Manteltasche – einer teuren Spielerei für unterwegs. Einem Ergonomievergleich mit normalgroßen Notebooks hält das 1Pro nicht stand.

Der Mini stammt aus der Fabrik von One Netbook, die sich im Markt für Spiele-Notebooks im Handheld-Format einen Namen gemacht hat. Importiert wird das nur mit englischer Tastaturbelegung verfügbare Gerät vom Shop dragonbox.de. Außer dem Core i7-1160G7, der hier ab

Werk 15 Watt TDP verbrauchen darf, sind 16 GByte LPDDR4X-4267 sowie eine recht lahme NVMe-SSD mit 512 GByte eingebaut. Wi-Fi-6- und Bluetooth-5.0-Verbindungen stellt das Intel-Modul AX201 her. Bei unserem Testgerät kam noch ein 4G-SIM-Kartenslot hinzu, der aber optional ist. Damit ist das Mini-Notebook hardwareseitig gut ausgestattet.

Dazu gibt es ansteckbare Bluetooth-Game-Controller mit Analogsticks. Sie haben eine ähnliche Größe wie die Controller der Nintendo Switch und werden als XInput-Geräte erkannt. Laden müssen die Controller allerdings separat, die Halterung am 1Pro ist rein mechanisch.

Ein kleiner Gnubbel flankiert von zwei Tasten am vorderen Rand dient als Mausersatz und ist entweder das kleinste Touchpad oder der unbeweglichste Trackpoint der Welt. Produktiv und ergonomisch ist das nicht. Die QWERTY-Tastatur mit optisch abgesetzten WASD-Tasten lässt sich per Fn-Tastenkombination bunt hinterleuchten, regelbar ist das Gimmick aber leider nicht. F- und Zifferntasten teilen sich eine Zeile der Tastatur. Eine Reihe Sondertasten für die Lautstärke- und Helligkeitsregelung, aber auch für die drei manuellen Lüfterstufen, findet sich darüber. Ohne Last bleibt der Lüfter stehen und das Notebook arbeitet geräuschlos. Per Fn-Tastenkombination schaltet man auf den High-Performance-Modus, gegen dessen störend lautes Pfeifen man ein gut abschirmendes Headset braucht. Alternativ wechselt man in den erträglichen Silent-Modus, der allerdings das TDP-Budget auf 7 Watt drosselt, sodass das GX 1Pro nur noch halb so schnell rechnet.

### Lieber mal spielen als malochen?

Das Tastenraster ist für normalwurstige Männerfinger zu eng, um komfortabel zu schreiben, das ungewohnte und nicht standardmäßige englische Layout hilft dabei nicht unbedingt weiter. Die Steuerung von Shootern und anderen Spielen gelingt mit etwas Übung jedoch gut. Wer am One GX 1Pro arbeiten will, sollte eine separate Maus und Tastatur sowie einen externen Bildschirm über einen der USB-C-Ports am Heck nutzen. Das integrierte Display löst zwar fein auf, doch die Pixelzahl ist für seine Diagonale von 8 Zoll einfach zu viel. Windows empfiehlt sinnvollerweise eine Skalierung von 200 Prozent, wodurch sich Schriften gut ablesen lassen. Aber dadurch



**Schnittstellen sind beim One GX 1Pro knapp bemessen.**

Spielerei so viel Geld wert ist, der bekommt ein solides Mini-Notebook mit erstaunlich viel Leistung für seine Größe, ärgert sich beim mobilen Spielen aber über die kurze Laufzeit unter Last. Die Performance würde auch ausreichen, um mit dem Notebook seinen Arbeitsalltag zu bestreiten. Das scheitert an der schlechten, durch die ultrakompakten Maße bedingten Ergonomie - doch USB-Peripherie inklusive Display können Abhilfe schaffen.

(csp@ct.de) ct

nehmen Bedienelemente wiederum viel Raum ein - wehe ein Programm kommt nicht mit der Windows-Skalierung zurecht, denn dann wird es fitzlig.

Die Laufzeiten als kleine Zockmaschine sind trotz des starken Akkus nicht beeindruckend. Zwar sind knapp 8 Stunden Videoschauen ein guter Wert - dabei hilft der kleine und daher stromsparende Bildschirm. Wer das 1Pro seiner Bestimmung, den 3D-Spielen, zuführen will, muss schon nach knapp über 2 Stunden eine Steckdose aufsuchen oder eine PD-kompatible Powerbank an einen der beiden 1 GByte/s schnellen USB-C-Ports anschließen.

## Mini-Tuning

Die Leistung des Prozessors und seiner integrierten Grafik genügt, um ältere Rennspiele wie Dirt Rally oder Tomb Raider (2013) in HD-Auflösung von 1280 × 800 Pixeln mit flüssigen 60 fps zu spielen. Bei 1920 × 1200 Pixeln laufen Klassiker wie The Elder Scrolls Skyrim, The Talos Principle oder Bioshock Infinite mit hohen Details flüssig. Mit moderneren Spielen gerät die Xe-Grafik ans Limit. Shadow of the Tomb Raider bewältigte das 1Pro in 1280 × 800 Pixeln mit hakeligen - großzügig könnte man sagen: cinematischen - 25 fps bei mittleren Details.

Tatsächlich erlaubt der Hersteller, dem Mini im BIOS-Setup noch etwas mehr Feuer zu geben. Bis zu 20 anstelle von 15 Watt lassen sich hier eintragen, was die Performance im Cinebench R23 um knapp 15, im 3DMark Fire Strike sowie Time Spy um 10 Prozent erhöht. In Shadow of the Tomb Raider knackte das One GX 1Pro dann immerhin die 30-fps-Marke.

Für den Vergleich mit älteren Mini-Handheld-Notebooks wie dem GPD Winmax und dem GPD Win 5.5 haben wir noch den 3DMark 11 in der Performance-Voreinstellung durchlaufen lassen [1]. Mit 5715 Punkten sticht das GX 1Pro das GPD WinMax (4279 Punkte) und das GPD Win 5.5 (558 Punkte) deutlich aus.

## Fazit

Das One GX 1Pro ist mit 1360 Euro für die getestete Konfiguration ein teures Vergnügen, die Variante ohne 4G-Modem kostet nur 40 Euro weniger. Wem die nerdige

## Literatur

[1] Carsten Spille, Spiel mit mir, Mini-Notebook mit Handheld-Feeling, c't 19/2020, S. 82

## One Netbook One GX 1Pro: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	OneGX1pro4G						
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 (Hello)	- / - / ✓ (R, Micro-HDMI) / - / - (-)						
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	- / 1 × (H) / 2 × (beide USB-C) / -						
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	- / - / -						
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	- / ✓ / ✓ / ✓ / ✓						
<b>Ausstattung</b>							
Display	MS_9001 BW8: 7 Zoll/ 17,8 cm, 1920 × 1200, 16:10, 323 dpi, 11 ... 274 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd						
Prozessor	Intel Core i7-1160G7 (4 Kerne mit HT), 2,1 GHz (Turbo bis 4,4 GHz), 4 × 1280 KByte L2-, 12 MByte L3-Cache						
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte LPDDR4X-4267 / Intel Tiger Lake UP4 (BIOS: 5.19)						
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher) / -						
Sound	HDA: Realtek ALC269						
LAN / WLAN	- / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)						
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	USB: Fibocom L831-EA / USB: Intel (Microsoft)						
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	✓ (-) / - / -						
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: One-Netbook PCI-E 512G SSD (512 GByte) / -						
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>							
Akku (Ladestopp < 100 % einstellbar)	60 Wh Lithium-Ionen (-)						
Netzteil	Idea Power USB-C PD45C4, 45 W, 10,2 cm × 6,4 cm × 3,1 cm, Steckernetzteil (Kabel: 121,5 cm)						
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	0,63 kg / 17,3 cm × 14,3 cm / 2,4 cm						
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,9 cm / 16 mm × 13 mm						
<b>Leistungsaufnahme</b>							
Suspend / ausgeschaltet	1,2 W / 1,1 W						
ohne Last: Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max	4,2 W / 5,8 W / 6,8 W						
CPU-Last: Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	35 W / 9,7 W / 27 W						
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	54 W / 0,55						
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>							
Laufzeit Idle (100 cd/m <sup>2</sup> ) / Video (200 cd/m <sup>2</sup> ) / 3D (max)	12,6 h / 7,7 h / 2,2 h						
Ladestand / Laufzeit nach 1 h Laden	39 % / 5 h						
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,7 / 2,3 Sone (Silent-Mode: 0,7 Sone)						
Massenspeicher lesen / schreiben	1730 / 570 MByte/s						
IOPS (4K) lesen / schreiben	93500 / 77200						
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20 m) / MU-MIMO-fähig	74 (5, Verbindungsabbrüche)/ 21 (5) MByte/s / ✓						
Cinebench R23 Rendering (1 / n CPU)	1285 / 3858 Punkte (20 Watt: 1318 / 4423)						
3DMark: Wild Life / Night Raid / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	9972 / 13150 / 4197 / 1493 / -						
<b>Preis und Garantie</b>							
Straßenpreis Testkonfiguration	1360 €						
Garantie	2 Jahre						
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	- nicht vorhanden	k. A. keine Angabe
○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	- nicht vorhanden	k. A. keine Angabe		
⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	- nicht vorhanden	k. A. keine Angabe				



# Intel-GPU, die Erste

## Asus-Notebook VivoBook Flip 14 mit Intels Grafikchip Iris X<sup>e</sup> Max

**Das Asus VivoBook Flip 14 (TP470EZ) ist das erste Notebook, in dem Intels eigenständiger Grafikchip DG1 zum Einsatz kommt – doch Intels Meilenstein bringt für Käufer fast keine Vorteile.**

Von Florian Müssig

Prozessor-Platzhirsch Intel hatte in der Vergangenheit schon mehrfach versucht, das Grafikchip-Duopol von AMD und Nvidia zu brechen – etwa mit dem Larrabee-Projekt, das aber nie Früchte trug. Der aktuelle Anlauf ist schon weiter: In allen Mobilprozessoren der elften Core-i-Generation (Tiger Lake) steckt eine neue X<sup>e</sup>-GPU, deren Architektur darauf ausge-

legt wurde, auch größere GPUs zu bauen. Der nächste Schritt, ein eigenständiger X<sup>e</sup>-Grafikchip, erfolgte unter dem Codenamen DG1 (für Discrete Graphics 1); Intel hat damit bestückte Grafikkarten im vergangenen Jahr an Software-Entwickler verteilt. Mit dem Asus VivoBook Flip 14 (TP470EZ) ist nun das erste Notebook mit DG1-GPU erhältlich, wobei der Grafikchip den offiziellen Namen Iris X<sup>e</sup> Max trägt.

Eine Besonderheit zeigt sich schon im Datenblatt: Intel stellt der GPU als Grafikspeicher nicht die üblichen GDDR-Bausteine zur Seite, sondern langsameren LPDDR4-Speicher. Wie die in Prozessoren integrierte Iris X<sup>e</sup> kommt DG1 mit 96 Execution Units (EUs) daher. Deshalb ist auch die 3D-Performance nahezu identisch: Im 3DMark haben wir Werte gemessen, die nur knapp über denen liegen, die die in den CPUs integrierte Iris X<sup>e</sup> schafft. In Casual-Spielen oder MMORPGs bekommt man nicht spürbar flüssigere oder

besser aussehende Bilder zu Gesicht; für Blockbuster-Titel ist die GPU generell zu schwach. Pikant: Im Treiber stecken Profile, die manche Spiele lieber auf der integrierten Iris X<sup>e</sup> laufen lassen, selbst wenn eine Iris X<sup>e</sup> Max vorhanden ist – weil die Spiele darauf dann sogar eine schlechtere Performance hätten.

Dass man mit der Iris X<sup>e</sup> Max keine allzu großen 3D-Sprünge machen kann, ist wohl auch Intel bewusst. Bei der Vorstellung der GPU im Spätherbst 2020 drehte sich die Präsentation nämlich weniger um Spiele, sondern vielmehr um Sonderfunktionen wie zusätzliche Videoencoder und KI-Recheneinheiten.

KI- und andere GPGPU-Routinen, die auf beliebiger Hardware laufen (also ohne hardwarespezifische Frameworks wie Nvidia CUDA), stecken allerdings noch in den Kinderschuhen beziehungsweise kommen nur in Spezialfällen zum Einsatz – beispielsweise für ausgewählte Filter in der Bildbearbeitung mit Adobe Photoshop. Mehrere Hardware-Encoder bringen aktuell wiederum nur dann etwas, wenn mehrere Videos gleichzeitig transcodiert werden. Immerhin arbeitet Intel nach eigenen Angaben an einer Treiberversion, die erlauben soll, dass auch dann alle QuickSync-Einheiten zur Beschleunigung herangezogen werden, wenn nur ein Videostream anliegt.

### Treiberstände

Apropos Treiber: Auf dem VivoBook Flip 14 liefen im Auslieferungszustand die integrierte Iris X<sup>e</sup> und die Zusatz-GPU Iris X<sup>e</sup> Max mit zwei unterschiedlichen Treiberversionen; ein per Windows Update hereingekommenes Treiber-Update fühlte sich nur für einen der beiden Grafikchips zuständig. Dieser kuriose Umstand ist uns aufgefallen, weil die Akkulaufzeiten zunächst außergewöhnlich knapp ausfielen und die Leistungsaufnahme im Leerlauf hohe 14 Watt betrug.

Während das vorinstallierte Hilfsprogramm MyAsus keine weiteren Updates für das Notebook meldete, wurden wir auf Intels Webseite fündig: Dort stand ein nochmals neuerer Referenztreiber zum Download bereit. Dessen Installation lief zwar ungewöhnlicherweise in mehreren Etappen mit insgesamt drei eingeforderten Windows-Neustarts ab, doch danach waren beide Iris-Einheiten auf dem identischen Stand – und die Leistungsaufnahme viel niedriger. Die in der Tabelle angegebenen Ergebnisse wurden auf dieser Basis gemessen.

Die hier getestete Ausstattungsvariante des VivoBook Flip 14 (TP470EZ) mit Core i5 und 8 GByte (nicht erweiterbarem) LPDDR4x-Speicher war bei Redaktionsschluss noch nicht bei Händlern gelistet, wohl aber eine höhere Konfiguration mit Core i7 und 16 GByte Arbeitsspeicher für 1400 Euro. In allen anderen, günstigeren Modellen (TP470EA, ab 1000 Euro) ist die Zusatz-GPU Iris X<sup>e</sup> Max nicht an Bord.

Womöglich wiegt ein billigeres VivoBook Flip 14 tatsächlich 1,5 Kilogramm, wie der Werbeaufkleber auf der Handballenablage verspricht; unsere Testgerät brachte mit 1,64 Kilogramm jedenfalls zehn Prozent mehr auf die Waage. Das Gewicht geht für ein 14-Zoll-Notebook in Ordnung, zieht aber merklich am Arm, wenn man das Hybridgerät mit 360-Grad-Scharnieren freischwebend als Tablet verwenden möchte. Im Hochkantmodus muss man wegen des Bildschirms im 16:9-Format mit schmaler Fläche klarkommen.

Die beleuchtete Tastatur gefällt mit gutem Anschlag und zusätzlicher Tastenspalte für Bild-auf/-ab/Pos1/Ende. Cursorblock und Enter-Taste fallen allerdings einzeilig aus; letztere hat zudem einen auffälligen Rand in Kanarienvogelgelb. Drückt man das Touchpad oben rechts, so wechselt es in einen Ziffernblockmodus – von Asus Screenpad genannt – mit eingeblendeten Zahlenfeldern. Mauszeigerbewegungen sind in diesem Modus weiterhin möglich, nicht aber Klicks.

Das beiliegende Netzteil mit Rundstecker befüllt den Akku rasant; zur Akkuschonung lässt sich der Ladevorgang auf 60 oder 80 Prozent begrenzen. Das VivoBook Flip 14 nimmt Energie auch von modernen USB-C-Netzteilen an seiner dockingfähigen Thunderbolt-4-Buchse entgegen. Andere Schnittstellen sind wiederum betagt: Sowohl die Typ-A-Buchse links als auch der MicroSD-Kartenleser liefern lediglich lahme USB-2.0-Ge-

schwindigkeit. Biometrisches Einloggen mittels Windows Hello hat Asus nicht vorgesehen.

Bei geringer Rechenlast bleibt das Kühlssystem unhörbar, bei warmgelaufenem Notebook bringen aber schon kurze Lastspitzen die Lüfter zum Rauschen. Die Core-i-Vierkerne liefern hier dank guter Kühlung im Vergleich zu anderen Intel-Notebooks eine sehr hohe Rechenleistung ab. An die Performance von AMDs Ryzen-CPUs mit sechs oder acht Kernen, die es ebenfalls in kompakten Notebooks dieser Preisklasse gibt, kommen sie aber nicht heran.

## Fazit

Das Asus VivoBook Flip 14 ist ein ordentliches Hybrid-Notebook der gehobenen Mittelklasse. Auf besonderen Komfort wie Windows Hello oder einen Bildschirm mit mehr Bildhöhe (16:10, 3:2) muss man allerdings verzichten; noch teurere Notebooks locken zudem mit weniger Gewicht und längeren Akkulaufzeiten. Intels Zusatzgrafikchip Iris X<sup>e</sup> Max alias DG1 ist abseits von wenigen Sonderfällen eine verzichtbare Technikdemonstration. Diese Einschätzung gilt allerdings auch für andere Low-End-GPUs wie Nvidias GeForce MX250 oder MX350. (mue@ct.de) ct

## Asus VivoBook Flip 14 (TP470EZ): Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	TP470EZ-EC020T						
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 (Hello)	– / – / R / – / ✓ (–)						
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	1 × L / 1 × R / 1 × R (1 × Typ C) / –						
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (MicroSD) / R / –						
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓						
Ausstattung							
Display	ChiMei N140HCA-EAC: 14 Zoll / 35,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 157 dpi, 14 ... 227 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd						
Prozessor	Intel Core i5-1135G7 (4 Kerne mit SMT), 2,4 GHz (Turbo bis 4,2 GHz), 4 × 1280 KByte L2, 8 MByte L3-Cache						
Hauptspeicher / Chipsatz	8 GByte LPDDR4X-4267 / Intel Tiger-Lake-U						
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	PEG: Intel Iris X <sup>e</sup> Max (8192 MByte LPDDR4) / ✓						
Sound	HDA: Realtek ALC256						
LAN / WLAN	– / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)						
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)						
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –						
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Intel Optane H10 (512 GByte) / –						
Stromversorgung, Maße, Gewicht							
Akku (Ladestopp < 100 % einstellbar)	41 Wh Lithium-Ionen (✓)						
Netzteil	65 W, 192 g, 6,3 cm × 6,3 cm × 2,8 cm, Steckernetzteil						
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,64 kg / 32,4 cm × 22 cm / 2 cm						
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,5 cm / 18,5 mm × 18 mm						
Leistungsaufnahme							
Suspend / ausgeschaltet	0,5 W / 0,3 W						
ohne Last: Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max	1,2 W / 3,8 W / 5,4 W						
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	59 W / 12,2 W / 49 W						
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	68 W / 0,56						
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks							
Laufzeit Idle (100 cd/m <sup>2</sup> ) / Video (200 cd/m <sup>2</sup> ) / 3D (max)	10,7 h / 5,2 h / 1,4 h						
Ladestand / Laufzeit nach 1h Laden	81 % / 8,6 h						
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 1,5 Sone						
Massenspeicher lesen / schreiben	1019 / 951 MByte/s						
IOPS (4K) lesen / schreiben	52736 / 102400						
Leserate SD-Karte	21 MByte/s						
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	40,1 / 20,9 MByte/s / ✓						
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 99,8 dBa						
Cinebench R23 Rendering (1 / n CPU)	1364 / 5837						
3DMark: Wild Life / Night Raid / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	10297 / 15358 / 5457 / 1920 / –						
Preis und Garantie							
Straßenpreis Testkonfiguration	k.A. (siehe Text; 1400 € mit i7-1165G7 / 16 GByte RAM)						
Garantie	2 Jahre						
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden	k.A. keine Angabe



Asus setzt die einzeilige Enter-Taste des VivoBook Flip 14 auffällig in Szene.



## Wi-Fi 6 an die Decke

**Drayteks VigorAP 960C bahnt mobilen Clients den Weg ins Kabelnetzwerk mit dem aktuellen WLAN-Standard IEEE 802.11ax alias Wi-Fi 6.**

Wer sein Firmen- oder Heimnetz mit Draytek-Hardware aufgebaut hat, kann es mit dem für die Deckenmontage vorgesehenen VigorAP 960C jetzt auf Wi-Fi 6 heben. Der AP im unauffälligen Rauchmelder-Design kann bis zu vier logische Netze in beiden Funkbändern aufspannen (Multi-SSID), beispielsweise um das interne Netz von dem für Kunden und von jenem für IoT-Geräte zu trennen. Die Netze werden im LAN per VLAN-Tagging getrennt weitergeleitet. Der 960C bringt ferner die verbesserte WLAN-Verschlüsselung WPA3 mit, auch in der Enterprise-Version mit individuellen Zugangsdaten und Authentifizierung per IEEE 802.1X/RADIUS.

Das grundlegende Einrichten der WLAN-Basis klappt mit einer für Android und iOS erhältlichen App oder mit einer modern gestalteten, übersichtlichen Browserseite. Dort vereinfacht ein Quick-Start-Wizard die ersten Schritte. Leider war der AP danach auf feste Funkkanäle eingestellt, die bei allen Geräten gleich sind. Man sollte das auf automatische Kanalwahl umstellen und die Betriebsregion (Country Code) nachfragen.

Dynamic Frequency Selection (DFS) im 5-GHz-Band ist implementiert, wie sich an den manuell wählbaren Kanälen oberhalb von 48 zeigte. Doch der AP belegte in unserem Test mit automatischer Kanalwahl nie Kanäle über 48. Das kann zu vermehrten gegenseitigen Störungen mit anderen WLANs in dem Bereich und damit tendenziell sinkendem Durchsatz führen.

Nacharbeiten wie bei der Kanalwahl sind bei der alternativ möglichen Einbindung in ein zentral gesteuertes WLAN unnötig, dort wird der AP automatisch konfiguriert. Der steuernde Soft-Controller muss nicht in einem Vigor-Router oder auf einer Appliance laufen: Für kleine Netze

mit einer Handvoll APs genügt es, ihn in einem Access-Point zu aktivieren. Der kann dann mit seinem integrierten Radius-Server auch die Anmeldedaten für maximal 96 WLAN-Nutzer speichern und prüfen. Das sollte für die maximal 128 möglichen WLAN-Clients genügen, denn viele Nutzer verwenden mehrere Mobilgeräte. Mit mehreren APs lässt sich zudem ein Mesh-System aufbauen, wobei der 960C die Rollen Root-Node (Übergang ins Kabelnetz) und Repeater-Node (drahtlose Weiterleitung) einnehmen kann.

Mit dem verbreiteten Wi-Fi-6-Client Intel AX200 zeigte der VigorAP 960C je nach Funkband guten bis sehr guten Durchsatz über 20 Meter durch Steinwände. Laut Beacons (Anwesenheitssignale) unterstützt der Access-Point die wichtigsten Wi-Fi-6-Funktionen (BSS Coloring für effizientere Spektrumsnutzung, Target Wait Time für besseres Energiesparen in Mobilgeräten).

Zwar untersucht der AP den durchgehenden Verkehr auf Multicast-Pakete (IGMP-Snooping). Aber über sein WLAN ausgeliefertes Multicast-IPTV etwa Telekom MagentaTV war im Test unbrauchbar, weil die Multicast-zu-Unicast-Umsetzung fehlt (MC2UC, ct.de/-2234411). YouTube-Gucker merken davon nichts, weil deren Streams über HTTPS laufen.

Kurz vor Redaktionsschluss kündigte die hiesige Draytek-Vertretung die Firmware-Version 1.4.0 an, die laut Hersteller mindestens den von uns bemerkten Fehler beim Speichern der Konfiguration behebt. Weitere Verbesserungen werden sehr wahrscheinlich folgen. Soll ein Draytek-basiertes WLAN jetzt auf Wi-Fi 6 aufgerüstet werden, braucht man sich beim VigorAP 960C also nicht zurückzuhalten.

(ea@ct.de)

## DrayTek VigorAP 960C

### WLAN-Access-Point für Wi-Fi 6

Hersteller	DrayTek, <a href="http://www.draytek.com">www.draytek.com</a>
Distributor	Univox, <a href="http://www.draytek.de">www.draytek.de</a>
WLAN (MIMO-Streams)	2 × Wi-Fi 6 (2) alias IEEE 802.11ax-574 / ax1200, WPA3, DFS, WPS
Bedienelemente	Reset, 1 Statusleuchte
Anschlüsse	1 × RJ45 (Gigabit-Ethernet, PoE IEEE 802.3af)
getestete Firmware	1.3.9
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m <sup>1</sup>	281 / 156-267 MBit/s
5 GHz nah / 20 m <sup>1</sup>	727 / 103-180 MBit/s
Leistungsaufnahme <sup>2</sup>	6,2 Watt / 11,3 VA
jährliche Stromkosten <sup>2</sup>	16 €
Preis	237 €

<sup>1</sup> gegen Intel AX200 in VivoBook 14

<sup>2</sup> idle, bei Dauerbetrieb und 30 ct/kWh



## Zur Hälfte Grün

**Die Neuauflage der Büro-Tastatur Fujitsu KBPC PX D besteht zu 45 Prozent aus biologisch abbaubarem Material und heißt PX Eco.**

Obwohl die Fujitsu-Tastatur mit rund 45 Euro preiswert ist und überwiegend aus Kunststoff besteht, wiegt sie mit 1,3 Kilogramm ziemlich viel und macht auch sonst einen robusten Eindruck. Für die großen Gehäuseteile verwendet Fujitsu ungewöhnliches Material: So besteht das Unterteil aus Zellulose, und die mitgelieferte Handballenauflage aus Lignin, das aus Holz gewonnen wird. Der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen dürfte die CO<sub>2</sub>-Bilanz der PX Eco zwar verbessern, doch ist bei 55 Prozent ölbasiertem Plastik noch viel Luft nach oben. Immerhin enthält das USB-Anschlusskabel kein PVC.

Die PX Eco gibt es nicht mehr mit PS/2-Stecker, ansonsten gleicht sie weitgehend dem Vorgängermodell. Nach kurzer Gewöhnung tippt man auf den von Siemens-Tastaturen übernommenen Tastenkappen mit tiefen Fingermulden sehr sicher. Der Anschlag ist nicht zu leichtgängig, wegen der Folien-Rubberdome-Bauweise aber etwas schwammig und nicht mit mechanischen Tasten vergleichbar. Zum Standard-105-Tasten-Layout kommen sechs Sondertasten für Multimedia, Mail und Schlafmodus, die im Test auch unter Linux direkt funktionierten. Zum Spielen taugt die PX Eco aber nicht, da sie abgesehen von Umschalttasten nur zwei gleichzeitig gedrückte Tasten sicher erkennt (Ghosting). Als preiswertes Büro-Schreibgerät mit Öko-Touch ist sie aber empfehlenswert.

(rop@ct.de)

## Fujitsu KBPC PX Eco

### USB-Büro-Tastatur mit Öko-Kunststoff

Hersteller	Fujitsu, <a href="http://www.fujitsu.com/de">www.fujitsu.com/de</a>
Abmessungen (B × T × H) / Gewicht	47,4 cm × 17,5 cm × 3,7 cm / 1,3 kg
Kabel	USB 2.0 / 2 m Länge
Anstellwinkel	6 ° oder 12 °
Garantie	2 Jahre Bring-in
Preis	45 €

# Cloud-Sicherheit gibt es jetzt auch extra sicher.

Wir schützen Ihre Daten: 100% DSGVO-konform, in ISO-zertifizierten Rechenzentren mit modernster Technologie.



## Die europäische Cloud-Alternative.

✓ Perfomant    ✓ Sicher    ✓ Einfach    ✓ Fair    ✓ Kundenorientiert

IaaS & PaaS „Made in Germany“: Eigener Code Stack aus Deutschland. Neueste SIEM- und IPS/IDS-Technologien. Identification Access Management.

[www.ionos.cloud](http://www.ionos.cloud)

**IONOS** by 1&1



## Konsolero-Ohrwärmer

**Direkte Anbindung an die Xbox-Konsolen, parallele Verbindung über Bluetooth, lange Akku-Laufzeit und Raumklang: Microsofts „Xbox Wireless Headset“ ist eine echte Ansage an Drittanbieter.**

Beim Verkaufsstart des Xbox Wireless Headset war das Echo geteilt: Xbox-Fans freuten sich über ein offizielles drahtloses Xbox-Headset für 100 Euro, PC-User kritisierten, dass Microsoft auch die Nutzung unter Windows 10 bewirbt, aber keinen passenden Empfänger beilegt.

Das wichtigste Funkprotokoll des Headsets ist das proprietäre „Xbox Wireless“, das die Konsolen ab Werk beherrschen. Ein passendes USB-Dongle für Windows-10-PCs kostet 23 Euro extra. Alternativ beherrscht das Headset Bluetooth 4.2. Vorteil der Doppelstrategie: Das Headset lässt sich gleichzeitig beispielsweise mit Xbox und Smartphone koppeln, um über Discord mit Freunden bei Cross-Plattform-Partien zu chatten. Eine Kabelverbindung ist nur über USB-C an Windows-10-Rechnern vorgesehen, die Einrichtung erwies sich im Test aber als etwas fummelig. Die starke Anbindung an die Xbox nervt indes, wenn man das Headset nur mal für ein Bluetooth-Gerät nutzen will: Bei uns sprang beim Einschalten stets die Konsole mit an. Eine Möglichkeit, dieses Verhalten zu ändern, entdeckten wir nicht.

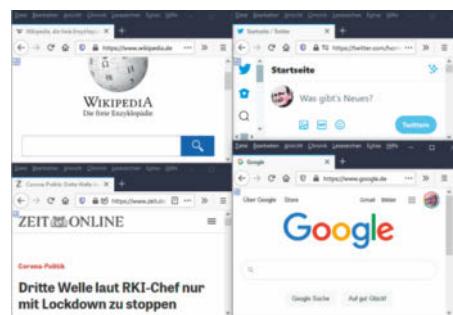
Die Verarbeitung des 312 Gramm schweren Headsets ist ordentlich, mit Plastikbügel samt Schaumstoffpolster sitzt es straff, aber angenehm. Auch bei längeren Gaming-Sessions kam kein Druckgefühl auf. Allerdings bekommt man wegen des für die Ohrmuscheln benutzten Polyurethanleders recht schnell einen Satz warmer Ohren. Die Muscheln dämpfen Umgebungsgeräusche, unterdrücken sie aber nicht komplett.

Beim Hörtest punktete das Headset mit einer verzerrungsfreien Wiedergabe auch bei hohen Lautstärken. Von Haus aus ist es etwas basslastig und ein wenig dumpf abgestimmt, was sich aber über den Equalizer in der Xbox-Zubehör-App für Xbox und Windows 10 korrigieren lässt. Die App lässt sich allerdings am Windows-Rechner nicht verwenden, wenn das Headset per Bluetooth mit diesem verbunden ist. Empfehlenswert ist die Nutzung von „Dolby Atmos für Kopfhörer“: Das Headset platziert dann Geräusche ordentlicher vor, hinter und über den Kopf als manch anderer Kopfhörer. Dolby Atmos ist bis zum 30. September kostenlos und kostet danach einmalig knapp 18 Euro. Dolby Atmos wird von vielen Filmen und einigen Spielen direkt unterstützt, für die übrigen ist ein Upmixer integriert.

Das an einem Bügel sitzende Mikrofon erhielt gemischte Noten: In Spiele-Chats bemängelten Gesprächspartner einen halligen Klang, in anderen Apps kam der Sound gut an. Über eine kleine LED wird angezeigt, ob das Mikrofon stummgeschaltet ist. Diese LED lässt sich in der Helligkeit regulieren, aber nicht komplett ausschalten. Wer sich daran stört, kann den flexiblen Bügel aber so verbiegen, dass die Beleuchtung nicht mehr stört. So oder so bietet das Xbox Wireless Headset für 100 Euro ein Preis/Leistungsverhältnis, das sich sehen lassen kann – zumindest, wenn man Bluetooth und den Raumklang nutzen möchte. (nij@ct.de)

## Xbox Wireless Headset

Kabelloses Headset	
Hersteller	Microsoft, <a href="http://www.xbox.de">www.xbox.de</a>
Systemanf.	Xbox Series, Xbox One, Windows 10 oder Bluetooth-Audio-Zuspieler
Funkverbindungen	Xbox Wireless (proprietär), Bluetooth 4.2 (A2DP, HFP, HSP, Audio-Codec: SBC)
Akku-Laufzeit	bis zu 15 Stunden
Steuerfunktionen	An/Aus, Koppeln, Stummschaltung, Lautstärke, Sprach-Balance
Lieferumfang	Headset, USB-C-Ladekabel (35 cm)
Preis	100 €



## Tab-Platzierer

**Die Browser-Erweiterung Tile Tabs WE ordnet mehrere Browser-Tabs übersichtlich als Kacheln an.**

Bei vielen Nutzern sammeln sich im Laufe einer Surfsitzung Dutzende Tabs an – unübersichtlich. Die für Chrome und Firefox verfügbare Erweiterung Tile Tabs WE hilft, den Überblick zu behalten: Mit einem Klick auf die Toolbar-Schaltfläche, per Kontextmenü oder Tastaturkurzbefehl ordnet sie Registerkarten als eigene Fenster in einem Raster an. So behält man den Chat und die Mailbox immer im Auge, während man in einem dritten Fenster surft.

Für die Anordnung der Kacheln bietet das Add-on viele Optionen. Es hält eine Reihe von Standardlayouts bereit, von „2 Tabs - Vertical“ bis „6 Tabs - Horizontal Grid“. Eine einzelne Kachel lässt sich jeweils horizontal und vertikal aufteilen. Verschiebt man einen Trenner zwischen zwei Kacheln, passt Tile Tabs WE die Größe beider Kacheln an. Wer eine gute Aufteilung seines Browser-Bildschirmpfades gefunden hat, kann sie als Standardlayout speichern.

Hilfreich ist auch die Funktion Sync Scroll, bei der die Erweiterung mehrere Kacheln parallel durchscrollt. Entwickler können damit zum Beispiel mehrere Versionen einer Seite vergleichen. Tile Tabs WE ist nur in englischer Sprache verfügbar und kostet nichts. Außer Tile Tabs WE gibt es – ausschließlich für Firefox – noch die Erweiterung Tile Pages WE, die die Reiter in einem Browserfenster anordnet. (jo@ct.de)

**Adressen in den Erweiterungs-Stores: [ct.de/ykwb](http://ct.de/ykwb)**

## Tile Tabs WE

Tab-Management für Browser	
Hersteller	DW-dev
Systemanf.	Chrome, Firefox
Preis	kostenlos



Anwender bewerten Anbieter

# PROFESSIONAL USER RATING IT OPERATIONS

2.100 Anwendungsexperten haben ihre IT-Management-Lösungen bewertet



Der Champion im Bereich  
Netzwerk Management  
& Monitoring

**LANCOM**  
Systems



Erneut Champion!  
Erfahren Sie, was  
LANCOM Kunden so  
zufrieden macht.

[www.lancom.de/pur-it-ops](http://www.lancom.de/pur-it-ops)

MEHR INFORMATIONEN

ZU PUR-PROJEKTEN:

[www.techconsult.de/pur](http://www.techconsult.de/pur)

**techconsult**  
The IT Market Analysts



# Zweite Auflage

## Spiegellose Systemkameras: Nikon Z 6II und Z 7II

**Bereits zwei Jahre nachdem Nikon mit dem Z-System in das spiegellose Vollformat eingestiegen ist, stehen Nachfolger für die beiden Topmodelle Z6 und Z7 bereit. In Labor und Praxis beweisen sie, dass sie den Vorgängern einen Hauch überlegen sind.**

**Von Thomas Hoffmann**

Ende 2018 kamen die ersten beiden spiegellosen Nikon-Vollformatkameras auf den Markt: Nikon setzte einen 24-Megapixel-Sensor in der Z6 und einen 46-Megapixel-Sensor in der Z7 ein. Beide Sensoren sind bei Nikon erstmals für eine interne Bildstabilisierung beweglich gelagert. Die klobigeren Spiegelreflexkameras mit ihrem Design aus der Filmära benötigten noch stabilisierende Objektive. Außerdem erhielten beide Kameras einen neu entwickelten Bildprozessor. Obwohl sich das spiegellose System grundlegend

von Spiegelreflexkameras unterscheidet, blieb Nikon seinem Bedienkonzept treu, sodass sich Bestandskunden auf Anhieb zurechtfanden. Nikon startete in dieses neue Kapitel mit ausgereiften durchdachten Geräten. Das muss die neue Generation erst einmal toppen.

Auf den ersten Blick lassen die Nachfolger keinen Unterschied zur Z6 und Z7 erkennen. Auch am gewohnt guten Handling hat sich nichts geändert. Die wichtigsten Funktionen sind über Tasten und Einstellräder schnell gewählt. Ein frei belegbares Quick-Menü (Taste i) lässt sich über das Steuerkreuz oder den Touchscreen bedienen und enthält Einstellungen, etwa für den Autofokus-Modus oder den Bildstabilisator.

Beim Bildschirm und beim elektronischen Sucher gibt es keine Veränderung. Ein Drehgelenk für das rückseitige Display, um etwa bei Filmaufnahmen oder Selfies auf das Display zu schauen, gibt es nach wie vor nicht; man kann es nur kippen. Der Sucher bietet ein großes, helles Bild. Alle Infos zu Kameraeinstellungen und Hinweise liegen außerhalb der Bildanzeige, sodass man immer einen ungestörten Blick auf das Motiv hat.

### Schneller Doppelprozessor

Statt eines Expeed-6-Prozessors werkeln in der Kamera nun zwei Prozessoren. Das erlaubt eine höhere Serienbildrate von 14 Bildern in der Sekunde bei der Z 6II und 10 bei der Z 7II. Auch der Autofokus reagiert schneller und treffsicherer mit einer höheren Lichtempfindlichkeit von -4,5 EV bei der Z 6II und -3,0 EV bei der Z 7II.

Neben einer höheren Rechenleistung verfügen die Kameras über einen mehr als doppelt so großen Pufferspeicher. Die Z 7II nimmt damit 124 Raw-Aufnahmen am Stück auf gegenüber 35 beim Vorgängermodell und hält ihre Serienbildgeschwindigkeit mit neun Sekunden etwa dreimal so lang wie die erste Generation.

Als zusätzliche Autofokusfunktion bieten beide Kameras einen Wide-L-Modus, der sich beispielsweise als Suchbereich für Gesichter nutzen lässt. Der Augen- und Gesichtsautofokus für Mensch und Tier funktioniert sowohl im Video- als auch im Fotomodus. Videos zeichnet die Kameras auf Wunsch mit erweitertem Dynamikumfang auf, 4K-Videos landen mit 60 Bildern pro Sekunde auf der Speicherkarte. Bei der Z 6II soll das per Firmware-update nachgeliefert werden.

Für Speichermedien gibt es wie bei den Spiegelreflexkameras wieder zwei Karten Slots: einen für CFexpress-/XQD- und einen für SD-Karten. Die zweite Karte speichert entweder weitere Fotos, wenn die erste Karte voll ist, oder dient als Backup.

Hohe Rechenleistung kostet Energie, deshalb kommt mit den Kameras eine neue Akkugeneration mit etwa 17 Prozent höherer Kapazität. Mit einem „Power Delivery“-fähigen Netzteil können die Kameras auch extern mit Strom versorgt werden. Dafür muss ein Akku in der Kamera sein. Der Kameraakku lädt allerdings während des Betriebs nicht, sondern erst, wenn die Kamera ausgeschaltet ist.

### Lange Belichtungszeiten

Bei der Z6 und Z7 lag die längste Belichtungszeit bei 30 Sekunden. Für längere Belichtung musste man den Bulb-Modus nutzen. Die beiden neuen Kameras erlauben Belichtungszeiten bis zu 15 Minuten. Je länger die Belichtung, umso größer werden die Sprünge zwischen den möglichen Belichtungszeiten. Beispielsweise betragen die beiden längsten Belichtungszeiten 12 Minuten und 15 Minuten.

Lange Zeit ließen sich die Kameras nur über die Nikon-App Snapbridge steuern, wofür der Hersteller viel Kritik erntete.

te. Die Z6 II und Z7 II kommunizieren auch mit Apps anderer Hersteller. Die Snapbridge-App besitzt eine praktische neue Funktion: Firmware-Updates können über eine drahtlose Verbindung eingespielt werden. Die App meldete gleich bei der ersten Koppelung mit unserer Testkamera eine neue Version und installierte diese schnell und komfortabel.

## Neue Funktionen

Die Kamera lässt sich jetzt so konfigurieren, dass sie beim Ausschalten den Fokuspunkt speichert und diesen beim nächsten Kamerastart sofort wieder ansteuert. Außerdem kann man bei den Z-Objektiven die Drehrichtung des Fokusrings im Kameramenü ändern, wenn man ein anderes Kamerasytem gewohnt ist.

Ein weiteres nettes Feature ist das Hot-Pixel-Mapping direkt in der Kamera. Bei defekten Pixeln musste man bisher die Kamera einschicken, um die entsprechenden Pixel vom Nikon-Service deaktivieren zu lassen. Dies kann man nun selbst erledigen, was nach einigen Jahren durchaus sinnvoll sein kann. Deaktivierte Pixel werden bei der Entwicklung des Sensorbilds nicht berücksichtigt.

## Messwerte und Bildkritik: Z 6II

Da die Z 6II mit dem gleichen Sensor wie die Vorgängerin antritt, traten im Labor keine Überraschungen auf. Die Kamera bestätigt die guten Werte der Z6, zeigt sich aber in jeder Disziplin leicht verbessert. So erreicht sie bei ISO 100 eine zentrale Auflösung von 1976 Linienpaaren/Bildhöhe (Lp/Bh), 115 Linienpaare mehr als die Z6. Bei ISO 3200 sind es immer noch 1783 Lp/Bh, etwa 90 mehr als beim Vormodell.

Ebenso verhält es sich mit dem Rauschverhalten. Bei Visual Noise (VN), dem subjektiv wahrnehmbaren Rauschen, startet die Z 6II mit einem Wert von 0,9. Dabei stehen Werte bis 0,8 für weitgehende Rauschfreiheit, Werte bis zwei für geringes Rauschen, Werte bis drei für mäßiges und alles darüber für störendes Rauschen. Die Z6 startet im Vergleich mit einem VN von 1 eine Nuance schlechter. Selbst bei ISO 12.800 messen wir noch einen sehr guten Wert von 1,9. Die Z6 lag bei 2.

Was diese Zahlen in der Realität Wert sind, zeigt ein Blick auf unsere Testszenenbilder: Die Abbildungsleistung ist sehr gut, bis ISO 1600 werden feine Details und gleichfarbige sauber und kontrastreich ab-

gebildet. Ab ISO 3200 zeigt sich Farbrauschen auf gleichmäßigen Flächen und feine Details gehen verloren. Ab ISO 12.800 ist das Rauschen über das gesamte Bild sichtbar.

## Messwerte und Bildkritik: Z 7II

Auch die Z 7II zeigt sich gegenüber ihrem Vorgängermodell minimal verbessert. Bei der Auflösung bewegen sich die Unterschiede im Bereich der Messtoleranz, mal ist die Z 7II etwas besser, mal die Z7. Bei der Dynamik- und Rauschmessung liegt die Z 7II immer einen Hauch vorne, aber nur um zwei bis drei Prozent. Die Kamera fängt einen Dynamikumfang von etwas über zehn Blendenstufen ein.

Der Visual Noise liegt bis ISO 3200 bei einem Wert unter 2, die Kamera zeigt bis hierhin also ein geringes Rauschen. Bei höheren ISO-Einstellungen wird auch das Rauschen deutlich störender.

An unserer Testszene attestieren wir der Z 7II bei ISO 100 eine sehr gute Abbildungsleistung. Das Bild wirkt plastisch und sehr scharf. Feine Details und Farbunterschiede sind über das gesamte Bildfeld optimal eingefangen. Bei ISO 1600 zeigt sich in den gleichmäßigen Farbflächen eine leichte Unruhe, die Detailwiedergabe ist aber über jeden Zweifel erhaben. Ab ISO 3200 nimmt diese Detailauflösung deutlich ab.

## Fazit

Wer etwas Geld sparen möchte, sollte die Preisentwicklung der Vorgängermodel-



Bild: Nikon

Einen zweiten Speicherkartenslot hatten viele bei der Nikon Z6 und Z7 vermisst. Die neue Generation bietet neben einem XQD-/CFExpress-Fach auch ein Fach für SD-Karten.

le im Auge behalten. Beinahe alle Teile der Kamerä entsprechen den Vorgängerinnen Z6 und Z7, die weiterhin sehr gute Kamerä sind. Neueinsteiger werden sich über Kleinigkeiten freuen. Zum Beispiel funktionierte die Gesichtserkennung auch bei den älteren Modellen, verlor aber schon einmal ein Gesicht aus dem Tracking. Dies läuft mit den neuen Kamerä schneller und verlässlicher – auch in schwierigen Situationen. Die Rechenleistung der zwei Bildprozessoren bringt Vorteile beim Filmen. Erfreulicher ist das zweite Kartenfach für günstige SD-Karten.

(akr@ct.de) ct

Einen ausführlichen Test dieser Kamera lesen Sie in c't Fotografie 2/2021.

## Spiegellose Systemkameras

Modell	Nikon Z 6II	Nikon Z 7II
Sensortyp	BSI-CMOS, 36 mm × 24 mm	BSI-CMOS, 36 mm × 24 mm
Sensorauflösung	24 Megapixel (6048 × 4024)	46 Megapixel (8256 × 5504)
Lichtempfindlichkeit	ISO 64 – ISO 51.200 (erweiterbar)	ISO 64 – ISO 25.600 (erweiterbar)
Autofokustyp	Hybrid, 273 AF-Punkte (Phase)	Hybrid, 493 AF-Punkte (Phase)
Bildstabilisierung	sensorbasierte 5-Achsen-Stabilisierung	sensorbasierte 5-Achsen-Stabilisierung
Kürzeste/ längste Verschlusszeit	1/8000 s – 900 s, Bulb	1/8000 s – 900 s, Bulb
Serienbildrate	14 B/s	10 B/s
Videoformat / Komprimierung	MOV, MP4 / MPEG-4, H.264	MOV, MP4 / MPEG-4, H.264
Videoauflösung max.	3840 × 2160 / 60 p	3840 × 2160 / 60 p
Sucher	OLED (1280 × 960 Bildpunkte)	OLED (1280 × 960 Bildpunkte)
Displaytyp	bewegliches LCD, 3,2 Zoll (ca. 1024 × 682 Bildpunkte)	bewegliches LCD, 3,2 Zoll (ca. 1024 × 682 Bildpunkte)
Speichertyp	CFexpress (Typ B), XQD, SD (UHS-II-kompatibel)	CFexpress (Typ B), XQD, SD (UHS-II-kompatibel)
Speicherkarten-Slots	2	2
Akku-Kapazität / Aufnahmen	2280 mAh, Li-Ion / max. 390	2280 mAh, Li-Ion / max. 390
Gehäusematerial	Magnesium-Legierung	Magnesium-Legierung
Bajonett	Nikon -Z	Nikon -Z
Abmessungen / Gewicht	134 mm × 101 mm × 70 mm / 705 g	134 mm × 101 mm × 70 mm / 705 g
Anschluss	USB 3, HDMI (Typ C), WLAN, Bluetooth, Mikrofon, Kopfhörer, Zubehörschlüssel	USB 3, HDMI (Typ C), WLAN, Bluetooth, Mikrofon, Kopfhörer, Zubehörschlüssel
Preis für Gehäuse (UVP / Straße)	2150 € (incl. Adapter) / 2000 €	3350 € (incl. Adapter) / 3200 €



## Billig-Schließe

**Die elektronischen Schlösser von Airbnb kosten nicht viel und ermöglichen das Versenden temporärer Schlüssel.**

Sicherheitstechnik ist Vertrauenssache – und zum Kauf eines elektronischen Türschlosses via AliExpress braucht es neben etwas Mut vor allem Geduld. Im Einkaufswagen landete das M300 von Airbnb (70 Euro), ein Bluetooth-Schloss für Bolzenschlösser amerikanischer oder skandinavischer Machart, die auch hierzulande vermehrt zum Einsatz kommen. In Gestalt des M500 liefert der Hersteller aber auch eine Variante mit europäischen Schließzylinder aus, die für 80 Euro zu haben ist.

Zum Schloss gibt es unterschiedliches Zubehör: Wir bestellten den Fingerabdrucksender F100 (25 Euro) und die Bridge W100 (20 Euro). Letztere schlägt eine Brücke von Bluetooth zum 2,4-GHz-WLAN und ermöglicht das Entsperren der Tür via Cloud von unterwegs.

Die mechanische Installation des M300 geht gut von der Hand. Der Packung liegen Adapter für unterschiedliche Türvarianten bei. Der Motorantrieb, der den mechanischen Drehknauf an der Türinnenseite ersetzt, wird mit den Schrauben des bestehenden Schlosses befestigt, zusätzliche Bohrungen im Türblatt sind nicht nötig. Das M300 misst 9,4 Zentimeter im Durchmesser – bei Fülltüren sollte man vor dem Kauf sicherstellen, dass der Rahmen breit genug ist. Im Lieferumfang

enthalten ist ein Türrahmenmagnet. Ist er montiert, erkennt das Schloss, ob die Tür gerade geöffnet ist.

Die Energie bezieht der Motorantrieb aus vier AA-Batterien, die unter der magnetisch haftenden Frontplatte des M300 leicht zugänglich untergebracht sind. Ist alles richtig montiert, lässt sich das Schloss von innen durch einen Dreh um 90 Grad manuell bedienen. Von außen bleibt die Tür unverändert.

In der kostenlosen Airbnb-App für iOS oder Android muss man ein Nutzerkonto unter Angabe der Handy-Nummer anlegen. Sie wird für das Zusenden eines Authentifizierungscodes per SMS genutzt. Nach dem Einstellen eines QR-Codes am M300 erkennt die App das Schloss automatisch. Ebenso flott integrierte sie den Fingerabdrucksensor und die Wi-Fi-Bridge. Die englischsprachige App ist schlicht gehalten. Das Schloss kann man darin über eine Wischbewegung entriegeln.

Das Zugangsrecht lässt sich vom Hauptnutzer temporär an Gäste übertragen, wofür man deren Handy-Nummer in der App eingibt – nicht umsonst erinnert das Airbnb-Logo an das des Dienstleisters Airbnb. Gäste müssen ebenfalls einen Account anlegen, danach taucht der Schlüssel mit Angabe seines Gültigkeitszeitraums in ihrer App auf. Das M300 reagierte im Test problemlos auf die Schlüssel unterschiedlicher Smartphones. Ein zugeteilter Key lässt sich wie beim Hotel vom Guest returnieren. Beim virtuellen Auschecken erlischt der Schlüssel automatisch.

Der Fingerabdrucksensor F100 kann bis zu 20 Nutzer speichern, allerdings ist er nur mit einem kleinen Akku ausgestattet und nicht wasserfest. Mit aktiver Wi-Fi-Bridge W100 gelang die Öffnung auch per Cloud, in bestehende Smart-Home-Szenarien lässt sich das Airbnb-Schloss mangels API oder IFTTT-Zugang allerdings nicht einbinden. Die App bietet zumindest eine Auto-Lock-Funktion: Ist die Tür verschlossen, schiebt das M300 nach maximal drei Minuten den Riegel automatisch vor.

Einerseits dürfte die Cloud-Anbindung und die Unsicherheit bezüglich der Beständigkeit des Unternehmens hinter dem M300 manch einen abschrecken – ohne die Airbnb-Server ließe sich kein neues Smartphone mehr als Schlüssel autorisieren. Andererseits bekommt man für 70 Euro überraschend solide verarbeitete Hardware und eine funktionale App zur elektronischen Schlüsselübergabe. (sha@ct.de)



## Fern-Fotorahmen

**Mit Brauns WiFi-Fotorahmen schickt man Freunden und Familie seine Fotos direkt ins Wohnzimmer.**

Der DigiFrame 10X WiFi von Braun Photo Technik lässt sich wie ein Bilderrahmen aufhängen oder hochkant wie quer aufstellen. Im schlicht gehaltenen, 18,8 cm × 26,8 cm großen Kunststoffgehäuse mit 3 Zentimeter Tiefe steckt ein TFT-Touch-Display mit 10,1 Zoll. Die maximale Helligkeit fällt mit 222 cd/m<sup>2</sup> gering aus – in hellen Umgebungen ist das zu wenig. Die ungleichmäßige Ausleuchtung führt zu einem deutlichen Helligkeitsabfall in der Bildmitte (173 cd/m<sup>2</sup>). Als Software nutzt der DigiFrame eine stark angepasste Android-6-Version, die man nicht um Apps erweitern kann. Der interne 16-GByte-Speicher lässt sich per MicroSD-Karte vergrößern.

Man verbindet den Rahmen mit dem WLAN, danach generiert das Gerät einen 10-stelligen Code, mit dem man Freunde einladen kann. Diese müssen die für Android und iOS erhältliche Frameo-App installieren und den Rahmen durch Eingabe des Codes hinzufügen. Die App ist übersichtlich gestaltet und intuitiv bedienbar.

Über die Frameo-Cloud wird ein per App freigegebenes Foto an den Bilderrahmen geschickt. Ein neues Element wird sofort Teil der rotierenden Diashow. Beim Empfänger sind außer der Einrichtung keinerlei Eingriffe nötig. Das macht den digitalen Fotorahmen zu einem kostspieligen, aber unterhaltsamen Geschenk für wenig technikaffine Menschen. (sha@ct.de)

## Airbnb M300

Bluetooth-Türschloss	
Hersteller	Airbnb, <a href="http://www.airbnb.com">www.airbnb.com</a>
Lieferumfang	Schloss, Türsensor, Montagematerial
Zubehör	Fingerabdrucksensor F100 (25 €), WiFi-Bridge W100 (20 €), Keypad F101 (20 €)
Kommunikation	Bluetooth LE
Preis	70 €

## DigiFrame 10X WiFi

### Digitaler Bilderrahmen

Hersteller	Braun Photo Technik, <a href="http://www.braun-germany.de">www.braun-germany.de</a>
Display	IPS-TFT, 10,1 Zoll (1920 × 1080 Pixel)
Kommunikation	Frameo-App (Android/iOS)
Preis	190 €



**WIR MACHEN  
KEINE WERBUNG.  
WIR MACHEN EUCH  
EIN ANGEBOT.**



[ct.de/angebot](http://ct.de/angebot)

Jetzt gleich bestellen:

 [ct.de/angebot](http://ct.de/angebot)

 +49 541/80 009 120

 [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

**ICH KAUF MIR DIE c't NICHT. ICH ABBONNIER 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. einen RC-Quadrocopter.**



# Neue Perspektiven

## CorelDraw Graphics Suite 2021 für Windows und macOS

Die CorelDraw Graphics Suite 2021 verspricht bessere Zusammenarbeit über die Cloud, eine iPad-App, perspektivisches Zeichnen und Export auf unterschiedlichen Kanälen.

Von Monika Gause

Das Vektorzeichenprogramm CorelDraw 2021 ist nach wie vor unter Windows 10 zu Hause und läuft selbst auf einem betagten Surface Pro angenehm flüssig. Die 2019 eingeführte Mac-Version unterstützt jetzt den M1-Chip und arbeitet selbst auf Intel-Macs schneller als die Vorversion. Dateien speichert das Programm wahlweise lokal oder in der Corel-Cloud. Cloud-Dokumente kann man zur Kooperation mit anderen Personen teilen; externe kommentieren in der Web-App (coreldraw.app). CorelDraw 2021 zeigt diese Anmerkungen in der neuen Kommentar-Palette. Dort verrutschen sie allerdings, was die Kommunikation über detaillierte Zeichnungen erschwert.

### CorelDraw auf dem iPad

Außer als Web-App gibt es die CorelDraw-App nun auch für das iPad und in Microsoft Teams. Die App ist nur im Zusammenhang mit einer Desktopversion erhältlich. Ihr Funktionsumfang ist gegenüber der Desktopversion stark reduziert und vergleichbar mit der iPad-Version von Adobe Illustrator. Corel bindet eine Vielzahl von Bildeffekten und die Kommentarfunktion ein. Das Zeichnen in der App ist etwas umständlich, da sie während der Verwendung von Werkzeugen keine Touch-Modifikation erlaubt. Stattdessen muss man die betreffenden Punkte nachträglich umwandeln.

### Perspektivisch zeichnen

Die wichtigste neue Funktion ist das Perspektivische Zeichnen. In CorelDraw erzeugt man dabei je nach Anzahl der Fluchtpunkte ein Raster aus zwei bis drei Perspektivebenen, auf denen anschließend die Objekte direkt gezeichnet oder ihnen zugewiesen werden. Pfade, Text und platzierte Bitmaps lassen sich darin perspektivisch bearbeiten. Allerdings muss die Geometrie stehen, bevor man darin Objekte anlegt.

Die Funktion ist praktisch konzipiert. Da man die Perspektivenbearbeitung spe-

ziell starten muss, sind unbeabsichtigte Änderungen der Geometrie nicht möglich. Das gesamte Perspektivenobjekt kann man verschieben. Allerdings wird man bei jedem Rückgängig-Schritt aus dem Bearbeitungsmodus geworfen.

### Neuer Exportworkflow

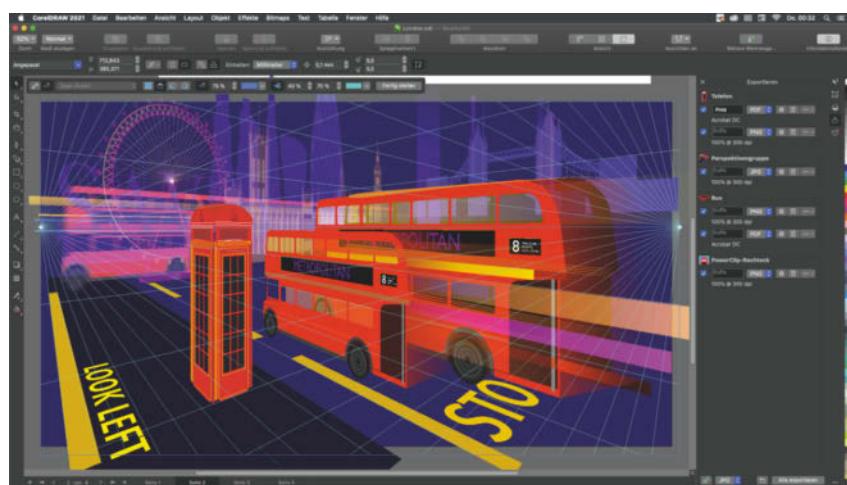
Für Objekte eines Dokuments lassen sich im Exportieren-Fenster verschiedene Dateiformate und Einstellungen festlegen. Die Schaltfläche „Alle exportieren“ gibt die Objekte in einem Rutsch aus. Beim Duplizieren eines Objekts verdoppelt man aber auch alle zugehörigen Exportvorgaben. Das gilt auch beim Einfügen in eine neue Datei.

Zur Einzel- und Doppelseitenansicht kommt in Version 2021 eine Mehrseitenansicht, die alle Seiten auf der Arbeitsfläche zeigt. Doppelseiten behandelt sie als eine Einheit. Nach wie vor gehören Objekte zu einer bestimmten Seite und alles, was nicht innerhalb der Seite liegt, wird ausgeblendet, wenn die Seite nicht aktiv ist. Seiten lassen sich jedoch automatisch an die Objektgröße anpassen. Dabei kann man sogar einen Rand definieren.

Kleinere Verbesserungen gehen auf Community-Feedback ein – so lässt sich deaktivieren, dass ein Objekt beim Verschieben an seiner eigenen Geometrie einrastet. Kurzbefehle lassen sich jetzt individuell konfigurieren.

### Fazit

Unter den klassischen Zeichenprogrammen bieten Adobe Illustrator und CorelDraw nach wie vor die meisten Möglichkeiten. Auf dem iPad hat Affinity Designer im Funktionsumfang die Nase vorn. Die Entscheidung zwischen CorelDraw und Illustrator ist eine Frage der persönlichen Arbeitsweise sowie der Einbettung in Produktionsworkflows. Tauscht man Dateien im Team aus, dann sollten alle dieselbe Software verwenden, da es kein Austauschformat gibt, das auf allen Plattformen nativ editierbar ist. Wer gerne alles bis zur letzten Minute editierbar erhält, hat mit Illustrator mehr Freiheiten; für Werbetechnik findet man in CorelDraw die dafür wichtigen Funktionen, Vorgaben und Treiber. (akr@ct.de) **ct**



Das Werkzeug „Perspektivisches Zeichnen“ blendet Fluchtpunkte und -linien ein. Text und Grafiken richten es automatisch daran aus.

## CorelDraw Graphics Suite 2021

### Grafikpaket

Hersteller	Corel, <a href="http://www.corel.com/de">www.corel.com/de</a>
Systemanf.	Windows 10, macOS 10.11/10.15
Preis	719 € einmalig oder 349 € im Jahr

Die Webinar-Serie von Heise

# Moderne Webentwicklung in der Praxis

Zukunftsfähige Web-Applikationen entwickeln

Unsere Experten erklären Ihnen in fünf Online-Trainings Schritt für Schritt den Aufbau moderner Frontend-Architekturen, wie Sie APIs für Webanwendungen entwickeln, wie Deployment, Betrieb und Frontend-Testing funktionieren und wie Sie Kryptografie einsetzen, um Ihre Web-Applikationen effektiv abzusichern.

## DIE TERMINE:

**20. April 2021**

Moderne Frontend-Architektur: Micro Frontends, Web Components und Co.

**5. Mai 2021**

APIs für Webanwendungen entwickeln:  
Mit DDD, Event-Sourcing und CQRS

**12. Mai 2021**

Deployment und Betrieb von Webanwendungen: Mit Node.js, Docker und Co.

**26. Mai 2021**

Modernes Frontend-Testing in der Praxis: Von Unit- bis zu UI-Tests

## Fünf umfassende Online-Trainings zu moderner Webentwicklung:

- Praxisnahe Kurse mit erfahrenen Experten
- 20 Stunden Know-how zu den wichtigsten Web-Themen
- Mit vielen Übungen und Praxisbeispielen

**2. Juni 2021**

Datensicherheit mit Kryptografie:  
HTTPS, Zertifikate und Co.

**Exklusiver Kombi-Preis: 429 €**

Einzelpreis: 139 €



**JETZT ANMELDEN**

<https://webinare.heise.de/webentwicklung-in-der-praxis/>

Jetzt Kombi-Rabatt sichern und **über 250 € sparen!**

# Klangwürfel für Kids

**Die Tigerbox Touch bringt Musik sowie Hörspiele ins Kinderzimmer und funktioniert auch offline.**

Wo früher noch Kassettenrekorder in den Kinderzimmern standen, übernehmen seit geraumer Zeit Hörspielboxen die Be- schallung. Die Tigerbox Touch hat ein knapp 4 Zoll großes Display, über das der Nachwuchs die Box bedient. Weiche, aus- wechselbare Bumper schützen den Wür- fel, falls er fallen gelassen wird. Auf der Rückseite befindet sich ein Kopfhörer- anschluss. Eine schöne Sache, damit nicht die gesamte Familie zum vierzigsten Mal „Conni geht zum Kinderturnen“ mit an- hören muss.

Den ersten Start sollten Eltern über- nehmen. Eine anschauliche Anleitung auf dem Touchdisplay leitet durch alle Schritte, um den Lautsprecher einzurichten. Zusätzlich zur Box benötigt man die kosten- kostenlose Smartphone-App „Tigertones“ sowie einen „Tigertones-Account“. In der App lassen sich außerdem eine automati- sche Ausschaltzeit einstellen, das im Wür- fel eingebaute Nachtlicht ein- beziehungs- weise ausschalten und eine maximale Lautstärke vorgeben.

Kinder können Titel aus der herstel- lereigenen Mediathek via WLAN abspie- len. Um diese freizuschalten, benötigen Eltern ein „Tigerticket“, das Zugang zur Hörwelt für ein, drei, sechs oder zwölf Monate verschafft. Je nach gewähltem Zeitraum kostet das zwischen 10 Euro (1 Monat) und 75 Euro (12 Monate). Aktuell stehen laut Anbieter über 6000 Titel zur Wahl. Auf Wunsch lassen sich Inhalte aus der Mediathek auf die Box herunter- laden, sodass sie auch ohne Internet- verbindung funktioniert. So kann die Box problemlos zum nächsten Spielenachmit- tag zu Freunden mitkommen. Laut Her- steller passen bis zu 100 Titel auf den internen Speicher.

Alternativ lässt sich der Musikwürfel mit den herstellereigenen Speicher- karten verwenden. Auf den „Tigercards“ ist immer je ein Hörspiel, ein Hörbuch oder eine Liederauswahl gespeichert. Je nach Titel fallen Kosten zwischen 6 und 20 Euro an. Überschreiben lässt sich der Inhalt nicht. Zurzeit stehen 80 Titel zur Wahl.

Für Kids, die lieber Skatepunk statt „Stups, der kleine Osterhase“ hören, gibt

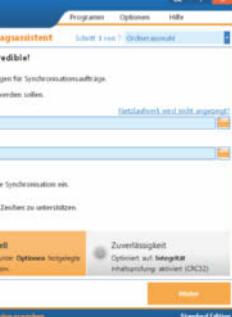


es „Wildcards“, die man mit bis zu 120 Mi- nuten eigenem Inhalt befüllt (MP3- oder AAC-Dateien). Das funktioniert nur über die Tiger-Website. Möchten Eltern ihre eigene Stimme aufnehmen, klappt das am einfachsten über die Mobil-App „Tiger- tones“-App: Gewünschte Karte auswählen, Mikrosymbol antippen und losquatschen oder -singen, speichern.

Wer den Nachwuchs gar nicht erst auf die kostenpflichtigen Titel der Mediathek aufmerksam machen will, verwendet die Box im „Cards-Modus“. Hier lassen sich ausschließlich die herstellereigenen Spei- chermedien abspielen, während die Medi- athek verborgen bleibt. Das eignet sich auch für jüngere Kinder, die mit der gro- ßen Auswahl und der Bedienung schnell überfordert sein dürften.

Viele Stadtbibliotheken bieten inzwischen Tigercards und gelegentlich auch die Boxen zum Ausleihen an. Perfekt, um die Tigerwelt zunächst einmal zu testen, falls man noch unsicher ist, für welche Musikbox man sich entscheiden soll.

(abr@ct.de)



# Zweiwegkopierer

**Synchredible synchronisiert den Inhalt von Ordnerpaaren – wahlweise nur in eine oder in beide Richtungen.**

In der Software lassen sich beliebig viele Sync-Aufträge zum Abgleich von Ordner- paaren mit individuellen Einstellungen an- legen, dabei sind auch Netzwerkpfade wähl- bar. Optionen erlauben etwa den Ausschluss versteckter oder älterer Dateien. Auch eine Beschränkung auf frei wählbare Dateien und Endungen ist möglich, ebenso deren gezielter Ausschluss. Auf Wunsch nutzt Syn- chredible den Windows-eigenen Volume- schattenkopiedienst, um auch exklusiv ge- öffnete Dateien kopieren zu können.

Synchronisierungen können manuell und/oder automatisch ausgelöst werden – etwa in Intervallen ab einer Minute oder zu bestimmten Ereignissen wie System- start oder Anstecken eines USB-Mediums. Letzteres eignet sich gut zur Kombination mit dem automatischen Auswerfen des Datenträgers nach dem Sync, um eine be- queme Backup-Funktion zu bekommen: Stick anstecken, auf Abschluss des Vor- gangs warten, Stick wieder abziehen.

Für die private Nutzung ist das Pro- gramm gratis, zeigt dann aber nach dem Sync regelmäßig ein Werbe-Pop-up für die Kaufversion. Ansonsten gibt es keine Ein- schränkungen. Wer ein einfaches Tool zum Abgleich von Datenbeständen sucht, sollte durchaus einmal einen Blick auf Synchredible werfen. (jss@ct.de)

## Tigerbox

Audiosystem für Kinder	
Hersteller	Tigermedia, <a href="http://www.tiger.media">www.tiger.media</a>
Systemanf.	Tigertones-App (Android ab 6.0, iOS ab 12.0)
Preis	Tigerbox 100 € Tigerticket ab 10 € Tigercard ab 6 € Wildcard (3er Pack) 22 €

## Synchredible 7

Software zur Ordner-Synchronisierung	
Hersteller	ASCOMP Software, <a href="http://ascomp.de/de">ascomp.de/de</a>
Systemanf.	Windows ab XP / Server 2003
Preis	<b>gratis</b> (private Nutzung) ab 40 € (geschäftliche Nutzung, werbefrei)

# Ulla Lohmann

Expeditionsfotografin und c't Fotografie-Autorin

mit dem Hang zum Nervenkitzel  
im Vulkan Benbow in Vanuatu



Ulla Lohmann, Fotografiert u. a. für  
GEO, National Geographic, TerraX

*„Fotografie ist meine Leidenschaft, und weil ich sie gefunden habe, kann ich meine Träume verwirklichen.“*

Ulla Lohmann, [www.ullalohmann.com](http://www.ullalohmann.com)

© Ulla Lohmann



## Von Fotografen – für Fotografen

- **2 Ausgaben** kompaktes Profiwissen für 14,30 €
- 35 % Rabatt gegenüber Einzelheftkauf
- Inkl. Geschenk nach Wahl

**c't Fotografie**

**Flow erleben**

So bringen Sie Ihre Fotografie auf das nächste Level.

Wo es herkommt, was Sie tun müssen

**Heft-DVD**

**BLACK & WHITE**

projekt 4 – VULKANISMUS

E-Book-Ausgabe

65 Minuten Video

Porträts Pflege Kameratests

Fotowettbewerbe Kamera & Objektive professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2

Portraitfotografie

Kameratests

Storytelling

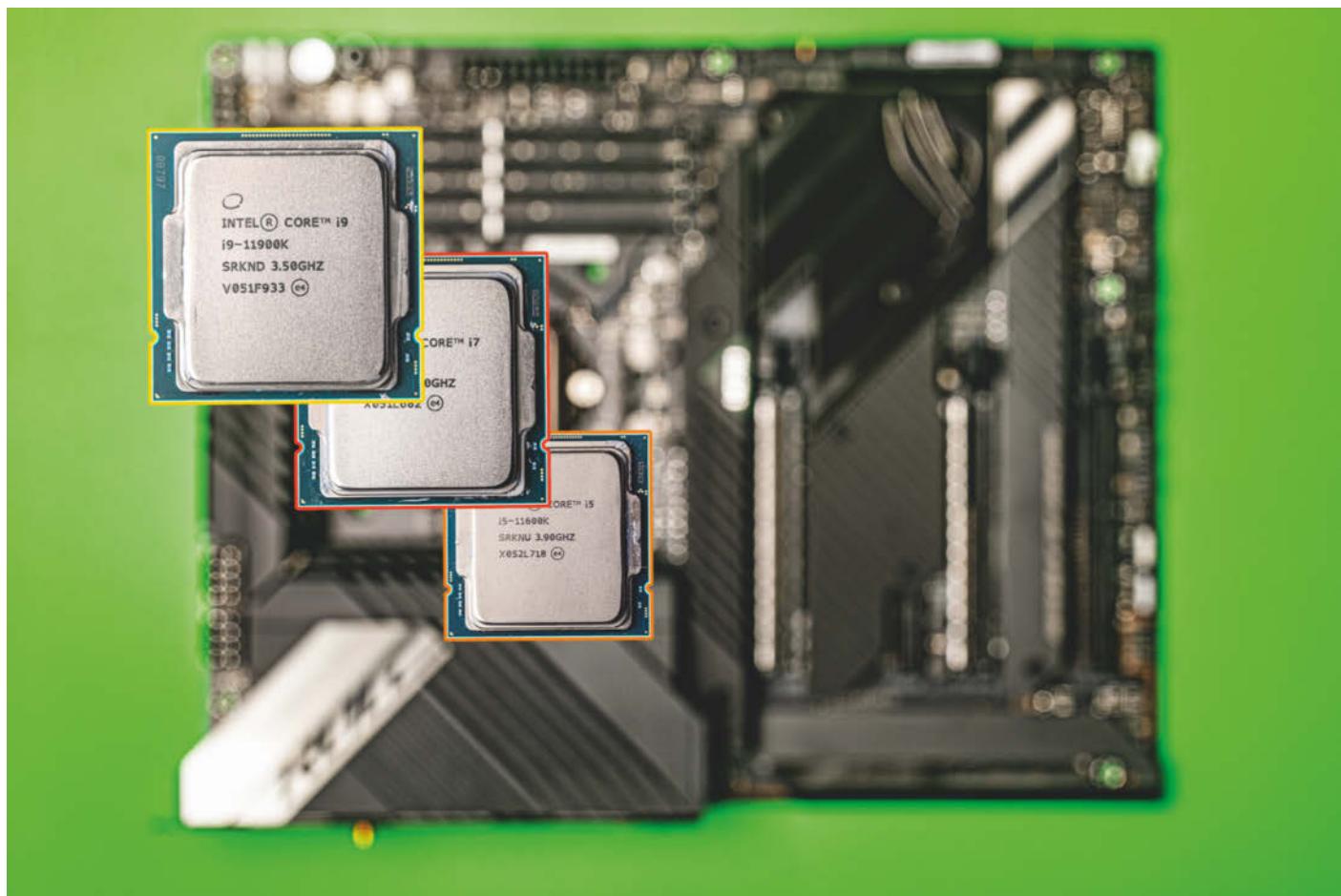
Fotowettbewerbe

Kamera & Objektive

professionell einsetzen

Meine 100.000 Bilder

Leica SL2



# Auf Abschiedstournee

## Core-i-11000-Prozessoren gegen Ryzen 5000

**Intel spendiert seiner letzten CPU-Generation mit 14-Nanometer-Technik endlich neue Rechenwerke. Reicht das, um in Desktop-PCs mit AMDs Ryzen-5000-Prozessoren gleichzuziehen?**

Von Christian Hirsch

**A**uch Intel dämmerte es wohl irgendwann, dass es nicht mehr so weitergehen darf wie seit vier Jahren: Um die Verzögerungen der 10-Nanometer-Technik zu überbrücken, brachte Intel immer neue Aufgüsse der Skylake-Mikroarchitektur heraus. Doch die fallen immer weiter hinter die stetig verbesserte AMD-Ryzen-Konkurrenz zurück. Also musste ein Plan B her, der sich mit der 11. Core-i-Generation „Rocket Lake“ nun materialisiert.

Für die Serie Core i-11000 hat Intel aus der Not eine Tugend gemacht und portierte die „Sunny-Cove“-Architektur der 10-Nanometer-Mobilchips Core i-1000G „Ice Lake“ als „Cypress Cove“ zurück auf

die ausgereifte 14-Nanometer-Fertigung. Den bis zu acht Cypress-Cove-Kernen stellt Intel die moderne Xe-Grafikeinheit der wenige Monate alten Ice-Lake-Nachfolger Core i-1100G „Tiger Lake“ zur Seite.

Statt einer vollständigen CPU-Serie vom sparsamen Dual-Core bis zum High-End-Chip gibt es von Rocket Lake lediglich die Unterfamilien Core i5-11000 mit sechs Kernen sowie Core i7- und Core i9-11000 mit jeweils acht Kernen [1]. Zehnkerner wie bei den Vorgängern Core i-10000 „Comet Lake“ spart sich Intel, weil die resultierenden, großen Chips nicht wirtschaftlich herzustellen wären und wohl auch zu viel Strom schlucken. Für die preiswerteren Core-i3- und Pen-

tium-Modelle setzt der Hersteller wiederum auf aktualisierte Core-i10000-CPPUs, die man an der Ziffer 5 an der letzten Stelle der Bezeichnung erkennt, zum Beispiel Core i3-10325. Diese Doppelstrategie klappt, weil beide Prozessorfamilien die Fassung LGA1200 verwenden.

### Auf 512 Bit aufgebohrt

Für den Test haben wie die beiden Acht-kerner Core i9-11900K (550 Euro) und Core i7-11700K (420 Euro) sowie den Sechs-kerner Core i5-11600K (270 Euro) auf dem Z590-Mainboard Asus ROG Maximus XIII Hero unter die Lupe genommen. Dabei handelt es sich jeweils um die schnellsten Varianten der einzelnen CPU-Serien mit 125 Watt Thermal Design Power, die obendrein übertaktbar sind. Diese Funktion kennzeichnet Intel durch ein K im Prozessornamen.

Im Vergleich zu den Vorgängern verspricht Intel für Rocket Lake ein Leistungsplus von bis zu 19 Prozent pro Kern und Takt. Um dies zu erreichen, hat Intel mehrere Änderungen vorgenommen: Jedem Kern stehen nun 48 statt 32 KByte Level-1- und 512 statt 256 KByte Level-2-Cache zur Verfügung. Den Level-3-Cache belässt der Hersteller bei 16 MByte für CPUs mit acht und bei 12 MByte für CPUs mit sechs Kernen, um Chipfläche zu sparen. Aber der Zugriff auf das RAM erfolgt etwas flotter, denn der Speichercontroller kann nun mit DDR4-3200 statt höchstens DDR4-2933 umgehen.

Intel hat den Rocket-Lake-CPUs deutlich breitere Rechenwerke spindert (siehe Grafik rechts). Eine der architektonischen Neuheiten ist die Vektorbefehlssatzweiterung AVX512, die es bisher nur in High-End-, Server- und Mobil-CPUs von Intel gab. Sie kann in einem Rutsch nun 512 Bit breite statt wie bisher bei AVX2 256 Bit breite Datenblöcke verarbeiten. Die Gleitkommaleistung verdoppelt sich dadurch aber nicht, denn die Cypress-Cove-Kerne enthalten jeweils nur eine 512-bittige FMA-Einheit. Fließen AVX2-Befehle durch die Pipeline, arbeitet diese hingegen mit halber Breite zusammen mit einer zweiten 256-Bit breiten FMA-Einheit. Deshalb ist der Durchsatz pro Taktzyklus bei AVX2 und AVX512 identisch. In der Praxis rechnet der Core i9-11900K allerdings mit älterem AVX2-Code 12 Prozent schneller, weil der AVX512-Betrieb stromhungriger ist und die CPU deshalb weniger hoch taktet.

Zu AVX512 gehören aber nicht nur 512-Bit-Befehle für HPC-Anwendungen,



**Intel verlässt bei allen Rocket-Lake-Prozessoren das Die mit dem Heatspreader. Das verbessert die Wärmeableitung.**

sondern auch die Vector Neural Network Instructions (VNNI) für KI-Berechnungen, die Intel auch als Deep Learning Boost (DL Boost) bezeichnet. Sie beschleunigen das Inferencing mit vergleichsweise kurzen 8- und 16-Bit-Datentypen erheblich, beispielsweise für die Bilderkennung. Die AVX512-Einheit eines

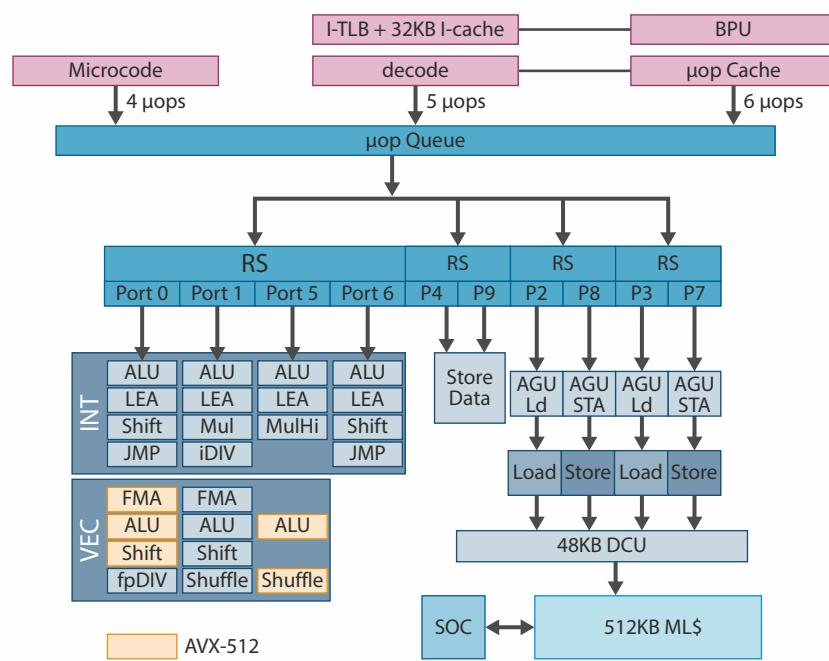
Cypress-Cove-Kerns kann dank VNNI bis zu 64 8-Bit-Integer-Werte parallel in Fused-Multiply-Add-Operationen verarbeiten.

### Noch mehr Turbo

Um so viel Performance aus den neuen Chips herauszuholen wie möglich, hat

## Cypress-Cove-Mikroarchitektur

Intel hat im Vergleich zu den vorherigen Skylake-Rechenwerken die Zahl der Ausführungseinheiten (Ports) von 8 auf 10 erhöht. Hinzugekommen ist jeweils eine weitere Adress Generation und Store Unit, was den effektiven Durchsatz zum Level-1-Cache verdoppelt. Zu den weiteren Optimierungen gehören verkürzte Ladelatenzen und eine verbesserte Sprungvorhersage. Außerdem zieht bei Rocket Lake die Vektorbefehlssatzweiterung AVX512 (gelb markiert) ein.





Um alle Funktionen der Rocket-Lake-Cpus nutzen zu können, benötigt man ein Mainboard mit Serie-500-Chipsatz.

Intel die beiden schnellsten Modelle Core i9-11900K und Core i9-11900KF zusätzlich mit einem neuen, vierten Turbo-Modus namens Adaptive Boost ausgestattet. Dieser soll vor allem Multithreading-Anwendungen beschleunigen.

Grundsätzlich hat der Core i9-11900K eine Nominaltaktfrequenz von 3,5 GHz, die er immer erreicht, also unabhängig von der anliegenden Last. Per Turbo Boost 2.0 darf er auf 4,7 bis 5,1 GHz hochtakten, je nachdem wie viele Kerne ausgelastet sind und sofern die elektrischen Grenzwerte wie Stromaufnahme und die jeweils geltenden Power Limits nicht überschritten werden. Laufen Anwendungen mit hochoptimierten AVX-Code, taktet die CPU nicht so hoch wie

bei einfacheren Integer-Aufgaben wie dem Komprimieren von Dateien. Der höchste Wert von Turbo Boost 2.0 gilt für Last auf bis zu zwei Kernen, 5,0 GHz sind es bei drei und vier Kernen, 4,8 GHz bei fünf und sechs Kernen und 4,7 GHz bei sieben und acht ausgelasteten Kernen.

Zudem sind zwei Kerne selektiert und markiert, die bis zu 5,2 GHz erreichen. Diese Funktion bezeichnet Intel als Turbo Boost Max 3.0. Dieser Turbo benötigt die Mithilfe des Schedulers des Betriebssystems, damit dieser Single-Thread-Anwendungen mit hoher Last auch diesen Kernen zuordnet. Schon bei der vorherigen CPU-Generation „Comet Lake“ hat Intel für die Core-i9-Spitzenmodelle darüber hinaus den bei Mobil-CPUs bereits länger vor-

handenen Thermal Velocity Boost hinzugefügt. Sofern eine starke Kühlung vorhanden ist und die CPU-Temperatur unter 70 Grad Celsius liegt, darf die CPU alle vorher genannten Turbo-Stufen um 100 MHz überschreiten.

Der nun neu hinzugekommene Adaptive Boost setzt die maximale Turbostufe des Turbo Boost 2.0 für alle Kerne von 4,7 auf 5,1 GHz hoch, die normalerweise nur für Last auf einem oder zwei Kernen gilt. In der Praxis lässt sich der Taktzuwachs aber meist nur ausschöpfen, wenn man zugleich die Power Limits hochsetzt. Deshalb empfiehlt Intel eine leistungsstarke Kühlung. In unseren Messungen legte die Performance deshalb lediglich bei 3D-Spielen und beim Dateikomprimieren um 4 Prozent zu.

### Stark bei Singlethreading

Bei der Singlethreading-Leistung liefern sich die Core i9-11000 ein Kopf-an-Kopf-Rennen mit den Ryzen 5000. Im Rendering-Benchmark Cinebench R23 kann sich der Core i9-11900K dank der diversen Turbomodi mit 1692 Punkten und drei Prozent Vorsprung vor dem Ryzen 9 5900X an die Spitze aller Prozessoren setzen. Der Ryzen benötigt dafür aber 300 bis 500 MHz weniger Takt. Sind statt der Gleitkomma- die Integer-Einheiten beschäftigt, wie zum Beispiel beim Packen mit 7-Zip, führt der Core i9-11900K hauchdünn mit 1 Prozent Abstand vor dem Ryzen-Zehnkerner.

Im Vergleich zu den Vorgängern der Serie Core i10000 legt die Performance bei einem einzigen ausgelasteten Kern kräftig zu: Hier liefert der Rocket-Lake-Achtkerner je nach Anwendungen zwischen 10 und 24 Prozent mehr Performance als der Comet-Lake-Zehnkerner. Deshalb schneiden die Core i11000 beim

## Core i11000: Benchmarks und Leistungsaufnahme

Prozessor	Kerne / Takt / Turbo	Cinebench R23 1T	Cinebench R23 MT	Flops DP [GFLOPS]	Blender BMW [s]	Leistungsaufnahme Leerlauf / Last (Peak)
Core i9-11900K	8+HT / 3,5 / 5,3 GHz	besser ► 1692	besser ► 15547	besser ► 607	174	32/168 (261)
Core i7-11700K	8+HT / 3,6 / 5,0 GHz	1595	14936	590	176	29/169 (251)
Core i5-11600K	6+HT / 3,9 / 4,9 GHz	1557	11183	443	226	33/164 (257)
Ryzen 9 5900X	12+SMT / 3,7 / 4,8 GHz	1639	22437	876	120	37/178
Ryzen 7 5800X	8+SMT / 3,8 / 4,7 GHz	1599	15514	584	147	36/185
Ryzen 5 5600X	6+SMT / 3,7 / 4,6 GHz	1545	11255	439	233	35/113
Core i9-10900K	10+HT / 3,7 / 5,3 GHz	1363	16295	789	162	17/169 (322)
Core i7-10700K	8+HT / 3,8 / 5,1 GHz	1280	12185	604	197	16/168 (290)
Core i5-10600K	6+HT / 4,1 / 4,8 GHz	1287	9328	427	259	15/165 (185)

Office-Benchmark Sysmark 25 besonders gut ab.

Bei 3D-Spielen profitieren vor allem die kleineren Rocket-Lake-Cpus wie der Core i5-11600K von der neuen Architektur. Die Bildrate bei Full-HD-Auflösung klettert um bis zu 22 Prozent, sofern die Grafikkarte nicht limitiert. Der Core i9-11900K kommt bei Metro Exodus und Shadow of the Tomb Raider aber nur knapp über das Niveau des Vorgängers und schafft es deshalb nicht an den Ryzen 5000 vorbei. Deren Stärke sind die riesigen Level-3-Caches von 64 beziehungsweise 32 MByte statt 16 MByte. Hier spielt AMD seinen Fertigungsvorteil aus, weil der Hersteller mit 7- statt 14-Nanometer-Technik deutlich mehr Speicherzellen pro Chipfläche unterbringen kann.

## Enges Rennen

Bei Multithreading-Anwendungen, wozu unter anderem Rendering-Programme wie Cinebench und Blender, der Videoencoder Handbrake, das Kompilieren eines Linux-Kernels mit KCbench sowie der Gleitkomma-Benchmark Flops zählen, muss sich der Core i9-11900K fast durchweg dem Core i9-10900K geschlagen geben, weil letzterer schlichtweg zwei CPU-Kerne mehr bietet. Mit dem Achtkerner Ryzen 7 5800X liefert sich der schnellste Rocket-Lake-Chip in dieser Disziplin ein Kopf-an-Kopf-Rennen, wobei der AMD-Prozessor aber rund 100 Euro günstiger ist. Beim Core i5-11600K und Ryzen 5 5600X ist das Verhältnis umgekehrt. Bei fast identischer Leistung kostet die Intel-CPU 60 Euro weniger.

Zum Vergleich der Effizienz haben wir jeweils die Energiemenge in Wattstunden für das Rendering der Classroom-Szene in Blender mit dem Core i5-11600K und dem Ryzen 5 5600X gemessen. Dabei zeigt sich der immense Vorsprung AMDs in der Fertigungstechnik: So benötigte das Ryzen-Gesamtsystem für diese Aufgabe 18,3 Wh, während der PC mit dem Rocket-Lake-Sechsckerne über 50 Prozent mehr Energie schluckt (28,9 Wh).

Eine Besonderheit beim Speicherzugriff ist, dass der Speichercontroller bei allen Rocket-Lake-Prozessoren mit Ausnahme des Core i9-11900K(F) DDR4-3200-RAM nur im sogenannten Gear-2-Modus ansteuern kann. Das bedeutet, der RAM-Controller arbeitet dabei nur mit halber Taktfrequenz (800 statt 1600 MHz), wodurch sich die Latenzen verlängern. Maximaltempo im 1:1-Betrieb (Gear 1) ist DDR4-2933.

## Core i-11000: Benchmarks

Prozessor	Handbrake 1080p30 [fps]	KCBench [s]	Sysmark 25	Metro Exodus, Full HD, normal [fps]	Shadow o. t. Tomb Raider, Full HD, hoch [fps]
	besser ▶	◀ besser	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Core i9-11900K	65	71	1798	192	175
Core i7-11700K	65	72	1733	182	170
Core i5-11600K	56	92	1688	177	160
Ryzen 9 5900X	79	50	1681	193	196
Ryzen 7 5800X	67	70	1690	199	177
Ryzen 5 5600X	59	88	1645	197	179
Core i9-10900K	63	67	1613	186	172
Core i7-10700K	56	80	1546	148	159
Core i5-10600K	47	105	1416	153	137

In der Praxis hängt die Speicheransteuerung aber vom Mainboard ab. Das Board Asus ROG Maximus XIII Hero in unserem Testsystem betrieb von sich aus den Core i7-11700K und den Core i5-11600K im Gear-1-Modus mit DDR4-3200. Ohne dass es dabei zu Instabilitäten kam. Testweise haben wir die beiden Betriebsarten miteinander verglichen: Performance-Einbußen gab es mit halbem Controller-Takt nur bei 3D-Spielen, die stark auf Speicherlatenzen reagieren. Die Bildrate lag im Gear-2-Modus um 5 bis 8 Prozent niedriger.

## Eingeschränkt tauglich

Ein Update haben nicht nur die Rechenwerke, sondern auch die umliegende Plattform erhalten [2]. Die Rocket-Lake-Cpus stellen nun 20 PCI-Express-4.0-Lanes bereit, sodass zusätzlich zur Grafikkarte eine M.2-SSD mit vier Leitungen angebunden werden kann. Im Test mit einer Samsung SSD 980 Pro erreichten wir einen Durchsatz von 6,8 GByte/s, was dem erwarteten Wert entspricht. Auf die weiteren Funktionen der Serie-500-Chipsätze gehen wir im Mainboard-Test in einer der nächsten Ausgaben ein.

Wer einen Prozessor vom Typ Core i-11000 in einem Serie-400-Board betreiben will, muss aufpassen: Auf Mainboards mit H410- und B460-Chipsatz laufen die Rocket-Lake-Cpus trotz LGA1200-Fassung überhaupt nicht. Für Z490- und H470-Platinen ist zunächst ein BIOS-Update notwendig. Aber selbst dann lassen sich einige neue Prozessorfunktionen der Core i-11000 wie PCI Express 4.0 und HDMI 2.0 nicht nutzen.

## Fazit

Es ist selbst für erfahrene Hardware-Redakteure erstaunlich, was Intel aus der

begagten 14-Nanometer-Technik noch einmal rausgeholt hat. Hätte Intel, wie ursprünglich geplant, die Cypress/Sunny-Cove-Rechenwerke schon vor rund zwei Jahren und nicht erst jetzt gebracht, wäre es für AMD erheblich schwerer geworden. Mit den Core i-11000 kann Intel zumindest im mittleren Preissegment gleichziehen. Den High-End-Varianten der Ryzen 5000 mit mehr als acht Kernen kann Intel aber auch mit Rocket Lake nichts entgegensetzen.

Schaut man etwas genauer hin, merkt man der 11. Generation der Core-i-Prozessoren an, dass es sich um ein Plan-B-Produkt handelt. Zwar schließt Intel vor allem bei den Schnittstellen einige klaffende Lücken. Es fehlt allerdings der letzte Schliff, was sich am Gear-2-Modus der Speichercontroller oder beim in letzter Sekunde eingeführten neuen Turbo Adaptive Boost zeigt. Die günstigeren neuen Core-i-11000-Cpus für unter 350 Euro bieten derzeit trotzdem das bessere Preis/Leistungs-Verhältnis als vergleichbare Ryzen-5000-Typen und sind für Allround- und Gaming-PCs eine gute Wahl. Interessenten sollten sich aber im Klaren sein, dass Rocket Lake nur ein Übergangsprodukt ist, denn noch vor dem Jahreswechsel sollen die in 10-Nanometer-Technik gefertigten Nachfolger Alder Lake für die Fassung LGA1700 mit Hybrid-Architektur, doppelt so vielen Kernen sowie PCI Express 5.0 und DDR5-RAM kommen.

(chh@ct.de) 

## Literatur

- [1] Christian Hirsch, 14-nm-Abschied, Core-i-11000-Prozessoren für Desktop-PCs, c't 8/2021, S. 36
- [2] Christian Hirsch, Rocket-Lake-Vorbote, Mainboard Asrock Z590 Extreme mit Serie-500-Chipsatz, c't 7/2021, S. 68



# Mauskunft

## Mehr Tasten, mehr Auflösung: Office-Mäuse on Steroids

**Die neue Generation der Office-Mäuse protzt mit Ergonomie, mehr Tasten und hoher Auflösung. Bringt das alles was fürs lange Arbeiten mit den mausgrauen Klick-Geräten? Denn Mausgrauen wegen Hand-, Arm- und Schulterbeschwerden wäre Käse.**

**Von Michael Link und Rudolf Opitz**

**D**er gemeine Homo sapiens laborensis benutzt am Computer im Schnitt während der Hälfte der Zeit eine Maus – halb so lang wie eine Tastatur. Die meisten Menschen widmen dem Knubbel unter der Hand beim Kauf aber so gut wie keine Aufmerksamkeit, obwohl die richtige Maus für schnelleres und ermüdungsärmeres Arbeiten sorgt.

Wer hauptsächlich mit dem Browser im Internet unterwegs ist, spart mit Tasten auf der Maus Zeit beim Vor- und Zurückblättern. Office- und besonders Excel-Athleten scrollen mit einem seitlich kippbaren Mausrad bequem über mehrere Spalten hinweg, was Mauswege

oder Tastendrücke spart. In vielen Führungsetagen sind Lasermäuse gern gesehen, denn sie funktionieren auch auf repräsentativen Glastischen. Eine schnelle Umschaltung der Auflösung der Mausbewegung ist wiederum fürs Kreative und Gaming gleichermaßen interessant.

Aber braucht eine Maus 16.000 dpi Auflösung? Was bringt ein superleichter Flitzer auf Mausmatten im Homeoffice? In einer Serie testet die Redaktion zuerst Office-Mäuse, in einem der nächsten Hefte folgen die technisch anspruchsvolleren Gaming-Mäuse und dann kommen spezielle Maus-Bauformen dran.

Im Test sind Mäuse von 10 bis 110 Euro: Die günstige Amazon-Standardmaus, die Cherry MW8 Ergo, die Hama MW-600, die HP 280 Silent Wireless sowie zwei Logitech-Modelle (MX Anywhere, MX Master 3) und drei Microsoft-Mäuse: die Bluetooth Mouse, die Bluetooth Ergonomic sowie die Bluetooth Precision Mouse und die Razer Pro Click Ergonomic.

### Leuchten statt rollen

Ganz früher verstand man unter dem Wort Maus nur kleine und befehlte Tiere mit einer zugeschriebenen Vorliebe für Käse und Angst vor Katzen. Die Erfindung der Computermaus – sie wurde 1967 patentiert – machte für viele Menschen den Computer zugänglicher. Die Grundidee hat sich nicht geändert. Ein Sensorelement überträgt die Bewegungen eines Handgerätes, das auf einer glatten Oberfläche herumgeschoben wird, auf ein Zeigerelement am Bildschirm. Mit Tasten lassen sich Befehle auslösen. Zunächst brauchte man spezielle Mausmatten, die es dem Sensor erleichterten, Bewegungen zu erfassen. Die Älteren unter uns erinnern sich daran, wie man ab und zu die Rollkugel aus der Maus holen und die innenliegenden Walzen entflusen musste. Noch Ältere haben auch regelmäßig Schleifkontakte gewechselt.

Die Mäuse aus der Generation Z sind toleranter geworden: Kugeln und Mechaniken wurden durch optische Sensoren ersetzt. Aktuelle kommen auch mit fein strukturierten, glatten und einfarbigen Oberflächen gut zurecht. Lasermäuse funktionieren darüber hinaus auf Glastischen. Im c't-Labor testeten wir Mäuse auf verschiedenen Oberflächen. Dabei schaffte die Microsoft Precision Maus mit ihrem BlueTrack-Sensor am besten ab. Sie funktionierte auf Mausmatten aller Art, Glastischen unterschiedlicher Dicke und selbst auf einem Spiegel. Ähnlich gut waren beide Kandidaten von Logitech, die MX Master 3 und MX Anywhere, die jedoch trotz Sensoren mit Dunkelfeldmikroskopie-Technik in einem Spiegel als Untergrund einen unüberwindlichen Endgegner fanden.

Ein Problem vergangener Mausgenerations: Bei manchen farbigen Flächen versagte der Sensor. Daher testete die Redaktion auch bunte Mausmatten und glänzende mit einlaminiertem Foto. Nur bei der Hama MW-600 blieb der Mauspfeil

**Die Logitech MX Master 3 besitzt ein Extra-Scrollrad nur für seitliches Scrollen, etwa in Tabellen.**



gelegentlich hinter den Erwartungen zurück.

### Völlig aufgelöst

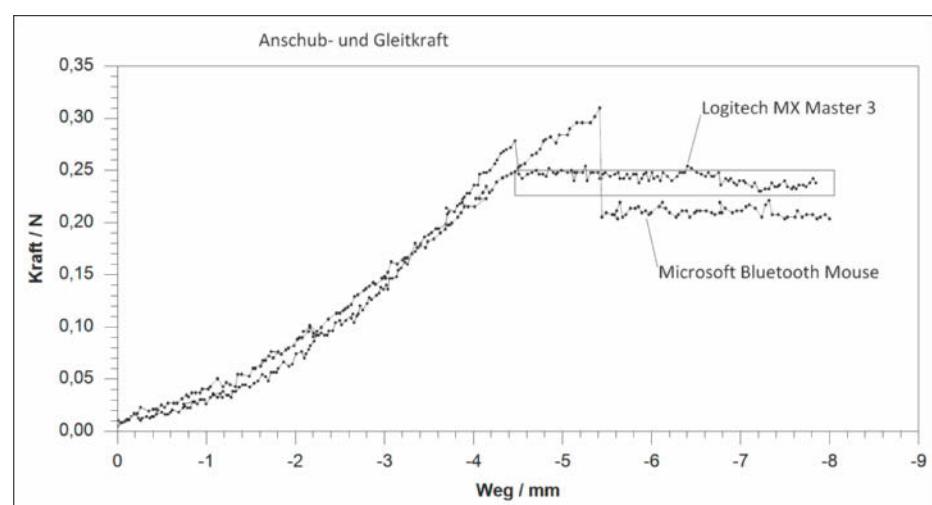
Auch bei Mäusen wollen Hersteller die Käufer mit dem ewigen Zaubermittel großer Zahlen beeindrucken: je mehr dpi, desto sauser die Maus! Das ist zwar nicht falsch, aber für Auflösungen von mehr als 4000 dpi gibt es kaum sinnvolle Anwendungsfälle. Aber was ist überhaupt ein sinnvoller dpi-Wert und was besagt er bei Mäusen?

Die Auflösung der Maus gibt an, wie empfindlich sie auf Bewegungen reagiert. Konkret verrät die Angabe in dpi (dots per inch), um wie viele Pixel sich der Mauszeiger bewegt, wenn man die Maus um einen Zoll (2,54 Zentimeter) bewegt. Selbst einfache Büromäuse legen auf dieser Distanz 1000 Pixel auf dem Display zurück. Bewegt man die Maus horizontal um knapp fünf Zenti-

meter, wandert der Zeiger von einer Seite eines Full-HD-Displays (1920 × 1080 Pixel) zur anderen.

Zum Vergleich: Alte Modelle schaffen etwa 400 dpi. Die waren allerdings für VGA-Monitore mit weitaus weniger Pixeln gedacht. In beiden Fällen reicht die Auflösung für ein bequemes Hin und Her auf dem Display. Die benötigte Auflösung hängt also stark von der Auflösung des Bildschirms ab und nicht von seiner Größe.

Bei Detailfummelkram etwa in der Fotobearbeitung ist – was erst mal komisch klingt – eine niedrige Auflösung besser, weil sie die Mausbewegungen niedriger übersetzt, man also feiner manövriert. Und wer im Gegenteil den Mauspfeil flott von einer Seite des Bildschirms zur anderen scheuchen muss, will eine höhere Auflösung, sonst braucht man viel Platz und schiebt sich einen Wolf. Wer die Maus nur aus dem Handgelenk führt, benötigt



**Im Kraft-Weg-Diagramm wird ersichtlich, dass die Microsoft Bluetooth Mouse zwar mehr Kraft benötigt, bis sie ins Gleiten kommt, aber beim Gleiten etwas leichtgängiger ist als die Logitech MX Master 3.**



**Die Hama MW-600 hat zwei Funk-Dongles: einen mit USB-A- und einen mit USB-C-Anschluss unterm Batteriefachdeckel.**

bei einem Full-HD-Monitor nicht mehr als 1500 bis 2000 dpi, bei einem 4K-Display reichen 4000 dpi. In Summe: Mit hohen dpi-Zahlen werben die Hersteller zwar gerne, aber eine 8000-dpi-Maus dürfte selbst für Ultra-Wide-Displays mit über 5000 Pixeln in Horizontalrichtung völlig ausreichen.

Die Sensoren aktueller Mäuse schaffen besonders im Gaming-Sektor gleichwohl 12.000, 16.000 oder sogar 25.000 dpi. Bei einer Auflösung 16.000 dpi reicht eine Bewegung von 0,6 Zentimetern, um von einer Seite eines 4K-Bildschirms zur anderen zu kommen – für Gamer vielleicht sinnvoll. Doch genaues Positionieren im Office-Betrieb ist so nicht mehr möglich. Daher haben fast alle Gaming-Mäuse und immer mehr Büromodelle Tasten zum schnellen Wechseln der Auflösung, die den Umweg über Einstellmenüs überflüssig machen. Oft reichen zwei Stufen; die vielfach zu findenden vier oder fünf Stufen erscheinen uns überflüssig, weil das Umstellen zu viele Klicks erfordert. Einige Gaming-Mäuse haben außerdem sogenannte Sniper-Tasten, die beim Gedrückthalten die Auflösung zum Zielen auf 400 dpi reduzieren – bei Excel, Word & Co. unnötiger Firlefanz.

Gelegentlich betreiben Hersteller die optischen Sensoren außerhalb ihrer Spezifikation. Der Sensor PAW3805EK ist laut Datenblatt nur mit 3000 dpi Auflösung



### Amazon Basics

Allzu groß ist es nicht, das Amazon-Zeigegerät für schlappe zehn Mäuse. Sie wiegt wenig und schiebt sich leicht. Zum Klicken braucht man kaum Kraft. Dass nicht viel Technik im Gehäuse ist, zeigt sich auch im Mangel an Funktionen. So fehlen beispielsweise die Seitentasten. Sie bietet nur das Nötigste: Links- und Rechtsklick sowie ein Mausrad – mehr hat die Kabelmaus nicht zu bieten. Die Sensorauflösung von 1000 dpi dürfte auch in Verbindung mit der Extrapolation durch Windows und andere Betriebssysteme aber vielfach genügen. Mit glänzenden oder spiegelnden Untergründen kam die Maus im Test nicht gut zurecht.

- ➔ leicht
- ➡ keine Seitentasten
- ➡ schlecht auf Glas/Spiegel

angegeben, wird aber in der Cherry MW8 mit bis zu 3200 dpi etwas überreizt. Eine zu geringe Auflösung ist aber tatsächlich gar kein Problem, denn auch uralte Mäuse mit hardwareseitig geringen Sensorauflösungen lassen sich im Mausmenü der Betriebssysteme per Temporegler so dopen, dass sie auf dem Display genauso flink unterwegs sind wie dpi-hochgezüchtete Exemplare.

Im gleichen Menü gibt es auch eine Option, die Mauszeigergeschwindigkeit dynamisch zu regeln: Bewegt man die Maus langsam, kann man zielgenau positionieren, bewegt man sie schnell, erkennt der Treiber die Beschleunigung und lässt den Zeiger schneller über den Bildschirm flitzen. Beim Arbeiten ist das praktisch, aber besonders Gamer schalten diese Option ab, wenn Bewegungen und Beschleunigungen eins zu eins umgesetzt werden sollen.



### Cherry MW8 Ergo

Die Cherry-Maus hat Metall im Mausrad. Trotz ihres höheren Gewichts gleitet sie leicht und mit wenig Kraftaufwand. Zum Klicken muss man sich etwas mehr anstrengen als bei den meisten anderen Mäusen im Test – auch legen Finger dabei einen vergleichsweise langen Weg zurück. Der laut Datenblatt leicht überreizte Sensor PAW3805EK ist ohne Extra-Software per Taster auf der Oberseite der Maus in vier Auflösungen schaltbar. Spiegel und reflektierende Oberflächen überforderten sie. Für die Verbindung zum Rechner stehen Bluetooth und ein proprietärer Funk-Dongle zur Verfügung, zwei Verbindungen lassen sich dauerhaft einrichten.

- ➔ Auflösung direkt umschaltbar
- ➔ gleitet leicht
- ➡ klickt minimal schwergängig

### Liegt in der Hand

Stundenlanges tägliches Klicken und Herumschieben der Maus kann Krankheiten wie das RSI-Syndrom (Repetitive Strain Injury) bewirken, bei dem Schmerzen bis in den Schulterbereich auftreten. Auch Sehnenscheidenentzündungen sowie das Karpaltunnelsyndrom möchte man vermeiden. Handballenauflagen schaffen etwas Abhilfe, sodass das Handgelenk nicht so stark abknickt. Auch spezielle Ergo-Mäuse sorgen für eine natürlichere Handhaltung. Man kann aber auch bei gewöhnlichen Modellen schon viel erreichen, wenn man Mäuse auswählt, die sich leicht schieben und klicken lassen und bei denen die Tasten sich leicht erreichen lassen, wenn man sie in der gewohnten Maushaltung betreibt.

Mäuse mit mehr als 125 Millimeter Auflagelänge eignen sich gut fürs Führen



## Hama MW-600

Die gedrungen wirkende Hama MW-600 hat zwei Funk-Dongles: einen mit USB-A-Stecker und einen mit USB-C, die beide zum Transport im Gehäuse der Maus Halt finden. Strom bekommt sie aus einer AA-Zelle, daher hat sie kein Anschlusskabel. Die Oberseite ist etwas schräg nach vorn gekippt, die Seiten-tasten klickt man mit dem Daumenknöchel, was im Test gut funktionierte. Ohnehin klickt die Maus sehr leise und mit wenig Kraftaufwand. Ebenso leicht gleitet sie auf der Matte. Mit Ausnahme von Stoffmatten funktionierte der ohne Software in der Auflösung vierstufig justierbare Sensor auf allen Test-Oberflächen eher ruckelig.

- klickt leicht und leise
- Auflösung direkt umschaltbar
- ruckelt auf vielen Oberflächen



## HP 280 Silent Wireless Mouse

Wie der Name andeutet: Die HP-Maus klickt leise, allerdings nicht besonders leicht. Die Abdeckung oben ist aus flexiblem Kunststoff und in dem einteiligen Guss sind auch die Stößel für die Schalter der Maus enthalten. Beim Klicken stellt sich somit ein leicht wacklig-teiges Gefühl ein. Ein Vorteil der ungewöhnlichen Bauweise: Sowohl Akku als auch Funk-Dongle sind leicht erreichbar. Die Auflösung des Sensors beträgt 1300 dpi, die Übersetzung des Mauslaufs lässt sich nur im Betriebssystem einstellen. Die Maus bietet nur die nötigsten Funktionen. Wegen ihrer symmetrischen Bauweise ist sie dafür linkshändertauglich.

- klickt sehr leise
- klickt etwas unpräzise
- spartanische Bedienung



## Logitech MX Anywhere

Die MX Anywhere ist die leichtere und mobilere Variante der Master 3. Wie diese hat sie einen nicht austauschbaren Lithium-Polymer-Akku, der für rund 70 Tage Betrieb reicht. Das Mausrad ist magnetisch gelagert und dreht sich leicht. Die MX Anywhere rutscht und klickt sich noch leichter als das Schwesternmodell. Der Darkfield-Sensor verlangt aber guten Kontakt zum Untergrund. Wenn der Sensor im Test um mehr als 1,6 Millimeter von der Matte abhob, sprang der Cursor. Etwas unpraktisch: Die Maus hat kein Fach für den USB-Dongle. Man kann die Maus aber mit bis zu drei Geräten koppeln, auch per Bluetooth.

- viele Kopplungsmöglichkeiten
- empfindlicher Sensor
- Akku nicht austauschbar

mit der ganzen Hand – im Mausdeutsch der Hersteller „Palm“ genannt. Kürzere werden gewöhnlich mit den Fingerspitzen („Finger“) oder Fingerknöcheln („Claw“) domptiert. Die gemessenen Auflängen und Haltungsempfehlungen finden Sie in der Testtabelle. Paradoxerweise hat ausgerechnet der Trend zur ergonomischen Gestaltung von Mäusen Linkshändermäuse beinahe ausgerottet. Schon die seitlichen Blättertasten an sonst symmetrischen Mäusen sind links, also für Dauern oder Zeigefinger der rechten Hand gemacht.

Damit Mäuseschieben nicht in Arbeit ausartet, sind die Füße in der Regel aus Teflon (PTFE) oder einem ähnlich gleitfreudigen Kunststoff. Bei den Kräften, die zum Anziehen und Gleiten der Maus auf einer Mausmatte nötig sind, gibt es fühlbare Unterschiede, die wir im c't-Labor messtechnisch erfasst haben.

Man würde erwarten, dass leichte Mäuse leichter zu schieben sind. Doch die Größe und Qualität der Gleitflächen bestimmt das Bild noch mehr. Bei der mit 78 Gramm sehr leichten Maus von Amazon ist auf einer Mausmatte aus Stoff nur eine Kraft von 70 Millinewton nötig, um sie anzuschieben – und 50 Millinewton, um sie in Bewegung zu halten. Das entspricht einer Masse von etwa 7 beziehungsweise 5 Gramm, die auf die Maus einwirkt. Die Microsoft Bluetooth Mouse ist genauso schwer wie die von Amazon, nahm sich mit einer Anziehkraft von 320 Millinewton sowie 220 Millinewton fürs Gleiten aber beinahe wie ein Bremsklotz aus. Bei Gaming-Mäusen liegen hin und wieder Austausch-Pads dabei, fehlen sie – wie bei Office-Mäusen – kann man Glide-Tape kaufen und damit den Flutschfaktor verbessern.

Auch leichtgängige Maustasten erleichtern die Mausarbeit. Zum Messen der

Kräfte vom Auflegen der Finger bis zum Klick kamen die Mäuse erneut auf die Folterbank. Zum Klicken musste man von 150 Millinewton bei der Amazon Basic-Maus bis 460 Millinewton bei der Microsoft Bluetooth Mouse aufwenden. Gleichzeitig maßen wir den Weg, den der mechanische Klickfinger zurücklegte. Bei den meisten Mäusen betrug er rund 0,7 Millimeter, also weniger, als man fürs Tippen auf einer Tastatur gewöhnlich benötigt. Kürzere Hübe wiesen die Hama MW-600, die Razer Pro Click sowie die Logitech-Testkandidaten auf. Bei allen Mäusen ermittelten wir zusätzlich, wie viele Klicks die Mechanik der Maustasten in einer bestimmten Zeit zulässt. Mit allen Mäusen erreichten wir rund zehn Klicks pro Sekunde, wofür uns – abgesehen von Spielen – kein sinnvoller Nutzen mehr einfiel.

Wichtiger ist im Büro, wie laut eine Maus klickt. Richtig laut war im Test die



### Logitech MX Master 3

Die MX Master 3 ist die schwerste Maus im Test. Und dennoch fast die leichtfüßigste, wenn man sie auf der Matte herumschubst. Sie klickt sich leicht und kurzhubig. Je nach Schwung ändert sich die Übersetzung des Mausrads. Übertrieben fein sind die 77 Abstufungen für Auflösungen bis zu 4000 dpi. Zum Einstellen braucht man die ressourcenfressende Software Options. Damit weist man Tasten auch anwendungsspezifische Funktionen zu und bestimmt, was die Gestensteuerung per Daumendruck bewirken soll. Der herstellereigene Sensor nimmt Anleihen aus der Dunkelfeld-Mikroskopie und kam im Test mit vielen Oberflächen – Spiegel ausgenommen – zurecht.

- Gestensteuerung
- klickt leicht und mit wenig Hub
- Akku nicht austauschbar



### Microsoft Bluetooth Mouse

Als eine von wenigen Mäusen ist die kleine Microsoft Bluetooth Mouse spiegelsymmetrisch, also auch für Linkshänder geeignet. Was bei dieser Maus heißt, dass sie keine Seitentasten hat. Sie braucht zum Betrieb eine AA-Zelle, hat kein Kabel und wird per Bluetooth gekoppelt. Das geht nur, wenn der PC Bluetooth an Bord hat, denn ein Dongle dafür liegt nicht bei. Der nicht näher spezifizierte Sensor lässt sich über das Maus- und Tastaturcenter von Windows achtstufig von 400 bis 1800 dpi justieren. Glänzende und spiegelnde Flächen brachten ihn ins Grübeln. Beim Klicken musste man mit mehr Kraft und längrem Hub deutlich robuster zu Werke gehen.

- klein und Linkshänder-tauglich
- keine Seitentasten
- klickt etwas schwer



### Microsoft Bluetooth Ergonomic Mouse

Ungewöhnlich ist die Daumenauflage der Ergonomic Mouse. Bei großen Händen reicht der Platz auf der Maus aber trotzdem nicht für den kleinen Finger. Die Microsoft-Maus rutscht leicht und klickt sich mit wenig Kraft, macht dabei aber etwas laute Geräusche. Der Sensor löst elfstufig einstellbar bis zu 2400 dpi auf. Für die Verbindung braucht man Bluetooth, ein Dongle liegt nicht bei. Die Maus hat zwar Seitentasten, das Scrollrad lässt sich aber nicht kippen. Der Vorgänger hatte noch eine Ladebuchse, die beim aktuellen Modell fehlt. Zwei AA-Batterien sollen die Maus bis zu 15 Monate lang versorgen.

- praktische Daumenauflage
- klickt leicht, aber etwas laut
- kein Bluetooth-Dongle mitgeliefert

Microsoft Bluetooth Ergonomic; Leistetrenner waren die Hama MW-600, die Razer Pro Click Ergonomic sowie die HP 280 Silent Wireless. Für jede Maus finden Sie Klangbeispiele über ct.de/ydpt.

#### Tasten und Rollen

Ab Werk erkennen Betriebssysteme wie Windows oder Linux neun Maus-Events: Klicks der linken und rechten Maustaste, Klicks auf das Mausrad, das Drehen nach oben und nach unten sowie das links- sowie rechtsseitiges Kippen desselben. Sie bewirken seitliches Scrollen etwa in Tabelllenblättern von Excel und Calc. Bei macOS öffnen sie in Safari einen neuen Tab im Browser.

Zwei weitere Tasten wurden bereits erwähnt: Sie sind meistens seitlich an der Maus zu finden und werden mit dem Daumen oder Zeigefinger bedient. Sie

sind für Sonderfunktionen wie das Zurück- oder Vorblättern im Browser zuständig. Das spart viel Mausschubserie nach links oben und zurück.

Weitere Tasten sind ohne hersteller-spezifische Treiber so nutzlos wie Wahlversprechen. Bei der Logitech Master 3 ist das Mausrad zwar nicht kippbar, stattdessen hat sie fürs horizontale Scrolling ein eigenes Scrollrad auf der linken Seite der Maus.

Wie bereits beim Test von Tastaturen fiel bei Logitech und Razer ein Software-Ballast von mehreren hundert Megabyte auf. Windows erkennt Microsoft-Mäuse und passt ihre Einstellungen im Maus- und Tastaturcenter an. Mit der Hersteller-software lassen sich unter anderem die beiden Sondertasten anwendungsspezi-fisch mit Funktionen belegen. Mit Micro-soft-Mäusen kann man beispielsweise bei

einer Zoom-Konferenz das Mikro ein- und ausschalten, bei Logitech fehlt diese Möglichkeit. Im Browser wiederum blättern die gleichen Tasten vor- und zurück. Doch die Software ist auch für Banalitäten wie die Änderung der Auflösung nötig. Fragwürdig: Logitech und Razer drängen den Nutzern der Software ein Benutzerkonto auf. Besonders Razer drückt hartnäckig in diese Richtung. Überdies verlangt Razer bei Windows-Rechnern überflüssige System-Neustarts. Ein Trost: Optionen zur Übertragung von Telemetriedaten, um „das Benutzer-erlebnis zu verbessern“, waren bei keiner Software aktiviert.

Was das Betriebssystem selbst nicht an Funktionen bereitstellt, lässt sich pro-blemlos ohne verfettete Software und erst recht ohne Benutzerkonto steuern. Das zeigen auch zwei Mäuse im Testfeld, näm-



# 2. PRODUCT OWNER DAY

So geht agiles Produktmanagement besser

29. April 2021 ONLINE

Jetzt  
Tickets  
sichern!

Antworten auf die wichtigsten Herausforderungen  
für Product Owner und Produktmanager

- ⌚ Wann werden wir fertig? Ist Lean Forecasting die Alternative zu Schätzungen?
- ⌚ Wie helfen agile Produkt-Roadmaps beim Produktmanagement?
- ⌚ Wie hängen Roadmap, Produktvision und Product Backlog zusammen?
- ⌚ Das Big Picture im ganzen Team schaffen – Erfahrungen mit Story Mapping
- ⌚ Wie Wardley Maps dazu beitragen, eine Produktstrategie zu visualisieren und zu vermitteln
- ⌚ Alle wollen User Research, aber wieso eigentlich den Kunden fragen?

heise Developer



dpunkt.verlag

in Kooperation mit



+++ Außerdem 1-Tages-Workshops am 28. und 30. April sowie am 3. und 4. Mai +++

[pod.bettercode.eu](http://pod.bettercode.eu)



### Microsoft Precision Mouse

Die Microsoft Precision Mouse ist schon etwas betagt. Sie rannte aber den anderen Mäusen auf jedem Geläuf davon, sogar auf einem Spiegel funktionierte sie noch ruckelfrei. Anders als die getesteten Konzernkollegen hat sie einen fest eingebauten Lithium-Polymer-Akku, ein passendes USB-Kabel mit Micro-Stecker fehlt trotz des hohen Preises für die Maus. Das Mausrad ist per Schalter auf der Maus zwischen rastendem und stufenlosen Lauf umschaltbar. Die Auflösung des Sensor lässt sich unter Windows im Maus- und Tastaturcenter zwischen 400 und 3200 dpi regeln. Dort lassen sich auch die Tasten anwendungsspezifisch belegen.

- ⬆️ gut auf glänzenden Oberflächen
- ⬆️ Mausrad-Rastung umschaltbar
- ⬇️ kein Ladekabel mitgeliefert



### Razer Pro Click Ergonomic

Razer ist im Gaming-Sektor zu Hause. Das merkt man der brav wirkenden Pro Click Ergonomic nicht an. Sie ist gut ausgestattet und mit bis zu vier Geräten per Bluetooth oder Funk koppelbar – und sie funktioniert auch mit angestöpseltem Ladekabel für den nicht wechselbaren Lithium-Polymer-Akku. Die umständliche dpi-Umschaltung per Mausrad beziehungsweise dpi-Taste gefiel nicht. Denn dazu braucht man die füllige Synapse-Software, die zu einem unnötigen Online-Konto drängte. Ein seitliches Scrollen lässt sich nur in der Software einstellen und darin fehlt die eigentlich selbstverständliche Funktion, dass sich das Scrollen fortsetzt, solange man das Mausrad gekippt lässt.

- ⬆️ klickt leicht
- ⬆️ funktioniert auch mit USB-Kabel
- ⬇️ aufgeblähte Synapse-Software

lich die Cherry-Maus MW8 Ergo sowie die Hama MW-600. Sie schalten per dpi-Taste die Auflösung mit Bordmitteln um, die Intelligenz dazu steckt in der Firmware der Maus. Auch die wahlweise rastende oder stufenlose Drehung des Mausrades lässt sich elektromechanisch regeln, was wir bei einigen Mäusen auch umgesetzt fanden.

#### Lang lebe die Maus!

Nur eine der getesteten Mäuse, die Amazon Basics, kommuniziert nur per USB-Kabel mit dem Rechner. Die anderen tun das per Funk, und zwar verschlüsselt per Bluetooth oder mithilfe eines USB-Funk-Dongles am Computer. Funk-Dongles benutzen herstellerspezifische Verfahren, sind also nicht universell verwendbar – im Gegensatz zu Bluetooth. Die Cherry MW8,

die beiden Logitech-Mäuse sowie Razer Pro Click Ergonomic bieten beide Funktechniken. Bluetooth bietet insbesondere bei Notebooks den Vorteil, dass man keinen der notorisch knappen USB-Steckplätze mit einem zudem beim Transport abbruchgefährdeten Dongle verschwenden muss.

Fünf der Mäuse haben einen fest eingebauten Lithium-Polymer-Akku, der sich nicht wechseln lässt. Wenn der Akku nach ein paar Jahren nur noch unbrauchbare Laufzeiten bietet oder gar ganz ablebt, kann man die Maus also nur noch entsorgen, wenn sie keinen Betrieb am Kabel erlaubt. Bei den anderen vier Mäusen droht dieses Schicksal nicht, denn bei ihnen ernährt sich der Mauspfeil vom Besten aus ersetzbaren Mignon- (AA) oder Micro-Zellen (AAA).

### Office-Mäuse

<b>Modell</b>	Amazon Basics – Optische Maus mit 3 Tasten
Hersteller	Amazon
<b>Eigenschaften</b>	
Gewicht (inkl. Kabel / Dongle)	78 g
Größe / Auflagemaß	109 mm × 61 mm × 35 mm / 130 mm
empfohlene Handhaltung	Palm / Finger / Claw
Konnektivität	USB
Kopplungen mit mehreren Geräten	–
Softwareballast (Software / MByte) / Telemetriedaten	– / –
rastendes Mausrad / Horizontalscrolling	✓ / –
Linkshänder-geeignet	✓, spiegelsymmetrisch
Stromversorgung / Verbrauch	USB / < 10 mA
Kabel: Art / Länge (Material) / Kabeltausch möglich	USB-A (Gewebe) / 150 cm / –
ohne Treiber unter Windows / macOS / Linux nutzbare Tasten	4 / 4 / 4
Sensor (Hersteller/Name)	k. A.
dpi-Stufen / per Software / direkt an der Maus	– / – / –
Auflösungen (dpi)	1000 dpi
<b>Messungen</b>	
Kraft für Anziehen / Gleiten	0,07 N / 0,05 N
funktioniert störungsfrei: auf Glas / Milchglas / Spiegel / Fotopapier / Stoffmatten / laminierte Matten	– / – / – / – / ✓ / ✓
Kraft für Klick / Tastenhub	0,15 N / 0,73 mm
Vertikalabstand (Lift-off)	2,1 mm
Polling-Rate: 125 Hz (8 ms), 250 Hz (4 ms), 500 Hz (2 ms), 1000 Hz (1 ms)	125 Hz
komfortable Klickrate (cps-Test)	48
<b>Bewertung</b>	
Bedienung	⊕
Laufegenschaften	⊕⊕
Klickeigenschaften	⊕
Preis	10 €

<sup>1</sup> zu viele Rückler   <sup>2</sup> abschaltbar

Für Gaming-Mäuse werben viele Hersteller mit einer langen Lebensdauer der Schalter – vielfach von Omron stammend. Bei Office-Mäusen spielt das Argument keine Rolle, denn aus unserer Sicht sind ohnehin die aus Kunststoff gemachten Stößel, die auf die Schalter drücken, schneller verschlissen als die Schalter.

Völlig überwertet ist auch eine besonders niedrige Latenz. Sie besagt, wie schnell sie etwa einen Klick oder eine Richtungsänderung beim Schieben an den angeschlossenen Computer übermitteln. Nach einigen Stichproben, in denen wir die Mäuse zerlegt und die Laufzeitunterschiede zwischen Sensor und USB-Schnittstelle gemessen haben, haben wir mit rund

	MW8 Ergo	MW-600	280 Silent Wireless Mouse	MX Master 3	MX Anywhere	Bluetooth Mouse	Bluetooth Ergonomic Mouse	Precision Mouse	Pro Click Ergonomic
Cherry	Hama	HP	Logitech	Logitech	Microsoft	Microsoft	Microsoft	Microsoft	Razer
142 g	88 g	94 g	168 g	118 g	78 g	112 g	138 g	148 g	
119 mm × 78 mm × 35 mm / 140 mm	104 mm × 69 mm × 43 mm / 120 mm	110 mm × 71 mm × 41 mm / 130 mm	125 mm × 84 mm × 51 mm / 145 mm	100 mm × 65 mm × 34 / 110 mm	100 mm × 57 mm × 38 / 115 mm	118 mm × 76 mm × 43 / 135 mm / –	123 mm × 78 mm × 44 / 142 mm / –	127 mm × 80 mm × 46 mm / 145 mm	
Palm / Finger / Claw	Finger / Claw	Finger / Claw	Palm / Finger / Claw	Finger / Claw	Finger / Claw	Palm / Finger / Claw	Palm / Finger / Claw	Palm / Finger / Claw	
Funk (2,4 GHz) / Bluetooth / USB	Funk (2,4 GHz)	Funk (2,4 GHz)	Funk (2,4 GHz) / Bluetooth	Funk (2,4 GHz) / Bluetooth	Bluetooth	Bluetooth	Bluetooth / USB	Funk (2,4 GHz) / Bluetooth / USB	
zwei Verbindungen (Funk, Bluetooth)	zwei Verbindungen (USB-C / USB-A)	–	drei Verbindungen	drei Verbindungen	–	drei Verbindungen	drei Verbindungen	vier Verbindungen	
– / –	– / –	– / –	Logitech Options (Win 10: 202 MByte / macOS 11: 124 MByte) und Logitech Flow	Logitech Options (Win 10: 202 MByte / macOS 11: 124 MByte) und Logitech Flow	Microsoft Maus- und Tastaturcenter (vorinstalliert)	Microsoft Maus- und Tastaturcenter (vorinstalliert)	Microsoft Maus- und Tastaturcenter (vorinstalliert)	Razer Synapse 3 (369 MByte)	
✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓² / ✓	✓² / ✓	✓ / –	✓ / –	✓² / –	✓ / ✓	
–	–	✓	–	–	✓, symmetrischer Aufbau	–	–	–	
Li-Polymer-Akku (550 mAh) / Ladung 270 mA / Empfänger 10-20 mA	1 × AA-Batterie / Empfänger 20 mA	1 × AA-Batterie, Empfänger 10 mA	Li-Polymer-Akku (eingebaut, 500 mAh) / Ladung 330 mA / Empfänger 10 mA	Li-Polymer-Akku (eingebaut, 500 mAh) / Ladung 330 mA / Empfänger 20 mA	1 × AA-Batterie / –	2 × AAA-Batterien / –	Li-Polymer-Akku (fest, 627 mAh) / Ladung/ Betrieb 340 mA	Ladung 180 mA / Empfänger 20 mA	
USB-A, micro USB (Gewebe) / 96 cm / ✓	kein Kabel anschließbar	kein Kabel anschließbar	USB-A, USB-C (PVC) / 130 cm / ✓	USB-A, USB-C (PVC) / 100 cm / ✓	kein Kabel anschließbar	kein Kabel anschließbar	USB-A, Micro-USB / Kunststoff / ✓	USB-A, Micro-USB (PVC) 190 cm / ✓	
6 / 6 / 6	6 / 6 / 6	4 / 4 / 4	8 / 8 / 8	6 / 6 / 6	4 / 4 / 4	6 / 6 / 6	8 / 8 / 8	7 / 7 / 7	
PixArt / PAW3805EK	k.A.	HP (k.A.)	Darkfield-Laser (k.A.)	Darkfield-Laser (k.A.)	Microsoft (k.A.)	Pixart PAW3228	BlueTrack	5G	
4-stufig / ✓ / –	4-stufig / ✓ / –	– / – / –	77 Stufen / ✓ / –	77 Stufen / ✓ / –	8-stufig / ✓ / –	11-stufig / ✓ / –	11-stufig / ✓ / –	5-stufig / ✓ / –	
600 / 1000 / 1600 / 3200 dpi	1000 / 1500 / 2000 / 2400 dpi	1300 dpi	200 bis 4000 (77 Schritte à 50 dpi)	200 bis 4000 (77 Schritte à 50 dpi)	400 bis 1800 dpi	200 bis 2400 dpi	400 bis 3200 dpi	200 bis 16.000 dpi	
0,17 N / 0,17 N	0,17 N / 0,15 N	0,2 N / 0,16 N	0,28 N / 0,25 N	0,18 N / 0,15 N	0,32 N / 0,22 N	0,21 N / 0,18 N	0,28 N / 0,25-0,29 N	0,24 N / 0,19 N	
– / – / – / ✓ / ✓ / ✓	– / –¹ / – / –¹ / ✓ / –¹ / ✓ / ✓	–¹ / ✓ / – / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –¹ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –¹ / ✓ / ✓ / ✓	– / –¹ / – / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / – / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	–¹ / –¹ / – / ✓ / ✓ / ✓	
0,38 N / 0,88 mm	0,16 N / 0,51 mm	0,32 N / 0,64 mm	0,27 N / 0,50 mm	0,21 N / 0,51 mm	0,46 N / 0,75 mm	0,24 N / 0,73 mm	0,25 N / 0,75 mm	0,21 N / 0,57 mm	
2,5 mm	3 mm	1,8 mm	1,3 mm	1,6 mm	3,5 mm	1,8 mm	1,9 mm	2 mm	
125 Hz	250 Hz	125 Hz	125 Hz	125 Hz	125 Hz	125 Hz	1000 Hz	500 Hz	
51	54	56	52	56	53	54	55	55	
⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕	○	⊕	⊕⊕	⊕⊕	
⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	○	⊕	⊕	⊕	
⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	○	⊕	⊕	⊕⊕	
35 €	26 €	25 €	109 €	90 €	23 €	55 €	109 €	110 €	
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden	k. A. keine Angabe		

10 Millisekunden Versatz so gut wie keine Unterschiede zwischen den Testmäusen festgestellt. Dies war selbst dann so, wenn die Polling-Rate der Mäuse wesentlich über dem völlig ausreichenden üblichen Maß von 125 Hertz lag. Der Wert bestimmt, wie viele Male pro Sekunde die Maus Bewegungsdaten und Klicks an den Rechner liefert. 125 Hertz entsprechen einem maximalen Versatz bis zu 8 Millisekunden, gemittelt landet man anteilig bei der Hälfte. Hinzukommen noch andere Verzögerungen etwa durch langsame Decoder in der Mauselektronik, die Bewegungen in Datenpakete verwandeln, die sich bei aktuellen Mäusen auf insgesamt rund 10 Millisekunden summieren.

Während Bluetooth-Mäuse praktische Vorteile haben, weil sie in der Regel keinen Dongle auf der Gegenseite erfordern, ist ihre technisch maximal mögliche Pollingrate auf 133 Hertz limitiert. Mäuse mit proprietärer Funktechnik erreichen demgegenüber zwar 1000 Hertz, doch auch diese Mäuse konnten die Latenz nicht so sehr senken, dass das im Büro spürbar wird.

## Fazit

Bei der Mauswahl gibts verwirrend viel Auswahl. Es hilft nur der Blick auf die eigenen Arbeitsgewohnheiten, um das Angebot auszulichten. Die bei neueren Modellen hinzugekommenen Seitentasten

sind wertvoll, wenn man viel im Web unterwegs ist oder mit Sonderfunktionen für bestimmte Apps Zeit sparen möchte. Eine dpi-Umschaltung zahlt sich für diejenigen aus, die den Mauspfeil sowohl fein positionieren als auch schnell übers Display scheuchen müssen. Eierlegende Wollmilchmäuse sind drei besonders gut ausgestattete Mäuse: die Cherry MW8, die Logitech MX Master 3 sowie die Razer Pro Click Ergonomic. Wer besonders robuste oder sehr leichtfüßige Mäuse benötigt, sollte einen Blick auf Gaming-Mäuse werfen, der Test folgt im nächsten Heft.

(mil@ct.de) ct

**Soundbeispiele für die Mäuse:** [ct.de/ydpt](http://ct.de/ydpt)

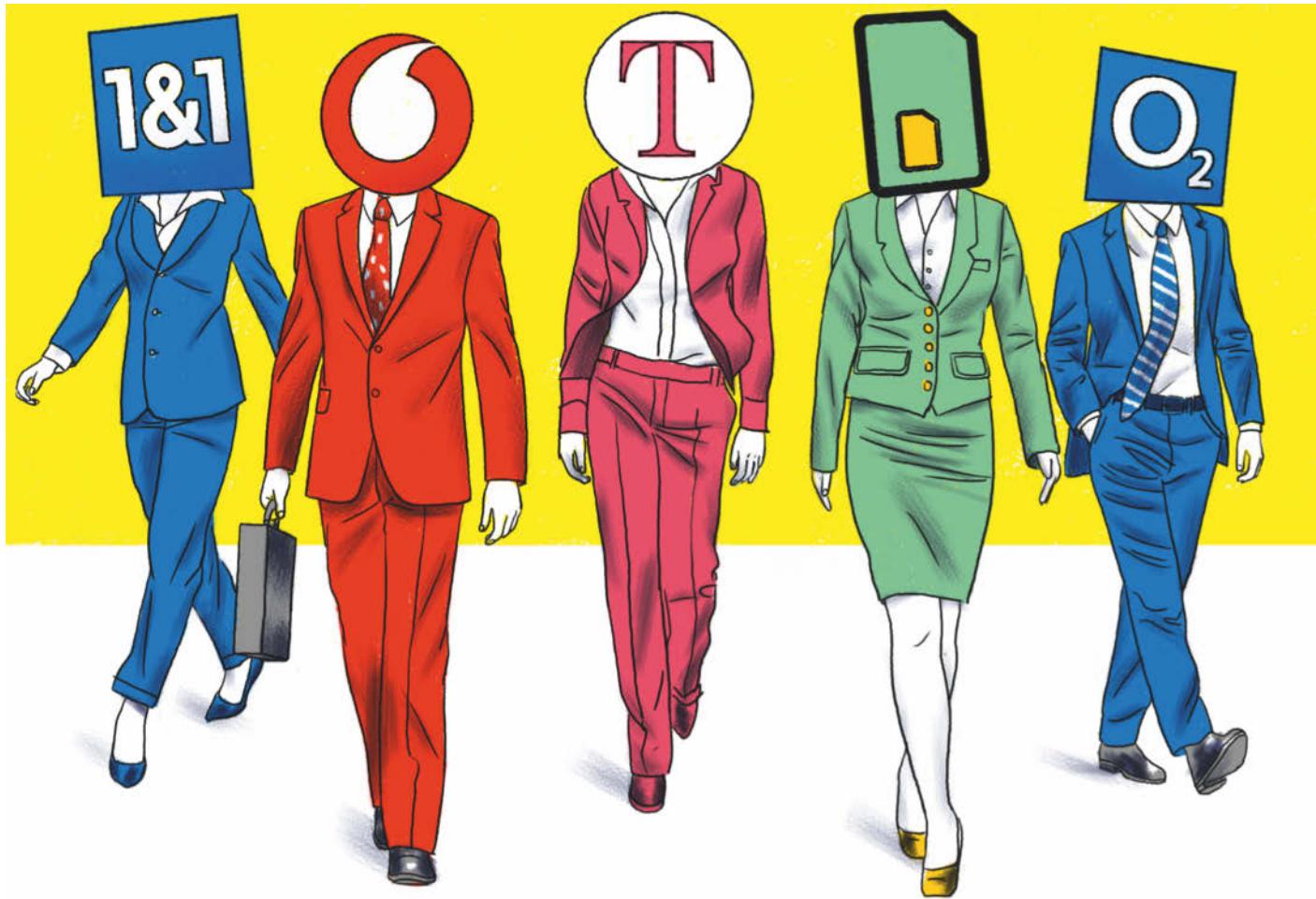


Bild: Thomas Kuhlenbeck

# Smartes Business

## Mobilfunkverträge für Geschäftskunden

**Geschäftskunden sind die Lieblinge der Mobilfunkanbieter. Selbst kleine Mittelständler schließen für ihre Mitarbeiter gerne mehrere Verträge auf einmal ab. Das Preisniveau für Laufzeitverträge liegt erheblich höher als im Prepaid-Markt für Privatkunden. Dafür gibt es allerdings auch deutlich mehr Datenvolumen und einen spürbar besseren Service.**

Von Urs Mansmann

**U**m einen Business-Vertrag abschließen zu können, müssen Sie nachweisen, dass sie als Geschäfts- und nicht als Privatkunde handeln, beispielsweise indem Sie einen Gewerbeschein vorlegen oder auf einen Handelsregisterauszug verweisen. Damit sichern sich die Anbieter rechtlich ab, denn für Geschäftskunden gelten viel lockerere Schutzbereiche als für Privatkunden.

Geschäftskunden genießen beispielsweise kein Widerrufsrecht. Die gesetzlich festgelegte Laufzeitbeschränkung auf maximal zwei Jahre mit einjähriger Verlängerung gilt nicht – von längeren Laufzeiten macht allerdings kaum ein Anbieter Gebrauch. Die Standard-Tarife für kleine Gewerbetreibende orientieren sich bei der Laufzeit an denen für Privatkunden. Trotzdem sollten Sie auf diesen Punkt besonders achten.

Interessant sind die für Business-Verträge üblicherweise erhältlichen Mengenrabatte. Ab ungefähr fünf Verträgen kann man schon einen Nachlass heraushandeln, ab ungefähr 20 Verträgen sollte man sich ein Angebot unterbreiten lassen. Rahmenverträge für Großunternehmen werden individuell vereinbart. Hier lohnt es sich auf jeden Fall, alle infrage kommenden Anbieter anzuhören und deren Angebote kritisch zu vergleichen. In der Tabelle auf S. 100 stellen wir Einzelverträge vor, wie sie Kleinunternehmer oder Selbstständige benötigen und online abschließen können. Wer ein größeres Auftragsvolumen zu vergeben hat, kann sich daran orientieren.

Um die Angebote besser vergleichbar zu machen, nennen wir ausschließlich Bruttoreise, also inklusive Mehrwertsteuer. Das führt in vielen Fällen zu „krummen“ Preisen, nämlich dann, wenn sich

die Ursprungspreise an einem Schwellenpreis ohne Mehrwertsteuer orientieren. Aus 19,99 Euro netto werden korrekt gerundet 23,79 Euro brutto. Sparfuchs können auf die Angebote von Service-Providern zurückgreifen. Mobilcom-Debitel beispielsweise bietet Standardverträge der Netzbetreiber schon für Einzelverträge mit einem erheblichen Nachlass an. Das ist dann interessant, wenn man ein bestimmtes Netz bevorzugt, aber nicht zwingend beim Netzbetreiber direkt abschließen will oder muss.

Außer der Ersparnis handelt man sich mit Verträgen bei Service-Providern allerdings auch Nachteile ein: Ansprechpartner bei Problemen ist stets der Vertragspartner, nicht der eigentliche Netzbetreiber. Anfragen an die Technik laufen also gewissermaßen über Bande. Außerdem kann man keine Rabatte für kombinierte Festnetz- und Mobilfunkangebote nutzen, wie sie alle Netzbetreiber anbieten.

An den Shops vorbei vermarktet Vodafone den No-Frills-Tarif „Smart Business Digital“, der ausschließlich bei Online-Bestellung erhältlich ist. Dieser ist im Vergleich zu Tarifen mit ähnlichem Volumen sehr günstig, dafür gibt es für die Kunden aber keine Hotline mehr. Der Service findet ausschließlich per Smartphone-App statt, der Kontakt läuft über einen Chat. Wer lieber mit dem Service telefonieren möchte, zahlt dafür pauschal einen Aufpreis von 5,95 Euro im Monat.

## Das richtige Netz

Wichtig für die Netzwahl ist die Frage, wo Sie und Ihre Mitarbeiter hauptsächlich unterwegs sind. In städtischen Bereichen liegen die Netzbetreiber gleichauf. Die größten Unterschiede im Netzausbau findet man in dünn besiedelten Gebieten. Die Telekom belegt in Netztests in aller Regel den ersten Platz, gefolgt in dichtem Abstand von Vodafone. Das Abonnement auf den letzten Platz hat Telefónica, daran hat auch die Zusammenlegung der Netze von O2 und E-Plus nichts geändert.

Bei 5G ist der Abstand augenfällig: Während die Telekom in Nordrhein-Westfalen schon ganze Landstriche mit 5G abdeckt, hat Vodafone bislang nur ein lückiges Netz mit Schwerpunkten in einigen Städten in Betrieb genommen. Telefónica wiederum hat das 5G-Netz bislang nur punktuell in einigen Großstädten ausgebaut. Natürlich wird dieses krasse Gefälle im Laufe der kommenden Monate und Jahre kleiner, aber für Telefónica wird es schwer werden, den großen Vorsprung der beiden anderen Netzbetreiber auch nur spürbar zu verringern. Die Telekom wird die Netztests wohl auch in den kommenden Jahren im Abonnement gewinnen.

Diese Qualitätsunterschiede machen sich im Preis bemerkbar, je besser das Netz, desto teurer fällt das Angebot insgesamt aus. Welches Netz das richtige ist, kommt aufs genaue Profil an. Speditionsunternehmen beispielsweise, die oft über Land fahren, sollten auf Telekom und Vodafone setzen, die das insgesamt am besten ausgebauten Netz haben. Der Lieferdienst in der Stadt hingegen wird mit allen Netzen glücklich werden.

Der 5G-Ausbau ist nur das Sahnehäubchen, das in Ausbaugebieten für mehr Tempo sorgt. Das Arbeitspferd bleibt vorerst weiter das bereits allerorten ordentlich ausgebauten 4G-Netz, das je nach Netz bereits für maximale Datenraten von 225 bis 500 MBit/s sorgt – diese Datenraten werden aber in der Praxis nur selten erreicht

Sie sind vielerorts schon technisch nicht erreichbar: Die maximale Datenrate gibt es nur dort, wo LTE-Advanced mehrere Frequenzbänder gleichzeitig bereithält, also in den Städten. Dort ist aber auch der größte Betrieb, sodass die praktisch erzielbaren Datenraten eigentlich immer mehr oder weniger deutlich unter dem theoretisch möglichen Maximum bleiben. Sendemasten in dünn besiedelten Gebieten sind zwar deutlich weniger belegt, arbeiten aber oft auch nur auf einem möglichst niedrigen Frequenzband. Dort erzielen sie eine gute Reichweite, aber eben

Feste IPv6 Adresse	
Einfacher und schneller Verbindungsauftakt, da das Mobilfunkgerät weltweit eindeutig identifizierbar ist.	Keine feste IPv6-Adresse
im Tarif enthalten 0,00 €	✓
Feste IPv6-Adresse 4,16 € monatlich (netto)	

Die Telekom bietet Geschäftskunden gegen Aufschlag eine feste IPv6-Adresse an.

auch nur geringe Datenraten von im schlimmsten Fall maximal 75 MBit/s – und diese Bandbreite teilen sich alle Nutzer eines Sektors der Basisstation.

## Die richtige Menge

Business-Verträge enthalten in aller Regel eine Flatrate für Telefonie und SMS. Die ist allerdings nicht wirklich Flat. Wer sie missbräuchlich nutzt, beispielsweise in einem Callcenter für abgehende Anrufe, riskiert die Kündigung. Die Schwelle dafür ist allerdings so angesetzt, dass selbst ausgesprochene Viertelefonierer sie nicht reißen.

Für die meisten Nutzer viel bedeutsamer ist das enthaltene Datenvolumen. Das ist bei Business-Verträgen oft reichlich bemessen, sogar echte Flatrates sind erhältlich. Wer mit bildgebenden Verfahren, hochauflösenden Fotos oder mit Videos arbeitet, kann dann auch unterwegs Daten mit dem Unternehmensnetz oder der Cloud austauschen, ohne auf ein Übertragungslimit achten zu müssen.

Ist das Limit erreicht, werden die Zugänge bis zur Unbrauchbarkeit gedrosselt. Bei 32 oder 64 kBit/s lasten auf dem Handy installierte Apps die verfügbare Bandbreite meist schon mit Routineaufgaben aus, etwa dem Abruf neuer Daten. Viele Apps wähnen sich offline, wenn die Kommunikation zum Internet zu stark verzögert ist. Wer erst einmal in diese Falle gelaufen ist, kommt da so leicht nicht mehr hinaus, denn zum Buchen zusätzlichen Datenvolumens benötigt die Service-App Internetzugriff.

Im Zweifel sollte man beim Vertrag lieber eine Schippe draufpacken, als sich auf kostenpflichtige Nachbuchungen zu verlassen, wenn das Volumen am Ende des Monats dann doch nicht reicht. Solche

Listenpreis exkl. MwSt.	ohne Smartphone	mit Smartphone	mit Premium-Smartphone	mit Special Premium-Smartphone
Monat 1 - 24	79,00 €	89,00 €	104,00 €	119,00 €
ab Monat 25	79,00 €	89,00 €	104,00 €	119,00 €

Der Aufschlag für ein Smartphone endet bei Vodafone nicht nach der Mindestvertragslaufzeit, wie das Produktinformationsblatt verrät.

Eingabe Deiner Daten

Prüfe und ergänze bitte Deine persönlichen Daten. Die Felder mit einem \* sind Pflichtfelder.

Deine Daten

Rechtsform Deines Unternehmens

Wir brauchen Deine Angabe zur Rechtsform, damit wir die Vertragsdokumente richtig ausstellen können.

Meine Firma ist im Handelsregister eingetragen.

Meine Firma ist nicht im Handelsregister eingetragen. Ich kann aber einen Geschäftsnachweis, z.B. Gewerbeschein, vorlegen.

Firmenname\*

Firmenname

Firmenname (Fortsetzung)

Firmenname (Fortsetzung)

Ansprechpartner\*

Ansprechpartner

**Wer einen Geschäftskundentarif buchen will, muss erst einmal nachweisen, dass er ein Geschäft hat.**

te im Festnetz. EVS (Enhanced Voice Service) überträgt Audio mit bis zu 16 kHz, also fast schon in Hi-Fi-Qualität. Verfügbar ist dieses Verfahren bei Telefonaten per LTE (VoLTE) und bei WiFi-Calling (VoWiFi). Bei beiden Verfahren werden die Sprachdaten per VoIP übermittelt, siehe Seite 134. In früheren Jahren standen solche Verfahren nur Kunden mit Laufzeitvertrag zur Verfügung, inzwischen gehört EVS zum Standardangebot.

## Telefon zum Vertrag

Anders als in früheren Jahren gibt es auch zu Business-Mobilfunkverträgen standardmäßig kein Handy dazu. Die Anbieter locken die Kunden mit attraktiven Modellen und scheinbar günstigen Preisen, bei Vertragsschluss doch auch gleich ein Smartphone mitzubestellen. Die Finanzierung des Geräts kostet dann allerdings meist einen Aufpreis auf die Monatsgebühr. Und anders als bei einer Kreditrate läuft der Aufschlag unter Umständen auch dann weiter, wenn das Handy abbezahlt ist. Wer nicht regelmäßig ein neues Gerät abfordert und den Kündigungstermin verpasst, zahlt in bestimmten Verträgen zu viel. Wer Mobilfunktarif und Handy-kauf kombinieren möchte, sollte vor allem darauf achten, was zum Ende der Laufzeit geschieht. Dann sollte die Zahlung enden und nicht stillschweigend weiterlaufen.

Ein Schnäppchen lässt sich mit solchen Kombis durchaus machen. Allerdings sollte man aufpassen, dass man trotz der erheblichen Nachlässe am Ende nicht doch noch durch Unaufmerksamkeit oder verpasste Termine draufzahlt. Auf jeden Fall sollte man sich nicht beim Preisvergleich auf die UVP-Angaben der Anbieter verlassen, sondern den aktuellen Straßen-

Nachbuchungen sind unverhältnismäßig teuer. Wer sie öfter in Anspruch nimmt, fährt mit einem Vertrag mit mehr Grundvolumen günstiger.

Eine günstige Flatrate-Alternative bietet O2 an. In den Unlimited-Tarifen wird nicht das Datenvolumen begrenzt, sondern die Datenrate. Die günstigste Variante mit 3 MBit/s kostet gerade einmal 30 Euro im Monat, für 10 MBit/s sind es 40 Euro und auch die vollkommen ungebremste Variante ist mit 50 Euro noch erschwinglich. Die beiden langsamsten Varianten bremsen den Datenverkehr allerdings spürbar aus. Je nach Anwendung kann das zu erheblichen zusätzlichen Wartezeiten bei der Nutzung von Apps, dem Abruf von Mails oder dem Aufruf von Webseiten führen. Diese Verträge sind für Privatkunden als Flex-Variante ohne Vertragslaufzeit erhältlich. Wer sich nicht sicher ist, ob das Produkt für ihn taugt, sollte diese Option wählen, um den Vertrag bei Bedarf umstellen zu können.

Beim Abschluss eines Vertrages sollte man auch die Kosten für den Einsatz im Ausland im Auge haben. Derzeit sind Auslandsreisen für die meisten nicht möglich, aber viele Verträge haben eine Laufzeit von 2 Jahren. Wenn im nächsten Jahr wieder geschäftliche Auslandsreisen anstehen, sollten die Konditionen stimmen.

Anders als im Prepaid- und Privatkundenmarkt ist bei Geschäftskundenverträgen das Roaming in der Schweiz oft kostenlos inbegriffen. Großbritannien wird bei allen Providern vorerst ebenfalls im EU-Roaming abgerechnet. Bis Jahresende wird sich voraussichtlich nichts ändern. Falls mittel- und langfristig keine Roaming-Abkommen geschlossen werden, könnte Großbritannien aber seinen bisherigen Roaming-Status

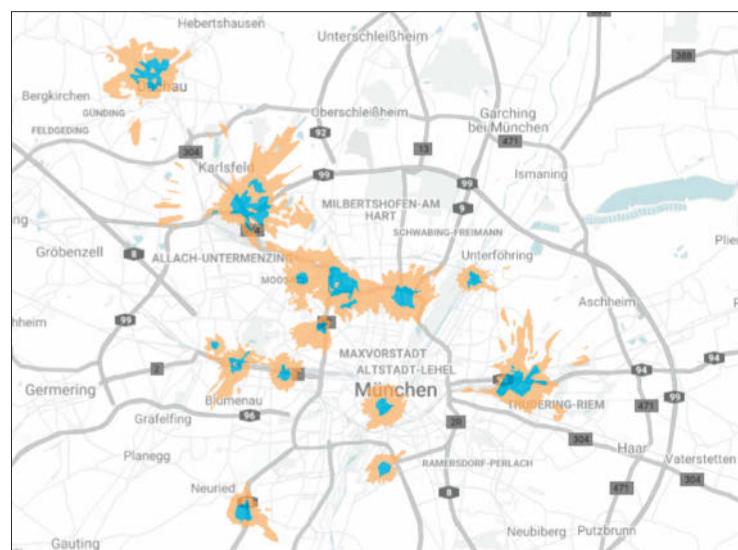
verlieren. Im schlimmsten Fall könnten Telefonate dort wie in anderen europäischen Drittländern abgerechnet werden, etwa Albanien oder der Ukraine. Darüber müssten die Mobilfunkanbieter ihre Kunden dann allerdings in Kenntnis setzen.

## Festnetz to go

Die Telekom und Vodafone bieten einen Service, bei dem man für gehende Anrufe die Festnetznummer des Büros anzeigen lassen kann. Das hat gleich mehrere Vorteile: Man gibt seine Mobilfunknummer nicht preis, ist aber trotzdem identifizierbar und kann dort zurückgerufen werden, wo man es wünscht. Bei Vodafone heißt dieser Service My Office Number und ist in vielen Tarifen kostenlos enthalten. Bei der Telekom ist das Dienstmerkmal unter dem Namen One Number aufpreispflichtig und mit 4,95 Euro im Monat teuer.

Mit einem modernen Smartphone übertrifft die Sprachqualität im Mobilfunknetz selbst noch HD-Voice-Telefona-

**Die 5G-Abdeckung von O2 ist selbst in Großstädten bislang nur rudimentär.**





Rheinwerk Konferenz für  
**KOTLIN**



## Das Warm-Up 22. April 2021 ONLINE KONFERENZ

### Die wichtigsten Kotlin-Themen in sieben Vorträgen

Tauschen Sie sich mit den Kotlin-Profis aus und holen Sie sich **wertvolles Wissen für Ihre Projekte**. Erfahren Sie, wie Sie Kotlin einsetzen und die wichtigsten **Tools, Konzepte und Techniken** der Sprache praxisnah nutzen. Lernen Sie von **renommierten Entwickler-Profis** wie Roland Krüger, Thomas Künneth sowie Anton Arhipov von JetBrains.

Sechs Gründe,  
dabei zu sein!

- ▶ Ein ganzer Tag mit den **Kotlin-Profis**
- ▶ **7 Vorträge** aus der Praxis für die Praxis
- ▶ Von der **Android-Entwicklung** bis hin zu fortgeschrittenen **Sprachkonzepten**
- ▶ Teilnahme bequem von Zuhause aus
- ▶ Stellen Sie den Experten Fragen im **Online-Chat**
- ▶ Aufzeichnungen und Materialien inklusive

Jetzt **15 % Frühbucherrabatt** sichern  
bis 08. April 2021:  
[rheinwerk-kkon.de/warm-up](http://rheinwerk-kkon.de/warm-up)

Unsere Sponsoren und Partner:

 **heise Academy**

 **heise Developer**

**MATHEMA**

**REWE digital**

 **apploft.**

 **tkn** digital  
pioneers

  
**grand  
centrix**

  
**JET  
BRAINS**

preis des gewünschten Modells rech�ieren, der meist deutlich niedriger liegt.

### Mehr SIM-Karten

Viele Laufzeittarife bieten die Option, zusätzliche SIM-Karten zum Vertrag hinzubuchen. Das können einerseits physische SIM-Karten sein, etwa für Notebooks oder Tablets, oder aber eSIMs, die sich beispiels-

weise in einigen Wearables nutzen lassen. Je nach Vertrag sind eine oder mehrere Zusatzkarten kostenlos oder gegen Aufpreis im Vertrag enthalten. Bis zu zehn Karten kann man bei der Telekom bekommen.

Die Zusatzkarten teilen sich das Datenvolumen mit der Hauptkarte, ermöglichen aber weder Telefonate noch den Empfang von SMS. Als reine Datenkarten

kann man sie aber in Dual-SIM-Handys als Zweitkarte einsetzen.

Zusatzkarten für echte Flatrates sind bei der Telekom mit 30 Euro im Monat unverhältnismäßig teuer. Damit soll vermutlich Missbrauch unterbunden werden, denn das unbeschränkte Datenvolumen lädt ja förmlich dazu ein, es entgegen den AGB mit anderen Nutzern zu teilen. In

## Mobilfunk-Business-Tarife ab 3 GB Monatsvolumen (Auswahl)

Anbieter	1&1	1&1	1&1	1&1
Tarif	LTE M	LTE L	5G XL	5G XXL
URL	mobile.1und1.de	mobile.1und1.de	mobile.1und1.de	mobile.1und1.de
Netz / Mobilfunktechnologie	Telefónica / 4G	Telefónica / 4G	Telefónica / 5G	Telefónica / 5G
<b>Grundkonditionen</b>				
max. Datenrate Download / Upload	225 / 50 MBit/s	225 / 50 MBit/s	300 / 50 MBit/s	300 / 50 MBit/s
Drosselung Download / Upload nach Verbrauch Inklusivvolumen	64 / 64 kBit/s	64 / 64 kBit/s	64 / 64 kBit/s	64 / 64 kBit/s
Grundvolumen ohne Aufpreis	10 GByte/Monat	20 GByte/Monat	50 GByte/Monat	Flatrate
Grundpreis Telefonminute / SMS	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)
Wifi-Calling verfügbar	✓	✓	✓	✓
<b>Optionen und Erweiterungen</b>				
Schweiz / Großbritannien im Roaming zum EU-Tarif abgerechnet	– / ✓	– / ✓	– / ✓	– / ✓
zusätzliche SIM (Multi-SIM)	1 für 4,99 €/Monat und 11,78 € einmalig	1 inklusive	1 inklusive	–
zusätzliche Leistungen	10 GByte Online-Speicher	25 GByte Online-Speicher	50 GByte Online-Speicher	100 GByte Online-Speicher
Voraussetzungen	Nachweis, dass Geschäftskunde	Nachweis, dass Geschäftskunde	Nachweis, dass Geschäftskunde	Nachweis, dass Geschäftskunde
<b>Kosten bei Online-Bestellung</b>				
Mindestvertragslaufzeit / Verlängerung / Kündigungsfrist	24 / 12 / 3 Monate <sup>1</sup>	24 / 12 / 3 Monate <sup>1</sup>	24 / 12 / 3 Monate <sup>1</sup>	24 / 12 / 3 Monate <sup>1</sup>
einmalige Gebühren abzüglich Rabatte und Guthaben, inkl. Mwst.	70,10 € Gutschrift	70,06 € Gutschrift	70,06 € Gutschrift	160,10 € Gutschrift
monatl. Kosten (ohne Rabatte) bei Online-Bestellung, inkl. Mwst.	24,99 €	29,99 €	34,99 €	59,99 €

<sup>1</sup> Sonderkündigung in den ersten 30 Tagen möglich ✓ vorhanden – nicht vorhanden

## Mobilfunk-Business-Tarife ab 3 GB Monatsvolumen (Auswahl)

Anbieter	02	Telekom	Telekom	Telekom
Tarif	Business Blue L	Business Mobil S	Business Mobil M	Business Mobil L
URL	o2business.de	geschaeftkunden.telekom.de	geschaeftkunden.telekom.de	geschaeftkunden.telekom.de
Netz / Mobilfunktechnologie	Telefónica / 5G	Telekom / 5G	Telekom / 5G	Telekom / 5G
<b>Grundkonditionen</b>				
max. Datenrate Download / Upload	225 / 50 MBit/s	300 / 50 MBit/s	300 / 50 MBit/s	300 / 50 MBit/s
Drosselung Download / Upload nach Verbrauch Inklusivvolumen	32 / 32 kBit/s	64 / 16 kBit/s	64 / 16 kBit/s	64 / 16 kBit/s
Grundvolumen ohne Aufpreis	15 GByte/Monat	6 GByte/Monat	12 GByte/Monat	24 GByte/Monat
Grundpreis Telefonminute / SMS	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)
Wifi-Calling verfügbar	✓	✓	✓	✓
<b>Optionen und Erweiterungen</b>				
Schweiz / Großbritannien im Roaming zum EU-Tarif abgerechnet	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
zusätzliche SIM (Multi-SIM)	4, je 5 €/Monat	bis zu 10 für je 4,95 €/Monat	1 enthalten, 9 weitere für je 4,95 €/Monat	2 enthalten, 8 weitere für je 4,95 €/Monat
zusätzliche Leistungen	–	Flatrate für Hotspot-Netz der Telekom feste IPv6-Adresse 4,95 €/Monat weitere 3 GByte/Monat, 4,95 €/Monat 6 GByte/Monat, 9,95 €/Monat 12 GByte/Monat, 19,94 €/Monat	Flatrate für Hotspot-Netz der Telekom feste IPv6-Adresse 4,95 €/Monat weitere 3 GByte/Monat, 4,95 €/Monat 6 GByte/Monat, 9,95 €/Monat 12 GByte/Monat, 19,94 €/Monat	Flatrate für Hotspot-Netz der Telekom feste IPv6-Adresse 4,95 €/Monat weitere 3 GByte/Monat, 4,95 €/Monat 6 GByte/Monat, 9,95 €/Monat 12 GByte/Monat, 19,94 €/Monat
Voraussetzungen	Nachweis, dass Geschäftskunde	Abschluss eines individuellen Rahmenvertrages TM214	Abschluss eines individuellen Rahmenvertrages TM214	Abschluss eines individuellen Rahmenvertrages TM214
<b>Kosten bei Online-Bestellung</b>				
Mindestvertragslaufzeit / Verlängerung/Kündigungsfrist	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate
einmalige Gebühren abzüglich Rabatte und Guthaben, inkl. Mwst.	–	29,95 €	29,95 €	140,02 € Gutschrift
monatl. Kosten (ohne Rabatte) bei Online-Bestellung, inkl. Mwst.	26,78 €	37,75 €	47,66 €	56,66 €

✓ vorhanden – nicht vorhanden

solchen Fällen lohnt es sich eher, das Fitness-Armband oder Tablet mit einer eigenen Prepaid-SIM-Karte zu versehen.

Nicht zu verwechseln mit einer Multicard ist Vodafones Twin Card. Dabei handelt es sich um zwei gleiche SIM-Karten, die dazu dienen, zwei unterschiedliche Geräte zu betreiben, etwa ein fest eingebautes Autotelefon und ein Handy.

Die beiden Karten darf man nur abwechselnd in Betrieb nehmen, da sie sich sonst gegenseitig aus dem Netz werfen.

### Fazit

Mobilfunkverträge für Geschäftskunden bieten viel Leistung zum kleinen Preis. Besonders interessant ist die Möglichkeit, mehrere SIM-Karten zu einem Vertrag

hinzubuchen zu können und so das Datenvolumen gleichzeitig mit mehreren Geräten nutzen zu können. Telekom und Vodafone bieten zudem die Möglichkeit, eine beliebige Festnetznummer anzeigen zu lassen, also beispielsweise die Durchwahl im Büro oder die Rufnummer des Sekretariats. So behält man die Kontrolle darüber, wo Rückrufe landen. (uma@ct.de) **ct**

Klarmobil	Klarmobil	02	02	02	02
Allnet Flat 3 (5) GB LTE mit LTE-5G-Option	Allnet Flat 10 GB LTE	Unlimited Basic	Unlimited Smart	Unlimited Max	Business Blue M
klarmobil.de/business	klarmobil.de/business	o2business.de	o2business.de	o2business.de	o2business.de
Telekom / 4G	Vodafone / 4G	Telefónica / 5G	Telefónica / 5G	Telefónica / 5G	Telefónica / 5G
50 / 25 MBit/s	50 / 20 MBit/s	3 / 3 MBit/s	10 / 5 MBit/s	300 / 50 MBit/s	225 / 50 MBit/s
32 / 32 kBit/s	64 / 64 kBit/s	—	—	—	32 / 32 kBit/s
3 (5) GByte/Monat	10 GByte/Monat	Flatrate	Flatrate	Flatrate	5 GByte/Monat
— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)
✓	✓	✓	✓	✓	✓
— / ✓	— / ✓	— / ✓	— / ✓	— / ✓	✓/✓
—	—	4, je 5 €/Monat			
—	—	—	—	—	—
Nachweis, dass Geschäftskunde	Nachweis, dass Geschäftskunde	Nachweis, dass Geschäftskunde	Nachweis, dass Geschäftskunde	Nachweis, dass Geschäftskunde	Nachweis, dass Geschäftskunde
1 Monat / 1 Monat / 14 Tage	24 / 12 / 3 Monate				
100,01 € Gutschrift	220,01 € Gutschrift	39,99 €	39,99 €	39,99 €	—
22,99 (27,99) €	24,99 €	29,99 €	39,99 €	49,99 €	17,85 €

Telekom	Vodafone	Vodafone	Vodafone	Vodafone	Vodafone
Business Mobil XL Plus	Red Business Prime Go	Red Business Prime	Red Business Prime Plus	Red Business Prime Unlimited	Smart Business Digital
geschaeftkunden.telekom.de	vodafone.de/business	vodafone.de/business	vodafone.de/business	vodafone.de/business	vodafone.de/business
Telekom / 5G	Vodafone / 5G	Vodafone / 5G	Vodafone / 5G	Vodafone / 5G	Vodafone / 4G
300 / 50 MBit/s	500 / 100 MBit/s	500 / 100 MBit/s	500 / 100 MBit/s	500 / 100 MBit/s	500 / 100 MBit/s
— (Flatrate)	64 / 64 kBit/s	64 / 64 kBit/s	64 / 64 kBit/s	— (Flatrate)	32 / 32 kBit/s
Flatrate	5 GByte/Monat	20 GByte/Monat	35 GByte/Monat	Flatrate	10 GByte/Monat
— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)
✓	✓	✓	✓	✓	✓
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
bis zu 10 für je 29,95 €/Monat	1 enthalten, 1 weitere 3,95 €/Monat	1 enthalten, 1 weitere 3,95 €/Monat	1 enthalten, 1 weitere 3,95 €/Monat	1 enthalten, 1 weitere 24,95 €/Monat	2 weitere je 3,95 €/Monat
Flatrate für Hotspot-Netz der Telekom feste IPv6-Adresse 4,95 €/Monat	optional Anzeige einer Festnetznummer beim Angerufenen				
Abschluss eines individuellen Rahmenvertrages TM214	Nachweis, dass Geschäftskunde				
24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 1 / 3 Monate
29,95 €	142,80 € Gutschrift	199,92 € Gutschrift	199,92 € Gutschrift	—	—
87,95 €	34,51 €	46,41 €	58,31 €	94,01 €	20,23 €

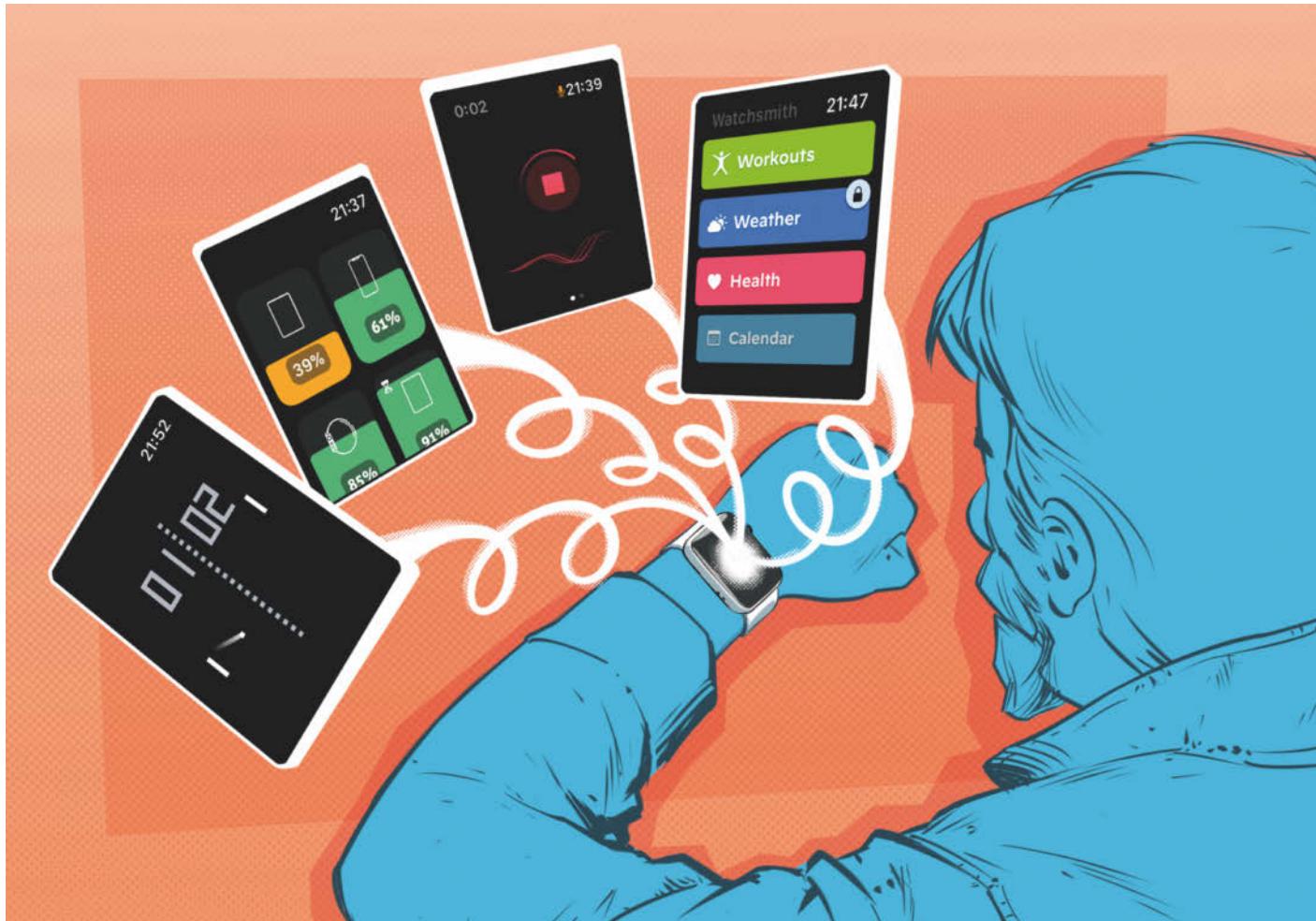


Bild: Albert Huim

# Besser als die Uhrzeit

## Nützliche Apps für die Apple Watch

**Die Einkaufsliste im Supermarkt checken und dann die Kundenkarte vorzeigen, die smarte Leuchte anknipsen, den Code der Zwei-Faktor-Authentifizierung heraussuchen – einiges geht mit einer Smartwatch schneller als mit dem Handy in der Hosentasche, wenn man es überhaupt dabei hat. Unter unserem Dutzend empfehlenswerter Apps für die Apple Watch gibts sogar ein spaßiges Spiel.**

Von Malte Kirchner

Wie eine Machbarkeitsstudie wirkten Apps auf der ersten Apple Watch, der Series 0. Oft kehrte der Bildschirm schon in den Standby-Modus zurück, bevor manche App gestartet und nutzbar war. Das hat sich zum Glück geändert, Apple hat vor allem die Hardware seitdem drastisch verbessert. Auch durch den eigenen App Store auf der Watch und die größere Unabhängigkeit vom iPhone seit der Betriebssystemversion watchOS 6 sind Watch-Apps mittlerweile gut nutzbar. Trotzdem gibt es weiterhin viele Geheimtipps für die digitalen Uhren zu entdecken. Nachfolgend werfen wir daher einen Blick auf einige empfehlenswerte Anwendungen.

Alle Apps, die wir hier vorstellen, folgen dem gleichen Erfolgsrezept: Sie präsentieren sich schlicht und schnörkellos. Der kleine Bildschirm und die wenigen

Bedienelemente der digitalen Uhr lassen ohnehin nur wenig zu, umständliche Bedienkonzepte fallen noch eher durch als auf dem großen Smartphone-Bildschirm. Niemand möchte sich schließlich unnötig lange der Zwangshaltung aussetzen, den Arm vor sich nach oben zu halten.

### Schnell gezückt, woanders konfiguriert

Watch-Apps sind vor allem dann hilfreich, wenn sie einen Vorgang schneller abschließen, als das iPhone gezückt werden kann. Man erwartet also keine Apps mit vielfältigen Funktionen, sondern mit einem einzigen Nutzen – der buchstäblich schnell und einfach von der Hand geht. Shazam etwa identifiziert auf einen Tipp ein gerade laufendes Musikstück. Ähnlich schlicht zeichnet „Just Press Record“ Sprachnotizen auf und synchronisiert sie zum iPhone. Authy macht die Zwei-Faktor-Authentifizierung komfortabel und zeigt die sechsstelligen Codes auf der Uhr an.

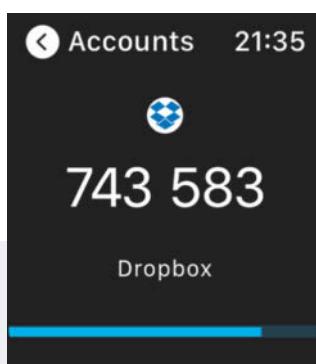
Beim Einkaufen ersetzt die schweizerische App Bring den Einkaufszettel. Auf dem iPhone legt man die Listen an und pflegt sie, später im Supermarkt hilft die synchronisierte App auf der Uhr beim schnellen Schauen und Abhaken zwischen den Warenregalen. Wenn an der Kasse nach der Kundenkarte gefragt wird, kommt die Watch wieder ins Spiel: Die App Stocard zeigt vorab mit dem iPhone fotografierte Kundenkarten gut scanbar auf dem Uhrendisplay an.

Die Synchronisierung zwischen Smartphone und Watch findet nach einem eigenwilligen, nicht nachvollziehbaren Zeitplan ab; erzwingen lässt sie sich nicht. Manchmal sah es so aus, als würde die Uhr ihre Daten nicht empfangen, irgendwann waren sie dann plötzlich doch da.

### Lückenfüller

Die System-Apps der Apple Watch decken schon viele Bedürfnisse ab wie Fitness,

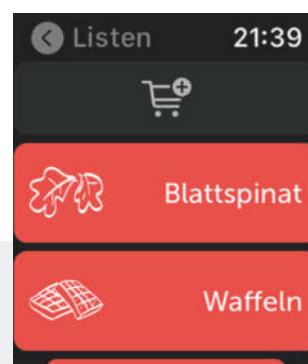
Mails oder Podcasts. Trotzdem gibt es selbst im dichten Ökosystem von Apple immer wieder Lücken, bei denen man sich verwundert die Augen reibt, dass dafür nichts vorinstalliert ist oder wie wenig die mitgelieferten Apps können. Homerun zum Beispiel macht die Steuerung der HomeKit-Geräte deutlich komfortabler als mit der vorinstallierten Home-App, die in größeren Smart-Home-Haushalten viel Scrollen erfordert. Oder Ladestände: Die



### Authy

One-Time-Passwörter als zweiter Faktor sichern Logins ab. Auf der Uhr sind sie mit Authy schnell zur Hand. Eingerichtet wird die Liste mit den Accounts auf dem iPhone.

Preis: kostenlos, min. watchOS 2



### Bring

Der Einkaufszettel am Handgelenk erlaubt verschiedene Listen, das Abhaken per Antippen und das Hinzufügen von Artikeln. Die Listen verwalten Sie komfortabler auf dem iPhone.

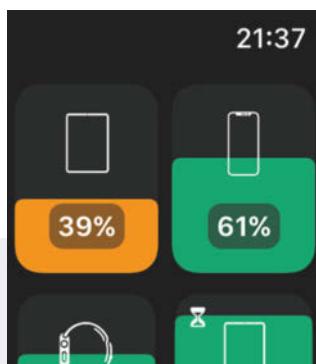
Preis: kostenlos; min. watchOS 6



### Chirp

Chirp macht die Watch zum vollwertigen Twitter-Client. Gegen Aufpreis lassen sich Tweets verfassen, Direktnachrichten senden und mehr.

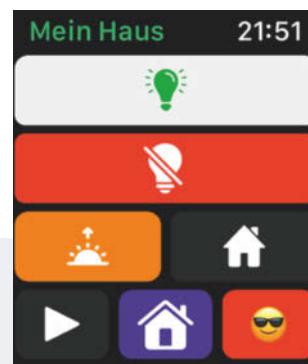
Preis: kostenlos, Pro ab 3,49 Euro; min. watchOS 4



### Cloud Battery

Die App zeigt Akkustände der mit dem eigenen iCloud-Konto verbundenen Geräte auf einen Blick an. So sind Sie immer im Bilde, ob iPad, Mac oder iPhones geladen werden müssen.

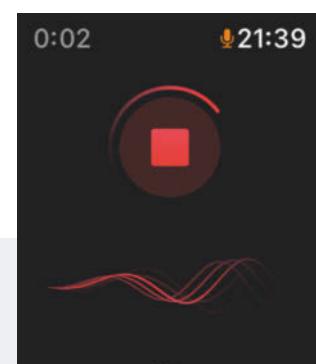
Preis: kostenlos, werbefrei für 2,29 Euro; min. watchOS 6



### Homerun

Die Fernbedienung fürs Smart Home mit HomeKit-Geräten: Sie basteln sich Ihre Bedienoberfläche individuell zusammen und sind nicht der automatischen Sortierung von Szenen und Geräten in der Home-App ausgeliefert.

Preis: 3,49 Euro; min. watchOS 6



### Just Press Record

Einfach den Aufnahmeknopf drücken und sprechen: Mit Just Press Record lassen sich einzelne Gedanken oder ganze Gespräche aufzeichnen – und von der zugehörigen iOS-App in Text umwandeln.

Preis: 5,49 Euro; min. watchOS 5

Uhr zeigt nur den Akkustand von direkt angeschlossenen Geräten wie Bluetooth-Kopfhörern – Cloud Battery macht das für den gesamten Gerätelpark aus iPads, iPhones und MacBooks möglich, wenn auch aufgrund von Einschränkungen in den Programmierschnittstellen nicht immer ganz akkurat.

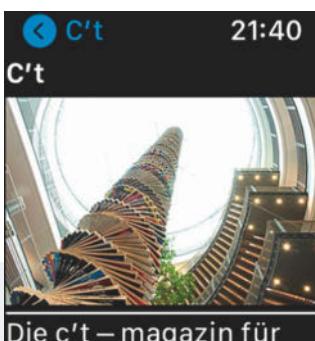
Der unabhängige Entwickler David Smith zeigt mit seiner App Watchsmith, was sich mit den seit watchOS 2 vorhandenen Komplikationen anstellen lässt, den kleinen Buttons und Anzeigen im Uhren-

ziffernblatt. Smith hat ein kleines App-Wunderwerk gebastelt – ein Tipp für alle Uhren-Fans mit Liebe zum Detail.

### Fazit

Bei fast allen Apps wird deutlich: Von einer echten Unabhängigkeit vom iPhone sind Watch-Apps noch weit entfernt. Das wäre aber auch gar nicht unbedingt wünschenswert, denn zumindest die Einrichtung der meisten Apps verläuft auf dem Smartphone angenehmer als auf dem kleinen Uhren-Bildschirm.

Die Apple Watch disqualifiziert sich aber nicht zwangsläufig für jede komplexe Anwendung. Dies beweist die App Chirp, ein vollwertiger Twitter-Client fürs Handgelenk. Ähnlich gut lässt sich die Wikipedia auf den kleinen Bildschirm zaubern. Für beide Apps gilt, dass zwar der große Bildschirm angenehmer ist, aber man in vielen Situationen einfacher an die Uhr herankommt als ans Smartphone, etwa wenn man beengt sitzt. Schlussendlich haben wir sogar ein Spiel gefunden, das auf der Apple Watch Spaß macht: Pong. (jow@ct.de) 



### MiniWiki

MiniWiki verschafft Zugang zur Online-Enzyklopädie Wikipedia. Sie können nach Artikeln suchen, aber auch Leistungswerte vorab für unterwegs speichern. Die Artikel sind erstaunlich gut lesbar.

Preis: kostenlos; min. watchOS 4



### Pcalc

Pcalc ist älter als der von Apple nachgereichte eingebaute Taschenrechner – und kann immer noch mehr, beispielsweise Rechenaufgaben per Sprache empfangen.

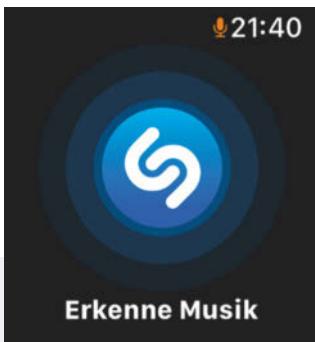
Preis: kostenlos, Pro für 10,99 Euro; min. watchOS 3



### Pong

Der Spieleklassiker aus dem Jahre 1972 lädt zum schnellen Vergnügen ein. Es gilt, mit steigendem Schwierigkeitsgrad pro Runde zehn Bälle am KI-Gegner vorbei zu schießen. Gesteuert wird mit der Krone.

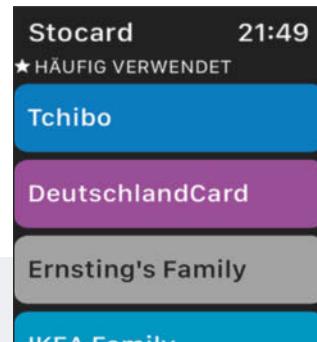
Preis: kostenlos; min. watchOS 4.3



### Shazam

Wie heißt das Lied, das gerade im Radio läuft? Mit Shazam genügt einmal antippen und die Watch hört mit, um anschließend Künstler und Songtitel anzuzeigen – oder auch direkt abzuspielen.

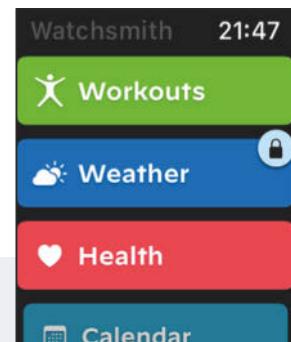
Preis: kostenlos; min. watchOS 5



### Stocard

Mit Stocard werden aus sperrigen Plastik-Kundenkarten Einträge in der App. Einfach den Barcode der Karte einscannen und das Vorzeigen ist fortan fast so einfach wie Apple Pay. Verwaltet wird per iPhone.

Preis: kostenlos; min. watchOS 6



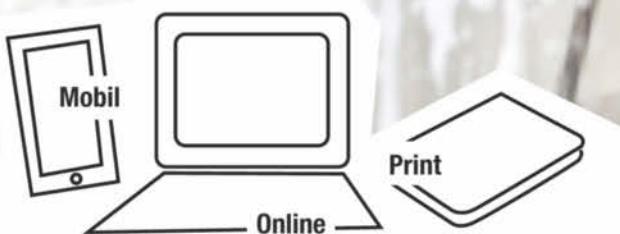
### Watchsmith

Personalisieren Sie die Komplikationen Ihrer Ziffernblätter mit Kalenderanzeigen, HomeKit, Gesundheitsdaten, Musiksteuerung oder dem Wetter. Eine Tüftel-App mit vielen Stellschrauben. Preis: kostenlos, Pro für 21,99 Euro jährlich; min. watchOS 7

# Wir machen Sie sichtbar

Gezielt dort werben, wo Ihre Interessenten  
Sie suchen. Regional stark. Und erfolgreich.  
Wir übernehmen das für Sie.

Mobil, Online oder Print – Sie werden gefunden.



Erfolgreiches  
Marketing  
vor Ort.

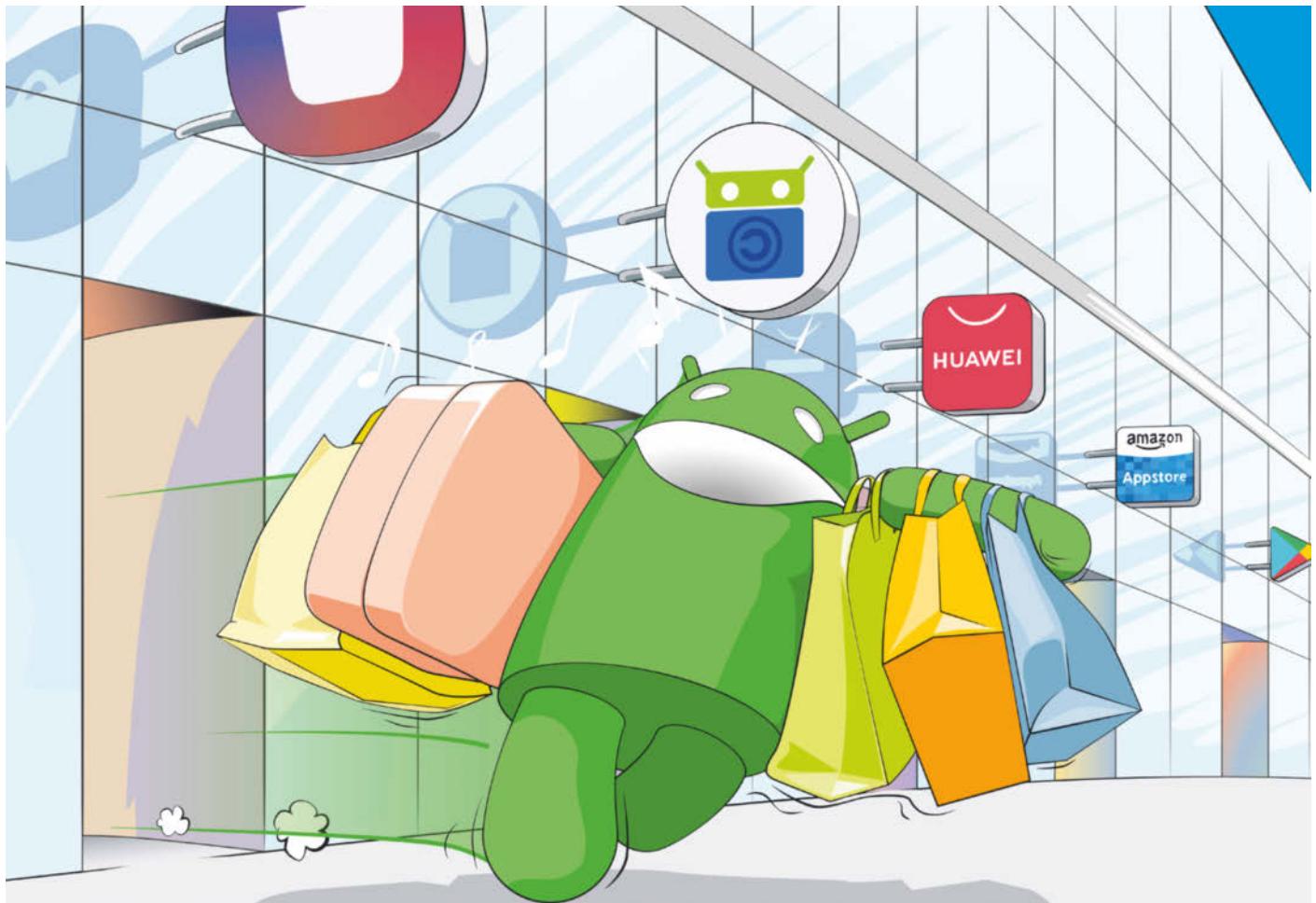


Bild: Rudolf A. Blaha

# Frische Apps im Sonderangebot

## Von Open Source bis Google-Klon: Sechs alternative App-Stores für Android

**Der Google Play Store ist nicht die einzige Anlaufstelle für Apps. Alternative App-Stores bieten Vorteile wie eine höhere Datensparsamkeit und die Unabhängigkeit von Google-Diensten – bergen allerdings auch Risiken und Nebenwirkungen.**

Von Steffen Herget

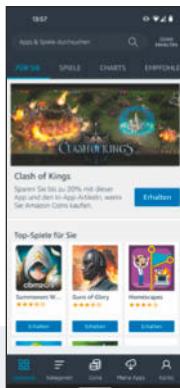
**A**uf einem Android-Handy kommen die Apps aus dem Play Store von Google – logisch, ist ja schließlich Android. Doch dieser Store ist längst nicht die einzige Anlaufstelle für alle, die neue Spiele und Programme suchen. Unter den Alternativen finden sich die kleineren Anbieter Aurora und Uptodown, die Open-Source-Initiative F-Droid mit Fokus auf Datenschutz und Privatsphäre, aber auch die Plattformen der großen Namen Amazon, Huawei und Samsung.

Der Blick auf die Alternativen lohnt sich aus einer Reihe von Gründen. Einer davon betrifft verstärkt die Kundenschaft von

Huawei. Auf aktuellen Modellen des chinesischen Herstellers laufen wegen des fortwährenden US-Embargos keine Google-Dienste und damit auch kein Play Store, also müssen die Apps anderswo herkommen. Auch Geräte mit veralteten Android-Versionen oder Custom-ROMs als Betriebssystem steht der Weg über den Play Store nicht immer offen. Zudem haben Hersteller wie Amazon mit Fire OS eigene Android-Spielarten entwickelt, die auf dem Android Open Source Project (AOSP) basieren und ohne Google arbeiten.

Doch auch auf Smartphone und Tablets mit Google-Diensten haben alternative Stores Vorteile. Sie kommen ohne den Zwang zur Anmeldung mit dem Google-Konto aus – ersetzen diesen Zwang aber teilweise durch andere Accounts, etwa mit der Huawei-ID oder dem Amazon-Login. Zudem findet man in den Stores immer wieder kleine und unbekannte Apps, die den Weg zu Google nicht oder noch nicht geschafft haben oder das nicht können oder wollen.

Wie die Apps überhaupt in die Stores gelangen, ist unterschiedlich. Bei Amazon, F-Droid, Huawei und Samsung müssen die Entwickler sie selbst einreichen und prüfen lassen. Vor allem für Amazon, Huawei

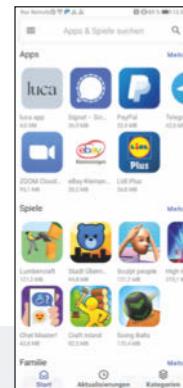


## Amazon Appstore

Der App-Store von Amazon ist auf den Fire-Tablets vorinstalliert, läuft aber auch auf den allermeisten anderen Android-Geräten, die mindestens Android 7 an Bord haben. Der Store ist inhaltlich vor allem mit Amazons eigenen Apps und Inhalten bestückt. Offizielle Google-Anwendungen sucht man hier vergeblich, kein Wunder: Die Amazon-Geräte laufen unter der eigenen Android-Spielart Fire OS, die ohne Google-Dienste auskommt. Während die wichtigsten großen Android-Apps bei Amazon zu haben sind, fehlt es darüber hinaus an Auswahl. Lediglich mit Casual Games ist der Amazon Store überdurchschnittlich gut ausgestattet.

Ohne Amazon-Konto geht im Appstore generell nichts. Bei den Bezahlarten gibt es neben den üblichen Wegen eine weitere Alternative: die Amazon Coins. Die kauft man mit echtem Geld, akzeptiert werden sie dann jedoch nur im Amazon-Ökosystem. Ein Coin entspricht einem Euro-Cent. Leichte Ersparnis ist damit zwar im Prinzip möglich, denn Amazon verkauft beispielsweise 1000 Coins regelmäßig für 9 Euro, man bindet sich damit aber an Amazon. Die Bezahlung funktioniert auch direkt per Bankenzug ohne den Umweg über PayPal.

- ➔ **Integration ins Amazon-Ökosystem**
- ➡ **geringe Auswahl**

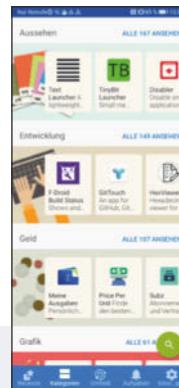


## Aurora

Das Alleinstellungsmerkmal des quelloffenen Stores ist die Möglichkeit, ein automatisch generiertes, anonymes Google-Konto zu verwenden, um Google-Apps auf Geräten ohne das eigentlich notwendige Framework zu installieren. Das klappte im Test auf aktuellen Huawei-Handys zuverlässig. Im Vergleich hatte Aurora die mit Abstand beste Auswahl bei den Top-Apps. Im Store lässt sich das eigene Smartphone-Modell verhüllen und dem Anbieter ein anderes vortäuschen, Gleichtes gilt für Sprache und Standort. Das ist unter Umständen praktisch, kann aber zu Kompatibilitätsproblemen führen.

Es ist auch möglich, sich bei Aurora mit dem echten eigenen Google-Account anzumelden. Ratsam ist das aber nicht, denn der Store arbeitet klar außerhalb von Googles Richtlinien. Es droht die temporäre Sperrung oder gar der endgültige Verlust des Google-Kontos – davor warnt Aurora gleich zu Beginn. Verbesserungspotenzial hat Aurora vor allem im Bereich der Empfehlungen für neue Apps und Inhalte – man muss selber wissen, welche Apps man sucht. Die App stürzte zudem häufig ab und startete neu oder verweigerte die Funktion ohne ersichtlichen Grund.

- ➔ **anonymes Google-Konto**
- ➡ **wiederkehrende Abstürze**



## F-Droid

F-Droid bleibt auch 2021 die erste Anlaufstelle jenseits des Google Play Store für alle, die nicht nur alternative Downloadmöglichkeiten, sondern auch alternative Apps suchen. Nach den bekannten Top-Apps und -Spielen sucht man bei F-Droid vergeblich, unter den bekannten Messengern ist etwa ausschließlich Telegram zu finden. Dafür gibt es zahlreiche Open-Source-Alternativen und Anwendungen, die mehr Datenschutz bei ähnlichen Funktionen bieten. F-Droid ist dabei nicht der komfortabelste Store, dafür sicher ohne Anmeldung zu verwenden und äußerst flexibel.

Mit nur rund 2000 Apps ist das Angebot von F-Droid klein, dafür besonders sicher. Alle Anwendungen werden durch ein engagiertes ehrenamtliches Team intensiv auf Schadcode untersucht, vor der Veröffentlichung eigens neu kompiliert und signiert. Der Quellcode jeder Anwendung ist zudem öffentlich einsehbar. Gefahren für den Datenschutz und die digitale Privatsphäre sind durch den Verzicht auf Tracker und eingebaute Werbung minimiert. Wie Sie die Möglichkeiten von F-Droid besonders ausreizen, lesen Sie in c't 2/2019 auf Seite 72.

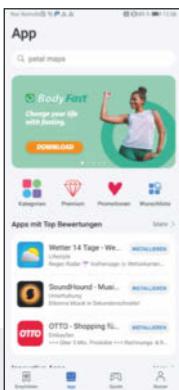
- ➔ **Datenschutz und Sicherheit**
- ➡ **keine Mainstream-Apps**

und F-Droid ist dabei durchaus Arbeit nötig, die Apps müssen stärker angepasst werden und dürfen sich beispielsweise gerade nicht auf Google-Dienste etwa für In-App-Käufe oder für die Ortung verlassen. F-Droid als Open-Source-Plattform ist dabei auf die Mitarbeit der Community angewiesen. Aurora wiederum ist ein freier Play-Store-Client, greift also direkt auf den Bestand von Google zu. Uptodown, her-

vorgegangen aus dem Store Amazon Underground, arbeitet als Sammelstelle für den Download von eingereichten Installationspaketen – übrigens auch für Mac und Windows – und scannt die Apps nach eigenen Angaben selbst gegen Viren.

Die Stores selbst sind allesamt schnell installiert: Das entsprechende Paket auf der Anwenderseite herunterladen, die Installation unbekannter Quellen erlauben,

kurz warten, dann steht im neuen App-Shop die digitale Tür offen. Huawei und Amazon installieren ihre Stores auf ihren Geräten bereits vor, sie stehen aber auch für andere Android-Geräte ganz offiziell zur Verfügung. Eine Ausnahme bildet der Galaxy Store von Samsung: Er läuft nur auf Samsung-Geräten und ist auch inhaltlich stark auf das Sortiment des größten Android-Herstellers ausgerichtet.



## Huawei Appgallery

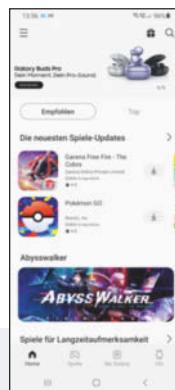
In Deutschland nutzen Huawei zufolge rund fünf Millionen Menschen die Appgallery, was unter anderem daran liegen dürfte, dass der Store auf allen neuen Huawei-Geräten seit geraumer Zeit vorinstalliert ist und der Google Play Store als Alternative ausfällt. Die Systemvoraussetzungen sind gering, Huawei spricht gar davon, dass die Appgallery mit allen Android-Geräten kompatibel sei. App-Updates werden meist zuverlässig automatisch installiert, ab und an mussten wir im Test aber auch manuell nachhelfen.

Der App-Store von Huawei muss ohne Google-Dienste auskommen, schließlich steht das chinesische Unternehmen auf der schwarzen Liste der USA. Die selbst entwickelte Suchmaschine Petal Search findet Apps nicht nur in der Appgallery, sondern auch auf externen Seiten wie APKPure, Aptoide oder anderen Download-Portalen. Die Suche wirkt unübersichtlich und aufgeblasen, findet Anwendungen jedoch recht zuverlässig. Das heißt aber nicht, dass jede gefundene App ohne Google-Dienste laufen würde. Dann wird eine recht unscheinbare Warnmeldung eingeblendet.

- ⬆️ **Suche über Drittanbieter**
- ⬇️ **Apps häufig veraltet**

## Nicht jede App ist aktuell

Um die Aktualität und Auswahl zu beurteilen, haben wir überprüft, welche der beliebtesten Apps und Spiele aus dem Google Play Store zur Verfügung stehen und in welcher Version. Besonders hervorgetan hat sich dabei wie erwartet Aurora: Lediglich eine von 60 Apps war dort nicht verfügbar, eine weitere nicht aktuell.

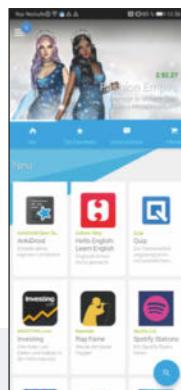


## Samsung Galaxy Store

Samsung gönnt sich als größter Hersteller von Android-Geräten der Welt einen Luxus: Der eigene App-Store des koreanischen Unternehmens ist ausschließlich auf Galaxy-Geräten nutzbar. Durch die vielen Millionen verkaufter Samsung-Androiden hat der Galaxy Store trotzdem eine ordentliche Nutzerbasis.

Für Apps und Spiele ist der Galaxy Store nicht zwingend notwendig, auch wenn er einige für Samsung angepasste Apps mit Sonderangeboten enthält. Die Apps und Spiele sind allesamt auch im Play Store zu finden. Um Samsung-Smartphone, -Tablet oder -Smartwatch zu verschönern und mit Themes und Icon-Packs an den eigenen Geschmack anzupassen, ist der Galaxy Store unterdessen die richtige Wahl. Neben Android wird auch Tizen als Plattform unterstützt, das Samsung für seine Uhren verwendet. Vor allem Themes lässt sich Samsung mit bis zu 3 Euro teuer bezahlen. Wer so etwas mag, sollte auf die regelmäßig wiederkehrenden Sonderangebote achten. Nervig ist die aufdringliche, aber zum Glück abschaltbare Werbung, die der Galaxy Store immer wieder in die Notifications spült.

- ⬆️ **große Auswahl an Themes**
- ⬇️ **aufdringliche Werbung**



## Uptodown

Der Store von Uptodown ist ein kommerzielles Angebot, allerdings werden für Android ausschließlich kostenlose Apps gelistet. Es gibt noch kein eingebautes Bezahlsystem. Für jede App wird ein Sicherheitsbericht mit einem Virus-scan angegeben. Dessen Wahrheitsgehalt ist kaum zu überprüfen, Fake-Apps sind uns im Test mit Uptodown allerdings nicht aufgefallen. User-Bewertungen der angebotenen Apps sind im Prinzip möglich, bei vielen Anwendungen allerdings nur spärlich oder überhaupt nicht vorhanden und damit kaum aussagekräftig.

Die Gesamtzahl der Apps gibt der Anbieter mit 30.000 an, das ist nicht besonders viel. Darunter befinden sich auch offizielle Google-Apps, allerdings fehlt die Möglichkeit von Aurora, diesen ein anonymes Konto vorzugaukeln. Bei der Einrichtung kann man festlegen, ob der Store wöchentlich neue Apps empfiehlt darf oder lieber still sein soll. Ein Benutzerkonto oder alternativ ein Google-Account ist möglich, jedoch nicht verpflichtend. Uptodown bietet auch die Möglichkeit, APK-Dateien über die Website herunterzuladen. Dort sind zudem Anwendungen für Mac und Windows verfügbar.

- ⬆️ **ausschließlich Gratis-Apps**
- ⬇️ **mittelmäßige Auswahl**

den sind, sondern anderswo. Zu solchen externen Angeboten außerhalb des App-Stores von Huawei führt ein Link auf die jeweilige Webseite des Anbieters.

Auffällig bei Huawei: Die Aktualität ist im Vergleich schlechter als bei der Konkurrenz. Von den beliebtesten Apps und Spielen ist über die Hälfte nicht in der aktuellen Version gelistet, teils hinkt

das Huawei-Angebot mehrere Releases hinterher.

Etwas besser, aber auch nicht optimal, ist die Aktualität im Store von Amazon. Alle großen Multimedia-Apps und Streaming-Dienste sind an Bord, auf anderen Gebieten klaffen jedoch große Lücken, etwa bei Messengern oder Apps für Verkehr und Reise. Auffällig: Auch zahlreiche Spiele sind bei Amazon nicht zu finden, dafür jede Menge Klone von Gelegenheitsspielen (Casual Games). Ein echter Anreiz, den Amazon-Store anstelle des Google Play Store zu verwenden, fehlt, denn Amazons eigene Apps etwa für den Streamingdienst Prime sind allesamt auch bei Google verfügbar. Um wiederum neue Apps auf einem Fire-Tablet von Amazon zu installieren, bieten sich eher freie Stores wie Aurora oder Uptodown an.

Auffällige Fakes oder geklonte Originale haben wir bei Uptodown im Test nicht entdecken können. Das Angebot an namhaften Apps ist gut, zwei Drittel der Bestseller des Play Store ist auch hier zu finden, und das fast immer in der aktuellen Version. Spielefans dürften sich darüber freuen, dass Uptodown als einziger Store im Vergleich den beliebten Shooter Fortnite im Angebot hat.

Einen Sonderweg beschreitet Samsung mit seinem Galaxy Store, der ausschließlich auf Samsung-Geräten läuft. In der Praxis taugt das Angebot nur als Ergänzung zum Play Store. Von den Top-Apps sind nur eine Handvoll verfügbar, und nicht einmal namhafte wie Zoom, TikTok oder Tinder in der aktuellen Version. Die wenigen kommerziellen Angebote mit speziellen Rabatten für die Samsung-Kundschaft lohnen sich in unseren Augen kaum.

Seine Berechtigung zieht der Galaxy Store aus den tausenden und abertausenden Themes und Möglichkeiten zur Verschönerung und individuellen Anpassungen der Galaxy-Gerätschaften. Die Hintergrundbilder, Icons und Schriftarten lässt sich Samsung allerdings größtenteils bezahlen, kostenlose Inhalte sind in der Minderheit. Auch für die Smartwatches von Samsung ist der Store sinnvoll, denn die haben dank der Tizen-Plattform keine andere Quelle zur Installation von Apps.

### Apps kosten Geld – aber nicht überall

Bei Uptodown und F-Droid muss man auf Bezahlangebote verzichten und bekommt ausschließlich Gratissoftware. Aurora deaktiviert Bezahlinhalte, wenn kein „echtes“ Google-Konto hinterlegt ist. Huawei und Samsung bieten die Zahlung über Kreditkarte an, Huawei akzeptiert zudem eigene Coins, die man kaufen und verschenken kann, bei Samsung gibt es digitale Geschenkkarten. Auch PayPal, Paysafecard und die Abrechnung über den Mobilfunkanbieter sind möglich. Amazon flanscht das App-Angebot an die eigenen Bezahlsysteme aus dem Online-Shop an, das ist besonders umfangreich und erlaubt auch die Zahlung per Bankeinzug.

Wer – etwa auf verschiedenen Geräten oder beim Wechsel des Smartphones – mehrere Stores verwendet, sollte bedenken: Apps, die man in Shop A bezahlt hat, müssen in Shop B noch einmal gekauft werden. Abonnements in Apps werden entweder vom jeweiligen Store-Betreiber abgerechnet oder – und das funktioniert zum Teil plattformübergreifend – vom Dienstleister direkt.

### Fazit

Für die meisten Menschen mit einem Android-Smartphone wird der Play Store auch künftig die erste Adresse für Apps bleiben, zu groß und komplett ist das Angebot und zu komfortabel die Integration. Vor allem bei den automatischen Updates, der Auswahl und den Angeboten, neue Apps zu entdecken, ist Google federführend.

Doch auch anderswo gibt es viel zu entdecken. Die freie Open-Source-Plattform von F-Droid ist ein Musterbeispiel für Sicherheit und Datenschutz und zudem äußerst flexibel. Aufgrund der fehlenden Top-Titel bietet sich F-Droid für den Normalnutzer allerdings vor allem neben und nicht statt Play Store an. Aurora und Uptodown haben das größere Sortiment, Aurora zudem die Möglichkeit, Google-Apps auch auf Nicht-Google-Smartphones zu installieren.

Und die großen Drei? Amazon hat seine Kernkompetenzen in den Vordergrund gestellt und sein System voll und ganz auf die eigene Hardware optimiert; abseits der erweiterten Bezahlmöglichkeiten bietet der Store wenig Alleinstellungsmerkmale. Samsung-Fans freuen sich über viele Optionen zur optischen Anpassung ihrer Gerätschaften, dürften für Apps aber dann doch wieder bei Google landen. Huawei hat in der Kürze der Zeit seit den Schwierigkeiten mit der US-Regierung große Schritte nach vorne gemacht und einen Store mit cleverer Suche aufgesetzt, die die noch immer vorhandenen Schwächen bei der Auswahl gut kaschiert. Wenn Huawei die Aktualität der Apps weiter verbessert, geht die Entwicklung in die richtige Richtung – und die Google-Apps kommen dann eben von Aurora.

(sht@ct.de) ct

## Alternative App-Stores für Android

Anbieter	Amazon Appstore	Aurora	F-Droid	Huawei Appgallery	Samsung Galaxy Store	Uptodown
Systemvoraussetzungen	Android ab7.0	Android ab 5.0	Android ab 4.0	Android ab 5.0	Android, ausschließlich für Samsung-Geräte	Android ab 4.1
Bezahlmöglichkeiten	Kreditkarte, Bankeinzug, PayPal, Amazon Coins, Geschenkkarte	Google-Konto	–	Kreditkarte, Huawei Points	Kreditkarte, PayPal, Paysafecard, Geschenkkarte	–
Google-Apps vorhanden	–	✓	–	–	–	✓
Top 30 Apps aktuell / veraltet / nicht vorhanden	8 / 3 / 19	28 / 1 / 1	1 / 0 / 29	18 (davon 14 über externe Anbieter) / 5 / 7	2 / 4 / 24	21 / 1 / 8
Top 30 Spiele aktuell / veraltet / nicht vorhanden	8 / 2 / 20	30 / 0 / 0	0 / 0 / 30	10 (davon 5 über externe Anbieter) / 6 / 14	5 / 1 / 24	13 / 2 / 15
<b>Bewertung</b>						
Auswahl / Aktualität	⊖ / ⊖	⊕⊕ / ⊕⊕	⊖⊖ / ⊖	⊖ / ⊖	⊖ / ⊖	⊕ / ⊕⊕
Suche / Updates	⊕ / ⊕⊕	⊖ / ⊖	⊕ / ⊖	⊕⊕ /	⊕ / ⊖	⊕ / ⊖
Bedienkomfort / Design	⊕ / ⊖	⊖ / ⊖	⊕ / ⊖	⊕ / ⊖	⊕ / ⊖	⊕ / ⊖
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ⊖ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden						



Bild: Thorsten Hubner

# Einsortiert statt abgelegt

## Fünf Dokumentenmanagementsysteme, die Ordnung schaffen

**Geschäftsleute sind verpflichtet, digitale Unterlagen elektronisch und revisionssicher aufzubewahren. Dazu dient ein Dokumentenmanagementsystem. Es ermöglicht eine systematische Ablage, sodass Sie ein gesuchtes Schriftstück auch in einem Wust gesammelter Unterlagen auf Anhieb finden und sofort für anstehende Aufgaben weiterverarbeiten können.**

Von Hans-Peter Schüler

**D**okumentenmanagementsysteme (DMS) sind für Geschäftsleute schon von Rechts wegen unverzichtbar, weil sie eine revisionssichere Ablage ermöglichen. Wie in den Grundlagen für ordnungsgemäße Buchführung und Datenzugriff (GoBD) vorgeschrieben, lassen sich abgelegte Dokumente dann nicht mehr unbemerkt verändern oder löschen.

Darüber hinaus hilft ein DMS allen Nutzern im täglichen Papierkrieg. Mit Hilfe einer solchen Anwendung fördern Sie das gesuchte Objekt anhand vielseitiger – auch kombinierter – Vorgaben wie Textinhalt, Dokumenttyp und Stichwörter ratzatz aus einem riesigen Datenbestand zutage. Papierunterlagen könnten Sie hingegen bestenfalls alphabetisch

nach Absender und Datum etwa in Ordner für Eingangsrechnungen und für Kundenaufträge sortieren. Aber schon, wenn Sie nur alle Ein- und Ausgaben für eine Ihrer Dienstleistungen sichten wollen, müssen Sie mehrere Ordner durchblättern und riskieren eine Aktenstaublunge.

Voraussetzung für eine systematische Ablage ist die Aufbereitung der Unterlagen, wobei Sie die marktüblichen DMS-Pakete unterschiedlich gut unterstützen. Daraufhin haben wir die Programmepakete CompuDMS Professional, Dr. Doc mit Einzelplatzlizenz, ecoDMS, ELOoffice und Office Manager Pro untersucht, die allesamt kostenlos oder zumindest auch für Privatanwender erschwing-

lich sind. Abgesehen von Office Manager Pro handelt es sich bei allen Systemen im Test um die Einstiegsversionen deutlich aufwendiger und teurerer Programme oder Programmamilien. Solche Profi-Anwendungen sind die Werkzeuge der Wahl für Betriebe mit mehr als einer Handvoll Büroarbeiter. Wir empfehlen aber, bei der Systemauswahl diejenigen Produkte zu bevorzugen, bei denen Sie nicht gleich für teures Geld in die Vollen gehen müssen.

Zwar lassen sich die abgelegten Dokumente jederzeit wieder im originalen Dateiformat exportieren und in ein neues System einspeisen. Doch in der Regel geben Sie jedem Dokument bei der Ablage auch zusätzliche Daten wie Stichwörter, Rechnungsnummern oder Absender mit. Darüber legen Sie zum Beispiel fest, wer dieses Dokument später lesen oder überarbeiten darf, und wie lange es aufbewahrt werden muss. Diese Arbeit fällt im Alltag kaum ins Gewicht.

Diese Zusatzdaten lassen sich jedoch, wenn überhaupt, nur mit Kunstgriffen exportieren. Es existiert kein Standardformat, um die Daten in das DMS-System eines anderen Herstellers wieder einzulesen. Ein Umstieg auf eine andere DMS-Marke ist deshalb nur mit einem extrem hohen Arbeitsaufwand möglich.

## Abschied vom Papier

Für die Ablage im Archiv übergeben Sie zunächst jedes Schriftstück, Foto oder sonstige Objekt an das DMS – das kostet Sie wenige Mausklicks für jedes digitale Dokument oder geschieht sogar automatisch beim Speichern. Manches DMS kooperiert dazu mit Microsoft Office, andere Systeme wie ELOoffice außerdem mit LibreOffice oder noch weiteren Anwendungen, wie die Tabelle auf Seite 115 zeigt. Ansonsten übergeben Sie Ihre Unterlagen in der Regel per Drag & Drop.

Herkömmliche Unterlagen müssen Sie zuvor mit einem Scanner digitalisieren. Dazu sind Sie zwar als Unternehmer nicht verpflichtet, aber der Aufwand lohnt sich. Sie machen sich nämlich viel mehr Arbeit, wenn Sie regelmäßig Ihren Aktenschrank nach einer Unterlage durchsuchen müssen, als wenn Sie gleich alles digital speichern und auf Anhieb im Rechner wiederfinden.

## Text aus Pixeln

Zur Digitalisierung eines Schriftstücks gehört auch die Texterkennung (OCR, Op-

tical Character Recognition). Ein Scanner oder eine Kamera liefert in erster Instanz nur ein Pixelbild, etwa eine JPG- oder TIFF-Datei, das sich nur schlecht in ein systematisches Archiv eingliedert. Einige Scanner liefern auch PDF-Dateien, die aber nicht durchsuchbar sind. Dabei handelt es sich ebenfalls um Pixelbilder, die von vornherein keine Textinformation enthalten. Die OCR analysiert solche Bilder und erzeugt daraus Textdateien, die zusätzlich ins Archiv wandern. Der erkannte Text liefert gegebenenfalls auch Treffer bei einer Volltextsuche und lässt sich im Idealfall per Copy & Paste in andere Anwendungen übertragen. Die meisten DMS-Pakete enthalten eine OCR. Spezielle Anwendungen für diese Aufgabe sind aber auch einzeln erhältlich oder finden sich im Zubehör von Dokumentenscannern [1].

Dabei trennt sich die Spreu vom Weizen, sobald ein kompliziert layoutetes Schriftstück etwa als TIFF-Datei auf der Bildfläche erscheint. Zwar erkennt heute jede OCR-Software alle Zeichen so gut wie fehlerfrei, aber das hilft nicht beim Lesen, wenn die Zeilen aus einem Spaltensatz anschließend wild durcheinander gewürfelt erscheinen oder Bildunterschriften übergangslos im Fließtext aufgehen. Gut verwertbare Texte erhält man in solchen

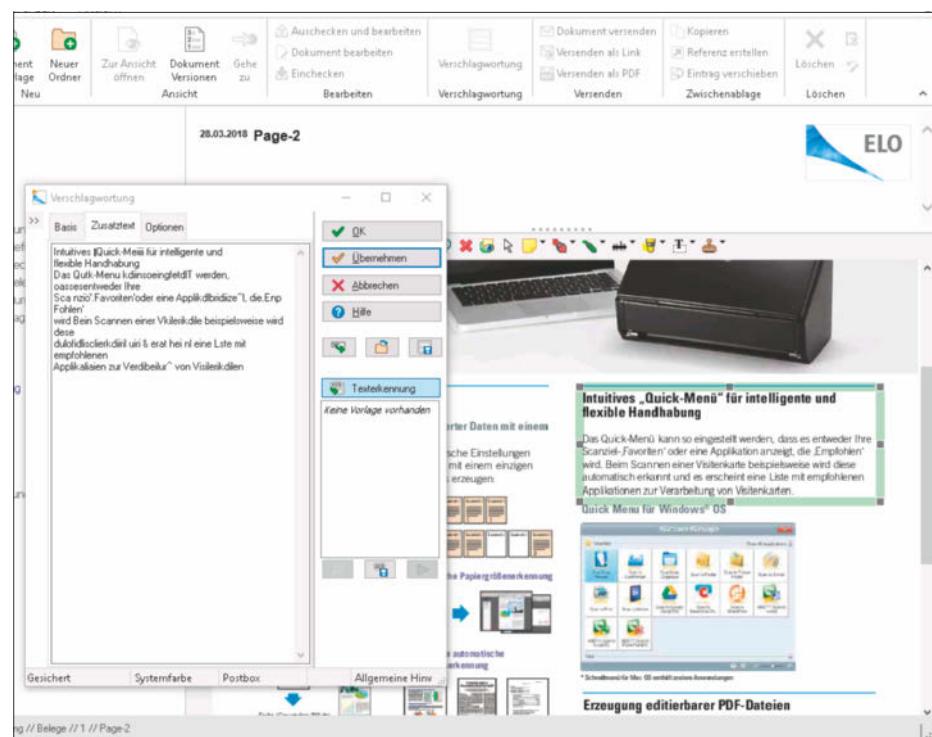
Problemfällen nur mit spezialisierten OCR-Programmen [2].

Die hier getesteten Programme sind mit solchen Layouts überfordert, das ist aber nicht so schlimm: Wenn alle Wörter in einer Bilddatei erkannt werden, funktioniert zumindest die Volltextsuche, und lesen kann man den Inhalt als Anwender schließlich auch in einer Pixeldatei.

Bei ELOoffice kann man für jedes neue Dokument ganz einfach festlegen, welche Bildbereiche es analysieren soll. Das lässt sich mit gut versteckten Werkzeugen auch bei Dr. Doc bewerkstelligen, sogar mit der Besonderheit, dass man erkannte Textpassagen direkt in beliebige Datenfelder übergeben kann. Unproblematisch sind ansonsten nicht durchsuchbare PDFs: Wenn eine Anwendung wie CompuDMS Professional solche Dateien in durchsuchbare PDFs umwandelt, bleibt das Layout korrekt erhalten.

## Ordnung schaffen

Der zweite Schritt, die Verschlagwortung oder anderweitige Erfassung von Metadaten für jedes neue Dokument, unterscheidet ein DMS von einem bloßen Archivsystem. Anhand der gespeicherten Zusatzinformationen finden Sie ein gesuchtes Dokument viel leichter wieder, als wenn Sie sich darauf verlassen müssten,



Der Rahmen in der Dokumentenansicht bei ELOoffice markiert den Bereich, den das Programm für die Zeichenerkennung analysiert.

dass Ihr Suchbegriff mit der richtigen Schreibweise im Volltext auftaucht.

Zugegeben: Für einen überschaubaren Datenbestand taugt auch ein System passender Unterverzeichnisse und Dateinamen als grobe Suchhilfe. Doch dabei geht leicht einmal eine Datei verloren, und vor allem werden Sie kaum je beweisen können, dass Sie ein Dokument seit der Aktenablage nicht mehr verändert haben. Dieser Nachweis – im Buchhalterjargon als Revisionsicherheit bezeichnet – ist für Geschäftsleute gesetzlich vorgeschrieben: Alle steuerlich relevanten Unterlagen müssen revisionssicher aufbewahrt werden, sonst drohen bei einer Buchprüfung Steuernachzahlungen und Bußgelder.

Dokumentenmanagementsysteme speichern Archivstücke nicht als einzelne Dateien, sondern als Datensätze in einer Datenbank. Anwender greifen darauf nicht unmittelbar zu, sondern nur über Funktionen des DMS. So können sie ein gesuchtes Schriftstück etwa per Volltext- oder Schlagwortsuche auswählen, betrachten oder exportieren – aber nicht unbemerkt manipulieren. Um ein Dokument unter Wahrung der Revisionssicherheit zu bearbeiten, checkt man es aus und nach der Bearbeitung mit einer neuen Versionsnummer wieder ein.

Bei einigen Systemen können Sie etwa einen „abgehefteten“ Geschäftsbrief nicht nur mit einem DMS-eigenen Dokumentenbetrachter ansehen, sondern auch Hinweise wie einen Eingangsstempel anbringen, einzelne Passagen hervorheben oder kommentieren. Das gelingt allerdings nur, wenn das System etwas mit dem Dateiformat des gespeicherten Dokuments anfangen kann. Deshalb gibt es speziell bei OfficeManager Pro eine Erweiterung für den Umgang mit gängigen CAD-Dokumenten, an denen gewöhnliche Dateibetrachter scheitern.

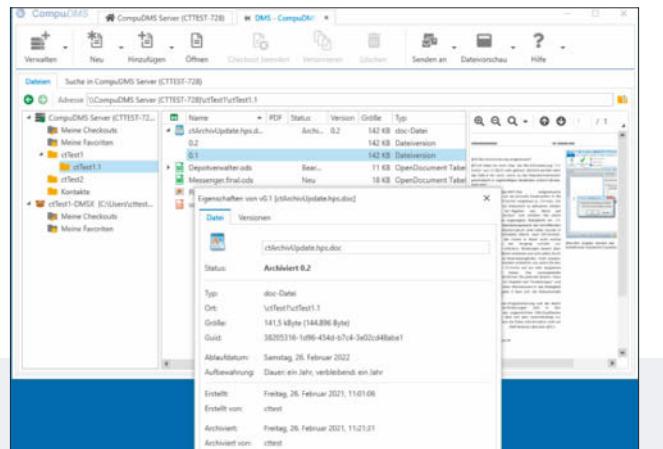
## Fazit

Die getesteten Programme bewähren sich allesamt bei der Aufgabe, verschiedenartige Unterlagen mit System abzulegen und schnell wiederzufinden. Für den privaten Einsatz kommen Sie schon mit kostenlosen Ausführungen zurecht, mit der Zwei-Benutzer-Lizenz von CompuDMS sogar beruflich.

Wie bei den Einzelvorstellungen umrissen, nutzen die meisten Systeme die erfassten Metadaten nicht nur als Suchhilfen, sondern auch, um die Zugriffsberechtigungen verschiedener Anwender zu kontrollieren, und um automatische Arbeitsabläufe wie eine Wiedervorlage, Weiterleitung an bestimmte Sachbearbeiter oder die automatische Auslagerung in ein Langzeitarchiv zu organisieren. Das Spektrum reicht dabei vom leichtgewichtigen CompuDMS Client, mit dem man Einzelarchive sogar auf verschlüsselten USB-Sticks ablegen und auf beliebigen Rechnern nutzen kann, bis zum komplexen Dr.Doc, bei dem die Aktenverwaltung nur eine Komponente eines umfassenden Workflow-Systems darstellt.

Je intensiver ein System bei der Automatisierung von Betriebsabläufen helfen soll, desto mehr Aufwand müssen Sie für dessen Administration und Anpassungen einplanen. Das zeigt sich bei Dr.Doc und in geringerem Ausmaß bei ecoDMS; beide Anwendungen kommen in Betracht, wenn außer den routinemäßigen Anwendern auch noch mindestens ein Spezialist für die Systempflege bereit steht.

Die anderen Testkandidaten sind einfacher zu bedienen; dabei zeichnet sich OfficeManager Pro trotzdem durch offenes API und große Anpassungsfähigkeit aus, zeigt aber Lücken im Dokumentenschutz. CompuDMS Professional verzichtet auf Son-



## CompuDMS 7.3

Das ansonsten gebührenpflichtige Client-Server-System CompuDMS ist neuerdings auch mit einer kostenlosen Lizenz für zwei Benutzer erhältlich. Das darin enthaltene, auch einzeln verfügbare Clientprogramm funktioniert zusätzlich als kompaktes Verwaltungsprogramm für sogenannte DMSX-Repositories [3]. Das sind eigenständige Container für komprimierte Dateien.

Das Clientprogramm enthält eine ausführliche Kontaktverwaltung und das DMS. Letzteres präsentiert sich ähnlich wie der Windows Explorer. Über die Symboleiste legt man wie in anderen DMS-Paketen ein datenbankgestütztes Repository oder alternativ ein DMSX-Repository an. Beide Arten von Repository können Unterverzeichnisse enthalten.

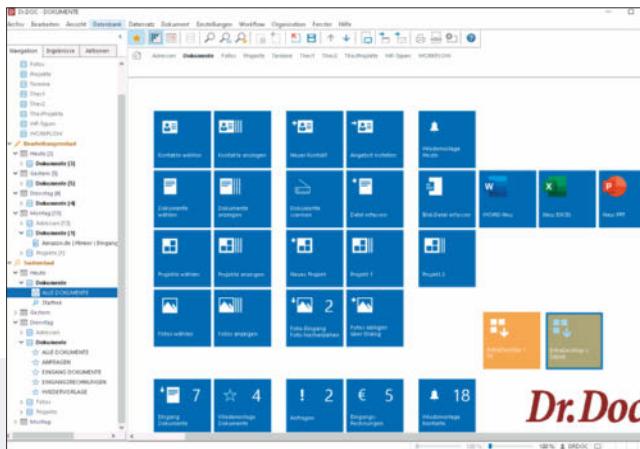
Dokumente gelangen per Drag & Drop aus dem Windows-Dateisystem in ein Repository oder wieder zurück. Der rudimentäre Dateibetrachter erzeugt nur Vorschaubilder für Bild- und Office-Dokumente; für Detailanzeigen und zum Bearbeiten startet CompuDMS die zuständigen Anwendungen auf dem Rechner. Automatische Checkouts schließen aus, dass sich Benutzer beim gleichzeitigen Bearbeiten eines Dokuments ins Gehege kommen. Jedes Einchecken erzeugt eine neue, gesondert aufbewahrte Version des Dokuments.

Das erweiterbare Sortiment anwenderdefinierter Metadaten lässt sich für jedes Verzeichnis ein- und ausblenden und zusammen mit der Volltextsuche selektiv bei Recherchen berücksichtigen. DMSX-Archive unterstützen allerdings nur die Suche über Metadaten. So oder so nennt die Software nach einer Suche nur Dokumente, die der Anfrage entsprechen. In beiden Arten von Repositories kann man Dokumente revisionsicher archivieren und für revisionssichere Veränderungen zusätzlich eine Versionskontrolle festlegen.

CompuDMS glänzt mit dem besonderen Charme, dass man Dokumente in ein DMSX-Archiv auslagern kann. Bestückt mit so einem Container und dem CompuDMS-Client wird ein USB-Stick zu einem unabhängig laufenden, sogenannten selbsttragenden Archiv, das sich ohne weitere Software mit jedem Windows-PC nutzen lässt.

- ⬆ intuitiv bedienbar
- ⬆ praktische Archiv-Auszüge
- ⬇ wenige Anmerkungsoptionen

Preis: kostenlos



## Dr.Doc 25.0 (Einzelplatzversion)

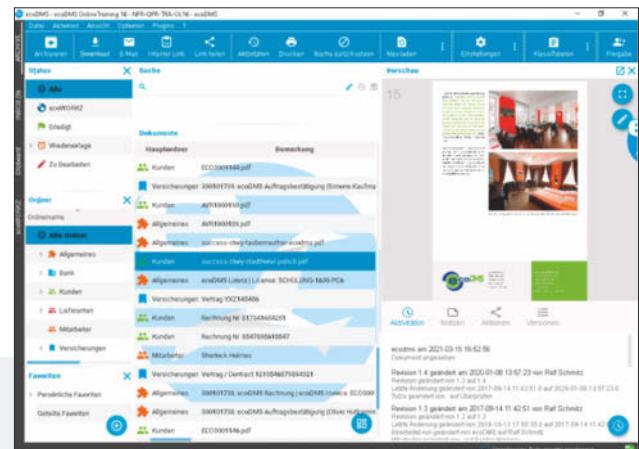
Die Multiuser-Datenbankanwendung Dr.Doc präsentiert sich in der hier getesteten Einzelplatzausführung für den Geschäftsbetrieb als zentrales Cockpit für alle Büroaufgaben. Das Haupt-Programmfenster, der Dr.Doc Desktop, enthält außer einem Navigationsbereich großflächige Kacheln für bestimmte Aufgaben. Klickt man auf eine Kachel oder zieht ein Dokument dorthin, macht der Desktop Platz für eine Datenmaske mit meist mehreren Registerkarten für eine überwältigende Vielfalt von Detailangaben. Außerdem öffnet sich ein neues Fenster für den eingebauten Dateibetrachter mit zahlreichen Werkzeugen für Hervorhebungen und Anmerkungen. Alternativ finden mit Microsoft Word formulierte Schriftstücke über ein mitgeliefertes Word-Plug-in den direkten Weg ins Archiv.

Das vordefinierte Archiv für Geschäftszwecke umfasst pro Dokument mehr als 30 Datenfelder, die zum Teil nur für Dr.Docs umfangreiche Projekt- und Workflow-Verwaltung benötigt werden. Dokumente lassen sich jeweils in mehrere Projekte und Arbeitsabläufe eingliedern, untereinander und mit Adressbucheinträgen verknüpfen. Für den Zugriff auf Dokumente und einzelne Datenfelder lassen sich sehr differenzierte Berechtigungen einstellen. Außerdem verwaltet die Software beliebige Profile, mit denen man Unterlagen nach Volltext und ausgewählten Zusatzdaten filtern kann. Zudem merkt sie sich die Such- und Bearbeitungsverläufe der vorigen Tage, was sehr bei der Fortsetzung unterbrochener Vorgänge hilft. Dokumente lassen sich mit festgelegten Zusatzinformationen aus Fremd-anwendungen in Dr.-Doc-Projekte aufnehmen, Metadaten kann man in verschiedenen Datenbankformaten exportieren.

Die Kehrseite der Medaille liegt im immensen Einarbeitungsbedarf. Ein Glück, dass das vordefinierte Archiv ohne weitere Anpassungen allen erdenklichen Büroaufgaben gerecht wird. Ein maßgeschneidertes Archiv selbst anzulegen, ist dagegen mit erheblichem Lernaufwand verbunden. Das gesondert herunterladbare PDF-Handbuch enthält sehr konzentrierte Anleitungen und ist trotzdem mit 600 Seiten eher knapp bemessen.

- ⬆️ extrem mächtiges Bürosystem
- ⬇️ nicht intuitiv bedienbar
- ⬇️ Handbuch riesig und doch zu knapp

Preis: 299 Euro



## ecoDMS 21.02 (burns)

Das Client-Server-System ecoDMS speichert Dokumente mit seinem Serverprogramm in einer SQL-Datenbank. Für alle Zugriffe auf den Datenbestand ist das Clientprogramm zuständig, darüber hinaus gibt es spezielle Module für die automatische Dokumentenerfassung aus dem E-Mail-Postfach oder über einen virtuellen Drucker. Das ist ein Softwaremodul, das von anderen Anwendungen wie ein Druckertreiber angesprochen wird und die empfangenen Daten in das DMS importiert. Alle Komponenten lassen sich mit dem All-in-one-Installer gemeinsam auf einem Windows-PC einrichten, doch kann man die Komponenten auch einzeln installieren, etwa den Server auf einem Linux-Rechner oder als Docker-Container auf einem NAS, und Client-Programme unter allen gängigen Betriebssystemen.

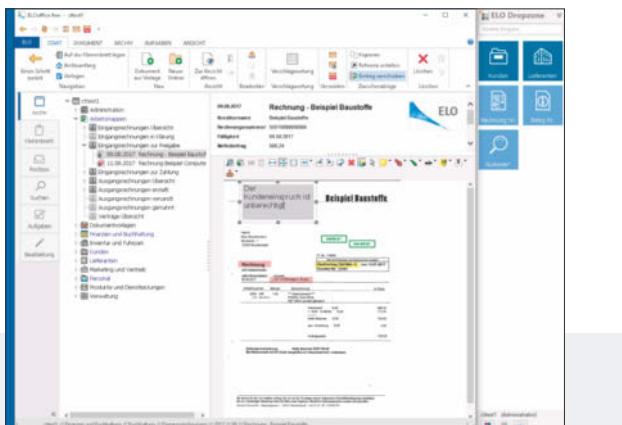
Das Clientprogramm quetscht viele Informationen in individuell arrangierbare Frames, die sich durch ihre Farbgebung kaum voneinander abheben. Zum Glück kann man diese Frames per Kontextmenü einzeln aus- und einblenden

Das System nimmt Dokumente per Drag & Drop ins Client-Fenster oder auf das Side-Panel, alternativ über Add-ons für MS Office, Libreoffice, Outlook und Thunderbird entgegen. In allen Fällen übernimmt die Software den Inhalt automatisch in ihren Volltextindex und veranlasst die Klassifizierung des Objekts. Dabei geht ecoDMS einen Sonderweg: Es setzt Klassifizierungsmerkmale automatisch, indem der Anwender eine zuvor definierte Vorlage auswählt. Diese kann auch eine Liste von Schlagwörtern enthalten, die das System automatisch erkennt, wenn sie im Dokument auftauchen. Darüber hinaus kann die Software zum Beispiel die Rechnungen von Standard-Lieferanten automatisch an ihren Kopf- und Fußzeilen erkennen, Rechnungsnummern extrahieren und die Schriftstück ganz ohne Anwendereingriff ins Archiv einsortieren.

Zwar nimmt ecoDMS dem Anwender viel Arbeit bei der Dokumentenerfassung und bei anschließenden Arbeitsschritten ab. Das System erfordert aber einige Eingewöhnung. Insbesondere der ecoDMS-Server wendet sich mit seinen Konfigurationsmöglichkeiten an sachkundige Administratoren.

- ⬆️ sehr mächtig
- ⬆️ weit konfigurierbar
- ⬇️ gewöhnungsbedürftiger Client

Preise: kostenlos (privat), 89 Euro je Benutzer (geschäftlich)



ELOffice 11

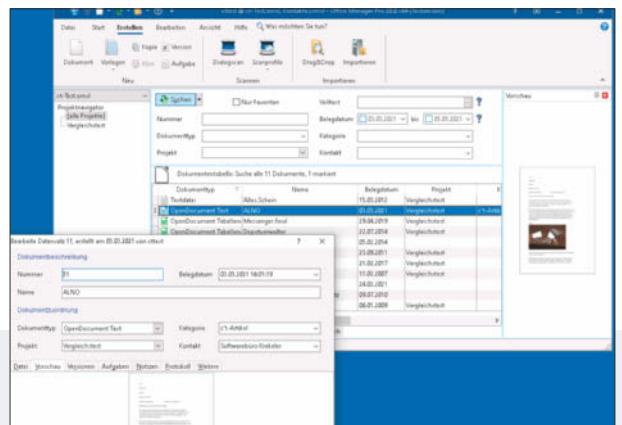
Das Einstiegsprodukt des Herstellers ELO ist streng genommen ein Einzelplatzsystem, das Dokumente mit einer eingebauten Jet-Datenbankengine verwaltet. Der Datenbestand lässt sich aber auch mit ELOoffice-Programmen auf anderen Rechnern im LAN ansprechen, sodass mehrere Benutzer mit eigenen ELOoffice-Lizenzen eine gemeinsame Aktenablage pflegen können. Je mehr Nutzer jedoch am System arbeiten, desto wahrscheinlicher werden Wartezeiten, weil die Jet-Engine ein gerade bearbeitetes Dokument für andere Benutzer blockiert.

Für Tests oder den privaten Einsatz mit maximal 200 Dokumenten in einem einzigen Archiv darf man ELOoffice kostenlos ohne Registrierung nutzen; die Vollversion für 345 Euro unterstützt bis zu vier Archive mit jeweils bis zu 200.000 Dokumenten.

Das Programm nimmt Dokumente auf viererlei Arten entgegen: Der erste Weg betrifft Dokumente, die der Anwender etwa in Word mit einer mitgelieferten Dokumentvorlage angelegt hat, und umfasst gleich beim Speichern die Abfrage nach festgelegten Metadaten. Außerdem kann das System Dokumente direkt von einem angeschlossenen Scanner oder über den virtuellen Drucker von ELOoffice erfassen. Über ihre Postboxen – programminterne Dokumentenablagen – tauschen ELOoffice-Benutzer Dokumente aus. Als vierte und eleganteste Gelegenheit zur Aktenablage dient die Dropzone. Dieses Desktop-Widget enthält Kacheln für vorkonfigurierte oder anwenderdefinierte ELOoffice-Aktionen, etwa um per Drag & Drop ein Dokument mit einem bestimmten Eingabeprofil für Metadaten zu erfassen oder eine gespeicherte Suchanfrage anzustoßen.

Der Dateibetrachter punktet nicht nur durch die intuitiv einstellbaren Bereiche für die Texterkennung, sondern er kann auch zwei Versionen eines Dokuments vis-à-vis nebeneinander anzeigen, sodass Unterschiede direkt ins Auge springen.

Dank schlüssiger Bedienführung und Bildschirmaufteilung geht ELOoffice auf Anhieb auch Einsteigern zur Hand. Um die weitreichenden Optionen zur halbautomatischen Verschlagwortung, Dublettenprüfung, Wiedervorlage und weiteren Arbeitsabläufen zu erkunden, wird man jedoch am ausführlichen Online-Handbuch nicht vorbeikommen.



Office Manager Pro 20.0

Dieses Programm kopiert abgelegte Dokumente in ein wählbares Dateiverzeichnis. Nur die relevanten Zusatzinformationen verwaltet es als Datensatz in einem Archiv, das sich mehrere Nutzer von ihren Rechnern aus teilen können.

Jedes Archiv ist eine eigene SQLite-, Access- oder Firebird-Datenbank mit individuellen Eigenschaften. In deren Datensätzen lassen sich für jedes Dokument ein Ansprechpartner, anstehende Arbeitsschritte, Mindestaufbewahrung und Wieder- vorlage festhalten, außerdem anwenderdefinierte Angaben. Als Freitext notierte Stichwörter werden zusammen mit dem restlichen Dokumenteninhalt automatisch in den Volltextindex für das Archiv aufgenommen. Außerdem errechnet die Software einen Hashwert zur Integritätsprüfung für jede gespeicherte Datei.

Im Programmfenster erscheinen Archive und darin gespeicherte Dokumente nach Merkmalen gruppiert oder so wie Festplattenlaufwerke und Dateien im Windows-Explorer, ergänzt durch eine Suchmaske und die von Windows gelieferte Dateivorschau. Per Mausklick auf ein Dokument öffnet sich dieses mit der unter Windows dafür registrierten Anwendung. Mit seinem dokumentierten API unterstützt Office Manager die Integration mit externen Anwendungen und den Umgang mit exotischen Dokumenttypen.

Im für jedes Archiv wählbaren und danach nicht mehr abschaltbaren GoBD-Modus verhindert das Programm, dass Dokumente nach einer Bearbeitung durch eine neue Version überschrieben oder dass Datensätze im Archiv gelöscht werden. Damit ist es revisionssicher, doch selbst dann lassen sich Dateien mit dem Windows-Explorer nachträglich noch manipulieren, ohne dass die Software das von sich aus anzeigt. Nur wenn man gezielt die Funktion zur Revision des Archivs aufruft, fallen manipulierte Dateien durch die veränderten Hashwerte auf. Damit sind Archive zwar genauso revisionssicher wie ein herkömmlicher Aktenordner mit durchnummerierten Unterlagen, bieten aber weniger Schutz vor Verlust als Systeme, die auch die Originaldokumente als Datenbank-Records speichern. Auszüge eines GoBD-Archivs lassen sich bequem als Einzelarchiv für einen Buchprüfer exportieren.

- komfortabel bedienbar
  - vielseitige Schnittstellen
  - begrenzt multiuser-tauglich

Preis: 345 Euro

- ➔ leichter Programmeinstieg
  - ➔ offenes API
  - ➔ begrenzter Dokumentenschutz

Preis: 279,50 Euro pro Arbeitsplatz

derlocken, genügt aber den Alltagsanforderungen und brilliert vor allem durch seine bequem auslagerbaren DMSX-Archive. ELOoffice schließlich verbindet einen großen Funktionsumfang, zum Beispiel für differenzierte Recherchen, mit einer Vier-Sterne-Bedienerführung. Für

Betriebe mit vielen Benutzern empfiehlt sich jedoch das nächstgrößere Produkt des Herstellers. (hps@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Peter Schüler, *Pixelflut in die Aktenablage, Software-Zubehör zu Dokumentenscannern*,

- [2] ct 5/2018, S. 134  
 [2] Peter Schüler, *Es werde Schrift, OCR-Programme für Windows im Test*, ct 16/2018, S. 98  
 [3] Peter Schüler, *Ordnung im Archiv, Systeme zur privaten und geschäftlichen Dokumentenverwaltung*, ct 23/2016, S. 108

Referenzierte ct-Artikel: [ct.de/y64p](http://ct.de/y64p)

## Dokumentenmanagementsysteme

Produkt	CompuDMS Professional	Dr.Doc (Einzelplatz)	ecoDMS	ELOoffice	OfficeManager Pro
Version	7.3	25	21.02 (burns)	11	20.0
Hersteller	CompuKöln, <a href="http://www.compukoeln.de">www.compukoeln.de</a>	Dr.Doc, <a href="http://www.drdoc.de">www.drdoc.de</a>	ecoDMS, <a href="http://www.ecodms.de">www.ecodms.de</a>	ELOoffice, <a href="http://www.elooffice.com">www.elooffice.com</a>	Softwarebüro Krekeler, <a href="http://www.officemanager.de">www.officemanager.de</a>
Systemanforderung	Windows 7 bis 10 (64 Bit)	Windows Vista bis 10	Windows 10, Linux, macOS Catalina und Big Sur <sup>1</sup>	Windows 7 bis 10	Windows Vista bis 10
Datenbanksystem	PostgreSQL	proprietär	PostgreSQL	Jet-Datenbank	MS Access, SQLite oder Firebird
Anzahl Nutzer	2	1	3 oder beliebig <sup>2</sup>	1 pro Lizenz	1 pro Lizenz
Anzahl Archive	beliebig	beliebig	beliebig	1 (4 <sup>3</sup> )	beliebig
Ablage auf verteilten Datenträgern	–	–	–	✓	✓
Rechtevergabe	für Dokumente und Ordner	für Dokumente, Ordner und Datenfelder, rollenbezogen	für Dokumente und Ordner, rollen- oder nutzerbezogen	für Dokumente, Ordner und Abläufe, rollenbezogen	für Archive
Zugriff per MobiApp	✓	–	✓	–	✓
Upgrade-Pfad	Lizenzerweiterung	Multiluser-Lizenz	Lizenzerweiterung	ELO ECM-Suite	Enterprise-Edition
<b>Funktionen</b>					
Texterkennung	✓	✓	✓	✓	✓
Markierungen im Dokument	–	Stempel, Anmerkungen, Textmarker, Rahmen-Werkzeug	Textmarker, Zeichenstift	Stempel, Textmarker, Haftnotizen, Randbemerkungen, Text- und Audionotizen, Rahmenwerkzeug	Notizen
Anwenderdefinierte Metadaten	✓ (8 Datentypen)	✓	✓ (5 Datentypen)	✓ (Zusatztext)	✓ (9 Datentypen)
Verknüpfungen zwischen Dokumenten / mit angehängten Dateien	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –
Wiedervorlage / konfigurierbare Abläufe	✓ <sup>2</sup> / ✓ <sup>2</sup>	✓ / ✓	✓ / ✓ <sup>2</sup>	✓ / ✓	✓ / ✓
Versand von Serien-E-Mail / Serienbriefen	– / –	✓ / ✓	– / –	✓ / –	– / –
Archivierungsmethoden	als Datenbank-Image oder auszugsweise in DMSX-Containern	auf optischen Datenträgern	als Datenbank-Image oder auszugsweise in verschlüsselten Datencontainern	über das Betriebssystem	über das Betriebssystem
Merkmale zur Revisionssicherheit	Versionskontrolle, festlegbare Mindestaufbewahrungsfrist	Versionskontrolle, Zugriffsprotokolle, digitale Signatur	Versionskontrolle und -historie, festlegbare Mindestaufbewahrungsfrist	Versionskontrolle und -historie, digitale Signatur, Prüfsummenüberwachung	Versionskontrolle und -historie, Prüfsummenüberwachung, Blockchain
eingebauter Dateibetrachter	✓ (nur für Vorschau)	✓	✓	✓	✓ (nur für Vorschau)
Originaldokumente rekonstruierbar	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Datenimport</b>					
virtueller Drucker	–	–	✓	✓	–
Scanner-Schnittstellen	TWAIN	TWAIN, Kofax	TWAIN, Kofax, WIA	TWAIN, WIA	TWAIN, WIA
HTTP / E-Mail	– / ✓	✓ <sup>2</sup> / ✓	✓ / ✓	– / ✓	– / ✓
Drag & Drop	✓	✓	✓	✓	✓
Strichcode-Erkennung	✓ <sup>2</sup>	✓	✓	✓	–
Anwendungsschnittstellen	MS Office	MS Office, Tobit Info Center, dBase, dokumentiertes API	MS Office, LibreOffice, Thunderbird, dokumentiertes API	MS Office, LibreOffice, Thunderbird, Internet Explorer, Firebird dokumentiertes API	autom. Integration der in Windows registrierten Anwendungen, dokumentiertes API, Assistenten für CAD-Anbindungen
<b>Suchfunktionen</b>					
Volltextsuche in Dokumenten / Metadaten	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
fehlertolerante Suche	–	✓	✓	–	–
Wildcards / Verknüpfungen / SQL	✓ <sup>3</sup> / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ <sup>4</sup>
<b>Bewertung</b>					
Funktionsumfang	⊕	⊕⊕	⊕	⊕	○
Bedienbarkeit	⊕	⊖	○	⊕	○
Texterkennung	○	⊕⊕	○	⊕⊕	○
Archivierungsmethoden	⊕	○	○	○	○
Dokumentation	⊕	○	○	⊕	⊕
Preis	<b>kostenlos</b>	299 €	kostenlos (privat) oder 89 € pro Nutzer	345 € (kostenlos bis 200 Dokumente)	279,50 € / Arbeitsplatz

<sup>1</sup> nur für den Client <sup>2</sup> gegen Aufpreis <sup>3</sup> automatische Suchtext-Ergänzung <sup>4</sup> je nach Datenbankformat

⊕⊕ sehr gut

⊕ gut

○ zufriedenstellend

⊖ schlecht

⊖⊖ sehr schlecht

<sup>5</sup> angekündigt

✓ vorhanden

– nicht vorhanden



# Sparrepertoire

## Gebrauchte Netzwerkhardware 2021

**Netzwerkhardware kann kräftig ins Geld gehen. Doch vieles hält bei vernünftiger Behandlung Jahre und die Kleinanzeigen-Portale sind voll mit günstigen Angeboten. Sechs Kauftipps und ein paar wichtige Hinweise.**

**Von Andrijan Möcker**

Netzwerkhardware, die früher auf irgendeinem kleinen Flohmarkt oder im Schrott gelandet wäre, gibt es heute zu günstigen Preisen im Netz. Sparen können Sie überall: Kabel, Switches, Router, Modems, Netzwerkspeicher (NAS). Wie beim Flohmarktschnäppchen gibt es auch hierbei einige Stolperstellen; mit unseren

Tipps gehen Sie auf Nummer sicher. Außerdem haben wir sechs Geräte herausgesucht, die Sie aktuell besonders günstig bekommen können.

Unvorsichtige Käufer im Internet sind ein gefundenes Fressen für Betrüger und wer viel gebraucht einkauft, gerät unweigerlich irgendwann an jemanden, der einem das Geld ohne Gegenleistung aus der Tasche ziehen möchte. Doch die schmerzhafte Erfahrung, betrogen worden zu sein, können Sie leicht vermeiden: Stellen Sie zunächst sicher, dass der Anbieter das Gerät auch wirklich hat. Meistens haben Betrüger nur wenige unscharfe oder pixelige Fotos im Angebot; Screenshots oder vom Bildschirm abfotografierte Bilder sollten Sie auch warnen. Bitten Sie die Person gegebenenfalls, eine Nahaufnahme eines Teils des Gerätes zu machen und Ihnen diese zu schicken; bestehen Sie auf das von Ihnen

vorgegebene Foto. Stellen Sie Fragen zum Kaufdatum, Alter und vorherigem Einsatzort. Betonen Sie, dass Sie ausschließlich mit Käuferschutz kaufen. Betrüger antworten in der Regel nicht mehr, wenn klar wird, dass Sie kein leichtes Opfer sind.

### Bezahlung & Versand

Selbst wenn der Käufer vertrauenswürdig wirkt, sollten Sie bei der Bezahlung nichts riskieren. Eine Überweisung können Sie nicht rückgängig machen und einen Beweis dafür, dass der Käufer das Geld erhalten hat, bekommen Sie auch nur schwer. Verzichten Sie deshalb nur bei kleinen Werten auf Zahlung ohne Käuferschutz. Manche Portale bieten einen Käuferschutz bei Zahlung mit Kreditkarte oder Überweisung an. Alternativ können Sie, unabhängig von der Plattform und dem gekauften Artikel, den Käuferschutz des



## TP-Link Archer C6 (v2)

Der Archer C6 von TP-Link sieht auf den ersten Blick aus wie ein typischer Billig-Router mit eingebautem Dual-Band-WLAN mit Wi-Fi 5 (IEEE 802.11ac), einem Gigabit-WAN- und vier Gigabit-LAN-Ports, aber ohne Teilnehmeranschluss-technik-Modem (VDSL, DOCSIS ...). Wer ihn als Router oder als Repeater beziehungsweise Access-Point zur Erweiterung der WLAN-Abdeckung einsetzen möchte, kommt mit der Standard-Firmware problemlos aus.

Doch der C6 ist zu Höherem berufen: Das alternative Routerbetriebssystem OpenWrt läuft auf dem Router, sodass dieser mithilfe der zehntausenden Erweiterungspakete beispielsweise zum WireGuard-VPN-Router, DNS-Verschlüsselungsserver oder zur Firewall mit abgeschotteten Netzen für IoT-Geräte werden kann. Lediglich den Flash-Speicher sollte man im Blick behalten: 8 MByte zählen bei OpenWrt mittlerweile als „wenig“. Ähnlich wie beim TP-Link WR841N dürfte aber in absehbarer Zeit ein Weg für den Austausch des achtbeinigen SPI-Flash-Chips auftauchen – dafür braucht es eine Bootloader-Modifikation [1].

---

Preis: ab 15 Euro

---

Bezahldienstleisters PayPal nutzen – vorausgesetzt, der Verkäufer besitzt ein PayPal-Konto. Der Käuferschutz wird aktiviert, sobald Sie bei einer PayPal-Überweisung statt „Freunde und Familie“ den Punkt „Waren oder Dienstleistungen“ auswählen. Die Gebühr beträgt 2,49 Prozent vom zu überweisenden Betrag plus 35 Cent; bei 50 Euro sind das etwa 1,64



## Linksys PAP2T

Analoge Technik ist auf Seite der Netzbetreiber so gut wie ausgestorben und auch daheim lassen im Router integrierte DECT-Basisstationen und SIP-Endgeräte analoge Telefone langsam, aber sicher verschwinden. Doch was, wenn das jahrelang treue und problemlos funktionierende Telefon keine analoge Schnittstelle mehr findet oder nur umständlich zum Router gelangt? Dann kann man sich einer Gerätetypen aus der Anfangszeit der VoIP-Telefonie bedienen: dem Analog-Telefon-Adapter, kurz ATA, ein alleinstehendes Netzwerkgerät, das typischerweise ein bis zwei analoge Schnittstellen hat und zwischen den analogen Signalen und der Internettelefonie (VoIP über SIP) vermittelt.

Der Linksys PAP2T ist einer der am weitesten verbreitete ATA und für rund 10 Euro zu haben. Er hat zwei Schnittstellen und kann beide gleichzeitig bedienen (je ein Gespräch) und darüber etwa direkt zum Anbieter oder zur SIP-Schnittstelle eines Routers verbunden werden. Einige Einschränkungen gibt es dennoch: Das letzte Firmwareupdate ist etwa 10 Jahre her; Sicherheitslücken sind nicht bekannt, SIP-Verschlüsselung fehlt jedoch und das Webinterface sollten Sie auch nicht ins Internet freigeben.

---

Preis: ab 10 Euro

---



## USVs von APC

USVs von APC ab 350 VA bekommt man bereits für 20 Euro. Das genügt, um beispielsweise einen kleinen Büro-PC, ein NAS oder einen Router bei Stromausfall einige Minuten lang zu versorgen. In puncto Leistung und Kapazität ist das Angebot nach oben offen.

Verzichten Sie darauf, USVs mit Akkus zu kaufen, es sei denn, der Verkäufer gibt ausdrücklich an, dass diese wenig gebraucht sind; defekte Akkus sind unnötiges Versandgewicht und aufgrund standardisierter Formate sehr leicht zu ersetzen. Beachten Sie außerdem, dass sich manche USVs nicht mehr einschalten lassen, wenn die defekten Akkus tiefentladen sind – mit neuen Akkus laufen sie meist wieder. Teure USV-Steckerleisten können Sie sich sparen; Adapter von C14 auf eine Schutzkontaktbuchse zum Anschluss einer Steckerleiste gibt es für etwa zehn Euro.

Wer eine Notstromquelle auch für andere Geräte sucht, muss indes aufpassen: Viele kleinere USVs produzieren eine Rechteckspannung, die sich schlecht für induktive Lasten (Waschmaschinen, Kühlschränke etc.) eignet und diese unter Umständen sogar beschädigt.

---

Preis: ab 20 Euro

---

auf, dass Ihnen der Verkäufer einen Sendungsbeleg zukommen lässt. Ein Käuferschutz bedeutet nicht automatisch, dass Sie Ihr Geld zurückbekommen, wenn etwas nicht stimmt, und die Sendungsverfolgung kann gegebenenfalls ein wichtiger Beweis sein.

Der Verkäufer des Artikels ist gesetzlich verpflichtet, die Beschreibung des



## Magenta Speedbox

Die Magenta Speedbox heißt eigentlich Huawei B529s-23a. Ähnlich wie der Gigacube von Vodafone ist die Speedbox ein für den Heimbetrieb gemachter LTE-Router in Form eines 12,5 × 12 × 12 Zentimeter großen Kastens, der von der Telekom in Datentarifen Kunden zum Verbleib geschickt wird und in allen Netzen frei genutzt werden kann.

Die Eigenschaften ähneln denen des Gigacube stark: WLAN auf 2,4 und 5 GHz nach Wi-Fi 4 beziehungsweise 5 mit je zwei MIMO-Streams, beschränkt auf 64 Clients. Das LTE-Modem erfüllt die LTE-Kategorie 6 (300 MBit/s im Downlink, 50 MBit/s im Uplink maximal) und ist abwärtskompatibel zu UMTS und GSM. Für externe Antennen gibt es zwei TS9-Buchsen; LAN-Clients finden über eine Gigabit-Ethernet-Buchse Anschluss. Der Unterschied zum Gigacube: Die Speedbox hat einen eingebauten Akku mit 3 Amperestunden Kapazität für bis zu 4 Stunden Laufzeit ohne Netzschluss. Da das Gerät einen typischen Hohlstecker (12 Volt, 5,5 mm × 2,1 mm) hat, kann es beispielsweise gut im Camper verwendet werden und muss nicht jedes Mal neu starten, wenn die Stromversorgung unterbrochen oder umgeschaltet wird. Im Akkubetrieb begrenzt der Router seine Datenrate auf 20 MBit/s im Down- und 5 MBit/s im Uplink.

---

Preis: ab 30 Euro



## Magenta Schnellstart

Der Schnellstart-Router der Telekom war bereits letztes Jahr in unserer Gebrauchtsübersicht [2], ist aber nach wie vor der günstigste Weg, um an einen mobilen LTE-Router zu kommen – die Geräte werden teilweise ab 5 Euro gehandelt.

Der tatsächliche Hersteller ist Huawei, der das Gerät E5577Cs-321 tauft. Der E5577Cs-3212 hat ein LTE-Modem der Kategorie 4, sodass er maximal 150 MBit/s im Downlink und 50 MBit/s im Uplink erreichen kann. Er ist abwärtskompatibel zu GSM und UMTS. Die Wi-Fi 4-(2)-Schnittstelle versorgt bis zu 10 Clients auf 2,4 oder 5 GHz (nicht simultan). Ein kleines Display zeigt Statusinfos an und der 1,5-Amperestunden-Akku hält etwa fünf Stunden.

Die Telekom hat den Schnellstart indes mit leicht beschnittener Firmware von Huawei geordert: IPv6 und der Repeater-Modus für Hotspots, der beim Standardmodell dabei ist, fehlen. Dafür entsperrt die Telekom das Gerät gratis über ein Online-Formular.

---

Preis: ab 5 Euro



## AVM Fritz!Box 7560

Kaum ein Provider gibt noch gratis Router zum Tarif dazu. Oft soll der Kunde den Router dann extra mieten oder für über 100 Euro kaufen. Wer einen DSL-Tarif bis 100 MBit/s bucht, kann sich das mit der Fritzbox 7560 sparen. Sie wird seit 2016 von 1&1 an Kunden herausgegeben und nutzt ein normales FritzOS mit 1&1-Einrichtungsassistent. Klickt man den weg, kann man beliebige DSL-Zugangsdaten eintragen.

Die 7560 liefert Dual-Band-WLAN mit Wi-Fi 4 (3 MIMO-Streams) auf 2,4 GHz und Wi-Fi 5 (2 MIMO-Streams) auf 5 GHz – die Datenrate beträgt somit 867 beziehungsweise 450 MBit/s brutto. Sie taugt auch als Mesh-Access-Point (4 × Gigabit-Ethernet) und integriert sich problemlos in AVMs Mesh-Konzept. Das DSL-Modem liefert höchstens 100 MBit/s (VDSL2-Vectoring) und ist abwärtskompatibel zu ADSL. Einen analogen Nebenstellenport gibt es, alles andere muss man über die integrierte DECT-Basis oder eine SIP-Nebenstelle erledigen. Die 7560 bekommt nach wie vor aktuelle Software: Demnächst steht das Update auf FritzOS 7.25 an; eine Laborversion existiert schon.

---

Preis: ab 25 Euro

Artikels wahrheitsgemäß zu verfassen und ihm bekannte Mängel mitzuteilen. Hierbei können Sie sich absichern, indem Sie den Verkäufer direkt nach Mängeln fragen. Verneint er das und Sie entdecken an der Sache einen offensichtlichen Mangel, hat er diesen mutmaßlich arglistig verschwiegen und der bei Privatverkäufen übliche

Gewährleistungsausschluss ist wirkungslos. Sie haben dann das Recht, Ihr Geld zurückzufordern.

### Software

Viele Hersteller gehen nach der Abkündigung von Hard- und Software davon aus, dass Nutzer diese einfach nicht mehr ver-

wenden und auf etwas Neues umsteigen. Diese Einstellung führt oft dazu, dass Sicherheitslücken in abgekündigten Produkten einfach offen bleiben.

Recherchieren Sie vor dem Kauf eines älteren Gerätes genau, ob es unter Umständen Sicherheitslücken hat, etwa in der Vulnerability Database oder auf

CVE Details (siehe [ct.de/yahw](https://ct.de/yahw)). Je nachdem, wie schwer die Lücke wiegt oder ob sie sich durch Deaktivieren eines bestimmten Dienstes schließen lässt, können Sie Kompromisse eingehen. Wenn Sie der Verschrottung aufgrund veralteter Software ganz entgehen wollen, recherchieren Sie im Netz, ob alternative Software – etwa OpenWrt für Router – für das jeweilige Gerät verfügbar ist und Sie die benötigten Funktionen auch nach dem Softwareaustausch noch nutzen können. Beispielsweise funktioniert OpenWrt auf einigen Fritzboxen; Unterstützung für den DECT-Chip, viele DSL-Modems und die kabelgebundenen Telefonanschlüsse (analog/ISDN) fehlt jedoch mangels Treiber.

### Aller Tage Abend

Man muss definitiv nicht gleich jeden technischen Fortschritt mitmachen, aber fast jede Technik ist irgendwann einmal überholt und die verwendeten Ressourcen sollten für neue Technik recycelt werden. Es

gibt deshalb Hardware, die Sie nicht mehr kaufen sollten: Alte WLAN-Router oder Access-Points mit Wi-Fi 1 bis 3 (802.11a, b, g) benötigen unnötig lange zur Datenübertragung und lähmen das Netz eher, als es sinnvoll zu ergänzen. Wi-Fi 4, besser Wi-Fi 5, sollte das Gerät mindestens beherrschen. Auf simultanen Dual-Band-Betrieb sollten Sie nicht verzichten, wenn hohe Geschwindigkeiten gewünscht sind oder Sie in einem dicht besiedelten Gebiet wohnen.

Hubs, Switches bis 100 MBit/s sowie über zehn Jahre alte Gigabit-Switches gehören ebenfalls zur Gruppe der Gestirnen. Hubs sind ein unnötiges Nadelöhr im Netz, genauso wie Fast-Ethernet-Switches. Alte Gigabit-Switches verbrauchen oft unnötig viel Strom; bei ihnen hat sich in puncto Energieeffizienz viel getan. Aktuelle Gigabit-Switches bekommen Sie schon für 15 Euro.

Damit die Ersparnis Ihres Gebrauchtkaufes nicht über die Stromrechnung verloren geht, sollten Sie außer-

dem darauf achten, moderne Schaltnetzteile statt alter Transformatornetzteile zu verwenden. Der vergleichsweise schlechte Wirkungsgrad der Trafos kann durchaus mehr als 50 Prozent Verlust bedeuten.

Wer genau hinschaut und mit Bedacht kauft, kann eine Menge Geld gegenüber dem Neukauf sparen und trotzdem über Jahre genauso viel Nutzen und Freude haben. Außerdem verhindert der Gebrauchtkauf unnötige Verschrottung, was unter anderem die Umwelt schützt. Doch passen Sie auf: Das Gefühl, einen guten Fang gemacht zu haben, kann süchtig machen. (amo@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Vincent Wiemann, Organspende, TP-Link WR841N: RAM und Flash aufrüsten, *c't* 14/2019, S. 128
- [2] Jan Mahn, Andrijan Möcker, Günstige Netzwerker, Sparen mit gebrauchter Netzwerkhardware, *c't* 6/2020, S. 100

 **heise Security Pro**



## Vernetzen, verstehen, umsetzen

Mit heise Security Pro zu mehr IT-Sicherheit.

heise Security Pro liefert Ihnen **Hintergründe, Analysen und vertiefendes Know-how** rund um IT-Sicherheit und **vernetzt IT-Security-Experten**. Werden auch Sie Teil dieser Community und sichern Sie sich jetzt das Profi-Paket für nur 995 € im Jahr\*.

-  Mindestens 4 Security Webinare
-  1 Ticket für die secIT
-  Wöchentlicher Experten-Newsletter
-  Jährliche heise Security Konferenz
-  heise Security Expertenplattform
-  1 heise+ und 1 Pur-Lizenz



\*Weitere Pakete auf Anfrage bei [pro-service@heise.de](mailto:pro-service@heise.de).

JETZT IT-PAKET SICHERN: [heise.de/heisec-pro](https://heise.de/heisec-pro)



Gift zu Leibe zu rücken. Der FarmBot verkleinert Roboter-Trends aus der landwirtschaftlichen Forschung auf ein einzelnes Beet. Diese neue Art von Gerät taugt nicht nur als Gartenbau-Experiment, sondern soll dem Gärtner auch viel Handarbeit ersparen.

### Aufwand und Kosten

Unser FarmBot ist ein „kleiner“ Genesis in Version 1.5. Das amerikanische Start-up betreibt einen Shop für Einzelteile und komplettete Bausätze. Als wir im Spätsommer 2020 mit dem Bau begannen, war der Bausatz aber nicht lieferbar. Momentan kann man die Teile für Version 1.6 für 2805 Euro vorbestellen. Wir orderten deswegen nur Einzelteile in Amerika (für den Einkauf muss man zusätzlich 19 Prozent Einfuhrumsatzsteuer einrechnen), bestellten Standardteile bei europäischen Händlern und fertigten viele weitere Bauteile mit 3D-Drucker und Fräsmaschine selbst. Im November 2020 zeigte der FarmBot-Shop den Bausatz als lieferbar an, zum Redaktionsschluss war wieder nur der Genesis XL lieferbar; der kleine Genesis kann vorbestellt werden. Je nach Lieferdatum kann es sein, dass Strafzölle der EU gegen US-Einfuhren den Bausatz um zusätzliche 25 Prozent verteuern.

Mit vielen Stunden zusätzlicher Handarbeit konnten wir den Preis der Einzelteile auf circa 1600 Euro drücken (ohne Hochbeet, dessen Teile beim Bausatz auch nicht dabei sind). Der Bausatz mit seinen vorkonfektionierten Kabeln, fertigen Aluplatten und sofort verbaubaren Spritzguss-teilen hilft, den Zeitaufwand auf einige Wochenenden einzuschränken. Wir halten ihn daher nicht für überwert, sondern für eine gute Option, um gegen Bezahlung schneller fertig zu werden.

Neben dem FarmBot Genesis gibt es noch die abgespeckte Version „Express“ für 1273 Euro. Die Nachteile dieser Variante beschreiben wir ab Seite 118. Beide Varianten gibt es als „XL“ auch in vierfacher Größe, also mit doppelter Länge und doppelter Breite. Für das nötige Riesen-Hochbeet, bei dem man von der Seite mit der Hand nicht mehr bis zur Mitte kommt, fehlt uns allerdings der Platz im Garten. Die größeren Bausätze sind nur moderat teurer, sodass sich ein erheblich günstigerer Preis pro Fläche ergibt.

Vollautomatisch gärtner ..... S. 120  
Tipps für den Bau eines FarmBot .. S. 122

# Robo-Gärtner

## Vollautomatisch gärtnern mit dem FarmBot

**Der Gartenbau-Roboter FarmBot verspricht, automatisch ein Hochbeet voller Gemüse zu umsorgen: Er sät, jätet, gießt und dokumentiert das Wachstum der Pflanzen. Ein Experiment für die Landwirtschaft der Zukunft.**

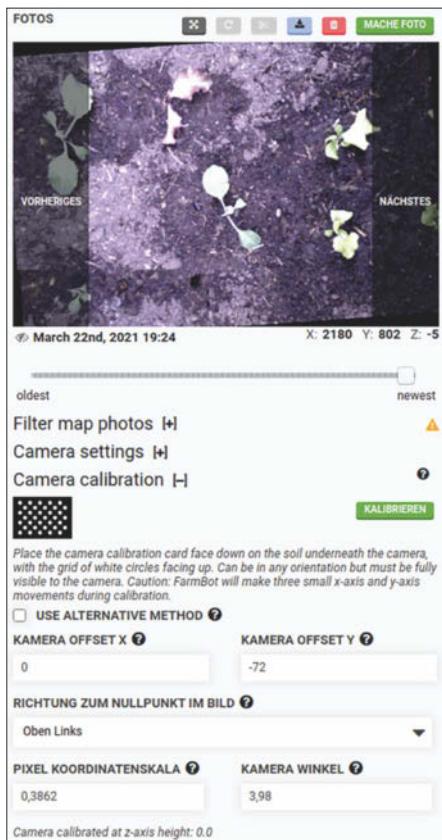
Von Pina Merkert

C3PO. Mit Riemen und Schrittmotoren rollt der FarmBot auf Aluminiumprofilen und positioniert so sein Werkzeug an jeder beliebigen Stelle in den 50 Zentimetern oberhalb eines 1,5 × 3 Meter großen Hochbeets. Ob Gießkanne, Jätwerkzeug, Bodenfeuchtesensor oder Einsähnadel – der FarmBot kann sein Werkzeug selbst wählen und wechseln. Wie er all diese Möglichkeiten sinnvoll nutzt, muss man allerdings selbst programmieren.

FarmBot Inc. verspricht ein vollautomatisches Hochbeet, das sich selbst hegt und pflegt, wenn Mensch keine Zeit dafür hat. Da die komplette Konstruktion als OpenHardware veröffentlicht ist und die Maschine einen Bereich des Lebens automatisiert, den wir bisher eher mit Tradition und Handwerk assoziierten, haben wir sie gebaut.

Smart Gardening beschränkt sich nämlich bisher auf ferngesteuerte Bewässerung und Rasenmäh-Roboter. Beetpflege gab es höchstens als Forschungsprojekt und dann auch nur für Bauern, die mit Robotern jätet, statt dem Unkraut mit

Gärtnern macht Arbeit: Gießen, jätet, säen, beobachten – wie schön wäre es, wenn ein Roboter das Malochen übernehme, Tag und Nacht automatisch zur idealen Zeit. Ein Helfer, der nie etwas vergisst und nie Urlaub macht. Was wie Science-Fiction klingt, lässt sich für ein Hochbeet durchaus umsetzen. Der Roboter-Gärtner heißt „FarmBot“ und sieht nicht nach Science-Fiction aus: Die vom gleichnamigen Start-up entwickelte Maschine ähnelt eher einer Portalfräse als



**Die eingebaute Kamera kann der FarmBot mit einer gepunkteten Karte selbst kalibrieren. Mit den Daten dreht er die Bilder automatisch gerade.**

## Exzellente Anleitung

Die englische Dokumentation zum FarmBot ist exzellent. Sie beschreibt nicht nur alle Schritte des Aufbaus mit Text und Bild, sondern ergänzt auch nützliche Hinweise an fehlerträchtigen Stellen. Sie geht allerdings davon aus, dass man einen Bausatz vor sich hat. Wer wie wir Teile selbst fertigt, muss Zeichnungen und Maße aus dem öffentlichen Onshape-Design des FarmBot exportieren [1]. Alle Tipps zum Bau der Maschine lesen Sie ab Seite 118.

## Programmieren ohne Code

Von sich aus tut der FarmBot gar nichts. Die Bauanleitung endet damit, das FarmBot-OS auf einem Raspberry Pi 3B im Elektronikkasten zu installieren und mit diesem die Firmware auf den „Farmduino“, das eigentliche Mainboard der Maschine, zu flashen. Bei der Einrichtung teilt man dem FarmBot die eigenen Zugangsdaten für my.farm.bot mit, einer vom Start-up gehosteten Weboberfläche, mit dem sich die Maschine auch aus der Ferne steuern und programmieren lässt.

In der Weboberfläche kann man dem FarmBot in Sequenzen Anweisungen geben und im Kalender und in „Regimens“ festlegen, wann er die ausführt. Mit „Regimen“ bezeichnen die FarmBot-Entwickler Kalender, mit denen sich Anweisungen ab der Einstellung einer Pflanze planen lassen. Die Entwickler haben für die Programmierung zwar eine blockbasierte Programmiersprache entwickelt, das Anordnen der Anweisungsblöcke fällt aber leichter, wenn man die Konzepte einer Programmiersprache bereits kennt. Uns hat die Oberfläche an die Block-Programmiersprache der Lego-Mindstorms-Roboter erinnert. Es gibt nur wenige vordefinierte Sequenzen. In einer der nächsten Ausgaben von c't erklären wir daher im Detail, wie man dem FarmBot das Gärtnern beibringt.

In der Oberfläche kann man sich auch computerspielartig Gärten zusammenspielen. Viele übliche Gemüse sind in der angebundenen Datenbank von OpenFarm bereits angelegt, neue Sorten kann man hinzufügen. Die Software taugt nicht nur als Planungswerzeug für die Hochbeetbestückung, die Koordinaten der Pflanzen stehen auch für Sequenzen zur Verfügung. Eine Pflege-Anleitung in Form einer „Sequenz“ kann man ganz leicht für alle Pflanzen oder auch nur für die Radieschen abarbeiten lassen.

## Unkraut

Eine Automatik haben die Entwickler praktischerweise vordefiniert: Neben dem Werkzeug klemmt am Kopf des FarmBot eine Endoskopkamera. Definiert man eine Sequenz, die mit dieser Kamera das ganze

Hochbeet abfotografiert, kann die Software automatisch Unkraut erkennen. Der FarmBot weiß nämlich, wo er Gemüse eingesät hat, und wenn die Kamera an anderer Stelle grüne Blättchen entdeckt, registriert er automatisch Unkraut-Pflanzen. Deren Koordinaten kann dann eine Jät-Sequenz nutzen, die die ungewollten Blättchen mit Kunststoffmessern in den Boden drückt. Sprießt ein Unkraut zu nah an einer Nutzpflanze, hält der FarmBot Abstand, man muss das ungewollte Gewächs dann per Hand entfernen.

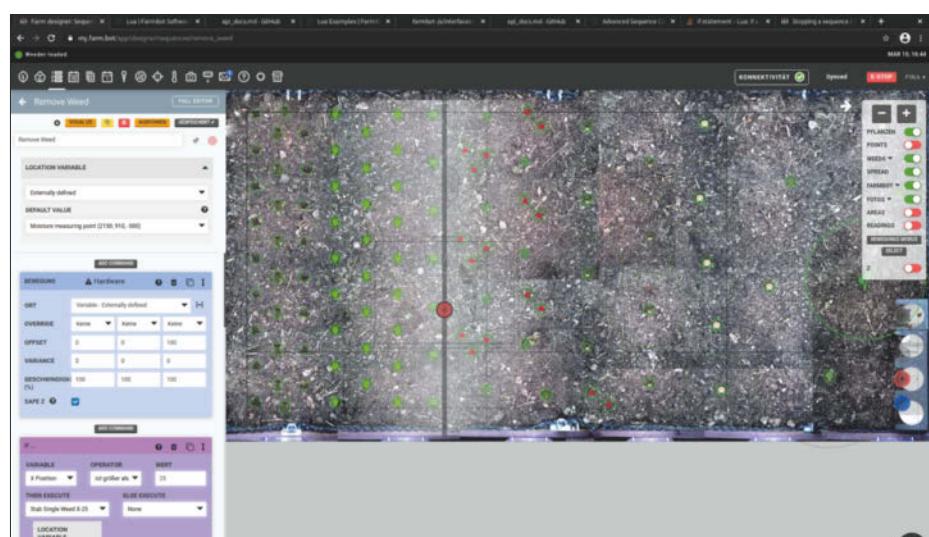
## Schlauer Garten

So viel „Smart Garden“ wie mit dem FarmBot haben wir noch nie gebaut. Die Maschine verspricht, viel mehr Gärtnerarbeit abzunehmen als Bewässerungssysteme oder Mähdrohner. Wie intelligent der Roboter-Gärtner dabei vorgeht, hängt aber vom Besitzer ab, da man ihn ganz klassisch programmiert. Ob der FarmBot eine ideale Kombination aus Maschinenbau und Gärtner darstellt oder eher eine teure Maschine ist, die kaum Handgriffe abnimmt, klären wir in einer der nächsten c't-Ausgaben, nachdem die ersten zarten Pflanzen sich aus dem Hochbeet recken. (pmk@ct.de) ct

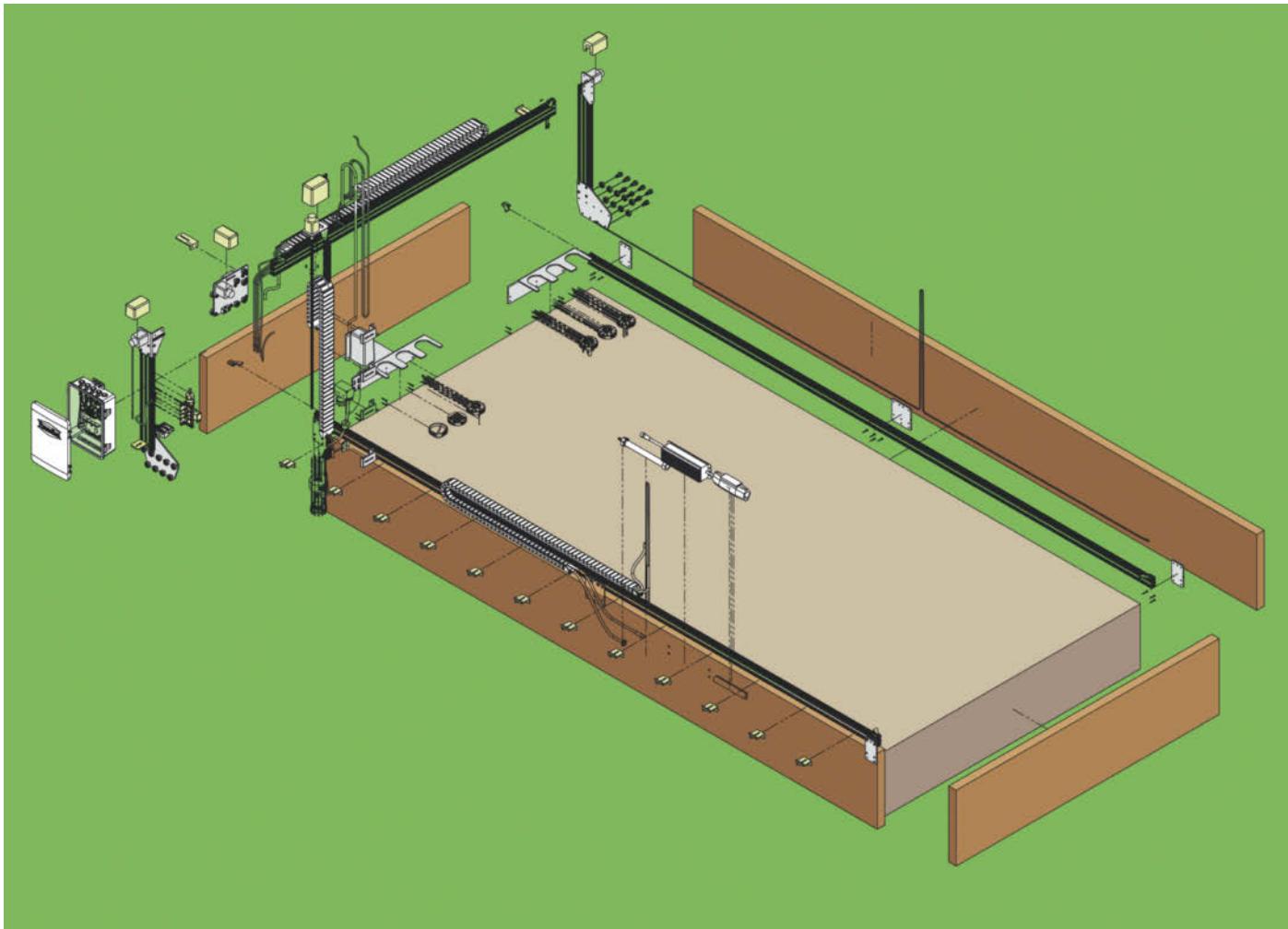
## Literatur

- [1] Pina Merkert, Browser Aided Design, Einstieg in Onshape: 3D-Designs im Browser, c't 24/2020, S. 150

**Dokumentation, CAD-Design, Video: [ct.de/y78m](http://ct.de/y78m)**



**Die Weboberfläche läuft zentral bei my.farm.bot und ist mit Passwort von überall im Internet erreichbar.**



# Gartenbaustelle

## Tipps für den Bau eines FarmBot

**Schon allein wegen der Abmessungen von 1,5 x 3 Metern ist der FarmBot ein großes Projekt. Mit unseren Tipps und der guten offiziellen Anleitung bauen Sie den automatischen Gärtner zusammen, auch ohne Maschinenbaustudium.**

Von Pina Merkert

Der Bau eines FarmBot besteht aus drei Schritten: Zuerst bereiten Sie den Bauplatz im Garten vor und zimmern ein Hochbeet zusammen. Da dieses einen Strom- und einen Wasseranschluss haben muss, ist dieser Schritt erstaunlich komplex. Danach schrauben Sie in der Werkstatt Baugruppen des FarmBots zusammen und verdrahten den größten Teil der elektrischen Komponenten. Im dritten Schritt installieren Sie Schienen und Portal im Garten, schließen Strom und Wasser an, richten das Betriebssystem ein und stellen den einwandfreien Lauf aller drei Achsen sicher.

Bei all diesen Schritten dient Ihnen die offizielle Dokumentation als Anleitung. Sie leitet Sie schrittweise durch den Bau und weist auf typische Fehlerquellen

hin. Bei Problemen hilft Ihnen die offizielle FAQ weiter. Klärt auch diese das Problem nicht, sollten Sie nicht davor zurückschrecken, ins CAD-Design hineinzuschauen. Das wurde im browserbasierten CAD-Programm Onshape erstellt, sodass Sie es anschauen können, ohne ein Programm installieren zu müssen. Wie Sie in Onshape navigieren, haben wir am Beispiel vom FarmBot in [1] erklärt. Einen Link zu beiden Dokumenten und zum öffentlichen CAD-Design finden Sie über [ct.de/yh7c](http://ct.de/yh7c).

Wir haben einen knapp 1,5 x 3 Meter großen FarmBot Genesis in Version 1.5 gebaut und dabei genug über die Maschine gelernt, um Ihnen einige wertvolle Tipps für den Bau Ihres eigenen FarmBot auf den Weg geben zu können. Wenn Sie sich noch nicht sicher sind, ob Sie einen FarmBot

bauen und besitzen möchten, erlaubt Ihnen unser Baubericht, einzuschätzen, ob Sie sich das Projekt zutrauen.

## Roboterwahl

Bevor es losgeht, müssen Sie sich zuerst für ein Modell entscheiden. Es gibt den FarmBot Genesis mit allen Funktionen, der selbst Werkzeuge wechseln kann, und den erheblich billigeren FarmBot Express mit einem nicht erweiterbaren Universalwerkzeug. Jede der beiden Maschinen können Sie auch als XL-Variante in doppelter Breite und mit doppelter Länge bauen. Da Sie die Größe Ihres FarmBot einfach in der Software einstellen, funktionieren auch kleinere Abmessungen, falls Sie ein bestehendes Hochbeet nachträglich automatisieren möchten.

Beim FarmBot Express sollten Sie bedenken, dass sein Portal einfach auf den Seitenbrettern des Hochbeets rollt. Diese müssen daher sehr gerade sein und eine glatte Oberseite aufweisen. Passendes Konstruktionsholz ist möglicherweise nicht leicht im Baumarkt zu bekommen. Drei Meter lange Bretter verbiegen oder verwinden sich schnell, besonders bei wechselnder Feuchtigkeit. Für den Genesis sind die Anforderungen ans Hochbeet geringer, da er auf Aluprofilen rollt, die an die Seiten des Hochbeets geschraubt werden. Wir dachten, wir hätten ein perfekt maßhaftiges Hochbeet gebaut, mussten nach dem Befüllen allerdings auf einer Seite Klötzen zwischen Brett und Profilhalterung schrauben, um die verzogene Seitenwand auszugleichen.

Der zweite Faktor für den großen Preisunterschied ist der Werkzeugkopf. Beim Express ist dort ein Universalwerkzeug mit einem ausgehöhlten Kunststoffkegel angeschraubt. Durch das Loch kann er Samen mit einer Vakuumpumpe ansaugen. Da die Spitze aber auch als Jätwerkzeug dient, hinterlässt sie ein breites Loch im Boden. Beim Jäten zupft der FarmBot nämlich nicht nach Unkraut, sondern er ersticht es von oben.

Zum Gießen läuft Wasser beim Express einfach seitlich am Kegel entlang. Der Genesis hat an gleicher Stelle einen Werkzeughalter, an dem magnetisch Werkzeuge andocken. Zum Säen nutzt er Kanülen mit austauschbarer Dicke, so dass die Vakuumpumpe auch sehr kleine Samen ansaugen kann. Das Jätwerkzeug besitzt vier Kunststoffklingen statt einer breiten Spitze und das Bewässerungswerkzeug ähnelt mit vielen kleinen



**Viel Technik, wenig Garten: Mit dem FarmBot kann man das Gemüsebeet perfekt planen. Das muss man aber auch, da die Anbaufläche begrenzt ist.**

Löchern einer kleinen Gießkanne. Zum Standardrepertoire gehört außerdem ein Werkzeug mit einem Bodenfeuchtesensor, den der Express gar nicht besitzt. Der Werkzeughalter kontaktiert sogar noch zusätzliche elektrische Kontakte durch und neben Anschlüssen für Wasser und Vakuum gibt es einen freien Schlauchanschluss für Erweiterungen wie eine Düngerflüssigkeit. Beim Genesis kann man leicht eigene Werkzeuge konstruieren, die die Fertigkeiten des Roboters erweitern. In einer „Tool Bay“ parkt der Genesis die Werkzeuge und kann sie automatisch tauschen.

## Hochbeet

Ein FarmBot braucht zwingend ein Hochbeet. Sonderlich hoch muss das allerdings nicht sein. Die offizielle Doku empfiehlt einen Rahmen aus 30 Zentimeter hohen Brettern – wahrscheinlich die billigste Konstruktion. Die Entwickler haben auch mal einen gigantischen 10 × 3 Meter großen FarmBot gebaut, dessen Aluprofile auf betonierten Pfosten ruhen – ebenfalls eine funktionierende Konstruktion.

Wir wollten uns nicht bücken müssen und haben unser Beet gut 80 Zentimeter hoch gebaut. Bei dieser Höhe konnten wir die Unterseite mit einem Gitter gegen Wühlmäuse absichern und hatten an der Außenseite genug Platz für einen Schneckenzaun, der den salatvertilgenden Nacktschnecken den Zugang verwehrt.

Damit der Schneckenzaun funktioniert, mussten wir den Wasser- und Stroman schluss innen im Beet nach oben führen, da Kabel und Rohr den Schnecken sonst als Brücke gedient hätten.

Als Holz nutzten wir Terrassendielen aus Douglasie, da der hohe Harzgehalt dieses Holz auf natürliche Weise vor Verwitterung schützt. Allein auf das Harz wollten wir uns jedoch nicht verlassen und haben die Planken zusätzlich mit Bootsöl gestrichen. Zusammengehalten wird unser Beet mit Winkelprofilen aus Alumi



**Am „Universal Tool Mount“ (UTM) docken beim FarmBot Genesis magnetisch verschiedene Werkzeuge an, die der Roboter selbst wechseln kann. Rechts vom UTM hängt die Kamera.**

nium und Schlossschrauben aus Edelstahl. Die Konstruktion macht mehr Arbeit als der Vorschlag aus der FarmBot-Doku. Falls sie Ihnen gefällt, finden Sie eine CAD-Zeichnung unseres Beets mit allen Maßen über [ct.de/yh7c](http://ct.de/yh7c).

Ein tiefes Hochbeet erlaubt den Luxus, in seinen tieferen Schichten Biomasse unterzubringen, die über mehrere Jahre zerfällt und dabei kontinuierlich Nährstoffe an den Boden im Beet abgibt. Wir haben die unteren 40 Zentimeter mit grobem Baum- und Heckenschnitt befüllt und danach eine Schicht frischen Kompost ausgebreitet. Darüber kam dann eine Schicht des am FarmBot-Bauplatz vorherrschenden Lehmbodens, danach eine Schicht Herbstlaub und im Frühjahr zuerst fünf Zentimeter Komposterde. Wenn Sie Ihr Hochbeet so oder so ähnlich befüllen, starten Sie im ersten Jahr mit sehr nährstoffreicher Erde, in der alle Gemüse gut gedeihen. Der Nährstoffgehalt nimmt in den Folgejahren zwar ab, wegen der eingebrachten Biomasse aber langsamer als in üblichen Gemüsebeeten. Falls Sie für Ihren Standort unsicher sind, ob die Erde zu mager sein könnte, nehmen Sie eine Bodenprobe und schicken sie zur Laboranalyse. Für unseren Standort ergab die Bodenanalyse keinen Düngebedarf.

Wer im Frühjahr besonders früh anfangen möchte, kann das Beet nachts mit einer Folie abdecken. Damit die Folie die kleinen Pflänzchen nicht niedergedrückt, haben wir sie über bogenförmige Abschnitte eines Plastik-Wasserrohrs von 1,6 Metern Länge gespannt. Die Befestigungen dieser Bögen an der Beetwand

kommen aus dem 3D-Drucker, die Vorlagen finden Sie über [ct.de/yh7c](http://ct.de/yh7c). Wenn Sie den letzten Frost im April abwarten, können Sie sich diesen Schritt sparen.

### Teileselbstbau

Wer wie wir viele Teile selbst baut, kann durchaus einiges an Geld sparen. Der FarmBot besteht größtenteils aus Standardteilen, die Sie bei Händlern für CNC-Bedarf wie RatRig bekommen. Dort bekommen Sie millimetergenau zugeschnittene Aluminium-V-Profilen und auch die kugelgelagerten Kunststoffrollen, die in den V-Nuten laufen. Der FarmBot braucht außerdem so viele M5-Linsenkopfschrauben, dass wir den Mindestbestellwert vom Schraubengroßhändler erreichten. Die Liste aller Einzelteile finden Sie in der Dokumentation unter „Bill of Materials“.

Flache 5-mm-Aluplatten haben wir selbst geschnitten und gebohrt. Die Außenmaße müssen hier nicht sonderlich exakt sein, wir waren aber froh, für die Achsenlöcher der Rollen einen Kreuztisch genutzt zu haben, da die obere Lochreihe exakt fluchten sollte.

In der Konstruktion kommen auch abgewinkelte Aluteile vor, die wir als Einzelteile im FarmBot-Shop bestellten, da uns die Maschine zum Abwinkeln fehlte. Im Shop bestellten wir außerdem das Mainboard „Farmduino“ des Genesis 1.5, das Universal Tool Mount (UTM) samt Kabel und die Motoren mit angeflanschten Dreh-Encodern. Die Encoder registrieren optisch, wie weit sich die Motoren drehen, womit die Elektronik erkennen kann, wenn ein Motor blockiert. Die Kombina-

tion aus diesen Nema-17-Motoren und Encodern ist ziemlich unüblich und erscheint auf den ersten Blick teuer. Wir haben den chinesischen Hersteller identifiziert und einen Preis für vier Motoren erfragt: Der FarmBot-Shop bot sie mehr als 100 Dollar billiger an. Vermutlich würden auch Schrittmotoren mit angeflanschten Encodern mit 1000 statt 360 Schritten funktionieren. Die Firmware erlaubt, den Faktor zwischen Schrittzahl des Motors und des Encoders einzustellen. Wir wollten aber nah am Original bleiben und haben die 1000-Schritt-Encoder nicht getestet. Einige Teile wie die Energieketten bot der Shop günstig an, während andere Komponenten sehr teuer waren. Wer wie wir dort Einzelteile einkauft, sollte unbedingt Preise vergleichen.

Wenn Sie einen 3D-Drucker besitzen, können Sie bei den Plastikteilen einiges sparen. Die Teile im Originaldesign sind für die Herstellung in einer Spritzgussmaschine optimiert. Um es beim 3D-Druck einfacher zu haben, haben wir einige Teile äußerlich umkonstruiert. Falls Sie auch drucken wollen, finden Sie unser abgeleitetes Design mit den geänderten Teilen über [ct.de/yh7c](http://ct.de/yh7c).

Die Riemenbefestigung ist eigentlich als gestanztes Aluteil vorgesehen. Per Hand war uns das zu kompliziert zu fertigen, sodass wir die Teile 3D-gedruckt haben. Bisher scheint die Stabilität völlig auszureichen. Aus Neugier haben wir die Teile später mit der OX-CNC [2] aus Alu gefräst, was hervorragend funktioniert hat. Wer eine CNC-Fräse hat, kann die Aluplatten damit sehr maßhaltig fertigen.

Als wir im Sommer 2020 mit dem Bau begannen, waren im FarmBot-Shop nur das UTM-Kabel und das Motor- und Encoderkabel der Y-Achse lieferbar. Nach den richtigen Steckern, um die Kabel selbst bauen zu können, mussten wir ganz schön suchen: An den Encodern sind Molex-Stecker der Serie 502380 mit neun Pins (Pinabstand 1,25 mm) richtig, Stromanschluss und Peripherie am Farmduino laufen über Molex WM16859-ND. Für den Anschluss der Schrittmotoren haben wir vergeblich nach Dupont-Steckern mit Verschluss gesucht, letztlich haben die üblichen unverschlossenen Stecker mit 2,54 mm Pinabstand funktioniert. Die Kabel selbst zu crimpeln war eine ziemliche Fummelerei und hat sich wegen horrender Versandkosten für die speziellen Stecker auch finanziell nicht gelohnt. Falls Sie die Kabel fertig kaufen können,



Wer die Aluplatten selbst fertigt, sollte darauf achten, dass die Schraubenlöcher für die Rollen exakt fluchten. Ein Kreuztisch hilft, hier exakt zu arbeiten.

empfehlen wir Ihnen, das Geld zu investieren.

## Zusammenbau

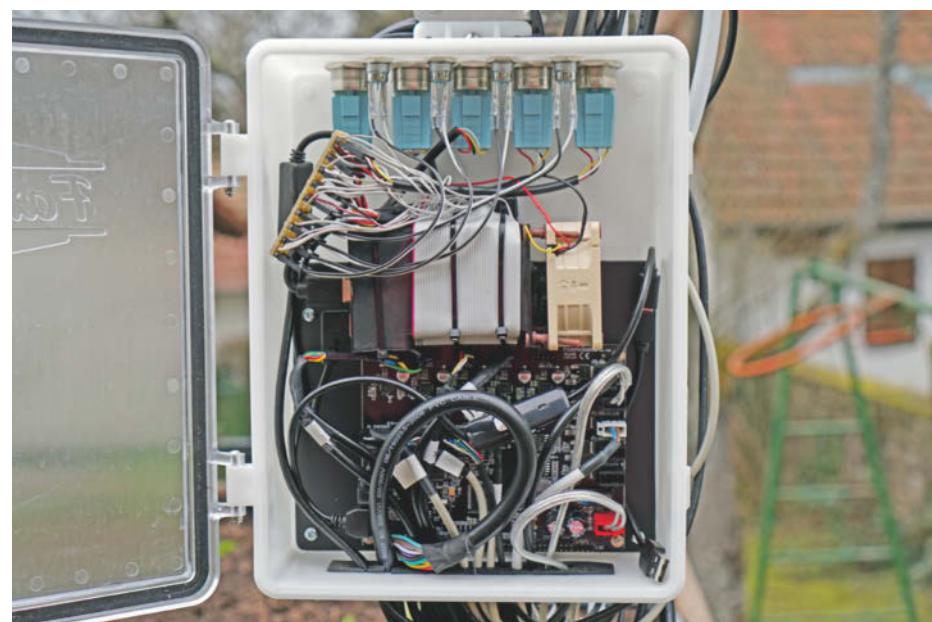
Mit den Teilen aus dem Bausatz, egal ob selbst gefertigt oder fertig bestellt, ist der Zusammenbau ein Genuss! Die Anleitung führt Sie Schritt für Schritt durch den gesamten Bau und beantwortet nebenbei die meisten Fragen. Die Freude dauert etwa zwei Wochenenden. Sie können das Portal weitgehend drinnen vormontieren. Die Anleitung schickt Sie früher raus als nötig. Drinnen sollten Sie aber genug Platz vorsehen: Selbst unser „kleiner“ Genesis 1.5 hat ein anderthalb Meter langes Portal und die Z-Achse steht über einen Meter hoch nach oben weg!

Beim Verlegen des Wasserschlauchs können Sie sich das Einfädeln in die Energiekette erleichtern, wenn Sie ein 90°-Knie am Übergang zwischen Y- und Z-Achse einbauen. Dadurch muss der Schlauch nicht so ewig lang sein und es besteht an der Ecke keine Gefahr eines Knicks, der den Wasserfluss verschließen könnte. Beim Ende des Schlauchs haben Sie auch Wahlmöglichkeiten: Die Anleitung sieht das Magnetventil am Seitenprofil des Portals vor, wir haben es dagegen an der Seitenwand vom Hochbeet angeschraubt. Uns erschien es sinnvoll, es direkt hinter dem von uns zusätzlich verbauten Absperrhahn zu befestigen. Die 3D-gedruckten Halter dafür finden Sie im Onshape-Design über [ct.de/yh7c](https://onshape.com/collections/ct-de-yh7c).

Der UTM-Anschluss auf dem Farmduino-Board funktioniert nur, wenn man rechts davon fünf Jumper für die fünf bei den Standardwerkzeugen verwendeten Pins setzt. Ohne diese bleibt das UTM stromlos und erkennt nicht, ob der Werkzeugwechsel geklappt hat. Wer weitere Pins für Erweiterungen nutzen will, findet Anschlüsse für Jumperkabel unterhalb des UTM-Steckers auf dem Board.

In der Elektronikbox ist nicht genug Platz, um darin Schlaufen für zu lange Kabel zu legen. Wir wollten trotzdem Ordnung halten und haben an die Rückseite einen Halter für Kabelbinder geschraubt. So bleiben kleine und große Kabelschläufen, wo sie sein sollen und verhängen sich nicht in der Mechanik der Achsen.

Die Schienen müssen am Hochbeet völlig parallel zueinander verlaufen. Auch wenn das Portal im Prinzip Scherbewegungen von wenigen Millimetern mitmachen würde, entstünde dadurch zu viel Reibung. Nehmen Sie sich lieber etwas



In der Elektronikbox finden oben die Taster und die LEDs Platz, die über die schräge Streifenrasterplatine mit dem Raspberry Pi in der Mitte verbunden sind (hier in einem Gehäuse). Die große Platine unten ist der „Farmduino“ mit den Schrittmotortreibern.

mehr Zeit, um die X-Schienen parallel und eben auszurichten. Der Boden unter unserem Hochbeet hatte sich beim Befüllen auf einer Seite abgesenkt, weshalb wir nicht nach Wasserwaage ausrichten konnten. Stattdessen maßen wir die Diagonalen und die Breite an den Enden und in der Mitte. Unser FarmBot neigt sich jetzt um knapp 2° nach links, zu dieser etwas schrägen Bezugsebene stimmt aber alles.

Beim Aufsetzen des Portals sollten Sie zunächst die Schrauben an der Querverbindung offen lassen, damit die Breite des Portals einstellbar bleibt. Stellen Sie die Rollen dann ungefähr ein und verschieben Sie die Portaloberkante, bis die Wangen orthogonal zum Querprofil ausgerichtet sind. Sobald das fest ist, sollten Sie die Rollen noch mal nachjustieren: Stellt man mit den Exzentermuttern einen Anpressdruck wie bei einer Portafräse ein, sind die beiden X-Motoren zu schwach, um das Portal zu bewegen. Ihr Ziel sollte stattdessen ein sehr leichtgängiger Lauf ohne Klappern oder Wackeln sein. Gleicher gilt für die Riemen, die weniger Spannung haben dürfen, als Sie von 3D-Druckern gewöhnt sind.

## Inbetriebnahme

Für die Software beschreiben Sie eine Micro-SD-Karte genau wie beim Raspberry Pi OS. Das FarmBot OS laden Sie dafür von der Webseite herunter (siehe [ct.de/yh7c](https://onshape.com/collections/ct-de-yh7c)) und bespielen die Karte mit

Balena Etcher oder einem vergleichbaren Programm. Legen Sie als Nächstes einen Account bei my.farm.bot an, da Sie die Zugangsdaten beim ersten Boot angeben müssen. Danach stecken Sie die Karte in den Raspi in der Elektronik-Box und verbinden den Farmduino mit dem Strom. Der Farmduino versorgt den Raspi 3 über einen USB-Stecker und ein winziges Kabel mit Strom.

Das FarmBot OS spannt bei der Ersteinrichtung ein eigenes WLAN auf, mit dem Sie sich verbinden und über ein einfaches Webinterface die WLAN-Daten angeben. Bei diesem Schritt teilen Sie dem FarmBot auch die Zugangsdaten zu Ihrem Account bei my.farm.bot mit. Das Farmbot OS auf dem Raspi flasht auch automatisch die neueste Firmware auf den Farmduino. Sie müssen nur einstellen, welche Version des Mainboards Sie besitzen (aktuell ist 1.5, ab Juli 2021 soll es 1.6 geben). Danach startet der Raspi neu, verbindet sich mit dem WLAN und taucht gleich darauf auch bei my.farm.bot auf.

Die Konfiguration und Programmierung laufen nun über die offizielle Weboberfläche, die stets mit dem FarmBot synchronisiert. Navigieren Sie zuerst zu den Einstellungen (das Zahnräder-Symbol in der oberen Leiste). Dort können Sie dem Roboter einen Namen geben, die Firmware neu flashen und das System neu starten.

In den Abschnitten „Axes“, „Motoren“ und „Encoders“ können Sie die Mo-



**Beim FarmBot Genesis fahren alle Achsen mit kugelgelagerten Rollen in v-förmigen Nuten der Aluprofile. Den Rollenabstand sollten sie mit den Exzentermuttern so einstellen, dass alle Achsen sich sehr leicht bewegen lassen.**

toreinstellungen festlegen. Für den Bau- satz sollten die Standardwerte eigentlich stimmen. Testen Sie zuerst für jede Achse mit dem gelben Button „FIND HOME“, ob sie den Nullpunkt automatisch anfahren kann. Wenn das klappt, können Sie den FarmBot danach mit „FIND LENGTH“ automatisch ausprobieren lassen, wie lang die Achse ist. Der FarmBot bewegt die Achse für beide Funktionen, bis sie an- stößt und er mit den Encodern registriert, dass der Schrittmotor Schritte verliert. Ein Rattern ist hier also gewollt.

## Motorprobleme

Bei uns klappte die Inbetriebnahme auf Anhieb leider nur bei der Y-Achse. Für die Fehlersuche sollten Sie zuerst die Encoder deaktivieren, da der FarmBot dann Bewegungsversuche nicht frühzeitig abbricht. Testen Sie nun mit dem Bewegungs-Menü (Fadenkreuz-Symbol), ob Sie die Achse 100 Millimeter bewegen können. Mechanische Blockaden sollten Sie mit abgeschalteten Encodern deutlich erkennen können.

Wir brachten zuerst die Z-Achse mit etwas Kettensägenöl in Gang. Ketten- sägenöl ist im Gegensatz zu den meisten anderen Schmierölen kein Mineralöl, sondern pflanzlich. Sie sollten zwar ohnehin so sparsam ölen, dass nichts ins Beet tropft. Sollte der Regen aber dennoch etwas in den Boden spülen, landen dort keine Giftstoffe.

Die Schrittmotoren sind standardmäßig auf einen Motorstrom von 600 Milliampere eingestellt. Auf dem Farmduino 1.5 sind TMC2209-Treiber verbaut, die unter Dauerlast bis zu 1200 Milliampere liefern können. Beim Vortrieb für Y- und Z-Achse haben wir 900 Milliampere gewählt.

Bei der X-Achse hatten wir aber sogar mit dem Maximalstrom von 1700 Milliampere Probleme. Eine Seite des Portals setzte sich in Bewegung, der Motor der Gegenseite vibrierte nur. Das zog das Portal schräg, was die Reibung erhöhte und die Maschine völlig blockierte. Interessanterweise konnten wir die Seite, auf der das Problem auftrat, umkehren, indem wir die Kabel für X1 und X2 auf dem Board tauschten. Der Support gab uns diverse Tipps, die X-Achse leichtgängiger zu bekommen, ging aber auf wiederholte Nachfrage nicht auf das offensichtliche elektrische Problem ein. Letztlich stellte sich heraus, dass der X1-Treiber bei unserem Farmduino kaputt war. Die Gewährleistung von FarmBot Inc. beschränkt sich auf 30 Tage nach dem Kauf und da wir beim Direktimport aus den USA nicht auf die gesetzlichen zwei Jahre Gewährleistung der EU zurückgreifen konnten, mussten wir mit dem Schaden leben.

Letztlich bekamen wir unseren FarmBot aber doch noch zum Fahren. Die Lösung war ein Y-Kabel wie bei der MPCNC [3], mit dem wir beide X-Motoren am

X2-Treiber anschließen konnten. Da wir mit den Tipps vom Support die X-Achse sehr leichtgängig eingestellt hatten, reichen 1200 Milliampere für beide Motoren.

## Werkzeugwechsel

Sobald der FarmBot fährt, können Sie die „Toolbays“ ans Beet anschrauben. Achten Sie darauf, sie horizontal exakt auszurichten, den Abstand zur Seite und die Höhe können Sie danach einstellen. Wir haben den Abstand zwischen den beiden Haltern so gewählt, dass der Zwischenraum auch ein Werkzeug aufnehmen kann, beispielsweise einen Behälter für die Samen.

Setzen Sie sich anschließend mit einem Notebook neben das Beet und fahren Sie den Kopf des FarmBot exakt zur Position der ersten Toolbay. Die Werkzeuge haben seitlich Nuten, die etwa 1,5 Millimeter Platz zu den Seiten des Halters freilassen. Mitteln Sie diese Position exakt aus. In X-Richtung sollten Sie mit der Hinterkante der Basis eines Werkzeugs etwa einen Millimeter Platz zum Rand lassen. Das Tool sollte an den Magneten in der Halterung hängen, ohne die Ränder zu berühren. Nur so reicht die Anziehungskraft der Magneten, um das Werkzeug perfekt auszurichten. Bei der Z-Position empfehlen wir, nicht auszumitteln. Wählen Sie hier lieber einen knappen Abstand (etwa einen halben Millimeter) zur oberen Kante der Nut. Das stellt sicher, dass die Magnete das Tool immer bis zum Anschlag anziehen können. Nur in perfekt eingerasteter Position schließt sich der elektrische Kontakt, mit dem der FarmBot prüft, ob das Werkzeug geladen ist (UTM-Pin C ist verbunden mit Pin B, der Masse).

Die so ermittelte Position übernehmen Sie mit dem blauen Button in der Toolbay-Konfiguration als Position. Wiederholen Sie den Prozess mit allen weiteren Toolbays. Wenn Sie sich für diesen Schritt Zeit nehmen, sparen Sie die später mehrfach, weil nur mit sehr exakten Positions倅erten auch Werkzeugwechsel klappen.

## Kamera

Die Kamera war eines der Bauteile, die wir nicht im FarmBot-Shop bestellen konnten. Wir haben stattdessen zuerst eine sehr billige USB-Endoskop-Kamera mit gleichen Abmessungen verbaut. Die Bildqualität dieser Kamera konnte uns aber nicht zufriedenstellen. Sie produzierte unschärfe Bilder in niedriger Auflösung, die zum Rand deutlich dunkler wurden. Um syste-

matisch aus mehreren Positionen das ganze Beet abzulichten, ist das ungünstig, da die Foto-Kacheln dann hinsichtlich ihrer Helligkeit nicht aneinanderpassen.

Die Kamera aus dem Bausatz scheint nicht ganz so unterirdisch in der Bildqualität; im Forum beklagten sich aber dennoch einige Nutzer über unschärfere Bilder als in der Dokumentation.

Wir stiegen wegen der schlechten Bilder auf eine etwa 60 Euro teure Endoskopkamera mit HD-Auflösung und deutlich größerem Kopf um. Den 3D-gedruckten Halter dafür und den Link zum Angebot finden Sie über [ct.de/yh7c](http://ct.de/yh7c).

Die teurere Kamera ist ein klares Upgrade, da sie schärfere Bilder ohne dunklen Rand liefern kann. Leider fokussiert sie nicht immer richtig und auch beim Weißabgleich kommen im Automatikmodus nicht unbedingt konsistente Bilder heraus. Leider kann man mit dem FarmBot OS nur die Auflösung umschalten, für manuellen Fokus und Weißabgleich gibt es keine Einstellung. Unser momentaner Workaround schießt vor dem Scannen des Beets einige sinnlose Bilder, in der Hoffnung, dass sich die Automatik auf sinnvolle Werte festlegt.

Im Reiter „Fotos“ muss man die Kamera kalibrieren. Beim Bausatz ist dafür eine Kalibrierungskarte dabei, die Doku bietet auch ein PDF zum Selbstdrucken an. Auf der Karte ist ein Punktmuster, das man unter der Kamera positioniert. Der FarmBot fährt bei der Kalibrierung auf drei Positionen, fotografiert und errechnet den Öffnungswinkel und die Drehung der Kamera automatisch. Das klappt allerdings nur, wenn die weißen Punkte auf dem Kamerabild nicht überstrahlen. Selbst unsere HD-Kamera konnte dafür am Tag kein geeignetes Bild liefern. Die Kalibrierung gelang uns erst gegen Ende des Sonnenuntergangs.

Im Kamera-Reiter kann man auch die Bodenhöhe automatisch bestimmen lassen. Das klappt nur mit scharfen Fotos – dann allerdings recht exakt. Man kann sie aber in der halben Zeit auch einfach per Hand ausmessen.

## Energiekette und Frost

Die Energiekette für die X-Achse ist sehr lang. Fährt man das Portal auf die am weitesten entfernte Position, hängt sie zu weit durch. Als Unterstützung sind Halter aus Kunststoff vorgesehen, an denen sich bei uns allerdings manchmal Glieder der Energiekette verhakten. Wir haben auf die



Die wechselbaren Werkzeuge in den „Toolbays“: Bodenfeuchtesensor, Pflanz-Spitze, Jätwerkzeug, Gießkopf. An den Bodenfeuchtesensor dockt gerade das „Universal Tool Mount“ (UTM) an.

Halter deswegen eine Kufe aus einer glatten Gardinenstange geschraubt. Die lässt die Kette nun fast reibungsfrei gleiten.

An der Y-Achse hatten wir ein Klemm-Problem Anfang März, als die Beet-Foto-Session zum Sonnenaufgang scheiterte, weil Energiekette und Rollen am Aluprofil festgefroren waren. Schaltet man den Wasseranschluss ab, ist der FarmBot durchaus frostsicher, einen Betrieb im deutschen Winter können wir für die in Kalifornien entwickelte Maschine aber nicht empfehlen.

## Zwischenfazit

Für ein umfassendes Bild des Projekts FarmBot sollten Sie unseren Artikel über die Programmierung abwarten, der in einer der nächsten Ausgaben von c't erscheint, da die Programmierung ein entscheidender Faktor für die Beurteilung ist. Aufbau und Mechanik sind ein großes Projekt für Bastler, die zumindest schon mal einen 3D-Drucker oder eine CNC-Fräse zusammengebaut haben sollten. Für uns war es das spannendste Projekt des vergangenen Jahres! Die schiere Größe der Maschine, die vielen Schritte vom Beet bis zur Riemenspannung und die durchdachte Konstruktion begeistern für einen langen Zeitraum. Bei Problemen hatten wir aber auch schlaflose Nächte.

Wenn Sie einen FarmBot bauen, werden Sie auf mechanische und elektrische

Probleme stoßen und Sie sollten Lust haben, die zu lösen. Die gute Nachricht ist nämlich, dass keine der Komponenten so exotisch oder komplex ist, dass einer mit c't-Projekten erfahrenen Bastlerin nicht Lösungen einfallen würden. Der FarmBot ist keine Raketenforschung, sondern ein Einblick in Maschinenbau, den man auch ohne Studium wagen kann.

Wer sich nur fürs Gärtnern und nicht für Technik interessiert, sollte nur unser Hochbeet bauen und das per Hand bewirtschaften. Im Idealfall fasziniert Sie beides. Dann nämlich ist der FarmBot ein tolles Bastelprojekt mit hervorragender Anleitung, nach dem Sie Gartenbau mit anderen Augen sehen. Ob der FarmBot nach dem Basteln auch Chancen hat, erfolgreich Ihr Gemüse zu umhegen, während Sie zwei Wochen in den Urlaub düsen, verraten wir in einer der nächsten c't-Ausgaben. (pmk@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Pina Merkert, Browser Aided Design, Einstieg in Onshape: 3D-Designs im Browser, c't 24/2020, S. 150
- [2] Pina Merkert, Stark wie eine OX, Stabile Portalfräse OX-CNC selbst bauen, c't 7/2021, S. 142
- [3] Jan Mahn, CNC für alle, Mostly Printed CNC: Eine Portalfräse selbst ausdrucken, c't 6/2021, S. 154

**Bauanleitung, erweiterte CAD-Designs, Druckvorlagen: [ct.de/yh7c](http://ct.de/yh7c)**

# Zahlen, Daten, Fakten

## Computer

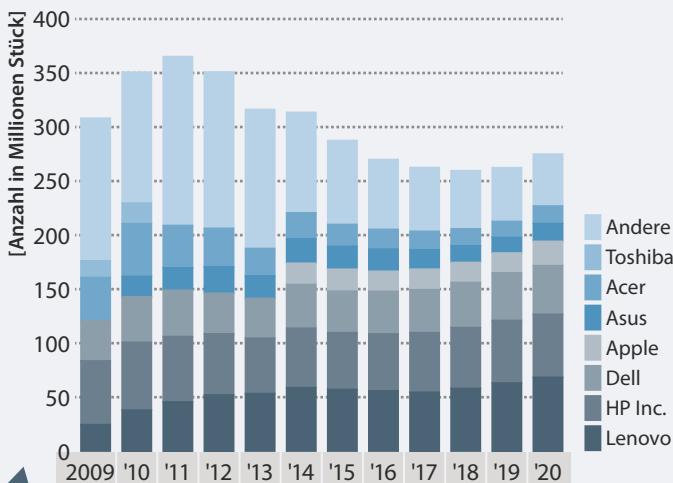
**D**er Computer ist ein Alltagsgegenstand. Eine Umfrage der Gesellschaft für Konsumforschung fand Anzeichen, dass auch ältere Menschen sich mittlerweile viel mit Computern beschäftigen – in der Freizeit mehr als Jüngere, die wiederum mehr am Smartphone hängen. Seit 2017 werden

nach einer Konsumdelle wieder mehr PCs gekauft, vielleicht, weil man doch noch nicht alles per Smartphone und Tablet erledigen möchte. Beim Kauf liegt wieder etwas mehr Geld auf den Tresen, besonders bei Desktop-PCs – gut ausgestattete Gaming-Rechner treiben den Durch-

schnittspreis nach oben. Eine Auswertung der Spieleplattform Steam ergab, dass nur wenige, die zocken, einen PC mit weniger als 2 Gigahertz Taktfrequenz verwenden. Im Privaten sind aber stationäre Desktop-PCs insgesamt auf dem Rückzug zugunsten mobiler Geräte. (mil@ct.de) **ct**

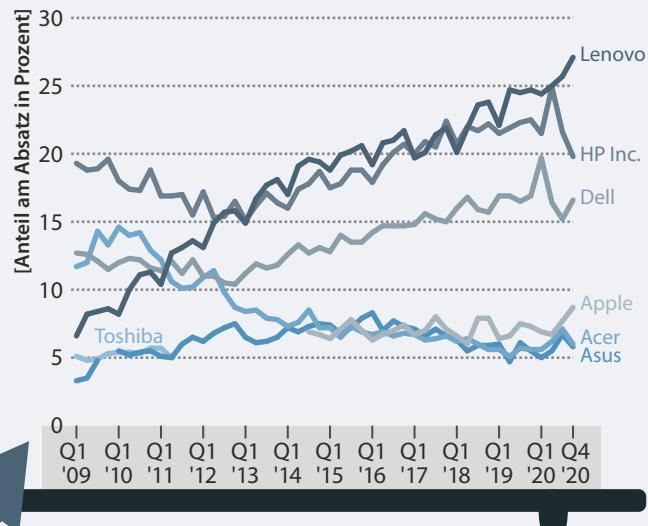
### ► Absatz weltweit

... seit 2019 steigen die Verkaufszahlen von PCs wieder, am stärksten bei Herstellern mit großem Office-Segment.<sup>1</sup>



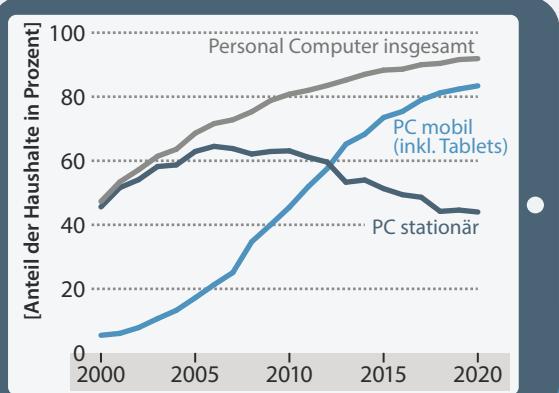
### ► Marktanteile

... Lenovo, Dell und Apple bauen weltweit Marktanteile aus. Tendenziell werden kleinere Hersteller aus dem Markt gedrängt.<sup>1</sup>



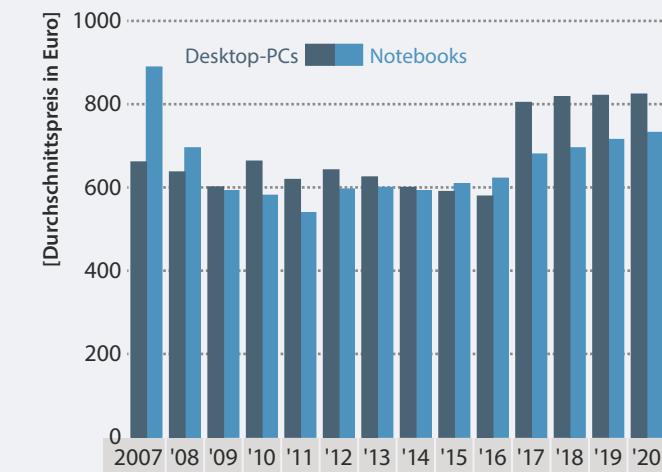
### ► Privatnutzung

... der PC ist für viele Haushalte so normal wie Staubsauger oder andere Geräte – besonders in Haushalten mit Kindern.<sup>2</sup>



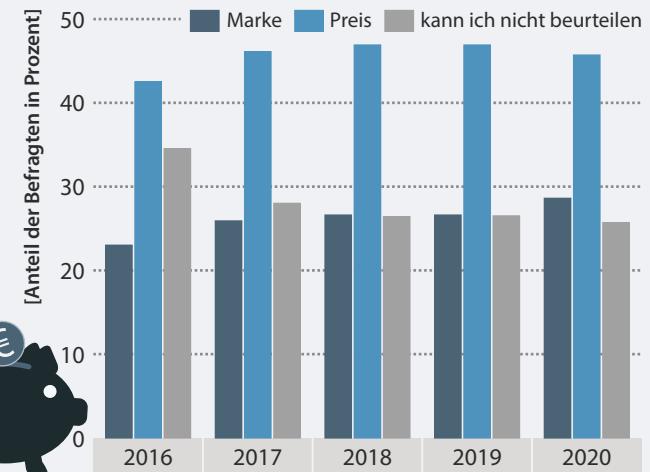
## ► Durchschnittlicher Kaufpreis

... nachdem die Preise für PCs und Notebooks jahrelang nach unten rutschten, steigen sie seit Mitte der Zehnerjahre wieder.<sup>3</sup>



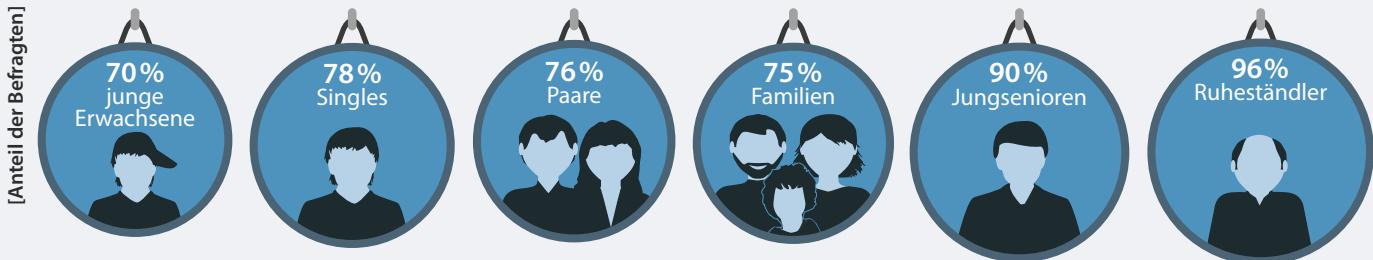
## ► Faktoren beim Kauf

... Marke hin, Marke her: Die meisten achten beim Hardwarekauf hauptsächlich auf den Preis.<sup>4</sup>



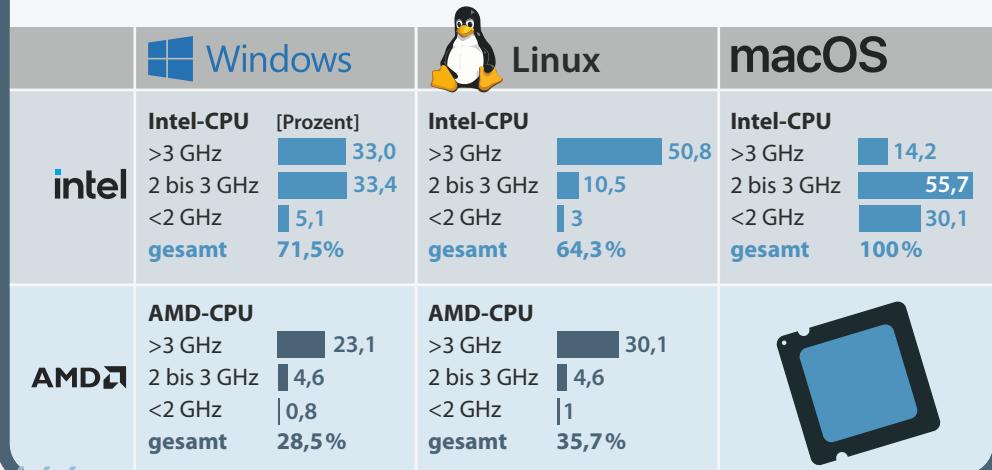
## ► Nutzung in der Freizeit

... einer Studie zufolge sitzen ältere Befragte häufiger am Computer als Jüngere. Bei denen überwiegt das Smartphone.<sup>5</sup>



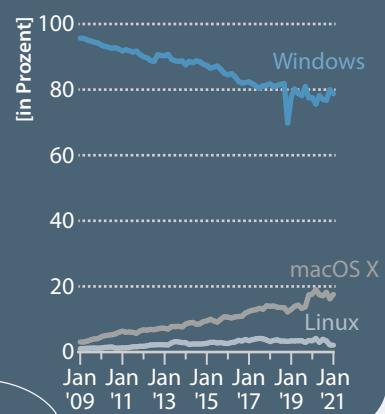
## ► AMD vs. Intel

... auf der Spieleplattform Steam nutzten – Stand Februar – weitaus mehr Gamer Intel-Prozessoren als AMD-CPU's.<sup>6</sup>



## ► Betriebssysteme

... macOS gewinnt seit einigen Jahren in Deutschland langsam an Bedeutung, dennoch nutzen die meisten Windows.<sup>7</sup>



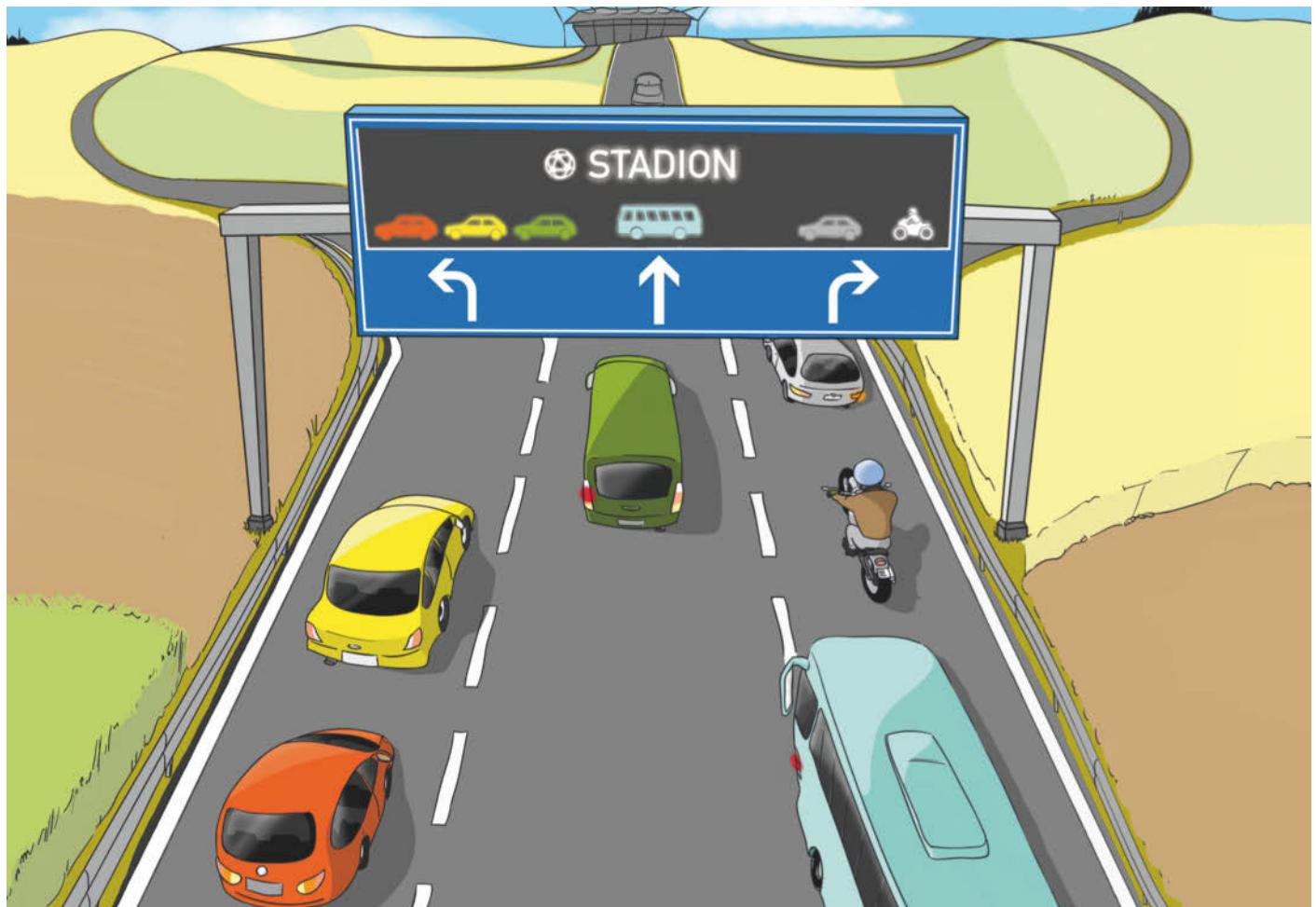


Bild: Henning Rathjen

# Im Schwarm unterwegs

**Intelligente Navi-Technik für bessere Straßenauslastung**

**Kollaborative Navigation verspricht, möglichst staufreie Strecken vorzuschlagen und dabei Straßen gleichmäßig auszulasten. Der Dienst NUNAV wertet dafür alle Fahrdaten anonym aus und schlägt bei gleichen Anfragen unterschiedliche Routen vor. Das soll zu kürzeren Fahrzeiten führen. In Niedersachsen nutzen auch Verkehrsplaner dieses Know-how.**

Von Arne Grävemeyer

**R**outenvorschläge für Autofahrer sind keine Wettervorhersage, denn im Unterschied dazu beeinflussen sie selbst den Verkehrsfluss, den sie prognostizieren. Wenn das Navi zur Fahrt über die Autobahn rät, dann bedeutet das meistens, dass dort im Moment kein Stau ist, aber nicht, dass dort nicht bald einer entsteht. Zwar nutzen die Navigationsysteme sowohl amtliche Verkehrswarnungen als auch die Floating-Car-Daten (FCD) ihrer Nutzer, also im Grunde deren Ort und Geschwindigkeit. Aber die Auswirkung der eigenen Routenvorschläge bleiben bei den Berechnungen unberücksichtigt. Selbst wenn eine

Verkehrswelle heranrollt, die sich schon durch die Suchanfragen ankündigt, reagieren die Navis erst mit Ausweichempfehlungen, wenn ein Stau bereits entstanden ist.

Verkehrsmanager kennen daher das Phänomen des oszillierenden Verkehrs: Eine Autobahn läuft voll, der Stau ist da, dann füllt sich die Ausweichstrecke, bis sich der Verkehr auch hier staut, während sich gleichzeitig die Autobahn wieder leert. So geht es hin und her, weil die Navigations-Tools zu jedem Zeitpunkt alle vergleichbaren Anfragen auch mit den gleichen Routenvorschlägen beantworten.

Das Bundesland Niedersachsen setzt dagegen seit Januar auf Navigationstechnik vom Hannoveraner Unternehmen Graphmasters. Die Verkehrsmanagementzentrale des Landes tauscht dazu ihre Daten mit den Navigationsexperten aus und bietet eine Suchmaske des NUNAV-Routenplaners auf der eigenen Webseite an (siehe [ct.de/ywwr](http://ct.de/ywwr)). Zudem setzt man intern auf eine Suite von Programmen, die den Verkehrsmanagern Überblick verschafft und Planungen unterstützt.

### Kollaborativ unterwegs

Der Grundgedanke der Navigations-App aus Hannover lautet „kollaboratives Routing“. Auch das NUNAV-System nutzt FCD, um die aktuelle Verkehrslage auf den Straßenabschnitten einzuschätzen. Zusätzliche FCD-Pakete kauft Graphmasters von anderen Telematikanbietern. Wichtige weitere Daten insbesondere aus den Innenstädten gewinnt das Unternehmen durch Kurierfahrer von Hermes und eines Teils der DPD-Flotte. Jedes dritte Paket in Deutschland wird laut Graphmasters mit der Software NUNAV Courier ausgeliefert, die Tagestouren mit vielen Stopps optimieren kann. Gerade ist auch der Rollout einer Software für die österreichische Post komplettiert worden.

Um aus den FCD-Paketen für jeden Streckenabschnitt die Anzahl der Fahrzeuge und die jeweils gefahrene Geschwindigkeit zu bewerten, kommt künstliche Intelligenz zur Mustererkennung zum Einsatz. Jeder Streckenabschnitt hat eine eigene Aufnahmekapazität für Fahrzeuge. Mit steigender Fahrzeugzahl und sinkenden Geschwindigkeiten kündigen sich Staus auf jedem Abschnitt anders an. Für viele Millionen Straßenteilstücke sind eigene einfache KIs entstanden, die bei jeder neuen Messung einer Induktionsschleife oder eines FCD die Lage neu berechnen. So aktualisiert Graphmasters die Werte zur Verkehrslage etwa 1,5 Millionen Mal in der Minute und gibt damit sogar Prognosen auf bevorstehende Staus.

Dann aber erfolgt der Kniff: Zu Routingabfragen berechnet der Algorithmus nicht nur die günstigste Strecke anhand der vorliegenden Verkehrssituation. Darüber hinaus schickt er das Fahrzeug virtuell über diese Strecke und vermerkt für jeden beteiligten Streckenabschnitt eine Reservierung, also eine um ein Fahrzeug höhere Verkehrsdichte.

### Straßenraum fürs Auto reserviert

Damit ergibt sich für weitere Abfragen ein verändertes Bild, obwohl sich auf den Straßen selbst noch nichts verändert hat. Zwei vergleichbare Routingabfragen zur selben Zeit erhalten dadurch nicht einfach den gleichen Streckenvorschlag. Stattdessen verteilt der Algorithmus die Fahrzeuge gleichmäßiger auf die verfügbaren Straßen. Die Fahrzeuge gehen einander aus dem Weg.

Die meisten Navigationssysteme auf dem Markt verfolgten schlicht einen egoistischen Ansatz, das sogenannte Selfish Routing, erläutert Graphmasters-COO und Mitgründer Sebastian Heise im Gespräch mit c't. Dabei blenden sie die Belange anderer Verkehrsteilnehmer aus und versuchen nur, für die jeweilige Abfrage die kürzeste Reisezeit zu finden. Dieses Konzept kann aber nicht nur die beschriebenen Staus verursachen, sondern droht zudem, das Vertrauen der Autofahrer in Navigationssysteme zu schwächen. Kollaborativ lassen sich Staus vermeiden und alle kommen schneller an ihr Ziel.

Verkehrsrechner haben schon vor Jahrzehnten bewiesen, dass eine egozentrische Navigationsstrategie nicht optimal ist und stattdessen nur kollaborative Ansätze unnötige Staus vermeiden können. Bereits 1968 belegte der Mathematiker Dietrich Braess, dass ohne eine zentrale Abstimmung der Bau zusätzlicher Straßen

die Fahrtzeit für alle sogar erhöhen kann. Sein Beweis ist heute unter Verkehrsplanern als das Braess-Paradox bekannt. In diesem Beispieldfall, der die Verkehrsströme zwischen vier Städten schematisch vereinfacht darlegt, verbinden zwei gut ausgebauten Autobahnen (und zwar A-C und B-D) und zwei staufällige Landstraßen (A-B und C-D) die Orte (siehe auch [ct.de/ywwr](http://ct.de/ywwr)). Für die Reise von Stadt A zu Stadt D gibt es zwei Möglichkeiten, A-B-D und A-C-D. Im Falle eines Gleichgewichts lässt sich die Reisezeit in beiden Verkehrsströmen leicht errechnen.

Es existiert aber im Modell zwischen den zwei benachbarten Städten B und C keine Straße. Nachdem nun eine neue Landstraße die offensichtliche Lücke schließt, lockt diese neue Route zwangsläufig mehr Verkehr auch auf die anderen beiden Landstraßen. Das allein führt schon zu der paradoxen Situation, dass fortan bei einer Gleichverteilung auf inzwischen drei möglichen Routen (A-B-D, A-C-D und neu A-B-C-D), jede Gesamtstrecke mehr Zeit erfordert als vor dem Straßenbau. Die Landstraßen A-B und C-D sind jedes Mal verstopft und beanspruchen viel Zeit. Weitere Berechnungen belegen sogar, dass dieser schlechtere Zustand stabil ist: Jede kleine Abweichung von der Gleichverteilung des Verkehrs bestraft die beteiligten Autofahrer mit zusätzlichem Zeitverlust, sodass sie versuchen werden, die Abweichung zurückzunehmen. Ohne eine koordinierende



**Das Ziel des kollaborativen Routing ist die gleichmäßige Verteilung der Routenvorschläge auf das Streckennetz (links). Wenn dagegen alle Anfragen zu einem Zeitpunkt immer denselben Routenvorschlag bekommen, entsteht schnell ein Stau (rechts).**

Bild: Graphmasters

Schwarmleitung sind die Fahrer dazu verflucht, jeden Tag aufs Neue unnötig Zeit zu verlieren – wegen des Baus einer zusätzlichen Straße.

### Lemminge im Verkehr

Die Frage ist allerdings, ob die Verbreitung der NUNAV-App genügt, um koordinierend zu wirken und Staus zu verhindern. Neben großen Anbietern wie Google und TomTom schätzt man bei Graphmasters den Einsatz der NUNAV-App im deutschsprachigen Raum auf gerade einmal zwei bis fünf Prozent der Autofahrer. Die Entwickler berufen sich allerdings auf verschiedene Studien, wonach bereits eine Routenplanung, die nur wenige Prozent der Fahrzeuge auf Nebenstrecken leitet, den Verkehr auf der Hauptstrecke spürbar entlasten kann. Wenn es gelänge, nur 100 Fahrzeuge von einer belasteten Route wegzuleiten, dann ergäbe sich dort ein bis zwei Kilometer mehr Platz auf der Straße, schildert Heise, wobei die gefahrenen Geschwindigkeiten eine große Rolle spielen. Der gewonnene Platz könnte den Unterschied ausmachen zwischen Stauungen mit Stillstand oder einem fließenden Verkehr.

Darüber hinaus setzen die Verkehrsplaner auf den Lemming-Effekt. Bei zäh-

fließendem Verkehr könnten Ortskundige oder besser informierte Fahrer sehr wohl auch andere Verkehrsteilnehmer mitreißen. „Wir beobachten ein solches Verhalten mit unseren Kameras zum Beispiel im Messeverkehr“, sagt Nico Aigner von der Verkehrsmanagementzentrale Niedersachsen gegenüber c't. Dies allerdings sowohl im positiven wie auch im negativen Sinne; auch unkluge Aktionen finden Nachahmer. Ein intelligentes Navigationssystem, das den Besucherverkehr besser verteilt, könnte somit auch dann einiges bewirken, wenn es nur einen Bruchteil der Fahrer direkt erreicht.

### Partner gesucht

Kooperationen könnten die Effekte verstärken. Wenn ein großer Autohersteller eine Million Fahrzeuge in Deutschland mit kollaborativem Routing ausstatten würde, gäbe es hierzulande keine Staus mehr. Die Durchschnittsgeschwindigkeit steige um vier bis fünf Kilometer pro Stunde und die Klimaziele würden erreicht, behauptet Heise.

Wenn man sich auf einzelne Großveranstaltungen beschränkt, kann man aber auch schon jetzt höhere Nutzungsraten und damit deutliche Effekte erzielen. Bereits zur Agritechnica 2017 in Hannover,

einer internationalen Fachmesse für Agrartechnik, bat die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft als Ausrichter gezielt Busunternehmen, die NUNAV-Bus-App zu nutzen. Diese Software nutzt die Schwarmintelligenz und berücksichtigt auch Höhenbegrenzungen und Gewichtsklassen für Busse. Datenauswertungen belegten, dass letztlich etwa 30 Prozent darauf eingingen und das Routing der Anreisenden gelang in dem Jahr spürbar besser als in den Vorjahren, wie Aigner berichtet. Ein Drittel umgeleitete Busse bedeuteten nicht nur für diese eine kürzere Anfahrtszeit, sondern auch eine deutlich verbesserte Leistungsfähigkeit der sonst überfüllten Zufahrtsrouten.

### Behörde will kurzen Draht

Auch für das niedersächsische Verkehrsministerium gibt es einige Gründe, mit einem Technologieanbieter für kollaboratives Routing zu kooperieren, etwa wenn es um das Management von Straßen- und Autobahnsperrungen geht, um Bombenräumungen oder Großveranstaltungen. Das Land suchte einen Partner, der die behördlichen Entscheidungen und Regelungen mit seiner App unterstützt. Was hinter diesem Wunsch steckt, verdeutlichen zwei Negativbeispiele.

Staunend beobachtete die Polizei in Hannover 2017 eine kuriose Auswirkung der herrschenden Navigationsalgorithmen: Vor ihren Augen lehrte sich morgens um 7:15 Uhr der Messeschnellweg, wo an normalen Tagen dichter Berufsverkehr strömt. Gleichzeitig mussten die Verkehrsmanager in der Zentrale mitansehen, wie die Ausweichstrecken und Nebenstraßen vollliefen. Der Grund war eine Pressemitteilung, die die Sperrung der wichtigen Stadtautobahn für 7:15 Uhr angekündigt hatte. Zwar verschoben Planer die Sperrung später auf 8 Uhr, aber das kam bei den Routingalgorithmen der verbreiteten Navigationssysteme nicht an und der Verkehr in Hannover wurde unnötig lahmgelegt.

Ein anderes Beispiel ist die Anordnung Österreichs im Sommer 2019, dass ausländische Touristen auf der Durchreise die Autobahn nicht verlassen sollten. Bei den ersten Staus änderten die Navigationss-Apps ihre Routenvorschläge und leiteten die Touristen doch von der Autobahn auf Ausweichstrecken – vor denen die Polizei aber Durchreisende abfing. Auch mit behördlichen Anrufen bei Google ließ sich dieses Durcheinander nicht stoppen.



Bild: Die Autobahn GmbH des Bundes

**Das zentrale Werkzeug in der Verkehrsmanagementzentrale Hannover ist heute die Übersicht aus NUNAV Traffic Strategies (zentrale, große Monitore) mit der aktuellen Straßenlastung.**

Im Frühjahr 2019 begann man in Niedersachsen, ein Konzept gemeinsam mit Graphmasters zu erarbeiten. Anonymisierte Floating-Car-Daten fließen vom Technologieanbieter an die Behörde und im Gegenzug gehen Sensordaten der Messschleifen und Radardetektoren von den Autobahnen in das Navigationssystem ein. Zudem ist in den zwei Jahren eine interne Verkehrsmanager-Suite namens NUNAV Traffic Strategies gewachsen. In der Kartenansicht zeigt dieses Tool zu jedem Straßenabschnitt den Verkehrsfluss in Relation zur vorgegebenen Richtgeschwindigkeit. Ein Farbsystem verdeutlicht freie Fahrt (grün), zähfließenden (gelb) oder stockenden Verkehr (rot). In der Wochenauswertung lässt sich die aktuelle Geschwindigkeit auf der Straße mit dem Wochendurchschnitt vergleichen. Zusätzlich ist die Datenbank mit Informationen zum Straßenzustand verknüpft.

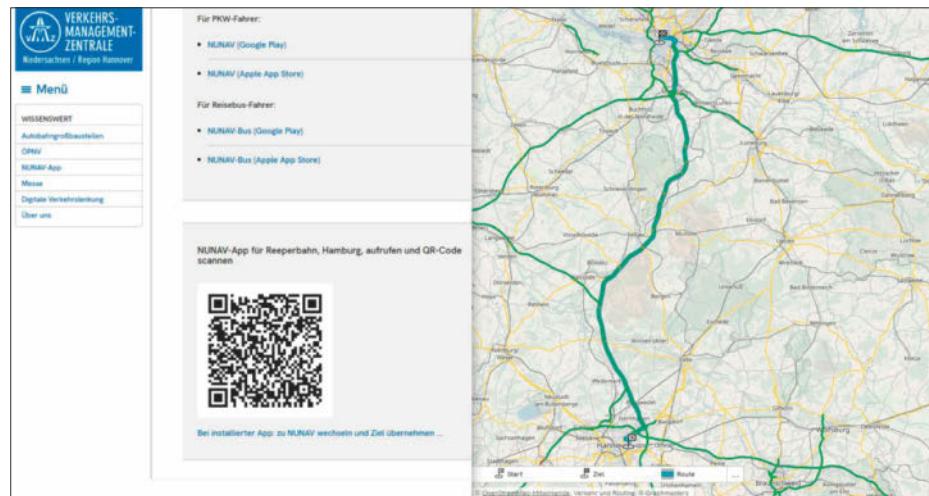
### Unfall schon vor Notruf erkannt

Der Verkehrsmanager kann die Anzeige über die Festlegung von Schwellwerten steuern. Am Farbschema erkennt er Problemstellen und erhält zusätzliche Infos wie FCD oder Messschleifendaten, wenn er in das Verkehrsgeschehen hineinzoomt. So kann es passieren, dass in der Verkehrsmanagementzentrale ein Unfall aufgrund des entstehenden Staus auffällt, und der Operator bei Straßenmeisterei und Polizei nachfragt, noch bevor die den Vorfall bemerkt haben.

Für die Zukunft plant das Land, weitere Daten in das Traffic Strategies Tool zu integrieren, erläutert Carsten Althaus von der niedersächsischen Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr. Beispielsweise soll die Bedienoberfläche Daten von dynamischen Anzeigetafeln zur Stauinformation sowie Bilder von Autobahnkameras in Zukunft direkt zur Verfügung stellen.

### Events gezielt routen

Daten fließen aber nicht nur von der NUNAV-App zur Verkehrsmanagementzentrale. Anders herum gehen Entscheidungen der Zentrale auch direkt in den Algorithmus der App ein. Bei großen Konzerten in Hannover vor dem Corona-Lockdown wurden diese Möglichkeiten erstmals voll ausgespielt. Zunächst holten die Kooperationspartner auch den Konzertveranstalter mit ins Boot, sodass dieser einen QR-Code auf die Eintrittstickets druckte, der die Besucher auf die Navigation zum Veranstaltungsort lenkte. Auf diese Weise



**Auf ihrer Homepage zeigt die Verkehrsmanagementzentrale Niedersachsen die aktuelle Lage auf den Straßen im Norden Deutschlands an. Routenvorschläge kann der Besucher über einen QR-Code aufs Smartphone übertragen.**

lassen sich erfahrungsgemäß 15 bis 25 Prozent der Navi-Nutzer dazu bewegen, die NUNAV-App einzusetzen.

Für die Anreise können die Operatoren in der Verkehrsmanagementzentrale dann gezielt mehrere Anfahrtswege auswählen beziehungsweise Straßen – etwa in Wohnvierteln – explizit ausschließen. Sie können zusätzlich Park-and-Ride-Parkplätze (P+R) einbinden, deren aktuelle Auslastung das Traffic-Strategies-Tool berücksichtigt. Die Auswahl oder Abwahl von Anfahrtswegen und auch die Umleitung auf P+R-Plätze können sie sogar live vornehmen, während der Anreiseverkehr schon rollt.

Den Unterschied erlebten die Hannoveraner, als im Sommer 2019 zuerst Phil Collins und zwei Wochen später Rammstein im Stadion auftraten. Bei Collins leiteten die Planer den Anreiseverkehr zum Parken auf die Schützenwiese und ließen damit viel Verkehr in der Innenstadt zu. Zwei Wochen später entschieden sie sich, die Innenstadt zu schonen und die Rammstein-Fans auf die P+R-Plätze und damit auf die Stadtbahnen zu verteilen. Tatsächlich blieb die Schützenwiese zur Überraschung der eingesetzten Ordnungskräfte halb leer.

Auch die Köln-Messe ist ein Partner von Graphmasters und leitet über NUNAV die Besucher auf mehreren parallelen Wege zum Messegelände. Am Ende landen die Anreisenden nicht vor einem Messektor, sondern direkt auf einer ihnen zugewiesenen Parkfläche.

### Bewusst kein Google

Graphmasters setzt auf Kartenmaterial des Geodatendienstes OpenStreetMap. Ganz bewusst verweigerte man sich einer Zusammenarbeit mit Google, denn „mit deren SDK würden wir uns ja in den Fuß schießen“, sagt Heise. Aus ähnlichen Gründen verzichtete man bei der App-Gestaltung auf das Facebook-SDK. Das Datenschutz-Versprechen des Unternehmens: Was nicht benötigt wird, wird auch nicht erhoben. Beispielsweise seien von den Nutzern nur anonymisierte Fahrdaten bekannt und diese auch nur für die aktuell verwendeten und die für später reservierten Teilstrecken. Das Navigationssystem speichere nicht die vollständige Fahrroute und lege erst recht kein Profil der regelmäßigen Fahrstrecken an.

Diese Haltung ist auch bedeutend für die Zusammenarbeit mit dem Land Niedersachsen. „Wir können unsere Strategien zur Verkehrslenkung einbringen und wir wissen, nach welchen Prinzipien die NUNAV-App routet“, erklärt Althaus. Bei einem Anbieter wie Google wäre hingegen völlig unklar, wonach die Algorithmen entscheiden oder welche Daten das Unternehmen sammelt. Auf der anderen Seite kann das Land durch die Kooperation direkt Einfluss auf die Routingstrategie der Navigations-Apps des Partners nehmen. Auf Standard-Navis haben die Planer bestenfalls indirekt Zugriff über Warnmeldungen.

(agr@ct.de)

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



Bild: Albert Huim

# WLAN statt Mobilfunk

## Telefonieren per WiFi-Calling

**Moderne Smartphones können Telefonate nicht nur über das Mobilfunknetz, sondern auch über WLAN führen. Das hilft vor allem in Gebäuden mit schlechtem Empfang, spart aber anders als man glauben könnte keine Kosten – im Ausland drohen sogar Kostenfallen. Die Netzbetreiber haben die Funktion auch für Prepaid-Tarife freigegeben.**

**Von Urs Mansmann**

**D**er Mobilfunkempfang in Gebäuden war schon immer schlecht. Dicke Außenmauern und metallbeschichtete Fensterscheiben dämpfen Funksignale massiv, in vielen Gebäuden hat man nur schlechten Empfang oder etwa in den

unteren Geschossen oder im Keller gleich gar kein Netz.

Abhilfe schafft WiFi-Calling, in Deutschland auch oft „WLAN Call“ genannt. Dabei laufen die Gespräche per Voice over IP (VoIP) über das WLAN-Netz, man bezeichnet den Übertragungsweg daher auch als Voice over WiFi (VoWiFi). Obwohl das Mobilfunknetz gar nicht involviert ist, rechnen die Provider die WLAN-Telefone so ab, als ob sie per Mobilfunk stattgefunden hätten.

Die zugrundeliegende Technik ist bei VoLTE (Voice over LTE) und VoWiFi sehr ähnlich. Allerdings muss das WLAN eine gute Verbindung ins Internet bereitstellen. An stark belasteten Hotspots, etwa in vollbesetzten ICEs oder an gut besuchten Flughäfen, kann es sinnvoll sein, VoWiFi zu deaktivieren und das Mobilfunknetz zu verwenden.

Die Sprachqualität bei WLAN-Calls ist, sofern die Netzanbindung stimmt, ausgezeichnet. Durch die Vermittlung per IP

müssen nicht wie in früheren Jahren zigtausende Basisstationen im Mobilfunknetz auf einen neuen Software-Stand gebracht werden, um neue Verfahren oder Codecs einzuführen. Für Optimierungen von VoLTE und VoWiFi reichen Updates von wenigen, zentral gelegenen VoIP-Vermittlungseinheiten. Mobilfunknetze und WLANs sorgen nur noch für den Transport von Datenpaketen.

Auch der Rufaufbau geschieht sehr schnell. Im Mobilfunknetz muss man dafür im schlimmsten Fall mit knapp zehn Sekunden rechnen, wenn das Mobilfunkgerät im LTE-Netz eingebucht ist, aber kein VoLTE beherrscht und deswegen erst ins 2G- oder 3G-Netz wechseln muss. Erfolgt der Ruf direkt im 2G- oder 3G-Netz, dauert es immer noch rund fünf Sekunden. Voice over LTE schafft das in rund zwei und bei WiFi-Calling ist der Rufaufbau sogar in rund einer Sekunde erledigt.

In den Mobilfunknetzen steht seit einigen Jahren mit EVS (Enhanced Voice

Service) ein sehr leistungsfähiger Sprachstandard für VoWiFi- und VoLTE-Verbindungen zur Verfügung. Oft wird EVS im Marketing als „HD Voice Plus“ bezeichnet, Vodafone nennt es „Crystal Clear“, kristallklar. Dieses Verfahren überträgt das Audiosignal bis zu 14 kHz, deckt also praktisch den kompletten Frequenzgang des menschlichen Ohrs ab.

Das ist nochmals eine deutliche Verbesserung gegenüber bisherigen HD-Voice-Verfahren wie AMR-WB, das auch weiterhin im 2G- und 3G-Mobilfunknetz zum Einsatz kommt, oder G.722 im Festnetz. Umso drastischer fällt inzwischen auf, wenn die Gegenstelle nur ein normales Analog- oder ISDN-Telefon einsetzt, das nur 3 kHz abdeckt.

Telefonate in maximaler Qualität sind innerhalb Deutschlands netzübergreifend möglich, solange beide Gegenstellen EVS beherrschen und die Telefonate auf beiden Seiten per VoLTE oder VoWiFi vermittelt werden. Läuft das Telefonat auf mindestens einer Seite über Festnetz, UMTS oder GSM (3G, 2G) kommen jedoch ältere, weniger leistungsfähige Codecs zum Einsatz. In diesem Fall darf man maximal die einfache HD-Voice-Qualität erwarten, also ohne Plus. VoIP-Gegenstellen im Festnetz können im Idealfall 7 kHz Audio übertragen.

Um das WLAN für WiFi-Calling vorzubereiten, müssen im Router oder in der

Firewall die Ports 500 und 4500 für UDP freigegeben sein, denn das System nutzt zur Sicherung der Verbindung IPsec und IKEv2. Durch eine Sperre dieser Ports kann man die Nutzung des Dienstes unterbinden. In öffentlichen WLANs sind die nutzbaren Ports häufig beschränkt. Probleme kann es bei der Verbindung mit Vodafone geben, wenn das LAN auf bestimmte ausländische DNS-Server konfiguriert ist, beispielsweise den von Google, weil Vodafone offenbar auch auf diese Information zurückgreift, um den Client zu lokalisieren und bei vermuteter Nutzung im Ausland das WiFi-Calling temporär sperrt. Vodafone räumt ein, dass die Geo-Lokalisierung teilweise ungenau arbeitet.

### Prepaid-Kunden sind dabei

Lange Zeit war WiFi-Calling den Vertragskunden vorbehalten. Inzwischen haben aber alle Netzbetreiber nachgelegt und das auch für Prepaid-Kunden zugelassen. Auch für die Kunden vieler Service-Provider ist WiFi-Calling bereits freigegeben, sowohl für Laufzeit- als auch für Prepaid-Kunden. In manchen Fällen, vor allem bei Altverträgen, muss aber zunächst eine Freischaltung erfolgen. Im Zweifel hilft ein Anruf bei der Hotline.

Eine Ausnahme bildet der Sipgate-Mobilfunkableger Simquadrat. Hier fehlt

nach Angaben des Unternehmens noch eine IP-Anbindung zwischen Sipgate und Telefónica, die aber im Laufe des Jahres erfolgen soll. Auch der Provider Lebara bietet derzeit in Deutschland kein VoWiFi an, wohl aber beispielsweise sein Schweizer Ableger. Keine Angaben dazu findet man bislang auch bei der Vodafone-Tochter Fyve.

### Die richtigen Smartphones

Die Technik fürs WiFi-Calling ist standardisiert und wird weltweit eingesetzt, in deutschen Mobilfunknetzen seit 2016. Bei einigen Smartphones muss man eine Einstellung in den Anrufoptionen aktivieren – doch längst nicht jedes Gerät beherrscht die neue Technik. Unter Android ist auch eine aktuelle OS-Version kein Garant dafür, dass WiFi-Calling funktioniert. Das 2017 eingeführte OnePlus 5 beispielsweise erhielt jüngst noch ein Update auf Android 10, dabei wurde aber die bis dato bestehende Möglichkeit abgeschaltet, WiFi-Calling in gut versteckten Tiefen der Menüs zu aktivieren. Google-Pixel-Smartphones aus dem gleichen Jahr hingegen beherrschen die Funktion. Auch andere ältere Geräte wie das Samsung Galaxy A3 (2017) oder A5 (2016 und 2017) sind bereits dazu in der Lage.

Es gilt die Faustregel: Je neuer und je hochwertiger das Gerät ist, desto größer

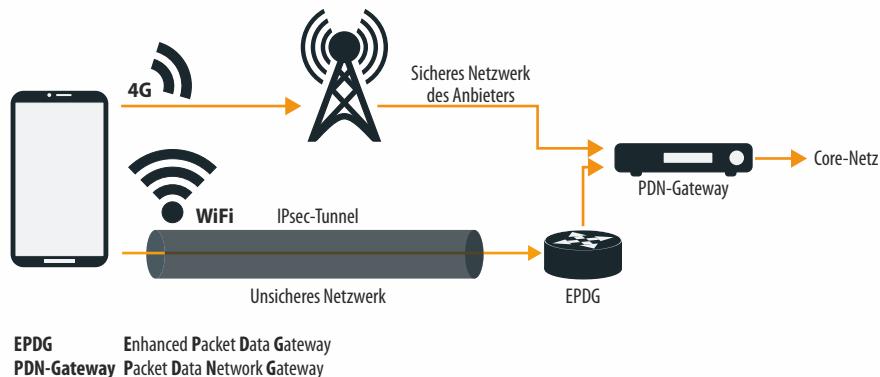


Beim Aktivieren von WLAN-Anrufen auf den iPhone erscheint ein Hinweis, welche Daten an den Anbieter übertragen werden.

Wenn man in der Fritzbox fürs Gastnetz „Internetanwendungen beschränken: Nur Surfen und Mailen erlaubt“ anklickt, sperrt das die für WiFi-Calling benötigten Ports. In allen anderen üblichen Heimrouter-Konfigurationen sollte VoWiFi jedoch problemlos laufen.

## Datenübertragung bei VoLTE und VoWiFi

Voice over LTE und over WiFi funktionieren ähnlich. Bei WLAN-Verbindungen schützt ein IPsec-Tunnel die Verbindung vor ungebetenen Lausichern.



ist die Chance, dass es WiFi-Calling beherrscht. Oft ist die Information, ob ein spezifisches Smartphone die Technik unterstützt, aber schwer zu finden oder auch davon abhängig, um welche Provider- und Firmware-Version es sich handelt. Beim iPhone ist es ganz einfach: Ab iPhone 6 und ab iOS 10.3 ist WiFi-Calling mit an Bord.

Ob WiFi-Calling dann tatsächlich genutzt werden kann, erkennt man an einem Symbol in der Informationsleiste am oberen Bildrand, das erscheint, sobald eine Verbindung mit dem Kernnetz des Anbie-

ters per WLAN besteht. Allerdings gibt es hier keine einheitliche Kennzeichnung, die genaue Anzeige ist von Gerät zu Gerät verschieden.

### Umschaltfragen

Das WLAN zu Hause, am Arbeitsplatz oder im Supermarkt reicht nicht besonders weit. Schon kurz nach Verlassen des Gebäudes verliert man üblicherweise die WLAN-Verbindung. Das ist kein Problem, denn die Mobilfunk-Kernnetze können Telefonate unterbrechungsfrei zwischen WLAN- und

4G-Netz übergeben. Wo es kein 4G-Netz gibt, bricht das Gespräch allerdings ab. Auch im Roaming endet das Gespräch, sobald man das WLAN verlässt.

Notrufe lassen sich nicht über WLAN-Calling abwickeln. Startet der Kunde einen Notruf, bucht sich das Handy zuerst in ein Mobilfunknetz ein und führt anschließend den Notruf aus. Ist kein Mobilfunknetz in Empfangsreichweite, lässt sich der Notruf nicht absetzen und ein Hinweis erscheint. Das ist technisch sinnvoll, denn anhand der WLAN-Verbindung kann der Netzbetreiber nicht zuverlässig feststellen, wo der Nutzer sich aktuell aufhält. Erst mit der Einbuchtung ins Mobilfunknetz kann er den Standort zweifelsfrei ermitteln und den Anruf an die richtige Rettungsleitstelle weiterleiten.

### Fazit

WiFi-Calling sorgt für eine ausgezeichnete Gesprächsqualität und eine gute Abdeckung in Gebäuden, die sonst gerne Mobilfunk-Problemzonen sind. Neuere Smartphones beherrschen diese Technik in der Regel, die meisten Mobilfunkprovider stellen sie bereit. Aufpassen muss man nur im Ausland: Außerhalb der EU können WLAN-Telefonate zwar kräftig beim Sparen helfen, aber in der EU können sie teurer sein als Telefonate über das Mobilfunknetz.

(uma@ct.de) ct

## Vorsicht im Ausland

Wenn internationales Roaming ins Spiel kommt, wird die Sache komplex. Für Kundeninnen und Kunden ist es auf den ersten Blick von Vorteil, bei WLAN-Calls abrechnungstechnisch im Heimnetz eingebucht zu sein. Im Hotelzimmer in Dubai oder San Francisco telefoniert man kostenlos per Inlands-Flatrate nach Deutschland, während die Abrechnung über das Mobilfunknetz richtig teuer käme. Man lässt das Mobilfunknetz des Gastlandes also links liegen und baut seine Anrufe übers Internet auf.

Wer sichergehen will, dass wirklich das WLAN verwendet wird, deaktiviert den Mobilfunk für die Dauer des Gesprächs, am einfachsten, indem man das Handy in den Flugzeugmodus versetzt und anschließend nur das WLAN aktiviert, was allerdings nicht bei jedem Gerät funktioniert.

Anders liegt der Fall beim Roaming in der EU: Die Roaming-Richtlinie unter dem Schlagwort „Roam like at home“, frei übersetzt telefoniere wie zu Hause, erweitert die heimische Flatrate. Kann man zu Hause in Deutschland deutsche Anschlüsse kostenlos anrufen, so gilt das während des Roamings für die gesamte EU. Wer also mit einem deutschen Mobilfunkvertrag beispielsweise in Amsterdam unterwegs ist, kann ganz ohne WiFi-Calling über das dortige Mobilfunknetz kostenlos telefonieren, von Helsinki bis nach Palermo und von Dublin bis Larnaca – und natürlich auch nach Hamburg oder München.

Sobald sich das Handy in ein WLAN einbucht, gelten allerdings andere Regeln. Nun gilt nicht mehr die verbraucherfreundliche EU-Roaming-Regelung, sondern der heimische Tarif. Und der sieht

meistens einen Minutenpreis für Telefonate in die EU vor. Wer also mal eben schnell vom Hotelzimmer aus per Handy vor Ort einen Tisch im Restaurant reserviert oder ein Taxi ruft, zahlt den Standardpreis für ein Auslandstelefonat. Nur Anrufe nach Deutschland sind, eine Flatrate vorausgesetzt, in beiden Fällen kostenlos. Bei Bedarf lässt sich die Funktion WiFi-Calling im Menü des Smartphones ganz einfach abstellen.

Vermutlich war dieses Abrechnungschaos aus Kundensicht ein Grund für Vodafone, die Nutzung von WiFi-Calling im Ausland kategorisch zu unterbinden. Die dazu nötige Geo-Lokalisierung funktioniert aber nicht immer zuverlässig. Manchmal kommt es vor, dass ein Vodafone-Kunde im Ausland WiFi-Calling nutzen kann und andersherum im Inland WiFi-Calling gesperrt ist.

# New Food

The taste of tomorrow

MIT  
Technology  
Review

EmTech  
Germany



**SAVE THE DATE**

**24.06.2021**

**ONLINE-KONFERENZ**

- Wie ernähren wir uns in Zukunft?
- Kommen tierische Lebensmittel bald aus dem Labor?
- Ist New Food tatsächlich gesünder und nachhaltiger?
- Welche Regularien brauchen wir dafür?

Es erwarten Sie spannende Vorträge internationaler Experten.  
Unabhängig. Aktuell. Kompetent.

**Technology  
Review**  
Das Magazin für Innovation

**JETZT ANMELDEN**

[www.konferenzen.heise.de/emtech-new-food/](http://www.konferenzen.heise.de/emtech-new-food/)

**Bis 27.05.2021 10% Frühbucher-Rabatt sichern!**



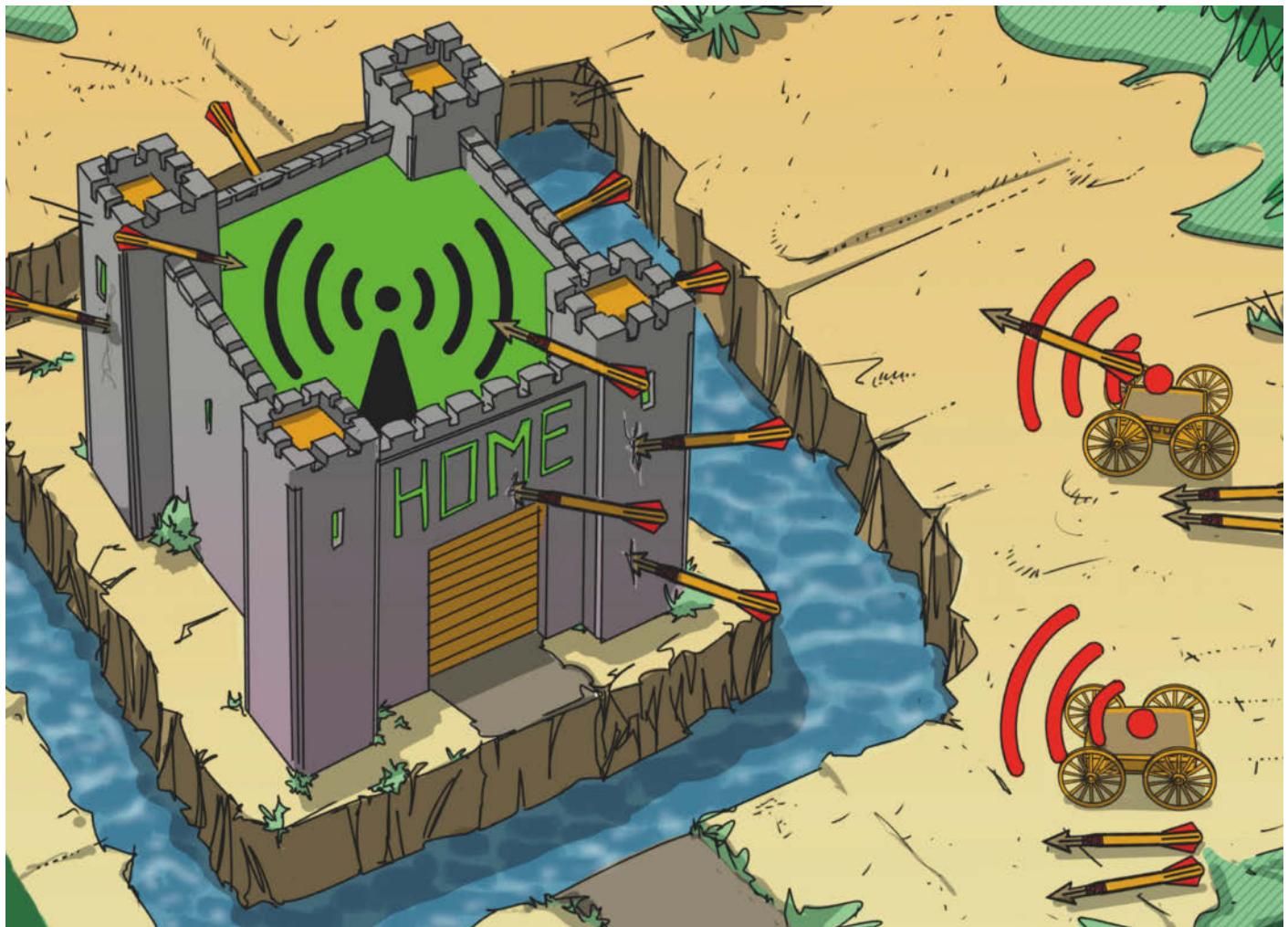


Bild: Thorsten Hübner

# Wellenkunde

## Wie Alufolie, Metallgitter, Beton & Co. Funkwellen dämpfen

**Dämpfungsstoffe können theoretisch Nachbar-WLANS aus der Wohnung heraushalten, was die Datenrate des eigenen Funknetzes steigern würde. Doch manche haushaltsüblichen Materialien dämpfen fast gar nicht und Spalte können die Mühe zunichte machen. Etwas Wissen um die Zusammenhänge erleichtert die Entscheidung, ob man in den Baumarkt zieht oder doch lieber WLAN-Hardware nachkauft.**

Von Marcus Nemes

Für gute Datenraten via WLAN muss das Funksignal des Routers kräftig genug beim jeweiligen (Mobil-)Gerät ankommen. Außerdem dürfen Störungen etwa durch fremde Funknetze nicht zu stark sein: Denn dann sinkt mit dem Störabstand (Signal-to-Noise Ratio, SNR) letztlich auch der Datendurchsatz.

Daher gibt es zwei Ansätze zur Verbesserung schlechter Verbindungen: einerseits, das eigene Funknetz überall in der Wohnung möglichst stark werden zu lassen [1] und andererseits, fremde Netze möglichst gut zu unterdrücken. Eine Leserfrage [2] motivierte uns, den zweiten Aspekt gründlich

unter die Lupe zu nehmen. Dafür ist ein kleiner Ausflug in die Physik nötig.

WLAN nutzt zur Datenübertragung elektromagnetische Wellen im Frequenzbereich von 2,4 bis 5,9, demnächst 7,1 Gigahertz. Diese Mikrowellen breiten sich wie Licht geradlinig aus und unterliegen ebenso Effekten wie Reflexion, Beugung und Absorption.

Trifft eine Welle auf eine große Platte, kann man drei Effekte beobachten: Einen Teil reflektiert die Platte, ein Teil wird in ihr zu Wärme gewandelt (Absorption) und ein Teil geht hindurch (Transmission). Das Verhältnis von durchgelassener zu der auf die Platte fallenden

**ct Hardcore**

Leistung ergibt den Transmissionsfaktor. Dessen Kehrwert ist die Transmissionsdämpfung, auch Schirmdämpfung (screen damping) genannt, seltener Einfügedämpfung (insertion loss). Sie hängt von der Frequenz und dem Einfallswinkel der Welle ab.

In der Hochfrequenz-Welt wird üblicherweise mit logarithmischen Größen gerechnet, dem Dezibel (dB). Ein linearer Dämpfungsfaktor wird so zum logarithmischen Dämpfungsmaß, es unterscheidet sich damit nur durch sein Vorzeichen vom Transmissionsmaß. Leider werden die Vorzeichen regelmäßig durcheinandergebracht. Wir halten uns an die Konvention, dass ein positives Dämpfungsmaß eine Signalabschwächung bedeutet. Jede 10 dB Unterschied bedeuten einen Faktor 10 in der Leistung, 30 dB also Faktor 1000.

## Messtechnik

Auf den ersten Blick ist die Messung der Schirmdämpfung einfach: Man richtet eine Sende- und Empfangsantenne (mit zugehörigem Sender und Messempfänger) aufeinander, platziert dazwischen eine große, für Mikrowellen undurchlässige Blende mit einer Öffnung und misst die empfangene Signalstärke mit und ohne Materialprobe in der Öffnung. Als Unterschied ergibt sich die Schirmdämpfung.

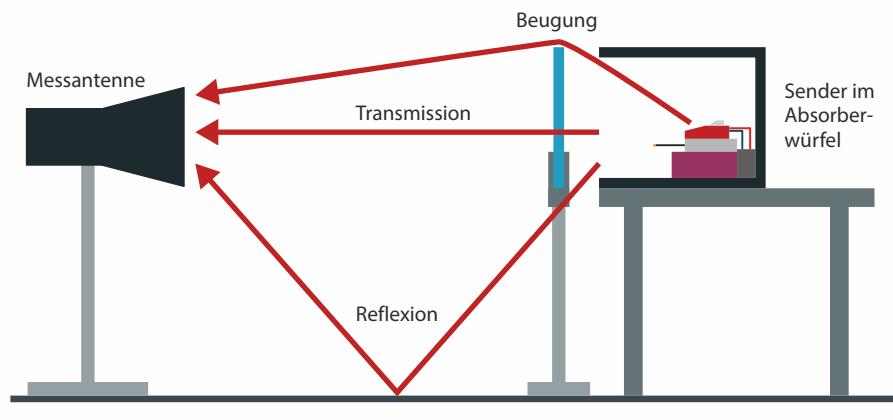
Praktisch tritt eine Reihe von Schwierigkeiten auf: So muss die Materialprobe die Blendenöffnung spaltfrei, also hochfrequenzdicht (HF-dicht) abschließen. Die Welle muss an jedem Punkt mit gleicher Feldstärke sowie lotrecht auf die Materialprobe treffen. Hinzu kommen schwankende Materialeigenschaften, auch Inhomogenitäten der Baustoffe und unterschiedliche mechanische Anordnungen. Deshalb sollten Sie Messwerte und Datenblattangaben nicht auf die Goldwaage legen und Unterschiede unter 6 dB aus verschiedenen Quellen nicht allzu hoch bewerten.

## Wie viel bringt es?

Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) hat in einer technischen Richtlinie sowohl die theoretischen Grundlagen beschrieben als auch die Schirmdämpfung vieler Baumaterialien untersucht [3]. Weitere Dämpfungswerte liefert etwa ein Beitrag von William C. Stone [4]. Angaben zur Reflexionsdämpfung hat beispielsweise Ro-

## HF-Signal-Umwege Beugung und Reflexion

Wenn ein Schirmstoff den Hauptweg dämpft (Transmission), können Signalteile durch die Spalte auf den Umwegen Beugung und Reflexion durchkommen.



bert Wilson zusammengefasst [5], und Kurt Lamedschwandner hat Einflüsse von Schlitzen und Bohrungen detailliert untersucht [6].

Die in der Tabelle „Dämpfung ausgewählter Baumaterialien“ zusammengefassten Werte zeigen, dass praktisch nur Beton Mobilfunk- und WLAN-Signale nennenswert dämpft. Beim Mauerstein ist die effektive Dicke und damit die Dämpfung schon durch seine Hohlräume verringert. Im 5-GHz-Band schwächen mit Einschränkungen auch Backstein und Holz die Signale. Beim Stahlgitter sieht man am Zusammenhang aus steigender Frequenz und abnehmender Dämpfung, dass Signale kleinerer Wellenlängen besser durch Öffnungen „durchpassen“.

Weil sich für einige haushaltstypische Materialien keine Werte finden ließen, führten wir eigene Versuche in einer teilabsorbierenden EMV-Schirmkammer durch. Deren Stahlboden reflektiert stark, was die Messungen beeinflusst.

Zwei Sender erzeugten Signale auf drei typischen Frequenzen gleichzeitig, was das Messen beschleunigte. Sie standen in einem geschirmten Absorberwürfel mit zirka 60 Zentimetern Kantenlänge, wobei eine Seite offen blieb. Die Materialproben saßen auf Holzrahmen, die wir an die offene Seite des Würfels schraubten. Weil bei Kabeldurchführungen unerwünschte Hochfrequenzleistung nach außen leckt und die Messungen verfälscht, haben wir die Sender aus einer Batterie versorgt.

Eine fest auf Kanal 1 (2,412 GHz) und Kanal 40 (5,2 GHz) gestellte Fritzbox 6490 erzeugte die WLAN-Signale. Für das 900-MHz-Band (niederfrequenter Mobilfunk, IoT-Funknetze) nutzten wir einen Kammgenerator und eine selbst gebaute Dipolantenne. Die beiden Sender platzierten wir mit Schaumstoffisolatoren so, dass sich auf allen drei Frequenzen der maximale Pegel einstellte.

Dieser Aufbau ist gewiss nicht ideal. Weder erzeugt er die gewünschten ebe-

## Dämpfung ausgewählter Baumaterialien bei drei Funkfrequenzen in Dezibel

Material und Dicke	900 MHz	2 GHz	5,2 GHz
Roter Backstein (hohl), 89 mm	3	5	15
Fensterglas (unbeschichtet), 6 mm	1	1	1
Gipskarton, 13 mm	0	1	0
Holz, trocken, 114 mm	3	7	13
Sperrholz, trocken, 13 mm	0	1	0
Mauerstein (Beton, hohl), 203 mm	11	11	15
Beton (C8 Mischung), 203 mm	27	35	56
Bewehrungsstahlgitter (19 mm Ø, 70-mm-Raster)	14	10	3
Stahlbeton (C8, 19 mm Ø, 70-mm-Raster)	29	37	58
alle Werte in Dezibel (dB, gerundet), Quelle [4]			

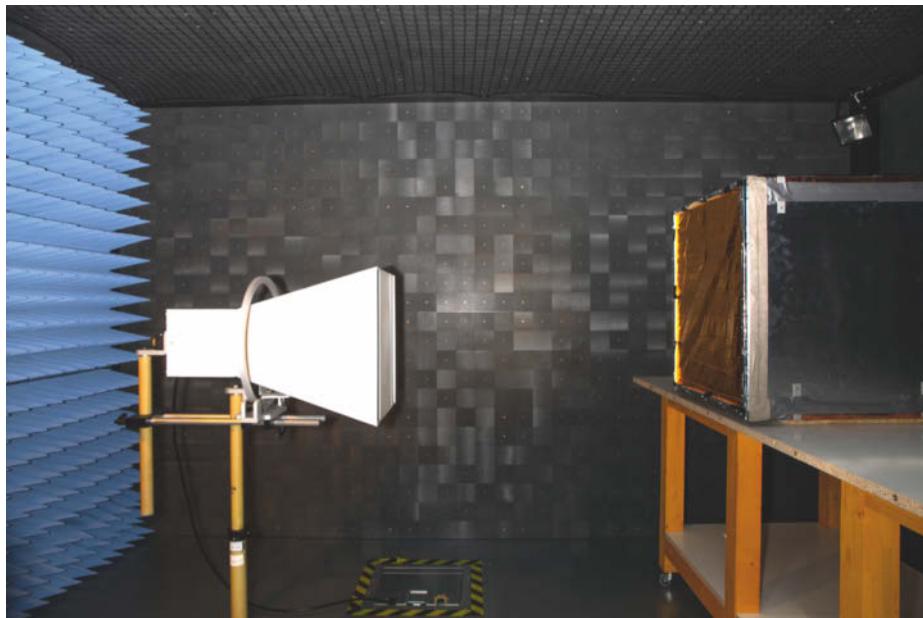


Bild: Marcus Nemes

**Zwei Sender im Schirmwürfel (rechts) liefern ein Signal, das eine Hornantenne auffängt. Der Pegelunterschied mit und ohne Materialprobe, hier eine Rettungsdecke, ergibt das Dämpfungsmaß.**

nen Wellen noch herrschen immer Fernfeldbedingungen: Erst ab einer Distanz von zwei- bis zehnfacher Wellenlänge (je nach Antennenkonstruktion und Genauigkeitsanforderung) gleicht sich das Verhalten von magnetischer (H) und elektrischer Feldkomponente (E)

an, sodass man über die Leistung messen darf.

Deshalb kann es zu deutlichen Unterschieden zwischen diesen und anderen Dämpfungsangaben kommen [7]. Dennoch erlaubt unsere Anordnung einen quantitativen Vergleich verschiedener

Materialien. Als Empfänger diente eine Hornantenne, deren Signal an einen Spektrumanalyzer ging. In den drei Bändern betrug der Dynamikbereich des Messsystems, begrenzt vom Instrumentenrauschen, gut 70 dB. Das bedeutet, dass selbst ein Signal, das auf ein Zehnmillionstel der ursprünglichen Leistung gedämpft ist, noch sicher detektiert werden kann.

Wir testeten bewusst kostengünstige und haushaltsübliche Materialien, deren Dämpfungswerte unser Dynamikbereich gut abdeckt. Falls Sie stattdessen in Profimaterial investieren wollen, helfen selten gewordene Gesamtkataloge weiter [8].

### Manöverkritik

Weil unsere Anordnung deutlich von einem Normaufbau abweicht, lassen sich die Messwerte (siehe Tabelle „Gemessene Dämpfungen“ rechts) quantitativ nur untereinander vergleichen. Qualitative Verallgemeinerungen sind aber legitim: Will man möglichst stark dämpfen, dann taugen Rettungsdecken ebenso gut wie feinmaschiges Fliegengitter und beide viel mehr als grobmaschige Gitter. Mit Abstand am besten schirmt aber die Haushalts-Alufolie.

Bei den Gitterstrukturen sieht man zweierlei: erstens steigt die Dämpfung mit sinkender Maschenweite, zweitens sinkt sie mit steigender Frequenz, also sinkender Wellenlänge ( $\lambda$ ). Im 2,4-GHz-Band beträgt  $\lambda$  rund 12 Zentimeter. Maschen dämpfen also umso besser, je kleiner sie sind. Das feine Fliegengitter erreicht mit  $\lambda/108$  bei 2,41 GHz und  $\lambda/50$  bei 5,2 GHz jeweils rund 38 dB Dämpfung, das grobmaschige Stahlgitter mit  $\lambda/27$  bei 940 MHz dagegen nur 20 dB. Außerdem hilft es, wenn die Drahtdicke groß im Vergleich zur Maschenweite ist. Das ist ein zweiter Vorteil des Stahl-Fliegengitters gegenüber dem einfachen Stahlgitter.

Auch der Werkstoff selbst ist für die Dämpfung von Bedeutung: Das Fliegengitter aus magnetischem Stahl dämpft besser als eines aus Aluminium. Die Alufolie deckt schließlich die Grenzen des Messaufbaus auf: Sie dämpft mit steigender Frequenz immer besser, schon im unteren WLAN-Band war unser Dynamikbereich von etwas über 70 dB ausgeschöpft.

Die letzten drei Proben bestehen aus einem Kunststoffträger mit einer dünnen Aluminiumschicht. Hier wirken sowohl unbekannte Eigenschaften des Trägermaterials als auch Inhomogenitäten und Löcher



Bild: Marcus Nemes

**Unsere Proben sind sehr verschieden aufgebaut: grobe und feine Gitter aus unterschiedlichen Metallen, dünne Folien (Rettungsdecke und Alufolie) sowie dicke Schichten (Energiespar-Dampfsperre und Sonnenschutz). Die gemessenen Dämpfungen fallen ebenso verschieden aus und manche davon verwundern auf den ersten Blick.**

in der Aluminiumschicht unvorhersehbar auf die Schirmdämpfung. So resultierten breitgefächerte Werte von 0 dB bis 43 dB. Die mit Alu-Partikeln metallisierte Energiespar-Dampfsperre zeigte keine mit unseren Mitteln messbare Dämpfung (0 dB), während die Rettungsdecke ähnlich gut wirkte wie das feine Stahl-Fliegengitter.

Beim großflächigen Anbringen von Dämpfungsmaterialien treten in der Praxis Lücken auf, etwa weil man bei mehreren Bahnen nebeneinander nicht überall auf ausreichende Überlappung achtet oder weil „Störstellen“ wie Türen, Steckdosen und Heizungsrohre auszusparen sind. Ideal wäre eine komplett fugenlose Verlegung mit elektrisch gut leitender Verbindung zwischen den einzelnen Bahnen beziehungsweise Folienabschnitten. Das bekommt man in der Praxis aber nur schwer hin.

Um den Einfluss von Beugung und Reflexion zu zeigen, platzierten wir die Alufolie in verschiedenen Abständen zur Würfelforderseite (siehe Tabelle „Dämpfungsrückgang durch Spalte“ auf S. 142).

So zeigte sich, dass Lücken im Material die Dämpfung massiv verringern, wenn sie nur lang genug sind (hier: umlaufend). Schon Spalte geringer Breite reduzierten die erzielte Schirmung deutlich.

### Home-Lab

Um bei Ihnen vorhandenes Material auf seine Dämpfung zu untersuchen, müssen Sie unseren Aufbau nicht nachstellen. Unterschiede lassen sich auch mit dem eigenen Smartphone finden. Da es für die Dämpfung einerlei ist, ob man den Sender oder den Empfänger abschirmt, können

Sie für eigene Experimente ein Handy in eine Metallbüchse oder in eine Tüte aus Alufolie legen.

Mit einem Werkzeug wie der Fritz!App WLAN zeichnen Sie den Zeitverlauf des Signalpegels auf und lesen daraus hinterher den geschirmten Wert ab. Weil der Pegel von der Beschaffenheit der Antenne und ihrer unmittelbaren Umgebung abhängt, entstehen brauchbare Werte nur durch A/B-Vergleiche mit demselben Gerät über zirka 20 Sekunden. Kurzzeitschwankungen ignorieren Sie dabei.

### Gemessene Dämpfungen in Dezibel (dB, gerundet)

Probe bei Frequenz	940 MHz	2,41 GHz	5,2 GHz
Stahlgitter (18,2 × 17,2 mm, Draht 0,8 mm Ø, verzinkt, magnetisch)	16	6	1
Stahlgitter (12,4 × 12 mm, Draht 0,8 mm Ø, verzinkt, magnetisch)	20	9	7
Aluminium-Fliegengitter (1,75 × 1,4 mm, Draht 0,2 mm Ø)	40	30	28
Stahl-Fliegengitter (1,35 × 1,35 mm, Draht 0,2 mm Ø, verzinkt, magnetisch)	45	37	38
Haushalts-Alufolie (ca. 19 µm dick, 2 Bahnen per Falz verbunden)	54	>70	>70
Dampfsperre mit Alu-Partikeln (icutec Energiespar-Dampfsperre)	0	0	0
Windschutzscheiben-Sonnenschutz (Alu-beschichtetes Schaumpolster)	22	15	18
Rettungsdecke (ca. 13 µm, Alu-bedampft)	43	40	36

IT-Stipendium Sommersemester 2021

e-fellows.net

## Heise Medien fördert Studierende im Fach INFORMATIK

Zusammen mit dem Karrierenetzwerk e-fellows.net schreiben die Heise-Marken c't, iX und heise online ein Stipendium für IT-Studierende aus.

Sicher Dir 600 Euro für das Sommersemester!

Zusätzlich spendiert Heise

- einen Schnuppertag in der jeweiligen Redaktion
- sowie ein Jahresabonnement von heise+
- Zudem werden die drei Stipendiaten zu der (digitalen) Sicherheitsmesse secIT eingeladen

Bewerbungsschluss:  
16. Mai 2021

Jetzt in zehn Minuten bewerben:  
[www.e-fellows.net/IT-Stipendium](http://www.e-fellows.net/IT-Stipendium)



Heise Medien

## Dämpfungsrückgang durch Spalte

Spaltbreite in cm	940 MHz	2,41 GHz	5,2 GHz
0	54	>70	>70
1	38	34	34
3	30	30	32
10	14	21	23

alle Werte in Dezibel (dB, gerundet), Material Haushalts-Alufolie, Spaltbreite = Abstand vom Würfel

**Das Durchlichtbild der Dämpfungsperre zeigt isolierte Aluminiumpartikel, was die fehlende Dämpfung erklärt.**

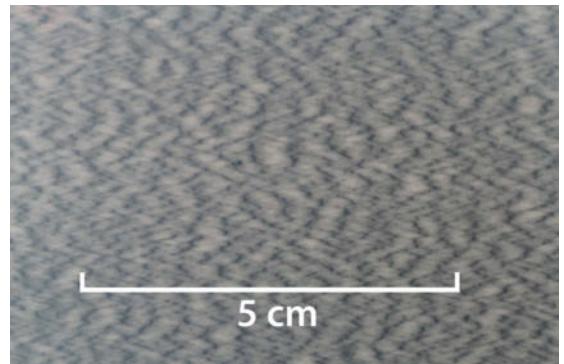


Bild: Marcus Nemes

Messen Sie in der Nähe des Routers, um den Dynamikbereich des Smartphone-Empfängers voll auszunutzen und markieren Sie den Messort, damit Sie vergleichbare Messreihen bekommen: Da die Wellenlänge klein ist, kann durch unterschiedliche Reflexionen im Raum nur zwei Zentimeter weiter schon ein signifikant anderer Pegel vorliegen. Nutzen Sie eine zuklappbare Handyhülle oder eine Plastiktüte, um ungewollte Eingaben durch die metallische Schirmung über den Touchscreen zu vermeiden.

Sie können auch Schlitze untersuchen, indem Sie aus Alufolie eine Tüte falten und die offenen Enden unterschiedlich verschließen: lose übereinanderlegen, per Wäscheklammer fixieren, mehrfach falzen oder den Deckel einer Metallbüchse unterschiedlich fest schließen.

Probehalber können Sie das Handy in den Kühlschrank legen und den Pegelunterschied zwischen offener und geschlossener Kühlschranktür ermitteln; die

Gummidichtung bildet hier ebenfalls einen Spalt. Auch wenn es trivial klingt: Falls Sie mit dem Smartphone die HF-Dichtigkeit Ihres Mikrowellenofens testen wollen, schalten Sie ihn währenddessen auf keinen Fall ein. Ihr Handy würde zerstört und könnte durch die hohe Hochfrequenzleistung von bis zu 1000 Watt sogar in Flammen aufgehen.

### Stolperfallen

Stahlbetonwände und -decken blockieren WLAN zwar sehr gut, aber die Wellen gelangen trotzdem noch über Fenster und Türen in die Wohnung. Da Spalte die Dämpfung deutlich verringern, müssten Sie nicht nur Fenster und Türen schirmen, sondern auch eine umlaufende Kontaktierung sicherstellen, was mit Hausmitteln praktisch unmöglich ist. Ein weiteres Einfallstor sind Rohrschächte, Metallrohre und Elektroverkabelungen, die Wände

und Decken durchbrechen und Wellen durchleiten.

Wenn Sie beispielsweise ein fensterloses Walmdach mit einer Metallfolie wirksam schirmen, wirkt das eine Etage tiefer nicht. Schlimmer noch: Für Signale, die über die untere Etage hereinkommen, wirkt die Schirmung als Reflektor, der den Dachboden gut mit den Fremdsignalen ausleuchtet. Außerdem verhindert eine Metallfolie die Dampfdiffusion. Damit verbundene Gefahren für die Bausubstanz durch Kondensation können Sie bei etwas verringrigerer Schirmdämpfung mit metallischem Fliegengitter vermeiden. Soll es trotzdem eine vollflächige Folienabschirmung werden, dürfen Sie die Bauphysik nicht vernachlässigen: Konsultieren Sie dazu unbedingt eine Fachperson.

Bei großflächigen Auskleidungen handeln Sie sich zudem Probleme mit gewollten Funkverbindungen ein, etwa beim terrestrischen Radio-, Fernseh- und Handyempfang (Notrufe!), vernetzten Stromzählern und funkverknüpften Rauchmeldern. Sicherheitsaspekte, etwa eine Schirmung in der Nähe von Steckdosen, können wir hier nicht berücksichtigen. Ziehen Sie für die elektrische Sicherheit ebenfalls bitte eine Fachperson hinzu.

### Fazit

Eine effektive Schirmung ganzer Räume ist sehr schwer hinzubekommen, hilft aber tatsächlich am besten, wenn es darum geht, Nachbarnetze draußen zu halten. Am ehesten profitiert man davon bei einem Neubau mit Vollbeton oder indem man bei einer Renovierung die Außenwände der Wohnung vor dem Verputzen mit feinmaschigem metallischem Fliegengitter auskleidet.

Zusätzlich werden metallbedämpfte Fenster sowie Fensterrahmen und Türen aus Metall nötig, doch selbst dann können Schlitze wie Dichtungen die erzielte

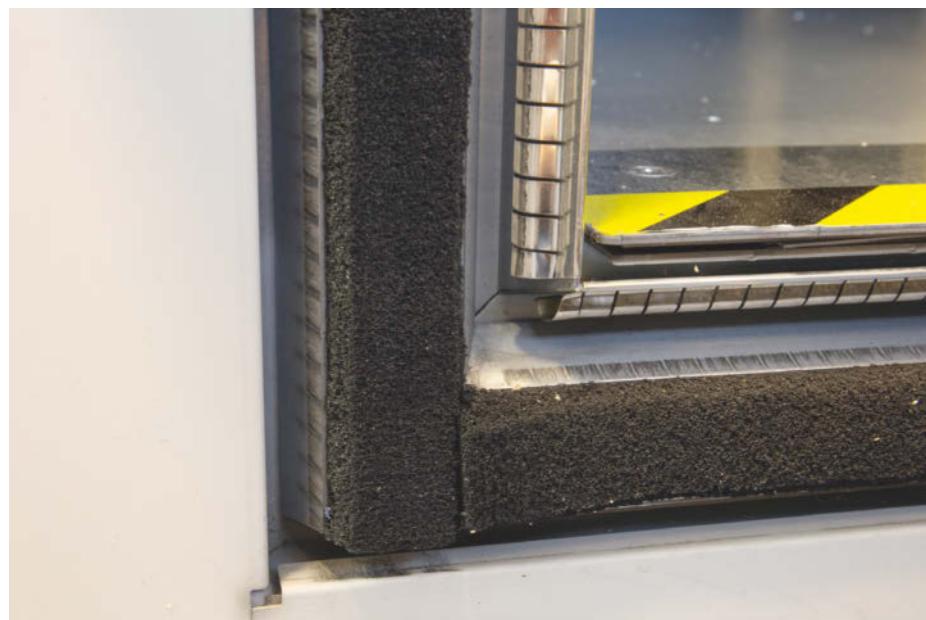


Bild: Marcus Nemes

Die Türen professioneller EMV-Kammern erreichen mit Kontaktfederreihen und Schaumstoffabsorbern ein Schirmmaß von über 100 dB.

Dämpfung deutlich herabsetzen. Bei Mehrfamilienhäusern ist die Schirmwirkung durch etagenübergreifende Rohrschächte ebenfalls eingeschränkt. Schließlich ist zu bedenken, dass solche Maßnah-

men auch andere Funkverbindungen wie den Mobilfunk oder IoT-Anwendungen abschwächen.

Wenn Sie diesen Aufwand nicht gehen wollen oder können, dann empfeh-

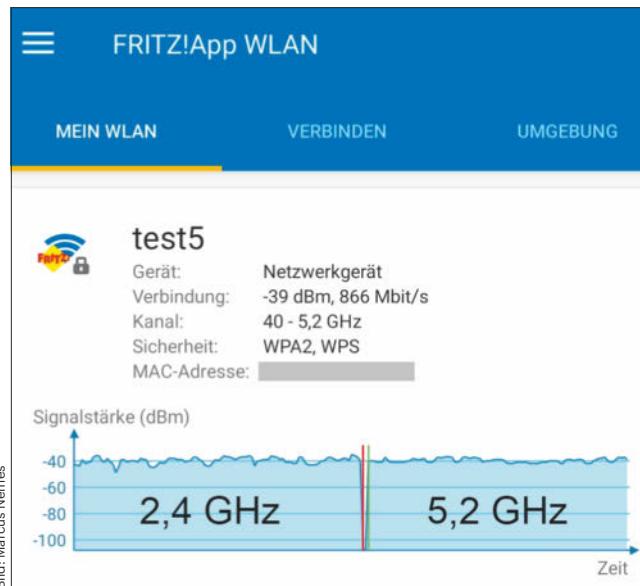
len wir zunächst die Ausleuchtungsoptimierung. Wenn sich die Situation damit nicht genug verbessern lässt, bringen zusätzliche WLAN-Basen oder Lösungen über andere Medien, etwa Powerline-Adapter, das Internet näher an die Clients. (ea@ct.de) 

## Literatur

- [1] Dušan Živadinović, Funk-Optimierung, WLAN im ganzen Haus: die Grundlagen, c't 6/2016, S. 86
- [2] Ernst Ahlers, Hotline: Dampfsperre als WLAN-Abschirmung?, c't 23/2020, S. 176
- [3] BSI TR-03209, Elektromagnetische Schirmung von Gebäuden, 2008
- [4] William C. Stone, Electromagnetic Signal Attenuation in Construction Materials, 1997
- [5] Robert Wilson, Propagation Losses Through Common Building Materials 2.4 GHz vs 5 GHz, 2002
- [6] Kurt Lamedschwandner, Elektromagnetische Felder und elektronische Geräte, Kapitel 1.4 Gehäuseschirmung, ohne Datum
- [7] Kermit O. Phipps und Philip F. Kleeber, Understanding Shielding Effectiveness of Materials and Measurements in the Near-Field and Far-Field, 2008
- [8] Gesamtkatalog Holland Shielding Systems BV

Literatur-Links: [ct.de/y54f](https://ct.de/y54f)

Bild: Marcus Nemes



Schwankende Werte erschweren die Pegelmessung beim Smartphone. Hier muss man über längere Zeit beobachten und vergleichen.



# SwiftUI für Fortgeschrittene

29. bis 30. April 2021



In diesem zweitägigen Mac & i-Workshop dreht sich alles um **SwiftUI im Praxiseinsatz**.

Auf Basis einer iOS-App entwickeln die Teilnehmer:innen gemeinsam mit dem Trainer verschiedene Funktionen, um den Einsatz von SwiftUI in der Praxis zu erproben. Hinzu kommt das Aufstöbern und Beheben typischer Stolpersteine, wie sie immer wieder in SwiftUI-Projekten zu finden sind.

Zu guter Letzt geht es auch um die Entwicklung plattformübergreifender Apps und um Best Practices, welche die Arbeit mit SwiftUI erleichtern.

Thomas Sillmann ist  
leidenschaftlicher Autor,  
Apple Developer und Trainer.

Online  
Workshop

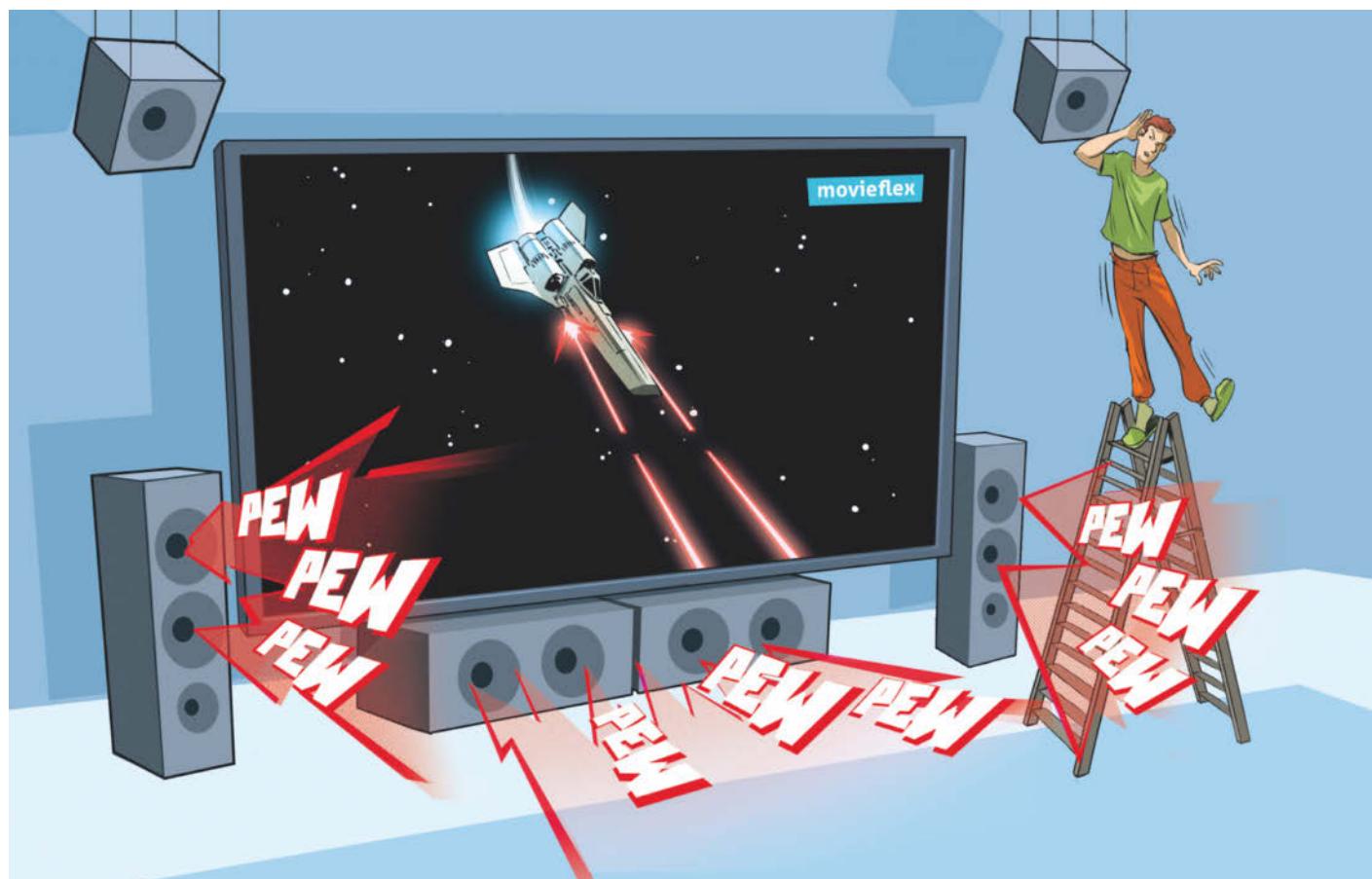


Bild: Albert Hulm

# 3D-Sound im Fluss

**Wie Auro-3D und DTS:X gegenüber Dolby Atmos aufholen wollen**

**Gleich drei Audioformate fügen im Heimkino den 5.1-Kanälen eines gewöhnlichen Surround-Setups Höhenkanäle hinzu. Bei Streamingdiensten spiegelt sich diese Vielfalt jedoch nicht wider, fast alle nutzen Dolby Atmos. Das hat vor allem technische Gründe. Doch Auro und DTS setzen zur Aufholjagd an.**

**Von Nico Jurran**

**W**er sich eine Heimkinoanlage oder Soundbar kauft, die mittels Dolby Atmos, DTS:X oder Auro-3D Töne auch über

den Köpfen des Publikums erschallen lassen kann, geht nach der Installation üblicherweise auf die Suche nach geeigneten Soundtracks. Schließlich möchte man hören, wie es klingt, wenn beispielsweise ein Huberschrauber an der Wohnzimmerdecke kreist.

Zudem behauptet jeder Anbieter, dass sein Format den 3D-Sound im Vergleich zu den Konkurrenzlösungen besonders immersiv herüberbringe. Auro wirbt etwa damit, dass bei Auro-3D die untere und die obere Ebene fließend ineinander übergehen, während Dolby auf eine radikalere Beschallung direkt von der Decke setzt. DTS will bei DTS:X schließlich die Lösung für besten 3D-Klang bei höchster Flexibilität hinsichtlich des Lautsprecher-Setups gefunden haben.

Viele Anwender möchten diese Aussagen gerne in der Praxis prüfen und die

3D-Sound-Formate einmal gegeneinander antreten lassen. Mit Blu-ray Discs und Ultra HD Blu-rays ist dies problemlos möglich: Zwar wird der weitaus größte Teil der Filme mit Dolby Atmos angeboten, es gibt aber auch eine Reihe von Scheiben mit Auro-3D- und DTS:X-Ton. Ganz anders sieht es bei den Videostreamingdiensten aus: Amazon Prime Video, Apple TV+, iTunes, Disney+ und Netflix bieten 3D-Sound nur in Dolby Atmos.

DTS:X taucht zwar bei einigen wenigen Anbietern wie Rakuten.TV und dem angekündigten Bravia Core auf, jedoch nur in Verbindung mit dem Begriff „IMAX Enhanced“. Selbst, wenn es Filme wie „Bad Boys For Life“ auf UHD-Blu-ray mit DTS:X gibt, bekommt man sie als Video-Stream auf iTunes nur mit Dolby Atmos. Auro Technologies feierte sogar erst im

Dezember – zum 10-jährigen Jubiläum seines 3D-Codecs – die Internetübertragung eines Live-Konzerts in Auro-3D. Im Regelbetrieb ist Auro-3D bislang weltweit bei keinem Dienst im Einsatz.

An der Hardware-Basis liegt diese Ungleichverteilung nicht: 3D-Sound-taugliche Audio/Video-Receiver verarbeiten schon lange neben Dolby Atmos auch DTS:X, höherwertige Modelle von Denon und Marantz darüber hinaus Auro-3D. Dem wahren Grund kommt man erst bei einem genaueren Blick auf die technischen Aspekte der Formate auf die Spur.

### Blick unter die Haube

Allen drei 3D-Soundformaten ist gemein, dass sie auf Grund-Codecs aufsetzen, die schon vor ihrer Markteinführung etabliert waren. Das ist nachvollziehbar: Wären für Auro-3D, Dolby Atmos und DTS:X neue Codecs eingeführt worden, dann würden sich die 3D-Soundtracks zwar auf neueren Anlagen abspielen lassen, auf älteren wäre aber gar nichts zu hören.

Aus technischer Sicht sind sich Dolby Atmos und DTS:X sehr ähnlich: Beide arbeiten mit Audio-Objekten, die in Erweiterungen gespeichert werden. Diese Erweiterungen hängen an den Grund-Codecs, weshalb man hier von einer „Core-Extension-Struktur“ spricht. Bei der Wiedergabe eines Dolby-Atmos- oder DTS:X-Tracks verteilt der Decoder im AV-Receiver die Audio-Objekte in Echtzeit auf die vorhandenen Höhenlautsprecher. Dies hat den Vorteil, dass das Setup aus zwei, vier oder sechs Boxen für die obere Ebene bestehen kann.

Auro-3D speichert die Höhenkanäle hingegen als eigene Spuren – laut Entwickler, um bei Aufnahmen Reflexionen exakter einfangen und später präziser im Wohnzimmer abbilden zu können. Diese Höhenkanäle werden nicht als Audio-Objekte in einer Core-Extension-Struktur gespeichert, sondern in einer Art steganografischem Verfahren im Grund-Codec versteckt.

### Basisformate

Für Dolby Atmos stehen Dolby TrueHD und Dolby Digital Plus als Grund-Codecs bereit, bei DTS:X sind es DTS-HD Master Audio (MA) und DTS-HD High Resolution (HR).

Dolby TrueHD und DTS-HD MA sind sogenannte Lossless-Codecs, deren Kompressionsverfahren mit der von ZIP-Archiven vergleichbar ist: Wie dort lassen sich

auch hier die ursprünglichen Daten später wieder ohne Verluste herstellen. Dolby Digital Plus und DTS-HD HR arbeiten hingegen mit psychoakustischen Tricks. Diese Verfahren sind „lossy“, arbeiten also mit Verlusten, sodass sich die Ursprungsdaten nicht mehr vollständig wiederherstellen lassen. Dafür kann man die Daten wesentlich stärker komprimieren als mit Lossless-Codecs.

Zum Vergleich: Die mit verlustfreier Kompression arbeitenden Codecs kommen auf Spitzendatenraten von 18 MBit/s und mehr, Dolby Digital Plus mit Dolby-Atmos-Erweiterung auf gerade einmal 384 bis 768 kBit/s. Die hohen Datenraten von Dolby TrueHD und DTS-HD MA sind unproblematisch bei (UHD-)Blu-rays, weshalb beide hier auch üblicherweise als Grund-Codecs zum Einsatz kommen. Ausnahmen von dieser Regel gibt es, wenn mehrere Dolby-Atmos- oder DTS:X-Spuren für verschiedene Sprachen auf einer Scheibe Platz finden sollen.

Bei Auro-3D können nur verlustfrei arbeitende Verfahren als Basis zum Einsatz kommen, da die Lossy-Codecs keine Rücksicht auf die verborgenen Höheninformationen nehmen und diese beschädigen würden. Übrig bleiben daher neben dem unkomprimierten PCM nur Dolby TrueHD und DTS-HD MA. Theoretisch wären weitere Codecs als Basis denkbar, solche sind aber für die Disc-Formate nicht spezifiziert und werden von aktuellen AV-Receivern nicht dekodiert. Konkret ist DTS-HD MA bei Auro-3D-Titeln auf (UHD-)Blu-rays der übliche Grund-Codec, auf einigen Demoscheiben findet man auch PCM als Basis. Dolby TrueHD wurde bislang noch nie genutzt, was politische Gründe haben dürfte: Auro und Dolby sind sich spinnefeind.

### Zwei Welten

Datenraten von 18 MBit/s und mehr nur für den Ton sind für Streamingdienste inakzeptabel, weil einerseits die Infrastruktur für die Speicherung und Verbreitung hohe Summen verschlingt und andererseits die nötige Bandbreite für den Empfang den Kundenkreis erheblich verkleinert. Um die Relationen zu verstehen, sollte man sich vor Augen führen, dass die Datenrate eines gestreamten 5.1-Tons üblicherweise bei gerade einmal 192 bis 256 kBit/s liegt.

Auro-3D ist mit dem Zwang der verlustfreien Komprimierung daher an dieser Stelle raus. Dolby hat mit Dolby Digital

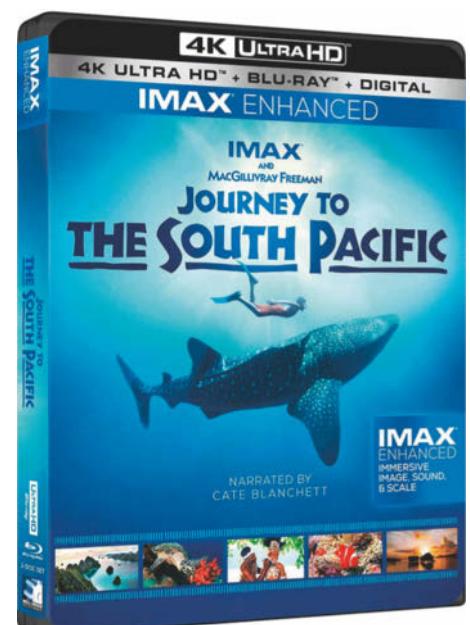
Plus mit den angesprochenen Datenraten zwischen 384 und 768 kBit/s eine passende Lösung parat. Ebendieser Grund-Codec kommt tatsächlich bei Videostreamingdiensten wie Apple TV+, Disney+ und Netflix für Dolby Atmos zum Einsatz – und auch bei Audiostreamingdiensten wie Amazon Music HD und Tidal HiFi, die seit einigen Monaten ebenfalls 3D-Musik anbieten. Wer unkomprimierte 3D-Musik will, muss zur (UHD-)Blu-ray greifen.

Dolby Digital Plus mit Atmos-Erweiterung hat auch den Vorteil, innerhalb der technischen Spezifikationen des HDMI-Rückkanals ARC (Audio Return Channel) zu bleiben, sodass sich der 3D-Sound von TVs leicht an passende AV-Receiver ausgeben lässt – eine Möglichkeit, die etwa LG und Samsung bei TV-Apps für Netflix & Co. nutzen.

Eigentlich könnte man meinen, dass sich bei DTS:X analog dazu der Lossy-Codec DTS-HD HR als Basis einsetzen lässt. Nach Angaben von DTS gegenüber c't sind die damit zu erzielenden Datenraten für die Dienste aber immer noch zu hoch – wobei das Unternehmen keine konkreten Werte nannte. DTS-HD HR ist für Streaming also keine Option.

### IMAX Enhanced

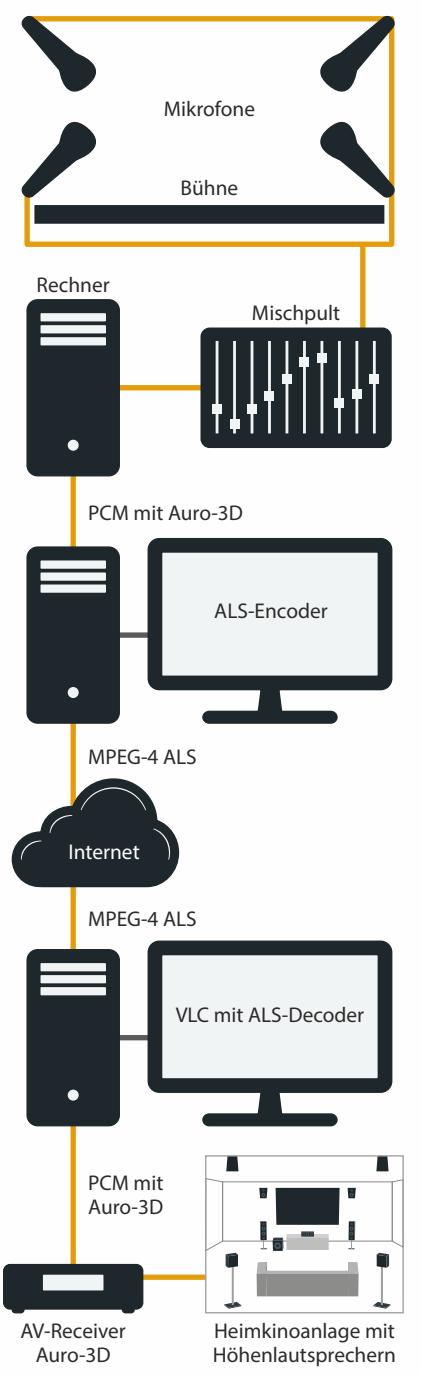
Für DTS führt der Weg aus diesem Dilemma über das gemeinsam mit IMAX ins Leben gerufene „IMAX Enhanced“, einer



Der für DTS:X beim Streaming benutzte Codec entspricht nicht dem, der auf „IMAX Enhanced“-Scheiben zum Einsatz kommt.

## Streaming-Lösung für Euro-3D

Die Euro-3D-Streaminglösung setzt darauf, das Ausgangsmaterial vor dem Transfer durchs Internet zweimal zu kodieren: erst in einen mehrkanaligen PCM-Datenstrom mit Euro-3D-Informationen, diesen dann mit MPEG-4 ALS. Auf der Empfängerseite läuft der Prozess rückwärts ab, sodass am Ende wieder der PCM-Datenstrom mit Euro-3D zum Vorschein kommt. Der lässt sich dann in einen üblichen Euro-3D-tauglichen AV-Receiver einspeisen. Das Videosignal wurde in dieser Skizze außen vor gelassen.



Mischung aus UHD-Gütesiegel, Zertifizierungsprogramm und verschiedenen Bild- und Ton-Techniken. DTS:X ist Teil dieser Spezifikation, aber nur auf UHD-Blu-rays wird dabei DTS-HD MA als Basis genutzt. Fürs Streaming entwickelte DTS hingegen extra einen neuen Codec mit einer Datenrate, die laut DTS mit der von Dolby Digital Plus mithalten kann.

### Über Umwege

Allerdings hat DTS mit dem neuen Streaming-Codec das Problem der Abwärtskompatibilität heraufbeschworen: Aktuell kann ihn keiner der erhältlichen AV-Receiver dekodieren – unabhängig davon, ob dieser an sich DTS:X beherrscht. Auch ein IMAX-Enhanced-Siegel am Gerät ändert daran (aktuell) nichts, da die Zertifizierung bereits lief, als der neue Streaming-Codec noch in der Entwicklung war.

DTS hätte nun auf zukünftige AV-Receiver mit erweiterten Dekodierfähigkeiten warten können, allerdings wären bis zu einer nennenswerten Marktdurchdringung Jahre vergangen – und die derzeit installierte Basis an DTS:X-fähigen AV-Receivern wäre trotzdem verloren gewesen. Stattdessen entschied sich DTS, die App des Streamingdienstes den neuen Streaming-Codec in Echtzeit in DTS-HD MA mit DTS:X-Erweiterung transkodieren zu lassen und diesen Datenstrom dann per HDMI auszugeben. Aktuelle AV-Receiver mit DTS:X-Decoder können den Soundtrack so mit Höhenkanälen ausgeben, für ältere Receiver stehen DTS-HD MA und DTS bereit.

Hierzulande konnte DTS Rakuten und Sony Pictures mit seinem kommenden hauseigenen Streamingdienst „Bravia Core“ (siehe c't 4/2021, S. 31) für „IMAX Enhanced“ samt neuem Codec gewinnen. Beide Angebote sind nur auf Sony-TVs abrufbar – und das nicht ohne Grund: Die Hardware des Wiedergabegerätes beziehungsweise dessen Betriebssystem muss der Streaming-App ausreichend Rechenleistung für die Transkodierung bereitstellen und die Ausgabe des entstehenden DTS-HD-MA-Datenstroms mit DTS:X ermöglichen. DTS arbeitet hier mit Sony zusammen, auf deren aktuellen Fernsehern mit Android TV die TV-Apps samt Transcoder laufen und die den Audiodatenstrom über den erweiterten Audiorückkanal (enhanced Audio Return Channel, eARC) ausgeben.

### Lösung à la Auro

Auro nutzt bei seiner Streaming-Lösung zunächst den gewöhnlichen Euro-3D-Codec mit unkomprimiertem PCM als Basis. Die Kodierung lief bei der Vorführung im Dezember über einen Mac an der Seite der Bühne, mit der Audio-Software ProTools und Auro-Encoder. Der eigentliche Kniff liegt nun darin, den PCM-Datenstrom mit Euro-3D-Informationen vor dem Streamen noch einmal mit einem anderen Verfahren zu komprimieren. Dieses Verfahren muss wie das auf Discs benutzte DTS-HD MA verlustfrei arbeiten, im Unterschied zu diesem aber eine bessere Effizienz aufweisen, um eine möglichst niedrige Datenrate zu erzielen.

Die Wahl fiel auf Fraunhofers MPEG-4 ALS (Audio Lossless Coding), das PCM-Auflösungen bis 32 Bit bei beliebiger Abtastrate und Multichannel-Konfigurationen unterstützt. Der Codec war bereits 2009 in Untersuchungen dem beliebten Lossless-Verfahren FLAC deutlich überlegen [1]. 5.1-kanalige Musik komprimierte MPEG-4 ALS damals genreübergreifend auf rund ein Drittel ihrer Ursprungsgröße, ohne dabei die mögliche kanalübergreifende Kompression zu nutzen. Laut Auro lag die Gesamtdatenrate in Kombination mit einem 2K-Video am Ende bei rund 11 MBit/s. Das ist zwar rund doppelt so viel, wie bei Streamingdiensten für Full-HD-Videos mit Dolby-Vision-Bild und Dolby-Atmos-Ton üblich ist, dafür bietet Auro aber auch einen verlustfrei komprimierten 3D-Sound.

Auf Empfängerseite spielte ein PC den Stream mit dem Medienplayer VLC samt MPEG-4-ALS-Decoder ab. Der stellte die PCM-Tonspur samt Euro-3D-Informationen wieder her, die dann via HDMI an einen gewöhnlichen AV-Receiver vom Typ Denon AVC-X8500H ging. Dessen Euro-3D-Decoder extrahierte die Höheninformationen aus der PCM-Spur und schuf einen 9.1-Soundtrack mit unterer 5.1-Kanal-Ebene und vier Höhenkanälen. Dank der Abwärtskompatibilität lässt sich die PCM-Spur beispielsweise auch in 5.1 oder Stereo abspielen.

Für eine Marktdurchdringung brachte Auro wie DTS mit dessen Streaming-Lösung Wiedergabegeräte im Handel, die einen bislang üblicherweise nicht verwendeten Codec beherrschten. Auro-Technologies-Gründer Wilfried van Baelen betonte im Gespräch mit c't, dass die genutzte VLC-Lösung auf aktuellen Rechnern laufe. Die meisten Anwender dürften je-

doch Streaming-Clients und Smart-TVs als Wiedergabegeräte bevorzugen. Diesbezüglich gab es bislang noch keine Ankündigung.

## Fazit

Auro und DTS haben den Beweis angetreten, dass sich – mit Kniffen – auch ihre 3D-Audioformate streamen lassen. Somit hat Dolby Atmos und dessen Basis Dolby Digital Plus endlich eine Konkurrenz. Für 3D-Sound-Fans ist nun die entscheidende Frage, wann und wie sie an die neuen Formate kommen. Dreh- und Angelpunkt sind bei den beiden neuen Streaming-Lösungen die Wiedergabegeräte, die ausreichend Leistung für die Transkodierung der speziellen Codecs benötigen und die die transkodierten Daten auch ausgeben können müssen.

Dass neuere Smart-TVs mit starken Prozessoren und HDMI-eARC für diese Aufgabe infrage kommen, beweisen bereits die aktuellen Sony-TVs mit IMAX-Enhanced-Unterstützung. Wer sich einen

neuen Sony-Fernseher kauft, kann dank Sonys Werbeaktion mit dem Streamingdienst „Bravia Core“ (siehe c't 4/2021, S. 31) den neuen DTS:X-Streaming-Codec wohl bald kostenlos ausprobieren.

Weitere denkbare Clients wären leistungsstarke Streaming-Boxen – allen voran Nvidias Shield TV, auf dem ebenfalls Android TV läuft. Und vielleicht schließen sich hier künftig noch weitere Fernseherhersteller an. Auro Technologies wäre gut beraten, bis dahin einige Demo-

Titel bereitzustellen, mit denen sich Interessenten mit passender Anlage über ihren PC samt VLC-Player und MPEG-4-ALS-Decoder schon einmal einen Eindruck von gestreamten Auro-3D verschaffen können.

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

## Literatur

- [1] Tilman Liebchen, *MPEG4 ALS – The Standard for Lossless Audio Coding*, The Journal of the Acoustical Society of Korea, Vol. 28, No. 7, October 2009, abrufbar unter <http://elvera.nue.tu-berlin.de/files/1216Liebchen2009.pdf>

## Nutzung von Codecs als Basis für 3D-Sound

Codec	PCM	Dolby TrueHD	DTS-HD MA	DD Plus	DTS-HD HR	
<b>Ultra HD Blu-rays und Blu-ray Discs</b>						
Auro-3D	✓ (nur Demoscheiben)	– (aber möglich)	✓	–	–	
Dolby Atmos	–	✓	–	✓	–	
DTS:X	–	–	✓	–	✓ (sehr selten)	
<b>Streaming</b>						
Auro-3D	✓ (aber nicht praktikabel)	–	–	–	–	
Dolby Atmos	–	–	–	✓	–	
DTS:X	–	–	–	–	–	
✓ vorhanden		– nicht vorhanden				

# IMMER AUF AUGENHÖHE

2x Mac & i mit 35 % Rabatt  
testen und Geschenk sichern!

### Mac & i – Das Magazin rund um Apple

- Tipps & Workshops
- Apps und Zubehör
- Hard- & Softwaretipps
- inkl. Club-Mitgliedschaft

Für nur 14,40 € statt 21,80 €

**NEU:** Mit Mac & i Club-Mitgliedschaft  
exklusive Vorteile genießen



Jetzt bestellen:

[www.mac-and-i.de/minabo](http://www.mac-and-i.de/minabo)

✉ [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)



0541 80 009 120

Mac & i. Das Apple-Magazin von c't.



Bild: Albert Hulm

# Live von der Elbe

## Wie die Elbphilharmonie und Hamburger Clubs ihre Konzerte ins Netz streamen

**Der Lockdown trifft die Kulturbranche besonders hart. Er macht aber auch erfängerisch: Kleine Clubs und große Konzerthäuser stellen auf Livestreams um und finden neue Wege für den Austausch zwischen Publikum und Künstlern. Das wird die Szene auch nach Corona prägen.**

Von Christiane Richwien

**A**bands liegen selbst in Großstädten wie Hamburg die Bühnen und Clubs im Dunkeln. Pianistinnen und Schauspieler haben schon fast vergessen, wie es sich anfühlt, mit Kollegen zu proben und vor Publikum aufzutreten. Doch es gibt immer mehr Orte wie die Elbphilharmonie, an denen Licht brennt, weil dort ein Live-Stream stattfindet. Ebenso versuchen kleinere Clubs der Stadt, mit Live-Übertragungen Kontakt zum Publikum zu halten.

Bands wie Derya Yildirim & Grup Şimşek treten online beispielsweise auf dringeblieden.de auf. Die Plattform

der Kölner CodeKarussel UG streamt neben Konzerten auch Lesungen und Theaterstücke. Die Preise liegen meist bei 5 Euro pro Auftritt. Einige sind aber auch kostenlos, bei anderen können die Zuschauer selbst entscheiden, ob sie nur 1 Euro zahlen oder den Künstler und Kulturbetrieb mit bis zu 100 Euro sponsieren. Nach der Live-Übertragung stehen die Sendungen in der Mediathek des Veranstalters meist ein paar weitere Monate zum Abruf bereit.

Im Bereich der staatlich geförderten Kunst kommen Opernfans kostenlos in

den Genuss, wenn sie einen Konzert-Stream der Hamburger Elbphilharmonie in den Mediatheken der ARD oder bei arte, auf Facebook oder YouTube empfangen. Seit August stellt die Elphi neben kurzen Porträts auch ganze Konzerte online. Rund ein Dutzend solcher Auftritte sind bereits in der Mediathek unter elbphilharmonie.de erschienen.

Das Know-how für solche Live-Streams müssen sich viele Veranstalter aber noch erarbeiten. Denn in Clubs und Theatern war man bis vor Kurzem überhaupt nicht auf Echtzeitübertragungen eingestellt. Bei ihren ersten Gehversuchen setzten manche Veranstalter lediglich Smartphones und Action-Camcorder ein. Welche Kamera für einen Stream taugt oder wie ein Bild gut ausleuchtet wird, wussten nur wenige Spezialisten, die für eine Konzertaufzeichnung extra gebucht werden mussten.

### Live oder Aufzeichnung?

Mats Wollny, Vorstandsmitglied im Clubkombinat Hamburg e.V. berichtet, dass es in den ersten Monaten der Coronakrise schwierig war, angesichts geschlossener Fachgeschäfte und einer hohen Nachfrage die geeignete Technik überhaupt anzuschaffen. Mittlerweile hätten ein paar Clubs dank der städtischen Förderung immerhin 4K-Kameras bestellt. Manche Veranstalter wollten die komplexe Aufgabe einer Echtzeitbearbeitung von Bild und Ton zunächst umgehen. Sie entdeckten den internen Speicher ihres digitalen Tonpults neu und zeichneten Bild und Ton erst einmal auf, um sie anschließend zu bearbeiten und eine halbe Stunde später zu senden.

Allerdings wären sie dadurch fast aus der Förderung gefallen, da ihnen die finanziellen Mittel ausschließlich für den Live-Stream bewilligt worden waren. Die Hamburger Kulturbehörde erkannte eine um dreißig Minuten verzögerte Ausstrahlung nicht als Live-Stream an. Gefördert werden sollten nämlich Ersatz-Auftrittsmöglichkeiten für geschlossene Live-Bühnen und keine Musikvideo-Produktionen.

Deshalb gingen kleine Subkultur-Clubs wie das Stellwerk in Hamburg dazu über, ein paar Kameras mit einem Live-Videomischer zu verkabeln. Im Computer laufen die Bilder mit dem Stereomix aus dem Mischpult zusammen und werden mit der Open Broadcaster Software (OBS) online geschickt. Die Open-Source-Soft-

ware ist kostenlos für Windows, macOS und Linux erhältlich und kann eine Show nicht nur live senden, sondern auch aufzeichnen.

Derartige Computerlösungen sind zwar günstig, bergen jedoch Fehlerpotenzial und benötigen geschultes Personal. Andere Live-Bühnen setzen deshalb auf schlankere Systeme. Hersteller bieten dazu inzwischen Videomischer an, die direkt einen sendefähigen Stream aus-

tion. Schaut man während eines Streams in den großen Saal, findet man dort bis zu acht Panasonic AW-HE 130 Full-HD-Kameras. Die lautlos ohne Lüfter arbeitenden Kameras kommen auch mit minderen Lichtverhältnissen klar und werden aus dem Remote-Operator-Raum ferngesteuert, erläutert der technische Projektleiter Matthias Baumgartner. Über das hauseigene Netzwerk gelangen die Kamerasignale in eine Videomatrix.

## »Jede PC-Hardware und Software birgt bei einem Live-Stream das Risiko zusätzlicher Fehlerquellen und Abstürze.«

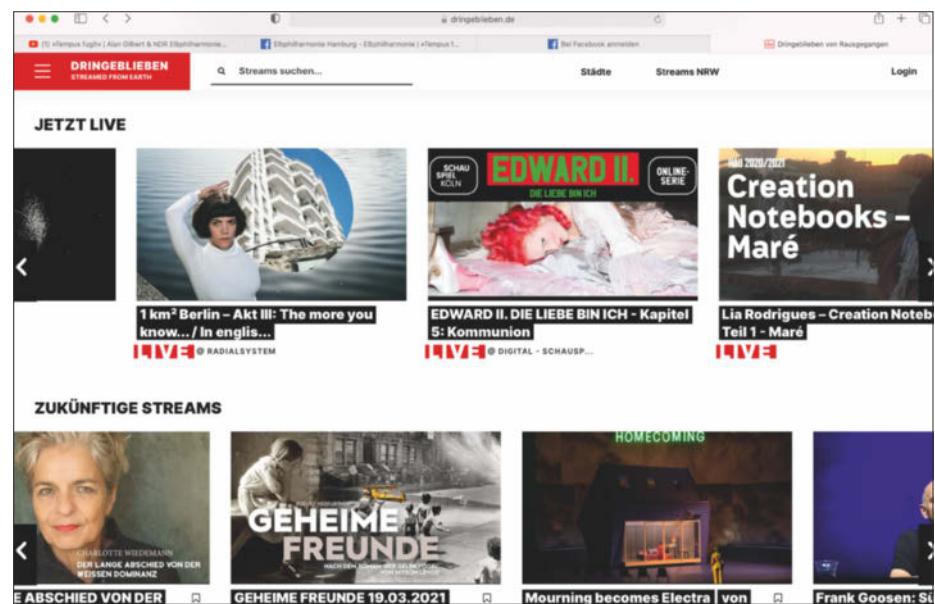
**Matthias Baumgartner, technischer Projektleiter der Elbphilharmonie Hamburg**

spucken. So schickt aus einigen Clubs der Blackmagic Design Atem Pro ISO komplette Konzerte ohne PC online. Sollte die hauseigene Internetverbindung während des Streams ausfallen, bietet der Hersteller Blackmagic mit dem Webpresenter HD zudem die Möglichkeit, zur Not auch über ein Smartphone weiter zu streamen. Die Kosten für eine solche Kombination liegen bei rund 1400 Euro.

### High-Tech-Philharmonie

Die Hamburger Elbphilharmonie spielt derweil in einer anderen Liga. Da die Konzerte zuweilen auch im öffentlich-rechtlichen Fernsehen zu sehen sind, erreichen die Streams das Niveau einer TV-Produk-

Die Grundlage der Streaming-Technik bildet das hausinterne redundante 10-Gigabit-Glasfasernetzwerk mit kupferbasierten HD-SDI-Leitungen. Der Vorteil dieses Netzwerks ist seine Flexibilität. Denn je nach Produktion können sowohl die Auftrittspositionen der Künstler als auch Anzahl und Arbeitsort der im Hintergrund Mitwirkenden stark variieren. Bild- und Tonsignale müssen deshalb an vielen Stellen im Haus abgreifbar sein. Eine MediorNet-Videomatrix der Firma Riedel stellt die gewünschten Verbindungen über 132 physische Ein- und ebenso viele Ausgänge her. Aus dieser Matrix gehts in einen Graphite-Bildmischer von Ross. Die Streaming-Regie vereinheitlicht das Bildmate-



Auf dringeblieben.de laufen Konzerte, Vorlesungen und Theaterstücke auch während des Lockdowns weiter.



Bild: Christiane Richwien

**In der Regie der Elbphilharmonie laufen die aufbereiteten Bilder der Kameras aus dem Konzertsaal zusammen und werden für den Live-Stream zusammengestellt.**

rial und steuert über Monitore aus der Ferne, welches Kamerasignal für den Stream zurück in die Videomatrix soll.

Die Tonregie sendet das Audiosignal aus dem Saal ebenfalls über das haus-eigene Netzwerk an die Matrix. Nach einem Ausflug durch einen Prozessor zur Optimierung der Lautheit wird der Ton mit dem Bildsignal gekoppelt. Die letzte Station im Haus, die das frisch komponierte Videosignal vor dem Eintritt ins Internet durchläuft, sind vier H.264-Encoder vom Typ AJA Helo. Je einer ist für den Stream zu Facebook (720p25 mit 5 MBit/s) und YouTube (1080p25 mit 6 MBit/s) vorge-sehen. Die beiden übrigen Encoder senden redundant, sodass bei Störungen gleich umgeschaltet werden kann.

Auf Streaming-Software und PCs verzichtet man so weit wie möglich in der Elbphilharmonie. Denn jede eingesetzte Software berge samt dem Computer zusätzliche Fehlerquellen und Risiken, zum Beispiel Programmabstürze, erklärt Projektleiter Baumgartner. Geht alles gut, ist ein Ton bei einer Live-Übertragung bereits etwa 20 Sekunden, nachdem er im Großen Saal erklingt, auf Facebook zu hören.

### Der optimale Ton

Ein sensibles Thema ist die Anpassung der Lautstärke, insbesondere bei der Übertragung konzertanter Musik. Die Dynamik ist bei Klassikproduktionen in der Regel nämlich deutlich größer als im Pop oder Rock. Lautheitsschwankungen zwischen zarten Flötentönen und donnernden Pau-

kenschlägen müssen deshalb äußerst behutsam ausgeglichen werden. Denn je lauter das Signal im Durchschnitt klingt, desto weniger Spielraum bleibt für dyna-mische Unterschiede.

In der Elbphilharmonie orientiert man sich dazu an den Hörgewohnheiten der Zielgruppen und den eingesetzten Wiedergabegeräten. Während Zuschauer auf Facebook meist ihr Smartphone nutzen, sitzen sie bei YouTube eher am heimischen PC oder vor dem Smart-TV mit angeschlossener Stereo-Anlage.

Zur Lautheitsanpassung kommt an der Elphi ein TC Loudness Pilot 2XSDI zum Einsatz. In dessen Loudness-Sektion sind Parameter wie Ziel-Level, maximale Reduktion, Freeze Level, Freeze Hold und maximaler Boost einstellbar, angezeigt in LUFS (Loudness Units Full Scale). Während Aufnahmen in der Philharmonie zunächst auf eine durchschnittliche Ziel-lautstärke von -23 LUFS ausgesteuert werden, hebt der Loudness Pilot den Pegel für YouTube um etwa 3 Dezibel auf -20 LUFS an. Bei Facebook ist der aus-gespielte Ton durchschnittlich 2 Dezibel lauter (-18 LUFS), um die generell schwä-chere Ausgangsleistung von Smartphones etwas auszugleichen. Die lautesten Pau-kenschläge müssen dafür dann eventuell etwas gestutzt werden, weil keine Pegel-spitze über die theoretische Obergrenze von 0 LUFS hinausragen kann.

Doch zurück zur Hamburger Club-Szene: Für einen guten Stream braucht es nicht nur Technik, sondern

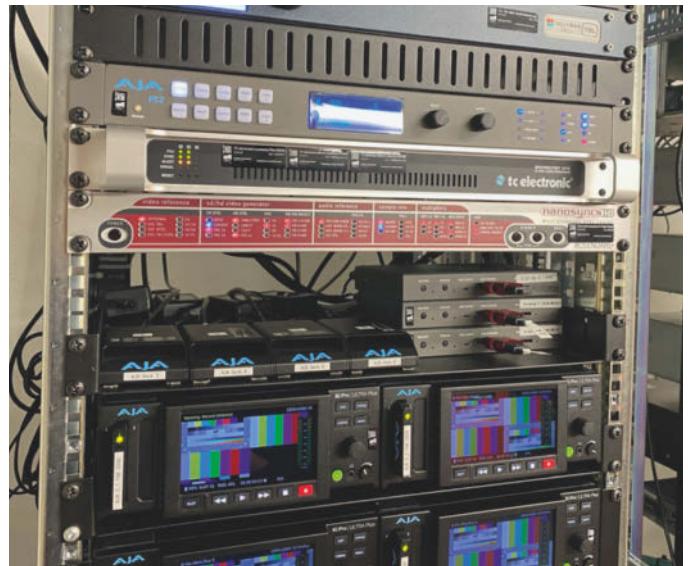


Bild: Christiane Richwien

**Die Audioprozessoren der Elbphilharmonie gleichen unter anderem die Lautstärke für die Streams auf YouTube und Facebook an.**

auch Personal. In manchen Clubs ist der Azubi der Einzige, der sich nicht gänzlich in Kurzarbeit befindet und deshalb Zeit hat, sich in die neue Streaming-Technik reinzufuchen.

### Moderatoren und Regisseure

Für eine professionelle Übertragung reicht das aber nicht. Deshalb beschäftigt der Liveclub Knust, der als erster Hamburger Club gestreamt hat, seit Neuestem einen Streaming-Experten. Darüber hinaus sollten Streaming-unerfahrene Künstler im Knust zunächst ein Kameratraining absolvieren, bei dem sie lernen, die Inten-sität ihrer Mimik und Gestik an Close-ups der Kameras anzupassen. Dirk Matzke, Booker des Knust, hat außerdem gute Erfahrungen damit gemacht, den ohne Publikum vor Ort auftretenden Bands einen Moderator an die Seite zu stellen. Dieser interagiert mit den Musikern zwischen den Stücken und leitet Rück-meldungen vom Online-Publikum aus dem Chat weiter.

Besonders wichtig ist ein auf Musik-videos spezialisierter Regisseur. Damit er live schnell die richtigen Bilder der Kame-ras auswählt und Zusatzinformationen einblendet, sollte er die Band und die Stücke gut kennen.

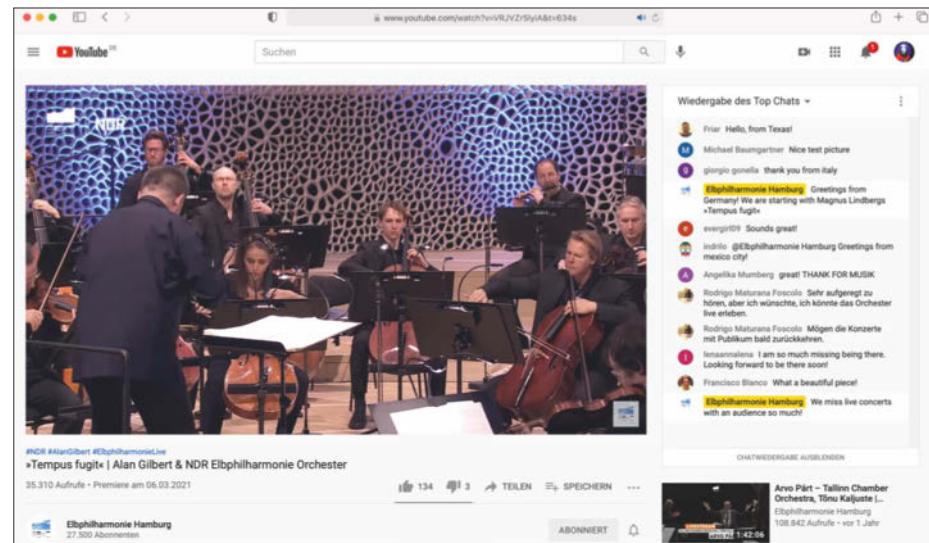
Die Elbphilharmonie überlässt dabei nichts dem Zufall: Ein Team aus elf Fach-kräften beginnt etwa zehn Wochen vor einer Aufführung mit der Planung. Vier-zehn Tage vor dem Stream beginnt die heiße Phase. Spätestens jetzt erfährt die

Regie, wo das Orchester sitzt und an welchen Orten im Saal Solisten auftreten. Nun wird unter anderem festgelegt, wo welche Kamera steht, ob sie ferngesteuert oder bemannt eingesetzt wird und welche Grafiken oder Bauchbinden eingebunden werden sollen.

Eine klassische Konzertaufnahme hat durchschnittlich 1200 Schnitte. Alle Beteiligten erhalten vom Regisseur ein Schnittbuch genanntes Skript, nach dem sie am Auftrittstag arbeiten. Am Bild-Ingenieursplatz wird das Material aus den Kameras unter anderem mit Blenden und Color Matching angeglichen, sodass alle Bilder einheitlich wirken. Am sogenannten Playout, einem Grafik- und Systemtechnikplatz, werden Texte und Logos eingebunden, Signale aufgezeichnet, geroutet und in die Encoder geschickt. Die Einarbeitung an einem dieser Arbeitsplätze kann schon mal ein Dreivierteljahr dauern.

### Interaktion mit dem Publikum

Dass sich dieser hohe Aufwand bei der Elbphilharmonie lohnt, zeigen die Zugriffszahlen: Beim Eröffnungs-Stream waren es insgesamt 873.856, bei anderen Konzerten sind es durchschnittlich 80.000. Die Zuschauer kommen aus allen Ecken der Welt und tauschen sich im Chat über die Aufführungen aus. Die Elbphilharmonie beschäftigt in ihrer Social-Media-Abteilung inzwischen zwei Expertinnen, die die Nutzer auf Facebook und YouTube betreuen. Die Zahl der regelmäßig hereinschauenden Abonnenten unterscheidet sich auf den Plattformen deutlich:



Seit August streamt die Elbphilharmonie kostenlos komplette Konzerte vor leeren Rängen über YouTube und Facebook.

Bei YouTube sind es 27.500, auf Facebook über 246.000.

Pressesprecher Tom Schulz ist sich aber noch nicht sicher, ob sich aus den Streams der Elbphilharmonie künftig ein neues Geschäftsmodell entwickelt. Man wolle dies weiter beobachten und freue sich über das große internationale Interesse der Zuschauer.

Die Clubs kochen derweil auf kleinerer, intimerer Flamme: Das Knust begrüßte bei seinen ersten Streams auf dringeblichen.de im Frühjahr 2020 gerade mal 150 Online-Besucher. Mittlerweile können es bei einem Konzert von Bernd Begemann oder zur Silvesterparty an die 1000 Online-Gäste werden. Das Publikum kennt sich oft per-

sönlich und ist in der Punkrockszene aktiv. Wenn eine befreundete Band bei einer Auswärtsprobe erstmalig ihre neuen Songs öffentlich spielt, fieberten die Fans online mit.

### The Show must go on

Dabei wird es immer wichtiger, dass die Künstler mit ihrem Publikum online interagieren. Beim Format „Back on Stage“ ist der Moderator gleichzeitig im Chat aktiv und trägt Wünsche des Publikums an die Bands heran. Das Publikum bedankt sich mit dem Kauf eines virtuellen Biers oder der Bestellung einer ganzen „Saalrunde“. Die Einnahmen daraus teilt der Club mit den auftretenden Künstlern.

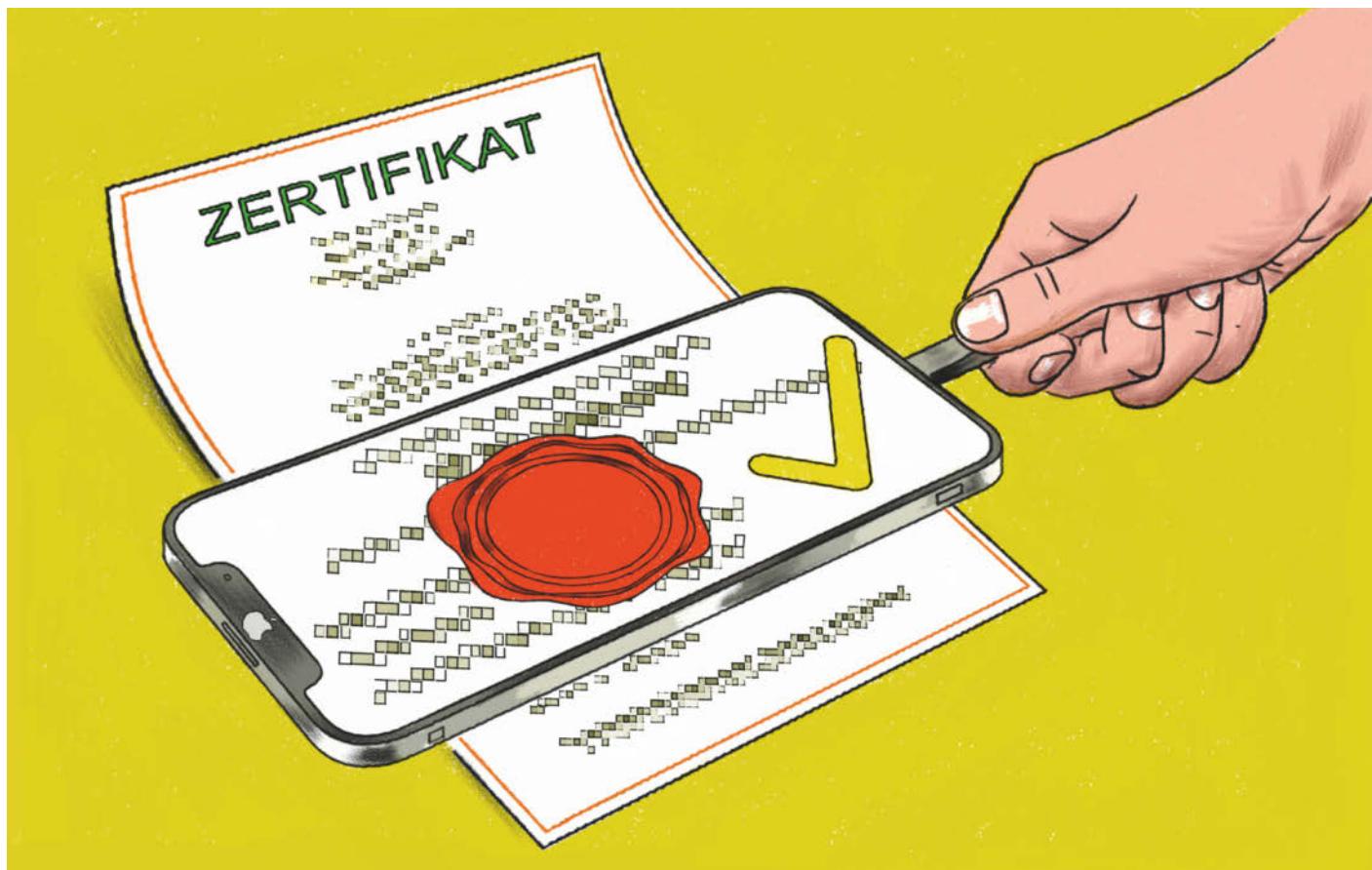
Dirk Matzke vom Knust sieht seine Aufgabe darin, den Stream nicht als Konzert, sondern als Show mit einer guten Portion Storytelling aufzubauen und das Publikum mitzunehmen. Mancher Konzertabend werde zu einer gelungenen Comedyshow. Matzke erwägt aktuell die Möglichkeiten eines zusätzlichen Streams auf micdrops.de. Dort können bis zu 50 Teilnehmende gegen ein entsprechendes Eintrittsgeld ihre Stars ganz exklusiv erleben, zum Beispiel vor dem Konzert bei einem Meet and Greet oder nach dem Auftritt bei einer virtuellen After-Show-Party. Matzke sieht das Streamen als eine tolle Erweiterung seines Clubs und freut sich auf die Zeit nach Corona: „Ausverkaufte Konzerte gehören ab jetzt der Vergangenheit an – gibt's keine Clubtickets mehr, streamen wir einfach!“ (hag@ct.de) ct



Bild: Photostudio Oetensen, Hamburg

Das Hamburger Knust stellt den Bands zusätzliche Moderatoren zur Seite, die mit dem Online-Publikum chatten. Gestreamt wird auf backonstage.tv.

Links zu den Streams: [ct.de/yxqm](http://ct.de/yxqm)



# Unter der Lupe

## Apps für die Certificate-Pinning-Funktion von iOS 14 konfigurieren

Will beispielsweise eine Banking-App sicherstellen, dass sie tatsächlich mit dem Server der Bank spricht, dann sollte sie mehr tun, als die Gültigkeit des TLS-Zertifikats vom Betriebssystem prüfen zu lassen. In solchen Fällen kommt häufig Certificate Pinning zum Einsatz. Mit iOS 14 können Entwickler diesen Extraschutz einbauen, ohne großen Code anzufassen – und davon profitieren auch die Nutzer.

Von Andreas Kurtz

Ein TLS-Zertifikat, welches von einem vertrauenswürdigen Herausgeber signiert wurde, belegt nicht zwangsläufig, dass der kontaktierte Server auch derjenige ist, für den er sich ausgibt. Auch Angreifer können solche Zertifikate besitzen, etwa wenn es ihnen gelingt, ein Schlupfloch bei einer Zertifizierungsstelle (Certificate Authority, CA) zu finden, die von den Betriebssystemen als vertrauenswürdig eingestuft wird. So was ist bereits passiert. Auch Trojaner und Analyse-Tools klinken sich mit Zertifikaten in verschlüsselte Verbindungen ein. Will eine App

sicherstellen, dass sie tatsächlich mit dem richtigen Server spricht, dann muss sie genauer hinschauen: Sie kann zum Beispiel überprüfen, ob ein bestimmtes Zertifikat zum Einsatz kommt oder es von einer bestimmten CA signiert wurde. Präsentiert ihr der Server dann ein anderes Zertifikat, kommt die Verbindung nicht zustande. Dieses Verfahren bezeichnet man als Certificate Pinning, weil bestimmte Zertifikate fest an die App gepinnt werden.

Nicht alle Apps nutzen Pinning, besonders bei kritischen Anwendungsfällen



wie Online-Banking darf der Nutzer inzwischen erwarten, dass Pinning zum Einsatz kommt. Aber auch allen anderen Apps steht das Plus an Sicherheit gut zu Gesicht. Bislang mussten iOS-Entwickler das Pinning komplett selbst umsetzen – mit iOS 14 geht das nun deutlich einfacher.

## Was für Pinning spricht

Beim Aufbau einer verschlüsselten Verbindung über das Transport-Layer-Security-Protokoll (TLS) authentifiziert sich der Server gegenüber der App mit einem Zertifikat. Um sich auf ein gemeinsames Geheimnis für die Verschlüsselung zu verstümmeln, benutzt die App den öffentlichen Schlüssel aus dem Zertifikat des Servers. Damit die App weiß, dass sie auch wirklich mit dem gewünschten Backend spricht – und nicht etwa mit einem Man-in-the-Middle –, muss sie erst die Vertrauenswürdigkeit des Zertifikats prüfen. Dazu ist jedes Zertifikat von einer CA signiert.

Das Betriebssystem prüft bei jedem Verbindungsaufbau, ob der in dem Zertifikat angegebene Hostname dem des angefragten Systems entspricht. Zusätzlich muss das präsentierte Zertifikat von einer vertrauenswürdigen Zertifizierungsstelle (Trusted CA) signiert sein. Für diese Überprüfung nutzt iOS einen systemweiten Zertifikatsspeicher (Trust Store), in dem die Root-Zertifikate zahlreicher öffentlicher CAs vorinstalliert sind.

Schaut man sich die Liste der in iOS 14 vorinstallierten Root-Zertifikate aber genauer an, kann einem angst und bange werden: Der Trust Store enthält mehr als 150 als vertrauenswürdig eingestufte Root-Zertifikate von mehr oder weniger bekannten, auch regierungsnahen Zertifizierungsstellen aus aller Herren Länder.

Aufgrund der zahlreichen Vorfälle in der Vergangenheit, vom Ausstellen falscher Zertifikate wie 2011 bei DigiNator bis hin zur Kompromittierung ganzer CAs, ist ein gewisses Misstrauen durchaus angebracht (siehe [ct.de/yssq](http://ct.de/yssq)). Um Missbrauch zu verhindern, entstanden in den vergangenen Jahren Kontrollinstrumente wie Certificate Transparency (CT). Trotzdem stellt sich die Frage, ob man tatsächlich allen CAs im Trust Store uneingeschränkt vertrauen möchte.

Außerdem besteht das Risiko, dass Benutzer per Social Engineering sogenannte Konfigurationsprofile oder Mobile-Device-Management-Profile untergejubelt bekommen und sich so unbemerkt zusätzliche CAs einfangen. Apple erhöhte

zwar die Hürden für solche Angriffe, ein gewisses Risiko aber bleibt bestehen.

## App-eigene Validierung

Aus diesen Gründen gehen immer mehr Apps dazu über, sich nicht auf die Validierung des Betriebssystems zu verlassen, sondern ihre Zertifikate selbst unter die Lupe zu nehmen. Bei diesem Certificate Pinning wird das erwartete TLS-Zertifikat meist schon während der Entwicklung in der App hinterlegt. Später prüft die Anwendung bei jedem Verbindungsaufbau, ob das Backend auch das erwartete Zertifikat präsentierte.

In der Praxis haben sich verschiedene Pinning-Verfahren etabliert, bei denen entweder das gesamte Zertifikat in der App hinterlegt wird oder nur der im Zertifikat enthaltene öffentliche Schlüssel (Public Key Pinning). Bislang mussten App-Entwickler dafür eigenen Code schreiben oder fertige Open-Source-Lösungen wie TrustKit in ihre App integrieren. Mit iOS 14 geht das nun, ohne den Code der App anpassen zu müssen.

## Transport Security für Apps

Auf Apples Plattformen gewährleistet schon seit Längerem ein Mechanismus namens App Transport Security (ATS), dass alle Apps HTTPS nutzen und Mindestanforderungen an eine sichere TLS-Verbin-

dung einhalten. iOS 14 erweitert diesen Mechanismus und bietet Apps die Möglichkeit, die erwarteten öffentlichen Schlüssel ihrer Kommunikationspartner einfach in der zentralen Konfigurationsdatei der App (Info.plist) zu hinterlegen.

Für alle Verbindungen, die eine App dann über das Standard-API initiiert, konkret über das URL Loading System, gleicht iOS die Fingerprints der vom Server ausgelieferten Zertifikate mit den in der Konfiguration hinterlegten Fingerprints der Schlüssel ab. Stimmen die Schlüssel nicht überein, bricht der Verbindungsaufbau ab und iOS antwortet mit einer Fehlermeldung. Auf diese Weise können Angriffe auf die Kommunikation abgewehrt werden, selbst wenn ein Angreifer im Besitz eines falschen Zertifikats von einer vertrauenswürdigen CA ist.

Wichtig ist, dass dieser Schutzmechanismus tatsächlich nur für Verbindungen über das URL Loading System greift. Wenn Entwickler nicht die Standard-APIs verwenden, sondern über Low-Level-Methoden wie das Network Framework, CFNetwork oder Sockets eigene Lösungen bauen, greifen die Einschränkungen nicht.

## Pinning-Varianten: Leaf, Intermediate oder Root

Certificate oder Public Key Pinning kann auf verschiedenen Ebenen ansetzen. Eine

## Überprüfung von TLS-Zertifikaten mit Pinning

Beim Certificate Pinning überprüft eine App nicht nur, ob es von einer vertrauenswürdigen CA signiert wurde, sondern auch, ob es weitere Kriterien erfüllt. Der App-Entwickler kann zum Beispiel festlegen, dass die Verbindung nur dann zustande kommt, wenn der Server ein bestimmtes Zertifikat nutzt. Das erschwert Man-in-the-Middle-Angriffe erheblich.



```

<key>NSAppTransportSecurity</key>
<dict>
  <key>NSPinnedDomains</key>
  <dict>
    <key>heise.de</key>
    <dict>
      <key>NSPinnedCAIdentities</key>
      <array>
        <dict>
          <!-- Let's Encrypt R3 -->
          <key>SPKI-SHA256-BASE64</key>
          <string>jQJTbIh0grw0/1TkHSumWb+F80Gogr621gT3PvPKG0=</string>
        </dict>
        <dict>
          <!-- Let's Encrypt E1 -->
          <key>SPKI-SHA256-BASE64</key>
          <string>J2/oqMTsdhFWW/n85tys6b4yDBtb6idZayIEBx7QTxA=</string>
        </dict>
      </array>
    </dict>
  </dict>
</dict>

```

In dieser Pinning-Konfiguration für heise.de findet sich an erster Stelle (Let's Encrypt R3) der öffentliche Schlüssel des Intermediate-Zertifikats als Hash im Base64-Format, an zweiter Stelle der Hash für das neuere ECDSA-Intermediate-Zertifikat.

App könnte direkt das End-Zertifikat (Leaf Certificate) beziehungsweise den Schlüssel des Servers prüfen und nur eine Verbindung aufbauen, wenn der Server exakt den vorkonfigurierten Schlüssel zurückmeldet. Das kann aber ganz schnell zu Problemen führen, wenn sich der Schlüssel des Servers mal ändern sollte, weil er beispielsweise zurückgerufen oder ausgetauscht wurde. Dann kommt die App nicht mehr zu ihrem Backend durch.

Deutlich weniger fehleranfällig und wartungsärmer ist es daher, anstatt einzelner Server-Zertifikate nur die Zertifizierungsstelle vorzuschreiben. Dies geschieht, indem man übergeordnete Zertifikate innerhalb der Zertifikatskette wie bestimmte Intermediate- oder Root-Zertifikate einer CA anpinnt. Ein solcher Ansatz zeigt sich robuster gegenüber Zertifikatswechseln und stellt zumindest sicher, dass nur Zertifikate akzeptiert werden, die von der vorgeschriebenen Zertifizierungsstelle ausgestellt wurden. So erreicht man immerhin, nur den einen CA vertrauen zu müssen, nicht aber den hundert anderen im Trust Store. Für Enterprise-Apps ließe sich hier auch ohne Weiteres eine unternehmensinterne CA erzwingen.

Apropos Firmen-CA: In Firmennetzen kann Pinning zu Problemen führen, wenn ein Monitoring-Gerät sich aktiv in

die Verbindung einklinkt, um eine TLS-gesicherte Verbindung zu inspizieren. Auch wenn dessen CA gültige Zertifikate ausstellt, lehnt das Pinning das untergeschobene MITM-Zertifikat ab und bricht die Verbindung ab. Fremde Apps, deren Pinning-Verhalten man nicht beeinflussen kann, verweigern in Unternehmensnetzen, in denen TLS/SSL-Monitoring erzwungen wird, daher möglicherweise den Dienst.

## Pinning in der Praxis

Um eine Pinning-Konfiguration zu erzeugen, wird der öffentliche Schlüssel benötigt, den man anheften möchte. Im einfachsten Fall lässt sich ein Schlüssel aus dem zugehörigen X.509-Zertifikat über die ASN.1 Subject-Public-Key-Info-Struktur auslesen. Liegt der Schlüssel in binärer Kodierung vor (.der), wird darüber ein SHA256-Hashwert berechnet und zur Weiterverwendung Base64-kodiert.

Ein Beispiel: Im Fall der Domain heise.de signiert Let's Encrypt die Zertifikate. Ein sicherheitsbewusster Entwickler möchte deshalb sicherstellen, dass eine App nur noch dann eine Verbindung zu heise.de aufbaut, wenn Let's Encrypt das vom Server präsentierte Zertifikat ausgestellt hat.

Die Zertifikatsübersichtsseite von Let's Encrypt erklärt, dass alle Server-Zertifikate über das „Let's Encrypt R3“

Intermediate-Zertifikat ausgestellt werden. Dieses Intermediate-Zertifikat beziehungsweise den darin enthaltenen Schlüssel kann man also anpinnen. Dazu lädt man das R3-Zertifikat im PEM-Format herunter, extrahiert daraus den öffentlichen Schlüssel und berechnet dessen SHA-256-Hash-Wert. Das Kommandozeilenwerkzeug `openssl` hilft dabei:

```

curl -s -0 https://letsencrypt.org/ \
  certs/lets-encrypt-r3.pem
cat lets-encrypt-r3.pem | \
  openssl x509 -inform pem -noout \
  -outform pem -pubkey | \
  openssl pkey -pubin -inform pem \
  -outform der | \
  openssl dgst -sha256 -binary | \
  openssl enc -base64

```

Heraus kommt ein Hash wie `jQJTbIh0grw0/1TkHSumWb+F80Gogr621gT3PvPKG0=`. Zukünftig will Let's Encrypt seine Zertifikate über ein neues ECDSA-Intermediate-Zertifikat mit der Bezeichnung „Let's Encrypt E1“ ausstellen. Das liefert analog den SHA-256-Hash `J2/oqMTsdhFWW/n85tys6b4yDBtb6idZayIEBx7QTxA=`, welcher gleich mit in die Liste der erlaubten CA-Schlüssel kommt.

Die so ermittelten Hash-Werte im Base64-Format kann man direkt in eine Pinning-Konfiguration übernehmen. Das geschieht innerhalb der Konfigurationsdatei `Info.plist` der App über einen `NSAppTransportSecurity`-Eintrag mit der Option `NSPinnedDomains`. Die Option `NSPinnedCAIdentities` legt schließlich fest, dass in der vom Server zurückgemeldeten Zertifikatskette für die Domain heise.de einer der beiden Let's-Encrypt-Schlüssel enthalten sein muss (siehe oben links).

Eine auf diese Weise gesicherte App baut zu heise.de nur noch dann eine Verbindung auf, wenn Let's Encrypt das vom Server gelieferte Zertifikat ausgestellt hat. Etwaige Zertifikats- oder Schlüsselwechsel beeinträchtigen die Funktionsfähigkeit der App aber nicht, solange Let's Encrypt die Zertifikate weiterhin ausstellt und seitens der CA keine größeren Umstellungen anstehen.

Im Fall einer fehlgeschlagenen Zertifikatsvalidierung meldet iOS den Umstand mit dem Fehler `SecureConnectionFailed` an die App, standardmäßig würde diese aber keinen Warnhinweis anzeigen. Daher ist es wichtig, dass Entwickler in ihrer App selbst eine Fehlerbehandlung durch-

führen, um auf etwaige Probleme beim Herstellen einer sicheren Verbindung zu reagieren oder dem Nutzer zumindest eine aufschlussreiche Fehlermeldung anzuzeigen.

## Vorsicht bei Subdomains

Über den Konfigurationsschalter `NS-IncludesSubdomains` könnte ein einmal angehefteter Schlüssel für alle Subdomains einer Domain erzwungen werden. Das ist allerdings mit Vorsicht zu genießen: heise.de verwendet zwar Zertifikate von Let's Encrypt. HTTP-Anfragen an `https://heise.de` beantwortet der Server aber mit einem Redirect auf `https://www.heise.de`. Und diese Domain verwendet keine Let's-Encrypt-Zertifikate, sondern setzt auf die Sectigo-CA.

Schreibe man also in der Pinning-Konfiguration einer App nun Let's Encrypt via `NSIncludeSubdomains` auch für alle Subdomains fest, würde der Verbindungs-aufbau bei der Weiterleitung auf `www.heise.de` abbrechen. Der Entwickler muss also ganz genau prüfen, mit welchen Systemen eine App kommuniziert und ob alle Systeme tatsächlich mit Zertifikaten der gleichen CA ausgestattet sind. Andernfalls sollte man besser für jede Domain die Schlüssel separat konfigurieren.

## Risiken und Nebenwirkungen

Pinning stellt ein Problem dar, wenn Schlüssel oder Zertifikate regelmäßig rotieren. Die App Transport Security (ATS) bietet über die Option `NSPinnedLeaf-Identities` zwar auch die Möglichkeit, Server-Zertifikate festzunageln, aber das sollte man besser nur tun, wenn man sich

▼ App Transport Security Settings	Dictionary	(1 item)
▼ NSPinnedDomains	Dictionary	(2 items)
► example.org	Dictionary	(2 items)
▼ example.net	Dictionary	(1 item)
▼ NSPinnedLeafIdentities	Array	(2 items)
▼ Item 0	Dictionary	(1 item)
SPKI-SHA256-BASE64	String	i9HalScvf6T/skE3/A7QOq5n5cTYs8UHNOEFCnkguSl=
▼ Item 1	Dictionary	(1 item)
SPKI-SHA256-BASE64	String	i9HalScvf6T/skE3/A7QOq5n5cTYs8UHNOEFCnkguSl=

Es ist nicht notwendig, dass der Entwickler auf XML-Code schaut, dafür haben die Apple-Entwickler einen einfachen Editor für XCode gebaut.

seiner Schlüsselverwaltung extrem sicher ist (und vorsichtshalber auch gleich einen oder besser zwei Reserveschlüssel einbezieht).

Auch bei gemanagten Cloud-Lösungen ist Vorsicht geboten, da man beispielsweise bei gebrauchsfertigen API-Gateways die Schlüssel meist nicht selbst im Griff hat. So tauschte Microsoft erst im letzten Jahr die Root-CA-Zertifikate für diverse Azure-Dienste aus und forderte Entwickler auf, mögliche Pinning-Routinen zeitnah anzupassen.

Im Browser-Umfeld setzte sich das als HTTPS Public Key Pinning (HPKP) bekannte Verfahren daher nicht durch. Zu groß war die Gefahr fehlerhafter Konfigurationen, durch die Webseitenbetreiber ihre Besucher fast unwiderruflich aussperrten. Mit Chrome 67 verabschiedete sich Google dann vollends von HPKP und somit war Zertifikats-Pinning für Webseiten faktisch beendet.

Bei Apps ist Pinning trotzdem weiter auf dem Vormarsch, denn die Risiken sind hier etwas besser im Zaum zu halten: Zum einen kontrolliert ein Anbieter mit App und

Backend häufig beide Endpunkte und zum anderen, und das ist ein entscheidender Vorteil, existiert für das Pinning in Apps ein unabhängiger Recovery-Kanal. Bei HPKP wurden die Pins per HTTP Response Header ausgegeben und im Browser gespeichert. Eine Fehlkonfiguration oder ein Zertifikatswechsel hatte zur Folge, dass der einzige existierende Update-Pfad zwischen Browser und Website abgeschnitten war und Browser dann nicht mehr mit den neuen Zertifikaten versorgt werden konnten. Für Apps steht mit dem App Store hingegen ein unabhängiger Update-Kanal zur Verfügung, über den man im Notfall ein App-Update mit einer neuen Konfiguration verteilen kann.

## Backup-Strategie einplanen

Wenn man sich dazu entscheidet, Pinning umzusetzen, sollte man sich vorab Gedanken über eine Langzeitstrategie machen. Grundsätzlich empfehlenswert ist es immer, mehrere Schlüssel anzuheften, vor allem einen Notfall-Schlüssel, der für eine Backup-Verbindung zum Server kurzfristig aktiviert werden kann. Wenn alle Stricke reißen, hilft als letzter Ausweg nur noch ein Update der App über den Store, um so eine neue Pinning-Konfiguration auszurollten. Für diesen Fall sollte noch ein „ungepinnter“ Rückkanal zum Benutzer existieren, um auf das im Store verfügbare Update hinzuweisen.

Aber Vorsicht: Eine eigene Zertifikatsvalidierung zu implementieren ist ein komplexes Unterfangen und fehlerträchtig. Damit der Schuss am Ende nicht nach hinten losgeht, sollte man gemäß dem Mantra „Don't Roll Your Own Security“ besser auf die neuen Pinning-Funktionen der App Transport Security zurückzugreifen, die Apple mit iOS 14 endlich eingeführt hat.

(wid@ct.de) ct

```
let task = urlSession.dataTask(with: url) { data, _, error in
    switch error {
        case .some(let error as NSError) where error.code != NSURLErrorNotConnectedToInternet:
            showOfflineView()
        case .some(let error as NSError) where error.code != NSURLErrorSecureConnectionFailed:
            showSecureConnectionFailedView()
        case .some:
            showGenericErrorView()
        case .none:
            renderContent(from: data)
    }
    task.resume()
}
```

Falls eine Zertifikatsvalidierung schiefläuft, zeigt die App standardmäßig keinen Warnhinweis. Der Entwickler muss daher selbst eine Fehlerbehandlung bauen.

Apple-Dokumentation für Entwickler:  
ct.de/yssq



Bild: Albert Hulm

# Kontakt via Video

## Unkomplizierte Videochats per TV

**Private Videochats können Spaß machen, selbst nachdem man den halben Arbeitstag auf Teams, Zoom & Konsorten verbracht hat. Mit Tools von Apple, Amazon und Google sieht man Freunde und Familie sogar auf dem TV-Bildschirm.**

**Von Sven Hansen und Berti Kolbow-Lehradt**

**P**rivate Bildschirmkommunikation von Angesicht zu Angesicht fand trotz analoger Bildtelefone, ISDN-Videofone oder Skype meist nur im Science-Fiction statt.

Erst durch die Pandemie haben sich die Menschen an den Blick in die Kamera so sehr gewöhnt, dass sie Videochats für die private Kontaktpflege nutzen.

Da kommt es gelegen, dass Amazon, Apple und Google längst Plattformen anbieten, die für den privaten Videochat ausgelegt sind. Sie setzen die technischen Hürden niedriger an, sodass auch Menschen zum Zug kommen, die sich im Berufsalltag nicht so intensiv mit der Technik beschäftigen müssen – oder die ihr Dienst-Notebook einfach mal zuklappen wollen. Zudem kommen die Dienste mit eigener Hardware daher und lassen sich auch per Sprache triggern. In diesem Artikel stellen wir die Services von Amazon & Co. zuerst vor und erklären danach, wie man sie für ein entspanntes Chat-Erlebnis sogar auf dem Fernseher im Wohnzimmer nutzen kann. Denn bequem auf dem Sofa

fläzend macht das mit Family & Friends gleich doppelt Spaß.

### Einfacher Einstieg

Was in Sachen digitaler Kontaktpflege möglich ist, zeigt Amazon mit seinem namenlosen Kommunikationssystem, das in den smarten Lautsprechern mit Alexa und den Displays der Echo-Show-Serie steckt. Damit kann man nicht nur Videoanrufe tätigen, sondern auch entfernte Räume übers Netz digital verknüpfen.

Wohnt man noch Wand an Wand, genügen oft ein paar Geräusche, um zu erkennen: „Opa ist wach und macht sich schon einen Kaffee.“ Genau diese Art sozialer Nähe versucht das System nachzubilden. Erkennt die Sensorik eine Bewegung in einem Raum oder spricht man einen der Amazon-Lautsprecher direkt an, gibt das System eine Nachricht an der ver-

knüpften Gegenstelle aus. So erhält man einen Hinweis, dass sich auf der anderen Seite etwas bewegt. Nun lässt sich eine Videoverbindung direkt auf Zuruf aufbauen. Man kann kurz mal „Hallo“ sagen, wenn Opa gerade in der Küche herumwuselt. Statt nur zu klingeln, schaltet der Echo-Show-Lautsprecher seine Kamera sofort scharf, liefert ein paar Sekunden ein künstlich verpixeltes Bild, das sich dann aufklärt.

Wichtig zu wissen: Die Option steht erst zur Verfügung, wenn beide Seiten explizit zugestimmt haben, und natürlich kann man die digitale Nähe durch Drücken der Mute-Taste oder Vorschieben der Kamera-abdeckung am Empfangsgerät blockieren.

Zwei der 75 Euro teuren Smart Speaker der Echo-Show-Serie genügen, um eine solche Videobrücke zwischen entfernten Standorten aufzubauen. Damit ist auch die einfache Videotelefonie („Rufe XYZ an“) möglich; das beschriebene direkte Hineinhören oder -schauen nennt Amazon „Drop In“.

Besonders einfach ist die Einrichtung, wenn beide Geräte demselben Amazon-Account zugeordnet sind. Amazon geht davon aus, dass alle Geräte eines Accounts untereinander frei kommunizieren dürfen und aktiviert den Drop In per Default. Benennt man eines seiner Smart Displays mit dem Namen „Opas Werkstatt“, muss man das Gerät nur noch bei Opa vor Ort mit dem WLAN verknüpfen und kann per Sprachbefehl auch aus der Ferne nach dem Rechten schauen.

Will man eine Kommunikation mit einem Gerät aufbauen, das einem anderen Account zugewiesen ist, sind die Hürden höher. Die Konfiguration erledigt man über die für iOS oder Android erhältliche Alexa-App. Im Reiter Geräte gelangt man zu einer Liste aller verknüpften Speaker, Displays, Tablets oder Fire-TV-Instanzen („Echo und Alexa“).

Der Punkt „Kommunikation“ muss jeweils aktiviert sein, um einfache Videoanrufe annehmen und tätigen zu können. Über den separaten Punkt „Drop In“ kann man anschließend festlegen, ob auch Geräte außerhalb des eigenen Haushalts auf das eigene Gerät zugreifen können. Hierzu wählt man die Option „Nur Kontakte mit Erlaubnis“.

Als Nächstes muss man den gewünschten Kontakt in der Alexa-App hinzufügen, wenn man bei deren Installation nicht schon den Zugriff auf das Adressbuch freigegeben hat. Der Tab „Kommunikation“ führt zur Liste aller Kontakte.

Darin muss man den gewünschten Kontakt zuerst als Favorit markieren und dann explizit „Drop In“ erlauben. Das umständlich anmutende Verfahren stellt sicher, dass keine ungebetenen Gäste per Drop In ins Wohnzimmer schauen.

Amazons System ist auch für Gruppenanrufe ausgelegt. Hierzu muss man die gewünschten Mitglieder zuvor über die Kontaktliste in einer Gruppe zusammenführen. Danach lässt sich ein Rundruf per Sprachbefehl oder direkt am Display per Touch starten.

Die Kontaktliste ist auch der Einstiegspunkt, um vom Handy aus einen Drop In oder Video-Call zu starten. Auch vom mobilen Endgerät aus kann man so eine Verbindung zum Smart Speaker oder einem verknüpften Fire-TV-Gerät aufnehmen – dazu später mehr.

## Apfelkontakt

Apple hat kein Smart Display im Sinne eines Echo Show oder Nest Hub im Sortiment. Stattdessen ist Videotelefonie mit anderen Bildschirmgeräten möglich, etwa iPhones und iPads. Am besten integriert



Amazons Smart Speaker der Echo-Show-Serie zeigen auf Wunsch an, wenn sich in einem verknüpften Haushalt etwas bewegt.

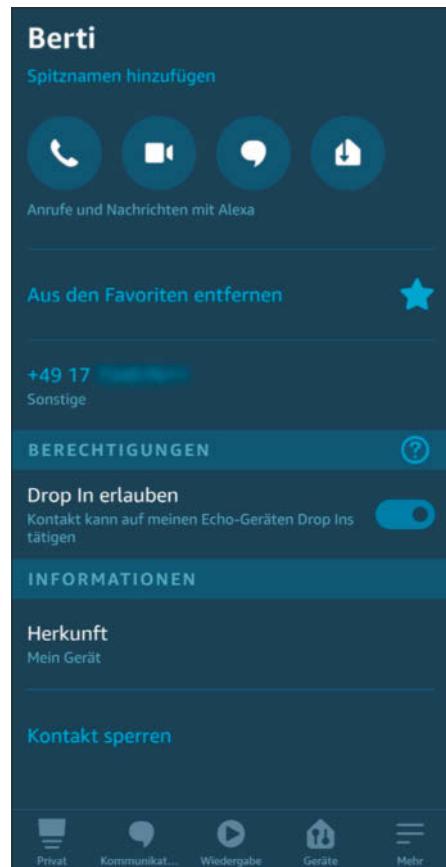
ist Apples FaceTime-Anwendung. Man braucht lediglich eine Apple-ID, verfügbare Kontaktadressen greift sich die App automatisch ab.

Mit FaceTime lassen sich anders als mit den meisten anderen Kommunikationsanwendungen aus dem Store schon ab Werk Gespräche per Siri-Sprachbefehl aufbauen. Dadurch ist ein ähnlicher Bedienkomfort wie mit den Lösungen von Amazon und Google drin. Sind das iPhone oder iPad aufgerichtet auf einem Ladedock geparkt, hat man eine vollwertige Videostation.

Zu diesem Zweck lässt sich auch ein ausgemustertes Gerät abstellen. Für die aktuelle FaceTime-Ausgabe setzt Apple offiziell die Betriebssystemversion iOS 10 voraus. Sie ist für alle iPhones und iPads verfügbar, die 2013 oder später erschienen. Im Praxistest konnten wir auch noch prima mit einem iPad 3 videotelefonieren, das aus dem Jahr 2012 stammt und mit dem etwas älteren iOS 9.3.6 läuft. Derart betagte Hardware ist gebraucht ab 50 Euro zu haben, ein Dock um 10 Euro.

Nur wenn Gruppen- statt Einzelveideotelefonate gewünscht sind, legt Apple die Latte etwas höher. Dann sollten mindestens ein iPad Air 2 (2014), iPhone 6s, iPad Mini 4 (beide 2015) oder ein iPad 5 (2017) mit iOS 12.1.4 zum Einsatz kommen. Zwar unterstützen auch ältere Geräte diese iOS-Version, können sich aber nur per Audioverbindung in die Gruppenschalte einklinken. Auf allen genannten Modellen lassen sich FaceTime-Anrufe berührungslos mit „Hey Siri“-Befehlen starten. Betagte Geräte müssen dazu zwar mit einer Stromquelle verbunden sein. Aber das ist bei einem Ladedock als Aufstellplatz ja gegeben.

FaceTime ist auf herkömmliche Videotelefonate beschränkt. Diese lassen



In der Alexa-App muss man die Drop-In-Funktion für den gewünschten Kontakt explizit freigeben.

sich sowohl von mobilen Apple-Geräten als auch von Mac-Computern aus führen. Eine mit Drop In vergleichbare Funktion gibt es nicht. Als Gegensprechanlage ist die Apple-Lösung daher ungeeignet.

## Google Duo

Googles Kommunikationssystem Duo ist wenig bekannt und scheint auf den ersten Blick nur auf Smartphones ausgerichtet zu sein. Die gleichnamige App ist für Android und iOS erhältlich, Duo ist zudem unter [duo.google.com](http://duo.google.com) per Browser erreichbar. Mit Google Meet hat der Konzern noch eine andere Kommunikations-App im Angebot, die allerdings nach dem Konferenzraum-Prinzip arbeitet und für den dienstlichen Gebrauch gedacht ist.

Ausgerechnet bei den smarten Displays klafft eine entscheidende Lücke: Googles Nest Hub gibt es hierzulande nur in der 7-Zoll-Version ohne Kamera. Der große Bruder Nest Hub Max mit Kamera hat es nicht über den großen Teich geschafft. Will man Duo auf einem kompakten Endgerät nutzen, muss man daher zu Alternativen greifen. Die gibt es zum Beispiel von Lenovo oder Archos, da Google sein Videosystem anders als Amazon und Apple auch für Drittanbieter öffnet.

Um Duo zu nutzen, braucht man einen Google-Account. Die App greift auf die dort hinterlegten Kontakte zu und man kann direkt loslegen. Google ist der einzige Anbieter, der auch den bequemen Videochat direkt auf ausgewählten Smart-TVs ermöglicht. Geräte mit Android-TV als Betriebssystem, wie sie etwa Philips oder Sony im Angebot haben, haben USB-Buchsen und die nötigen Webcam-Treiber gleich an Bord. Mit einem Standard-Modell wie Logitechs C920 HD und der Duo-App aus dem Playstore am Smart-TV lässt sich der Fernseher so für den relaxten Familien-Chat nutzen.

## TV-Chat mit Alexa

Nun wird man wegen der fehlenden Chat-Funktion nicht gleich den alten Fernseher auf die Halde schieben. Zum Glück gibt es Nachrüstlösungen, um ältere Geräte für den Wohnzimmer-Chat fit zu machen – die in manchen TVs zu findenden Skype-Clients funktionieren übrigens allesamt nicht mehr.

Will man Google Duo am TV nutzen, gelingt das mit dem aktuellen HDMI-Dongle Chromecast mit Google TV für 70 Euro. Der in c't 26/2020 auf Seite 90 getestete TV-Stick rüstet die Smart-TV-Oberfläche nach und ermöglicht den Download



Der HDMI-Stick der Telekom (links) hat schon von Haus aus eine USB-A-Buchse zum Anschließen von Zubehör. Beim Chromecast mit Google TV (rechts) benötigt man einen aktiven USB-C-Hub, um die Webcam zu verbinden.

der Duo-App. Einziges Problem: Er besitzt keine Anschlüsse für Webcam oder Tastatur.

Das lässt sich aber lösen, denn seine USB-C-Buchse dient nicht nur zur Stromversorgung, man kann auch einen USB-C-Hub anschließen. Die Exemplare mit eigener Stromversorgung und USB-A-Buchse für die Webcam dürften alle funktionieren. Wer übrigens am TV-Standort schlechten WLAN-Empfang hat, kann auch mal ein USB-C-Dock mit RJ45 ausprobieren.

Ein USB-C-Hub von Anker mit aktiver Stromversorgung verhalf unserm Chromecast zur benötigten USB-A-Buchse. Allerdings genügte die Leistung des Chromecast-Netzteils nicht zum Betrieb von Stick, Hub und Webcam gleichzeitig. Unter den herumfliegenden Smartphone-Netzteilen dürfte sich aber schnell ein ausreichend starkes Exemplar finden, sonst sind weitere Experimente mit anderen USB-C-Hubs oder Schnellladernetzteilen gefragt. Am Ende bamselt etwas mehr Hardware hinterm Fernseher, aber Google Duo läuft flüssig auf dem TV.

Etwas einfacher funktioniert das Nachrüsten über den ebenfalls in c't 26/2020 getesteten Magenta TV Stick der Telekom (50 Euro), denn er hat praktischerweise schon eine USB-A-Buchse am mitgelieferten Kabel eingearbeitet. Den zusätzlichen Hub kann man sich so sparen und die Kamera direkt anschließen – im Test genügte das mitgelieferte Netzteil.

In Sachen Bedienoberfläche ist der Telekom-Stick allerdings nicht die erste Wahl, da die Magenta-TV-Oberfläche im Vordergrund steht und der Play Store nur über Umwege zu erreichen ist. Während man die Duo-App beim Chromecast als

Favorit auf der Startseite ablegen kann, muss man sie beim Magenta-Stick aus dem Play Store herausfischen oder per Sprache aufrufen. Beide HDMI-Sticks, aber auch die TV-Geräte mit vorinstalliertem Android-TV, nehmen Videoanrufe nur an, wenn die Duo-App zuvor gestartet wurde.

Amazons Fire-TV-Stick wäre eine günstige Lösung, doch fehlt es an der Software-Unterstützung. Nicht einmal die Fernseher mit Fire OS als Betriebssystem lassen sich mit einer Kamera erweitern. Derzeit ist der recht kostspielige Fire TV Cube (120 Euro) die einzige Möglichkeit, mit dem man sich die Chat-Funktion aufs TV holen kann.

Auch hierzu braucht man ein wenig Extra-Hardware. Der Cube kommt zwar von Haus aus mit einem Micro-USB-Adapter, an dem man Ethernet und ein weiteres Micro-USB-Gerät anschließen kann. Doch letzterer Port leitet Signale nicht durch, sodass eine daran angeschlossene Webcam nicht erkannt wird. Abhilfe schafft ein günstiger Micro-USB-OTG-Adapter – eine Kabelpeitsche mit Micro-USB-Stecker und USB-A-Buchse. Mit ihr lässt sich die Kamera problemlos anklammern und wird vom System sofort erkannt. Das funktionierte selbst mit den in c't 20/2020 getesteten Billig-Webcams von Aukey und Licyley.

Eine spezielle App für den Videochat sucht man vergebens. Die Konfiguration des Cube erfolgt wie oben beschrieben in der Alexa-App am Handy. Danach lassen sich Video-Anrufe oder Drop Ins per Sprachbefehl starten. Die tiefe Integration ins Fire-OS-System hat auch Vorteile: Der Kommunikationsdienst arbeitet im Hintergrund und schlägt in jedem Fall an, so-



**Mit Amazons FireTV Cube als Zuspieler holt man sich die Videochat-Funktion nebst Drop In aufs TV.**

bald man einen Video-Anruf erhält. So wird man auch während einer Netflix- oder Live-TV-Session informiert, wenn jemand durchklingelt. Über einen Klick mit der Fernbedienung oder einen Sprachbefehl kann man das Gespräch annehmen. Die TV-Lösung lässt sich übrigens nicht per Drop In anwählen – dies bleibt den Echo-Show-Lautsprechern vorbehalten.

### FaceTime-TV

Wer Apple FaceTime aufs TV holen will, muss die mobilen Endgeräte direkt anzapfen – die Set-Top-Box Apple TV alleine reicht nicht, da es dafür die FaceTime-App nicht gibt. Hierzu lassen sich iPhone und iPad entweder per HDMI-Adapter oder kabellos über das hauseigene Funkprotokoll AirPlay mit dem TV verbinden. Mit letztem gelingt der Schulterschluss besonders bequem, viele Mittel- und Oberklasse-Fernseher von LG, Samsung und Sony sind ab dem Baujahr 2018 AirPlay-fähig.

Für die Kontaktaufnahme müssen sich das Apple-Gerät und der Fernseher im gleichen WLAN befinden. Die Verbindung aktiviert man im Kontrollzentrum des iPhone oder iPad. Dorthin gelangt man bei neueren iPhones ohne Home-Button und bei allen iPads mit aktuellem iOS anhand eines Wischs von rechts oben nach unten.

Auf iPhones mit Home-Button wischt man von rechts unten nach oben. Mit je einem Fingerdruck auf die Schaltfläche „Bildschirmsynchronisierung“ und den Namen des TV-Geräts koppeln sich beide Spielpartner. Je nach Sicherheitseinstellung gibt man noch einen AirPlay-Code auf dem iOS-Gerät ein, das der Fernseher anzeigt. Daraufhin spiegelt das TV-Gerät die Bild- und Tonausgabe des Smartphones oder Tablets.

Ist AirPlay nicht eingebaut, lässt sich der Fernseher über ein Apple TV mit dem Funkprotokoll aufrüsten. Die per HDMI

angeschlossene Streaming-Kiste dient dann als Bindeglied, das den per AirPlay vom Mobilgerät gespiegelten Inhalt über das HDMI-Kabel an die Glotze durchreicht. Infrage kommen dafür alle Apple-TV-Generationen seit 2010, nur die erste von 2007 nicht.

Kommt AirPlay nicht in Betracht, lässt sich das Mobilgerät auch direkt per HDMI-Kabel mit dem Fernseher verbinden. Für iPhones und iPads mit dem seit 2010 verwendeten Lightning-Anschluss hat Apple Adapter zum Preis zwischen 50 und 60 Euro im Sortiment. Für die iPads mit USB-C tun es auch günstigere Adapter von Drittherstellern.

Im Praxistest kamen der originale Lightning Digital AV Adapter an einem iPhone X zum Einsatz. Er koppelt aber zum Beispiel auch viel betagtere Geräte wie ein iPhone 5, iPad 5, iPad Air 1, iPad Mini 1 und Nachfolger mit dem HDMI-Eingang des TV-Geräts.

Bleibt noch das Problem der Kameraposition: Mit Aufklapphüllen eingekleidete iPads lassen sich als Videostation direkt vor dem TV-Standfuß platzieren. Das kompaktere iPhone ist auch zur Montage am oberen Rand des Fernsehers geeignet. Im Praxistest haben wir dort ein Mobilgerät mit den flexiblen Kugelgelenkbeinen eines GorillaPod-Stativs samt Smartphone-Klemmhalterung für den Stativkopf befestigt. Passende Stativlösungen sind ab 15 Euro erhältlich. Für einen wirklich stabilen Sitz sollte man allerdings mindestens ein Stativbein an der Vorderseite des TV-Geräts entlangführen. Je nach Rahmenbreite läuft man dabei Gefahr, dass das Konstrukt ins Bild hineinragt.

### Fazit

Apple war mit FaceTime zwar als Erstes am Start, scheint das Thema privater Videochat allerdings nicht weiterverfolgt zu

haben. Passende Kommunikationshardware mit Apple-Logo würde dem ansonsten flüssig funktionierenden System gut zu Gesicht stehen. Wegen der Unterstützung betagter Hardware ist eine FaceTime-Station immerhin ein spannender Einsatzzweck für ausgediente iPads.

Google scheint ein wenig der Mut zu fehlen, sich mit kamerabestückter Hardware auf den europäischen Markt zu wagen. Auch der frisch vorgestellte Nest Hub kommt ohne Videofähigkeiten. Immerhin lassen sich über Duo auch ältere TV-Geräte zur Chat-Station wandeln. Die Kombi aus TV-Stick der Telekom und Webcam ist für 100 Euro zu haben. Durch die Öffnung hin zu Drittanbietern und vor allem durch die TVs mit Duo hat man hier die breiteste Auswahl an Hardware.

Amazon bietet derzeit das unkomplizierte Paket aus Hard- und Software an, um mit Freunden und Familie per Videochat im Kontakt zu bleiben. Die digitalen Kontaktvarianten versuchen geschickt, Kommunikationsformen aus der echten Welt nachzubilden. Das gelingt ohne technische Hürden: Einen Echo Show kann jeder Mensch bedienen – wird man per Drop In kontaktiert, muss man nur in die Kamera schauen und reden. Auch wenn die Pandemie mal um ist, dürfte dies für manchen spannend bleiben.

(sha@ct.de) ct

### Private Videotelefonie

Anbieter	Amazon	Apple	Google
Name	–	FaceTime	Duo
<b>Funktionen</b>			
1-zu-1-Chat	✓	✓	✓
Drop-In-Funktion	✓	–	–
Bewegungsmeldung	✓	–	–
Gruppen-Chats	✓	✓	✓
Video-Nachrichten	–	–	✓
<b>unterstützte Geräte</b>			
Smart Displays	Echo Show 5 / 8 / 10	–	Lenovo Smart Display, Archos Google Assistant
TV-Geräte	–	–	✓ (Geräte mit Android TV von Sony, Philips u.a.)
TV-Nachrüstlösung	Fire TV Cube	– (nur über AirPlay)	Chromecast mit Google TV, Telekom Magenta TV Stick
App (Android / iOS)	Alexa (✓ / ✓)	FaceTime (– / ✓)	Duo (✓ / ✓)
Browser	–	–	✓
Preis	<b>kostenlos</b>	<b>kostenlos</b>	<b>kostenlos</b>
✓ vorhanden	– nicht vorhanden		

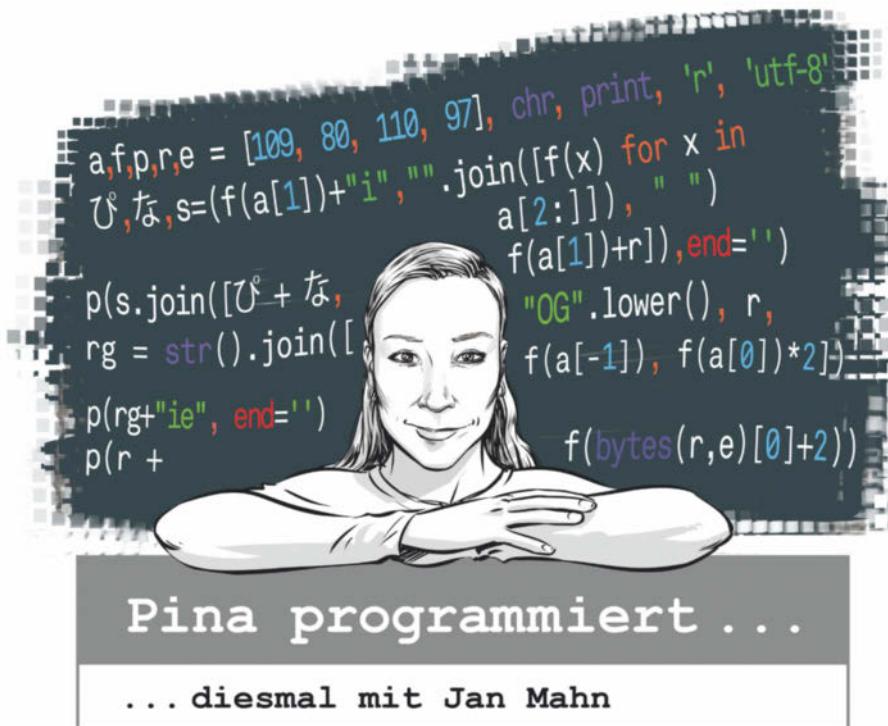


Bild: Albert Huim

mal die Daten in maschinenlesbarer Form zur Verfügung hat. Mitte März landete diese Frage durch Zufall auch in meinem Mailpostfach. Kann ja so schwer nicht sein, eine kleine Inzidenzampel für eine Homepage zu bauen, dachte ich mir, und begab mich auf die Suche nach Datenmaterial.

### Datensuche

Erste Anlaufstelle für Inzidenzzahlen ist das Robert-Koch-Institut. Zum Glück hat das RKI recht früh beschlossen, Darstellung und Auslieferung der Daten an Profis für genau diese Aufgabe zu delegieren – konkret an das Unternehmen Esri mit dem Produkt ArcGis Online. Herausgekommen ist das Corona-Dashboard, das fast jeder Internetnutzer in den vergangenen zwölf Monaten schon mal geöffnet haben dürfte (zu erreichen über [corona.rki.de](http://corona.rki.de)).

Gefüttert wird diese Webanwendung von einem JSON-API, das ebenfalls von Esri betrieben und vom RKI mit Daten versorgt wird. Ein erster Blick hinter die Kulissen mit den Entwicklerwerkzeugen des Browsers ist aber eher demotivierend: Um das ganze Dashboard zusammenzubauen, werden Dutzende HTTP-Anfragen ans API abgeschickt – und die Abfrageparameter sind alles andere als selbsterklärend. Zumindest kommt man so an die Adresse des API und hat damit eine Spur, um nach einer zugehörigen Dokumentation zu forschen. Diese findet man unter der sperrigen Adresse [npgeo-corona-npgeo-de.hub.arcgis.com](http://npgeo-corona-npgeo-de.hub.arcgis.com). Das RKI hat darunter gleich mehrere APIs abgelegt – interessant für die Aufgabe ist das API „RKI Corona Landkreise“, das Daten nach Landkreisen sortiert ausgeben kann. Die Dokumentation und einen URL-Generator finden Sie über [ct.de/yw1c](http://ct.de/yw1c).

Um eine URL zusammenzubauen, die die gewünschten Daten für die eigene Region ausgeben kann, braucht man erst einmal die ID des Landkreises (oder der kreisfreien Stadt) im System. Diese findet man heraus, wenn man in der Dokumentation oben in der Deutschlandkarte nach der Region sucht und diese anklickt. Dann erscheint eine Tabelle mit der OBJECTID in der ersten Zeile.

Mit dieser Information wechselt man oben auf den Reiter „API-Explorer“. Der vermittelt einen Eindruck, welche Datenfelder das API zurückgibt, womit man die Abfrage auf die interessanten Werte eingrenzen kann. Die 7-Tage-Inzidenz verbirgt sich hinter dem Attribut `cases7_per_100k`. Die meisten anderen Haken kann man also deaktivieren, wenn man keine

# Corona-Ampel

## Inzidenzen vom RKI abrufen und automatisch auswerten

**Die 7-Tage-Inzidenz ist einer der Fachbegriffe der Epidemiologie, die vor einem Jahr kaum einer kannte. Die Politik nutzt ihn immer wieder, um Regeln fürs Öffnen und Schließen von Geschäften, Dienstleistern und Schulen zu erlassen. Da der Wert so wichtig ist, soll Software automatisch auf diesen Wert zugreifen – zum Beispiel für eine PHP-Inzidenzampel auf der Homepage.**

Von Jan Mahn

**M**achen wir uns nichts vor: Die gespannten Blicke auf die Inzidenzzahlen des Robert-Koch-Instituts werden viele Berufsgruppen noch einige Zeit begleiten. Ob man seinem Beruf am nächsten Tag wie gewohnt nachgehen, die Kinder in die Schule schicken und sich die Haare schneiden lassen kann, hängt ja aktuell davon ab, ob in der Region Schwellenwerte für die 7-Tage-Inzidenz (Anzahl der Fälle in den letzten sieben Tagen pro 100.000 Einwohner) unterschritten wurden. Auf vielen Homepages von Unternehmen, Vereinen und Schulen findet man daher immer öfter von Hand aktualisierte Hinweise, welche Regeln aktuell gelten.

Damit die Hinweise nicht ständig veralten, sollte lieber ein Computer diese Information auswerten und die geltenden Regeln automatisch darstellen. Eigentlich keine komplexe Aufgabe, wenn man erst

weiteren Werte darstellen möchte. Alle Attribute in Großbuchstaben beschreiben den Landkreis selbst (GEN enthält den Namen, BEZ verrät, ob es ein Landkreis oder eine kreisfreie Stadt ist). Corona-relevant sind alle Attribute in Kleinbuchstaben. Enthält ein Attribut die Zeichenkette \_b1, kann man dahinter einen Wert für das zugehörige Bundesland erwarten. So gibt es zum Beispiel death7\_b1 (Tote der letzten sieben Tage im Bundesland) und death7\_lk (Tote im gewählten Landkreis).

Rechts neben dem URL-Generator entsteht parallel die URL, die man für die weitere Arbeit kopieren kann. Es fehlt aber noch ein Filter auf den konkreten Landkreis. Eigentlich sollte der API-Explorer auch Filter erzeugen können, jedoch ist diese Funktion voller Fehler. Ein einfaches = funktioniert nicht. Schlimm ist das aber nicht, weil man die Abfrage auch selbst per Hand in die fertige URL einbauen kann. Dafür ändert man einfach den voreingestellten Filter ?where=1%3D1 auf ?where=OBJECTID=<die ID>. Heraus kommt also eine längliche URL, die in etwa wie folgt aussieht:

```
https://services7.arcgis.com/➥
➥m0BPyk0jAyB02ZKk/arcgis/rest/➥
➥services/RKI_Landkreisdaten/➥
➥FeatureServer/0/query?where➥
➥=OBJECTID=<IHRE ID>&outFields=➥
➥Shape_Length,cases,deaths,➥
➥cases_per_population,last_update,➥
➥cases7_per_100k,cases7_b1,death7_lk,➥
➥cases7_per_100k_txt,cases_per_100k,➥
➥cases7_lk,recovered,➥
➥cases7_b1_per_100k,GEN,BEZ&outSR=➥
➥4326&f=json
```

Der erste Teil des Pfads m0BPyk0jAyB02ZKk ist dabei kein Kennwort und auch kein tem-

poräres Element, sondern eine Art Kunden- oder Projektnummer des RKI beim Anbieter Esri. Sie müssen also keine Angst haben, dass sich dieser Pfad ständig ändert. Ersetzen Sie <IHRE ID> durch eine für Ihre Region und schauen Sie sich das Ergebnis in einem Browser (oder besser einem API-Werkzeug wie Postman) an. Eine Authentifizierung oder strenges Rate-Limiting gibt es übrigens nicht, weil das Dashboard ja von jedem ständig einsehbar sein soll.

Leider nicht abbestellen kann man die Koordinaten für die Außengrenzen des Landkreises am Ende des JSON-Blocks. Die wären nur dann nützlich, wenn man eine Karte der Region zeichnen wollte.

### Alarmstufe Rot

Ausgerüstet mit der URL für die JSON-Daten ist der nächste Schritt zu einer Online-Ampel nicht mehr groß. Weil es keine dokumentierten Limits und keine Authentifizierung gibt, könnte man die Ampel theoretisch auch clientseitig in JavaScript entwickeln. Dann wäre die Seite aber immer von einem externen HTTP-Aufruf abhängig. Schöner ist es, wenn eine serverseitige Programmiersprache die Daten beim RKI herunterlädt, in einen Zwischenspeicher (Cache) legt und dem Browser fertiges HTML liefert.

Die prädestinierte Programmiersprache für einen solchen Schnipsel für die eigene Homepage ist PHP, das auch in den meisten Webhosting-Paketen installiert und ursprünglich für genau solche Projekte gedacht war.

Möchte man mit PHP nur schnell Inhalte aus dem Web herunterladen, ist die Funktion `file_get_contents()` die einfachste Option. Sie erwartet als Parameter die URL und gibt den Inhalt als String zu-

rück. Fehlerbehandlung und Optionen sind aber mäßig. Mehr Kontrolle hat man mit der PHP-Integration von cURL. Damit kann man jedes Detail von Anfrage und Rückgabe steuern.

Bevor man den HTTP-Aufruf abschickt, sollte man alle Bestandteile der URL in Variablen schreiben, die man später leicht ändern möchte. Die Regions-ID und die Liste der anzufragenden Attribute sind gute Kandidaten dafür:

```
$fields = [
  'OBJECTID', 'GEN',
  'BEZ', 'cases',
  'deaths', 'cases_per_population',
  'cases7_per_100k', 'cases7_lk',
  'death7_lk', 'cases7_b1_per_100k',
  'cases7_b1', 'death7_b1',
  'last_update'
];
$fieldstr = implode(", ", $fields);
$region_id = 27; //Hannover
```

Aus dem Array mit den abzurufenden Feldern macht `implode()` den mit Kommas verbundenen String `$fieldstr`. Diesen kann man dann in der URL einsetzen und die URL per cURL abrufen:

```
$c = curl_init();
curl_setopt($c,
  CURLOPT_URL,
  'https://services7.arcgis.com/➥
➥m0BPyk0jAyB02ZKk/arcgis/rest/➥
➥services/RKI_Landkreisdaten/➥
➥FeatureServer/0/query?➥
➥where=OBJECTID=' . $region_id .➥
  '&outFields=' . $fieldstr .➥
  '&outSR=4326&f=json'
);
curl_setopt( $c, CURLOPT_
  RETURNTRANSFER, 1);
$result = curl_exec($c);
if (curl_errno($c)) {
  echo "could not contact rki server";
  curl_close($c);
  exit;
}
curl_close($c);
```

Sollte etwas nicht klappen, liefert `curl_errno()` einen Fehler und das Programm bricht ab – an dieser Stelle darf man später noch etwas Fehlerbehandlung ergänzen. Sofern der Download der Daten erfolgreich war, liegen die Daten als JSON-String in der Variablen `$result`. Die Funktion `json_decode()` macht daraus ein Array, wenn der zweite Parameter `true` ist:

Für das API des RKI gibt es einen Generator, um eine maßgeschneiderte URL zu bekommen. Ganz fehlerfrei ist der nicht, erleichtert aber die Arbeit.



**Sofern die aktuell geltenden Regeln in Code umsetzbar sind, kann ein kleiner Schnipsel auf der Homepage automatisch anzeigen, welche Regeln gelten.**

```
$data = json_decode($result, true);
```

Unter dem Schlüssel \$data['features'][0]['attributes'] sollten jetzt die gewünschten Zahlen für die 7-Tage-Inzidenz liegen. Falls die geladenen Daten unvollständig sein sollten, empfiehlt sich vorher noch etwas Fehlerbehandlung:

```
if (!isset($data['features'][0]['attributes'])) {
    // Fehlerbehandlung ...
}
```

## In den Speicher

Die Daten des RKI ändern sich nicht sündlich, sondern werden nur einmal am Tag hochgeladen. Daher muss sie das Ampel-Skript auch nicht bei jedem Seitenaufruf neu herunterladen. Es reicht aus, die Werte für jeden Tag in einer Textdatei abzulegen. Wenn es für den aktuellen Tag schon Daten gibt, soll das Skript diese aus dem Cache holen, ansonsten einen Download probieren. Weil das API keine historischen Daten ausgibt, muss man schlimmstenfalls ein paar Tage warten, bis man einen Verlauf anzeigen kann. Wer hat, kann für das Projekt eine Datenbank zum Zwischenspeichern nutzen [1]. Damit die Ampel ohne weitere Abhängigkeiten läuft, entschied ich mich für einen Zwischenspeicher per Textdatei. Voraussetzung ist nur ein Ordner, in den das Skript schreiben darf – das sollte nicht das Verzeichnis sein, in dem die Website selbst liegt.

Das letzte Problem, das es zu lösen gilt, ist das Datumsformat, das sich das RKI überlegt hat und für das Feld last\_update nutzt. Ein Datum aus dem Datensatz sieht zum Beispiel folgendermaßen aus:

```
"19.03.2021, 12:00 Uhr"
```

Damit im Zwischenspeicher für jeden Tag ein Eintrag liegt, soll daraus ein Schlüssel im Format 20210319 werden. Um Zeitangaben in ein anderes Format zu bringen, sollte man von Bastellösungen mit regulären Ausdrücken unbedingt absehen – Ärger bei Randfällen ist vorprogrammiert. Wesentlich eleganter ist es, für solche Aufgaben die PHP-eigene Klasse DateTime zu nutzen. Deren Methode createFromFormat() nimmt eine Formatbeschreibung des einzulesenden Datums und den zu lesenden String entgegen und macht daraus ein Datums-Objekt. Die Zeichenkette Uhr entfernt man vorher per str\_replace().

Aus dem PHP-Datums-Objekt erzeugt dann die Methode format() einen neu formatierten String. So einfach wird aus dem oben stehenden String die Zeichenkette 20210319, die später als Schlüssel für den Zwischenspeicher dient:

```
$date = DateTime::createFromFormat(
    "d.m.Y, H:i", str_replace(" Uhr", "", $data['last_update']));
$key = $date->format("Ymd");
```

Die Logik, um die RKI-Zahlen für jeden Tag in einem Objekt zu speichern und dieses als JSON-Päckchen im Cache abzulegen, ist schnell implementiert. Die Daten liegen weiter in der Variable \$data:

```
$f = @file_get_contents('./rki.json');
if ($f == false) {
    $old = [];
} else {
    $old = json_decode($f, true);
}
$old[$key] = $data;
$new = json_encode($old)
file_put_contents('./rki.json', $new);
```

Das @ vor file\_get\_contents() unterdrückt alle Fehler, die von der Funktion geworfen werden – die eigene Fehlerbehandlung der Funktion macht nämlich keine Freude. Daher prüft man besser, ob der Inhalt == false ist und legt in dem Fall ein leeres Array an. Liegen schon Daten in der Datei, wandelt json\_decode() sie in ein Array.

Dann legt man die neuen Daten unter dem Schlüssel \$key ab, encodiert das Objekt wieder per json\_encode() und schreibt die Datei mit file\_put\_contents() auf die Festplatte.

## In schön

Schnell hatte ich eine unansehnliche Datei mit herlichem Spaghetticode zusammengeschrieben, der all diese Teilprobleme löste. Um damit anständig arbeiten zu können, überführte ich die Fragmente in eine Klasse Incidence. Wenn Sie die Ampel selbst nutzen wollen, finden Sie diese Klasse (zusammen mit einem Anwendungsbeispiel) über ct.de/yw1c. Die Klasse übernimmt alle Arbeiten im Hintergrund. Legen Sie einfach die Datei Incidence.php auf den Server und binden Sie diese per include() ein. Die Anwendung ist dann einfach:

```
include('Incidence.php');
$id = 27;
$cache_file = './data.json';
$incidence = new Incidence($id,
    $cache_file);
$today = $incidence->getDaily(0);
```

Die Klasse Incidence erwartet beim Instanziieren einen Pfad für die Cache-Datei und die Regions-ID. Die Methode getDaily() gibt dann die Zahlen des RKI zurück. Der Parameter bestimmt, wie viele Tage in die Vergangenheit geblickt werden soll. \$incidence->getDaily(2) gibt etwa die Werte von vorgestern aus.

In den Code können Sie Ihre eigenen Logiken einbauen, etwa wie folgt:

```
$today = $incidence->getDaily(0);
if($today['cases7_per_100k'] < 100) {
    echo "Heute geöffnet. Maskenpflicht";
}
if($today['cases7_per_100k'] == 0) {
    echo "Pandemie beendet!";
}
```

Die bunte Ampel selbst ist dann eine reine CSS-Übung – oben sehen Sie, wie das aussehen kann. Den fertigen Code finden Sie im Ordner examples über ct.de/yw1c zusammen mit der Klasse zum Download. Denken Sie bei allen Implementierungen daran, Schwellwerte und Ausgabetexte möglichst flexibel zu halten – die Regeln haben sich in den letzten Monaten ja nicht gerade als langlebig erwiesen.

(jam@ct.de) ct

**PHP-Klasse und Beispiel: ct.de/yw1c**

better**Code()**  
präsentiert

# API 2021

Die Heise-Konferenz zu Design, Entwicklung  
und Management von Web-APIs

© V. Sot. Visual Content

Das bietet die Online-Konferenz:

- | Was ist fachliches API-Design?
- | Wie automatisiere ich mit APIOps?
- | Wann brauche ich Cloud-native API-Gateways?
- | Was kann ich für die Sicherheit von APIs tun?
- | Wie sieht gutes API-Management aus?

22. April 2021



@ heise Developer



dpunkt.verlag

Jetzt  
Tickets  
sichern!

+++ 1-Tages-Workshops zu gRPC (19. April), API-Design in der Praxis (20. April),  
Consumer Driven Contracts (23. April) und Keycloak (2. Juni) +++

[api.bettercode.eu](http://api.bettercode.eu)

# Für Wissenshungrige

## Ausgewählte Fachliteratur

[shop.heise.de/buecher](http://shop.heise.de/buecher)



Michael Bonacina  
**Python 3: Programmieren für Einsteiger**

Dieses Buch legt besonderen Fokus auf die Objekt-orientierte Programmierung (OOP) und das Erstellen von grafischen Oberflächen. Nach dem Durcharbeiten der Übungsaufgaben des Buches kann der Leser eigene komplexere Python Anwendungen inklusive grafischer Oberfläche programmieren.

ISBN 9783966450072

[shop.heise.de/python3-einsteiger](http://shop.heise.de/python3-einsteiger)

13,90 € >



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 € >



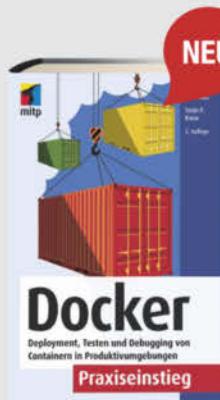
Jörg Frochte  
**Maschinelles Lernen (2. Aufl.)**

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 € >



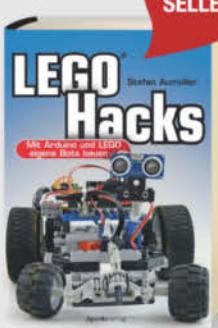
Karl Matthias, Sean P. Kane  
**Docker Praxiseinstieg (2. Aufl.)**

Lernen Sie, wie Sie Docker-Images Ihrer Anwendungen erstellen, testen und deployen sowie skalieren können, und wie Sie die Container in der Produktivumgebung pflegen und warten. Die Einrichtung und das Testen von Docker-Anwendungen kommen ebenso zur Sprache wie das Debugging eines laufenden Systems.

ISBN 9783958459380

[shop.heise.de/docker-praxis2](http://shop.heise.de/docker-praxis2)

25,99 € >



BEST-SELLER

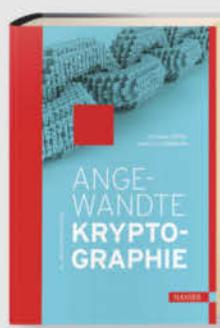
Stefan Aumüller  
**LEGO® Hacks**

Dieses Buch zeigt, wie aus LEGO und dem Arduino faszinierende Modelle werden. Lernen Sie, Sensoren und Aktoren, mit LEGO-Elementen zu verbinden und daraus viele neue spannende Projekte aufzubauen. Auch Grundlagen der Elektronik werden Ihnen vermittelt.

ISBN 9783864906435

[shop.heise.de/buch-legohacks](http://shop.heise.de/buch-legohacks)

29,90 € >



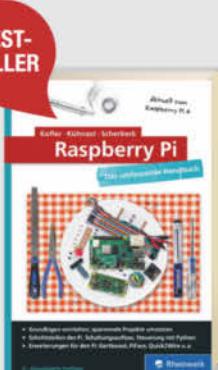
Wolfgang Ertel, Ekkehard Löhmann  
**Angewandte Kryptographie (6. Aufl.)**

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 9783446463134

[shop.heise.de/kryptographie6](http://shop.heise.de/kryptographie6)

34,99 € >



BEST-SELLER

Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck  
**Raspberry Pi (6. Aufl.)**

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 für alle Versionen, inkl. Raspberry Pi 4!

ISBN 9783836269339

[shop.heise.de/raspberry-6](http://shop.heise.de/raspberry-6)

44,90 € >



Simon Monk  
**Der Maker-Guide für die Zombie-Apokalypse**

Bereiten Sie sich vor: mittels 20 Survival-Projekten mit einfacher Elektronik, Arduino und Raspberry Pi werden Sie Ihren eigenen Strom erzeugen, unverzichtbare Bauteile vor dem Zombie-Zugriff retten und lebensrettende Elektronikschaltungen bauen, um Untote aufzuspüren.

ISBN 9783864903526

[shop.heise.de/zombies](http://shop.heise.de/zombies)

24,90 € >

**PORTOFREI  
AB 20 €  
BESTELLWERT**

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €.  
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

# und Maker!

## Zubehör und Gadgets

[shop.heise.de/gadgets](http://shop.heise.de/gadgets)

NEU



### ParkLite

ParkLite denkt mit. Die elektronische Parkscheibe stellt automatisch nach ca. 20 Sekunden die Parkzeit ein. Damit ist Schluss mit Bußgeldern! Hitze- und kältebeständig, inklusive Reinigungstuch und Klebepads.

[shop.heise.de/parklite](http://shop.heise.de/parklite)

29,90 € >

NEU



### Aluminium-Case FLIRC

Das hochwertige Gehäuse aus stabilem Aluminium ist ideal, um den Raspberry Pi 4 als Media Center zu verwenden. Das elegante Design integriert sich optimal in jede Wohnumgebung. Auch im Set mit Raspi 4 Model B 2GB erhältlich.

[shop.heise.de/flirc](http://shop.heise.de/flirc)

23,90 € >

### musegear® finder Version 2



Finden Sie Schlüssel, Handtasche oder Geldbeutel bequem wieder statt ziellos zu suchen. Mit dem Finder können Sie z.B. das Smartphone klingeln lassen oder Wertgegenstände einfach tracken und noch mehr.

[shop.heise.de/musegear](http://shop.heise.de/musegear)

24,90 € >



### 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](http://shop.heise.de/raspi-kameras)

ab 18,50 € >

NEUER PREIS!



### ArduiTouch-Set

Setzen Sie den ESP8266 oder ESP32 jetzt ganz einfach im Bereich der Hausautomation, Metering, Überwachung, Steuerung und anderen typischen IoT-Applikationen ein!

69,90 €

[shop.heise.de/arduitouch](http://shop.heise.de/arduitouch)

36,90 € >

NEU



### PoKitMeter – Multimeter, Oszilloskop und Logger

PoKit misst, zeigt und protokolliert eine Vielzahl von Parametern wie Spannung, Strom, Widerstand und Temperatur mittels Verbindung via Bluetooth mit Ihrem Smartphone oder Tablet.

[shop.heise.de/pokit](http://shop.heise.de/pokit)

94,90 € >



NEUER PREIS!

### Komplettset Argon ONE Case mit Raspberry Pi 4

Das Argon One Case ist eines der ergonomischsten und ästhetischsten Gehäuse aus Aluminiumlegierung für den Raspberry Pi. Es lässt den Pi nicht nur cool aussehen, sondern kühl auch perfekt und ist leicht zu montieren. Praktisch: alle Kabel werden auf der Rückseite gebündelt ausgeführt – kein Kabelsalat!

117,60 €

[shop.heise.de/argon-set](http://shop.heise.de/argon-set)

99,90 € >

NEU



### NVIDIA Jetson Nano B01

Die neue Revision B01! Die Leistung moderner KI für Millionen Geräte. Mit dem Jetson Nano von NVIDIA können Sie als Heimbastler oder Entwickler platzsparend und effizient in die Welt der KI eintauchen. Ideale Voraussetzung für die Programmierung neuronaler Netze dank vier A57-Kerne und einem Grafikprozessor mit 128 Kernen. Inklusive Netzteil!

[shop.heise.de/jetson](http://shop.heise.de/jetson)

134,90 € >



28% RABATT

### Make Family + Makey-Paket

Darüber freut sich die ganze Familie: „Make Family“ – das vollgepackte PDF-Magazin mit 21 Anleitungen zum kreativen Basteln mit Kids auf über 200 Seiten. Dazu: der knuffige Makey-Plüschorpfer und der Makey-Lötausatz mit LEDs und Batterie.

27,70 €

[shop.heise.de/makey-paket](http://shop.heise.de/makey-paket)

19,90 € >

### „No Signal“ Smartphone-Hülle

Passend für Smartphones aller Größen bis 23cm Länge blockt diese zusammenrollbare Hülle alle Signale von GPS, WLAN, 3G, LTE, 5G und Bluetooth, sowie jegliche Handy-Strahlung. Versilbertes Gewebe im Inneren der Tasche aus recycelter Fallschirmselde bildet nach dem Schließen einen faradayschen Käfig und blockiert so alles Signale.

[shop.heise.de/no-signal-sleeve](http://shop.heise.de/no-signal-sleeve)

29,90 € >





# Neuanfang

## Endzone – A world apart: Postapokalyptische Gemüsegärten

**Nach einer weltweiten Atomkatastrophe soll eine kleine Siedlung den Neuanfang versuchen – zwischen Sandstürmen, nuklearem Regen und Plündertrupps.**

Von Peter Kusenberg

Die Überlebenden einer Atomkatastrophe vegetierten 150 Jahre lang in unterirdischen „Endzonen“ vor sich hin, nun versuchen sie den Aufbau einer Siedlung auf der Oberfläche. Doch die Bedingungen sind hart: Die Erde ist ausgelaugt, Böden und Pflanzen sind verstrahlt und der Niederschlag ist mitunter radioaktiv verseucht oder bleibt ganz aus.

Im Aufbaustrategiespiel Endzone – A world apart übernimmt man die strategische Planung: Einige Menschen und eine Handvoll Schrott bilden den mageren Grundstein für eine stadtähnliche Siedlung, die ausgebaut werden soll – wenn alles gutgeht.

### Aller Anfang ist schwer

Das umfangreiche Tutorial erklärt, wie Warenkreisläufe in Gang kommen, Marodeure abzuwehren sind und man sich auf eine Dürre vorbereitet. Produktionsgebäude müssen errichtet, eine Stromversorgung auf die Beine gestellt und die Siedlung mit Wachtürmen geschützt werden. Wassertanks decken den Bedarf während einer Dürre, doch sobald die Wetterstation radioaktive Schauer ankündigt, müssen nicht nur sie, sondern auch die Maisfelder mit Planen abgedeckt werden.

Rund 70 Gebäudetypen lassen sich bauen. Im Gebäudemenu nimmt man dann weitere Einstellungen vor, etwa ob die Schneiderei Strahlenschutzmasken oder -anzüge herstellen soll. Weitere Optionen definieren beispielsweise den Radius, in dem der Förster Bäume fällt, und welche Gemüse- oder Getreidesorte auf einem Feld angebaut wird. Passende Samen muss man erst auf Expeditionen finden und analysieren.

### Entdecken & forschen

Expeditionen ins Umland bedürfen aufwendiger Vorbereitungen; geschulte Fach-

leute entsendet man in Gebiete, die ein Scout zuvor erkundet hat. Doch die anfangs viel versprechenden Reisen laufen stets nach dem gleichen Schema ab, selten passiert etwas Unerwartetes. Anders als die Entwickler des Aufbauspiels Frostpunk haben sich die hessischen Gentlymad Studios die Gelegenheit entgehen lassen, mit packenden Begegnungen in unbekanntem Terrain Spannung ins Spiel zu bringen. Stattdessen trifft irgendwann die Funkmeldung ein, dass das Expeditionsteam diesen Rohstoff oder jene Technik gesichert hat.

Nicht immer wächst die Siedlung: Alter, Hunger und die Strahlenkrankheit setzen den Menschen zu. Verstrahlungen lassen sich wie Keuchhusten mit Medikamenten heilen, wenn genügend Sanitäter vorhanden sind. In dieser Beziehung erscheint Endzone wenig komplex. Das Forschungsmenü wirkt lieblos gestaltet, wobei jede Forschung gefühlt ewig dauert – genau wie die Bauarbeiten. Zwar kann man jederzeit Leute zu Bauarbeiten einteilen, doch es vergehen mitunter viele Minuten, bis die arbeitsscheuen Trupps Schrott, Holz und Werkzeug zur Baustelle geschafft haben – und das auf der höchsten der drei Spieltempostufen. Die langsamste Stufe ist gut geeignet, um das bald ausufernde Mikromanagement zu bewältigen, denn man muss sich um jedes Problem einzeln kümmern.

In puncto Design und Atmosphäre haben die Entwickler einiges richtig gemacht. Stürme und Regenschauer werden überzeugend simuliert, die Klangkulisse passt zu den Ereignissen und der Bariton des Tutorial-Erzählers erinnert angenehm an erste Anno-Spiel. Neben dem Tutorial, das sich beliebig lange fortsetzen lässt, kann man zehn Szenarien mit teils happy-gem Schwierigkeitsgrad bestreiten, außerdem ein freies Spiel.

### Fazit

Als anspruchsvoller und umfangreicher Mikromanagement-Zeitvertreib im Stil der Siedler-Titel ist Endzone gelungen, aber wer eine packende Story mit tragischen Szenen erleben möchte, ist mit Frostpunk besser beraten.

(lmd@ct.de) **ct**

## Endzone – A world apart

### Aufbaustrategiespiel

Vertrieb	Assemble Entertainment, Gentlymad Studios, endzone-game.com
Systemanf.	Windows 10 (64 Bit)
Preis	24 €

# WILLKOMMEN IN DEN GUTEN ALTEN ZEITEN...

Testen Sie Retro Gamer  
mit 30 % Rabatt!

2 Ausgaben als Heft oder digital  
+ Geschenk nach Wahl



Jetzt bestellen:

[www.emedia.de/rg-mini](http://www.emedia.de/rg-mini)

30 %  
Rabatt!



(0541) 800 09 126



leserservice@emedia.de



eMedia Leserservice, Postfach 24 69, 49014 Osnabrück

# Was heißt hier anonym?

## Unwahre Tatsachenbehauptungen können Auskunft über Verfasseridentität rechtfertigen

**Wer auf einem Bewertungsportal über einen Arbeitgeber herzieht und dabei lügt, kann – wenn es hart auf hart kommt – seine Anonymität einbüßen.**

Von Verena Ehrl

Personalverantwortliche informieren sich im Internet über Spuren, die ein Bewerber dort hinterlassen hat. Das gehört zum Alltag. Umgekehrt müssen auch Arbeitgeber damit leben, dass Mitarbeiter ihre Erfahrungen online preisgeben.

Portale wie Kununu, Meinchef oder Jobvoting verbinden mehrere Ideen miteinander: Nutzer können dort ihre Einschätzung von Führungsstil, Unternehmenskultur und anderen Aspekten konkreter Betriebe loswerden. Zudem lockt die Aussicht, besonders attraktive Arbeitgeber aufzustöbern, Bewerbungswillige auf die Plattformen. Über Werbung und die Veröffentlichung zu besetzender Arbeitsstellen treten wiederum Unternehmen dort in Kontakt mit suchenden Anwendern.

Auch wenn man sich mit Realnamen registrieren muss, um Bewertungen abzugeben, sichern solche Portale ihren Nutzern normalerweise Anonymität zu. Insofern kann ein Unternehmen, das sich rechtswidrig an den Pranger gestellt sieht, im Allgemeinen nur gegen den Betreiber der Bewertungsplattform vorgehen. In der Regel geschieht dies mit der Absicht, rechtsverletzende Erfahrungsberichte löschen zu lassen. Dass Plattformbetreiber tatsächlich Daten von Nutzern herausrücken müssen, geschieht nur sehr selten.

Dennoch kann es passieren. Einen solchen Fall hat im Dezember 2020 das Oberlandesgericht (OLG) Celle in zweiter Instanz verhandelt [1]. Ein IT-Unternehmen, das 25 Mitarbeiter beschäftigt, war gegen den Betreiber eines Portals für Arbeitgeberbewertungen vorgegangen. Das

Ziel: diejenigen ausfindig zu machen, die bestimmte Beiträge über das Unternehmen dort platziert hatten.

Zwei Nutzer hatten unter der Verfasserbezeichnung „Mitarbeiter“ einige Erfahrungen zum Besten gegeben. Einer hatte gepostet, das Gehalt komme nicht pünktlich und Telefone im Betrieb seien „wegen offener Rechnungen“ gesperrt worden. Als „Verbesserungsvorschlag“ erschien unter anderem: „Pünktliche Gehaltszahlungen anstreben“. Unter „Gehalt/Sozialleistungen“ berichtet einer der „Mitarbeiter“, er habe zeitweise gar kein Geld bekommen und als er das Gespräch gesucht habe, seien nur zehn Prozent des Gehalts geflossen. In der Zusammenfassung unter dem Stichwort „Contra“ erschienen schwere Anschuldigungen: „Kein pünktliches Gehalt, zeitweise gar kein Gehalt“ und „Betriebliche Rentenversicherung abgezogen, aber nicht an die Versicherung gegeben“.

Wer so etwas liest, muss den Eindruck gewinnen, dass dem bewerteten Arbeitgeber das Wasser bis zum Hals steht. Die betroffene IT-Firma erklärte, die Behauptungen, es sei kein Gehalt gezahlt worden,

seien unwahr. Sie wollte sich nicht mit einer Löschung zufriedengeben, sondern gegen die Verfasser selbst vorgehen. Daher forderte sie den Portalbetreiber auf, für die betreffenden Beiträge die Bestands- und Nutzungsdaten der Verfasser herauszugeben. Das betraf IP-Adressen, den genauen Zeitpunkt des Hochladens der Bewertung sowie Namen und E-Mail-Adressen.

Der Portalbetreiber weigerte sich. Seine Argumente: Die kritisierten Beiträge enthielten keine strafbaren Äußerungen. Außerdem habe das betroffene IT-Unternehmen nicht bewiesen, dass die Behauptungen der Nutzer unwahr seien.

In erster Instanz befasste das Landgericht (LG) Stade sich mit der Sache. Es entschied im Oktober 2020 zugunsten des klagenden Unternehmens [2]. Der Plattformbetreiber legte Beschwerde gegen diesen Beschluss ein. Das OLG Celle als Beschwerdeinstanz entschied rund zwei Monate später, dass die verlangten Verfasserdaten zu einer der beiden in Frage stehenden Bewertungen herauszugeben seien. In Bezug auf alle übrigen Fragen ließen die OLG-Richter das IT-Unternehmen abblitzen.

Wer sich für eine Stelle in einem Betrieb interessiert, schaut etwa auf der zu Xing gehörenden Plattform Kununu gern mal nach Erfahrungen von Leuten, die beim angepeilten Unternehmen beschäftigt sind oder waren.

## Absolut geschützte Rechte“

Die Grundlage für den Herausgabeanspruch ist § 14 Abs. 3 des deutschen Telemediengesetzes (TMG): Danach darf „ein Diensteanbieter [...] im Einzelfall Auskunft über bei ihm vorhandene Bestandsdaten erteilen, soweit dies zur Durchsetzung zivilrechtlicher Ansprüche wegen der Verletzung absolut geschützter Rechte [...] erforderlich ist“.

Bestandsdaten sind Daten eines Teilnehmers, die der Telemedienanbieter im Rahmen seines Vertragsverhältnisses mit diesem erhebt und speichert. Dazu gehören Name und Adresse.

Nutzungsdaten sagen wiederum aus, wann bestimmte Dienste genutzt wurden. Sie sind für sich genommen nicht personalisiert beziehungsweise personalisierbar. Mit ihnen allein kann ein Anspruchsteller beim Verfolgen von Rechtsverletzungen nichts anfangen. Erst in Verbindung mit den dazugehörigen Bestandsdaten gewinnen sie für ihn einen Wert. Die jedoch dürfen als personenbezogene Daten nur dann herausgegeben werden, wenn es im Einzelfall unbedingt notwendig ist, um ein schwerer wiegendes Rechtsgut zu schützen.

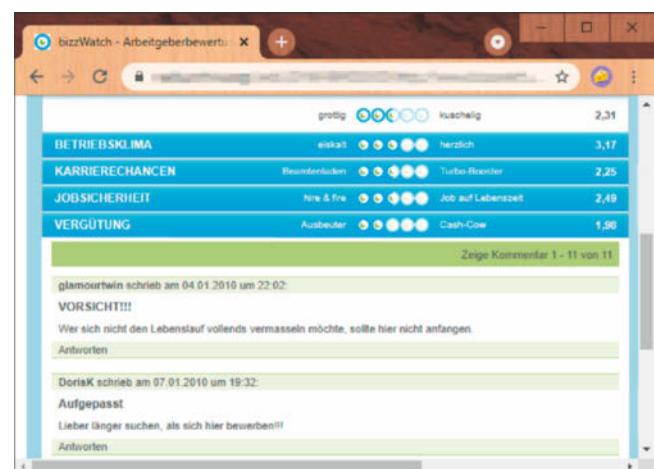
Für die Frage, wann ein Anbieter die Anonymität eines Nutzers nicht mehr aufrecht erhalten darf, gibt es keine Checkliste. In jedem Einzelfall muss eine Interessenabwägung stattfinden: Wem gebührt stärkerer Schutz – dem allgemeinen Persönlichkeitsrecht des Verfassers, der anonym bleiben will, oder den Rechten desjenigen, den die Behauptungen möglicherweise wahrheitswidrig belasten?

Die „Durchsetzung zivilrechtlicher Ansprüche“, von der das Gesetz spricht, betrifft im gegebenen Fall Unterlassungs- und Schadenersatzansprüche, die gemäß § 823 des Bürgerlichen Gesetzbuchs (BGB) durch die Verletzung „absoluter Rechte“ entstehen.

## Strafrecht, hilf mal!

Welches „absolute Recht“ ist im Fall der Arbeitgeberbewertungen verletzt worden? Es müsste eines sein, das auch durchs Strafrecht geschützt ist. § 185 des Strafgesetzbuchs (StGB) behandelt Beleidigungen – also Meinungsäußerungen, die so abwertend sind, dass sie bestraft werden sollen. § 186–190 StGB betreffen Tatsachenbehauptungen, die bewiesen oder widerlegt werden können. All diese Normen zielen auf die persönliche Ehre der Tatopfer ab. Das OLG Celle stellt jedoch klar: Nur natürliche Personen haben eine Ehre in diesem engen Sinn, Unternehmen

**Etliche Portale im Web erlauben Nutzern eine Bewertung ihrer Arbeitgeber. Ein Pionier in dieser Hinsicht war BizzWatch. Die Website, die 2016 offline ging, inspirierte andere Anbieter – unter den heutigen Plattformen präsentiert sich aber keine so unternehmenskritisch.**



nicht. Allerdings hat die Rechtsprechung auf Grundlage von § 823 Abs. 1 BGB das „Recht am eingerichteten und ausgeübten Gewerbebetrieb“ entwickelt. Es betrifft alles, was für den wirtschaftlichen Wert eines Unternehmens wichtig ist.

Das Strafrecht nennt einen in diesem Zusammenhang auch bei Unternehmen wichtigen Aspekt: die Kreditwürdigkeit. § 187 StGB stellt falsche Aussagen dazu explizit unter Strafe, wenn sie geeignet sind, „das Vertrauen in die Fähigkeit oder in die Bereitschaft des Betroffenen zur Erfüllung vermögensrechtlicher Verbindlichkeiten zu erschüttern.“

Den Richtern zufolge waren die zur Debatte stehenden Aussagen genau dazu geeignet. Die bloße Behauptung des angegriffenen Unternehmens, dass tatsächlich ein durchsetzbarer Anspruch gegen die Verfasser vorliege, reiche zur Herausgabe der Daten zwar nicht aus. Der Amtsgerichtsgrundsatz bei Gerichtsverfahren um einstweilige Anordnungen genüge aber, um über die Berechtigung des Anspruchs eine hinreichende Klarheit zu gewinnen. Das heißt: Das Gericht prüft, inwieweit die Behauptung schlüssig und nachvollziehbar dargelegt ist.

Die Sache ist deshalb so vertrackt, weil es um ein Dreiecksverhältnis zwischen Bewertungsportal, Nutzer und Arbeitgeber geht: Solange der Arbeitgeber nicht weiß, wer der Verfasser ist, kann er diesen nicht verfolgen und seine Vorwürfe gerichtsfest entkräften. Wiederum würde es für das Unternehmen eine unlösbare Aufgabe bedeuten, vorab eine lückenlose Beweiskette zu liefern: Sämtliche Zahlungsvorgänge für alle Mitarbeiter über einen unklaren Zeitraum müssten auf den Tisch kommen. Das würde wiederum schützenswerte Daten unbeteiligter Mitarbeiter offenlegen.

Die Lösung des Rätsels lag in diesem Fall in der materiellen Prüfpflicht des Portalbetreibers. Der Bundesgerichtshof hat diese Pflicht seit seinem 2016 ergangenen Urteil zu einem Arztbewertungsportal in seiner Rechtsprechung etabliert [3]. Bewertungsportale müssen im Zweifel von ihren Usern konkrete Nachweise dafür verlangen, dass aufgestellte Behauptungen der Wahrheit entsprechen. Im Verfahren vor dem OLG Celle hatte sich der Plattformbetreiber jedoch nicht um solche Nachweise bemüht. Die Richter fanden, es sei völlig zumutbar, vom Bewertenden zusätzliche Angaben und Nachweise zu verlangen, ohne dabei dessen Identität aufzudecken. Der bewertete Arbeitgeber müsse hingegen zur Untermauerung seines Anspruchs lediglich eine schlüssige Darlegung seiner Zahlungsmoral liefern.

Beim zweiten Beitrag sah das OLG hingegen keine Datenherausgabe gerechtfertigt: Der „Verbesserungsvorschlag“, pünktliche Gehaltzahlungen anzustreben, sei zu unkonkret. Und gegen die Behauptung, wegen offener Rechnungen seien Telefone gesperrt gewesen, habe das IT-Unternehmen nichts vorgebracht.

Der OLG-Beschluss unterstreicht einen wichtigen zivilrechtlichen Grundsatz: Innerhalb seiner Sphäre muss jeder das ihm Mögliche tun, um die eigene Position zu untermauern. Was er nicht ausdrücklich vorbringt, zählt auch nicht. Und wer sich online hemmungslos äußert, sollte im Streitfall auch in der Lage sein, das zu belegen, was er von sich gegeben hat. (psz@ct.de) ct

## Literatur

- [1] OLG Celle, Beschluss vom 7.12.2020, Az. 13 W 80/20: heise.de/s/npQj
- [2] LG Stade, Beschluss vom 21.10.2020, Az. 2 O 158/20: heise.de/s/2nwm
- [3] BGH, Urteil vom 1.3.2016, Az. VI ZR 34/15: heise.de/s/Ze5j

# Tipps & Tricks

# Sie fragen – wir antworten!

## BIOS-Setup-Taste funktioniert nicht

Ich habe vor einiger Zeit einen älteren PC bekommen, der noch sehr gut funktioniert. Allerdings gibt es ein Problem: Ich komme nicht in das BIOS/UEFI-Setup. Das Mainboard ist ein Gigabyte X99-UD5 Wifi. Laut Handbuch soll man während des Selbsttests direkt nach dem Einschalten die Entf-Taste drücken, um ins Setup zu kommen – das scheint aber nicht zu funktionieren oder ich erwische den richtigen Zeitpunkt nicht.

Wenn Funktionen wie Fast Boot aktiviert sind, kann es sein, dass das Board schon am Einsprungpunkt für das UEFI-Setup vorbei ist, bevor die Tastatur überhaupt initialisiert wird: Dann kann Ihr Rechner den Tastendruck gar nicht registrieren. Normalerweise sollte das Problem aber schlimmstenfalls durch das Drücken der Hardware-Reset-Taste zu umschiffen sein.

Sofern Sie über ein lauffähiges Windows verfügen, können Sie sich auch wie folgt behelfen: Weisen Sie Windows über das Startmenü zum Neustart an und halten Sie dabei die Umschalttaste gedrückt. Daraufhin öffnet sich ein Optionsmenü, in dem Sie „Problembehandlung“ und dann „Erweiterte Optionen“ auswählen. Darin gibt es den Punkt „UEFI-Firmwareeinstellung“. Der bringt Sie nach einem Bestätigungsdialog beim nun folgenden Neustart direkt ins UEFI.

Benötigen Sie diese Funktion häufiger und der erwähnte Fast-Boot-Modus ist nicht schuld oder das Abschalten hilft nicht, können Sie auch eine Batch-Datei mit folgendem Kommando anlegen, die Sie zum Neustart in die Firmware einfach nur per Rechtsklick „als Administrator ausführen“ müssen:

```
shutdown.exe /r /fw /t 0
```

Achtung: Der PC fährt dann ohne weitere Nachfrage herunter – sichern Sie zuvor

Ihre Arbeit! Die Zahl hinter /t gibt die Sekunden bis zum Herunterfahren an. Hier können Sie auch ein paar Bedenkssekunden eintragen. Abbrechen lässt sich der Vorgang allerdings nur in einer mit administrativen Rechten laufenden Eingabeaufforderung mit dem Befehl shutdown /a. (csp@ct.de)

Dort angekommen öffnet ein Klick auf den Namen der WLAN-Verbindung dessen Status-Fenster und ein weiterer auf „Drahtloseigenschaften“ ebendiese. Das gesuchte Kennwort zeigt Windows auf der Seite „Sicherheit“ im Feld „Sicherheitsschlüssel“ an, wenn Sie das Häkchen bei „Zeichen anzeigen“ setzen. (hos@ct.de)

## WLAN-Kennwort auslesen

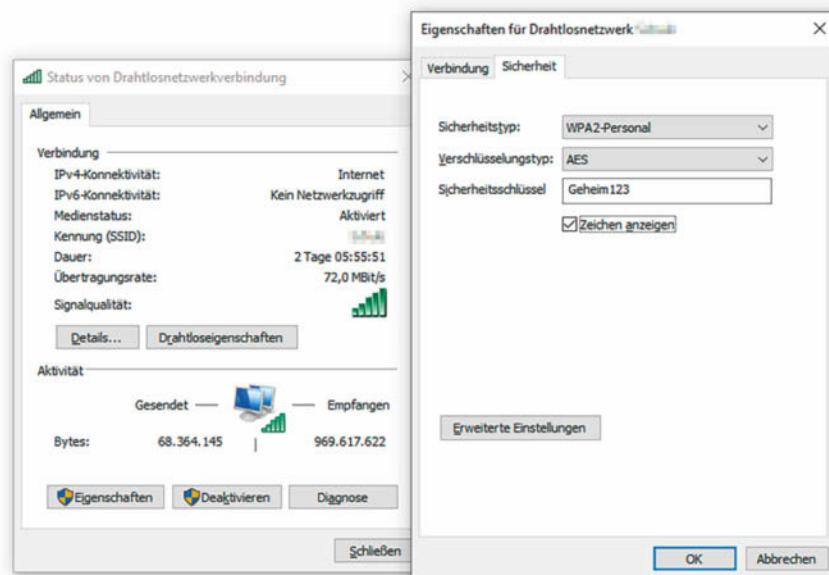
Ich fürchte, ich habe mein WLAN-Passwort vergessen. Mein Windows-Notebook scheint es aber noch zu kennen, jedenfalls meldet es sich anstandslos automatisch an. Kann ich Windows irgendwie dazu überreden, mir das Kennwort zu verraten?

Ja, das geht. Öffnen Sie dazu mit einem Rechtsklick auf das WLAN-Symbol im System-Tray die „Netzwerk- und Interneteinstellungen“. Klicken Sie unter „Erweiterte Netzwerkeinstellungen“ auf „Netzwerk- und Freigabecenter“.

## Linux: Standardansicht im PDF-Viewer

Wie bringe ich den bei Ubuntu und Gnome standardmäßig genutzten PDF-Viewer Evince dazu, Dokumente immer in der Ansicht „An Seite anpassen“ zu öffnen? Ich habe keine Möglichkeit gefunden, Programmeinstellungen festzulegen.

Evince hat tatsächlich keinen klassischen Einstelldialog, bietet aber einen anderen Weg: Öffnen Sie ein beliebiges PDF-Dokument, wählen Sie die gewünschten Ansichtsparameter und akti-



Über die Eigenschaften der WLAN-Verbindung in der Systemsteuerung erfährt man, welches Passwort Windows zum Anmelden ans WLAN verwendet.



**Der Linux-PDF-Betrachter Evince hat zwar keinen Einstellungsdialog, kann sich aber einmal gewählte Optionen merken.**

vieren Sie dann im Hamburger-Menü den Eintrag „Momentane Einstellungen als Standard speichern“. Alle dem Programm bislang nicht begegneten Dokumente öffnet es fortan mit dieser Konfiguration. Bei Dokumenten, die es schon mal angezeigt hat, verwendet es aber weiter die dabei genutzten Einstellungen.

(Thorsten Leemhuis/lmd@ct.de)

## AdGuard Home verschlüsselt nicht

! Ihr Artikel zu Adguard Home in c't 7/2021 („Geschmeidiger Wegweiser“, S. 158) hat mir so gut gefallen, dass ich mir den Adblocker gleich mal installiert habe. Besonders überzeugt hat mich das Versprechen, dass er für DNS-Abfragen die verschlüsselnden Protokolle DoT und DoH benutzen kann. Obwohl ich DNS-Server eingetragen habe, die diese beherrschen, steht im Anfrageprotokoll immer nur „einfaches DNS“ – die DNS-Abfragen scheinen also nicht per TLS oder HTTPS verschlüsselt zu werden. Anscheinend muss ich mir noch ein Zertifikat etwa über Let's Encrypt erstellen, damit das funktioniert. Oder habe ich etwas nicht verstanden?

! AdGuard Home konfiguriert normalerweise so, dass nur der zweite Teil der Strecke verschlüsselt wird – also der Verkehr vom AdGuard Home zum

konfigurierten DNS-Resolver mit DoT- oder DoH-Funktionen.

Hingegen läuft auf dem ersten Teil der Strecke – von Ihren Netzwerkgeräten zum AdGuard Home – die DNS-Kommunikation unverschlüsselt ab und genau das steht auch im „Anfrageprotokoll“ von AdGuard Home. Das ist nicht nur nicht besorgnisregend, sondern in den meisten Fällen sogar erwünscht, denn der Großteil der Netzwerkgeräte beherrscht keine DNS-Verschlüsselung.

Man könnte nun AdGuard Home mit Zertifikaten bestücken und so auch im Heimnetz verschlüsselte DNS-Kommunikation ermöglichen. Das könnten aber nur solche Geräte nutzen, auf denen Sie per Hand einen verschlüsselnden DNS-Client installieren, beispielsweise Stubby, das für Windows, Linux und macOS erhältlich ist. Dieser Aufwand lohnt aber nur, wenn man ein Netzwerk mit sehr hohen Sicherheitsanforderungen betreibt. (dz@ct.de)

## Verschlüsselnde DNS-Resolver

! In Ihrem Artikel zu DNS-Sicherheit in c't 4/2021 („Doppelt verschlüsselt“, S. 134) versprechen Sie: „Listen mit zahlreichen DoT-Resolvern finden Sie über ct.de/yy1h.“ Auf der Projektseite finde ich den Link zum DNS Privacy Project und dort sieben Anbieter. Ist diese Liste gemeint oder übersehe ich irgendwo noch weitere Listen?

! Ja, damit sind die von der Arbeitsgruppe DNS Privacy gesammelten DoT-Resolver gemeint. Einige davon stecken schon in der Datei /etc/stubby/stubby.yml. Einige Leser haben auf der Seite von DNS Privacy noch weitere DoT-Resolver genannt. Deren Vertrauenswürdigkeit ist aber ungeprüft.

Generell sind DoT-Resolver noch deutlich seltener als DoH-Resolver. Weitere Resolver-Listen, die sich aber natürlich teils überschneiden, finden Sie zum Beispiel unter [www.privacy-handbuch.de/handbuch\\_93d.htm](http://www.privacy-handbuch.de/handbuch_93d.htm) und unter [dnscrypt.info/public-servers](http://dnscrypt.info/public-servers).

Für macOS- und iOS-User gibt es diverse fertige Konfigurationsprofile auf der Seite [encrypted-dns.party](http://encrypted-dns.party). Die sind zunächst mal für Macs und iPhones gedacht (man lädt sie per Mausklick), aber wenn man diese XML-Dateien mit einem Texteditor öffnet, kann man die darin aufge-

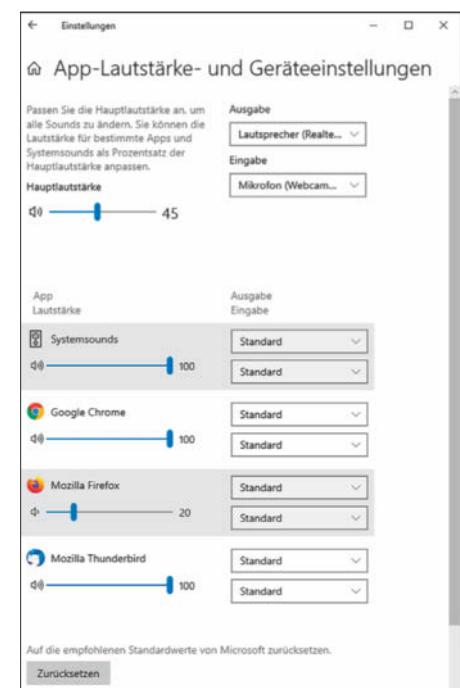
führten Resolver-Adressen einfach herauskopieren. (dz@ct.de)

**Alle genannten Adressen zum Anklicken:**  
[ct.de/y5c8](http://ct.de/y5c8)

## Browser spielt Audio zu leise

! Wenn ich mir auf YouTube oder in einer Mediathek ein Video mit Firefox ansehe, höre ich den Ton nur sehr leise. Die Lautstärkeregelung auf der jeweiligen Seite ist am Anschlag und die von Windows so laut eingestellt, dass System-Sounds in den Ohren schmerzen. Wenn ich dieselbe Seite mit dem gleichen Video mit Chrome öffne, ist der Ton so, wie ich mir das vorstelle. Was ist da los?

! In Windows 10 lässt sich die Lautstärke nicht nur systemweit, sondern auch für einzelne Anwendungen regeln. Wahrscheinlich ist Ihnen das bei Firefox verkehrt passiert. Um das zu beheben, öffnen Sie Firefox und starten Sie irgend ein Video. Per Rechtsklick auf das Lautsprechersymbol im System Tray können Sie nun den „Lautstärkemixer öffnen“. Dessen Regler reagieren aber häufig unintuitiv, indem sie sich gegenseitig beeinflussen. Bequemer gehts über die Windows-Einstellungen: Dort wechseln Sie



**In den Einstellungen von Windows lässt sich die Lautstärke der Sound-Ausgabe für alle Anwendungen getrennt regeln.**

auf die Seite „System/Sound“ und klicken unten unter „Erweiterte Soundoptionen“ auf „App-Lautstärke- und Geräteeinstellungen“. Nun können Sie die Lautstärke aller gerade laufenden Anwendungen und die für Systemklänge getrennt anpassen. Voreingestellt ist für alle Anwendungen 100 Prozent, denn dieser Wert ist immer relativ zur Hauptlautstärke gemeint.

(hos@ct.de)

## Gleiche Ansicht für alle Ordner

Ich bin es gewohnt, dass mein Explorer-Ordnerinhalte immer in der Detailansicht anzeigen und dabei zusätzlich zu den normalen Angaben noch die Spalte „Attribute“ einblendet. Seit dem letzten Windows-Upgrade fehlt diese Spalte. Meine Versuche, sie zurückzuholen, haben bislang immer nur für einzelne Ordner geklappt. Muss ich mich jetzt wirklich durch alle Ordner klicken? Ich meine mich zu erinnern, dass ich das früher einmal mit wenigen Mausklicks geschafft habe, aber ich weiß nicht mehr, wie. Können Sie mir auf die Sprünge helfen?

Sie können die Ansicht für alle Ordner eines Typs – also für „Allgemeine Elemente“, „Dokumente“ et cetera – Ihren Vorlieben anpassen, indem Sie zunächst wie gehabt einen solchen Ordner so einstellen, wie Sie sich das vorstellen, also Symbolgröße festlegen, Spalten aus- und

Fragen richten Sie bitte an

ct hotline@ct.de

c't Magazin

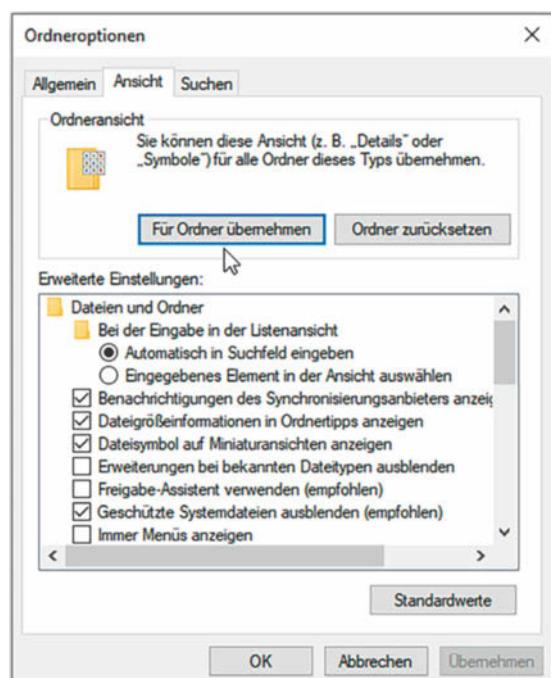
@ctmagazin

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).

einblenden, Spaltenbreiten definieren, bei Bedarf Sortierung und Gruppierung festlegen und so weiter. Anschließend klicken Sie im Ribbon „Ansicht“ auf „Optionen“, wechseln auf dem erscheinenden Dialog auf die Seite „Ansicht“ und klicken auf „Für Ordner übernehmen“. Damit erreichen Sie global alle Ordner dieses Typs auf allen Datenträgern. (hos@ct.de)

## Seltsame Benchmark-Ergebnisse

Ich verwende schon seit Ewigkeiten ein kleines Benchmark-Programm aus der Beispielsammlung von GFA-Basic namens FarnBenchmark. Dieses habe ich leicht abgewandelt für ein Fenster (1000 × 800 Punkte) kompiliert. Ich habe es nur schwer akzeptieren können, dass sich die Ergebnisse dieses kleinen, aber schönen und superschnellen Benchmarks mit der Einführung von Windows 7, 8 und 10 erheblich verschlechtert haben. Mein Benchmark liefert auf einem i7-8700 (mit iGPU 630) ein Ergebnis von 5,9 Sekunden, auf einem Ryzen 3950X (mit GTX 1660) 7,4 Sekunden, jedoch auf einem relativ billigen i3-10100 (mit iGPU 630) 3,6 Sekunden (alles unter Windows 10 mit aktuellen Updates). Warum läuft das Programm auf einer Intel-CPU der zehnten Generation plötzlich wieder schneller?



Ein Klick auf „Für Ordner übernehmen“ in den Explorer-Ordneroptionen legt auf einen Schlag die Ansicht für alle Ordner eines Typs fest.

Da spielen viele Faktoren eine Rolle.

Das Verhalten der neueren Windows-Versionen ist leicht erklärbar: Das Uralt-Programm verwendet eine alte Schnittstelle zur Grafikausgabe (GDI, Graphics Device Interface). Seit Windows 7 verwendet Microsoft stattdessen primär die GPU-beschleunigte Schnittstelle Direct2D, die hauptsächlich auf der Grafikkarte läuft und viel schneller ist. Die alte GDI-Schnittstelle ist aus Kompatibilitätsgründen weiter vorhanden, läuft aber fast nur noch auf dem Prozessor, was erheblich langsamer ist als früher. Die virtuelle Maschine übersetzt die internen GDI-Zugriffe dann in Direct2D des Wirtssystems, sodass darin das Programm schneller läuft.

Außerdem handelt es sich um sehr alten Programmcode aus Uralt-Compilern. Damit moderne CPUs ihre optimale Performance liefern können, muss der Code auch mit aktuellen Compilern übersetzt werden. Zudem nutzt die Software nur einen Kern, ein Großteil der Performance moderner CPUs liegt also brach.

Warum die Software auf der zehnten Generation der Core-i-Prozessoren schneller läuft, können wir nicht ohne Weiteres sagen. Die Architekturunterschiede zur achten und neunten Generation sind extrem gering. Eventuell ist es eine Nebenwirkung der Fixes für die Spectre/Meltdown-Lücken. Da wurden bei den Core i-10000 einige Änderungen in Hardware vorgenommen, sodass die Microcode-Anpassungen der älteren CPUs nicht mehr notwendig sind. Wenn Ihr Benchmark zufällig genau so einen Befehl intensiv benutzt, kann sich das im Ergebnis stark auswirken. Durch die Microcode-Anpassungen läuft der Code ja nicht einfach durch die CPU, sondern die Befehle werden jedes Mal in andere übersetzt, die nicht für die Angriffe anfällig sind. Das kostet dann vergleichsweise viel Zeit. Aber das ist nur eine Spekulation.

Ansonsten allgemein zum Benchmarking: Wir verwenden sehr wenig synthetische Software wie diesen Benchmark, sondern wenn möglich reale Anwendungsprogramme beziehungsweise Benchmarks, die von solchen abgeleitet sind. Wir messen, wie lange es braucht, ein Video zu kodieren, wie schnell Dateien gepackt werden und so weiter. Das ist erheblich praxisnäher, zumal die Programme ja permanent aktualisiert werden und neue Compiler verwenden. (chh@ct.de)

Die Online-Konferenzen zur secIT by Heise

# secIT Special

## IT-Security im Fokus

Vertiefen Sie in einer spannenden Keynote sowie in 3 interaktiven Vorträgen Ihr Wissen rund um IT-Security. Jedes secIT Special präsentiert Ihnen ein exklusives Thema.

### DIE TERMINE

20. Mai 2021

#### IR, SOC und SIEM

Verteidigung chinesisch (nicht nur) für Anfänger!

- ▶ Monitoring und Einbruchserkennung – Ein Überblick zu Markt und Techniken

*Stefan Strobel*

- ▶ Digitaler Ersthelfer – Erste Schritte für Mitarbeiter

*Martin Wundram*

16. September 2021

#### Cybersicherheit für KMU

Kaufen, mieten oder selber machen?

- ▶ Machen oder machen lassen, das ist hier die Frage! Cybersicherheit in KMU

*Daniel Jedecke*

- ▶ Cybersicherheitscheck für KMU

*Viktor Rechel*

9. Dezember 2021

#### Hacking for Security

Was Sicherheitstests für Unternehmen bringen!

- ▶ Die verschiedenen standardisierten Vorgehensweisen für Pentests nach BSI

*Inès Atug*

- ▶ Live Hack – Wie Angreifer Ihre Cloud übernehmen und Unternehmen infiltrieren

*Rafael Fedler*



**JETZT ANMELDEN**

<https://konferenzen.heise.de/secit-special>

Jetzt Kombi-

Rabatt sichern

und **über 30% sparen!**

# FAQ

# FAQ: Signal

**Viele WhatsApp-Nutzer steigen in jüngster Zeit auf die datenschutz-freundliche Alternative Signal um. Wir beantworten die wichtigsten Fragen für neue und alte Nutzer.**

**Von Ronald Eikenberg**

## Lohnt der Umstieg?

❓ Ist Signal besser als WhatsApp?

❗ In puncto Datenschutz hat Signal klar die Nase vor. Dahinter steckt die gemeinnützige Signal-Stiftung, die kein Geld mit den Daten der Nutzer verdient, während WhatsApp seit einigen Jahren von der Datenkrake Facebook betrieben wird. Anders als WhatsApp ist Signal zudem Open Source, den Quellcode der App kann somit jedermann einsehen und überprüfen. Auch bei der Sicherheit liegt Signal in Führung: Sowohl Signal als auch WhatsApp nutzen das Signal-Protokoll zur Kommunikation, das gewährleistet, dass Nachrichten Ende-zu-Ende-verschlüsselt an den Empfänger übertragen werden. Signal schützt darüber hinaus Metadaten wie Telefonnummern, Chatkontakte oder Gruppenzugehörigkeiten besser als WhatsApp (siehe c't 8/2021, S. 24). Der Funktionsumfang ist hingegen bei WhatsApp derzeit noch etwas größer, die Signal-Entwickler arbeiten jedoch daran, die von WhatsApp & Co. bekannten Features nach und nach umzusetzen.

auf dem Desktop autark: Sie können die Desktop-App also auch dann nutzen, wenn Ihr Smartphone ausgeschaltet ist. Aufgrund der Verschlüsselung erscheinen auf gekoppelten Geräten ausschließlich Nachrichten, die seit der Kopplung eingetroffen sind, frühere Nachrichten könnte der Rechner auch nicht entschlüsseln. Entkoppeln Sie verknüpfte Clients, die Sie nicht länger nutzen.

oder die vorhandene Gruppe auf den neuen Gruppentyp umstellen (siehe „Alte und neue Gruppen“). Signal unterstützt Gruppenanrufe mit bis zu fünf Teilnehmern. Dieses Limit soll in Zukunft angehoben werden. Die Sprach- und Videoanrufe funktionieren auch auf dem Desktop.

## Signal statt USB-Stick

❓ Kann ich Signal nutzen, um Daten zwischen meinen Geräten auszutauschen?

❗ Ja, Signal kann Dateien und Nachrichten auch innerhalb eines Accounts verschicken und so als Ersatz für den USB-Stick und als digitaler Notizblock dienen. Chatten Sie sich über den Kontakt „Notiz an mich“ einfach selbst an. Die Übertragung erfolgt auch in diesem Fall verschlüsselt. Das Größenlimit liegt bei 100 MByte pro Datei, die Übertragung ausführbarer Dateien ist bei Signal aus Sicherheitsgründen nicht gestattet. Sie können solche Dateien jedoch in ein Zip-Archiv packen und verschicken.

## Signal auf dem Desktop

❓ Kann ich Signal auch auf dem PC nutzen?

❗ Ja, Signal gibts auch für Windows, macOS und Linux (siehe ct.de/y6dw). Sie müssen die Desktop-App vor der ersten Nutzung mit dem Smartphone koppeln. Öffnen Sie hierzu die Einstellungen der Smartphone-App und fügen Sie den PC unter „Gekoppelte Geräte“ hinzu. Anschließend können Sie mit der Smartphone-App den QR-Code scannen, der Ihnen auf dem Rechner angezeigt wird. Anders als WhatsApp funktioniert Signal

## Videocalls in Gruppen

❓ Unterstützt Signal Videokonferenzen?

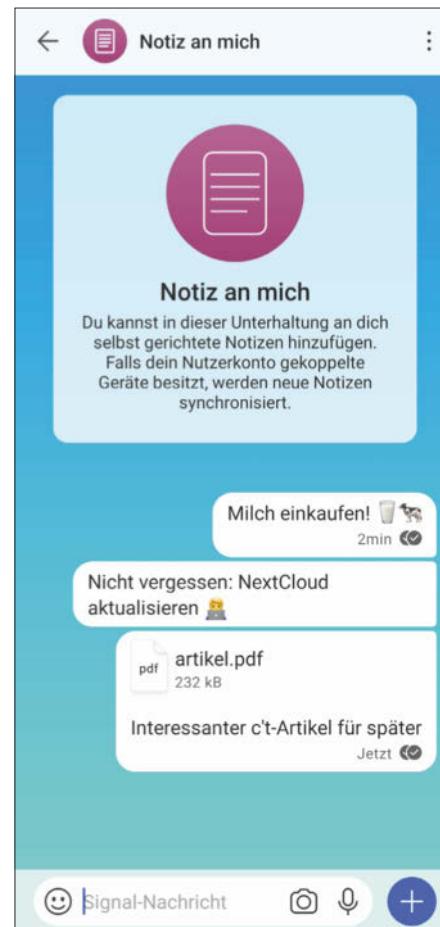
❗ Ja, seit Kurzem können Sie verschlüsselte Sprach- und Videotelefonate auch in Gruppen führen. Öffnen Sie hierzu einfach die Chatgruppe und klicken Sie auf das Kamerasyymbol oben rechts. Fehlt das Symbol, dann handelt es sich noch um eine Gruppe des alten Typs, der nicht alle modernen Funktionen unterstützt. In diesem Fall können Sie entweder eine neue Gruppe mit den gewünschten Gesprächspartnern erstellen



## PIN-geschützt

❓ Warum muss ich eine Signal-PIN setzen?

❗ Die Signal-PIN schützt die Daten, die mit Ihrem Account verknüpft sind, darunter Ihre Kontakte, Ihr Profil und die Einstellungen. Ist keine PIN gesetzt, können diese Daten nicht wiederhergestellt werden, wenn Signal auf einem neuen Gerät eingerichtet wird und Sie kein Backup haben – Sie müssen dann bei null anfangen. Dies ist ein wichtiger Schutz, da die Verknüpfung mit der Rufnummer allein zu unsicher wäre: Wird Ihre Rufnummer einem neuen Mobilfunkkunden zugeordnet, könnte diese Person sonst auf Ihre Daten zugreifen. Auch Angriffe, bei denen der Täter eine weitere SIM-Karte für Ihren Mobilfunkvertrag bestellt, werden so verhindert. Sie können in den Signal-Einstellungen unter „Datenschutz“ zudem eine Registrierungssperre aktivieren, die verhindert, dass neue Geräte ohne Ihre Zustimmung mit Ihrer Rufnummer verknüpft werden. Diese Sperre gilt sieben Tage: Sind Sie eine Woche inaktiv, wird Ihre Rufnummer wieder für neue Clients freigegeben.



## Mehr Privatsphäre

❓ Was kann ich tun, um meine Privatsphäre bestmöglich zu schützen?

❗ Signal bietet eine Reihe optionaler Funktionen, mit denen Sie den Datenschutz verbessern können. Aktivieren Sie in den Einstellungen unter „Datenschutz“ die Option „Inkognito-Tastatur“, damit Signal Ihrer Bildschirmtastatur signalisiert, dass Texteingaben nicht im Wörterbuch – und damit oft auch in der Cloud – gespeichert werden. Deaktivieren Sie bei Bedarf die Lesebestätigungen und Tipp-Indikatoren, um zu verhindern, dass Ihr Gesprächspartner erfährt, wann Sie eine Nachricht gelesen haben und wann Sie tippen. Wenn Sie „Anrufe immer indirekt“ aktivieren, dann leitet die App Ihre Anrufe generell über Signal-Server. Dadurch verhindern Sie, dass der Angerufene Ihre IP-Adresse erfährt. Darunter kann allerdings die Anrufqualität leiden.

Bei besonders sensiblen Unterhaltungen können Sie in den Einstellungen des Chats festlegen, dass Nachrichten nach einer definierten Zeit automatisch gelöscht werden. Die Zeit läuft erst, nach-

**Notiz an mich:** Signal dient auch als digitaler Notizblock und kann Dateien von einem Gerät aufs andere transportieren.

dem der Empfänger die Nachricht erstmalig gelesen hat. Ein böswilliger Chatpartner kann die Nachrichten natürlich trotzdem dokumentieren, etwa, indem er sein Handydisplay abfilmt.

## Sicherheitsnummern

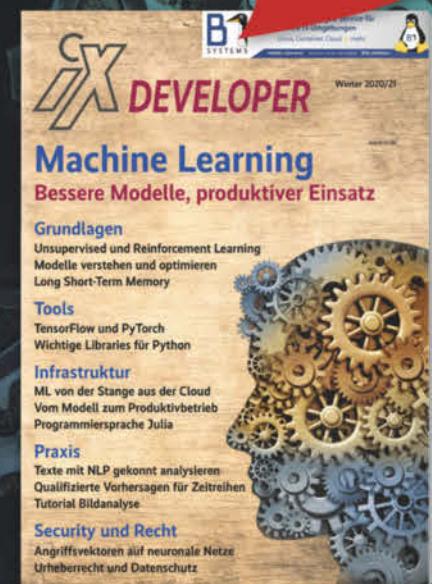
❓ Was bedeuten die Sicherheitsnummern auf den Profilen meiner Kontakte? Muss ich die überprüfen?

❗ Anhand der Sicherheitsnummer können Sie überprüfen, ob Ihre Nachrichten auch tatsächlich den richtigen Empfänger erreichen. Bei Signal hat jeder Chat eine eigene. Es handelt sich dabei im Wesentlichen um einen Fingerabdruck des eingesetzten Kryptoschlüssels. Ändert sich dieser Schlüssel, dann wurde der Account Ihres Kontakt möglicherweise von einer fremden Person übernommen. Es gibt aber auch legitime Ursachen, etwa,

NEU  
im heise shop

# Learning by Doing

Auch als PDF zum Download!



iX Developer Machine Learning  
[shop.heise.de/ix-dev-ml20](http://shop.heise.de/ix-dev-ml20)

14,90 €

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften- Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

 **heise shop**

[shop.heise.de/ix-dev-ml20](http://shop.heise.de/ix-dev-ml20)

wenn Ihr Kontakt seinen Account neu einrichtet hat.

Um sicherzustellen, dass eine Konversation vertraulich ist, sollten Sie die Sicherheitsnummer bei einem persönlichen Treffen überprüfen. Hierzu öffnen beide Gesprächsteilnehmer die Chat-Einstellungen, indem Sie auf den Nutzernamen klicken. Wählen Sie anschließend „Sicherheitsnummer verifizieren“. Die angezeigte Ziffernfolge muss bei beiden Gesprächspartnern identisch sein. Um die Überprüfung der Zahlenkolonnen zu erleichtern, können Sie den angezeigten QR-Code scannen. Stimmt die Nummer überein, klicken beide Teilnehmer auf „Verifiziert“.

## Alte und neue Gruppen

Was hat es mit dem neuen Gruppentyp auf sich?

Bei Signal gibt es zwei Arten von Chatgruppen: Das aktuelle Format sowie die alten „Legacy“-Gruppen. Alle neu angelegten Gruppen entsprechen dem aktuellen Format und unterstützen somit moderne Funktionen wie Sprach- und Videoanrufe, Erwähnungen (@username) und Adminfunktionen. Alte Gruppen erkennen Sie daran, dass Signal in den Gruppeinstellungen ganz oben „Gruppe alten Typs“ anzeigt. Direkt darunter können Sie solche Gruppen auch ganz leicht in den neuen Typ umwandeln („aktualisiere diese Gruppe“). Alle Gruppenteilnehmer müssen hierzu eine aktuelle Signal-Version nutzen, und zwar auch auf allen verknüpften Geräten. Befinden sich Nutzer mit einer veralteten Signal-Version in der Gruppe, werden Sie vor der Umwandlung gewarnt und können die Kontakte gezielt bitten, ihr Signal zu aktualisieren.

## Signal als SMS-App

Mit Signal kann ich auch SMS versenden. Sind diese auch verschlüsselt?

Nein. Sie können Signal unter Android zwar als Standard-App für SMS und MMS einrichten, allerdings erfolgt die Übertragung der SMS-Nachrichten wie schon zuvor unverschlüsselt über das Mobilfunknetz. Die Übertragung wird wie sonst auch über Ihren Mobilfunktarif abgerechnet.



Wer möchte, kann über die Signal-Einstellungen noch allerhand optimieren, etwa die Privatsphäre.

## Nur für Nerds?

Viele Krypto-Messenger sind recht kompliziert. Kann ich Signal auch meiner Schwiegermutter empfehlen, die bisher nur WhatsApp nutzt?

Signal richtet sich an ein breites Publikum, Nutzung und Einrichtung sind genauso leicht wie bei WhatsApp. Sie können Familie, Freunde und Kollegen also ruhig zum Wechsel animieren. Signal ist zwar mit einigen Sonderfunktionen ausgestattet, drängt diese seinen Nutzern jedoch nicht auf. Wer einfach nur wie gewohnt kommunizieren möchte, kommt damit nicht in Berührungen. Von dem Plus an Datenschutz und Sicherheit profitiert man bereits mit den Standardeinstellungen.

## Chat-Backups

Kann ich meine Chat-Verläufe irgendwie sichern und bei Bedarf wiederherstellen?

Ja, das klappt, aber nur unter Android. Zum Sichern öffnen Sie die Einstellungen und „Unterhaltungen“, dort finden Sie die Exportfunktion unter „Datensicherung/Unterhaltungen sichern“. Signal zeigt Ihnen daraufhin eine Passphrase an, die Sie unbedingt notieren müssen. Die Backups sind nämlich verschlüsselt und ohne die Passphrase nicht wiederherstellbar. Die Wiederherstellung bietet Ihnen Signal an, wenn Sie die App neu einrichten und sich das Backup am passenden Speicherort befindet (/storage/emulated/0/Signal/Backups).

Unter iOS können Sie keine solchen Backups anlegen, aber immerhin die Nachrichten von einem Gerät auf ein anderes übertragen, wenn beide noch funktionstüchtig sind. Das genaue Vorgehen wird in den FAQ des Messengers erklärt (siehe ct.de/y6dw).

Wenn Sie keinen Wert darauf legen, Ihre alten Chats im Fall der Fälle wiederherstellen zu können, können Sie auf die Einrichtung des Backups verzichten. Für eine Neueinrichtung des existierenden Accounts, etwa nach einem Gerätewechsel, ist kein Backup nötig.

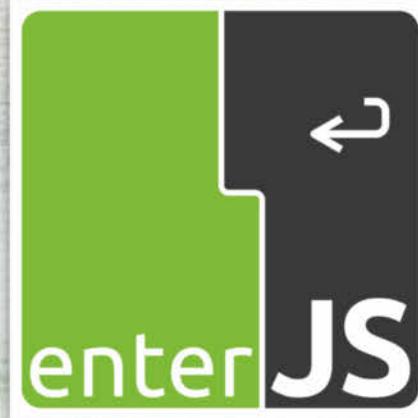
## Ein bisschen Spaß muss sein

Unterstützt Signal animierte Sticker?

Animierte Chat-Sticker erfreuen sich bei WhatsApp, Telegram & Co. großer Beliebtheit und auch bei Signal kann man sie seit Kurzem nutzen. Klicken Sie in einem Chat einfach auf das Stickersymbol links neben dem Texteingabefeld. Anschließend können Sie einen Sticker auswählen und versenden. Über das Pluszeichen bei der Stickerauswahl fügen Sie neue Sticker-Sets hinzu. Die Auswahl innerhalb der App ist derzeit überschaubar, Sie finden jedoch auf <https://signalstickers.com> etliche Sets, die Sie leicht installieren können. Unter ct.de/y6dw finden Sie Informationen, wie Sie eigene Sticker-Sets erstellen können. Hierzu ist Signal Desktop nötig. Inzwischen können Sie bei Signal in den „Unterhaltungseinstellungen“ übrigens auch den Chat-Hintergrund ändern, wie von anderen Messengern gewohnt.

(rei@ct.de)

**Signal Desktop, FAQ und Sticker-Sets:**  
[ct.de/y6dw](https://ct.de/y6dw)



# Die Konferenz für Enterprise-JavaScript

27. - 30. September 2021

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

Call for Proposals  
bis  
**10.05.**  
Jetzt  
einreichen!

Thementag zu **Vue.js**

Zusätzlich veranstalten wir am **15. Juni 2021** in Kooperation  
mit [Vuejs.de](http://Vuejs.de) den **Vue Day**.

Veranstalter

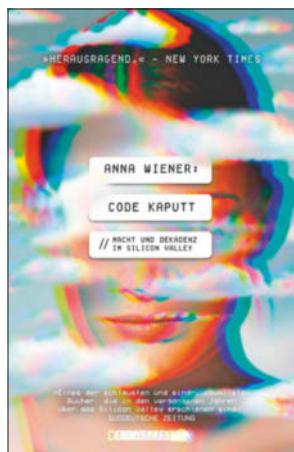


MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIK

heise **Developer**



dpunkt.verlag



Anna Wiener

### Code kaputt

Macht und Dekadenz im Silicon Valley

Droemer, München 2020

ISBN 978-3-4262-7773-7

320 Seiten, 18 €

(PDF/Epub-/Kindle-E-Book: 15 €)

## Ernüchternder Blick

**Streckenweise menschenfeindliche Arbeitsbedingungen und mobbingträchtige Unternehmensführungen kratzen am Ruf des Silicon Valley. Das reportagehafte Erfahrungsprotokoll von Anna Wiener lenkt den Blick dorthin, wo es weh tut.**

Die US-Journalistin Anna Wiener musste in ihrer kurzen IT-Karriere einiges darüber lernen, wie schwer es gerade Frauen haben, im vermeintlichen Innovationsparadies Kaliforniens Fuß zu fassen. Ende der 2000er-Jahre kehrte die damalige Mittzwanzigerin ihrer New Yorker Schreiberszene den Rücken. Aus einer Laune heraus bewarb sie sich auf eine Supportstelle bei einem IT-Startup in San Francisco. Das war der Anfang einer kurzen, aber turbulenten Quereinsteigerkarriere, in deren Verlauf die Autorin mehrere Unternehmen und deren Kultur kennenlernenlernte.

Sie erlebte eine Welt, in der Risikokapitalgeber sich in aller Öffentlichkeit wie kleine Kinder aufführen. Heillos überlastete Jungunternehmer eifern fragwürdigen Vorbildern nach und beuteten eine ganze Generation aus. Frauen halten dafür her, Diversitätsquoten zu erfüllen, dienen aber oft genug eher dekorativen Zwecken.

Als fachfremde Quereinsteigerin erwartete die Autorin nicht, mit den Überfliegern um sich herum konkurrieren zu können. Die allgegenwärtige Geringschätzung verwandelte ihre tägliche Arbeit aber zusätzlich in einen emotionalen Spießrutenlauf. Sie erlebte Egomanie und Selbstherrlichkeit in den Chefetagen. Die vorherrschende Struktur, so ihre Erfahrung, macht den beruflichen Aufstieg in den Teams, die sich gern mit den Attributen „jung“ und „engagiert“ schmücken, vielfach zu einem Glücksspiel.

In ihrem ersten Buch beschreibt Anna Wiener ihre Beobachtungen mit viel Witz und mit einem scharfen Auge fürs Detail. Es gelingt ihr, Akteure plastisch darzustellen, obwohl sie sie auf nur wenige Charakterzüge reduziert. Personen und Unternehmen nennt sie nie beim Namen, aber es ist ziemlich klar, wer gemeint ist.

Sie beschränkt sich nicht auf Erfahrungen am Arbeitsplatz. Wenn es etwa um Drogentrips geht oder um die sozialen Abgründe im Silicon Valley, wird sie sehr konkret. Bisweilen gibt sie in autobiografischen Abschnitten tiefere Einblicke, als es Sachbuchlesern lieb sein kann. Das alles münzt sie sehr sprachgewandt in eine deutliche und lesenswerte Kapitalismuskritik um.

Das Buch zielt nicht auf IT-Insider, kann aber dazu beitragen, Illusionen vom gelobten Start-up-Land auch in ihren Köpfen infrage zu stellen. (Maik Schmidt/psz@ct.de)

## Temporeiche Lernreise

**Markus Neumanns Kompendium führt Java-Novizen zu eigenen Methoden, Klassen und Bibliotheken. Nach Art eines Kurses bringt es ihnen das praktische Arbeiten nahe und berücksichtigt dabei Besonderheiten bis Java 8.**

Nach wie vor machen sich Java-Kenntnisse nicht nur gut bei Bewerbungen für manche IT-bezogene Arbeitsstelle. Wer mit Konzept und Handhabung der mittlerweile zum Klassiker gewordenen objektorientierten Sprache vertraut ist, hat auch eine gute Startposition fürs Einarbeiten in moderne Programmierkonzepte. Daher empfehlen Praktiker Java heute häufig so, wie man früher Basic empfahl: als Einstiegsvehikel.

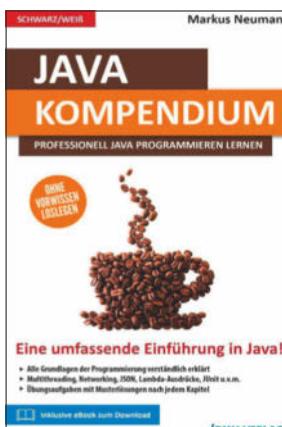
Neumanns Buch ist nach IT-Maßstäben bereits alt – was in diesem Fall aber nichts ausmacht: Der Inhalt ist unverändert relevant und die jüngeren Java-Erweiterungen betreffen nicht unbedingt einsteigerrelevanten Lernstoff. Der Autor berücksichtigt noch wichtige Java-8-Merkmale wie Lambdas und das Stream-API.

Der Fünfhundert-Seiten-Wälzer setzt bei seiner Leserschaft keine Programmierkenntnisse voraus. Dennoch hält er sich nicht lange bei allgemeinen Grundlagen auf, sondern kommt schnell zum Wesentlichen. Wer mit Grundbegriffen wie Datentypen etwas anfangen kann und mit einem ziemlich hohen Lerntempo klarkommt, kann loslegen. Es macht Spaß, das Dargestellte nachzuvollziehen und weiterzudenken. Völlige Programmierneulinge, die erstmals überhaupt mit einem Compiler und einer Entwicklungsumgebung hantieren, werden allerdings zumindest punktuell zusätzliche Informationsquellen brauchen.

Die Kapitel des Buches umfassen tatsächlich die wichtigsten Züge des Java-Sprachumfangs. Jeden dieser Bereiche schließt der Autor mit Übungsaufgaben und Musterlösungen ab. Das Programmamaterial lässt sich nach einer Registrierung vom Server des Buchverlags herunterladen.

So brauchbar das Kompendium auch als praxisorientierte Lernhilfe ist – zum Nachschlagen eignet es sich weniger. Der lediglich zwei Seiten umfassende Index ermöglicht nur die Suche nach wesentlichen Hauptbegriffen. Die Kapitel orientieren sich stark an den Musteraufgaben. Als gezielte Gedächtnissstütze in Bezug auf einzelne Aspekte eignet sich beispielsweise die offizielle Java-Online-Referenzdokumentation.

Ein großer Vorteil von Neumanns Buch ist sein günstiger Preis, insbesondere für die E-Book-Ausgabe. Wer die gedruckte Fassung erwirbt, bekommt die farbig gestaltete digitale als Download ohne Aufpreis dazu. (Ulrich Schmitz/psz@ct.de)



Markus Neumann  
**Java-Kompendium**

Professionell Java programmieren lernen

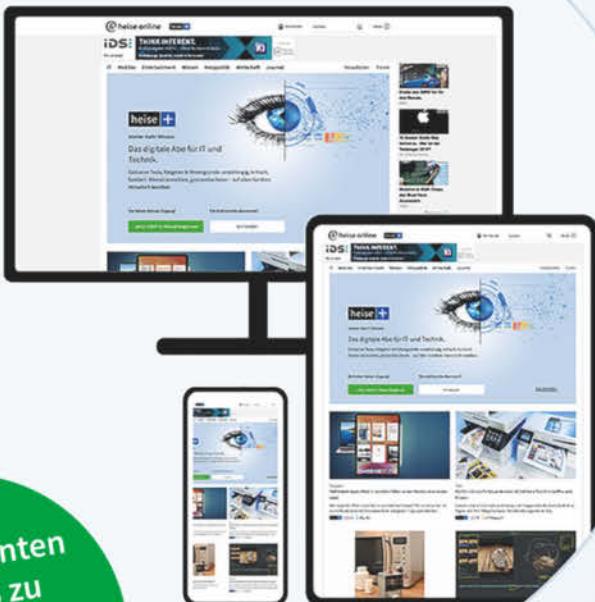
BMU-Verlag, Landshut 2019

ISBN 978-3-9664-5053-9

502 Seiten, 20 €

(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 10 €)

c't-Abo-  
nenten  
lesen bis zu  
**75%**  
günstiger



## Das digitale Abo für IT und Technik.

**Exklusives Angebot für c't-Abo-  
nenten:**  
Sonderrabatt für Magazinabonnenten

- ✓ Zugriff auf alle Artikel von heise+
- ✓ Alle Heise-Magazine online lesen: c't, ix, Technology Review, Mac & i, Make und c't Fotografie
- ✓ Jeden Freitag exklusiver Newsletter der Chefredaktion
- ✓ 1. Monat gratis lesen – danach jederzeit kündbar

Sie möchten dieses Exklusiv-Angebot nutzen? Jetzt bestellen unter:

[heise.de/plus-testen](http://heise.de/plus-testen)

✉ [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de) ☎ 0541 80009 120



# DER MYTHISCHE MONAT (2)

## VON ULF FILDEBRANDT

Fortsetzung vom letzten Heft

Für seine neue Auftraggeberin Saskia hatte Freelancer Erik eine heikle Aufgabe übernommen: Er sollte nach ihrem Freund Ralf suchen, der seit drei Monaten in Klausur für das geheimnisumwitterte Softwareunternehmen Alta arbeitete. Nachdem Erik selbst bei Alta angeheuert hatte, meldete sich Ralf per Videotelefonie bei Saskia – um ihr zu sagen, dass er weitere zwei Wochen dranhängen wolle. Dabei wurde deutlich, dass er sich auf Besorgnis erregende Weise verändert hatte. Erik beschloss, in der Nacht heimlich bei seinem neuen Arbeitgeber nachzuforschen und das mysteriöse bunkerartige Riesengebäude zu inspizieren, das gewöhnliche Angestellte nicht betreten durften.

Erschlich vom Bürokomplex, in dem selbst kurz vor Mitternacht noch einzelne Lichter wahrzunehmen waren, zu dem großen fensterlosen Klotz, drückte sich dort an die Außenwand und spähte vorsichtig um die Ecke. Jetzt waren die großen Tore geschlossen. Niemand lieferte Lebensmittel an, auch wenn Erik schon fast damit gerechnet hatte.

Langsam näherte er sich der kleineren Tür an der Seite. Er hatte mit einem seiner Freunde darüber gesprochen, wie man die Codeschlösser überlisten konnte. Tatsächlich hatte sein Freund ihm einen Apparat mitgegeben, der die Elektronik der Einlasssicherung manipulieren konnte – wenn Erik es richtig anstellen würde.

Im trüben Licht einer Taschenlampe hantierte er an dem Kästchen neben der Tür herum. Er holte das Tablet hervor, auf das sein Freund das Programm zum Überlisten des Türöffners aufgespielt hatte. Mit einem Schraubendreher nahm er die Verkleidung des Kästchens ab und legte eine Platine frei. Mithilfe von zwei Klemmen verband er zwei Stellen darauf mit dem kleinen Gerät, das seinerseits drahtlos mit dem Tablet verbunden war.

Auf dem Display erschienen rasend schnell Codes. Dann endlich entriegelte sich die Tür mit einem lauten Klacken.

In Eriks Freude mischte sich Misstrauen. Es ging zu einfach. Er zögerte, als er den Türgriff nach unten drücken wollte.

*Was soll schon passieren?, überlegte er. Wenn ich erwischt werde, entlassen sie mich halt.*

Er hatte es sich bereits unzählige Male gesagt, aber jetzt wirklich vor der entriegelten Tür zu stehen, verlieh der Situation eine ganz andere Intensität. Sein Herz raste, seine Handflächen wurden feucht.

„Dann los“, raunte er und zog die Tür auf.

**Die Leistung von Softwareentwicklerteams lässt sich nicht per Knopfdruck beliebig steigern. Daher kommt es selbst bei gut organisierten Profis bisweilen zu Terminüberschreitungen. Nur ein einziges Unternehmen scheint eine Patentlösung für dieses Problem gefunden zu haben – die allerdings ist streng geheim.**

Dahinter herrschte Dunkelheit. Mit der Taschenlampe leuchtete er in einen Lagerbereich hinein. Unzählige Kunststoffkisten standen herum, die meisten ohne Beschriftung. Nur Barcodes waren aufgeprägt.

Er ging weiter. Auf der anderen Seite des Lagerraums erkannte er eine Schiebetür. Sie bildete den einzigen erkennbaren Ausgang zum Bunkerinneren hin.

Erik näherte er sich der Tür und dem Kontrollkasten daneben. Das Modell war das gleiche wie an der Außentür. Er holte die Kabel heraus, verband sie mit den freigelegten Kontakten und ließ das Programm seine Arbeit tun. Die Schiebetür öffnete sich, aber dieses Mal erwartete ihn auf der anderen Seite keine Dunkelheit.

Ein gräuliches Flimmern stand wie Nebel vor ihm. Ein eigenartiges Licht fiel ins Lager. Ab und zu huschten Streifen über die Oberfläche, aber es geschah viel zu schnell, um Erik Konturen erkennen zu lassen.

Er streckte den Arm aus, um den Dampf zu berühren. In diesem Moment stolperte eine Gestalt auf ihn zu. Erik zuckte zurück, bis er gegen eine der Kisten stieß.

Ungläubig starnte er auf den Mann, der vor ihm stand. Er war groß, trug Jeans und T-Shirt mit dem Logo von Alta. Sein Alter war schwer zu schätzen, wahrscheinlich dreißig, auf keinen Fall mehr.

„Das sollten Sie nicht tun“, meinte der Fremde.

Erik starrte ihn an, unfähig, etwas zu sagen. Ein Anflug von Panik ergriff ihn, aber er kämpfte ihn nieder.

Ein Lächeln erschien auf der Miene des Mannes. „Was haben Sie denn erwartet? Dass Sie durch ein leeres Gebäude spazieren?“

„Ich ...“, setzte Erik an, wusste jedoch nicht, was er eigentlich sagen sollte.

„Mein Name ist Liam Brock, ich bin der Projektleiter von Tempus Fugit.“

Der Name des Projekts erinnerte Erik an seine Schulzeit, an die drei Jahre, in denen er Latein gelernt hatte.

„Was passiert hier?“, fragte er unsicher.

„Warum interessiert Sie das?“

Fieberhaft überlegte Erik, wie er aus dieser Situation einigermaßen heil herauskommen könnte. Am besten wäre es, wenn er Interesse vorgab. Und er musste sich eingestehen, dass er inzwischen wirklich neugierig war auf das, was sich hinter der Barriere verbarg.

„Ich bin neu bei Alta“, antwortete er. „Und ich habe gehört, dass man dieses Gebäude nicht betreten darf.“

„Sie wollten es betreten, weil es verboten ist.“

Erik schüttelte den Kopf. „Nein. Alta macht Projekte wie noch niemand jemals zuvor. Ich dachte, dass es vielleicht hier eine Erklärung dafür gibt.“

Ein hintergründiges Lächeln erschien auf der Miene des Mannes. „Wollen Sie die Erklärung wissen?“

Verunsichert starrte Erik ihn an. Es konnte doch nicht so einfach sein. Er brach in das Gebäude ein und erhielt alle Antworten?

„Ja.“

„Dann seien Sie mir willkommen.“ Liam drehte sich und deutete mit seinem ausgestreckten Arm auf das nebelartige Flimmern.

Eriks Herz schlug schneller. Sollte er wirklich hindurchgehen? Der Projektleiter war gerade erst durch die Trennschicht getreten, aber Erik wusste nicht, was er von dem Angebot halten sollte.

„Wir beherrschen die Zeit“, erklärte Liam und lächelte sein Gegenüber selbstsicher an.

Eriks Verwirrung wuchs. Gleichzeitig wollte er jedoch wissen, was sich dort verbarg.

„Legen Sie Ihr Handy hier ab“, sagte Liam.

„Warum?“, fragte Erik skeptisch. „Es wird gestohlen werden.“

Der Projektleiter lachte. „Es wird nichts passieren.“

Zweifelnd musterte Erik erst die neblige Wand vor ihm, dann Liam. Endlich zog er sein Handy aus der Tasche, legte es ab und ging voran.

\* \* \*

Die Nebelwand war dünn, wie eine Membran, die er durchstieß. Grelles Licht blendete ihn, sodass er im ersten Moment nichts sehen konnte. Er legte die Hände über die Augen.

„Sie gewöhnen sich gleich daran.“ Liams Stimme klang beruhigend, als hätte er es schon oft gesagt.

Vorsichtig spähte Erik zwischen den Fingern hindurch. Im Moment sah er nur helle und dunkle Schatten. Er presste die Augenlider zusammen und atmete tief durch.

## EIN HINTERGRÜNDIGES LÄCHELN ERSCHIEN AUF DER MIENE DES MANNES. „WOLLEN SIE DIE ERKLÄRUNG WISSEN?“

Dann öffnete er die Augen. Vor ihm lag eine schmale Gasse, Kopfsteinpflaster auf dem Boden und Holzstühle an den Seiten. Große Scheiben verliehen den Läden das Aussehen von Straßencafés und die Sonne schien vom blauen Himmel. Wolken flogen über ihnen.

Ungläubig starrte Erik auf das Straßenbild, das sich vor ihm ausbreitete. Es erinnerte ihn an die Gassen in der Toskana. Schönes Wetter, das Leben fand auf den Straßen statt und die Temperatur war angenehm.

„Es ist Nacht“, flüsterte Erik.

Liam lachte. „Nicht hier.“

„Was ist das hier?“ Die Häuser waren weiß verputzt und glänzten hell im Licht der Sonne.

„Unsere Promenade. Hier essen wir“, meinte der Projektleiter. „Schon zu Beginn des Projekts dachten wir, dass eine herkömmliche Kantine nicht das Richtige wäre. Deshalb diese Umgebung, wie man sie aus dem Urlaub kennt.“

Kopfschüttelnd ging Erik ein paar Schritte. Die Rundungen des Kopfpflasters fühlten sich hart an unter seinen Schuhen, doch sie sagten ihm gleichzeitig, dass alles real war. Es war keine Illusion.

„Was ...“, setzte Erik an, aber Liam unterbrach ihn mit einer Geste.

„Kommen Sie erst einmal mit.“ Ohne auf eine Antwort zu warten, ging er auf eines der Gebäude zu. Erik folgte ihm unwillkürlich.

An einem Tisch saßen drei junge Leute – zwei Frauen und ein Mann, der ihm den Rücken zuwandte. Als der Mann sich kurz umdrehte, stockte Erik der Atem. Er hatte Ralf gefunden. Saskias Freund genoss seine Pause, einen Kaffee in einer großen Tasse vor sich, und lachte mit seinen Kolleginnen.

Unbewusst senkte Erik den Blick, bis ihm einfiel, dass der andere ihn ja gar nicht kannte. Es bestand keine Gefahr, dass er verraten würde. Erleichtert ging er weiter.

Liam öffnete eine Holztür und trat ein. Der Raum dahinter war kein Flur, sondern ein Büro. Ein weißer Schreibtisch, ein Bildschirm und eine Tastatur – die Einrichtung entsprach der eines gewöhnlichen Business-Arbeitsplatzes. Nur der Blick auf die mediterrane Straßenszene durch die breite Fensterfront passte nicht dazu.

Der Projektleiter setzte sich auf einen Drehstuhl und grinste Erik an. „Sie haben Glück, dass ich Gespräche wie dieses nicht zum ersten Mal führe.“

Wieder starrte Erik den Mann an. War das der Grund, warum die Sicherheitsvorkehrungen nicht besonders ausgeprägt waren? Sie wollten, dass jemand kam, um diejenigen zu finden, die motiviert waren?

„Was ist das alles hier?“ Erik breitete die Arme aus, als wolle er alles umfassen.

„Haben Sie schon einmal ein Projekt erlebt, bei dem es nichts mehr bringt, mehr Leute an die Lösung zu setzen?“

Ratlos blickte Erik den Projektleiter an. Jeder, der in der Softwareentwicklung arbeitete, hatte das am eigenen Leib erfahren. Manchmal ließ sich die Implementierung nicht parallelisieren. Auch wenn man die zehnfache Anzahl an Entwicklern auf die Programmierung ansetzte, kam man nicht schneller zum Ergebnis, eher brauchte man noch mehr Zeit, weil die zusätzlichen Leute miteinander reden mussten. „Jeder hat davon gehört.“

„Wir haben die Lösung gefunden“, erklärte Liam mit einem breiten Grinsen.

„So einfach?“, fragte Erik voller Unglaube. „Keine Sonderfälle, keine Einschränkung“

Liam schüttelte den Kopf. „Wir können die Implementierung beliebig beschleunigen.“

„Wie?“

„Welche Annahme konnte man früher niemals ändern?“

Fragend betrachtete Erik sein Gegenüber. *Worauf will er hinaus?*

„Die Zeit“, erklärte Liam mit einem freudigen Grinsen. „Die Zeit war immer fix.“

„Und was soll das helfen?“

„Wir haben die Zeit variabel gemacht.“

Wieder starrte Erik Liam an. Die Sätze ergaben keinen Sinn.

„Ich muss weiter ausholen“, meinte Liam, drehte seinen Stuhl und wies auf die Straße jenseits seines Büros. „In diesem Gebäude ist die Zeit nicht mehr fix. Wir können den Zeitablauf verlangsamen. Oder auch beschleunigen. Für alles innerhalb des Klausurbereichs – mit allen Menschen und technischen Geräten, die sich darin aufhalten.“

Er hielt kurz inne. „Die Maschine, die den Zeitfluss beschleunigt, ist eigentlich ein militärisches Projekt, aber ich habe gute Verbindungen zum Verteidigungsministerium und deshalb darf ich die Zeitbeschleunigung verwenden.“

„Dann ...“, setzte Erik an, kam jedoch zu keinem Ergebnis. „Dann setzen Sie einen Entwickler an eine Aufgabe, die zehn Wochen dauert, und beschleunigen die Zeit? Sodass er für alle anderen, außerhalb der Beschleunigung, nur eine Woche braucht?“

„Sie haben es verstanden. Wir können eine Frau dazu bringen, dass ihre Schwangerschaft nicht mehr neun Monate dauert, sondern dass sie das Kind nach einem Monat bekommt.“

Ungläublich starrte Erik zu Liam, dann zu der Straße der Cafés. „Dort vergeht die Zeit schneller?“

„Nicht nur dort“, sagte er zufrieden. „Auch hier. Als Sie die Nebelwand durchschritten haben, wurden Sie Teil des beschleunigten Zeitablaufs.“

Erik schluckte. Ihm wurde schwindlig. Die ganze Geschichte klang zu fantastisch.

„Dann vergeht draußen gerade keine Zeit?“

Liam schüttelte den Kopf. „Die Zeit vergeht langsamer. Wie langsam, das können wir einstellen.“

Wortlos starrte Erik ihn an. Die Straße hatte wie ein Ort in der Toskana gewirkt, aber es war kein Urlaub. Alle, die sich hier aufhielten, arbeiteten mehr als jemals zuvor in ihrem Leben.

„Und weshalb haben Sie mich hierher mitgenommen?“

Der Projektleiter grinste breit. „Weil Sie wie geschaffen sind für unser Projekt. Ein sehr guter Programmierer. Keine großen sozialen Kontakte – wir haben immer wieder Probleme, wenn unsere Mitarbeiter den Kontakt zu ihren Familien verlieren. Deshalb lade ich Sie ein, ebenfalls bei uns mitzumachen.“

\* \* \*

Wie aus einem Traum tauchte Erik aus der Nebelwand auf, erhielt sein Handy zurück und verließ den *Bunker*. Draußen herrschte immer noch Dunkelheit – kein Vergleich mit dem hellen Sonntag auf der anderen Seite.

Verwirrt stolperte er weiter und war nach wenigen Schritten fast geneigt anzunehmen, dass sein Kopf ihm einen Streich gespielt hätte. Aber das Gespräch mit Liam, das Kopfsteinpflaster, die flimmernde Nebelwand: Das alles war keine Illusion gewesen.

„Wenn ich wieder zurückgehe“, flüsterte er, „bin ich wieder auf dieser Straße.“

Die Gedanken rasten in seinem Kopf. Er hatte nur erfahren wollen, was sich in diesem Gebäude abspielte – und jetzt hatte er ein Angebot erhalten.

*Kann ich es annehmen?*

Er verdiente sein Geld mit Programmierung. Spielte es dabei eine Rolle, wie viel Zeit in der Welt verging? Wenn er bezahlt wurde, konnte er sich alles damit kaufen. Er konnte in der Welt herumreisen. Und wenn nur wenige Tage vergangen waren, verpasste er nicht einmal etwas.

*Ich wäre älter geworden*, dachte er.

Wenn er es richtig verstand, hielt sich Ralf schon Jahre in diesem Gebäude auf. Er war sichtbar älter geworden, ohne etwas anderes zu tun, als zu arbeiten.

*Wie viel Zeit meines Lebens will ich meinem Arbeitgeber abtreten? Wie viel Zeit meines Lebens bleibt für mich?*

Er spürte, dass er vor diesen Fragen zögerte. Langsam ging er voran, bis er etwas Kantiges in seiner Tasche spürte und sich an sein Handy erinnerte. Sein vertrauter Begleiter! Sehnstüchtig lächelnd zog er das Gerät aus der Tasche und berührte das Display. Es zeigte „0:32“.

Es waren gerade einmal vier Minuten vergangen, seitdem er es vor der Nebelwand abgelegt hatte. In der Zeit war er über die Straße im *Bunker* gelaufen, hatte mit Liam gesprochen und sich nach seiner Rückkehr draußen umgeschaut. Dabei musste mehr als eine halbe Stunde vergangen sein.

Zitternd hielt er sein Handy in der Hand und starrte auf die Uhrzeit.

\* \* \*

Wieder stand Erik vor Saskias Haustür. Er drückte die Klingel.

Nach einiger Zeit öffnete Saskia und sah ihn Hilfe suchend an. „Sie haben herausgefunden, was mit Ralf passiert ist?“

Erik nickte und ging in die Wohnung. Er wartete nicht, bis er hineingebeten wurde, sondern drängte sich an ihr vorbei.

Sie starrte ihn wütend an. „Was soll das?“

„Wann findet das Videogespräch mit Ralf statt? In ein paar Minuten?“

Im ersten Moment regte sich Saskia nicht. Sie schien zu überlegen, ob sie ihn aus der Wohnung werfen sollte. Dann antwortete sie jedoch: „Ja, er hat die Uhrzeit bestätigt. Gleich wird er mich anrufen.“

Plötzlich erklang das Anrufton. Es kam aus dem Wohnzimmer und sie rannte zum Gerät.

Erik blieb im Flur stehen. Er wollte abwarten, bis Saskia die Verbindung angenommen hatte.

Stimmen drangen aus dem Zimmer bis zu ihm. Er atmete tief durch und trat hinein.

„Wer ist das?“, rief Ralf in diesem Moment. Erik war in den Aufnahmebereich der Optik getreten.

„Sein Name ist Erik, er arbeitet auch bei Alta“, erklärte Saskia, als wäre es nicht ihre Idee gewesen, dass er dort zu arbeiten begann.

„Was wollen Sie bei meiner Freundin?“

Erik setzte sich auf das Sofa, direkt neben Saskia. „Ich will, dass Sie ihr erzählen, weshalb Sie bei Alta sind. Was Sie für Projekte machen.“

Zweifelnd wanderte Ralfs Blick von Erik zu Saskia und wieder zurück. „Was soll die Frage? Ich entwickle Software.“

Erik lächelte ihn an. „Das ist mir schon klar, aber am besten ist es, wenn Sie erzählen, was Liam Ihnen für Projekte vorgeschlagen hat.“

Erst überrascht, dann entsetzt musterte Ralf ihn. „Ich ...“

„Er hat mir dasselbe Angebot gemacht“, rief Erik vorwurfsvoll. „Sagen Sie ihr die Wahrheit.“

Ralf sank in sich zusammen. „Niemand redet darüber. Es ist ein Geheimnis.“

Erik verzog das Gesicht. „Sie ist Ihre Freundin. Sie hat die Wahrheit verdient.“

## GERADE DIE GEMEINSAME ZEIT SCHWEISSTE ZUSAMMEN. GETEILTE ERINNERUNGEN, PROBLEME, DIE MAN ZUSAMMEN GEMEISTERT HATTE.

„Es hat doch ohnehin keinen Sinn mehr. Wir haben uns auseinandergelebt.“

„Was?“, schrie Saskia auf. „Was meinst du damit? Du arbeitest doch erst ein paar Wochen dort. Wie sollen wir uns da auseinandergelebt haben?“

Ein hysterisches Lachen kam von der anderen Seite der Verbindung. Ralf senkte den Blick für einen Moment, atmete tief durch. „Wo soll ich anfangen?“

„Fangen Sie damit an, dass Sie ihr sagen, wann Sie sie das letzte Mal getroffen haben.“

Ralf nickte. „Bei dir sind gerade drei Monate vergangen, aber für mich sind es fast drei Jahre.“

Voller Unverständnis betrachtete sie ihren Freund.

Erik wunderte sich, dass der Zeitunterschied so groß war, doch die körperlichen Veränderungen zeigten, dass Ralf viel zu viel Zeit in dem Gebäude verbracht hatte.

*Und diese ganze Lebenszeit hat er Alta gegeben*, dachte Erik.

„Was soll das heißen?“, fragte Saskia entsetzt.

„Alta hat eine Technologie im Einsatz, die es erlaubt, die Zeit zu beschleunigen“, erklärte Erik. „In dem Gebäude arbeiten die Entwickler daran, Softwaresysteme zu bauen, die sonst niemals in der kurzen Zeit entstehen könnten.“

„Aber ...“, setzte Saskia an, verstummte jedoch.

„Ich habe viel Geld dafür gekriegt“, erklärte Ralf entschuldigend. „Mehr als sechs Jahresgehälter für drei Monate Arbeit.“

Jetzt war es an Erik, sich aufzutun. „Aber Sie haben drei Jahre Ihres Lebens verloren! Ihr Körper ist drei Jahre gealtert. Diese Jahre erhalten Sie nie mehr zurück.“

Ralf schwieg.

„Ist das richtig?“, fragte Saskia mit zitternder Stimme.

„Hast du drei Jahre in diesem Gebäude verbracht?“

Statt einer Antwort nickte er nur.

„Das kann nicht sein!“ Sie schüttelte den Kopf. „So eine Technik gibt es nicht!“

„Es gibt sie, ich habe es erlebt“, warf Erik ein.

Saskias Gesicht verzog sich zu einer schmerzvollen Grimasse. „Ralf, das kann nicht dein Ernst sein?“

In der Frage schwang ihre ganze Hoffnung mit, aber ihr Freund antwortete nicht. Seine Miene wirkte so leblos, als wäre der Bildschirm eingefroren. Von dieser Seite schien keine Hilfe zu kommen.

„Du kannst doch einfach wieder zu mir zurück“, stellte Saskia fest.

Erik schaute zu ihr hinüber. Er hatte nicht viel Erfahrung mit Beziehungen, aber er wusste, dass man Zeit zusammen verbrachte. Gerade die gemeinsame Zeit schweißte zusammen. Geteilte Erinnerungen, Probleme, die man zusammen gemeistert hatte. In den letzten drei Jahren hatte Ralf gelernt, dass er auch ohne Saskia auskommen konnte.

„Er hat Sie das letzte Mal vor drei Jahren gesehen“, sagte Erik leise. „Wo waren Sie vor drei Jahren?“

Sie erwiderete seinen Blick. Deutlich war zu erkennen, dass sie in der Vergangenheit verweilte. „Ich war mit Luka zusammen. Wir waren gerade zusammengezogen.“

„Und jetzt sind Sie nicht mehr zusammen?“

„Wir haben gelernt, dass wir besser getrennte Wege gehen.“ Voller Entsetzen starrte sie zu Ralf, der nur auf dem Bildschirm am Gespräch teilnahm. Nur ein Bild aus der Ferne, keine wirkliche Person. „Du hast auch gelernt, dass du besser ohne mich auskommst?“

Schuldbewusstsein trat in Ralfs Augen. „Vor einem Jahr ist es mir klar geworden“, flüsterte er. „Deshalb habe ich dir auch gesagt, dass ich noch ein Projekt machen will. Ich wollte es dir sagen, wenn wir uns wieder sehen.“

„Und wie alt wärst du dann gewesen, wenn du rausgekommen wärst?“, schrie sie aufgebracht. „Noch drei Jahre älter?“

„Du hättest doch gar nichts davon mitbekommen“, erwiderte er leise.

Erik schüttelte den Kopf. Es war nicht seine Sache, wie Saskia und Ralf diese Situation klärten. Vor einiger Zeit hatte er die Entscheidung getroffen, nicht für ein Unternehmen zu arbeiten. Er wollte seine Zeit nur für sich selbst haben. Wenn jemand sich anders entschied, war das seine Sache. Es war seine Lebenszeit, die er mit der Arbeit für andere verschwendete.

Langsam stand er auf. Die Stimmen der beiden verklangen. Es war Zeit für ihn, wieder in sein Büro zurückzukehren. Auch wenn er dem Projektleiter von Alta noch keine Antwort gegeben hatte, war ihm klar, wie er sich entscheiden würde. In seinen vier Wänden hingen die Bilder der Orte, an die er gehen wollte. Kein Nachbau einer fernen Stadt in der Toskana. Vielleicht war es jetzt an der Zeit für seine schon lange geplante Reise zum Südpol.

(psz@ct.de) ct

## Die c't-Stories als Hörversion

Unter [heise.de/-4491527](http://heise.de/-4491527) können Sie einige c't-Stories als Audiofassung kostenlos herunterladen oder streamen. Die c't-Stories zum Zuhören gibt es auch als RSS-Feed und auf den bekannten Plattformen wie Spotify, Player FM und Apple podcasts ([ct.de/yz13](http://ct.de/yz13)).

# M3 2021

Die Heise-Konferenz  
zu Machine Learning und Künstlicher Intelligenz

27./28. April 2021

Am 27. Und 28. April findet die Minds Mastering Machines als  
Online-Veranstaltung statt.

Themen sind unter anderem:

- ✓ **Natural Language Processing:** BERT, Question Answering und Praxis
- ✓ **Umsetzung von MLOps** zum Ausrollen und Betreiben von ML-Modellen
- ✓ **Machine Learning in der Industrie:** Zeitreihen, Computer Vision und mehr
- ✓ **Methoden des Active Learning**
- ✓ **Analysen effektiv visualisieren und kommunizieren**
- ✓ **Visuelle Regression mit Autoencodern**

[www.m3-konferenz.de](http://www.m3-konferenz.de)

Bis  
6. April  
Frühbucher-  
Rabatt  
sichern!

**Fünf Workshops ab dem 23. April:** Deep Learning für Einsteiger, MLOPs,  
Neuronale Netzwerke mit PyTorch, Forecasting von Zeitreihen, Recommender-Systeme.

Gold-Sponsor

Veranstalter

ORACLE Feuerwehr [www.oraservices.de](http://www.oraservices.de) 

DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – Erfolg >99%  
[www.datarecovery.eu](http://www.datarecovery.eu) – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 

EDELSTAHL LED SCHILDER: [www.3D-buchstabe.com](http://www.3D-buchstabe.com)  
HAUSNUMMERN nobel 230V~: [www.3D-hausnummer.de](http://www.3D-hausnummer.de) 

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen, Website Boosting, Online-Pressemitteilungen, Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach anrufen, Faxen oder eine E-Mail schicken. Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024, Telefax: 0511/3884512, E-Mail: [service@softaktiv.de](mailto:service@softaktiv.de), Internet: [www.softaktiv.de](http://www.softaktiv.de) 

Kalender/Kontakte-Sync via WLAN, ohne Cloud  
Thunderbird/Outlook/Android – [Generalsync.com](http://Generalsync.com) 

nginx-Webhosting: [timmehosting.de](http://timmehosting.de) 

Lust auf Java? [WWW.TQG.DE/KARRIERE](http://WWW.TQG.DE/KARRIERE) 

[www.patchkabel.de](http://www.patchkabel.de) - LWL und Netzwerk Kabel 

WLL-Breitband Netz Rhein-Main – [techni.de](http://techni.de) 

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) insbesondere Texte aus den Bereichen Telekommunikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. + Fax: 05130/37085 

xxs-kurze Daten- & Netzkabel: [kurze-kabel.de](http://kurze-kabel.de) 

Anzeigenschluss  
für die nächsten  
erreichbaren Ausgaben:

11/2021: 20.04.2021

12/2021: 03.05.2021

13/2021: 14.05.2021

## c't – Kleinanzeigen

### Private Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 10,-; jede weitere Zeile € 8,-

### Gewerbliche Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 20,-; jede weitere Zeile € 16,-

### Chiffre-Anzeige: € 5,- Gebühr

**Hinweis:** Die Rechnungsstellung erfolgt nach Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.

PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

○ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.  
Sparkasse Hannover,  
IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

**Faxnummer: 05 11 / 53 52-200**

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im Fließsatz  privat  gewerblich\* (werden in c't mit  gekennzeichnet)  Chiffre

€ 10,- (20,-)

€ 18,- (36,-)

€ 26,- (52,-)

€ 34,- (68,-)

€ 42,- (84,-)

€ 50,- (100,-)

€ 58,- (116,-)

€ 66,- (132,-)

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die **fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. \*Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Gebühr.

**Ausfüllen und einsenden an:**  Heise Medien GmbH & Co. KG  
c't-Magazin, Anzeigenabteilung  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

↳ Weiterlesen, wo andere aufhören.





# NACH UNS DIE SYN-FLOOD

**iX** MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK

## Fernstudium Robotik



Ihre Chance in einem schnell wachsenden Zukunftsmarkt. Aus- und Weiterbildung zum Roboter-Techniker und -Programmierer. Kosten-günstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

NEU: Umweltschutz-Techniker, Netzwerk-Techniker, SPS-Techniker



Teststudium ohne Risiko.  
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERN SCHULE WEBER - seit 1959  
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. F14  
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

[www.fernenschule-weber.de](http://www.fernenschule-weber.de)

**ct** magazin für computer technik

Ich  
träume  
in  
C#

Es gibt **10** Arten von Menschen.  
iX-Leser und die anderen.



**3 x als Heft**

**iX** MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK

**Chatbots:** Einsteiger, Erhöhungen, Hersteller

**Rugged Server** Bilder, Testberichte, Docker-Container verne

**Ceph als iSCSI-Storage** Bilder, Testberichte, Payment Request API

**Machine Learning as a Service, Neurom-Chips**

**KI schnell und einfach**

**Kubernetes-Deployment mit Rancher 2.0**

**Small Things Monitoring**

**Schwachstellen systematisch bewerten**

**ZUGFeRD 2.0**

**Cloud-Native mit Kubernetes**

**Verborgene Strukturen in Texten entdecken**

**Cloud-Native mit Kubernetes**

**Datenverarbeitung mit LaTeX**

**er!**

**Jetzt Mini-Abo testen:**  
3 Hefte + Bluetooth-Tastatur nur 16,50 €

[www.iX.de/testen](http://www.iX.de/testen)

# » Continuous Lifecycle » Container Conf

## Continuous Testing Day

4. Mai 2021



### Konzeptuelles Wissen und praktisches Know-how bei

- >> Tests in CI/CD Pipelines nutzen
- >> Die wichtigsten Test-Frameworks im Software Lifecycle
- >> Das Konzept von Unit-Tests auf Docker-Images adaptieren
- >> Tools für hochwertigeren Infrastruktur-Code qualitativ kennen lernen
- >> Testergebnisse zentral und einheitlich für alle Teams
- >> Testsysteme umfassend auf Sicherheit hin überprüfen

### Weiterer Thementag

- >> **18. Mai 2021:**  
Monitoring und Observability
- Logs, Metrics, Traces –  
Monitoring-Stacks im Vergleich

### Workshops

- >> **10. und 11. Mai 2021:**  
Microservices – Architekturen und Technologie
- >> **15. Juni 2021:**  
Monitoring innerhalb von Kubernetes

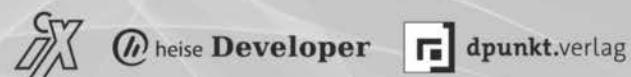
[www.continuouslifecycle.de](http://www.continuouslifecycle.de)

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

Goldsponsor



Veranstalter



# 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).



Hochschule für  
Wirtschaft und Recht Berlin  
Berlin School of Economics and Law

An der Hochschule für Wirtschaft und Recht (HWR) Berlin ist folgende Stelle für einen Professor/eine Professorin (Bes. Gr. W2) zu besetzen:

Am Fachbereich 2 „Duales Studium Wirtschaft • Technik“

zum 01. April 2022

## Informatik

Kennziffer: 23/2021

Bewerbungen auf die Professuren sind bis zum **25. April 2021** mit aussagekräftigen Nachweisen – soweit vorhanden auch Ergebnissen von Lehrerhevaluationen – Zeugnissen zur Erfüllung der Einstellungsvoraussetzungen und unter Angabe der Kennziffer an die Hochschule für Wirtschaft und Recht (HWR) Berlin, Frau Christine Bartel-Bevier – HLRef 1, Badensche Str. 52, 10825 Berlin per E-Mail an [Berufungsverfahren@hwr-berlin.de](mailto:Berufungsverfahren@hwr-berlin.de) (elektronisch in einer pdf-Datei), einschließlich einer privaten Post- und E-Mail-Adresse zu richten.

Die detaillierten Stellenprofile, die Anforderungen für die Berufung zur Professorin/zum Professor sowie weitere Informationen finden Sie unter:  
<http://www.hwr-berlin.de/aktuelles/stellenmarkt-stipendien-wettbewerbe/stellenangebote/>

Informatik für Menschen – Informatik mit Menschen.



# Informatik. Medizin. Kompetenz.

## Neu ab Herbst 2021: Master-Studium Medizinische Informatik\*

Werden Sie Expertin bzw. Experte für die Digitalisierung im Gesundheitswesen! Durch seine intelligente Konzeption ist das Studium auch mit einer Berufstätigkeit oder familiären Verpflichtungen vereinbar.

Infos unter [www.umit-tirol.at/mmi](http://www.umit-tirol.at/mmi)

Termine zu Infoveranstaltungen [www.umit-tirol.at/service](http://www.umit-tirol.at/service)

\* Vorbehaltlich der Genehmigung durch die AQ Austria.

[www.umit-tirol.at](http://www.umit-tirol.at)

**UMIT** TIROL  
DIE TIROLER PRIVATUNIVERSITÄT

# Rheinmetall

## Zukunfts-perspektiven in Ihrem Fachgebiet

Elektromobilität, Digitalisierung, Cyber-Network-Operations, Cyber- und IT-Security, Schutzsysteme der Zukunft – Bedeutende Themen, die Sie mit uns aktiv gestalten können.

### FIRMENDATEN

#### Firmensitz

Düsseldorf, Deutschland

#### Branche

Technologiekonzern für Mobilität und Sicherheit

#### Mitarbeiterzahl

25.329 (2020)

#### Umsatz

5,875 Mrd. Euro (2020)

#### Standorte

129 Standorte und Produktionsstätten weltweit (2020)

#### Produkte/Dienstleistungen

Die börsennotierte Rheinmetall AG steht als integrierter Technologiekonzern für ein substanzstarkes, international erfolgreiches Unternehmen in den Märkten für umweltschonende Mobilität und bedrohungsgerechte Sicherheitstechnik.

Rheinmetall nimmt eine weltweite Spitzenposition als Automobilzulieferer für Module und Systeme rund um den Motor ein. Des Weiteren ist Rheinmetall als führendes europäisches Systemhaus für Verteidigungs- und Sicherheitstechnik ein zuverlässiger Partner der Streitkräfte.

### INFORMATIONEN

#### Das bieten wir Ihnen

Sie entwickeln Systeme in einem MDAX Konzern weiter, der mit Ihnen seine Position als internationaler Anbieter für führende Technologien in Mobilität und Sicherheit ausbauen will. Dabei profitieren Sie von flachen Hierarchien und arbeiten an den Themen, die zukunftsweisend und im Trend sind.

#### Gestalten Sie die Zukunft

Werden Sie einer unserer Experten (m/w/d). Entdecken Sie vielfältige Fachgebiete, arbeiten Sie an spannenden Technologien und entwickeln Sie spannende Ideen, z.B. als Softwareentwickler im Bereich KI/Autonome Systeme.

Hier geht es u.a. darum, KI-Architekturen zu entwerfen, basierend auf neuronalen Netzen im Bereich der Bildverarbeitung und Objektklassifizierung.

Oder haben Sie eher Interesse am Thema Cyber Security? Auch hier werden wir mit modernster Technik aktuelle und zukunftsfähige Lösungen definieren. Ethical Hacking, Big Data - alles Themen, die uns beschäftigen.

Gehen Sie mit uns gemeinsam weitere Themen an:

Erstellung und Umsetzung von Sicherheitskonzepten zur Erfüllung von internen und externen Vorgaben

Einsatz von technischen Schutzsystemen (Proxy-, Firewall- und Malwareschutz-Technologien)

Prüfung der Sicherheit der Systeme auf technischer und organisatorischer Ebene

SIEM-Systeme, Systemhärtung, Schwachstellenmanagement Risiko- und resultierendes Sicherheitsmanagement

Sicherheitsaudits und Penetration Tests

Security Incident Management und Notfallmanagement, CIRT, CERT

Bei Rheinmetall haben Sie Gestaltungsspielraum. Auf Ihrem Weg zum Ergebnis haben Sie Freiräume und können flexibel agieren. Abwechslung bietet sich Ihnen durch standortübergreifende Projekte.

#### Persönliche Perspektiven

Unsere Mitarbeiter sind uns wichtig. Wir wollen Ihnen ein Umfeld bieten, das Work und Life verbindet, das kollegiale Miteinander fördert und rundum zufrieden macht. Mitarbeiterförderung ist eine der wichtigsten Grundlagen unserer Unternehmenskultur.

#### Rheinmetall AG

Rheinmetall Platz 1  
40476 Düsseldorf  
www.rheinmetall.com

#### Kontakt

Ansprechpartner zu den Stellenangeboten finden Sie in jeder Online-Stellenanzeige.





## ADLER AUGE

„Wenn wir mit der Software in unseren Elektro-Optik Systemen dazu beitragen, Gefahren aus der Luft zu erkennen und abzuwehren, haben wir einen guten Job gemacht.“

DIRK SCHMEDES

---

Software-Entwicklungsingenieur bei  
RHEINMETALL IN BREMEN

Sie möchten mit Ihrem Können und Ihren Ideen wirklich etwas bewirken? Dann werden Sie Teil des Rheinmetall Teams. Lassen Sie uns gemeinsam an Technologien arbeiten, die heute und zukünftig bedeutsam sind. Entdecken Sie jetzt Ihre Zukunftsperspektive unter [www.rheinmetall.com/karriere](http://www.rheinmetall.com/karriere)

# Inserenten\*

1&1 IONOS SE, Montabaur	73	<b>Stellenanzeigen</b>	
1&1 Telecom GmbH, Montabaur	196	Hochschule f. Wirtschaft und Recht Berlin, Berlin	189
1blu AG, Berlin	53	Rheinmetall AG, Düsseldorf	190, 191
Centron GmbH, Hallstadt	55	UMIT GmbH, A-Hall in Tirol	189
CRONON GmbH, Berlin	9		
Dell Technologies/Dell GmbH, Frankfurt	37	<b>Veranstaltungen</b>	
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	41	IT Job kompakt	12
EPOS Germany GmbH, Berlin	2	Webinar-Reihe WebDev	81
eQ-3 AG, Leer	39	betterCode	93, 159
ESET Deutschland GmbH, Jena	35	Kotlin	99
Fernschule Weber, Großenkneten	187	EmTech New Food	137
mitp Verlags GmbH & Co. KG, Frechen	51	Swift UI	143
O'Reilly, dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	23	secIT Specials	173
Pocketbook Readers GmbH, Radebeul	21	enterJS	177
Reichelt Elektronik GmbH & Co., Sande	11	m3	185
Techconsult GmbH, Kassel	75	Continuous Lifecycle/	
Thomas Krenn AG, Freyung	43	Container Conf	188
TP-LINK Deutschland GmbH, Düsseldorf	27	Workshop Security für iOS	Mac & i, heise Events 192
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	45		
Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal	49	<b>Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen von REWE Digital, Köln, und Heise Medien GmbH &amp; Co. KG</b>	
WORTMANN AG, Hüllhorst	4, 5		

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.  
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

## Der Security-Workshop für iOS-Entwickler:innen

► 27. bis 28. Mai 2021



Sie beherrschen die Entwicklung mobiler Anwendungen, sehen sich aber mit der Frage konfrontiert, wie Sie die App und die Daten Ihrer Anwender:innen **vor Hacker-Angriffen schützen** können? Sie wollen mehr wissen über die relevanten Praktiken sicherer Softwareentwicklung oder suchen einen Weg, diese reibungslos in den agilen Entwicklungsprozess zu integrieren?

In diesem zweitägigen Workshop erfahren Sie, wer die Angreifer:innen sind, welcher Angriffsvektoren sich die Hacker bedienen und wie Sie das verhindern können.

Trainer: Sven Faßbender

**Mac & i**

**Online**  
Workshop

**JETZT ANMELDEN**

<https://www.heise-events.de/workshops/security-ios>

# 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:** „Der Raspi als Profi-Werkzeug“:  
Peter Siering ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de)), „Smartphone statt Geldbeutel“: Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@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 Internet, Datenschutz & Anwendungen

**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 ([ab@ct.de](mailto:ab@ct.de)), Arne Grävemeyer ([agr@ct.de](mailto:agr@ct.de)), Markus Montz ([mon@ct.de](mailto:mon@ct.de)), Peter Schnitz ([psz@ct.de](mailto:psz@ct.de)), Kim Sartorius ([kim@ct.de](mailto:kim@ct.de)), Dr. Hans-Peter Schüler ([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

**Leitende Redakteure:** Peter Siering ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de))

**Redaktion:** Niklas Dierking ([ndi@ct.de](mailto:ndi@ct.de)), Mirko Dölle ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)),

Wilhelm Drehling ([wid@ct.de](mailto:wid@ct.de)), Liane M. Dubowy ([lmd@ct.de](mailto:lmd@ct.de)),

Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), Jan Mahn ([jam@ct.de](mailto:jam@ct.de)), Pina Merkert ([pmk@ct.de](mailto:pmk@ct.de)),

Dennis Schirrmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Jan Schüßler ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)),

Keywan Tonekaboni ([ktn@ct.de](mailto:ktn@ct.de)), Axel Vahl diek ([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de))

### Ressort Hardware

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([cw@ct.de](mailto:cw@ct.de)), Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de)),

Dusan Zivadinovic ([dz@ct.de](mailto:dz@ct.de))

**Redaktion:** Ernst Ahlers ([ea@ct.de](mailto:ea@ct.de)), Tim Gerber ([tig@ct.de](mailto:tig@ct.de)), Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)),

Benjamin Kraft ([bkr@ct.de](mailto:bkr@ct.de)), Lutz Labs ([ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)), Andrijan Möcker ([amo@ct.de](mailto:amo@ct.de)),

Florian Müsigg ([mue@ct.de](mailto:mue@ct.de)), Rudolf Opitz ([rop@ct.de](mailto:rop@ct.de)), 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)), Steffen Herget ([sht@ct.de](mailto:sht@ct.de)),

Ulrich Hilgefort ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)), Nico Jurran ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), André Kramer ([akr@ct.de](mailto:akr@ct.de)),

Michael Link ([mil@ct.de](mailto:mil@ct.de)), Urs Mansmann ([um@ct.de](mailto:um@ct.de)), Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de)),

Christian Wölbert ([cwo@ct.de](mailto:cwo@ct.de))

**c't online:** Ulrike Kuhlmann ([ltg@ct.de](mailto:ltg@ct.de)), [uk@ct.de](mailto:uk@ct.de))

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Christian Wölbert ([cwo@ct.de](mailto:cwo@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 Wasserbäch ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider ([ltg@ct.de](mailto:ltg@ct.de)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)),

Denis Fröhlich ([dfr@ct.de](mailto:dfr@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)),

Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([ino@ct.de](mailto:ino@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. 10b, 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

**DTP-Produktion:** Nicole Judith Hoehne ([ltg@ct.de](mailto:ltg@ct.de)), Martina Fredrich, Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Dieter Wahner, Ulrike Weis

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Börnsen

**Digitale Produktion:** Melanie Becker, Anna Hager, Kevin Harte, Pascal Wissner

### Illustrationen

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schülp, Thomas Kuhlenbeck, Münster, Andreas Martini, Wettin, Henning Rathjen, Oberursel

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, **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](mailto:pgpCA@heise.de)>

D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A

Key-ID: 2BAE3C6F6DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](mailto:pgpCA@ct.heise.de)>

A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: DBD245FCB3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](mailto:pgpCA@ct.heise.de)>

19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Investigativ:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>

via Tor: [sq4lecqyx4izcpk.onion](mailto:sq4lecqyx4izcpk.onion)

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schräder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schräder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)  
(verantwortlich für den Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 38 vom 1. Januar 2021.

**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, appl druck, Senefelderstr. 3-11, 86650 Wemding

**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 5,50 €; Österreich 6,10 €; Schweiz 8.10 CHF; Dänemark 60,00 DKK;  
Belgien, Luxemburg, Niederlande 6,50 €; Italien, Spanien 6,90 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 130,95 €, Österreich 140,40 €, Europa 149,85 €, restl. Ausland 176,85 € (Schweiz 186,30 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 94,50 €, Österreich 95,85 €, Europa 113,40 €, restl. Ausland 140,40 € (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, BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 98,55 €, Österreich 98,55 €, Europa 117,45 €, restl. Ausland 144,45 € (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 Verfügungssrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Hergestellt und produziert mit Xpublisher: [www.xpublisher.com](http://www.xpublisher.com)

Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2021 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

# Vorschau 10/2021

Ab 24. April im Handel und auf [ct.de](https://www.ct.de)



## Notebooks für Anspruchsvolle

Premium-Notebooks locken mit vielen Annehmlichkeiten wie wertigem Gehäuse, hoher Performance, langer Laufzeit und arbeitsfreundlichem Bildschirmformat. Wir stellen eine Handvoll frisch erschienener Kandidaten auf den Prüfstand.



## Smartphones mit Anspruch

Die ersten Smartphones mit dem neuen Snapdragon 888 von Qualcomm sind da und sie haben mehr zu bieten als Rechen- und Grafikpower. Vor allem die Kameras stehen im Fokus: OnePlus kooperiert mit Kameralegende Hasselblad, Oppo baut ein Mikroskop ein und Xiaomi filmt gern bei Nacht.

## Pannenhilfe für Windows

In Windows 10 stecken Selbstheilungsmechanismen, die Microsoft ohne Not deaktiviert hat. Als Folge kommen Sie bei Problemen mit Diensten, Treibern und Systemdateien mitunter um eine Neuinstallation nicht mehr herum – es sei denn, Sie reaktivieren diese Mechanismen.

## Strippenzieher bei Linux

Die Entwicklung des Linux-Kernel wirkt unorthodox: Eine Marschrichtung fehlt und Freiwillige machen einfach, wonach ihnen der Sinn steht. Die Hierarchie ist flach und wie in den Anfangstagen tauscht man sich nur per E-Mail aus. Doch wie sich zeigt, verhelfen genau diese Faktoren Linux zum Erfolg.

## Freelancer in der Krise

Im Krisenjahr 2020 blieben die Stundensätze für Selbstständige in der IT-Branche weitgehend stabil. Mindestens ebenso wichtig ist jedoch die Frage nach dem Auftragsangebot. Ein differenzierter Blick auf die Situation von IT-Freelancern nach gut einem Jahr Pandemie.

Noch mehr  
Heise-Know-how



Mac & i 2/2021 jetzt  
im Handel und  
auf [heise-shop.de](https://www.heise-shop.de)



Make 2/21 jetzt im Handel  
und auf [heise-shop.de](https://www.heise-shop.de)



ct Fotografie Fotoideen  
jetzt im Handel und auf  
[heise-shop.de](https://www.heise-shop.de)

# Für einen erweiterten Horizont:

**c't LINUX**  
Anleitungen · Projekte · FAQs

**Mit Software kreativ sein**  
Videoschnitt-Crashkurs mit Flowblade  
Landschaftsfotos optimieren mit Darktable  
Porträts malen lernen mit Krita

**Bash besser nutzen**  
Abkürzung für die Kommandozeile meistern  
Sicher in der Shell unterwegs

**Das System feintunen**  
Treiber-Probleme verstehen  
Unzertürbare Linux-Distributionen  
Dualboot: Linux parallel betreiben

**Desktop effektiv einsetzen**  
Linux-Oberfläche individuell einrichten  
Ubuntu-Tipps & Tricks nach der Installation  
In virtuellen Maschinen risikofrei experimentieren

**Durchstarten mit Linux**  
Apps sicherer und komfortabler installieren als unter Windows  
App-Parade: Linux-Softwaretipps aus der c't-Redaktion

**c't LINUX**  
Linux zu nutzen war nie so einfach wie heute. Darum richtet die c't-Redaktion in diesem Sonderheft den Fokus auf den produktiven Einsatz von Linux. Im Heft gibt's Vorschläge für bewährte Anwendungen, Tipps zum optimalen Einrichten Ihres Desktops und wie Sie das System für Ihre Bedürfnisse anpassen. Also – viel Spaß mit Tux und Co.!

Auch als Heft+PDF oder rein digital erhältlich!  
[shop.heise.de/ct-linux21](http://shop.heise.de/ct-linux21)

**14,90 € >**

**c't Home & Office**  
Stressfrei · Zusammen · Arbeiten

**Homeoffice einrichten**  
VPNs optimieren und absichern  
Zeiten erfassen per App

**Das Team treffen**  
Webcams mit besserem Bild  
Headsets für Sitzungsmarathons

**Zusammen arbeiten**  
Microsoft 365 im Team nutzen  
PDFs professionell bearbeiten  
Office ohne Datenschutzprobleme

**Ergebnisse teilen**  
E-Mails saugern und sicher verwalten  
Große Dateien mühelos verschicken

**Für Heimarbeiter, Admins und Firmenchefs**  
**Der große HomeOffice-Guide**  
Mit und fürs in Videokonferenzen verbessern  
Sicherheitscheckliste zur Homearbeit  
Gemeinsamer Datengriff für alle Betriebssysteme

**c't DSGVO**  
Was 2021 wirklich wichtig wird

AUF DVD  
Webinare, Podcasts und Vorlagen

**60 Minuten**  
**c't Webinar**  
**Anatomie einer IT-Katastrophe**  
Rechnerkartei nach und die Kiste reinsetzen  
Was Unternehmen, Vereine und Selbstständige wissen müssen  
Mit vielen FAQs, Anleitungen, Checklisten und Mustern  
Die 10 Datenschutz-Gebote des Homeoffice PLUS Webinar

**c't DSGVO 2021 – Neuauflage!**  
Nach fast 3 Jahren DSGVO liegen inzwischen eine ganze Menge Unwägbarkeiten hinter uns. In dieser neuen, 3. Auflage finden neue Entwicklungen wie z.B. Datenschutzanforderungen an das Homeoffice oder die Mitarbeiterüberwachung Berücksichtigung. Weiterhin werden viele Erfahrungen aus Theorie und Praxis vermittelt und Ihnen ein verständlicher und praxisnaher Weg durch den datenschutzrechtlichen Urwald gezeigt. Auf DVD gibt's neue Webinare, Vorträge und Podcasts.  
Auch als Heft+PDF oder rein digital erhältlich!  
[shop.heise.de/ct-dsgvo21](http://shop.heise.de/ct-dsgvo21)

**19,90 € >**

**c't Home & Office**  
Wertvolle Praxistipps zum Thema Homeoffice gibt's im c't Sonderheft Home & Office. Wie man Netzwerke einrichtet, Videokonferenzen optimiert und online im Team arbeitet – das sind die neuen Herausforderungen, denen sich Arbeitnehmer, Admins und Chefs stellen müssen. Im Sonderheft gibt es detaillierte Erklärungen von Zusatzdiensten und Funktionen, die hier helfen.

Auch als Heft+PDF oder rein digital erhältlich!  
[shop.heise.de/ct-ho21](http://shop.heise.de/ct-ho21)

**14,90 € >**

Weitere Sonderhefte zu vielen spannenden Themen finden Sie hier: [shop.heise.de/ct-specials](http://shop.heise.de/ct-specials)

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €.  
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

# NEU Samsung Handy + Watch

Mit 1&1 Flatrate für Smartphone und Uhr

Galaxy S21  
+ Galaxy Watch3  
**0,- €\***  
ab  
einmalig, z.B. mit  
All-Net Flat L



## 1 Flatrate – 2 SIM-Karten

Zur 1&1 All-Net-Flat erhalten Sie gratis eine zweite SIM-Karte, um Handy und Watch unabhängig voneinander zu nutzen.



## Galaxy Watch und Smartphone für 0,- €\*

Die **Galaxy Watch3** vereint mobile Produktivität und praktische Fitnesstechnologie. Mit einer sehr großen Auswahl an Armbändern und Ziffernblatt-Kombinationen wählen Sie ganz nach Belieben Ihre individuelle Smartwatch. Sichern Sie sich jetzt das 1&1 Premium-Paket: Die Galaxy Watch3 mit bis zu 56 Stunden Akkulaufzeit und das neue Smartphone Galaxy S21 mit 64 MP Triple-Kamera, zusammen mit einer 1&1 All-Net-Flat für 0,- € anstatt 1.308,- € UVP!\*



\* Samsung Galaxy S21 5G und Galaxy Watch3 inklusive SIM-Karten (zweite SIM-Karte ohne Aufpreis als eSIM mit gleicher Rufnummer) für 0,- € einmalig, z.B. in Verbindung mit der 1&1 All-Net-Flat L (20 GB Highspeed-Volumen pro Monat, danach unbegrenzt mit 64 kBit/s weitersurfen) für 36,99 €/Monat die ersten 6 Monate, danach 56,99 €/Monat, Bereitstellungspreis 39,90 €, 24 Monate Vertragslaufzeit. Der UVP setzt sich zusammen aus S21 5G UVP = 849 € + Galaxy Watch3 UVP = 459 €. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur.

**1&1**

**1und1.de**  
**02602 / 96 96**