

# ct magazin für computer technik

28.8.2021 **19**



**Handy-Anschluss**  
fürs E-Bike ergänzen

## Bundestagswahl: Wer digitalisiert Deutschland?

Was bisher versäumt wurde – was die Parteien versprechen  
Finden Sie heraus, wofür Ihre Wahlkreis-Kandidaten stehen

**IM  
TEST**

- Smartphone OnePlus Nord 2
- Grafikkarten mit Radeon RX 6600 XT
- Büro-Mufu Brother MFC-J4540DW
- Türschloss mit App-Steuerung
- Stift-Tablet Huawei MatePad 11

60 Mobil- & Desktop-Prozessoren im Test

## Der große CPU-Ratgeber

Mit Fritzbox ins Ausland telefonieren

PDF-Tabellen in Excel importieren

Basiswissen Windows Explorer

Microsoft 365 DSGVO-konform

Raspi meldet Angriffe auf Ihr WLAN



Hardware-Beratung: Raspi, NAS, x86 oder Mietserver

## Eigener Server nach Maß

Betriebssysteme, Container und VMs flexibel kombinieren

€ 5,50

AT € 6,10 | LUX, BEL € 6,50

NL € 6,70 | IT, ES € 6,90

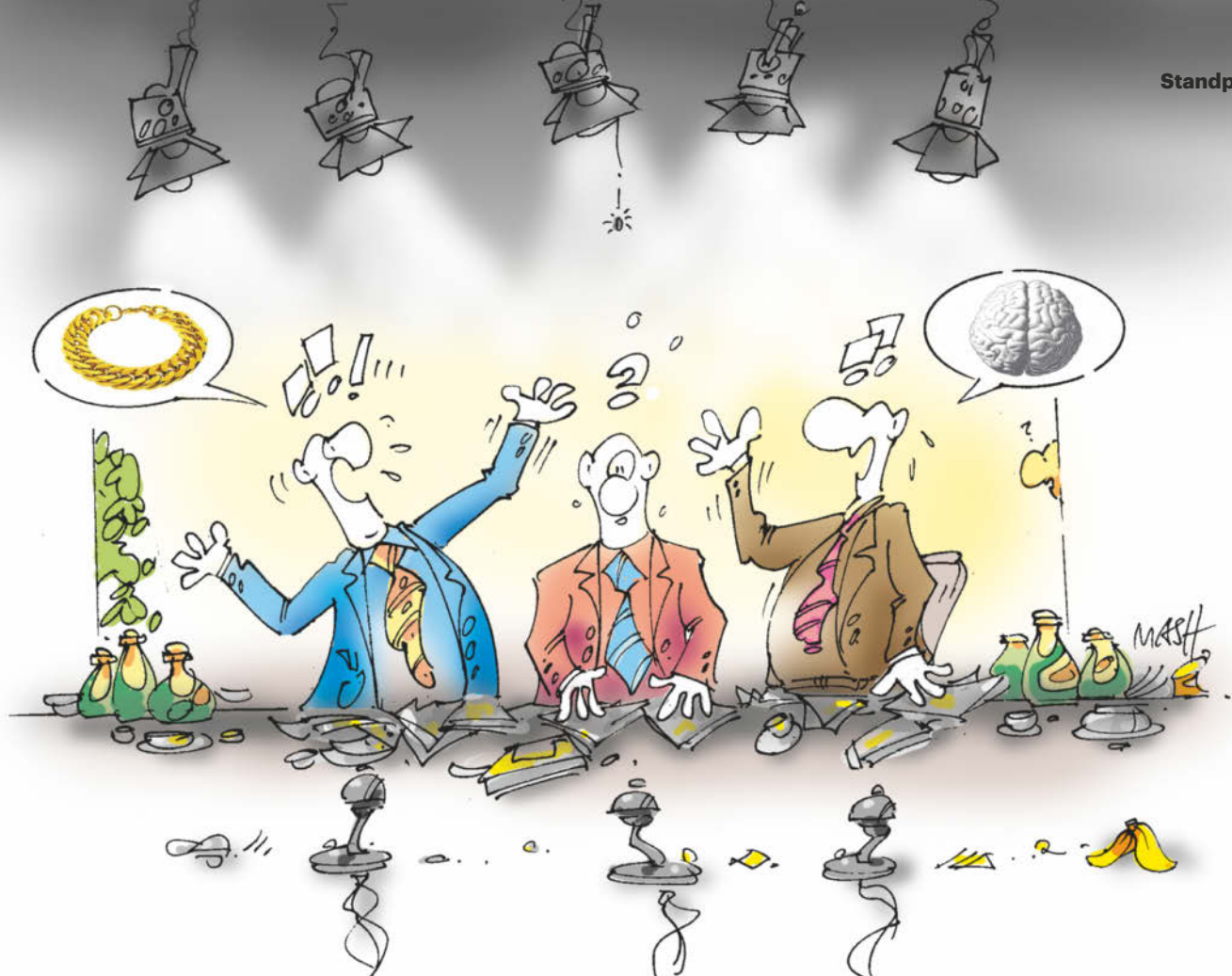
CHF 8.10 | DKK 60,00



Finden Sie 100 Unterschiede zwischen diesen Clouds.  
Oder fragen Sie jemanden,  
der es kann.



**Trust in Transformation:** Vertrauen Sie auf einen Partner, mit dem Sie in der riesigen Auswahl von Cloud-Services jene finden, die Ihre Innovationen vorantreiben, Kosten senken und die Sicherheit erhöhen: [www.pwc.de/cloud](http://www.pwc.de/cloud)



## Bundestagswahl: Buzzwords statt Sachverstand

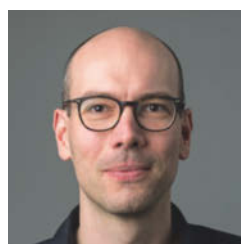
Als c't-Redakteur freut man sich darüber, dass Digitales im diesjährigen Wahlkampf eine größere Rolle spielt denn je. Bis man die Parteiprogramme liest. Denn dort wird allerlei Fragwürdiges über Technik zusammengedichtet, vor allem zu den Hype-Themen Blockchain und KI.

Beispiel Union: Sie will bei der Digitalisierung von „Akten und Urkunden bei Planungsprozessen“ die „Chancen der Blockchain-Technologie nutzen“. Das wäre ungefähr so sinnvoll wie Rasenmähen mit dem Hubschrauber – und erinnert an die im Frühjahr kurzzeitig verfolgte Idee, den Impfpass mit fünf Blockchains zu sichern. Doch die Union hat noch mehr vor: Sie möchte allgemein „weitere Anwendungsmöglichkeiten für die Blockchain schaffen“, also für Technik die passenden Probleme erfinden, statt Probleme mit der passenden Technik zu lösen. Dabei gibt es in deutschen Amtsstuben wahrlich genug Probleme.

Auch die FDP spart nicht mit Buzzwords. Die Liberalen wollen in „die Entwicklung von künstlicher Intelligenz, Virtual Reality beziehungsweise Augmented Reality in der Verwaltung“ einsteigen. Als hätten die Behörden nicht genug damit zu tun, Akten und Anträge überhaupt erst einmal zu digitalisieren.

Ein bisschen geschickter stellen sich die Grünen an: Sie planen keine abstrusen Blockchain-Projekte. Allerdings verkaufen sie Technik als Wundermittel gegen den Klimawandel, um ihr Image als Verbotsparterie loszuwerden. Zum Beispiel erhoffen sie sich vom autonomen Fahren „mehr Mobilität bei weniger Verkehr“. Die Botschaft: Mit KI und Daten kann man die Welt retten, ohne sich einschränken zu müssen. Seriös ist das nicht. Und auch in den Programmen der anderen Parteien mangelt es an konkreten, realistischen Plänen für die Digitalisierung.

Also, liebe Parteien, bitte konzentriert Euch auf die Grundlagen. Erklärt uns, wie Ihr Verwaltung und Schulen endlich ins 21. Jahrhundert bringen wollt, statt uns mit Blockchain und KI Sand in die Augen zu streuen.



Christian Wölbert

Christian Wölbert



# 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 • Caligrafika, **26133** Oldenburg, Tel. 0441/9250095 • T&S Computech GmbH, **30175** Hannover, Tel. 0511/884817 • B.I.T. Datentechnik GmbH, **31675** Bückeburg, Tel. 05722/95040 • Systemhaus Przykopanski, **31848** Bad Münde, Tel. 05042/933160 • MBörso-Computer GmbH, **33100** Paderborn, Tel. 05251/28818-0 • Microtec GmbH, **33649** Bielefeld, 0521/9455274 • bits+bytes Computer GmbH & Co. KG, **35745** Herborn, Tel. 02772/94990 • RODIAC EDV-Systemhaus GmbH, **42551** Velbert, Tel. 02051/989000 • ServeNet Computervertrieb, **42279** Wuppertal, Tel. 0202/266166 • Rose Computer GmbH, **46395** Bocholt, Tel. 02871/244400 • Kortenbreite 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, **43843** 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** Viernheim, Tel. 06204/607921 • KAISYS.IT GmbH, **72793** Pfullingen, Tel. 07121/145330 • Danner It-Systemhaus GmbH, **72760** Reutlingen, Tel. 07121/56780 • MP-Datentechnik GmbH, **73730** Esslingen, 0711/3609163 • Resin GmbH & Co.KG, **79589** Binzen, Tel. 07261/6660 • Office Komplett, **79664** Wehr, Tel. 07762 / 708860 • Schwarz Computer Systeme GmbH, **92318** Neumarkt, Tel. 09181/48550 • K&L electronics GmbH, **95466** Weidenberg, 09278/98610-0 •



WORTMANN AG empfiehlt Windows 10 Pro für Unternehmen.



### TERRA MOBILE 1470T

- Intel® Core™ i5-1135G7 Prozessor (8 MB Cache, bis zu 4.20 GHz)
- Windows 10 Pro
- 8 GB RAM
- 500 GB SSD
- Intel® UHD Grafik

Artikel-Nr.: 1220701

**1.069,-\***

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.

### 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.

*Dockingstation optional*



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

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

© Copyright by Heise Medien.

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

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

## Titelthemen

### Bundestagswahl: Wer digitalisiert Deutschland?

- 16 Digitalpolitik** Versäumnisse der großen Koalition
- 22 Pläne der Parteien** im Vergleich
- 30 Politiker** Online herausfinden, was sie wollen
- 34 Zahlen, Daten, Fakten** Parteien und Politik

### Eigener Server nach Maß

- 62 Starthilfe** Betriebssystem, Container, Plattformen
- 68 Hardware** Raspi, NAS und PC als Server
- 74 Heimserver** Dienste ins Internet bringen

### Der große CPU-Ratgeber

- 94 Desktop-Prozessoren** mit 2 bis 64 Kernen
- 100 Mobilprozessoren** für Notebooks und Mini-PCs

## Test & Beratung

### 78 Büro-Mufu Brother MFC-J4540DW

### 80 Präsentationssystem Cynap Pure Pro

### 82 In-Ears mit ANC Nothing Ear 1

### 82 Schneller USB-Stick Teamgroup C212

### 84 5G-Smartphone Realme GT

### 86 Stift-Tablet Huawei MatePad 11

### 88 Smartphone OnePlus Nord 2

### 89 Türschloss mit App-Steuerung

### 90 Bluetooth-Audio-Brille Fauna Smart Glasses

### 90 Saugbot-Entleerer Roborock Auto-Empty Dock

### 92 Online-Umfrage-Dienst Tally

### 92 Mail-App K-9 für Android

### 102 Grafikkarten mit Radeon RX 6600 XT

### 106 Hörspiele streamen Apps für Android und iOS

### 168 Abenteuerspiel Omno

### 180 Bücher PowerShell, BSI-Cyberfibel

## Aktuell

- 14 Kinderpornografie** iOS analysiert Fotos
- 36 IPv4-Abschied** Wie China IPv6 durchboxt
- 38 Security** Ransomware Conti, Fake-Identitäten
- 40 Internet** Firefox 91, Jugendschutz, „Pur“-Abos
- 42 Bit-Rauschen** Intel Arc, Virtueller Nvidia-Chef
- 43 Hardware** H.264 zurück auf Lenovo-Notebooks
- 44 Apple** US-Politik gegen App-Store-Praktiken
- 45 Netze** Sicherheitslücken, Glasfaser-Internet
- 46 Sensoren** zur Erkennung alkoholisierter Fahrer
- 47 Forschung** Roboter mit Chamäleonhaut
- 48 Debian 11** Update vor allem für Server
- 49 Digitale Teilhabe** für Senioren
- 50 Linux-Distribution** Elementary OS 6
- 52 Windows** Strengerer Defender, Update-Probleme
- 53 Freelancer** Welche Skills gefragt sind
- 54 Streamingdienst** Paramount+ bei Sky
- 55 Spiele** Neuartige Touch-Bedienung
- 56 c't I/O** Online-Themenwoche statt IFA
- 57 falt-Handys** Samsung Galaxy Z Fold und Flip
- 58 Web-Tipps** Webcams, E-Technik, Dickpics

### 16 Bundestagswahl: Wer digitalisiert Deutschland?



Im Wahlkampf versprechen alle Parteien, den Rückstand des Staates bei der Digitalisierung aufzuholen. Doch bei Themen wie Überwachung, Datenschutz und digitale Souveränität unterscheiden sich die Positionen erheblich.

## Wissen

- 112 **Tech-Giganten** Kartellwächter erhöhen Druck
- 116 **Microsoft 365 DSGVO-konform**
- 120 **Basiswissen Windows Explorer**
- 124 **Windows** per Gruppenrichtlinien steuern
- 128 **Daten serialisieren** mit JSON, YAML, XML & Co.
- 170 **Free-to-Play** Kostenfalle für Kinder und Eltern

## Praxis

- 132 **PDF-Tabellen in Excel importieren**
- 136 **DApps** Bedienoberflächen für Smart Contracts
- 142 **Handy-Anschluss fürs E-Bike bauen**
- 148 **Jitsi** in Apps und Webseiten integrieren
- 150 **Raspi meldet Angriffe auf Ihr WLAN**
- 156 **Mit Fritzbox ins Ausland telefonieren**
- 158 **Hotspots verwalten** per OpenWrt-Add-on
- 162 **Darknet** Tor Hidden Services auf v3 migrieren

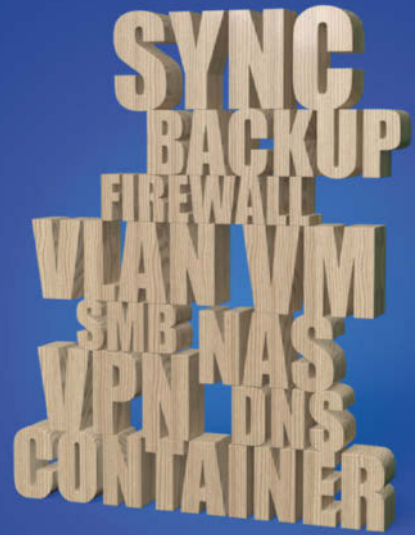
## Immer in c't

- 3 **Standpunkt** Buzzwords statt Sachverstand
- 8 **Leserforum**
- 13 **Schlagseite**
- 60 **Vorsicht, Kunde** Vodafone jubelt Anschluss unter
- 174 **Tipps & Tricks**
- 178 **FAQ** Voice over IP
- 182 **Story** Oben
- 189 **Stellenmarkt**
- 192 **Inserentenverzeichnis**
- 193 **Impressum**
- 194 **Vorschau 20/2021**



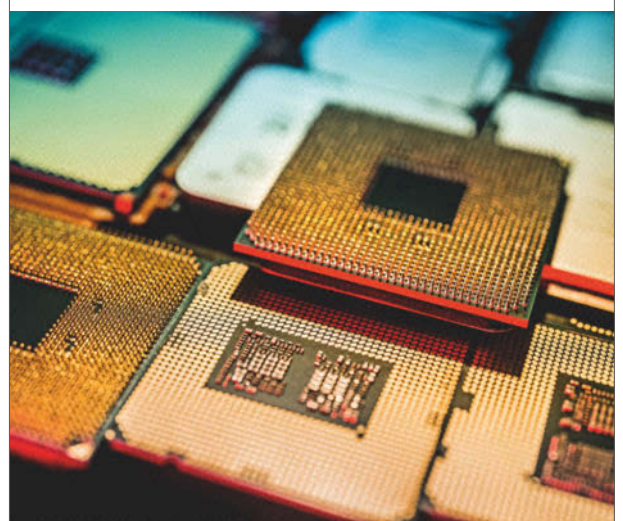
c't Hardcore kennzeichnet im Heft besonders anspruchsvolle Artikel.

### 62 Eigener Server nach Maß



Wer sich selbst zum Admin macht, kann Server nach eigenen Wünschen einrichten. Mit unseren Ratschlägen treffen Sie die richtigen Entscheidungen in puncto Betriebssystem, Virtualisierung, Container und Hardware.

### 94 Der große CPU-Ratgeber



Unser Vergleich von 60 Prozessoren für Desktop-PCs und Notebooks zeigt die riesige Bandbreite der Rechenleistung, aber auch die Unterschiede in Effizienz und Preis. Außerdem: konkrete Tipps zur CPU-Auswahl.



## Läuft und läuft ...

Standpunkt: Sabotiert durchs Smartphone,  
c't 18/2021, S. 3

Warum kauft man sich so einen Mist? Mit meinem 1979er T3 passiert sowas nicht. Daher habe ich meine Smarthome-Steuerung sowohl hard- als softwaremäßig selbst entwickelt mit gängigen Bauteilen und reichlich Ersatzteilen, ganz ohne WLAN und nur basierend auf CAN-Bus. Da können die Smartphone-Updates bringen, soviel sie wollen, es wird weiter funktionieren. Und mein Smartphone hat nun auch schon gut vier Jahre auf dem Buckel und wird laufen, solange es irgendwie geht. Vor Sicherheitsmängeln wegen alter Android-Version habe ich weniger Angst: Nicht jeden Link anklicken, nicht jede Mist-App installieren und nicht jede Mail öffnen hilft viel.

Rainer Müller-Knoche

## Lieber ein neues Auto

Kaufen Sie ein neues Auto! Dessen Entertainmentssystem ist doch schon bei einem Provider serienmäßig angemeldet und telefoniert für Sie eifrig nach Hause. Natürlich koogeln sich der Verbund aus Fahrzeughersteller und Versicherungsunternehmen, der Premiumclub und heimlich auch schon die Ordnungsmächte über Ihren Sorgenartikel vor Lachen.

Ihr Smartphone können Sie vorerst per WLAN oder Blauzahn einloggen – damit das Entertainmentssystem auch den Rest Ihrer Kommunikationsdaten vereinheitlicht. Natürlich können Sie auch Ihre sonstigen Systeme inklusive E-Bike über das Entertainmentssystem steuern, gegen kleinen Aufpreis. Also keine Angst, kaufen Sie sich nur endlich ein neues Fahrzeug, um den Rest kümmern man sich schon, inklusive Zahlungsverkehr.

H. Diestel

## Eigenes VPN fürs mobile Surfen

Titelthema VPN: Sicher im Internet, c't 18/2021,  
S. 14 ff

Sie haben ein tolles Feature nicht aufgeführt: So nutze ich ein selbst betriebenes WireGuard-VPN (wahlweise zu Hause oder auf einem schmalbrüstigen, aber ausreichenden Cloudserver für nicht mal 3 Euro/Monat) mit Pi-Hole (alternativ AdGuard), um auch unterwegs (mobile Daten oder fremde WLANs) auf meinen und den Geräten der Familie von Werbung-/Tracking-befreiten Webseiten zu profitieren.

So spart die Familie Kosten (komplett kostenlos oder nur wenige Euro für die ganze Familie) und, weil der Pi-Hole eh da war, profitieren alle überall vom selben Surferlebnis. Die WireGuard App lässt sich so konfigurieren, dass sowohl „mobile Daten“ als auch „alle WLANs außer ...“ über das VPN gehen.

Thomas Merz

## Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

💬 c't Forum

📘 c't Magazin

🐦 @ctmagazin

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

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

## Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs  
am Ende des Artikels

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

Mir erscheint das Ganze fragwürdig: VPN-Provider, die den Transparenzbericht einmal schuldig bleiben, würden im Rahmen reißerischer Medienberichterstattung schnell ihre Reputation verlieren. Ich tippe mal, Dienstleister, die diese Berichte an den Mann bringen, stellen sie online, komme was da wolle, sonst vergault man sich Kunden.

Gustav

## Besser basteln

Sechs smarte Gartenbewässerungssysteme,  
c't 18/2021, S. 126

Ein smartes Bewässerungssystem aufzubauen, kostet nicht mehr als 100 Euro und Zeit: Orange PI PC (30 US-\$), Relaiskarte (5 Euro), 4-Kanal-AD-Wandler (5 Euro), Gehäuse (10 Euro), Magnetventile (Stück 10 Euro), Netzteil 5 V und Netzteil 12 V (je 12 Euro) und Platine (20 Euro). Wenn man die Rohre, Fittings und Adapter hinzurechnet vielleicht 250 Euro. Dafür bekommt man von den Anbietern nur (zwar schon fertig programmiert) die Steuerung, hat aber dafür nicht den Spaß.

Mein Bewässerungssystem ist unterirdisch und hat zudem noch Bachlaufsteuerung, Regensensor und Füllstandregelung integriert. Parametrierbar über PC, Handy, Tablet oder was man sonst noch an Kommunikationsmitteln im Haus hat. Der weitere Ausbau mit Lichtsteuerung kommt demnächst. Das ist alles mit der Fertiglösung nicht zu machen.

Heinrich Eynck

## Fragwürdige Transparenz

Es ist erstaunlich, wie zwiespältig VPN-Dienste sind: Wie Sie geschrieben haben, werben die Anbieter mit dem Argument Sicherheit, geben sich selbst aber allzu marktschreierisch. Jedoch glaube ich nicht daran, dass VPN-Dienstleister im Rahmen von Warrant Canary sauber arbeiten: Dieser regelmäßig veröffentlichte Bericht soll aussagen, dass keine Durchsuchungen von Behörden stattgefunden haben. Publiziert ein Provider den Bericht einmal nicht, sei dies für Kunden ein Indiz, dass der Anonymisierungs-Service potenziell infiltriert ist.

## Rückfluss verhindern

So wie bei jeder Waschmaschine ein Rückflussverhinderer dafür sorgt, dass keine



**Letzte Chance bis 30.09.2021!**  
Keine Bestellannahme nach  
dem 30. September. **!**



**Domainregen**

**Homepage Boom**

**12 .de-Domains inklusive**

**Kostenlose SSL-Zertifikate**

- > Webbaukasten inklusive
- > SSL-Certs von Let's Encrypt für alle Domains per Mausklick
- > 100 GB SSD-Webpace
- > Zusätzlicher Onlinespeicher (30 GB)
- > 4 externe Domains
- > 1.000 E-Mail-Adressen
- > 100 GB E-Mail-Speicher
- > 100 aktuelle 1-Klick-Applikationen
- > 100 SSD MySQL-Datenbanken

**2,29**  
€/Monat\*

**Dauerpreis**

\* 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/boom**

Waschlaube ins Leitungsnetz beziehungsweise die Hausinstallation gesaugt werden kann, ist dies auch bei Gartenbewässerungsanlagen mit dem in den Schläuchen befindlichen Wasser unbedingt erforderlich. Für mich unverständlich, dass es vonseiten der Hersteller/Vertreiber von Gartenbewässerungsanlagen keine entsprechenden Bauteile oder zumindest Hinweise gibt. Auch ist nicht ersichtlich, ob die vertriebenen Ventile vielleicht sogar Rückflussverhinderer beinhalten.

Name ist der Redaktion bekannt ✓

## Zu kurz gekommen

*Clever lernen mit digitalen Karteikarten, c't 18/2021, S. 118*

Wie Anki hier wekommt, ist ein wenig enttäuschend. Letztlich bleibt irgendwie „altbacken, kostenlos und komplex“ hängen, bis dann weitaus weniger mächtige Angebote in allen Details dargestellt werden: „Es ist zwar ein wenig still geworden um das Projekt, aber Anki hat nach wie vor eine große Fangemeinde.“ Oder so gesagt: In r/anki sind 80.000 Nutzer unterwegs und in r/medicalschoollanki 98.000 (zum Vergleich: in r/duolingo 128.000). Wenn es um Spaced Repetition geht, bieten das nicht mal alle Generalisten unter den Angeboten.

Gast

## Rost und Verschleiß

*Fünf E-Bikes für die City mit smarten Features, c't 18/2021, S. 62*

Mein Sohn hat sich vor einiger Zeit das Cowboy 2 zugelegt und ist inzwischen ca. 2000 km damit gefahren. Aufgetretene

Mängel bisher: defektes Tretlager nach ca. 500 km und aktuell komplett verschlissener Antriebsriemen. Darüber hinaus ist mittlerweile Rostbildung an allen Teilen, die aus Stahl gefertigt sind, zu bemerken.

Die Originalreifen sind reine „Glatzen“ – nur bei trockenem Wetter zu gebrauchen. Leider handelt es sich um Sondergrößen, sodass Reifen mit besseren Profilen bei örtlichen Händlern nicht vorrätig und übers Internet nur sehr teuer und langwierig zu beschaffen sind.

Gut: Nach einem Diebstahl konnte das Fahrrad dank GPS-Ortung nach einigen Stunden von der Polizei sichergestellt werden. Toller Fahrkomfort und sehr gute App – ohne viel Ausprobieren und Einstellen von Fahrmodi gleich losfahren und genießen.

Achim Kruse ✓

## Lernt funken

*Wie die Flut im Westen die Kommunikation lahmgelegt hat, c't 18/2021, S. 102*

Da bin ich als Funkamateurl (DC5GD) froh, dass ich mit der ganzen Welt Kontakt aufnehmen kann und nicht, wie in Ihrem Artikel beschrieben, Mobilfunkbasisstationen, Netzersatzanlagen, Glasfaserkabel, Instant Networks (ein komisches Wort im Zusammenhang mit einer Hochwasserkatastrophe), Relaisstationen, MSACNs, et cetera brauche: Amateurfunkverbindungen sind Point-to-Point und brauchen rein gar nichts dazwischen. Klar kann heute jeder mit dem Handy überall hin telefonieren. Aber wie fragil dieses Kommunikationsmedium ist, haben Sie ja eindringlich in Ihrem Artikel gezeigt. Also: Leute, lernt funken!

Albrecht Dietrich ✓

## Teure Ressourcen

*Warum Kryptowährungen auf Proof of Stake umstellen wollen, c't 18/2021, S. 134*

Kryptogeld und die anderen Aspekte wie Blockchain waren und sind geniale Ideen. Aber es ist doch egal, ob Proof of was auch immer: Irgendeine teure Ressource (Energie oder viel Hardware oder ein teures Gebäude für eine Zentralbank mit Präsidentin) ist immer notwendig, um das Konzept abzusichern. Und immer muss man schauen, welche Ganoven wo und wie betrügen. Also bleiben wir bei der Zentralbank, die ist wahrscheinlich klimafreundlicher.

Peter Klamser ✓

## Ergänzungen & Berichtigungen

### BIOS-Updates von Lenovo

*Gaming-Notebooks mit raytracingfähigen GPUs, c't 18/2021, S. 90*

Lenovo stellt inzwischen BIOS-Updates für das Legion 7 (16ACHg6) und einige andere Notebooks bereit, welche den zuvor abgeschalteten H.264-Encoder der Nvidia-GPUs wieder aktivieren. Zu den Hintergründen siehe auch S. 43 in diesem Heft.

### Mehr Funktionen

*Transkriptionsdienste: Audioaufnahmen in Text wandeln, c't 17/2021, S. 110*

Die Beschreibung des Programms f4x bezieht sich auf die Browserversion. Die Desktopversion f4transkript für macOS bietet darüber hinaus einen integrierten Editor, kann Zeitmarken setzen, Text farbig markieren, verlangsamt oder beschleunigt abspielen, vor- und zurückspulen, Fußschalter einbinden, suchen und ersetzen sowie Rechtschreibung prüfen. Außerdem exportiert sie Dateien in den Formaten SRT, DOCX und ODT.

### Mehr Training für den Rücken

*Apps, Online-Kurse und Videos für das Rückentraining, c't 16/2021, S. 114*

Außer den Videos auf YouTube gibt es von FuncFit-Betreiber Wiktor Diamant zusätzlich noch ein kostenpflichtiges Trainingsprogramm mit mehr Übungen für den Rücken ab 79 Euro.



Beim Vorgängermodell des Cowboy 3 ist der Leser zwar mit den smarten Funktionen zufrieden, nicht aber mit der Materialqualität.



**SIEMENS**

*Ingenuity for life*



## SIMATIC IOT2050 – Das Starter-Kit zu digitalen Dimensionen

Starten Sie durch mit dem IoT-Gateway  
für IT- und Cloud-Anbindungen

[siemens.de/iot2050-starterkit](https://siemens.de/iot2050-starterkit)



Sie wollen sich beruflich verändern oder suchen einen neuen Arbeitgeber?

Sie möchten Ihre Karriere vorantreiben und wünschen sich Tipps von erfahrenen Experten?

Dann sichern Sie sich jetzt Ihren Code für ein kostenfreies TICKET und den Zugang zur it-sa!



[www.it-job-kompakt.de](http://www.it-job-kompakt.de)

**12./13.10.2021**

*auf der it-sa in Nürnberg*

**Recruiting-Messe und  
Fachkonferenz**

**it**  **sa** EXPO  
CONGRESS

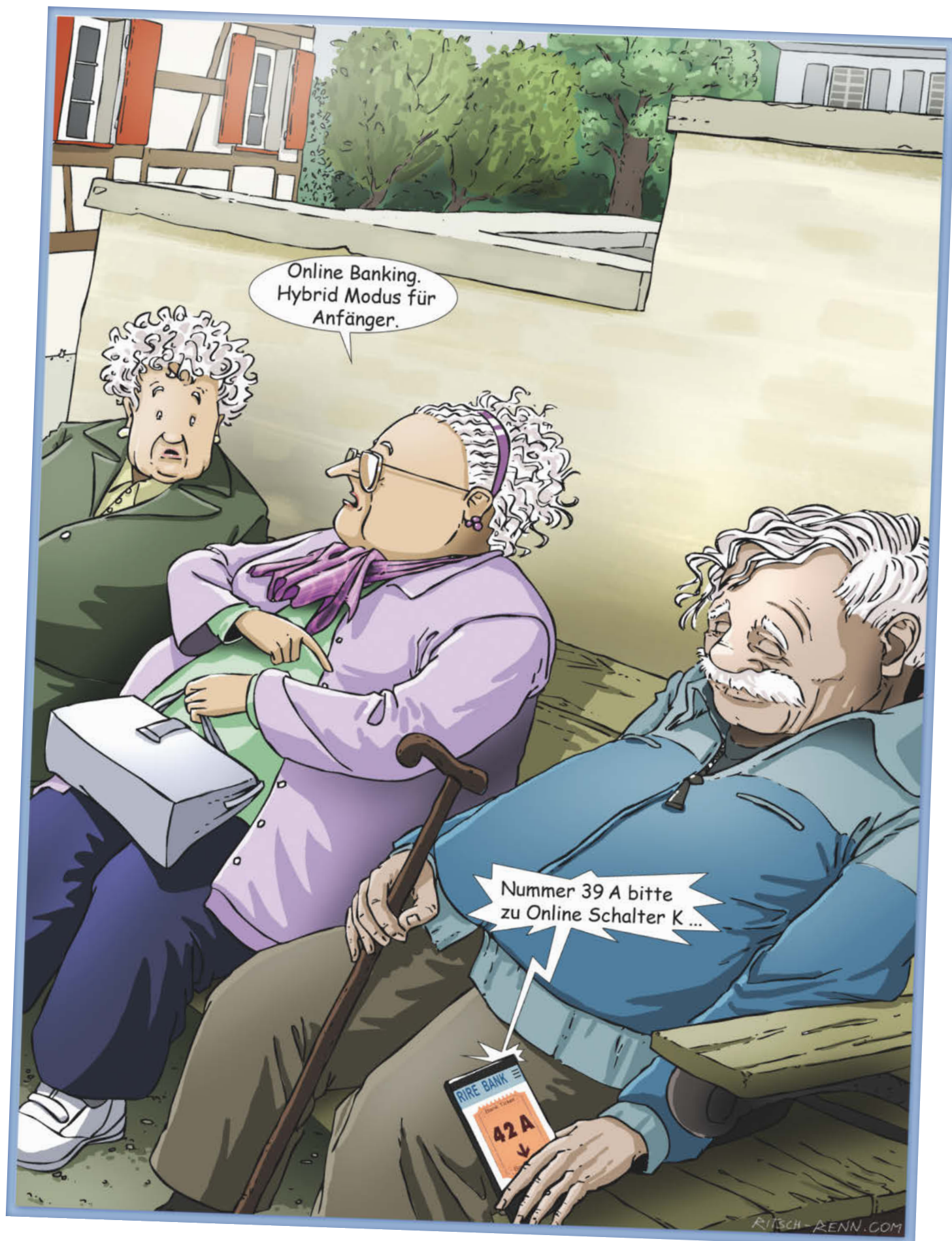
**HOME OF IT SECURITY**

© Copyright by Heise Medien.

**WIR SIND DABEI!**

12. – 14. Oktober 2021  
Nürnberg, Germany  
[it-sa.de](http://it-sa.de)





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





# Unbeirrt im Kreuzfeuer

## Apples Fotoanalyse gegen Kindesmissbrauch

**Apple will iPhones und iPads nach Fotos von Kindesmissbrauch durchsuchen – gegen die Kritik von Datenschützern und über den Kopf von Anwendern hinweg. Der Konzern tut nur wenig, um Bedenken zu zerstreuen.**

Von Andrea Trinkwalder  
und Dušan Živadinović

**M**anche Medienschaffende hielten es zunächst für eine erfundene Meldung, was Apple bald selbst zur allgemeinen Verwunderung bestätigte: Mit dem

kommenden iOS 15 und iPadOS 15 liefert die Firma Funktionen für iPhones und iPads aus, die die Geräte vor dem Upload von Fotos in Apples Cloud auf Kindesmissbräuchliche Motive untersuchen. Dafür hat Apple einen Algorithmus implementiert, der auf den Geräten gespeicherte Bilder mit einer Datenbank des US-amerikanischen National Center for Missing and Exploited Children (NCMEC) vergleicht. Zudem soll bei iMessage-Chats eine KI Minderjährige vor nicht jugendfreien Inhalten schützen, indem sie Fotos vor Versand und Empfang prüft und gegebenenfalls unkenntlich macht sowie die Eltern informiert.

Das NCMEC will helfen, Kinder vor sexueller Misshandlung zu schützen. Dafür soll auch die Verbreitung von Missbrauchsfotos erschwert werden. Findet Apples Algorithmus eine gewisse Anzahl

der bekannten Fotos, alarmiert er stillschweigend den Konzern, woraufhin einer seiner Mitarbeiter die verdächtigen Dateien prüft. Bewertet dieser die gemeldeten Bilder als harmlos, soll laut Apple nichts geschehen. Hält der Mitarbeiter die Fotos für „Child Sexual Abuse Material“ (CSAM), informiert Apple das NCMEC, das nach eigenem Vergleich mit Originalbildern weitere Schritte unternehmen kann – bis hin zur Anzeige bei Behörden. Die neuen Kinderschutzfunktionen sollen zunächst in den USA eingeführt werden.

Datenschützern und Sicherheitsexperten bereitet Apples Plan heftige Kopfschmerzen: Aus ihrer Sicht stellen die Analysefunktionen Milliarden von Bürgern unter Massenüberwachung und greifen unverhältnismäßig in deren Privatsphäre ein. Außerdem baue Apple so eine Hintertür in sein System ein, die sich leicht missbrauchen lasse. Und wenn auf wenige Kriminelle viele Unschuldige kommen, produziert selbst ein System mit einer Genauigkeit von über 99 Prozent unverhältnismäßig viele falsch-positive Treffer, zum Beispiel Papa mit Kind in der Badewanne, Kind nackt tobend am Strand, Hoppe-Reiter-Spiele und Ähnliches.

Apple hält Kritikern entgegen, ein privatsphärewahrendes Verfahren entwickelt zu haben, das die Persönlichkeitsrechte seiner Kunden nicht verletze.

### Spurensuche: Hash mich

Laut Apple läuft der Abgleich lokal auf den Geräten, die Fotos werden also nicht auf Apple-Servern verarbeitet. Außerdem durchkämmt der Algorithmus die lokale Bibliothek nicht laufend, sondern scannt nur Fotos vor der Synchronisierung mit der iCloud – das geschieht automatisch, sofern der Nutzer den iCloud-Abgleich nicht deaktiviert. Für den Vergleich speichert Apple eine Datenbank des NCMEC auf den Geräten. Sie enthält keine Missbrauchsbilder (deren Besitz ja strafbar ist), sondern algorithmisch erzeugte Hashes davon; die Zahlenwerte kann man sich wie Fingerabdrücke von Datensätzen vorstellen.

Eine solche Hash-Funktion muss einen sehr zuverlässigen Abgleich liefern und die damit erzeugten Hashes dürfen keine Rekonstruktion der Ursprungsbilder ermöglichen. Andernfalls würde Apple massenhaft strafbares Material auf iPhones und iPads verteilen. Die Firma hat dafür ein Verfahren namens NeuralHash entwickelt und dem NCMEC zur Verfügung gestellt. Die Berechnung der Hash-

Werte erfolgt ausschließlich auf den Servern der US-Organisation.

Hash-Werte für den Fotovergleich zu generieren ist deutlich anspruchsvoller als etwa für Passwörter oder Benutzernamen. Ein eingegebenes Passwort ist nur dann korrekt, wenn es mit dem gespeicherten komplett übereinstimmt. Daher sind auch die Hash-Funktionen zum Passwortabgleich relativ einfach. Bei Fotos greifen solche Hash-Funktionen aber zu kurz, weil schon minimale Änderungen wie eine Tonwertkorrektur oder Neukomprimierung zu anderen Hash-Werten führen. NeuralHash erzeugt daher Fingerprints, die sich auf die Ähnlichkeit von visuellen Motiven beziehen. Es handelt sich also um einen perceptiven Algorithmus, der die charakteristischen Merkmale der jeweiligen Motive miteinander vergleicht. NeuralHash lernt laut Apple anhand von Bildvergleichen eigenständig, welche Merkmale essenziell sind, um bekanntes Fotomaterial treffsicher zu identifizieren – und harmlose Familienfotos zu ignorieren.

Ein anderer Vertreter dieser Gattung ist PhotoDNA von Microsoft, den das NCMEC ebenfalls einsetzt. PhotoDNA ist nicht selbstlernend, sondern nutzt vordefinierte Merkmale.

Apples Fotoscanner schlägt ab etwa 30 verdächtigen Fotos Alarm. Die Schwelle hat zwei Funktionen: Sie soll die Anzahl der Fehlalarme reduzieren und verhindern, dass Nutzer mit wiederholten Tests die Funktionsweise des Algorithmus aufdecken. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Account fälschlich gemeldet wird, liegt laut Apple bei eins zu einer Billion.

### Statistische Beruhigungsspiele

Das klingt nach einem extrem unwahrscheinlichen Ereignis, so in der Kategorie von Jahrtausend-Unwettern, aber leider bleiben zu viele Fragen offen, um die Angabe einordnen zu können. Man erfährt zum Beispiel nicht, anhand welcher (unverfänglicher) Fotos NeuralHash das Unterscheiden gelernt hat und wie groß etwa die Falsch-Positiv-Rate für ein einzelnes Foto ausfällt. Und wie hoch war der Anteil potenziell verwechselbarer Fotos in der Trainings- und Testdatenbank? Besteht der Test etwa aus einem Sammelsurium von Tier-, Natur-, Food- und Landschaftsmotiven plus einer Handvoll Eltern-Kind-Fotos, ergibt sich eine deutlich niedrigere Fehler-rate, als wenn man ausschließlich mit schwer unterscheidbarem Content testet.

## Apples Scan-System

Die Suche nach Fotos, die sexuellen Missbrauch zeigen, geschieht lokal auf iPhone und iPad. Apple sieht die Privatsphäre gewahrt, weil zum Abgleich nur Fingerprints von Fotos verwendet werden. Der Alarm wird ab etwa 30 verdächtigen Bildern ausgelöst.

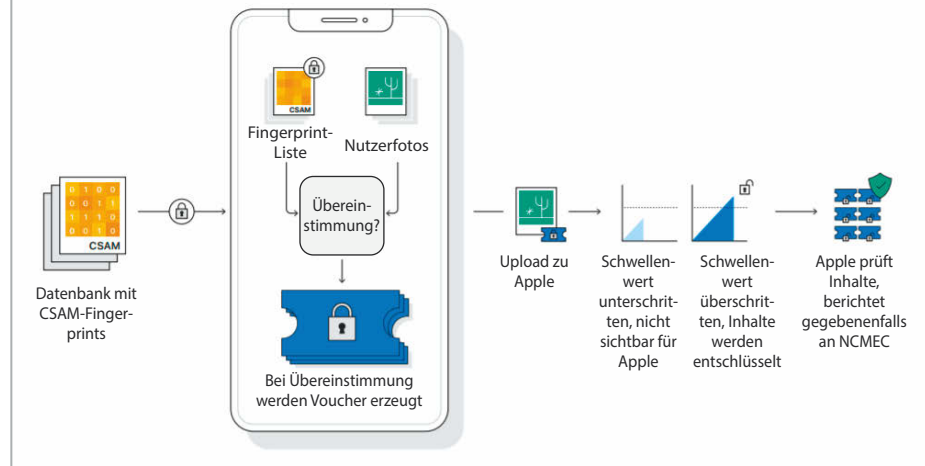


Bild: Apple

NeuralHash ist also eine Black-Box-Methode, die nicht von unabhängiger Seite auf bekannte Schwächen neuronaler Netze geprüft wurde. Offen bleibt damit auch die Frage, ob Reverse Engineering tatsächlich ausgeschlossen ist. Zumindest für Microsofts PhotoDNA konnte der Forscher Neal Krawetz zeigen, wie sich leicht unscharfe Graustufen-Abbilder in einer Auflösung von  $26 \times 26$  Pixeln aus den Hashes des NCMEC rekonstruieren lassen.

Auch andere Forscher haben Angriffe auf perzeptive Hashes mittels KI-Bildgeneratoren dokumentiert (Generative Adversarial Neural Network, GAN). Und auf GitHub läuft längst eine Diskussion, ob einem Forscher gelungen ist, Apples NeuralHash für zwei verschiedene Bilder denselben Hash-Wert zu entlocken (siehe [ct.de/ye44](https://ct.de/ye44)).

### Verteilte Schlüssel

Um vertrauliche Fotos zu schützen und zu verhindern, dass Angreifer mit gezielten Abfragen Essenzielles über die Systematik der Kodierung lernen, speichert Apple die Hashes in einer verschlüsselten Datenbank; der Vorgang läuft auf Apples Servern ab und den Schlüssel hat nur Apple (siehe [ct.de/ye44](https://ct.de/ye44)). Das Gerät sucht dann unter Einsatz des NeuralHash-Algorithmus nach Überschneidungen mit dem Inhalt der verschlüsselten Datenbank. Bei einem Treffer wird das Ergebnis mit einigen weiteren Merkmalen verschlüsselt (Cryptographic Safety Voucher). Das Voucher wird dem Bild beigelegt.

Solange die Trefferschwelle nicht erreicht ist, bleiben alle Fotos vertraulich. Ein spezieller Schlüssel wird allerdings allen verdächtigen Inhalten zugeordnet, etwa wie eine auf mehrere Orte verteilte Schatzkarte. Liegt der Schwellenwert bei 30, gewährt der dreißigste Treffer Apples Kontrolleuren Zugriff auf alle verdächtigen Fotos (Threshold Secret Sharing). Alle anderen Nutzerfotos in der iCloud bleiben laut Apple privat.

### Heiligt der Zweck die Mittel?

Es ist das klassische Dilemma: Wer Verbrechen verhindern, Kinder schützen oder Todkranke heilen möchte, handelt in bester Absicht. Schöpft er alle denkbaren Mittel aus, kommt er am schnellsten zum Ziel. Dem sind aber Grenzen gesetzt. Schließlich sollen nicht Milliarden unbescholtener Bürger wie Kriminelle behandelt, 24/7 überwacht und mit allen Mitteln der Datenkunst durchleuchtet werden.

Apple platziert nun einen Black-Box-Mechanismus mit unklarer Arbeitsweise und Fehlerrate auf iPhones und iPads, der genau das tut: überwachen, mit möglicherweise schlimmen Folgen für Menschen, die unschuldig unter Verdacht geraten. Noch schwerer wiegt, dass die Methode bei Regierungen rund um die Welt Begehrlichkeiten geweckt haben dürfte. (dz@ct.de) **ct**

**Quellen und Dokumentationen:**  
[ct.de/ye44](https://ct.de/ye44)

# Immer noch Neuland

Warum die aktuelle Bundesregierung bei der Digitalisierung versagt hat – und was die nächste besser machen muss



<b>Die digitalpolitischen Versäumnisse der großen Koalition .....</b>	<b>Seite 16</b>
<b>Die Pläne der Parteien im Vergleich .....</b>	<b>Seite 22</b>
<b>Direktkandidaten online unter die Lupe nehmen .....</b>	<b>Seite 30</b>
<b>Zahlen, Daten, Fakten zur Bundestagswahl .....</b>	<b>Seite 34</b>



## Nicht nur die föderalistischen Strukturen sind schuld an der digitalen Misere in Deutschland: Der großen Koalition im Bund ist kein einziges großes IT-Projekt gelungen. Auf die nächste Regierung wartet deshalb eine Mammutaufgabe.

Von Christian Wölbart

Acht Jahre ist es her, dass Angela Merkel ihren wohl zweitberühmtesten Satz – nach „Wir schaffen das“ – sagte: „Das Internet ist für uns alle Neuland“, murmelte sie 2013 auf einer Pressekonferenz, rund 20 Jahre nach Erfindung des WWW, in einem der wenigen Momente ihrer Karriere, in denen sie sich nicht perfekt unter Kontrolle hatte und vielleicht genau deshalb einen einfachen, treffenden Satz sagte.

Denn es stimmte ja: Merkel und ihre Ministerriege waren nicht mit dem Netz aufgewachsen, sie fühlten sich darin nicht wohl. Das Gleiche galt für den deutschen Staat insgesamt. In Schulen und Behörden wurde kopiert, gelocht und geheftet, obwohl Vorreiter wie Estland schon damals zeigten, dass es auch anders geht.

Vielleicht hat die Häme über Merkels Satz dazu beigetragen, dass die Bundesregierung seitdem ernsthafter versuchte als zuvor, im Neuland Fuß zu fassen. Im Jahr 2015 stellte der Bund Milliarden für den Breitbandausbau bereit, 2019 folgten weitere Milliarden für die Digitalisierung der Schulen. Der mutigste Schritt war aber das 2017 verabschiedete Online-Zugangsgesetz (OZG): Darin verpflichten sich Bund und Länder, die rund 600 wichtigsten „Verwaltungsleistungen“ auch online anzubieten, vom Kindergeld über BAföG und Parkausweis bis zur Sterbeurkunde.

Trotzdem wirkt Merkels Satz heute genauso wahr wie damals. Wohin man auch blickt, überall erscheint das wohlhabende Deutschland noch immer wie ein digitales Entwicklungsland.

### Hinter Polen, Italien, Zypern

Da sind die Erkenntnisse aus der Corona-Krise, als die Lernplattformen der Schulen,

sofern überhaupt vorhanden, unter dem Ansturm zusammenbrachen. Verwundert musste die Öffentlichkeit auch zur Kenntnis nehmen, dass die Gesundheitsbehörden eilige Infektionsmeldungen immer noch per Fax erhielten und Quarantäneanordnungen mit der Post versendeten – und sich damit bei der Bekämpfung einer tödlichen Pandemie selbst lähmten.

Nach den Überflutungen in diesem Sommer kam die Erkenntnis hinzu, dass die Bundesregierung versäumt hatte, ein taugliches digitales Warnsystem wie Cell Broadcast einzuführen, das ebenfalls Leben hätte retten können.

Ein ernüchterndes Bild zeichnen auch internationale Vergleichsstudien. In einem

aktuellen Ranking der Europäischen Kommission liegt die Bundesrepublik im Bereich „digitale öffentliche Dienste“ auf Rang 21 von 28, hinter Polen, Italien und Zypern.

### Ausrede Föderalismus

Als Hauptgrund für die Misere wird oft „der Föderalismus“ ausgemacht. Da ist Wahres dran, weil zum Beispiel für digitale Bildung die Länder zuständig sind. Der Föderalismus ist aber auch eine bequeme Ausrede, mit der die Bundesregierung von ihrem Versagen ablenken kann.

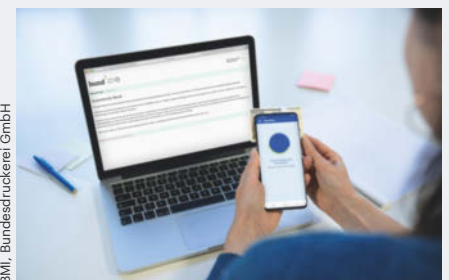
Wer genauer hinschaut, stellt fest: Auch dort, wo der Bund das Sagen hat, klappte in der Ära Merkel wenig. Zwar lief die Entwicklung der Corona-Warn-App besser als von vielen erwartet, doch bei den wirklich großen IT-Projekten – vom E-Perso über De-Mail und die elektronische Gesundheitskarte bis zur IT-Konsolidierung – versagte die Politik. Und mittlerweile zeichnen sich die nächsten Desaster ab: bei der Digitalisierung der Verwaltung und bei der groß propagierten „digitalen Souveränität“. Auch auf diesen Gebieten fiel die große Koalition durch Zaghaftheit und Kompetenz-wirrwarr auf.

## Digitaldesaster 1: E-Perso

Der 2010 von der Bundesregierung eingeführte elektronische Personalausweis sollte das Standardmittel für den Nachweis der Identität im Netz werden. Die Politik sorgte jedoch nicht ansatzweise für genügend Anwendungsmöglichkeiten. Für die Bürger lohnte es sich deshalb nicht, sich in die Technik einzuarbeiten. Im jüngsten E-Government-Monitor der Initiative D21 gaben nur 6 Prozent der Befragten an, die Online-Ausweisfunktion jemals verwendet zu haben.

Mittlerweile wenden sich selbst Bundesbehörden schon wieder vom E-Perso ab, obwohl dieser unbestritten sicher und datenschutzfreundlich ist. Zum Beispiel setzt die Bundesagentur für Arbeit auf das mit Video-Ident verwandte Selfie-Ident. Die Bundesregierung will nun die Ausweisfunktion aufs Smartphone bringen, sodass man nicht mehr den Ausweischip per USB-Leser oder Smartphone auslesen

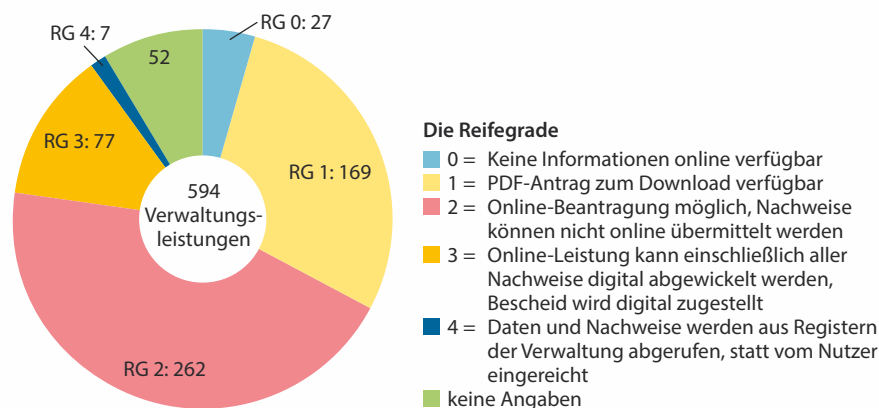
muss. Sie tut sich jedoch schwer, Hersteller als Partner zu gewinnen. Bislang ist nur eine Modellreihe von Samsung (S20) kompatibel. Die nächste Bundesregierung muss das Henne-Ei-Problem des Personalausweises endlich lösen – oder ihn beerdigen und durch eine nutzerfreundlichere Lösung ersetzen.



**Bislang muss man den E-Perso umständlich mit dem Smartphone auslesen.**

## Echtes E-Government als Ausnahme

2017 verpflichteten Bund und Länder sich, bis Ende 2022 rund 600 Verwaltungsleistungen für Bürger und Firmen zu digitalisieren. Eineinhalb Jahre vor Ende der Frist können nur 84 Verfahren vollständig online abgewickelt werden.



Quelle: BMI / OZG-Informationsplattform

### Zaghaft und tatenlos

Beispiel digitale Verwaltung: Hier zeigen Bundespolitiker gern mit dem Finger auf Länder und Kommunen, weil diese in den meisten Bereichen für den Kontakt zum Bürger zuständig sind. Verschwiegen wird aber gerne, dass der Bund durchaus Möglichkeiten hätte, durchzuregieren. Und zwar sofort per Verordnung, ohne langwierige Grundgesetzänderung. Denn 2017 setzte die Bundesregierung in Finanzverhandlungen mit den Ländern durch, dass sie bundesweit einheitliche IT-Standards für einen Großteil der Verwaltungsleistungen verbindlich vorgeben darf – eigentlich ein unerhörter Coup.

Allein: Die große Koalition hat diese Möglichkeit kein einziges Mal angewendet. Fachleute wundern das: „Es ist erstaunlich, dass der Bund von diesem Recht, IT-Standards vorzugeben, noch nicht Gebrauch gemacht hat“, sagt Hannes Kühn, Experte für E-Government beim Normenkontrollrat, einem unabhängigen Beratungsgremium der Bundesregierung, gegenüber c’t.

Seitens mancher Kommunen gehen die Überlegungen sogar noch weiter. In den „Dresdner Forderungen“ verlangen unter anderem Köln und Leipzig mehr zentrale Online-Dienste vom Bund, und zwar für Aufgaben wie Kfz-Zulassung,

Meldewesen oder Elterngeld, für die eigentlich die Kommunen zuständig sind. Die Städte bitten also quasi um ihre eigene Entmachtung.

### Gegen jede IT-Logik

Denn bislang widersprechen zahlreiche E-Government-Prozesse jeglicher IT-Logik. Selbst für bundesweit einheitliche Aufgaben gibt es keine zentralen Dienste, sondern einen Flickenteppich aus regionalen Anwendungen, die mehr schlecht als recht zueinander passen. Der Entwicklungs- und Support-Aufwand ist also um ein Vielfaches höher als eigentlich nötig, die Qualität niedriger. Anstelle weniger State-of-the-Art-Systeme gibt es unzählige mittelmäßige bis schlechte. Der Staat verzettelt sich, statt seine Ressourcen zu bündeln.

Bei der Umsetzung des Online-Zugangsgesetzes rächt sich das nun. Von 594 Behördenleistungen, die bis Ende 2022 online gehen sollen, hatten bis Redaktionsschluss gerade mal 84 den Reifegrad 3 oder 4 erreicht, was bedeutet, dass Bürger sie vollständig online abwickeln können (siehe Grafik). Viele dieser Dienste sind nicht flächendeckend verfügbar, sondern aufgrund der zersplitterten IT-Strukturen nur in einzelnen Kommunen oder Ländern. Fachleute prophezeien deshalb schon seit Jahren, dass die OZG-Zielmarke 2022 gerissen werden wird.

### Digitalfeindliche Gesetze

Und selbst das, was digital geht, wird nicht unbedingt einfacher oder schneller. Das OZG verpflichtet die Behörden nur, ihre bestehenden Prozesse zu digitalisieren. „Der Verwaltungsprozess selbst, also Möglichkeiten, ihn mit digitalen Mitteln eventuell viel einfacher und zielführender umzusetzen, wird zu keinem Zeitpunkt evaluiert“, kritisiert die IT-Sicherheitsexpertin Lilith Wittmann in einer vernichtenden Analyse der OZG-Umsetzung (<https://ozg.verdrussache.de>).

Die To-do-Liste ließe sich fortsetzen. So bemängeln Experten seit Jahren, dass die Bundesministerien sich nicht dazu aufraffen, ihre Fachgesetze digitaltauglich umzuschreiben. Ein Problem liegt zum Beispiel in der Tatsache, dass die Ministerien Begriffe wie „Einkommen“, „Wohnsitz“ oder „Kind“ jeweils anders definieren.

Die Folge: Entwickler können keine nutzerfreundlichen, behördenübergrei-

## Digitaldesaster 2: De-Mail

Mit dem 2011 in Kraft getretenen De-Mail-Gesetz schuf die Bundesregierung die Grundlage für ein Mailsystem, in dem die Identitäten von Absender und Adressat nicht gefälscht werden können. Seit 2012 bieten Unternehmen wie die Telekom und 1&1 De-Mail-Dienste an. Diese floppen jedoch, denn selbst im Behördenbereich gab es wenige attraktive Anwendungsmöglichkeiten. Manche Gerichte weigerten sich gar, ihre De-Mail-Adressen zu veröffentlichen. Bei privaten Unternehmen wie Banken und Versicherungen konnte die Technik auch nicht Fuß fassen.

Anfang 2021 rechnete Telekom-Chef Tim Höttges mit De-Mail ab: Sie sei „überkompliziert“, und trotz Investitionen in dreistelliger Millionenhöhe habe es „niemanden gegeben, der dieses Produkt genutzt hat“. Anders als der E-Perso hat die De-Mail auch bei Sicherheitsexperten einen schlechten Ruf, denn sie ist nicht standardmäßig Ende-zu-Ende-verschlüsselt. Retten lässt sich die De-Mail wohl nicht mehr: In den aktuellen Plänen zur Digitalisierung der Verwaltung spielt sie praktisch keine Rolle. Stattdessen sollen neue Online-Nutzerkonten mit „sicheren Postfächern“ als Schnittstelle zum Bürger dienen.

fenden Anwendungen bauen. Bürger müssen weiter die unterschiedlichsten Formulare ausfüllen und Nachweise vielfach einreichen. „Der Chef des Bundeskanzleramts muss auf den Tisch hauen und eine Frist setzen, sonst passiert da nichts“, sagte ein hoher Beamter hinter vorgehaltener Hand.

### Nebeneinander statt gemeinsam

Auf anderen Feldern der Digitalpolitik wirkte die Bundesregierung zwar nicht gelähmt, aber konfus. Ein Beispiel ist der Versuch, die „digitale Souveränität“ Deutschlands und Europas zu stärken. 2019 rief zunächst Innenminister Horst Seehofer (CSU) das Ziel aus, die Abhängigkeit der Verwaltung von Microsoft zu reduzieren und quelloffene Cloud-Dienste als Alternative zu fördern. Kurze Zeit später marschierte Wirtschaftsminister Peter Altmaier (CDU) in eine ähnliche Richtung und startete mit großem Tamtam das Gaia-X-Projekt. Dieses soll ein europäisches Gegengewicht zu den domi-

## Digitaldesaster 3: Gesundheitskarte

Die Idee einer Chipkarte für Patienten entstand schon 2001. Ärzte sollten darauf Rezepte speichern, damit Wechselwirkungen automatisch erkannt werden. Die Ärzteschaft sperrte sich jedoch unter anderem wegen Datenschutzbedenken gegen das Projekt. Deshalb begannen die Krankenkassen erst 2011 mit der Ausgabe der Karte, mit weniger Funktionen als geplant: Der Chip diente lediglich dem Abgleich von „Stammdaten“ der Versicherten wie Adresse und Telefonnummer mit den gesetzlichen Kassen über die Tele-matische Infrastruktur (TI).

2019 entmachtete Bundesgesundheitsminister Jens Spahn Kassen und Ärzte in der bis dahin gemeinsam geführten Digitalisierungsgesellschaft Gematik. Seitdem treibt er die Einführung seit Langem geplanter Funktionen wie E-Rezept und E-Patientenakte mit der

Brechstange voran und macht sich damit in der Ärzteschaft erneut Feinde – zumal die milliardenteure TI holprig läuft und den Praxen einen hohen Verwaltungsaufwand einbrockt. 2020 fielen die TI-Konkretoren in 80.000 Praxen sogar wochenlang aus.



**Die elektronische Gesundheitskarte diente ein Jahrzehnt lang bloß dem Abgleich von Adressdaten.**

# Zero-Trust geht auch einfach!

## Der smarte Ressourcenzugriff für Homeoffice und hybrides Arbeiten

Starten Sie jetzt!

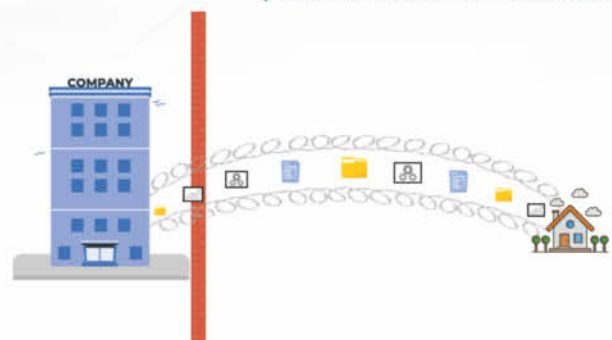


**Cordaware  
besthome**

- ✓ Schneller und sicherer Zugriff auf alle wichtigen Programme und Daten
- ✓ Unternehmens- und Cloudanwendungen in einer Appsbox bündeln
- ✓ Zero-Firewall-Config - ohne offene Ports
- ✓ Keine externe Hardware nötig

### Was Sie nicht benötigen!!

- ✗ Umständliches und ressourcenintensives VPN
- ✗ Hacking-anfälliges RDP durch offene Ports
- ✗ Hohe Kosten und aufwendiges IT Know-how



+ 49 (0) 8441 - 85 93 200

info@cordaware.com

www.cordaware.com





Bild: Sebastian Heise

**Der Politikwissenschaftler Stefan Heumann sieht ein Digitalministerium als „Scheinlösung“ an – wichtiger seien der Aufbau von Expertise und die Straffung von Strukturen.**

nanten US-Cloud-Anbietern schaffen – für die Wirtschaft, aber auch für Behörden und Schulen.

2020 nahm dann allerdings das SPD-geführte Bundesfinanzministerium Verhandlungen mit Microsoft über den Aufbau einer Cloud-Plattform für die gesamte deutsche Verwaltung auf. Das Haus von Olaf Scholz hatte zuvor die Zuständigkeit für die Konsolidierung der öffentlichen Rechenzentren erhalten. Im Ergebnis basteln nun drei Ministerien nebeneinander an unterschiedlichen Strategien für „soveräne“ Clouds – ohne erkennbare Steuerung durch das Bundeskanzleramt.

Bei anderen Themen blockierten die Ressorts sich gegenseitig, etwa beim Warnsystem Cell Broadcast. Nach den tödlichen Überschwemmungen im Sommer deutete Innenminister Horst Seehofer an, dass andere Ressorts die Einführung der Technik verzögert hätten. Dem Berliner Flurfunk zufolge hatte vor allem das Wirtschaftsministerium gebremst, weil es die Netzbetreiber nicht mit Bürokratie gängeln wollte.

### **Scheinlösung Digitalministerium?**

Immer lauter werden nun die Rufe nach einem Digitalministerium, das die wichtigsten digitalpolitischen Projekte vorantreibt und mehr Kompetenzen erhält als

die aktuelle „Staatsministerin für Digitalisierung“ im Kanzleramt, Dorothee Bär (CSU). Im Bundestagswahlkampf fordern das CDU/CSU und FDP. Viele Experten sehen jedoch die Gefahr, dass erneut nur eine weitere Koordinierungsstelle entsteht, ohne echte Schlagkraft und Expertise.

Der Politikwissenschaftler Stefan Heumann von der „Stiftung Neue Verantwortung“ (SNV) nennt das Digitalministerium in einem Thesenpapier vom März eine „Scheinlösung“, denn sie verspreche eine simple Lösung für ein komplexes Problem (siehe [ct.de/y5m9](https://ct.de/y5m9)). Wichtiger als der Zuschnitt der Ministerien sind aus Heumanns Sicht tiefer greifende Reformen. Der Staat sei mittlerweile bei der Digitalisierung abhängig von externen Beratern und müsse mehr interne Expertise aufbauen, zum Beispiel durch die Öffnung seiner Leitungsebenen für Quereinsteiger.

Als weiteren wichtigen Punkt sieht Heumann die Vereinfachung von Strukturen. Bislang gehe die Politik häufig den „Weg des geringsten Widerstands“ und schmücke sich ständig mit neuen Initiativen und Institutionen. Als Beispiel verweist er auf die von Verkehrsminister Andreas Scheuer (CSU) „pünktlich zum Bundestagswahlkampf“ gegründete Mobilfunkinfrastrukturgesellschaft. Diese bearbeite Aufgabengebiete, für die es bei der Bundesnetzagentur bereits Kompe-

tenzen und Expertise gebe. Langfristig seien die Kosten für solche Doppelstrukturen hoch, und die Abstimmungsprozesse kosteten viel Zeit, warnt Heumann.

Dabei macht der Experte auch vor dem Föderalismus nicht Halt. Viele Bundesländer seien mit der Digitalisierung von Schulen und Verwaltung „schlichtweg überfordert“, warnt er. Und beim Thema Datenschutz profitierten die Internetkonzerne davon, dass sie es mit 16 Landesbehörden zu tun haben, „denen es allen an Ressourcen mangelt und die viel Zeit damit verbringen, gemeinsame Positionen abzustimmen“.

Aus Heumanns Sicht muss die nächste Bundesregierung deshalb nicht nur Neues schaffen, sondern auch Entscheidungswege straffen und Expertise bündeln. „Wenn dies nicht gelingt, werden wir pünktlich zur Bundestagswahl 2025 wieder diskutieren, warum es nicht läuft mit der Digitalpolitik in Deutschland.“

Zu solch unbequemen Themen wie der Zusammenlegung von Behörden und der Zentralisierung von Aufgaben der Länder und Kommunen findet man in den Programmen der Parteien zur Bundestagswahl wenig Konkretes. Dennoch zeigt unsere Analyse auf den nächsten Seiten, welche Schwerpunkte die Parteien setzen und wo sie sich am deutlichsten voneinander abgrenzen.

(cwo@ct.de) **ct**

**Thesenpapier der SNV: [ct.de/y5m9](https://ct.de/y5m9)**

## **Digitaldesaster 4: IT-Konsolidierung**

Auch bei der Modernisierung ihrer internen IT kommt die Bundesregierung deutlich langsamer voran als geplant, und die Kosten laufen aus dem Ruder. Beschlossen wurde die „IT-Konsolidierung“ 2015 von der großen Koalition aus CDU/CSU und SPD. Das Ziel: Hard- und Software der Verwaltung sollten vereinheitlicht und die Behörden von wenigen großen Rechenzentren versorgt werden, statt ihre Server selbst zu betreiben. Ursprünglich sollte das Projekt etwa 1 Milliarde Euro kosten und bis 2025 abgeschlossen werden. Mittlerweile schätzt die Regierung die Kosten auf 3,4 Milliarden Euro, davon fließt rund 1 Milliarde an externe Berater. Die Kosten dürften aber noch weiter stei-

gen. Die Konsolidierung der Rechenzentren soll nun 2028 abgeschlossen sein, andere Teilprojekte werden noch länger laufen.

Die Ursachen für die Verzögerungen liegen vor allem in der konfuse Organisation: In den ersten Jahren war das Innenministerium zuständig, aber gegenüber den beteiligten öffentlichen IT-Dienstleistern nicht weisungsbefugt. 2019 verteilte die große Koalition die Zuständigkeiten deshalb neu. Der Bundesrechnungshof kritisierte aber 2020 erneut eine schlechte Projektsteuerung: Das Bundeskanzleramt werde seiner Aufgabe, den Fortschritt zu überwachen, nicht gerecht.

## Koalition der Überwacher

Beim Thema Überwachung war die große Koalition aus CDU/CSU und SPD sich häufig einig: Sie hat die Möglichkeiten von Polizei und Inlandsgeheimdiensten stark ausgeweitet. 2015 verabschiedete sie ein Gesetz zur Vorratsdatenspeicherung, das Telekommunikationsunternehmen unter anderem zur Speicherung von Standortdaten und IP-Adressen verpflichtete. 2017 wurde die Speicherpflicht ausgesetzt, nachdem ein Verwaltungsgericht festgestellt hatte, dass das Gesetz gegen EU-Recht verstößt.

Mehr Erfolg hatte die Bundesregierung beim Thema Staatstrojaner. Seit 2017 dürfen Strafverfolger die Handys und Rechner von Verdächtigen hacken, um ihre Kommunikation zu überwachen (Quellen-TKÜ) und Daten abzusaugen (Online-Durchsuchung). Zuvor war diese Möglichkeit dem Bundeskriminalamt vorbehalten, zur Abwehr terroristischer Gefahren. Seit 2021 darf zudem der Verfassungsschutz eine ausgeweitete Form der Quellen-TKÜ anwenden.

Aus Sicht der Bundesregierung sind die neuen Befugnisse unumgänglich. SPD und CDU/CSU argumentieren dabei in der Regel, dass Strafverfolger mit der technischen Entwicklung Schritt halten und auch verschlüsselnde Dienste wie WhatsApp überwachen können sollten.

Bürgerrechtlern wie Ulf Buermeyer von der Gesellschaft für Freiheitsrechte (GFF) gehen die neuen Überwachungsgesetze jedoch zu weit. Buermeyer sieht die Gefahr, dass die Staatstrojaner von Behörden für illegale Aktionen missbraucht werden. Dabei verweist er auf das Beispiel Sachsen, wo der Verfassungsschutz rechtswidrig Daten zu SPD-Politikern sammelte.

Aber solche Skandale seien nur die Spitze des Eisbergs, sagt Buermeyer im Gespräch mit c't. Gefährlich seien auch die unsichtbaren Auswirkungen auf das demokratische Engagement der Bürger und die Meinungsvielfalt: „Wer befürchten muss, dass er ausgeforscht wird, traut sich vielleicht nicht, eine Demonstration anzumelden.“ Demokratie brauche „Dissens und Geheimnisse“.

Buermeyer widerspricht auch dem häufig zu hörenden Argument, dass Strafverfolger in der digitalen Welt weniger Ermittlungsmöglichkeiten hätten als früher. „Die Behörden können jetzt schon einen unglaublich reichen Datenschatz auswerten, aber trotzdem wollen sie immer mehr“, kritisiert er. Ermittler könnten heute zum Beispiel Google-Profile samt Standortdaten, Kontakten und Suchbegriffen abrufen, also Daten, die früher gar nicht existierten.

**Demokratie  
brauche  
„Dissens und  
Geheimnisse“,  
betont der  
Bürgerrechtler  
Ulf Buermeyer.**



Bild: Daniel Moßbrucker

## Programmieren leicht gemacht



316 Seiten · 29,90 €  
ISBN 978-3-86490-856-9



278 Seiten · 29,90 €  
ISBN 978-3-86490-741-8



212 Seiten · 26,90 €  
ISBN 978-3-86490-799-9



264 Seiten · 24,90 €  
ISBN 978-3-86490-637-4



272 Seiten · 26,90 €  
ISBN 978-3-86490-644-2

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

Mehr entdecken!



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





Bild: Sven Haut

# Der Neuland-Check

## Bundestagswahl: Die digitalpolitischen Pläne der Parteien

**Eine moderne Verwaltung, top ausgestattete Schulen, mehr digitale Souveränität – das versprechen im Wahlkampf alle Parteien. Wir zeigen auf, wie sie diese Ziele erreichen wollen und wo ihre Positionen sich unterscheiden.**

Von Hartmut Gieselmann  
und Christian Wölbart

**D**igitalpolitik spielt im aktuellen Bundestagswahlkampf eine größere Rolle denn je. Exemplarisch zeigt sich das im Wahlprogramm der Union, in dem das Wort „digital“ 196-mal auftaucht

– fast viermal so häufig wie im Programm für den Wahlkampf 2017. Auch die anderen im Bundestag vertretenen Parteien setzen sich viel detaillierter mit Themen wie der Digitalisierung der Verwaltung auseinander als vor vier Jahren.

Wichtigste Ursache dafür ist die Coronapandemie, die die Schwächen der analogen, umständlichen Prozesse in Deutschlands Behörden offengelegt hat. Doch auch ohne Corona hätte Digitales wohl an Bedeutung gewonnen. Schließlich durchdringt Technik langsam, aber sicher immer mehr Bereiche des Alltags. Und Hype-Themen wie 5G, Blockchain und KI werden auch außerhalb von Fachmedien immer öfter besprochen.

Doch Wahlkampf bleibt Wahlkampf: Wie auf anderen Feldern der Politik versprechen die Parteien das Blaue vom Himmel und erklären bestenfalls oberflächlich, wie sie ihre Ziele zu erreichen gedenken – und was sie anders machen wollen

als andere. Manches unbequeme Thema wird ganz ausgeblendet.

Wir haben deshalb rechts eine Tabelle abgedruckt, die die Positionen der aktuell im Bundestag vertretenen Parteien zu konkreten digitalpolitischen Thesen vergleicht. Dazu haben wir Thesen formuliert und die Parteien um Stellungnahme gebeten. Weitere Thesen haben wir vom „Bitkomat“ übernommen, einer Art „Wahl-O-Mat“ für Digitalpolitik, der vom Digitalverband Bitkom und der NRW School of Governance entwickelt wurde.

Zusätzliche Begründungen der Parteien finden Sie aus Platzgründen nicht im gedruckten Heft, sondern online über [ct.de/ybme](https://ct.de/ybme). Dort finden Sie auch den Link zum Bitkomat mit weiteren Thesen.

Widersprüche und Leerstellen in den Positionen der Parteien thematisieren und bewerten wir auf den folgenden Seiten. Dort gehen wir auf die wichtigsten Punkte



aus den jeweiligen Wahlprogrammen ein und arbeiten heraus, welche übergreifenden Philosophien die Parteien vertreten. Dabei berücksichtigen wir auch wirtschaftspolitische Themen, da diese große Auswirkungen auf den Ausbau der digitalen Infrastruktur und die Entwicklung von IT-Firmen haben.

Da die Wahlprogramme der Parteien noch viele Fragen offen lassen, laden wir die digitalpolitischen Sprecher in Zusammenarbeit mit heise online zu Interviews ein. „Die Neuland-Interviews“ werden nach Redaktionsschluss aufgezeichnet und sind in der Woche ab dem 30. August auf [heise.de](http://heise.de) abrufbar ([ct.de/ybme](http://ct.de/ybme)).

Jeden Tag sprechen wir mit einer anderen der hier aufgeführten Parteien und fassen die Ergebnisse in einer Abschluss-sendung am 5. September zusammen.  
([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)) **ct**

**Programme und Interviews der Parteien:** [ct.de/ybme](http://ct.de/ybme)

## Positionen der Parteien im Vergleich

	CDU/CSU	SPD	AfD	FDP	Linke	Grüne
<b>Politik und Verwaltung</b>						
Die Bundesregierung sollte ein eigenständiges und starkes Digitalministerium schaffen. <sup>1</sup>	+	3	3	+	3	3
Die Gründung von Unternehmen soll künftig innerhalb von 24 Stunden, online und ohne Notartermin möglich sein. <sup>1</sup>	+	3	3	+	3	3
Die Bundesregierung sollte das Angebot von Microsoft annehmen, zusammen mit einer deutschen Betreiber-gesellschaft eine Cloud-Plattform für deutsche Behörden aufzubauen. <sup>2</sup>	3	3	3	3	3	3
Beim Aufbau einer souveränen Cloud-Plattform für Europa dürfen nur Firmen mit Sitz innerhalb der EU beteiligt werden. Ein Datentransfer in Staaten außerhalb der EU ist nicht zulässig. <sup>2</sup>	3	3	+	+	+	3
<b>Sicherheit</b>						
Im öffentlichen Raum soll mit automatischer Gesichtserkennung nach Verdächtigen gesucht werden. <sup>2</sup>	+	3	+	3	3	3
Die Hürden für den Einsatz von Quellen-TKÜ und Online-Durchsuchung durch Ermittler sollen niedriger werden. <sup>2</sup>	+	3	3	3	3	3
Im Fall von Cyberangriffen soll der Staat die Möglichkeit haben, in die Systeme der Angreifer einzudringen, um die Angriffe zu beenden. <sup>2</sup>	+	3	3	3	3	3
Der Staat sollte alle ihm bekannten Sicherheitslücken in IT-Produkten den Herstellern melden, statt sie selbst auszunutzen. <sup>2</sup>	3	3	+	+	+	+
<b>Internet und soziale Medien</b>						
Die Entscheidung über die Löschung von Hassrede im Netz sollte nicht von den Plattformen, sondern von staatlichen Instanzen gefällt werden. <sup>1</sup>	3	3	3	+	+	3
Betreiber sozialer Netzwerke sollen verpflichtet werden, die echten Namen ihrer Nutzer zu erfassen und zu speichern. <sup>2</sup>	3	3	3	3	3	3
Messenger sollen gesetzlich zur Interoperabilität verpflichtet werden. <sup>2</sup>	+	+	+	3	+	+
Autoren, Künstler, Musiker und Verlage sollen an den Gewinnen, die Internet-Plattformen mit ihren urheberrechtlich geschützten Inhalten erwirtschaften, stärker beteiligt werden. <sup>2</sup>	3	+	3	+	+	+
Die Einschränkungen bei der Verwendung von urheberrechtlich geschütztem Material, z.B. bei der Erstellung von Videoclips, sollten gelockert werden. <sup>1</sup>	3	3	+	+	3	+
<b>Datenschutz</b>						
Bundesministerien und -behörden sollten ihre Facebook-Seiten aus Datenschutzgründen abschalten. <sup>2</sup>	3	+	3	3	+	3
Die Datenschutz-Grundverordnung soll entschärft werden. <sup>1</sup>	3	3	+	+	3	3
Die 17 Landes-Datenschutzbeauftragten sollen durch eine für ganz Deutschland zuständige, zentrale Datenschutzbehörde ersetzt werden. <sup>1</sup>	3	3	3	3	3	3
Die Personaldecke und die Befugnisse der Datenschutzbehörden sollen erweitert werden. <sup>2</sup>	3	+	+	+	+	+
<b>Bildung</b>						
An allen weiterführenden Schulen sollte Informatik als Pflichtfach ab Klasse 5 eingeführt werden. <sup>1</sup>	3	3	+	+	3	3
Der Bund sollte mehr Kompetenzen im Bildungswesen erhalten, um die Digitalisierung der Schulen voranzutreiben. <sup>1</sup>	3	3	3	+	+	+
Der Staat sollte die Kosten für vollwertige private Internetzugänge für bedürftige Schülerinnen und Schüler tragen. <sup>2</sup>	3	+	3	3	+	+
Der Staat sollte allen Schülerinnen und Schülern ab Klasse 5 kostenlos einen Laptop oder ein Tablet zur Verfügung stellen. <sup>2</sup>	3	+	+	+	+	3
<b>Arbeit und Wirtschaft</b>						
Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer sollen das Recht erhalten, ihre Arbeit im Homeoffice zu erledigen, wenn ihre Tätigkeit dafür grundsätzlich geeignet ist. <sup>1</sup>	3	+	3	+,4	+	+
Mit Blick auf die zunehmende Verbreitung von Homeoffice sollte die tägliche durch eine wöchentliche Höchst Arbeitszeit ersetzt werden. <sup>1</sup>	+	3	3	+	3	3
Für Elektro- und Elektronikgeräte sollte beim Kauf ein Pfand fällig werden, das man bei Rückgabe erstattet bekommt. <sup>1</sup>	3	3	3	3	+	+
Internetfirmen mit Sitz im Ausland sollen anhand ihrer in Deutschland erzielten Umsätze besteuert werden. <sup>2</sup>	3	+	+	3	+	+
Frequenzen für den Mobilfunk sollen künftig nicht mehr versteigert, sondern an jene Unternehmen vergeben werden, die verbindlich die besten Ausbauzusagen machen. <sup>1</sup>	3	3	+	3	3	3

+ stimme zu    3 neutral    3 stimme nicht zu

<sup>1</sup> Quelle: Bitkomat (Bitkom, NRW School of Governance). Den Bitkomat mit vielen weiteren Thesen finden Sie unter [bitkomat.de](http://bitkomat.de)    <sup>2</sup> Quelle: c't    <sup>3</sup> Die Partei hat ihre Position schriftlich erläutert. Den Text finden Sie über [ct.de/ybme](http://ct.de/ybme).    <sup>4</sup> Die FDP fordert laut ihrer Erläuterung lediglich, dass Arbeitgeber den Antrag von Beschäftigten auf mobiles Arbeiten „prüfen“ sollen.

## Die CDU/CSU

Mehr Tempo bei der Digitalisierung, mehr Überwachung, weniger Datenschutz, weniger Bürokratie: Das Bild eines wirtschaftsfreundlichen Staates mit schlagkräftigem Sicherheitsapparat zieht sich durch das gesamte Programm der Union. Gleichzeitig nimmt sie in konservativer Tradition ihren Wählern die Angst, das Land mit der Brechstange modernisieren zu wollen: „Wir stürmen nicht blind ins Morgen, sondern halten Maß und Mitte.“

Vor allem beim Thema Sicherheit grenzt sie sich von der politischen Konkurrenz ab. Sie fordert unter anderem Videoüberwachung mit automatischer Gesichtserkennung, geringere Hürden für den Einsatz von Staatstrojanern sowie den verstärkten Einsatz von Software zur Vorfälschung von Einbrüchen. Europol soll zu „einer Art europäischem FBI“ ausgebaut werden.

Zwar wünscht die Union sich von deutschen Firmen „führende Verschlüsselungstechnik“, doch ein klares Bekenntnis gegen Hintertüren sucht man vergeblich – eine Haltung, die aus Sicht zahlreicher Experten zu weniger statt mehr Sicherheit für die Anwender führt. Außerdem sollen die Behörden bei Cyberangriffen zurückhacken, und die Bundeswehr soll „unbemannte und KI-integrierende Systeme“ erhalten.

Der Datenschutz ist laut der Union „kein Super-Grundrecht“ und soll deshalb entschärft werden. Sie will die Strukturen der Datenschutzbehörden straffen. Schon jetzt klagt Bundesdatenschützer Ulrich Kelber, die Regierung würde sein Amt mit datenschutzrelevanten Rechtsetzungsvorhaben „in atemberaubender Geschwindigkeit“ überhäufen. Allein 2020 seien es 423 gewesen, sodass kaum Zeit für angemessene Reaktionen bliebe. Die Landesbeauftragten sollen laut Union künftig nach dem Prinzip „einer genehmigt für alle“ vorgehen, um Abstimmungen zu beschleunigen und Streitigkeiten zu verhindern.

Gegenüber den großen Tech-Konzernen gibt die Union sich vergleichsweise zahm. Zur insgesamt wirtschaftsliberalen Linie passt auch die Forderung, die tägliche durch eine wöchentliche Höchst-arbeitszeit zu ersetzen, außer für „gefährdungene Berufe“. Häufig stehen solche Forderungen in Zusammenhang mit einer

Flexibilisierung der mobilen Arbeit, einen Rechtsanspruch auf Homeoffice plant die Union allerdings nicht.

Etwas befremdlich wirken die Ausführungen zum Hype-Thema Blockchain. So heißt es an einer Stelle, die Union wolle „weitere Anwendungsmöglichkeiten für die Blockchain schaffen“, als ginge es darum, für eine Technik geeignete Probleme zu erfinden, statt andersherum vorzugehen.

Bei der Digitalisierung der Verwaltung klingt die Union oft ambitionierter als die politische Konkurrenz – vielleicht in dem Bewusstsein, dass sie bislang bei dem Thema wenig bewegt hat. „Alles, was digital werden kann, soll digital werden“, lautet nun das Motto. So will sie zum Beispiel alle Schriftformerfordernisse abschaffen und „einen Digital-TÜV vor die Gesetzesberatung setzen“. Bei Umsetzungen möchte sie „mehr Mut zum Pragmatismus“ wagen, statt immer „auf die 120-Prozent-Lösung zu setzen“ – ein hehres Ziel. Hoffen muss man allerdings, dass durch den „Mut zum Pragmatismus“ die Zahl von Datenpannen und die Anfälligkeit für Cyberangriffe im öffentlichen Sektor künftig nicht noch weiter steigen.

Mehr Tempo für die Digitalisierung erhofft sich die Union, wie die FDP, von einem Digitalministerium. Dieses soll für konkrete digitalpolitische Projekte wie die Corona-Warn-App oder den elektronischen Personalausweis zuständig sein

und ansonsten als „zentrale politische Steuerungsstelle“ dienen. Das klingt eher nicht so, als wolle die Union zum Beispiel dem Verkehrsministerium (wo der viel gescholtene CSU-Mann Andreas Scheuer waltet) die Zuständigkeit für den Breitbandausbau und dem Innenministerium die Digitalisierung der Verwaltung wegnehmen.

Ebenso wie die FDP fordert die Union eine Föderalismusreform. Damit will sie unter anderem die Digitalisierung von Bildung und Verwaltung vorantreiben. Sie versucht aber, die Länder nicht schon vor Beginn möglicher Verhandlungen zu vergrätzen. Es gehe nicht darum, bestimmte Softwareprodukte bundesweit durchzusetzen, sondern um gemeinsame Standards und Schnittstellen. Ein Novum im Vergleich zu 2017 ist das Bekenntnis zu Open Source: Quelloffene Lösungen sollen „wo immer möglich“ zum Einsatz kommen und offene Standards bei Ausschreibungen stärker berücksichtigt werden.

Wirtschafts- und digitalpolitisch finden sich bei der CDU/CSU große Schnittmengen mit der FDP und den Grünen. Letztere kollidieren in ihrem Wahlprogramm jedoch mit den sicherheitspolitischen Wünschen der Union deutlich stärker als etwa die SPD, die bislang viele Forderungen von CDU/CSU in der großen Koalition mitgetragen hat.



Bild: Michelle Tantussi/Reuters/Pool/dpa

**CSU-Innenminister Horst Seehofer (links) hat bei der Modernisierung der Verwaltung wenig bewegt, sein Kollege Andreas Scheuer verantwortet die mäßige Bilanz beim Breitbandausbau.**

## Die SPD

Vergleicht man das Wahlprogramm der SPD mit den Papieren der anderen Parteien, fällt nicht nur der magere Umfang (66 Seiten statt zum Beispiel 155 bei den Linken) auf, sondern auch die hohe inhaltliche Elastizität.

Symptomatisch ist etwa die Vorgabe „Deutschland soll 2030 über eine digitale Infrastruktur auf Weltniveau verfügen“. Nicht nur, dass die Sozialdemokraten den Zeitpunkt einer möglichen Einlösung ihres Versprechens in die überübernächste Legislatur legen, es bleibt auch unklar, was mit „Weltniveau“ gemeint ist. Ohne Datumsangabe, bis wann die dafür nötigen Glasfasern verlegt sein sollen, ist denn auch das Versprechen der SPD, jeden deutschen Haushalt mit mindestens einem Gigabit pro Sekunde ans Netz anzuschließen.

Wie die Linken will auch die SPD jedem Schüler ab der 5. Klasse einen kostenlosen Laptop oder ein Tablet zur Verfügung stellen, wie sie auf Nachfrage von c't bekannt gab. Die zur Finanzierung von der SPD angeführten 500 Millionen Euro im Digitalpakt für Schulen reichen bei knapp 11 Millionen Schülern in der Bundesrepublik jedoch bestenfalls für Raspis aus – ohne Monitor, Tastatur, Maus und Headset.

Um ihr Versprechen zu halten, müsste die SPD also nachlegen. Immerhin lassen die Sozialdemokraten bei ihren Haushaltsplänen dafür Spielraum und fordern im Unterschied zu CDU/CSU und FDP keine eiserne Spardisziplin und Steuersenkungen für Unternehmen, sondern eine Ausnutzung der verfassungsrechtlich möglichen Spielräume für Kreditaufnahmen. Beim Ausbau der digitalen Souveränität Europas will die SPD ähnlich wie im Entwurf des Digital Markets Act formuliert „übermächtige Plattformen zu zähmen und notfalls zu entflechten“. Das verspricht ein schwieriger Balanceakt in der Diplomatie mit den USA zu werden.

Beim Thema Regierungcloud ist die Position der SPD widersprüchlich: Gegenüber c't lehnte die Partei die These ab, dass die Bundesregierung eine Microsoft-Cloud für die Verwaltung aufbauen sollte. Gleichzeitig erklärte sie aber, dass weiter mit Microsoft verhandelt und parallel eine Open-Source-Cloud aufgebaut werden soll.



Bild: Bernd von Jutze/epa/dpa

**Die SPD blickt mit ihrem digitalpolitischen Sprecher Dr. Jens Zimmermann in puncto internationale Aufholjagd bei der Digitalisierung auf das Jahr 2030.**

Arbeitnehmer sollen mindestens 24 Tage pro Jahr mobil arbeiten dürfen, wenn es ihre Tätigkeit erlaubt; die dazu nötige technische Ausrüstung sollen Arbeitgeber bereitstellen. Die von FDP und Union im Zuge einer „modernen“ mobilen Arbeitswelt geforderte Umstellung auf wöchentliche Arbeitszeitlimits lehnt die SPD ab. Im Unterschied zur Linken prescht sie aber nicht mit Forderungen nach Arbeitszeitverkürzungen vor, sondern überlässt dies den Gewerkschaften.

Während sich die CDU/CSU ausgiebig zum Ausbau von Überwachungsmaßnahmen äußert, verliert die SPD darüber in ihrem Wahlprogramm kaum ein Wort. Womöglich ist den Sozialdemokraten bewusst, dass große Teile ihrer Klientel ihr übel nehmen, dass sie in der großen Koalition die Ausweitung von Quellen-TKÜ und Online-Durchsuchungen mitgetragen haben. Auf Nachfrage von c't sagte die SPD immerhin „Nein“ zur automatischen Gesichtserkennung bei der Videoüberwachung: „Sie ist ein gefährlicher Eingriff in die Selbstbestimmung der Menschen.“

Die generelle Ausnutzung von Sicherheitslücken in Betriebssystemen durch staatliche Überwachungsprogramme und die damit verbundene Sicherheitsgefährdung von IT-Systemen hält die SPD ebenso wie die Union durchaus für legitim. Auf unsere Anfrage stellte die SPD klar,

dass Herstellern lediglich „erhebliche Schwachstellen“ gemeldet werden sollten, die sie über ein „gesetzliches Schwachstellenmanagement“ definieren will.

Flexibilität beweist die SPD beim Einsatz autonomer Waffensysteme. Obwohl sie feststellt, dass diese „die Schwelle für kriegerische Handlungen“ senken, spricht sie sich nicht eindeutig gegen sie aus. Sie halten es offenbar für möglich, dass autonome Waffen „friedenspolitischen Zielen“ dienen, und möchten dies bei entsprechenden Programmen und Gesetzen prüfen. Statt sie konsequent zu verbieten, sollen bewaffnete Drohnen lediglich „erfasst und in ein internationales Regelwerk“ einbezogen werden.

Letztlich hält sich die SPD mit ihren oft unkonkreten Aussagen ein großes Spektrum möglicher Koalitionen nach der Wahl offen. Wie sie bereits auf Länderebene bewiesen hat, kann sie sich sowohl mit den Linken als auch mit der FDP und den Grünen oder der Union auf Kompromisse einigen. Im Unterschied zu ihrem bisherigen Koalitionspartner der Union möchte sie den Datenschutz nicht aufweichen und bei der Digitalisierung stärker auf Rechte von Arbeitnehmern achten. Digitalpolitisch scheint sie nicht so sehr auf die Tube drücken zu wollen wie CDU/CSU, FDP und Grüne, legt aber auch keine Bremsklötze in den Weg.



## Die AfD

Studiert man sowohl das Grundsatzprogramm als auch das Wahlprogramm für den Bundestag der AfD, fällt so mancher Widerspruch auf. Die Partei gibt sich in erster Linie wirtschaftsliberal: Sie will Steuern und andere „politisch herbeigeführten Belastungen“ für Firmen so weit wie möglich senken sowie die Vermögens- und Erbschaftssteuer abschaffen. Gleichzeitig betont sie, wie wichtig ihr Familien sind und dass diese künftig von nur einem Einkommen gut leben können sollen. Das würde jedoch eine deutliche Anhebung der Löhne und Gehälter voraussetzen, was wiederum die Kosten der hofierten Firmen in die Höhe treibt. Hier wissen also weder Start-up-Gründer noch Angestellte, was ihnen blüht, wenn sie ihr Kreuz bei der AfD machen.

Ähnlich konfus wirken die Vorschläge zum Datenschutz. Mit dessen Ausbau für „unbescholtene Bürger“ kann es der Partei jedenfalls nicht allzu ernst sein, wenn sie gleichzeitig die Abschaffung der DSGVO fordert. Einerseits spricht sie sich für den Einsatz von Videoüberwachung mit Gesichtserkennungssoftware im öffentlichen Raum aus, andererseits „gegen jeglichen Missbrauch digitaler Techniken, die zur Überwachung oder Bevormundung von Bürgern oder Unternehmen führen“. Der Datenschutz solle laut Grundsatzprogramm nicht für Täter gelten. Da stellt sich die Frage, ob denn für die AfD die Unschuldsvermutung auch dann noch gilt, wenn Polizei und Staatsanwaltschaft gegen einen Verdächtigen ermitteln und ob sie den Datenschutz erst nach einer Verurteilung abschaffen wollen.

Im Schatten des Wirecard-Skandals und der Cum-Ex-Geschäfte wirkt es zudem befremdlich, wenn die Partei in ihrem Wahlprogramm zwar fordert „durch kriminelle Aktivitäten erworbene Vermögen“ einzuziehen, im Grundsatzprogramm jedoch das Steuer- und Bankgeheimnis ausbauen will, sodass derartige Betrugereien künftig schwieriger aufzudecken sind.

Entscheidungen über die Löschung von „Hassrede“ im Internet solle laut AfD einzig die Justiz treffen. Andere staatlich finanzierte Faktenprüfer lehnt die Partei ab.

In ihrem Programm geht die AfD auch auf die Digitalisierung der Schulen und der Verwaltung ein, bleibt dabei jedoch oberflächlicher als die anderen Parteien.

So heißt es zum Beispiel, dass Schulen eine „moderne, zeitgemäße IT-Ausstattung“ benötigten, die Digitalisierung aber „stets unter den Prämissen der Sinnhaftigkeit und Arbeitserleichterung betrachtet werden“ müsse.

Deutsche Künstler, Musiker, Autoren und Verlage scheinen bei der AfD nicht hoch im Kurs zu stehen, denn eine stärkere Beteiligung an den Gewinnen, die Internet-Plattformen mit urheberrechtlich geschützten Inhalten erwirtschaften, lehnt die Partei auf Anfrage von c't ab. Stattdessen spricht sie sich laut einer Umfrage des Interessenverbandes Bitkom für weitere Lockerungen bei der Nutzung urheberrechtlich geschützten Materials aus. Im Unterschied zu deutschen Firmen sollen die fünf größten US-Betreiber mit einer Digitalsteuer zur Kasse gebeten werden, „die nicht auf den Gewinn, sondern den Umsatz dieser Unternehmen erhoben wird“. So sinnvoll eine derartige Forderung sein mag, wäre sie ebenfalls eine „politisch herbeigeführte Belastung“, gegen die sich die AfD an anderer Stelle so vehement wehrt.

Ebenso wenig wird man aus der Medienpolitik der AfD und ihrem ambivalenten Verhältnis zum öffentlich-rechtlichen Rundfunk schlau: Im Grundsatzprogramm

fordert sie eine Abschaffung des Rundfunkbeitrags, eine Umwandlung von ARD und ZDF in ein Bezahlfernsehen sowie eine verschlüsselte Ausstrahlung. Gleichzeitig sollten sich öffentlich-rechtliche Sender jedoch auf „hochwertige Berichterstattung, Bildung, Kunst und Kultur“ konzentrieren sowie im Ausland ein positives Bild von Deutschland vermitteln. Sportschau, Tagesschau und Tatort könnten sich dann vom Rundfunkbeitrag befreite Sozialhilfeempfänger wohl kaum noch leisten und die Deutsche Welle würde im Ausland kaum noch Hörer finden, wenn sie ihr Programm verschlüsseln müsste.

Summa summarum verspricht die AfD in ihrem Wahl- und Grundsatzprogramm jeder Zielgruppe das, was sie hören will, und steht dabei in der Tradition populistischer Parteien. Auffällig ist, dass sich ihre Abgeordneten nicht unbedingt an Positionen aus dem Parteiprogramm halten. So stimmte die AfD Anfang Mai 2021 als einzige Fraktion im Bundestag gegen ein Gesetz, das Gerichtsvollzieher vor gewalttätigen Straftätern schützen soll – entgegen der AfD-Grundsatzforderung „Angriffe auf Amtspersonen härter bestrafen“. Das macht sie für Wähler wie auch für eventuelle Koalitionspartner unberechenbar.



Bild: Kai Nietfeld/dpa

**Die AfD mit ihrer digitalpolitischen Sprecherin Joana Cotar kritisiert eine angebliche „linke Dominanz im öffentlich-rechtlichen Rundfunk“ und möchte ihn auf ein Zehntel reduzieren.**

## Die FDP

Die FDP möchte auf den Reset-Knopf drücken und Deutschland wie ein eingefrorenes Betriebssystem neu starten. Sie nennt die Digitalpolitik von CDU/CSU und SPD „unkoordiniert, ziellos und chaotisch“ und will ähnlich wie die CDU ein Ministerium für digitale Transformation gründen, das die Verwaltung sowie das Gesundheits- und das Bildungssystem schnellstmöglich digitalisiert.

Um die Wettbewerbsfähigkeit auch von IT-Firmen zu stärken und Deutschland als Firmenstandort attraktiver zu machen, hat die FDP zum Teil radikale wirtschaftliche Forderungen im Programm. Sie will die soziale Marktwirtschaft „entfesseln“, behördliche Auflagen reduzieren und Unternehmenssteuern deutschlandweit um rund 5 Prozentpunkte senken. Staatliche Unternehmensbeteiligungen und Subventionen lehnt sie aufgrund von Wettbewerbsverzerrung zwar ab, zu staatlichen staatlichen Fördergeldern sagt sie aber nicht nein. Die IT-Industrie ist der FDP dabei näher als die Automobilbranche: Statt Boni für Elektroautos möchte sie künftig staatliche Gigabit-Gutscheine fürs Internet ausgeben.

Die FDP befürwortet zudem ein neues transatlantisches Freihandelsabkommen. Um der dadurch steigenden US-Konkurrenz zu begegnen, sollen in Deutschland „digitale Freiheitszonen“ nach dem Vorbild des Silicon Valley entstehen. Diese locken IT-Start-ups mit noch niedrigeren Steuern und „weniger Regularien“ an, sodass sie dort die neuesten Blockchain- und KI-Algorithmen austüfeln. Jedes Ministerium solle zudem zehn KI-Anwendungsfälle suchen und umsetzen. Das klingt, als suche man händierend nach neuen Problemen für vorhandene Lösungen und priorisiere nicht nach der Wichtigkeit von Problemen, um dafür geeignete Lösungen zu suchen.

Die wettbewerbsschädigende Monopolmacht von Amazon, Google und Facebook möchte die FDP ebenso wie die Konkurrenz im geplanten europäischen „Digital Markets Act“ regulieren. Darüber hinaus fordert sie allerdings keine Sondersteuern für die oder gar Zerschlagungen der Internet-Riesen.

Presseverleger dürften verschnupft auf die FDP-Forderung reagieren, ihr Leistungsschutzrecht abschaffen zu wollen und Google & Co. zu erlauben, mehr als nur kleinste



**Die FDP mit ihrem Vorsitzenden Christian Lindner plädiert für „digitale Freiheitszonen“ mit niedrigen Steuern und weniger Regularien für IT-Firmen.**

Textausschnitte kostenfrei zu kopieren. Ebenso dürften kleine Anwaltskanzleien in die Röhre gucken, wenn die FDP den Radius von Legal-Tech-Firmen erweitert.

Den Nachschub an gut ausgebildeten Fachkräften möchte die FDP mit weiterer Digitalisierung im Bildungssystem sichern. Um den Gründergeist der Schüler zu wecken, werden Wirtschaft und Informatik zu Pflichtfächern. Damit die Arbeitnehmer von morgen noch flexibler auf die Nachfrage im Markt reagieren, denkt die FDP an die Förderung lebenslangen Lernens durch ein „Midlife-BAföG“ von 1000 Euro jährlich für Fortbildungsprogramme. KI soll die Lernfortschritte mit „Learning Analytics“ überwachen und Inhalte individuell auf das Leistungsniveau anpassen – es droht, dass Lernprognosen von Schülern vom Wohl und Wehe einer KI abhängig werden. Im Unterschied zur SPD gibts bei der FDP kein Recht auf Homeoffice, sondern nur eine Verpflichtung für Chefs, diesen Wunsch zu prüfen.

Die angebliche „Übersversorgung sowie ein Überangebot an Krankenhausleistungen“ will die Partei „bereinigen“ und das übrige Pflegepersonal mit digitalen Anwendungen, „Telepflege“ sowie „robotischen Lagerungshilfen“ entlasten. Ähnliche Effizienzsteigerungen erhofft sich die FDP durch die Digitalisierung der Verwal-

tung, die ihre Daten über Bürger künftig gemeinsam sammelt und austauscht. Ein „Deutschlandportal“ soll Bürgern auf einen Blick alle Daten zeigen, die der Staat über sie gespeichert hat, und Nutzer benachrichtigen, wenn eine Behörde zugreift – bei „laufenden Verfahren“ jedoch auch erst nach Abschluss. Strafermittler dürfen demnach zunächst heimlich zugreifen.

Beim Thema Sicherheit wehren sich die Liberalen zwar gegen Staatstrojaner und flächendeckende Observationen, haben jedoch nichts gegen „intelligente Videoüberwachung an Kriminalitätsschwerpunkten“. Ebenso schränken sie das Recht auf Anonymität im Netz ein. Soziale Plattformen und Internetprovider sollen Opfern einer Straftat die Personalien mutmaßlicher Täter herausgeben oder deren Account sperren. Als Kompromiss zur Vorratsdatenspeicherung schlägt die FDP vor, digitale Spuren und Daten zur Personalienfeststellung in einem „Quick-Freeze-Verfahren“ auf richterliche Anordnung zu sichern.

Mit ihrem neoliberalen Wirtschaftsprogramm, garniert mit Einschnitten ins Sozialsystem, stellt die FDP einen Gegenpol zu den Linken auf. Digitalpolitisch deckt sich vieles mit den Grünen und der Union, was eventuelle Koalitionsverhandlungen nach der Wahl vereinfachen dürfte.

## Die Linke

Die Linke ist so etwas wie der Linux-Desktop der Parteien – und das nicht nur wegen der drei Anfangsbuchstaben. Wie das quelloffene Betriebssystem verfolgt die Linke Ideen, die viele Menschen im Ansatz durchaus sympathisch finden. Wenn es jedoch um Detailumsetzungen geht, stoßen beide allzu viele Menschen vor den Kopf. Und so kommen weder Linux-Desktop noch Linke über Zuspruchszahlen im einstelligen Prozentbereich hinaus.

Während die FDP und die Grünen die Digitalisierung als Schlüssel zum (klimafreundlichen) Wohlstand sehen, klingen die Linken in ihrem Wahlprogramm deutlich skeptischer: „Auf dem neoliberalen Weg wird Digitalisierung zu mehr prekärer Arbeit führen, die soziale Spaltung vertiefen, werden Überwachungstechnologien und wachsende Konzernmacht die Demokratie weiter aushöhlen.“

Um diese Dystopie zu verhindern, fordert die Linke einen „sozialökologischen Systemwechsel“. Dazu gehören nicht nur eine Grundsicherung von 1200 Euro pro Monat, 30-Stunden-Woche bei vollem Lohnausgleich, Anspruch auf unbefristete Vollzeitjobs sowie ein Mindestlohn von 13 Euro pro Stunde, sondern auch die Verstaatlichung der digitalen Infrastruktur. Breitband- und Mobilfunknetze müssten „in öffentliche Hand“. Die Kosten für Internet und Endgeräte sollen in der Mindestsicherung berücksichtigt werden. Außerdem verspricht die Linke jedem Schulkind eine kostenfreie Digital-Grundausstattung samt Linux-Laptop, Bildungstarif fürs Internet und „Drucker inklusive aller Verbrauchsmaterialien“.

Daten – das Öl des 21. Jahrhunderts – will die Linke ebenfalls vergesellschaften. Große Konzerne und staatliche Einrichtungen sollen gezwungen werden, ihre Bestände an öffentliche Daten-Pools und unabhängige Treuhänder weiterzugeben, die sie anonymisiert und aggregiert der Forschung sowie kleinen und mittelständischen Unternehmen zur Verfügung stellen. Dabei soll der Datenschutz weiterhin hochgehalten werden. Die Linken lehnen nicht nur Videoüberwachung und Staatstrojaner ab, sondern wollen auch gleich den ganzen Verfassungsschutz auflösen.

In puncto Umweltschutz wirken die Linken oft konsequenter als die Grünen.



Bild: Britta Pedersen/dpa

**Die Linke mit ihrem Spitzenduo Janine Wissler und Dietmar Bartsch setzt auf Open Source und die Vergesellschaftung der Internet- und Mobilfunknetze.**

Ressourcenhungrige Kryptowährungen wie den Bitcoin wollen sie als einzige Partei verbieten. Für IT- und Elektrogeräte versprechen sie eine gesetzlich garantierte Mindestnutzungsdauer von fünf Jahren inklusive verpflichtende Software-Updates, Reparaturanleitungen und Ersatzteilverfügbarkeit für die Hersteller.

Bezahlt werden soll das All-inclusive-Paket mit höheren Steuern von Konzernen sowie von Privatleuten, die mehr als 81.000 Euro brutto im Jahr verdienen. Das sorgt nicht nur bei Wirtschaftsverbänden und konservativen Parteien wie AfD, CDU/CSU und FDP für Schnappatmung, sondern ist auch weitgehend inkompatibel zu den wirtschaftsfreundlicheren Plänen der Grünen und der SPD.

Bei der Lektüre des Programms sollte man allerdings nicht vergessen, dass die Linke selbst dann, wenn sie in einer Regierungskoalition landen sollte, wohl nur einen Bruchteil ihrer Forderungen durchsetzen könnte. Das zeigen auch die Erfahrungen aus Berlin, Bremen und Thüringen, wo die Linken mit Grünen und SPD am Ruder sind. Dort trugen sie etwa den Stellenabbau in der Berliner Charité und der Bremer Klinikholding Gesundheit Nord mit – obwohl sie sich in ihrem Wahlprogramm vehement gegen einen Per-

sonalabbau etwa durch IT-Rationalisierungen im Gesundheitssystem aussprechen.

Neben solch übertriebenen Versprechungen führt die Linke an anderer Stelle relativ rigide Vorschriften für Software-Entwickler an. So sollen diese künftig ihre Programme für alle gängigen Betriebssysteme inklusive Quellcode veröffentlichen. Das kann ein kleiner Entwickler schon aus Support-Gründen kaum leisten.

Das stellt die Frage, wie umfangreich und regulativ der Staat in die Produktpalette von Software-Firmen eingreifen sollte. Das Credo erfolgreicher Designer von Bedienoberflächen und elektronischen Geräten gilt auch für Schreiber von Wahl- und Parteiprogrammen: Perfektion erreichen sie nicht, wenn man keine Forderung mehr hinzufügen, sondern wenn man keine mehr weglassen kann.

Die Forderungen nach der Vergesellschaftung großer Teile der Infrastruktur gepaart mit starken regulatorischen Eingriffen in die Wirtschaft und IT-Industrie lässt zumindest eventuelle Koalitionsverhandlungen mit der SPD oder den Grünen nach der Wahl in weite Ferne rücken, dafür liegen die Programme zu weit auseinander.



## Bündnis 90/Die Grünen

Die Grünen malen in ihrem Wahlprogramm eine Zukunft, in der der Ausbau der digitalen Technik im Rahmen eines „Green Deal“ zu Effizienzsteigerungen und einem „klimagerechten Wohlstand“ führt. Smartphones lassen sich künftig einfacher reparieren, Rechenzentren bekommen Solarpaneele aufs Dach und dank autonomer Fahrzeuge und neuer Mobilitätsdienste soll sogar „mehr Mobilität bei weniger Verkehr“ möglich werden.

Ein weiteres Beispiel für den Glauben an das Klimaschutzpotenzial von Technik ist der „digitale Produktpass“, den die Grünen bis 2030 verpflichtend für „alle Güter und Materialien“ einführen wollen. Der Pass soll Informationen über den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, das Design, die Reparierbarkeit und die enthaltenen Materialien anzeigen und so den Aufbau einer effizienten Kreislaufwirtschaft fördern. Wie Hersteller von komplexen Produkten mit Hunderten Zulieferern all diese Informationen genau erheben und darstellen sollen, führen die Grünen in ihrem Programm allerdings nicht aus.

Eine der Schlüsseltechnologien ist für die Grünen die Künstliche Intelligenz mit ihren „datengetriebenen Innovationen“. Damit auch kleine und mittelständische Firmen sowie Universitäten ihre neuronalen Netze besser trainieren können, sollen dezentrale Datenpools und Datengenossenschaften entstehen, die beispielsweise anonymisierte Verkehrs- und Medizindaten verwalten und teilen. Bisherige Datenschutzvorgaben wie die DSGVO wollen die Grünen erhalten und nicht aushöhlen. Im Unterschied zur CDU stufen die Grünen Datenschutz und Datensicherheit nicht als Innovationsbremsen ein.

Wenn es um die Digitalisierung der Verwaltung, Schulen, den Einsatz von Open Source und Open Data sowie den Netzausbau geht, knüpfen die Grünen weitgehend an Programme an, die bereits die bisherige Koalition verfolgt. So klingen ihre Vorschläge zur Digitalisierung des Gesundheitssystems eher danach, als wollten sie beim Turbo von Jens Spahn noch einen Nachbrenner zünden. Im Unterschied zur FDP sagen die Grünen jedoch, dass Digitalisierung allein keinen Personalmangel beheben kann, und versprechen etwa in der Verwaltung mehr Stellen bei guter Bezahlung. Bei der



Bild: Kay Nietfeld/dpa

**Die Grünen hoffen mit ihren Vorsitzenden Robert Habeck (links) und Annalena Baerbock, den Klimawandel mit Hilfe von IT-Innovationen aufzuhalten.**

Schuldenneuaufnahme des Staates rangieren die Grünen zwischen FDP und SPD und wollen diese bei Maßnahmen für die digitale Infrastruktur, Schulen und den Klimaschutz lockern. EU-weit will sich die Partei für einen Mindeststeuersatz für Unternehmen von 25 Prozent einsetzen.

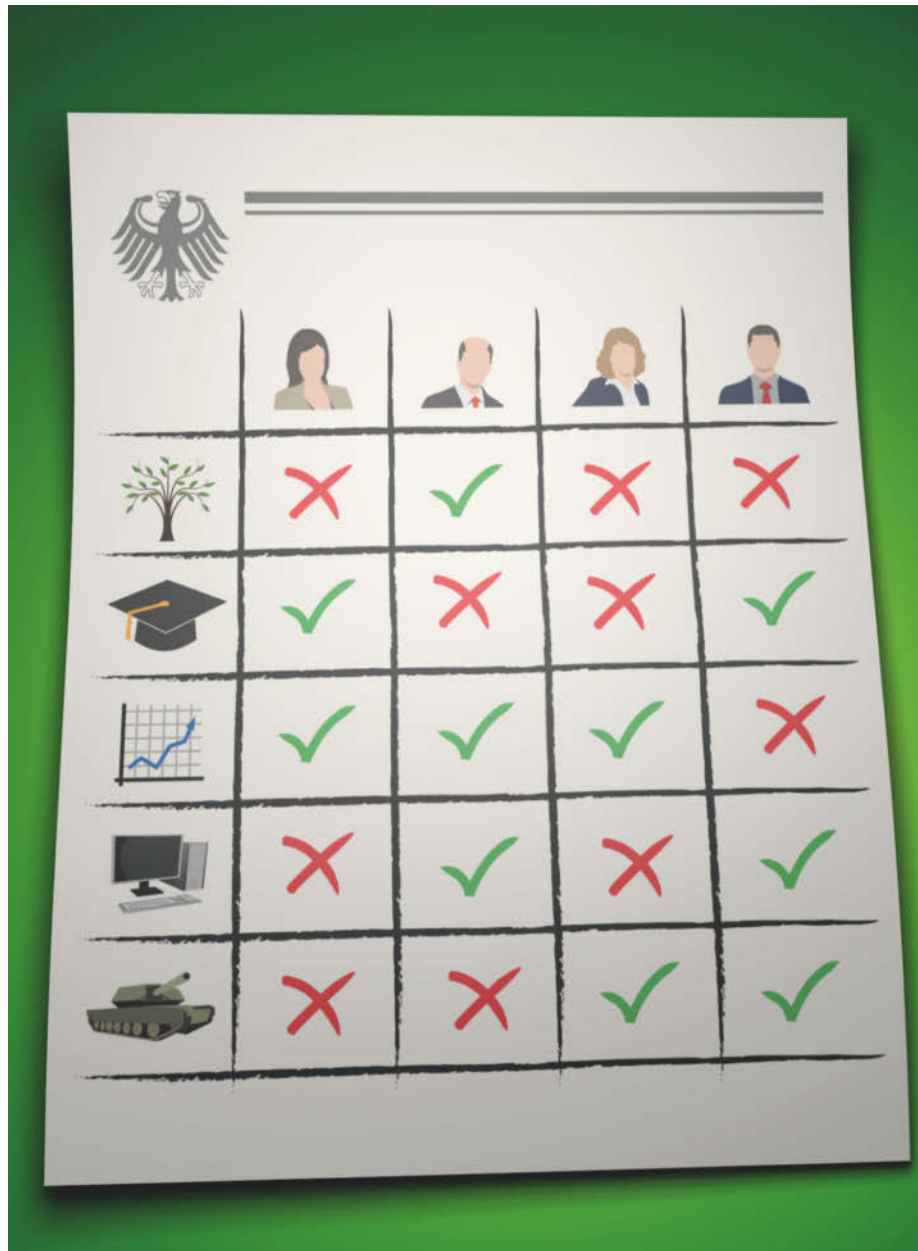
Die grundlegenden staatlichen Strukturen wollen die Grünen weniger stark umbauen als andere Oppositionsparteien. Sie sprechen sich weder für ein bundesweites Digitalministerium aus, noch wollen sie den Ländern in der Schulpolitik vorschreiben, ob und wann Kinder Informatik als Pflichtfach bekommen. Selbst mit Verboten von Klimakillern wie bestimmten Kryptowährungen halten sie sich zurück und fordern lediglich das Ende anonymer Transfers ab einer gewissen Schwelle sowie die Einführung eines digitalen Euro.

Die Grünen unterstützen den geplanten europäischen „Digital Markets Act“, um wettbewerbswidrige Praktiken von Gatekeepern wie Apple und Google zu sanktionieren. Darüber hinaus sagen die Grünen zwar einerseits, dass sie Digitalkonzerne stärker besteuern wollen. Andererseits bekommt man jedoch beim Lesen von Annalena Baerbocks Buch „Jetzt!“ den Eindruck, dass die Partei treu an der Seite der USA steht und wohl eher keinen Streit

über die Besteuerung von Apple, Google & Co. vom Zaun brechen will.

Eine US-freundliche Linie fahren die Grünen auch beim Thema kritische Infrastruktur. Sie machen klar, dass sie chinesische Konzerne wie Huawei ausschließen wollen: „Eine Beteiligung von nicht vertrauenswürdigen Unternehmen, insbesondere aus autoritären Staaten, an kritischer Infrastruktur lehnen wir ab“, heißt es dazu im Programm. Um die Internetversorgung auf dem Land zu verbessern, wollen die Grünen Blockaden beim Glasfaserausbau beseitigen und Mobilfunkanbieter zu Roaming-Abkommen zwingen. Konkrete Versprechungen zur Bandbreite machen sie nicht, diese solle sich „an den Nutzungsgewohnheiten der Menschen orientieren“.

Das große Versprechen der Grünen lautet: Dank Technik können wir das Klima retten, ohne uns im Alltag einzuschränken oder Verzicht üben zu müssen. Digitalpolitisch liegen sie nah bei der FDP, haben aber auch viele Gemeinsamkeiten mit SPD und Linken. Gespannt sein darf man, ob sie bei eventuellen Koalitionsverhandlungen mit der CDU/CSU gegenüber Staatstrojanern und Online-Durchsuchungen ebenso klare Kante zeigen, wie es in ihrem Wahlprogramm steht.



**Mit Ihrer Erststimme wählen Sie ein Mitglied des künftigen Bundestags direkt. Aber wer hat Ihre Stimme verdient? Wofür die Direktkandidaten stehen, lässt sich gut online herausfinden. Eine Recherchehilfe.**

Von Jo Bager

**W**issen Sie schon, wem Sie am 26. September Ihre Stimme geben werden? Bei der Partei, also der Zweitstimme, werden Sie womöglich bereits einen Favoriten haben. Aber wie sieht es beim Direktkandidaten aus? Sind Sie sicher, dass der Kandidat „Ihrer“ Partei Ihre Interessen am besten vertritt? Vielleicht stimmen die Positionen eines anderen Kandidaten ja viel mehr mit Ihren überein. Checken Sie die Kandidaten Ihres Wahlkreises ab.

Bei [abgeordnetenwatch.de](http://abgeordnetenwatch.de) erhalten Sie einen Überblick, wer in Ihrem Wahlkreis antritt. Die überparteiliche und unabhängige Website soll – auch abseits von Wahlen – helfen, Politik transparenter zu machen. Sie wird vom Verein Parlamentwatch e. V. betrieben und finanziert sich nach eigenen Angaben über Spenden.

[abgeordnetenwatch.de](http://abgeordnetenwatch.de) bietet die Möglichkeit, Landes- und Bundespolitikern sowie Abgeordneten des Europaparlaments öffentlich auf den Zahn zu fühlen. Dazu unterhält die Site unter anderem eine Datenbank mit allen Abgeordneten. Die wichtigste Funktion der Site besteht darin, dass Bürger Politikern öffentlich Fragen stellen können. Vor Wahlen erweitert [abgeordnetenwatch.de](http://abgeordnetenwatch.de) diese Fragemöglichkeit auf alle Kandidaten, die sich um ein Parlamentsmandat bewerben. Bis zur Bundestagswahl können sich Wählerinnen und Wähler also direkt an alle 2500 Direktkandidaten aus allen 299 Wahlkreisen wenden.

Wählen Sie bei der Suchfunktion auf der Startseite unter „Parlament“ den „Bundestag“ aus und geben Sie Ihre Postleitzahl ein – [abgeordnetenwatch.de](http://abgeordnetenwatch.de) spuckt eine Liste der Kandidaten Ihres Wahlkreises aus. Ein Klick bringt Sie in das Profil eines Kandidaten. Dort finden Sie

# Kandidaten auf dem Prüfstand

## Politikern vor der Bundestagswahl auf den Zahn fühlen

einen kurzen Infokasten mit der ausgeübten Tätigkeit, der beruflichen Qualifikation, dem Wohnort und dem Geburtsjahr sowie eine Liste der Kandidaturen und vergangenen Mandate.

## Fragenkatalog

Unter dem Reiter „Fragen und Antworten“ finden sich Fragen, die dem Kandidaten in der Vergangenheit gestellt worden sind. Dabei handelt es sich um ein langfristiges Archiv, daher können die Fragen und Antworten schon Jahre alt sein. Das sollte man immer im Hinterkopf behalten – politische Positionen können sich mit den Jahren ja ändern. Die Website gibt an, wann eine Frage gestellt und wann sie beantwortet wurde.

Nicht jeder Abgeordnete und Kandidat beantwortet die an ihn gestellten Fragen – dazu ist ja auch niemand verpflichtet, die Mitwirkung bei [abgeordnetenwatch.de](https://abgeordnetenwatch.de) ist freiwillig. Nicht auf die Fragen der Plattformnutzer zu antworten ist aber auch ein Statement: Man bewirbt sich für ein öffentliches Amt oder hat sogar eines inne, ist aber nicht bereit, seine politischen Positionen in der Öffentlichkeit zu erklären.

Immerhin: In den 15 Jahren seit der Gründung von [abgeordnetenwatch.de](https://abgeordnetenwatch.de) sind über 214.000 Fragen bei der Plattform eingegangen, von denen etwa 75 Prozent beantwortet wurden. Den Bundestagsabgeordneten hat die Plattform im Juni Zeugnisnoten für ihr quantitatives Antwortverhalten vergeben (siehe [ct.de/yzqf](https://ct.de/yzqf)).

Im Profil können Sie den Kandidaten auch selbst Fragen stellen. Ihre Fragen erscheinen aber nicht unmittelbar, sondern werden erst von Moderatoren gesichtet und nur dann freigeschaltet, wenn sie nicht gegen den Kodex der Plattform verstoßen.

Bei Bundestagsabgeordneten, die zur Wiederwahl antreten, ist [abgeordnetenwatch.de](https://abgeordnetenwatch.de) besonders aussagekräftig. Bei ihnen listet die Site nicht nur Fragen und Antworten auf, sondern auch, in welchen Ausschüssen sie sich engagieren. So erhalten Sie Hinweise darauf, welche thematischen Schwerpunkte die Abgeordneten vertreten. Eine detaillierte Auflistung über das Abstimmungsverhalten liefert dazu weitere Anhaltspunkte.

So kann man zum Beispiel das Wahlverhalten der Abgeordneten Yasmin Fahimi (SPD) im Detail nachvollziehen, die im Wahlkreis 42 (Stadt Hannover II) wieder für einen Sitz im Bundestag antritt: Für eine Verlängerung des Bundeswehrein-



**Bei [abgeordnetenwatch.de](https://abgeordnetenwatch.de) kann man den Bewerbern auf ein Direktmandat Fragen stellen.**

zes im Südsudan, gegen die Verstärkung von Grenzkontrollen, nicht teilgenommen an der Entscheidung, ob der § 219a StGB aufgehoben werden soll.

Eine weitere gute Informationsquelle über Abgeordnete ist ihre Homepage im Bundestag. Dort finden sich nicht nur ein ausführlicher Lebenslauf und eine Auflistung des Abstimmungsverhaltens, sondern auch eine Übersicht der Reden inklusive Protokoll und Videos, die der Parlamentarier gehalten hat, sowie eine Liste der meldepflichtigen Nebeneinkünfte.

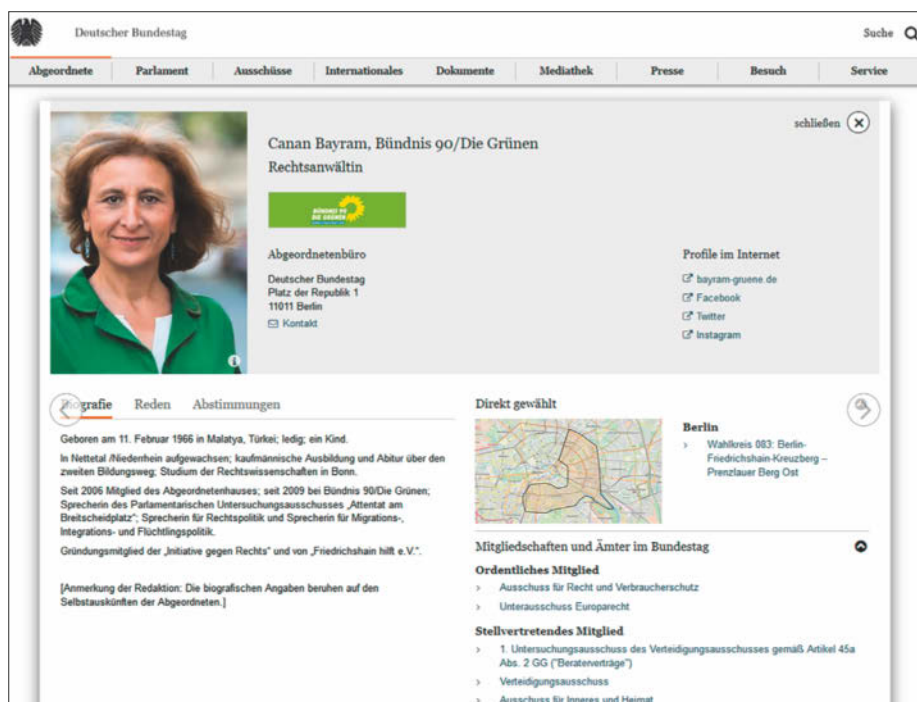
## Recherche zu den Kandidaten

Bei den Kandidaten, die noch keinen Sitz in einem Parlament haben, sind die Profile bei [abgeordnetenwatch.de](https://abgeordnetenwatch.de) nicht so aussagekräftig wie bei Abgeordneten. Nichtsdestotrotz können Sie dort oft Einstiegspunkte für weitergehende Recherchen

finden. Bei manchem Kandidaten führt die Site weiterführende Links auf, etwa zu seiner Website, zu seinem Twitter- oder Facebook-Account.

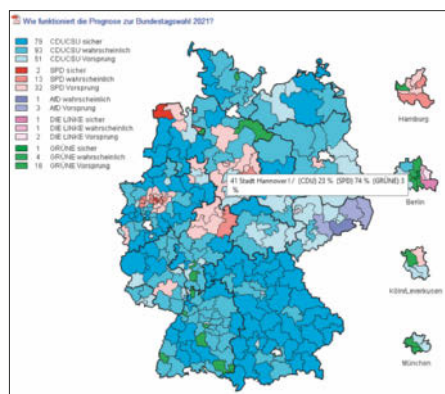
Dort können Sie sich dann über die thematischen Schwerpunkte und Aktivitäten des Kandidaten ein Bild machen. Vor den Wahlen betreiben viele Kandidaten Straßenwahlkampf, sind also greifbar. Gehen Sie hin und tauschen Sie sich direkt mit Ihren Kandidaten aus. Falls Links zu den Homepages und Social-Media-Accounts auf [abgeordnetenwatch.de](https://abgeordnetenwatch.de) fehlen, haben Sie mit dem Namen und der Partei der Kandidaten genug Input für eine Google-Recherche.

Einen Blick sollten Sie auch in lokale Medien werfen. Viele Zeitungen und Sender veröffentlichen im Vorfeld der Wahlen Interviews oder Porträts der Kandidaten. Mehrere öffentlich-rechtliche Sender zum



**Bei Abgeordneten, die sich der Wiederwahl stellen, ist ihr Steckbrief auf der Homepage des Bundestags eine gute Informationsquelle.**





**election.de versucht für alle Wahlkreise die Parteien zu ermitteln, deren Kandidaten eine Chance haben, das Direktmandat zu ergattern.**

Beispiel veranstalten einen sogenannten Kandidatencheck, darunter NDR, WDR und SWR. So waren beim NDR alle Direktkandidaten aus Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein und Hamburg dazu aufgerufen, einen Fragebogen auszufüllen und mit kurzen Videos drei Fragen zu beantworten. Der NDR hat die Ergebnisse des Kandidatenchecks auf seiner Homepage veröffentlicht.

## Strategisch wählen

Bei aller Sympathie für einen oder mehrere bestimmte Kandidaten: Manche Wähler treffen ihre Wahlentscheidung strategisch. Dabei versuchen sie zu berücksichtigen, welche Kandidaten überhaupt eine Chance haben, den Sitz zu ergattern. Unter den Kandidaten, die überhaupt eine Aussicht auf den Sieg in ihrem Wahlbezirk haben, wählen sie denjenigen, der für sie das „kleinste Übel“ darstellt.

Aber welche Parteien haben überhaupt eine Chance, das Direktmandat zu ergattern? Es gibt zwei Dienste, die sich dieser Frage verschrieben haben, election.de und wahlkreisprognose.de. Bei beiden Anbietern finden Sie auf den Homepages Deutschlandkarten. Fahren Sie mit der Maus über die Wahlkreise, erhalten Sie jeweils eine Einschätzung dazu, den Kandidaten welcher Parteien die Dienste welche Gewinnwahrscheinlichkeit zusprechen.

Was diese Einschätzungen besagen und wie Sie sie hinterfragen sollten, lässt sich am besten an einem Beispiel verdeutlichen: dem Wahlkreis 41, Stadt Hannover I. Hier spricht election.de der SPD eine Gewinnwahrscheinlichkeit von 74, der CDU von 23 und den Grünen von 3 Prozent zu. wahlkreisprognose.de sieht die SPD

bei der Erststimmenwahl sogar bei einer Siegeswahrscheinlichkeit von 88 Prozent. Die Grünen liegen hier mit 6 Prozent an zweiter Stelle, die CDU nur bei 3 Prozent.

Allen anderen Parteien sprechen beide Dienste keine Chance zu, den Wahlkreis zu gewinnen. Wohlgemerkt: Bei den Zahlen handelt es sich nicht um eine Vorhersage des jeweiligen Wahlergebnisses, sondern nur um Wahrscheinlichkeitsangaben für die Frage, welche Partei den Wahlkreis gewinnt.

## Zahlen hinterfragen

Beide Anbieter geben an, mit statistischen Hochrechnungen zu arbeiten. election.de berücksichtigt nach eigenen Angaben die Ergebnisse bisheriger Bundestags-, Landtags- und Europawahlen im Wahlkreis, aktuelle Trends aus repräsentativen Wählerbefragungen, die nominierten Kandidaten im Wahlkreis sowie das Stimmen-Splitting mit unterschiedlicher Abgabe der Erst- und Zweitstimmen.

Das statistische Modell von wahlkreisprognose.de berücksichtigt nach An-

gaben des Betreibers die Faktoren Sozialstruktur, Milieubindung, frühere Wahlergebnisse, Wahlmobilisierung, Stimmen-splitting und Kandidateneffekte von der kommunalen Ebene an aufwärts sowie eigene Befragungen. Allerdings macht der Anbieter keine Angaben darüber, wie viele Wähler er wann und wie häufig pro Wahlkreis befragt.

Generell sollten Wähler solchen Statistiken aber nicht blind vertrauen, sondern sie kritisch hinterfragen und sich selbst ein Bild ihres Wahlkreises machen. Dazu kann es sich lohnen, selber mal einen Blick in die Zahlen seines Wahlkreises zu werfen.

## Das informierte Kreuzchen

Es ist keine Raketenwissenschaft, sich vor der Wahl ausgiebig über die Direktkandidaten zu informieren. Machen Sie sich ein Bild: Es ist Ihr Abgeordneter, der die Belange Ihres Wahlkreises vertreten soll.

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

**Alle Dienste: [ct.de/yzqf](https://ct.de/yzqf)**

## Warum eigentlich zwei Stimmen?

Das Wahlverfahren für den Bundestag wird als personalisierte Verhältniswahl bezeichnet. Ein Teil der Abgeordneten wird dabei über Landeslisten der Parteien gewählt – mit der Zweitstimme. Die Anzahl der Stimmenanteile, die die Parteien erhalten, bestimmt die Anzahl der Abgeordneten, die auf den jeweiligen Listen der Parteien als gewählt gelten und damit ins Parlament einziehen (sofern die Partei mehr als fünf Prozent der Stimmen oder drei Direktmandate erhält). Diese Verhältniswahl repräsentiert also das Kräftegewicht der Parteien. Der Wähler hat keinen direkten Einfluss darauf, wer in den Bundestag einzieht. Der Stimmenanteil der Parteien und die Listenplätze bestimmen, wer als Abgeordneter in den Bundestag einzieht.

In jedem der 299 Wahlkreise wählen die Bürger außerdem mit der Erststimme einen Kandidaten direkt. Das soll sicherstellen, dass jede Region im Bundestag mit zumindest einem Abgeordneten vertreten ist. Die Anzahl der errungenen Direktmandate aus den Erststimmen einer Partei wird von den Sitzen abgezogen, die eine Partei mit den Zweitstimmen nach der Landesliste erreicht hat.

Wenn eine Partei mehr Direktmandate gewinnt, als ihr nach den erzielten Parteienstimmen zustehen, kommt es zu Überhangmandaten.

Ausgleichsmandate dienen dazu, diese Überhangmandate zu kompensieren: Die anderen Parteien erhalten zusätzliche Mandate, um sicherzustellen, dass die Zusammensetzung des Parlaments dem Verhältnis der abgegebenen Zweitstimmen entspricht. Überhangs- und Ausgleichsmandate haben dazu geführt, dass der aktuelle Bundestag 709 Abgeordnete zählt, statt der regulär vorgesehenen Sitzzahl von 598. Um dem weiteren Wachstum des Bundestags vorzubeugen, hat die Regierung im Oktober eine Wahlrechtsreform beschlossen. Diese sieht vor, dass mit dem Ausgleich von Überhangmandaten erst nach dem dritten Überhangmandat begonnen wird und ein weiterer Aufwuchs „auch durch Anrechnung von Wahlkreismandaten auf Listenmandate der gleichen Partei in anderen Ländern“ vermieden werden soll. Zum 1. Januar 2024 soll zudem die Zahl der Wahlkreise von 299 auf 280 reduziert werden.



# Shift happens.

Jetzt ist Zeit für neue Ideen.



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

## Ihre IT kann mehr, als Sie denken

- mit flexiblen Cloud Services und einer spürbaren Entlastung für Ihre IT-Teams
- mit betriebsfertigen Container-Plattformen und echtem Managed Kubernetes
- mit moderner Enterprise Software für intelligentes Datenmanagement

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

© Copyright by Heise Medien.

 **Cronon**

# Zahlen, Daten, Fakten

## Parteien und Politik

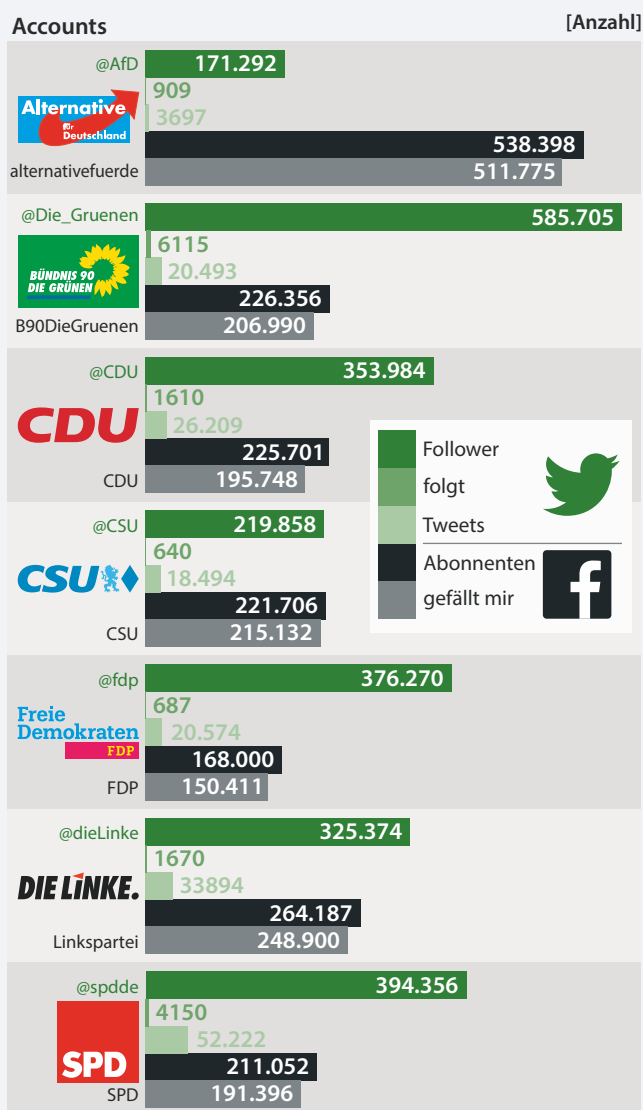
**D**ie nächste Bundestagswahl im September wirft ihre Schatten voraus – auch digital. Alle Parteien sind über Social-Media-Kanäle erreichbar, sie nutzen die neuen Plattformen aber weniger zum Dialog, sondern als Werbeplattform für ihre Botschaften. Fragen von Bürgern an Abgeordnete werden eher auf darauf

spezialisierten Plattformen beantwortet. Dies geschieht allerdings über alle Parteigrenzen teilweise nur sehr unbefriedigend. Schaut man auf IT-Inhalte in den Wahlprogrammen der großen Parteien, werden die Gewichtungen schon anhand von Worthäufigkeiten deutlich. Das Wort allein besagt allerdings nicht, welche Haltung die Partei

einnimmt, etwa beim Thema Datenschutz: Es gibt Parteien, die ihn aufweichen wollen, andere wollen ihn stärken (siehe S. 22). Bei der Einordnung der Wahlversprechen hilft auch ein Blick von außen: So ist beim Thema „Digitalisierung der Verwaltung“ im internationalen Vergleich in Deutschland noch Luft nach oben. (mil@ct.de) **ct**

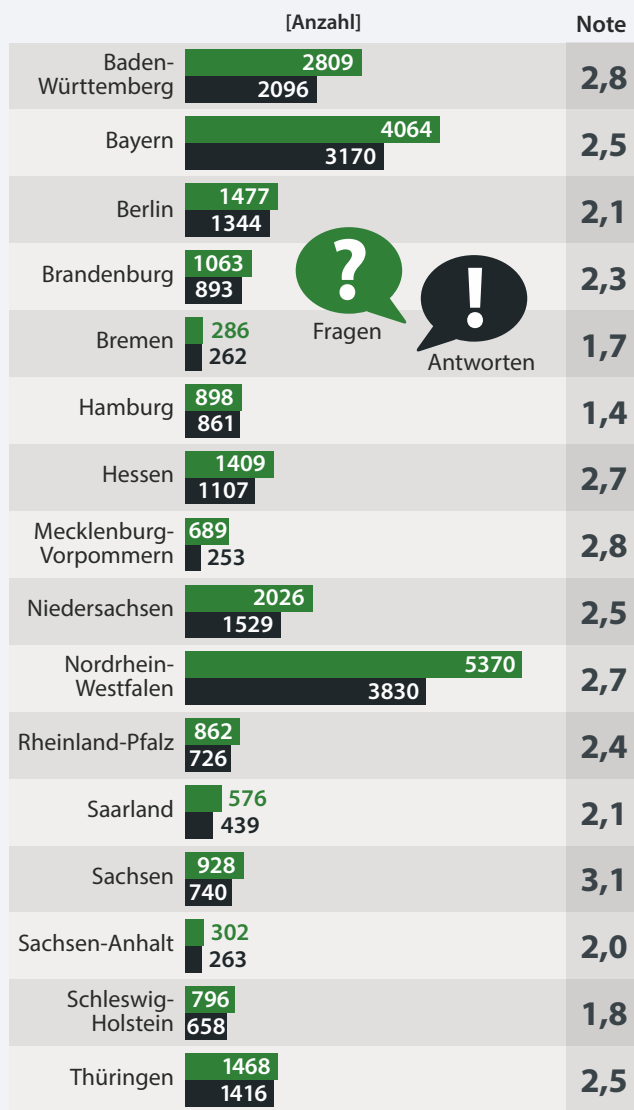
### ► Twitter- und Facebook-Accounts

... die AfD hat mit Abstand die meisten Facebook-Follower, auf Twitter liegen hingegen die Grünen vorn.<sup>1</sup>



### ► Antworten auf Bürgerfragen

... Bundestagsabgeordnete antworten unterschiedlich oft auf Bürgerfragen auf dem Portal [abgeordnetenwatch.de](http://abgeordnetenwatch.de).<sup>2</sup>





## ► Wörter in Wahlprogrammen

... bestimmte Wörter tauchen unterschiedlich oft in Wahlprogrammen auf.<sup>3</sup>



## ► Wahl-O-Mat

... der Wahl-O-Mat gibt Unentschlossenen Hinweise, welche Parteien am ehesten ihre Vorstellungen erfüllen.<sup>4</sup>



## ► Parteienfinanzierung durch den Staat

### Voraussetzungen

➔ Jede Partei, die bei der letzten Bundestagswahl oder der letzten Europawahl mindestens 0,5 Prozent oder bei einer letzten Landtagswahl mindestens 1 Prozent der Zweitstimmen erhalten hat.

➔ War bei einer Bundestags- und Landtagswahl keine Landesliste zugelassen, dann muss sie wenigstens in einem Wahlkreis mindestens 10 Prozent der Erststimmen bekommen haben.

### Höhe richtet sich nach

➔ Erfolg bei der letzten Europawahl, Bundestagswahl oder Landtagswahl.

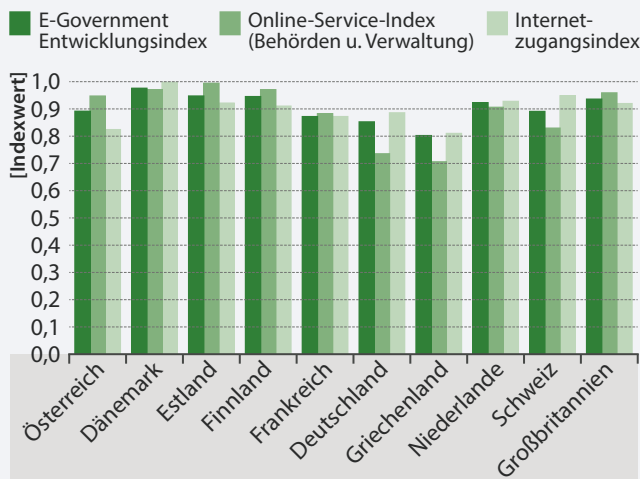
➔ Summe der eingenommenen Mitglieds-, Mandatsträgerbeiträge sowie Spenden.



Pro Stimme und eingenommenem Euro gibt es einen festgelegten Betrag, der gedeckelt ist und nicht die selbst erwirtschafteten Beträge übersteigen darf. Außerdem gibt es eine jährliche Obergrenze, die an alle Parteien insgesamt ausgeschüttet werden darf.

## ► E-Government-Index der UN

... in vielen europäischen Ländern bieten Behörden mehr Online-Dienste als in Deutschland – trotz vergleichbarem Internetausbau.<sup>5</sup>



<sup>2</sup> abgeordnetwatch.de (Zeugnissnoten 2021, Stand: 29.7.2021)  
<sup>4</sup> BpB  
<sup>5</sup> E-Government Survey 2020

Quellen: Twitter (8.8.2021, 8:30 Uhr) und Facebook (8.8.21, 8:35 Uhr)  
<sup>3</sup> Wahlprogramme der Parteien zur Bundestagswahl 2021

# Par ordre du Mufti

## Internet-Protokolle: Wie China IPv4 zugunsten von IPv6 ablöst

**Experten werben seit Jahren mit nur geringem Erfolg für den Umstieg auf das moderne Internetprotokoll IPv6, um das altgediente IPv4 einmotten zu können. In China macht sich die Regierung wiederholt die Argumente von Fachleuten zu eigen und boxt sie durch.**

Von Monika Ermert

**F**ührt IPv6 ein, Marsch! Das verfügten Staatsrat und Zentralkomitee der Partei Chinas erstmals schon 2017. Aber Ende Juli hat Chinas Geschäftsstelle des Zentralen Ausschusses für Cybersicherheit und Information das Tempo für den Umzug vom alten IPv4 auf das moderne IPv6 in einer Bekanntmachung noch einmal verschärft (siehe [ct.de/y5qn](https://ct.de/y5qn)).

Besonders fällt auf, dass die Politik zwei Riesensprünge von Mobilfunknetzbetreibern fordert: Diese sollen ihren IPv6-Verkehrsanteil bis Ende 2023 auf 50 Prozent heben und bis Ende 2025 auf sogar 70 Prozent (siehe Tabelle). Auch die Anbieter von staatlichen und großen kommerziellen Web-Sites müssen sich sputen: Sie sollen bis 2025 zu 95 Prozent per IPv6 abrufbar sein. Nur fünf Prozent Ausreißer werden toleriert, wobei offen ist, welche zum Stichtag zu den fünf Prozent zählen und was genau „wichtige kommerzielle Sites und mobile Internetangebote“ sind.

Dem Festnetz gibt man etwas mehr Zeit und setzt einen Anteil von 15 Prozent für IPv6 bis Ende 2023 und 20 Prozent bis Ende 2025 fest. Auch bei den Heimroutern ist man moderat und verlangt bis Ende 2025 nur 50 Prozent IPv6-Anteil. Insgesamt verordnet das Ministerium 700 Millionen aktive IPv6-Nutzer bis

Ende 2023 und 800 Millionen Nutzerinnen und Nutzer bis 2025.

Laut Erläuterung in den 30 Punkten des Amtstexts sollen Netze großer nationaler Unternehmen, aber auch von Firmen auf „der zweiten und darunter liegenden Ebenen“, Rechenzentren, Online-Portale, die Seiten öffentlicher Serviceangebote und industrielle Anlagensteuerungen ausgerüstet werden.

### Chinas Nutzen

Der Nutzen des neuen Protokolls für Chinas im ersten Halbjahr wieder rasant wachsende Wirtschaft ist offensichtlich. Weil die rund 4,3 Milliarden IPv4-Adressen aufgezehrt sind – nur Afrika verfügt noch über kleine Reserven –, braucht es IPv6 mit dem weit größeren Adressraum, damit die Pläne für Smart Cities und Internet of Things samt allgegenwärtiger Gesichtserkennung Gestalt annehmen.

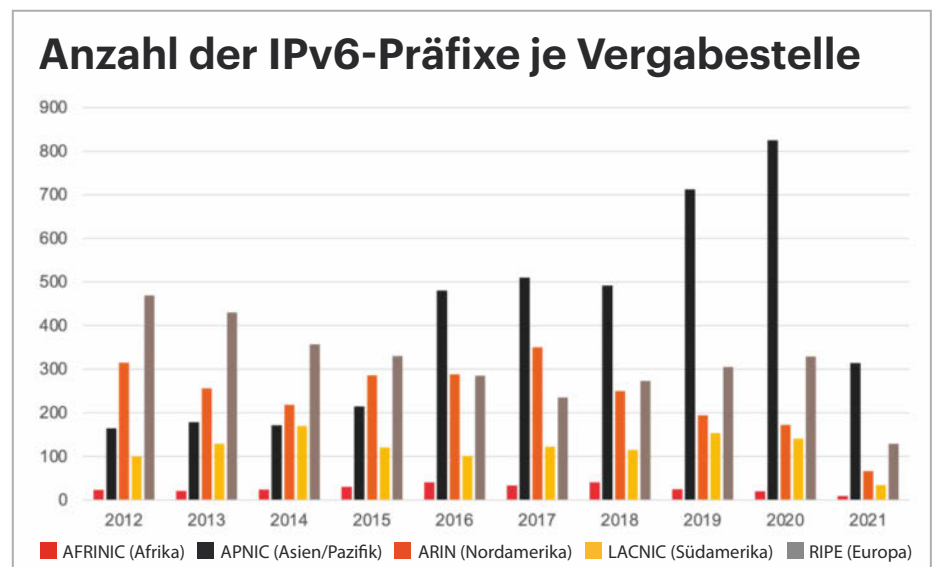
Aber hat eine solche staatliche Verordnung Aussichten auf Erfolg? „Wir sprechen hier über China, das darf man nicht vergessen. Es scheint, als könnte dort

praktisch alles verordnet werden,“ sagt Marco Hogewoning, Manager Public Policy and Internet Governance bei der europäischen IP-Adressvergabestelle RIPE.

Die Adressvergabestellen haben kürzlich die Zahlen zur weltweiten IPv6-Verbreitung vorgelegt. Demnach wächst IPv6 in Asien am schnellsten. China dürfte daran einen erheblichen Anteil haben. Aktuell hat die für Asien zuständige Adressvergabestelle APNIC noch weit weniger IPv6-Adressblöcke an Netzbetreiber, Firmen und Institutionen vergeben als die Vergabestellen in Lateinamerika und den USA. Doch in Asien wächst IPv6 schneller, sodass die APNIC bald vorne stehen dürfte.

### Cyberpower

Noch 2018 zählten die US-Forscher Brenden Kuerbis und Milton Mueller vom Georgia Institute of Technology China zur einer Gruppe von 169 Ländern mit nur wenig IPv6-Verkehr. Aber etwa zwei Jahre später dokumentieren neue Messungen Chinas Aufholjagd.



**Das IPv6-Wachstum in Asien übertrifft die Zunahme in Nord- und Südamerika bei weitem. Einen beträchtlichen Anteil daran dürften Chinas Pläne zur Abschaffung der alten IPv4-Technik haben.**

Das bestätigen auch Xie Hongfeng, Li Cong, Ma Chenhao und Yuan Quanxin in einem Bericht des Netzbetreibers China Telekom. In dem 2020 bei der Internet Engineering Task Force erschienenen Dokument führen sie auf, dass ihr Unternehmen IPv6 erstmals 2001 getestet hat und ab 2012 Feldversuche zur Einführung in Metro-Netzen startete (siehe [ct.de/y5qn](https://ct.de/y5qn)). Daraus hätten sich dauerhafte Angebote für 10 Millionen Nutzer entwickelt.

Doch so richtig los ging es erst mit dem Startschuss der Partei, berichten sie. „Der kommerzielle IPv6-Roll-out wurde besonders beschleunigt, nachdem die chinesische Regierung im November 2017 ihren IPv6 Action Plan startete. Danach wurde der Roll-out auf praktisch alle Teile der Netzinfrastruktur ausgedehnt, einschließlich der Cloud Computing Plattform“ und „nach mehr als zwei Jahren ist IPv6 umfassend in der IP-Infrastruktur implementiert“.

Auch die großen Netzbetreiber China Mobile und China Unicom haben den Umstieg auf IPv6 in ihren Backbones und den LTE-Netzen vollzogen. Das meldete der Ingenieur Ke Ma des offiziellen chinesischen Expertenkomitees zum IPv6-Ausbau. Und von Juli bis November, so Ke Ma, habe der IPv6-Verkehr in Chinas LTE-Kernnetzen 1,399 TBit/s erreicht, was einem Zuwachs von 129 Prozent entspricht (siehe [ct.de/y5qn](https://ct.de/y5qn)). Die Werte im Festnetz liegen nicht weit dahinter.

## Indien von Platz eins verdrängt

Mehr als 1000 Content-Hosting- und Data-Center hätten mittlerweile die Übergangstechnik aus IPv4 und IPv6 (Dual-Stack) eingerichtet, 60 Prozent der CDNs sowie alle rekursiven DNS-Resolver der Internet-Provider seien IPv6-fähig, und die großen Cloudprovider wie Aliyun, Tencent und Huawei böten wichtige Dienste ebenfalls via IPv6 an. Die Regierung habe bis Ende 2018 bereits über 80 Prozent ihrer Seiten auf Provinz- und Ministerienebene aufgerüstet.

Zuletzt meldete die South China Morning Post, dass man Indien von Platz eins der Zahl der IPv6-Nutzer verdrängt habe. Noch im Juni 2020 sei man hinter den USA und Indien gelegen. „Inzwischen hat China Indien überholt und sich mit 528 Millionen Nutzern an die erste Stelle gesetzt.“ Wie belastbar diese Zahlen sind, ist schwer zu sagen. Experten geben zu bedenken, dass westliche Messungen wie die

der APNIC ungenau sein könnten, weil sie unter anderem Abrufe von Google Ads ermitteln – in China haben Google Ads aber keine große Bedeutung.

Im ersten IPv6-Plan von 2017 wollte China zur „Cyber-Großmacht“ aufsteigen, wie es der Generalsekretär Xi Jinping dem Land verordnet hat. Der Nachfolgeplan warnt nun auch vor der Gefahr der stockenden Aufrüstung (Plateau-Phänomen), die auch manche westlichen Länder kennen. Daher gibt es neue Vorgaben.

## Next-Generation-Internet

Zwei Dinge, die der neue IPv6-Plan erstmals nennt, sind der Umstieg vom Dual-Stack zu IPv6-only (Single-Stack) und „IPv6+-Mechanismen“.

Ab 2023 sind für neue Netze IPv6-Single-Stacks verpflichtend und ab 2025 geben die Behörden dem Land noch „etwa 5 Jahre“, bis alle Netze nur noch IPv6 verwenden. Chinesische Nutzer, die auf Inhalte in China zugreifen, dürfen von den Änderungen nichts merken, glaubt IP-Experte Hogewoning, und das gelte auch für Nutzer im Westen, da diese chinesische Webseiten kaum nachfragen und IPv6 passabel verbreitet sei. Außerdem werde sich das Land nicht selbst von wichtigen IPv4-only-Diensten abschneiden.

Die Aufnahme von IPv6+ in den neuen Plan bereitet ihm Kopfzerbrechen. Die Verfügung lautet nämlich: „Unser Land wird zum wichtigen Motor für die Entwicklung der IPv6+-Technologie und des industriellen Fortschritts, die Innovation der Netz- und Informationstechnik wird deutlich verbessert.“ Erklärungen zu IPv6+ liefert Chinas Netzwerkausstatter Huawei in zahlreichen Expertenbeiträgen. Es gehe um die Fortentwicklung, da IPv6 „noch nicht das ganze Next-Generation-Internet ist“, fasst ein Autor der China Academy of Information and Communications Technology (CAICT) zusammen. IPv6 sei nur Ausgangspunkt und Plattform für das Internet der nächsten Generation.

Ein weiterer Baustein sei das Segment Routing over IPv6 (SRv6, RFC 8986) für den Aufbau automatisierter und vorausschauender Zuweisung von Netzressourcen. Letztlich gehe es darum, mittels KI und Big-Data-Analysen Kundenwünsche und den Netzwerkstatus ad hoc zu verstecken, automatisch Ressourcen zuzuweisen und etwa Teile der Netzwerkinfrastruktur anwendungsbezogen und auf Abruf be-

reitzustellen (Network Slices) und automatisch zu routen.

## Mickriges IPv4-Restangebot bremst IPv6 aus

Hogewoning hat sich kürzlich in einem Artikel gefragt, wie es kommt, dass sich trotz steigender Preise für das mickrige IPv4-Restangebot IPv6 nicht schneller verbreitet. Bisher kann nämlich nur rund ein Drittel der weltweiten Surfer IPv6 nutzen. Da der Markt das Problem nicht gelöst habe, könne man sich fragen, ob staatliche Interventionen Schwung bringen könnten. China macht nun vor, wie das aussehen kann. Andere Regierungen erwägen das immerhin.

Das US-Militär veröffentlichte Mitte Juni IPv6-Ausbaupläne. Bis Ende des vierten Quartals 2023 sollen mindestens 20 Prozent der Netzwerkgeräte IPv6-only arbeiten, bis 2024 sollen es 50 Prozent werden und bis 2025 80 Prozent. Der Unterschied zwischen beiden Modellen ist offensichtlich. Das US-Militär wirkt als Großeinkäufer wie ein Schwungrad für IPv6. Generalsekretär Xi verfügt den großen IPv6-Sprung mit einem Technologiemandat.

„Natürlich kennt man Mandate auch im Westen“, erinnert Hogewoning. Das fast vergessene, paketorientierte X.25-Protokoll sei so eines gewesen. Ein Mandat für IPv6, so gerne er dessen Durchbruch sähe, wäre aber ein Rückschritt in die Zeiten der Bundespost und Zulassungskleber. „Es widerspricht der Philosophie des Netzes, das innovativ sein kann, wenn es frei ist.“ (dz@ct.de) **ct**

## Chinas IPv6-Bekanntmachung,

**Zusatzmaterial:** [ct.de/y5qn](https://ct.de/y5qn)

## Chinas Hauptvorgaben zur IPv6-Nutzung

Vorgabe	umzusetzen bis 2023	umzusetzen bis 2025
Zahl aktiver IPv6-Nutzer (in 100 Mio.)	7	8
Zahl an IoT-Verbindungen (in 100 Mio.)	2	4
IPv6-Anteil am Mobilverkehr	50 %	70 %
IPv6-Anteil am Festnetzverkehr	15 %	20 %
Anteil an WLAN-Routern mit IPv6	30 %	50 %
Regierungsseiten via IPv6 abrufbar	80 %	95 %
wichtige kommerzielle Sites und mobile Apps via IPv6 abrufbar	80 %	95 %
Anzahl innovativer IPv6+-Projekte	100	500



# Conti: Ransomware-Bedienungsanleitung geleakt

**Offenbar hat ein Streit dafür gesorgt, dass Dokumentation für Ransomware-Geschäfte öffentlich zugänglich wurde.**

Die Conti-Ransomware ist einer der aktivsten Erpressungstrojaner und erbeutete allein 2021 bereits über 12 Millionen US-Dollar; sie legte unter anderem das irische Gesundheitssystem und die TU Berlin lahm. Das Schadprogramm wurde von der Trickbot-Bande als Nachfolger von Ryuk entwickelt, den viele Emotet-Geschädigte aus leidvoller Erfahrung kennen.

Conti bildet die Basis für das Ransomware-as-a-Service-Geschäft der Bande. Dabei stellt sie Infrastruktur, Tools und Anleitungen bereit, mit denen ambitionierten Nachwuchskriminelle eigene Ransomware-Raubzüge organisieren können. Dafür behält der RaaS-Anbieter dann einen Großteil des über ihre Geldwaschanlage eingesammelten Lösegelds ein.

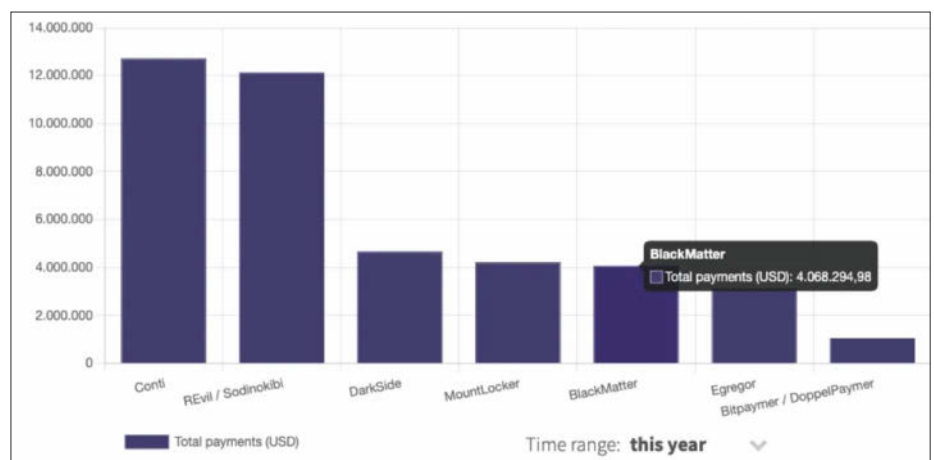
Und genau darüber kam es dem Vernehmen nach zum Streit. Ein Affiliate beschwerte sich demnach in einem Untergrundforum darüber, dass sein Anteil in Anbetracht dessen, dass er die ganze Arbeit mache, viel zu gering ausfalle. Um „denen oben“, die nur abkassieren, eins auszuwischen, veröffentlichte er kurzerhand das von der Bande bereitgestellte Lernmaterial.

Ob die Anleitung authentisch ist, kann man nicht mit letzter Sicherheit sagen. Eine erste Analyse von heise Security lässt jedoch die Echtheit des Materials zumindest plausibel erscheinen. Die beschriebenen Vorgänge bilden sehr real das ab, was über solche Vorfälle bekannt ist. Im Internet haben auch Incident-Response-Spezialisten bereits bestätigt, dass die Anleitungen Details wiedergeben, die sie bei konkreten Conti-Erpressungsfällen beobachtet haben.

Letztlich verraten die Manuals zwar nichts grundsätzlich Neues über die Vorgehensweise der Kriminellen, mögen aber

Admins als Fingerzeig dienen, an welchen Stellen und mit welchen Methoden Ransomware-Gangs angreifen. Das gilt auch und gerade für Admins hierzulande: Die Dokumente erwähnen explizit auch Parameter für deutschsprachige Windows-Installationen. Die russischsprachigen Dokumente finden Sie über [ct.de/ygwm](https://ct.de/ygwm); mit verfügbaren automatischen Übersetzungssystemen lässt sich das Material gut sichten. (ju@ct.de)

**Conti-Ransomware-Doku und Werkzeuge: [ct.de/ygwm](https://ct.de/ygwm)**



**Laut Ransomwhere (<https://ransomwhere.re>) hat die Erpressung mit Conti bereits über 12 Millionen US-Dollar eingebracht und liegt damit noch vor der berühmten REvil-Gang.**

## Forschung mit Fake-Identitäten

Forscher des Virginia Polytechnic Institute haben überprüft, ob Organisationen ihnen anvertraute Personendaten an Dritte weitergeben. Sie erfanden dazu 300 Fake-Identitäten und ließen Studenten damit auf den Webseiten von 185 Organisationen aktiv werden, darunter US-Unternehmen wie Apple, Facebook und Netflix, politische Organisationen und internationale Unternehmen wie Alibaba und Xing. Facebook stach positiv hervor, weil binnen einer Woche acht Fake-Profil gesperrt waren.

Über neun Monate sammelten die Forscher dann passiv für die Fake-Profil eingehende Nachrichten: E-Mails, SMS und Sprachnachrichten. 16.500 E-Mails fanden sich in 300 Postfächern. Der US-Fernsehsender Fox News sendete allein 2300, am Tag der US-Präsidentenwahl im Schnitt sogar eine alle 30 Minuten. Die

kommunistische Partei der USA brachte es auf 278 Nachrichten, Apple auf 240 Mails. Von 1000 ausgewerteten Sprachnachrichten waren 250 Verkaufs- und 150 Betrugsversuche.

Eine Auswertung, ob E-Mails mit Malware oder Phishing-Inhalten eingingen, hatten die Forscher zum Zeitpunkt Ihres Vortrags auf der Black Hat USA 2021 noch nicht fertig. Unterm Strich waren Sie überrascht von den Ergebnissen: Von 300 Konten waren nur zehn von einer Datenweitergabe betroffen. Die Kommunistische Partei der USA gab Daten an verbandelte Gruppierungen weiter. Das auf einem Kochrezeptdienst genutzte Profil erhielt Werbung einer Online-Datingplattform. (ps@ct.de)

**Rohdaten auf GitHub: [ct.de/ygwm](https://ct.de/ygwm)**

## Mehr Ordnung für Advisories

Ein einheitliches Format für Sicherheitshinweise hat Thomas Schmidt vom deutschen Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) auf der Black Hat USA 2021 vorgestellt. Das maschinenlesbare Format soll einen schnellen Datenabgleich ermöglichen. Das BSI hat dieses OASIS Common Security Advisory Framework (CSAF) zusammen mit internationalen Partnern entwickelt. Das US-Handelsministerium hat unter dem Arbeitstitel Vulnerability Exploitability eXchange (VEX) eine Art Datenbank entwickelt, in der Hersteller Produkte melden können, die von gängigen Lücken nicht betroffen sind. (ps@ct.de)

**Vorträge & Spezifikationen: [ct.de/ygwm](https://ct.de/ygwm)**



[shop.heise.de/ct-fritzbox21](https://shop.heise.de/ct-fritzbox21)

# Router sicher im Griff!

Heft + PDF  
mit 29 % Rabatt



[shop.heise.de/ct-fritzbox21](https://shop.heise.de/ct-fritzbox21)

Wappnen Sie Ihre Fritzbox gegen Angriffe von Außen und machen Sie  
Ihr Smart Home fit mit dem neuen **Sonderheft von c't:**

- ▶ Ihre Fritzbox absichern, erweitern, tunen
- ▶ Auch im Set mit Fachbuch erhältlich
- ▶ Über 170 Seiten konzentrierte c't-Expertise
- ▶ Für Abonnenten portofrei

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 € • im Set 29 % günstiger!

# Firefox 91: Mehr Sicherheit und Windows-Logins

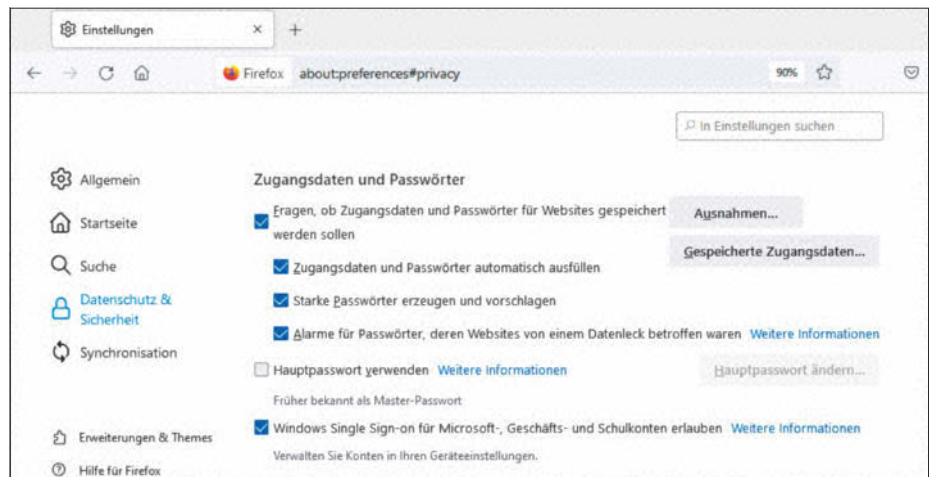
**Mozilla hat seinen Browser Firefox für Windows, macOS und Linux in der Version 91 veröffentlicht. Auch die ESR-Variante (Extended Support Release) mit längerfristigem Support für den Firmeneinsatz ist in Release 91 erschienen.**

Mit der Einstellung „Strict Tracking Protection“ bietet der Browser noch einmal schärferen Schutz vor Cookies als seine Vorgänger. Löscht man die Cookies einer Website, werden nun mit dem sogenannten „Enhanced Cookie Clearing“ auch die Cookies von externen Anbietern der Website gelöscht, also zum Beispiel von Werbedienstleistern. Firefox 91 versucht standardmäßig, Verbindungen zu Websites immer über verschlüsselte Verbindungen herzustellen. Nur wenn die Websites kein HTTPS unterstützen, erfolgt ein Fallback auf eine unsichere HTTP-Verbindung.

Nutzer können sich mit der neuen Version bei ihren Microsoft-, Geschäfts-

und Schulkonten mit den Zugangsdaten von Windows 10 anmelden. Die Funktion lässt sich in den Einstellungen für „Datenschutz und Sicherheit“ einschalten. Wieder verfügbar ist eine Funktion zum

Drucken von Webseiten in einer vereinfachten und druckfreundlichen Ansicht, ohne dass störende Elemente wie etwa Werbebanner mit ausgedruckt werden müssen. (jo@ct.de)



**In den Sicherheitseinstellungen kann man das Windows-Passwort mit dem Browser verknüpfen.**

## c't-Sonderheft Daten schützen

Wohl dem, der sich gegen allgegenwärtige Lauschangriffe zu wehren weiß. Im c't-Sonderheft Daten schützen 2021 finden Sie auf kompakten 170 Seiten das Rüstzeug dazu. Sie erfahren, mit welchen Messengern und Mail-Clients Sie wirklich vertraulich kommunizieren und wo verätherische Metadaten anfallen können. Auch Datenspuren im Web lassen sich mit etwas Know-how verwischen. Wir verraten Ihnen, welche Webbrowser Sie dabei besonders gut unterstützen. Mit unseren Praxistipps schützen Sie Ihre Privatsphäre beim Surfen ohne Komforteinbußen.

Wer sich viel im Web bewegt, legt Dutzende Online-Accounts an. Diese digitale Identität gilt es, bestmöglich zu schützen, wenn man nicht Geld, Daten oder beides verlieren möchte. Dies führt oft zum Passwort-Chaos. Schaffen Sie Ordnung und erleichtern Sie sich den Alltag mit einem plattformübergreifenden Passwort-Management. Im Heft erhalten Sie eine konkrete Anleitung, wie Sie den kostenlosen Passwort-Manager KeePass einrichten und über den Gerätepark hinweg verwalten. Außerdem stellt die Redaktion nützliche

Hardware-Helferlein vor, die Einmal-Passwörter generieren und Konten so noch besser vor fremden Zugriff schützen. Eines davon, den Reiner SCT Authenticator, erhalten Leserinnen und Leser des Heftes im heise-Shop zu einem reduzierten Preis.

Die Print-Ausgabe des Sonderheftes c't Daten schützen ist für 14,90 Euro erhältlich. Die digitale Ausgabe erhalten Sie für 12,99 Euro im heise shop, in unseren Android- und iOS-Apps oder bei Amazon. (hob@ct.de)



## Mehr Jugendschutz

Google baut den Jugendschutz in seiner Websuche und bei YouTube aus. Sowohl Kinder als auch Erziehungsberechtigte sollen die **Entfernung von Kinderfotos** aus der Google-Bildersuche beantragen können. Außerdem wird die standardmäßige Upload-Einstellung von Videos für Nutzer unter 18 Jahren auf „privat“ gesetzt. Der Standortverlauf, der die besuchten Orte anzeigt, ist laut Google ohnehin standardmäßig abgeschaltet. Fortan können Nutzer unter 18 Jahren ihn auch nicht mehr aktivieren. Google schafft zudem die Personalisierung von Werbung für Personen unter 18 Jahren ab.

YouTube schaltet für unter 18-Jährige die automatische Wiedergabe ab und zugleich Pausen- und Schlafenszeiterinnerungen ein. Google duldet auch keine bezahlte Produktplatzierung in „YouTube Kids“. Darüber hinaus sollen allzu kommerzielle Inhalte aus der Videoplattform für Kinder entfernt werden. Dazu gehören Videos, die sich auf Verpackungen konzentrieren oder die direkt zum Geldausgeben animieren. (jo@ct.de)



## Datenschutzbeschwerde gegen „Pur“-Abos

**Die österreichische Datenschutzorganisation noyb hat Beschwerden gegen sechs große deutschsprachige Nachrichten-Websites bei den zuständigen Datenschutzbehörden eingereicht.**

Die Datenschützer kritisieren sogenannte Cookie-Paywalls, bei denen Besucher der Seiten an einer vorgeschalteten Schranke entscheiden sollen, ob sie entweder der Anzeige personalisierter Werbung und dem damit verbundenen Tracking zustimmen oder ein kostenpflichtiges Abo ohne Tracking („Pur“) abschließen wollen. noyb zweifelt an, dass eine so erlangte Einwilligung wirklich freiwillig sei, und spricht von „Wucherpreisen“. Die Beschwerde richtet sich gegen die Cookie-Paywalls von spiegel.de, zeit.de, der-

standard.at, krone.at, t-online.de sowie heise.de.

Volker Zota, Chefredakteur von heise online, erklärte, dass die Einführung des „Pur“-Abos Anfang 2021 aufgrund der Entwicklung des Online-Werbemarkts wirtschaftlich notwendig gewesen sei: „Angesichts der Beschwerden von noyb weisen wir erneut darauf hin, dass derartige Pur-Abos nach bisherigen Aussagen der zuständigen Datenschutzbehörden grundsätzlich DSGVO-konform sein können. So führt die für Heise Medien zuständige Datenschutzbehörde in Niedersachsen aus: ‚Es wird allerdings nicht gegen die Freiwilligkeit verstoßen, wenn dem Nutzer neben der Einwilligung die Alternative angeboten wird, die Sichtbarkeit der Inhalte durch eine angemessene Bezahlung herbeizuführen.‘“ (hob@ct.de)

Wie wollen Sie heise online nutzen?

**Mit Werbung und Cookies**

Ich stimme der Verwendung von Cookies für Webanalyse und personalisierte Werbung (Tracking) zu. Details finden Sie im [Privacy-Manager](#) und in unserer [Datenschutzerklärung](#).

**Akzeptieren**

Ihre Zustimmung ist jederzeit über den Link [Datenschutz](#) am Ende jeder Seite widerrufbar.

**Im Pur-Abo**

Nutzen Sie heise.de ohne Tracking, externe Banner- und Videowerbung als Abonnent unserer Magazine oder von heise+ für 1,95 € / Monat, sonst für 4,95 € / Monat.

**Jetzt abonnieren**

Sie haben bereits ein Pur-Abo? [Jetzt anmelden](#)

**Gegen solche Cookie-Paywalls haben die Verbraucherschützer Beschwerde eingelegt.**

### Kurz & knapp: Internet

Das Content Management System **Joomla** ist in der Version 4.0 erschienen. Dabei wurde die Bedienoberfläche komplett erneuert. Das parallel erschienene Joomla 3.10 soll die Migration auf die Version 4.0 vorbereiten und erleichtern.

Twitter hat im Rahmen einer Konferenz einen Wettbewerb veranstaltet, um weitere bislang unbekannte Voreingenommenheiten seiner Algorithmen zu identifizieren. Das Ergebnis: **Twitters Algorithmus** für den automatischen Beschnitt von Fotos bevorzugte Frauen allgemein und Bilder von Menschen, die dünner und jünger aussehen. Außerdem benachteiligte er Menschen mit weißen Haaren

sowie arabische Schrift gegenüber lateinischen Buchstaben.

Die Dating-App **Tinder** will ihren Nutzern die Möglichkeit anbieten, ihre Identität mittels Ausweisdokumenten zu belegen. Damit wolle der Anbieter einen datenschutzfreundlichen Ansatz zur Identitätsprüfung und insgesamt mehr Sicherheit gewährleisten. Wann die neue Funktion kommt, ist aber noch unklar.

Gastgeber in den Online-Gesprächsrunden **Twitter Spaces** können zwei andere Twitter-Nutzer zu sogenannten Co-Hosts mit gleichen Rechten ernennen. Das soll die Moderation und das Management des Space vereinfachen.

## Unsere Server-Buddies sind #NäherDran – IT-Kompetenz im Doppelpack

Grundsätzlich machen wir es unseren Kunden ja gerne besonders einfach – bei der persönlichen Beratung und Betreuung legen wir aber noch einen drauf. Deshalb kümmern sich Ihre Thomas-Krenn-Buddies immer im Duo um Ihre Anliegen.

Für Sie bedeutet das: Zweifaches Engagement, zweifaches Know-how und zweifache Erfahrung! Gemeinsam sichern Vertriebsberaterin Magdalena und Key Account Manager Andre den Erfolg unserer Kunden in Mitteldeutschland – denn doppelt berät am besten!

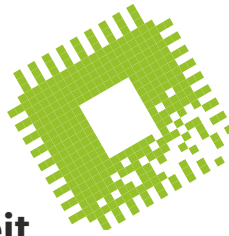
**Ihre Buddies in Mitteldeutschland #NäherDran**



Buddy-Beratung unter:  
**thomas-krenn.com/mitte**

**THOMAS  
KRENN®**

# Bit-Rauschen



## Intels Arc-Grafikkarten, Patentstreit, virtueller Nvidia-CEO und CPU-Marktanteile

**Intels Grafikchip verzögert sich weiter, zudem gibt es Ärger um Patente. Der Nvidia-Chef lässt sich virtualisieren und bekommt eine hohe Auszeichnung. AMD ergattert weitere x86-Marktanteile.**

Von Christof Windeck

Eigentlich wollte Intel schon 2020 eigene PC-Grafikprozessoren (GPUs) auf den Markt bringen. Dazu hatte man 2017 den renommierten Chipentwickler Raja Koduri von AMD abgeworben, der ein größeres Team zusammenstellte. Das hat es immerhin geschafft, die internen „Xe“-Grafikprozessoren der Tiger-Lake-Prozessoren im Vergleich zu ihren Vorgängern enorm zu verbessern. Und tatsächlich gibt es einige wenige Notebooks mit separatem „Xe Max“-Chip alias DG1, doch der zieht kaum die Wurst vom Teller (siehe c't 9/2021, S. 70). Die Hoffnung ruht folglich auf dem „DG2“ mit 512 Execution Units, doch der soll nun erst 2022 kommen – unter dem Familiennamen „Intel Arc“, DG2 soll „Alchemist“ heißen. Diese Verzögerung eines weiteren wichtigen Produkts verpasst dem Renommee des seit Februar regierenden Intel-Chefs Pat Gelsinger den nächsten Kratzer und auch Raja Koduri meldete sich in der Öffentlichkeit immer seltener zu Wort.

Außerdem musste Intel noch eine Niederlage in einem Streit um zwei alte Patente von NXP einstecken: Ein Gericht im texanischen Waco verdonnerte Intel zur Zahlung von mehr als 2,1 Milliarden US-Dollar an die Firma VLSI Technology, die zu NXP gehört. Intel will das Urteil jedoch anfechten. In den kommenden Wochen soll Alder Lake alias Core i-12000 für bessere Intel-Nachrichten sorgen und Ende Oktober folgt dann die erste Ausgabe der Veranstaltung „Intel Innovation“,

welche die 2017 eingestampfte Intel-Entwicklerkonferenz IDF beerben soll.

### Virtueller Nvidia-Chef

Intels GPU-Schwierigkeiten dürften dem Nvidia-Chef Jensen Huang Schadenfreude bereiten. Der ohnehin mit solidem Selbstbewusstsein ausgestattete Multimilliardär Huang kann nicht nur glänzende Quartalsergebnisse seiner Firma präsentieren, sondern bekam von der Semiconductor Industry Association (SIA) auch den nach dem Intel-Mitgründer Robert N. Noyce benannten Preis für seine Verdienste bei der Chipentwicklung verliehen. Kurz zuvor führte Huang ein Kabinettstück vor: Eine Videopräsentation zur Nvidia-Entwicklerkonferenz GTC Anfang April 2021 zeigte nicht etwa ihn selbst, sondern einen digitalen Zwilling, wie er im August verriet. Es war also ein virtueller Jensen Huang in seiner virtuell nachgebauten Küche zu sehen, wobei auch einige Späße eingebaut wurden, etwa eine Kaffeemühle mit Nvidia-Logo oder sich von Szene zu Szene verändernde Schubladengriffe. Links zur computergenerierten Präsentation sowie zum „Making of“-Video bei YouTube finden Sie unter [ct.de/ykgc](https://ct.de/ykgc). Da muss Jensen Huang nun hoffen, dass er

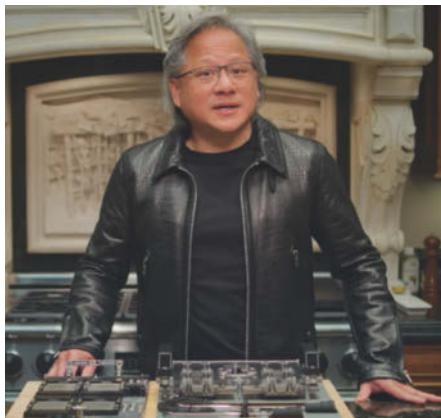


Bild: Nvidia/YouTube

**Es scheint nur so, als zeige dieses YouTube-Video den Nvidia-Chef Jensen Huang in seiner Küche: Tatsächlich wurde das Video von Computern berechnet, inklusive virtuellem Huang.**

den Noyce-Preis nicht bloß virtuell oder als NFT bekommt, sondern „in Echt“.

### Anteilskämpfe

Intels aktuelle Schwäche kann AMD weiter für sich nutzen und legt beim Marktanteil der x86-Prozessoren erneut zu, im Jahresvergleich um 4,2 Prozentpunkte auf nun 22,5 Prozent, gerechnet nach Stückzahlen. So schätzt jedenfalls die Firma Mercury Research. Speziell bei Prozessoren für Desktop-PCs konnte Intel demnach aber wieder rund 2 Prozentpunkte zurückerobern (Verteilung 83 zu 17 Prozent). Unser Prozessor-Überblick ab Seite 94 zeigt einen der Gründe: Wenn es um Prozessoren mit höchstens sechs CPU-Kernen geht, die in vielen verkauften Computern stecken, bieten einige Intel-Chips ein besseres Preis/Leistungs-Verhältnis als aktuelle Ryzens. Zudem hat Intel bei den 14-Nanometer-Prozessoren viel mehr Fertigungskapazität und überzeugt PC-Hersteller mit Rabatten.

Unterdessen manifestiert sich der ARM-Druck auf die x86-Prozessorfirmen AMD und Intel. Vor allem dank Apples M1 beträgt der Marktanteil von ARM-Prozessoren bei Desktop-PCs und Notebooks mittlerweile rund 7 Prozent. Doch auch Chromebooks – vorwiegend solche mit MediaTek-Chips – treiben den ARM-Marktanteil bei diesen Geräten hoch. Windows-ARM-Notebooks spielen hingegen weiter keine wesentliche Rolle, meinen Marktforscher. Und auch bei den Servern tut sich ARM noch schwer, bis auf den Amazon Graviton geht es vor allem um Spezialprozessoren.

### Trojaner enttarnt CPU-Geheimnisse

Der Hardware-Hersteller Gigabyte wurde Anfang August Opfer eines Ransomware-Angriffs, der nicht nur den Supportbereich der Gigabyte-Webseite lahmlegte. Um Gigabyte zu erpressen, kopierten die Angreifer auch Datenblätter von Firmenpartnern wie AMD und Intel, die geheim bleiben sollten. Wenige Tage später tauchten Informationen zu kommenden Prozessoren von AMD und Intel auf, die möglicherweise bei Gigabyte erbeutet wurden. Demnach dürfte AMD etwa beim kommenden Epyc „Genoa“ mit Zen-4- und 5-Nanometer-Technik auch AVX512-Rechenwerke einbauen. [ciw@ct.de](mailto:ciw@ct.de) **ct**

**Nvidia-Videos und Audio-Podcast**  
**Bit-Rauschen: [ct.de/ykgc](https://ct.de/ykgc)**



# Lenovo: BIOS-Updates bringen Videobeschleunigung zurück

**Nutzer von Mobilgeräten des chinesischen PC-Herstellers sind wohl Opfer eines Patentstreits, der dazu führte, dass H.264-Videos nur noch ineffizient abgespielt wurden.**

Seit April 2021 war bei vielen Notebooks des chinesischen und nach Stückzahlen weltweit größten PC-Herstellers Lenovo die GPU-Beschleunigung für Videos im H.264-Format nicht mehr aktiv. Sie wurde vermutlich durch ein BIOS-Update unterbunden. Stattdessen mussten die Prozessorkerne die Kodier- und Dekodierarbeit für Videos übernehmen, was ineffizienter ist und mehr Energie benötigt.

Aufgefallen ist dieses Problem Nutzern im Lenovo-Supportforum, die Gaming-Notebooks der Legion-Serie mit GeForce-GPU verwenden. Normalerweise

lassen sich über die in der Nvidia-Software GeForce Experience enthaltene Funktion Shadowplay PC-Spiele als Video aufzeichnen, was aber ebenso nicht mehr funktionierte wie die VR-Brille Oculus Quest, die ihre Bilddaten über einen H.264-Videostream erhält.

Seit Kurzem verteilt Lenovo für einige Notebooks BIOS-Updates, die die Videobeschleunigung wieder einschalten, erwähnt dies aber nicht in der Beschreibung der Firmware. Hintergrund der stillen De- und späteren Reaktivierung ist wohl ein Patentstreit zwischen Lenovo und Nokia um die Lizenzierung von H.264-Patenten. Eine offizielle Bestätigung dafür gibt es jedoch nicht. Nach einem Verkaufsstopp für Lenovo-Rechner im Herbst 2020 haben sich die beiden Firmen im April 2021 außergerichtlich geeinigt. (chh@ct.de)



**Zu den betroffenen Geräten gehört unter anderem das Gaming-Notebook Lenovo Legion 7 (16ACHG6), bei dem uns die fehlende Videobeschleunigung im Test in c't 18/2021 auffiel.**

## Architekturdetails der nächsten Intel-CPU-Generation

Bei der zwölften Generation der **Core-i-Prozessoren „Alder Lake“**, die Ende Oktober erscheinen soll, setzt Intel auf ein Hybrid-Design. Das monolithische, in 10-Nanometer-Technik (Intel 7) gefertigte Die besteht aus jeweils bis zu acht auf Performance (P-Cores mit Golden-Cove-Architektur) und acht auf Effizienz (E-Cores mit Gracemont-Architektur) optimierten Kernen. Die P-Cores können im Unterschied zu den E-Cores Hyperthreading, sind größer, leistungsfähiger und takten schneller. Damit Anwendungsthreads immer auf dem optimalen Kern laufen, übernimmt ein im Chip integrierter Thread Director



**Die Desktop-Varianten der Alder-Lake-Prozessoren bestehen aus bis zu acht schnellen Kernen (dunkelblau) und acht effizienten (hellblau).**

die Verteilung und übergibt diese Informationen an den Scheduler des Betriebssystems. Ihre optimale Performance und Effizienz erreichen die Alder-Lake-Prozessoren deshalb erst unter Windows 11. Weitere Bestandteile des Dies sind ein bis zu 30 MByte großer Level-3-Cache und eine Xe-GPU mit 32 bis 96 Execution Units. Der Prozessor stellt für Grafikkarten 16 PCI-Express-5.0-Lanes und für SSDs vier PCIe-4.0-Lanes bereit.

Bei den Kernen geht Intel deutlich in die Breite. Obwohl vier Effizienzkerne nur die Fläche eines P-Cores belegen, sollen sie bei vergleichbarer Energieaufnahme 40 Prozent mehr Leistung als ein Kern der 2015 vorgestellten Skylake-Prozessoren (Core i-6000) liefern. Das erreicht Intel durch einen Five-Wide-Decoder und 17 Ausführungs-Ports. Im Unterschied zu den Tremont-Vorgängern können sie nun auch AVX2-Befehle ausführen. Die P-Cores sind einer Weiterentwicklung der Kerne der Mobilprozessoren Core i-11000 „Tiger Lake“. Hinzugekommen sind unter anderem die Vektorbefehle AMX für KI-Anwendungen, eine fünfte Integer-Einheit sowie ein dritter Load-Port. (chh@ct.de)

### Kurz & knapp

Der österreichische Kühlerhersteller Noctua kündigt für die kommende Generation der Core-i-Prozessoren „Alder Lake“ von Intel kostenlose Montage-Kits an. Bisherige Käufer eines CPU-Kühlers können unter noctua.at eine der beiden passenden **Kühlerhalterungen NM-i17xx-MP83 und NM-i17xx-MP78** für die künftigen LGA1700-Prozessoren über ein Formular anfordern. Ab Mitte Oktober soll es auch einzeln für 7 Euro im Fachhandel erhältlich sein.

Corsair bietet die kompakten **Tower-Rechner der Serien One i200 Limited Edition, One a200 und One Pro a200** ab sofort auch mit einer High-End-Grafikkarte vom Typ GeForce RTX 3080 Ti an. Mit 10.240 Shader-Kernen und 12 GByte GDDR6X-RAM eignet sie sich fürs 4K-Gaming. Die Rechner sind mit Prozessoren vom Typ Ryzen 9 5900X und 5950X sowie Core i9-11900K, einer 2-TByte-NVMe-SSD sowie 32 beziehungsweise 64 GByte DDR4-RAM ausgestattet und kosten zwischen 4000 und 5000 Euro.



# App-Store-Dämmerung

## US-Senatoren kämpfen für Entwickler und App-Store-User

**Immer offener stellt sich die US-Politik gegen die App-Store-Praktiken von Apple, Google und Microsoft. Eine überparteiliche Initiative will nun den Wettbewerb und die Verbraucherrechte beim Softwarevertrieb per Gesetz stärken.**

Von Dušan Živadinović

Mitte August haben drei US-Senatoren die Gesetzesvorlage „Open App Markets Act“ gegen App-Store-Praktiken von Apple und Google vorgestellt (siehe [ct.de/ywm5](https://www.ct.de/ywm5)). Richard Blumenthal (Demokrat), Marsha Blackburn (Republikanerin) und Amy Klobuchar (Demokratin) wollen damit mehr Wettbewerb, mehr Wahlmöglichkeiten und niedrigere Preise beim Softwarevertrieb herbeiführen. Das Gesetz soll für App-Store-Betreiber gelten, die in den USA mindestens 50 Millionen Nutzer haben.

„Apple und Google wollen Entwickler und Verbraucher daran hindern, unabhängige App Stores zu nutzen, die die Gewinne (Apples und Googles) schmälern könnten“, sagte Blumenthal. „Ihr wettbewerbsfeindliches Verhalten ist ein direkter Angriff auf den freien und fairen Markt.“

Der Open App Markets Act soll es Betreibern untersagen, den App-Store-Zugang an ein einziges Abrechnungssystem zu binden. Nur dank dieses Zwangs könnten die Betreiber bis zu 30 Prozent Gebühren durchsetzen, glaubt Blumenthal. Auch das Bestpreisgebot würde gekippt werden, wenn die Vorlage zum Gesetz wird. Anbieter dürften Apps dann in den betroffenen App Stores teurer anbieten als anderswo. Auch sollen App-Hersteller frei auf ihre Angebote in anderen Stores hinweisen und auch die Gebühren nennen dürfen. Derzeitige Maulkorbregeln wären damit vom Tisch.

Für Endnutzer soll es einfach werden, Apps aus anderen Stores zu beziehen, von

Apple, Google oder Microsoft vorinstallierte App-Store-Apps zu verstecken oder zu deinstallieren und beliebige andere Apps oder App Stores als Voreinstellung einzurichten.

Store-Betreiber dürften nichtöffentliche Informationen Dritter aus ihren Stores nicht für eigene Zwecke auswerten – beispielsweise den Erfolg eines bestimmten Angebots zum Anlass nehmen, selbst ein ähnliches Angebot einzuführen oder zu ändern. Und schließlich dürften Apple, Google und Microsoft ihre eigenen Apps in Suchergebnissen nicht ohne triftigen Grund prominenter platzieren als andere.

Um die Programmierung von Applikationen zu erleichtern, sollen Entwickler zeitnah Zugriff auf einschlägige Informationen erhalten. Sie sollen dabei nicht schlechter gestellt sein als die Betreiber der App Stores oder deren Geschäftspartner.

Jeder Verstoß gegen das Gesetz gälte automatisch als unlauterer Wettbewerb. Ausnahmen von den Verboten gibt es, soweit das für Datenschutz, Datensicherheit, IT-Sicherheit, Bekämpfung von Betrug, Spam oder Rechtsverletzungen notwendig ist – aber auch nur, wenn der Store-Betreiber vergleichbare Maßnahmen konsistent auch auf eigene Apps anwendet, auf das notwendige Minimum beschränkt und keine diskriminierenden Absichten hegt.

Laut Vorlage wären zur Durchsetzung des Gesetzes hauptsächlich die US-Handelsbehörde FTC, die Bundesstaatsanwaltschaft und die Staatsanwaltschaften der US-Bundesstaaten berufen. Sie könnten die App-Store-Betreiber verklagen und auch schon beim ersten Verstoß zivilrechtliche Strafen erwirken. Das ist der FTC bisher in der Regel nicht möglich.

### Dreifacher Schadenersatz

Außerdem sollen geschädigte App-Anbieter auf dreifachen Schadenersatz sowie Verfahrenskosten klagen können – das ist in US-Gerichtsverfahren selten. Zudem sollen sie gerichtliche Verfügungen und nach Hinterlegung einer Sicherheit auch einstweilige Verfügungen begehren dürfen.

Verbraucherschützer und Bürgerrechtler unterstützen den Gesetzesvorschlag. Die EU-Wettbewerbschüterin Margrethe Vestager ist ebenfalls gegen Apples App-Store-Zwang und drängt zu alternativen App-Läden. Bei Apple und Google wird der Gesetzesentwurf Widerstand auslösen. Alles andere als eine Lobbywelle dagegen wäre eine Überraschung. Eine umfassende Analyse zur Position der US-Politik gegen Tech-Konzerne wie Apple, Facebook oder auch Amazon lesen Sie auf Seite 112. ([dz@ct.de](mailto:dz@ct.de)) **ct**

**Open App Markets Act:** [ct.de/ywm5](https://www.ct.de/ywm5)



Bild: Apple

Apple wehrt sich gegen Versuche, seine App-Store-Richtlinien zu kippen, unter anderem mit Statistiken, die den Schutz der Anwender belegen sollen. Kritiker werfen dem Konzern aber vor, die Verkaufsdaten von Entwicklern für eigene Zwecke zu verwenden.

# Massenhaft Schwachstellen in vernetzten Geräten

**Ein Team der Firma IoT Inspector hat Schwachstellen in Chips von Realtek entdeckt. Manche davon sind kritisch.**

Alle identifizierten Lücken gründen auf Bugs im Code der Software Development Kits (SDKs), die Realtek Geräteherstellern, die die betreffenden Wireless-SoCs verwenden, für die Firmware-Entwicklung zur Verfügung stellt. Insgesamt seien Produkte von mindestens 65 Herstellern betroffen: VoIP- und Wireless-Router, Repeater, IP-Kameras und smarte Beleuchtungssteuerungen.

Die verwundbaren Module gehören zur Familie RTL8xxx. Die Modellnummern lauten EV-2009-02-06, EV-2010-09-20, EV-2006-07-27, EV-2009-02-06 und EV-2010-09-20. Außerdem sind die Module RTL8196C, RTL8186 und RTL8671 betroffen (EV-2009-02-06, EV-2006-07-27, EV-2006-07-27 und EV-2010-09-20).

Zu den Herstellern, die solche Module verwenden, gehören Asus, Belkin, D-Link, Edimax, Hama, Logitec und Netgear. Eine vollständige Liste steht im Blog-Eintrag von IoT Inspector (siehe [ct.de/yhta](http://ct.de/yhta)) ganz unten im Appendix. Über Angriffe ist bisher nichts bekannt.

Die Schwachstellen gründen auf einer unzureichenden Validierung und unsauberer Weiterverarbeitung von eingehendem Verkehr. Unauthentifizierte Angreifer könnten die Schwachstellen mittels präparierten Datenpaketen nutzen, um beliebigen Code mit höchstmöglichen Zugriffsrechten auszuführen oder Denial-of-

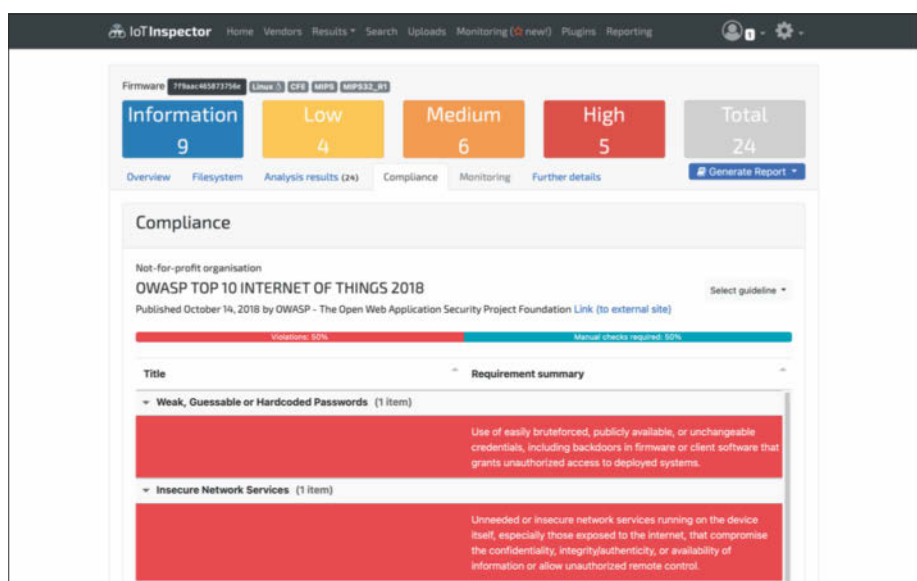


Bild: IoT Inspector

**Die Entdecker der Sicherheitslücken bieten einen automatischen Dienst an, der verdächtige Firmware auf Sicherheitslücken prüft.**

Service-Zustände zu provozieren. Je nach Art und Konfiguration der Geräte können Angriffe aus dem eigenen WLAN oder aus dem Internet erfolgen.

Die tatsächliche Angreifbarkeit dürfte stark davon abhängen, ob und wie die herstellereigenspezifische Firmware die verwundbaren Funktionen der SDKs verwendet. Realteks Advisory zu den Schwachstellen schlüsselt die betroffenen SDK-Funktionen detailliert auf. Erläuterungen zu Angriffsmöglichkeiten liefert der Blog-Eintrag von IoT Inspector.

Realtek hat Firmware-Patches und neue SDK-Versionen veröffentlicht. Nun ist es an den Herstellern, abgesicherte Firm-

ware zu erstellen. Viele Hersteller scheuen aber die Produktpflege, besonders bei preisgünstigen Produkten, sodass man manche Geräte je nach Sicherheitsanforderungen auch stilllegen muss. Ob ein Gerät verwundbar ist, lässt sich von außen nicht beurteilen. IoT Inspector bietet einen Service, um verdächtige Firmware automatisch zu prüfen (zu finden über [ct.de/yhta](http://ct.de/yhta)). Dafür ist eine Registrierung erforderlich. Ein Kurztest mit einer sehr alten Router-Firmware dauerte nur wenige Minuten und lieferte zahlreiche Sicherheitslücken. (dz@ct.de)

**Blog von IoT Inspector, Firmware-Test:**  
[ct.de/yhta](http://ct.de/yhta)

## Neuer Anbieter für Glasfaserinternet

Die Firma GlobalConnect steigt in die Vermarktung von Glasfaseranschlüssen in Deutschland ein. Sie richtet sich mit ihrer Marke HomeNet zunächst an Privatkunden in Hamburg, Lübeck und Kiel. Zuvor hatte GlobalConnect Pilotprojekte in den drei Städten betrieben.

Der Tarif „HomeNet1.000 – 12M“ kostet monatlich rund 60 Euro und liefert bis zu 1 GBit/s in Empfangsrichtung (Download) sowie bis zu 500 MBit/s in Senderichtung (Upload). Weitere Tarife und Ausbaugelände sind auf [homenet.de](http://homenet.de) aufgeführt. (dz@ct.de)



Bild: GlobalConnect

**Neu, aber nicht ganz neu: GlobalConnect startet nach einigen Pilotprojekten die offizielle Vermarktung seiner Glasfaseranschlüsse in Norddeutschland.**

## 5G-Festnetz

Die Nachfrage nach Breitband-Internetanschlüssen nimmt weltweit zu, so auch in den USA. Dort soll der 5G-Mobilfunk in Form von funkgestützten Hausanschlüssen (Fixed Wireless Access, FWA) dazu beitragen, die Anzahl der Breitbandzugänge zu erhöhen. Laut Analysten des Unternehmens ABI Research sind im Jahr 2026 mehr als 58 Millionen FWA-Anschlüsse zu erwarten. Die 5G-Technik werde das am schnellsten wachsende Segment (weniger als 1 Prozent 2020, 4 Prozent 2026), weil das Verlegen auf dem letzten Stück ohne Erdarbeiten auskommt. (dz@ct.de)

# Automatisch ausgebremst

## Sensoren sollen alkoholisierte Fahrer vom Straßenverkehr fernhalten

**Der Senat der USA diskutiert eine Gesetzesvorlage, nach der Autos bei Trunkenheit des Fahrers die Fahrt verweigern sollen. Die dazu erforderliche Sensortechnik ist komplexer als vielleicht angenommen.**

Von Dušan Živadinović

Die USA leiten den letzten großen Schritt ein, um in wenigen Jahren Neufahrzeuge mit einer Stoppfunktion ausliefern zu lassen, die alkoholisierte Autofahrer vom Straßenverkehr fernhalten soll. Die Bestimmung ist Teil eines 2700 Seiten starken Entwurfs für ein überparteiliches Infrastrukturgesetz, das aktuell der US-Senat diskutiert. Die USA arbeiten bereits seit 2008 an Überwachungssystemen, die Autos mit alkoholisierten Fahrern am Straßenverkehr hindern sollen. So will die US-Administration die Zahl der Verkehrstoten senken. In den USA kommen jährlich rund 10.000 Menschen bei Verkehrsunfällen ums Leben, bei denen Alkohol im Spiel ist.

Den Autoren der Gesetzesvorlage schwebt ein Monitoringsystem vor, das schnell und passiv arbeitet und auf den Blutalkoholgehalt anhand äußerer Parameter schließt, sodass dem Fahrer kein Blut abgenommen werden muss. Wenn das System eine Überschreitung des Grenzwerts feststellt (je nach Bundesstaat und Fahreralter meist 0,8 Promille), soll das Auto den Fahrtantritt oder die Weiterfahrt verweigern. Jedoch soll es möglichst weiter Energie liefern, etwa für die Klimaanlage oder zum Aufladen von Smartphones.

Für die Implementierung kommen am ehesten zwei Systeme des Projekts Driver Alcohol Detection System for Safety (DADSS) infrage. Das erste schließt auf den Alkoholgehalt im Blut anhand von Messungen der Atemluft, das zweite an-

hand der Alkoholkonzentration im Schweiß.

Beim DADSS kooperiert die Verkehrssicherheitsbehörde National Highway Traffic Safety Administration mit der Organisation Automotive Coalition for Traffic Safety, die alle großen Automobilhersteller vertritt. Die DADSS-Technik sollen alle Hersteller oder Zulieferer zu gleichen Konditionen erwerben können, wenn sie fertiggestellt ist.

### Vielfach-Sensoren


Für gängige Messungen in der Atemluft liegen längst praxiserprobte Sensoren vor, die etwa das alkoholabhängige Potenzial zwischen zwei Elektroden elektrochemisch messen. Es ist jedoch schwierig, einen in der Luft gemessenen Alkoholgehalt eindeutig dem Fahrer zuzuordnen, wenn mehrere Personen im Fahrzeug sitzen. Das DADSS setzt daher auf mehrere Sensoren an allen Türen und weiteren zwei vorne in der Konsole. Sie erfassen auch die Temperatur, Luftfeuchte und andere Parameter, und das gesamte System berücksichtigt, ob und welche Fenster offen oder geschlossen sind und ob die Klimaanlage läuft oder nicht. Alle Sensorwerte zusammen sollen die Genauigkeit bald auf das Niveau herkömmlicher Alkoholmessgeräte heben.

Das DADSS meldet, dass die Technik ab Jahresende zunächst in Flotten eingesetzt wird, deren Richtlinien gar keinen Alkohol im Blut von Fahrern gestatten. Das kann ein

Beleg dafür sein, dass die Technik noch nicht zuverlässig misst, ob der Blutalkoholgehalt den Grenzwert überschreitet. Tatsächlich stellt das DADSS den Einsatz in Privatfahrzeugen erst ab 2024 in Aussicht. Bis dahin soll die Technik auch auf etwa Zentimetergröße schrumpfen, sodass sie problemlos in privat genutzte Fahrzeuge passt.

Die zweite Methode, die den Pegel anhand der Konzentration im Schweiß ermitteln soll, setzt auf die Infrarotspektroskopie. Dafür wird die alkoholabhängige Absorption eines Infrarotsignals von etwa 9,5 Mikrometern Wellenlänge gemessen. Diese Technik könnte etwa in einem Startknopf des Autos eingebaut sein. Die Entwicklung des DADSS liegt gegenüber der Luftanalyse etwa ein Jahr zurück.

Der Einbau eines Monitoringsystems in Neuwagen soll dem Entwurf zufolge ab 2027 verpflichtend werden. Ein vorausschauender Passus ermöglicht aber auch einen Aufschub, falls die Technik bis dahin nicht so weit ist.

In Deutschland gibt es ebenfalls Bestrebungen, alkoholabhängige Wegfahrsperrn in Autos einzubauen, jedoch nur als Ergänzungsmaßnahmen für alkoholauffällige Fahrer. Eine Entscheidung steht wegen ungeklärter verkehrs- und strafrechtlicher Fragen aus. Die EU schreibt für 2022 und 2024 die schrittweise Einführung von Schnittstellen in gewerblichen Fahrzeugen vor. Messgeräte sind bisher nicht Bestandteil der Bestimmungen. (dz@ct.de) 

**Es gibt mehrere Varianten, den Alkoholgehalt im Blut zu bestimmen. Im US-Projekt DADSS wird unter anderem eine Methode entwickelt, die auf der Infrarotspektroskopie gründet.**

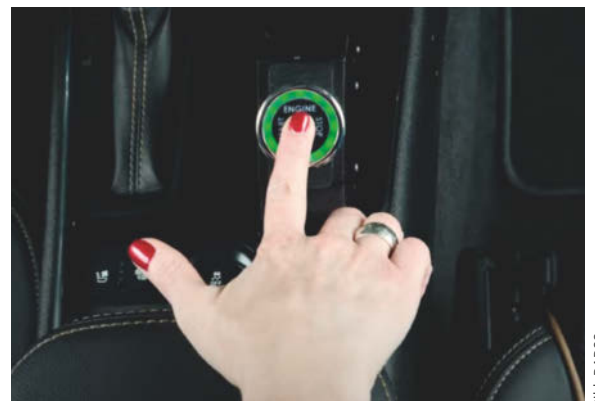


Bild: DADSS



## Roboter mit Chamäleonhaut

**Ein Roboter koreanischer Forscher passt seine Hautfarbe binnen Sekunden dem Hintergrund an.**

Thermochromatische Flüssigkristalltinte ist das Geheimnis des Chamäleonroboters der Seoul National University. Ein Team um Professor Seung Hwan Ko hat die oberste Hautschicht des Softroboters mit der Tinte ausgestattet. Sie reagiert auf unterschiedliche Temperaturbereiche mit verschiedenen Farben; sie wirkt rot bei etwa 25,5 Grad, grün bei 28 Grad und blau bei 36 Grad Celsius. Eine Heizschicht aus Silbrenanodrähten kann die thermochromatische Schicht gezielt auf eine der drei Temperaturen erwärmen. Der Farbum-

schlag gelingt so von einer Sekunde auf die andere.

Die Forscher statteten ihr künstliches Chamäleon auf der Unterseite mit Farbsensoren aus und realisierten damit eine automatische Anpassung der Hautfarbe an den Hintergrund. Mit mehreren übereinander liegenden Heizschichten konnten sie zudem unterschiedliche Muster vorgeben. Der Chamäleonroboter verfärbt sich damit nicht nur segmentweise, sondern er kann bei Bedarf auch vorgegebene Streifenmuster oder Wellenlinien zeigen. Einsatzfelder für ihre Tarntechnik sehen die Forscher in smarter Kleidung, etwa für militärische Einsätze oder für Jäger.

(agr@ct.de)

## Stabil hohe Energiedichte

Mit einer Energiedichte von 560 Wattstunden pro Kilogramm überrascht ein stabiler **Lithium-Metall-Akkumulator**, den Forscher am Karlsruher Institut für Technologie und am Helmholtz-Institut Ulm gemeinsam entwickelt haben. Sie setzten beim Aufbau der Batterie neben der Lithium-Metall-Anode auf eine nickelreiche Kathode und einen nicht entflammenden, ionischen Flüssig-elektrolyten. Damit konnten sie auch nach 1000 Ladezyklen noch eine Speicherkapazität von 88 Prozent nachweisen.

Lithium-Metall-Batterien mit organischen Elektrolyten zeigten bislang nach einigen Ladezyklen Risse an der Kathode. Chemische Reaktionen des Elektrolyten in diesen Rissen senkten schnell die Speicherkapazität. Durch den Einsatz des Flüssig-elektrolyten mit zweierlei Anionen ließen sich diese Strukturveränderungen nun eindämmen. Zudem können schwer flüchtige, nicht entflammende Elektrolyte die Sicherheit von Autobatterien verbessern. Laut „Faktencheck – Batterien für Elektroautos“ des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung von Januar 2020 liegt die Energiedichte der Batteriezellen in E-Autos bei etwa 200 Wattstunden pro Kilogramm. Man sah voraus, dass mit Lithium-Metall-Batterien etwa 400 Wattstunden pro Kilogramm möglich seien. Diese Zahl scheint nun überholt. (agr@ct.de)

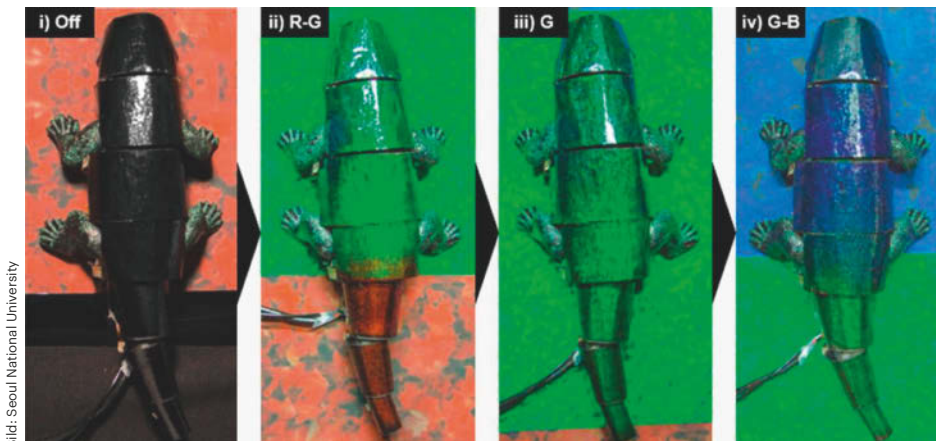


Bild: Seoul National University

**Der Chamäleonroboter passt sich rasch der Hintergrundfarbe an. Seine Beinchen sind allerdings starre Kunststoffteile, die beim Kriechen nicht die Farbe ändern.**

## Endlich. Einfach. Smart Home.

**Mehr Sicherheit für Ihr Zuhause!**

Homematic IP alarmiert Sie im Ernstfall zuverlässig – bei Einbruch, Brand und Wasserschäden. Das ist nicht nur smart, sondern erhöht auch das Gefühl von Sicherheit – egal ob zuhause oder unterwegs. Denn mit der kostenlosen App haben Sie Ihr Zuhause stets im Blick und werden per Push-Nachricht alarmiert.

- ✓ Einfache Installation
- ✓ Vorbildlich in Sicherheit und Datenschutz
- ✓ Beliebig erweiterbar um mehr als 120 Produkte

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



© Copyright by Heise Medien.

homematic IP



# Bullseye

## Debian 11: Update vor allem für Server

**Nach rund zwei Jahren erschien Debian 11 Mitte August unter dem Codenamen Bullseye. Die Mutter vieler Distributionen glänzt auch diesmal mit weitgehend reibungslosen Upgrades.**

Von Peter Siering

Das stabile Debian-Release stellt nie Rekorde auf, was die Aktualität der enthaltenen Software angeht, sondern liefert solide Grundlagen für den sorglosen Betrieb der enthaltenen Software. Wer stets auf das Neueste erpicht ist, muss sich mit dem Testing- oder Unstable-Zweig der Distribution anfreunden. Wer mit etwas abgehangenen Versionen klarkommt, erhält dafür im Rahmen der Möglichkeiten [1] Updates für Sicherheitslücken, aber nur ausnahmsweise Funktionsupdates – ein Träumchen für von As-a-service-Versprechen geplagte Windows-10-Nutzer.

Der Installer hat beim Umgang mit proprietärer Firmware dazugelernt. Er fügt jetzt Firmware-Dateien oder -Pakete dem Zielsystem hinzu, wenn er die während des Einrichtens geladen hat. Das klappt aber nicht mit den regulären Installationsimages, sondern nur mit solchen, die um die Firmwaredateien auf-

gebrezelt worden sind, die nicht mit der Lizenz von Debian verträglich sind (non-free); alternativ kann man die Firmware per Datenträger zufüttern, etwa einem USB-Stick.

Bullseye verwendet zum Schutz von Passwörtern in der Datei /etc/shadow als Hash-Verfahren jetzt yescrypt statt SHA-512. Es kann vorhandene Hashes bei einem Update nicht umschreiben. Das heißt, die Härtung gegen Wörterbuch-attacken wirkt erst, wenn jeder Nutzer sein Passwort geändert hat. Nur neu angelegte Konten profitieren direkt. Die Release-Notes warnen davor, dass yescrypt-verschlüsselte Kennwörter in alten Debian-Versionen nicht funktionieren werden.

Wichtig bei Upgrades, weil es beim Umstellen durchrutschen kann: Der Pfad für Sicherheitsupdates hat sich geändert (bullseye-security statt buster/updates). Mit dem LTS-Kernel 5.10 zieht eine Änderung ein, die es nicht nur Root, sondern auch regulären Nutzern erlaubt, User Namespaces anzulegen; Webbrowser oder Container-Umgebungen können damit Sandboxes einrichten, um wenig vertrauenswürdigen Code auszuführen.


Bullseye kann jetzt mit Druckern zusammenarbeiten, die ohne modellspezifische Treiber über USB direkt mit dem Internet Printing Protocol (IPP) ansprechbar sind. Das sollte für Geräte gelten, die ab 2014 auf den Markt kamen und die sich mit AirPrint-Funktionalität schmücken.

Das Systemd-Journal konfiguriert Bullseye so, dass es dauerhaft in /var/log/journal gespeichert wird. Der Kernel bringt nunmehr einen exFAT-Treiber mit, sodass man für das Lesen dieses Dateisystems nicht mehr auf eine User-Space-Implementierung angewiesen ist. Dazu liefert Bullseye das neue Hilfsprogramm-paket „exfatprogs“ mit, das nicht kompatibel zu den bisherigen „exfat-utils“ ist.

### Upgrades

Die Entwickler haben beim Upgrade allerhand Nickeligkeiten entdeckt und bieten Abhilfen an: So versäumen Upgrades per `apt dist-upgrade` das Umstellen von fuse auf fuse3, was sich durch erneuten Aufruf von `apt dist-upgrade` mit der APT-Version aus Bullseye nachholen lassen soll. Exim-Nutzer müssen mit Konfigurationsänderungen rechnen. Wer rdiff-Backups zwischen Debian-Systemen nutzt, darf Buster und Bullseye nicht mischen – die Netzwerkprotokolle von rdiff1 und 2 vertragen sich nicht miteinander. Das Zeitfenster, in dem während des Upgrades über eine SSH-Sitzung keine neuen Verbindungen gelingen, ist größer.

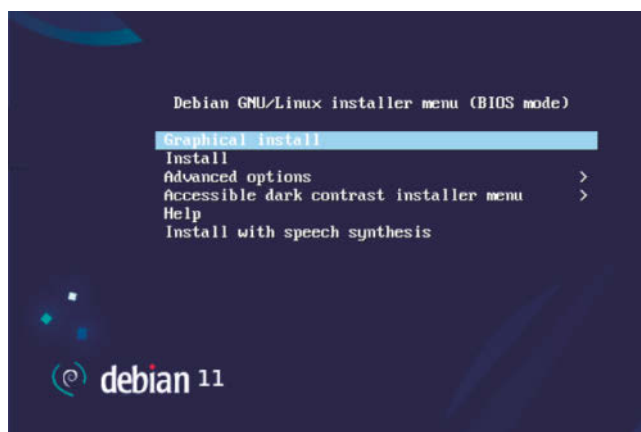
Software, die auf Python 2 angewiesen ist, dürfte unter Bullseye nicht mehr laufen. Es finden sich zwar noch ein paar Kleinigkeiten zu Python 2.7, doch die Masse der Anwendungen ist auf Python 3 umgestellt oder entfernt worden. Wer Konfigurationen mit dem Automations-tool Chef verwaltet, muss sich Pakete bei den Chef-Entwicklern holen. Der klassische Bootloader LILO fehlt in Bullseye.

Wir haben ein rundes Dutzend produktiv laufender Debian-Buster-Systeme aktualisiert – ohne große Schwierigkeiten. Erfreulich reibungslos gelang sogar das Umstellen von Wireguard-VPN-Servern. Die musste man zuvor mit Paketen aus Unstable oder Buster-Backports ausstatten. Nach Entfernen dieser Quellen und Tilgen von etwaigen Pinning-Einstellungen lief die Aktualisierung reibungslos durch, und die VPN-Dienste waren nach einem Reboot wieder aktiv. Bullseye enthält die für Wireguard notwendigen Kernel-Module und Programme fürs Userland jetzt regulär. (ps@ct.de) 

### Literatur

- [1] Thorsten Leemhuis, Flickschusterei, Linux-Distributionen korrigieren manche Schwachstellen in ihren Kernen nicht, c't 16/2021, S. 144

**Release-Notes & Download:** [ct.de/ykpr](https://ct.de/ykpr)



**Der Bullseye-Installer ist vom Artwork abgesehen ein alter Bekannter. Unter der Haube hat sich aber bei der Behandlung von proprietärer Firmware einiges getan.**



# DigitalPakt für Senioren

**Eine neue Initiative soll die digitale gesellschaftliche Teilhabe älterer Menschen in Deutschland verbessern. Am 17. August fiel in Berlin der Startschuss für den „DigitalPakt Alter“, der vorhandene Angebote bündeln will, aber auch aufdecken soll, wo Handlungsbedarf besteht.**

Ein breites Bündnis von Partnern trägt den DigitalPakt Alter: Vom Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (Bitkom) über die Bundesarbeitsgemeinschaft der Seniorenorganisationen (BAGSO) bis zur Deutschen Gesellschaft für Gerontologie und Geriatrie sind etliche Verbände und Initiativen mit im Boot. Einige davon dringen schon lange darauf, allen Bürgern unabhängig von ihrem Alter Zugang zum Internet zu verschaffen.

Der Verein „Deutschland sicher im Netz“ (DsiN), ebenfalls Partner des Bündnisses, dokumentierte im jüngsten DsiN-Sicherheitsindex, dass sich mehr als die Hälfte der Menschen über 60 mehr digitale Unterstützung wünschen. Eine aktuelle, repräsentative Studie des Bitkom, für die rund 1000 Personen ab 16 Jahren befragt wurden, kommt zu ähnlichen Ergebnissen. Demnach bewerten Menschen über 65 hierzulande ihre Digitalkenntnisse im Schnitt lediglich mit der Schulnote 4,3; Befragte über 75 gaben sich durchschnittlich sogar nur eine 4,8. Zum Vergleich: Über alle Altersgruppen hinweg bewerteten die Befragten ihre persönlichen Fähigkeiten im Umgang mit digitalen

Geräten und Anwendungen, aber auch beim Programmieren mit der Note 3,1.

Auch der achte Altersbericht der Bundesregierung widmete sich dem Thema Digitalisierung und deckte Defizite in vielen Bereichen auf. Es gibt also viel zu tun. Nachdem Bundesfamilienministerin Christine Lambrecht die von ihrem Haus finanzierte Initiative DigitalPakt Alter am 17. August vorgestellt hat, sollen noch in diesem Jahr erste Aktionen stattfinden. So ist ein Wettbewerb für Unternehmen geplant, der Firmen auszeichnet, die bereits jetzt in vorbildlicher Weise die Belange älterer Verbraucher berücksichtigen. Auf dem 13. Deutschen Seniorentag in Hannover im November 2021 wird der DigitalPakt Alter mit einem „digitalen Erfahrungsort“ vertreten sein.

100 solcher Erfahrungsorte sollen in einem ersten Anlauf im Rahmen des Pakts gefördert werden. Akteure wie Senioren-Internet-Initiativen, die niedrigschwellige Übungsangebote für ältere Menschen anbieten, konnten sich um eine Mikro-Förderung in Höhe von jeweils 3000 Euro bewerben.

Eine Initiative dieser Art war überfällig und es ist gut, dass neben der Förderung der Digitalisierung der Schulen nun auch Geld für die digitale Teilhabe von Senioren fließt. Hoffentlich werden außer Vorbild-Unternehmen und Erfahrungsorten auch so naheliegende Dinge wie ein freies WLAN für möglichst viele Seniorenheime gefördert. (dwi@ct.de)

**Website DigitalPakt Alter,  
DsiN-Sicherheitsindex: [ct.de/y1qs](https://ct.de/y1qs)**

**Der „DigitalPakt Alter“ ist eine Initiative zur Stärkung der gesellschaftlichen Teilhabe Älterer in einer digitalisierten Welt.**

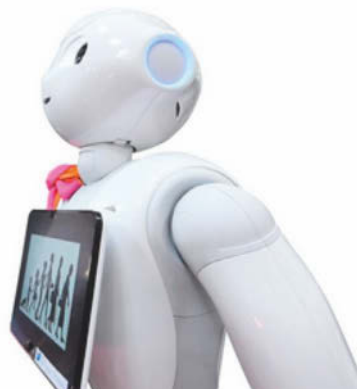


Bild: BAGSO, Ulf Deck

## Neue Online-Kurse für IT-Professionals



### PowerShell für Windows-Administratoren

Die Verwaltung des Windows-Betriebssystems automatisieren

► 76 Videos, 7:30 Std. Spielzeit



### Image Segmentation mit Python und Keras

Methoden zur Bilderkennung, -verarbeitung und -segmentierung

► 55 Videos, 5 Std. Spielzeit  
inkl. Jupyter Notebooks



### Angriffsszenarien im Netzwerk

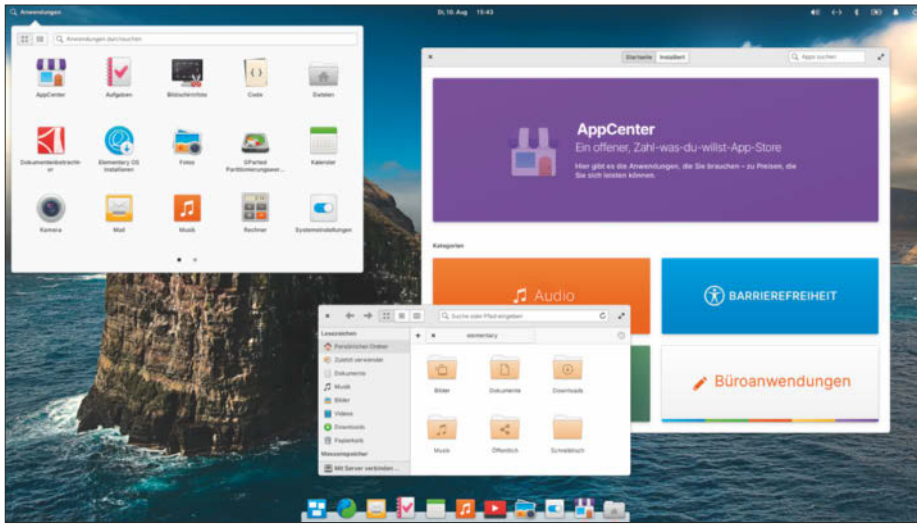
Der Intensivkurs für die richtigen Verteidigungsstrategien

► 71 Videos, 6:30 Std. Spielzeit

Gratis-Lektionen aus allen Kursen  
anschauen unter:

[heise-academy.de](https://heise-academy.de)





# Feinschliff

## Elementary OS 6 setzt auf Flatpak

**Fein abgestimmter Desktop, Touchgesten und alles auf Flatpak: Das neue Elementary OS 6 „Odin“ kommt mit einem umgekrempelten AppCenter und vielen Detailverbesserungen. Der Unterbau ist Ubuntu 20.04 LTS.**

Von Liane M. Dubowy

**E**inheitliche Bedienelemente und Farbgebung sowie ein rundum stimmiger und leicht zu bedienender Desktop stehen ganz oben auf der Prioritätenliste des Elementary-Projekts. Deshalb wurden in Elementary OS 6 das Design verfeinert und Multitouch-Gesten eingebaut. Unter der Haube setzt Elementary OS 6 auf Ubuntu 20.04.2 LTS mit Kernel 5.11 und Langzeitunterstützung, das noch bis April 2025 mit Updates versorgt wird.

Erstmals können Anwenderinnen und Anwender die Desktop-Optik in den Systemeinstellungen verändern: Der Desktop lässt sich in den Modus „Dunkel“ versetzen, woraufhin alle Fenster, Dialoge, das Panel und die Benachrichtigungen einen dunklen Hintergrund und dunkle Leisten

bekommen. Wählbar ist auch die Akzentfarbe, die Schieberegler und Buttons einfärbt – auf Wunsch auch automatisch passend zum Hintergrundbild. Das System-Stylesheet, das die Desktop-Optik bestimmt, wurde überarbeitet, die unteren Ecken der Fenster wurden abgerundet und die leichter lesbare Schrift Inter benutzt.

Insbesondere auf Notebooks lässt sich Elementary OS 6 intuitiver bedienen: Zwei- und Drei-Finger-Gesten auf einem Touch-Display oder dem Touchpad blättern schnell im Browser, im Menü oder Fenstern oder wechseln zwischen Arbeitsflächen. Benachrichtigungen lassen sich damit einfach vom Bildschirm wischen. Das Glockensymbol im oberen Panel sammelt nun alle Benachrichtigungen sortiert nach Anwendung.

### Software im Sandkasten

Die Grundausstattung von Elementary OS war schon immer minimalistisch. Nach der Installation finden sich im Anwendungsmenü daher nur ein Browser, ein Mailprogramm, eine kleine Bildverwaltung, ein Dokumentenbetrachter, ein Video- und ein Musikplayer, der Editor „Code“ sowie einige Tools. Neu ist die App „Aufgaben“, eine lokale Aufgabenverwaltung, die Einträge via CalDAV synchronisieren kann.


Die grafische Software-Verwaltung wurde gehörig umgekrempelt: Statt wie bisher auch Debian-Pakete aus den Ubuntu-Repositories bietet das AppCenter jetzt nur noch Flatpaks an. Nach der Installation herrscht deshalb dort erstmal große Leere. Doch sobald man ein Flatpak-Paket von Flathub.org per „Install“ einrichtet und den Sideload-Dialog bestätigt, findet man künftig sämtliche Flathub-Anwendungen auch im AppCenter. Fortgeschrittene können wie bisher beliebige Pakete aus den Ubuntu-Paketquellen per apt auf der Kommandozeile nachrüsten.

Welche Rechte Anwendungen beanspruchen, zeigt Elementary OS 6 in den Systemeinstellungen. Dort entzieht man ihnen bei Bedarf per Schieberegler beispielsweise den Zugang zum Standort oder dem Netzwerk. Die Integration des Linux Vendor Firmware Service erleichtert die Installation von Firmware-Updates, die als Aktualisierungen im AppCenter auftauchen.

Das AppCenter bietet eine einfache Möglichkeit, die Entwicklung von Anwendungen gezielt zu unterstützen. Entwicklerinnen und Entwickler können im AppCenter für ihre App einen Betrag vorschlagen, der sich verändern oder auf null setzen lässt. Auch das Elementary-Projekt selbst hofft auf Unterstützung: Beim Download des ISO-Images wird ein Beitrag vorgeschlagen, der sich verändern oder auf null setzen lässt.

Ein neuer Installationsassistent fragt nur Spracheinstellungen, Installationsziel und die optionale Datenträgerverschlüsselung ab. In einer grafischen Übersicht lassen sich auch gezielt Partitionen zur Installation auswählen, für Partitionierungen bindet der Installer Gparted ein. Erst nach abgeschlossener Installation und einem Neustart wird das Benutzerkonto eingerichtet, sodass sich dieser Schritt auch später erledigen lässt. Ein Upgrade von Elementary OS 5 via AppCenter gibt es nicht, stattdessen empfehlen die Entwickler eine Neuinstallation.

### Fazit

Elementary OS 6 ist ein gelungenes Desktop-Linux, das die stabile Ubuntu-Basis mit aktuellen Anwendungen im Flatpak-Format kombiniert. Leider versäumt es das Projekt, auf die Programme im Flathub-Repository hinzuweisen. Die verbesserte Multitouch-Bedienung macht besonders das Arbeiten an Notebooks angenehmer. (lmd@ct.de) 



**WIR MACHEN  
KEINE WERBUNG.  
WIR MACHEN EUCH  
EIN ANGEBOT.**



[ct.de/angebot](https://ct.de/angebot)

**Jetzt gleich bestellen:**

 [ct.de/angebot](https://ct.de/angebot)

 +49 541/80 009 120

 [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

## **ICH KAUF MIR DIE c't NICHT. ICH ABONNIER SIE.**

Ich möchte c't 3 Monate lang mit 35 % Neukunden-Rabatt testen.  
Ich lese 6 Ausgaben als Heft oder digital in der App, als PDF oder direkt im Browser.

**Als Willkommensgeschenk erhalte ich eine Prämie nach Wahl,  
z. B. einen RC-Quadrocopter.**

© Copyright by Heise Medien.



# Defender wird strenger

**Der in Windows enthaltene Virenwächter Defender soll unerwünschte Anwendungen künftig automatisch vom Rechner fernhalten.**

Microsoft will bei bestehenden und künftigen Installationen des in Windows 10 enthaltenen Virenwächters den Schutz vor potenziell unerwünschten Anwendungen (PUA) einschalten, sofern Anwender das nicht ohnehin schon selbst erledigt haben. Bei PUA handelt es sich nicht um Malware im klassischen Sinne, sondern um meist lästige Programme, die man nicht freiwillig auf den Rechner lassen möchte, weil sie Werbung einblenden oder das Benutzerverhalten tracken. Ein berüchtigtes Beispiel für solche Adware ist OpenCandy, das in Software-Installationspaketen steckt, um dem Anwender weitere, oft unerwünschte Zusatzprogramme unterzujubeln.

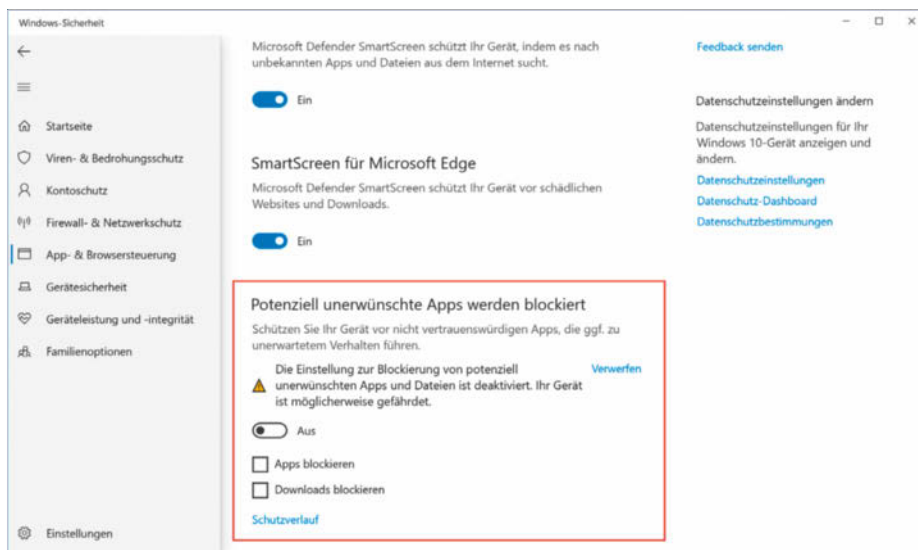
Der PUA-Schutz ist schon seit über einem Jahr im Defender enthalten. Allerdings wurde er bis dato nicht automatisch scharfgeschaltet. Stattdessen zeigt lediglich das „Windows-Sicherheit“-Icon im Infobereich der Taskleiste ein gelbes Aus-

rufezeichen an, weil Windows den Sicherheitszustand des Rechners für suboptimal hält. In der Oberfläche der App „Windows-Sicherheit“ lässt sich dann unter „App- & Browsersteuerung/Einstellungen für zuverlässigkeitsbasierten Schutz“ im Abschnitt „Potenziell unerwünschte Apps werden blockiert“ wahlweise der PUA-

Schutz aktivieren oder die Warnung verwerfen – oder ein zwischenzeitlich aktivierter Schutz abschalten.

Auf diversen Testrechnern in der Redaktion hat sich der PUA-Schutz übrigens bis dato nicht automatisch aktiviert – nicht mal auf sauberen Neuinstallationen.

(jss@ct.de)



**Künftig soll der PUA-Schutz im Defender automatisch scharfgeschaltet werden.**

## Update gegen Update-Probleme

Auf manchen PCs kann seit ein paar Monaten das jeweils aktuelle kumulative Update nicht installiert werden. Um das zu beheben, hat Microsoft nun ein **Update für den Servicing Stack** veröffentlicht, also die Komponente, die in Windows für die Installation von Updates verantwortlich ist. Den Patch mit der Bezeichnung KB5005260 liefert Microsoft nicht nur per Windows Update aus, sondern er steht auch zum Download als separates Paket für Windows 10 in den Versionen 2004, 20H2 und 21H1 bereit (siehe [ct.de/yb6w](https://www.ct.de/yb6w)). Ältere Versionen sind nicht betroffen.

Die Ursache mancher Update-Fehlschläge sind offenbar die relativ neuartigen Update-Pakete, bei denen Microsoft das jeweilige kumulative Update mit einem Servicing Stack Update (SSU) bündelt. Die dafür nötigen Änderungen am Servicing Stack hatte der Konzern im September 2020 großflächig verteilt und seit Februar dieses Jahres genutzt. Mit

dem kumulativen Update von verganginem Mai hat Microsoft allerdings eine Veränderung am Servicing Stack vorgenommen, die zu einer Inkompatibilität älterer Servicing-Stack-Versionen und nachfolgender Update-Pakete führt. Ergo: Wurde der Mai-Patch ausgelassen, etwa weil der PC zu dieser Zeit gar nicht benutzt wurde, konnten nachfolgende Patches mitunter nicht mehr installiert werden.

Ob das Update Installationsprobleme tatsächlich behebt, konnten wir bislang nicht nachvollziehen, da wir in der Redaktion keinen PC mit passendem Fehlerbild zur Hand haben. Wenn Sie allerdings ein Windows-10-System haben, bei dem die Update-Installation seit ein paar Monaten fehlschlägt, ist die Installation des neuen Servicing Stack Updates durchaus einen Versuch wert.

(jss@ct.de)

**Download Servicing Stack:** [ct.de/yb6w](https://www.ct.de/yb6w)

## Kurz & knapp

Der Autostart-Manager **Sysinternals Autoruns** ist in Version 14 erschienen. Die Oberfläche passt sich nun einer dunklen Windows-Darstellung an („Dark Mode“), hat aber bei Redaktionsschluss offenbar noch einen Fehler: VirusTotal-Scans erfolgen nicht mehr automatisch, sondern müssen für jedes Element einzeln angefordert werden.

Die in der Azure-Cloud gehosteten virtuellen Windows-Installationen, die Microsoft als **Windows 365** vermietet, sind so beliebt, dass der Konzern kurzerhand die Gratistests ausgesetzt hat. Ursprünglich konnten Firmenadmins 60 Tage währende Testphasen für die virtuellen PCs buchen – derzeit kann man sich aber nur noch auf eine Warteliste setzen lassen.



# Angebot und Nachfrage auf dem IT-Freelancer-Markt

**Entspricht das Fachwissen von selbstständigen Entwicklern dem, was sich Projektanbieter wünschen? Dieser Frage sind die Arbeitsmarktexperten der Projektplattform freelancermap nachgegangen.**

Ausgangsmaterial der unter dem Titel „Top-Skill-Radar“ veröffentlichten Studie (siehe ct.de/yykz) sind rund 60.000 beim Portal freelancermap registrierte Profile von Entwicklern sowie 40.000 Beschreibungen von Projekten, für die Kunden des Portals aktuell die passenden IT-Freelancer suchen. Bei ihrem Abgleich zwischen dem Angebot der selbstständigen Programmierer und den Wünschen der Projektanbieter unterschieden die Vermittler drei Themenbereiche: „Expertise & Fähigkeiten“, „Programmiersprache & Framework“ sowie „Software & Plattform“.

Bei den generellen Fähigkeiten belegen die Zahlen deutliche Unterschiede zwischen Angebot und Nachfrage. So rangiert in den Entwicklerprofilen Scrum auf Platz 1; mehr als 33 % nannten diese Projektmanagementtechnik als eines ihrer Wissensgebiete. Die folgenden Plätze belegen REST (23,9 %), Datenbanken (21,8 %) und Programmierung (21,3 %). Dagegen wird in den Projektausschreibungen am häufigsten Expertise in der Backend-Programmierung (14,1 %) nachgefragt, gefolgt von Software-Entwicklung allgemein (13,1 %) und Frontend-Entwicklung (12,2 %). Auf Platz 4 folgt ein weiterer allgemeiner Begriff: „Programmierung“ (11,6 %). Dahinter rangieren Cloud (10,9 %), REST (10,4 %) und Design

(10,2 %). Das von jedem dritten Entwickler angebotene Thema Scrum liegt in der Liste der Wünsche mit nur 8,2 % lediglich auf Platz 8.

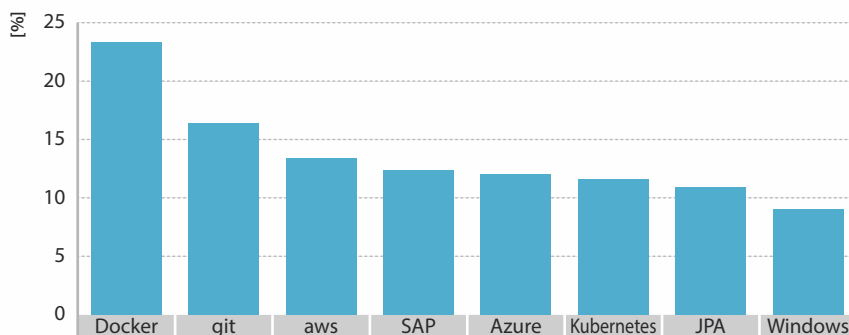
Im Bereich Programmiersprachen und Frameworks liegen Angebot und Nachfrage der Studie zufolge dichter beisammen. Java belegt sehr deutlich Platz 1: In 26,8 % der Projekte ist es gefordert, 13 % der Entwickler bezeichnen sich als fit in der Programmiersprache. Auf den Wunschlisten der Projektanbieter folgen das Java-Framework Spring (11,9 %), JavaScript (10,7 %), das TypeScript-Framework Angular (9,8 %) und C (8,3 %), während bei den Entwicklern JavaScript (10,1 %) auf Platz 2 rangiert, gefolgt von PHP (9,2 %), SQL (9,2 %) und C# (7,5 %).

Bei Werkzeugen und Plattformen wünschen sich die Projektanbieter Docker (23,3 %), git (16,4 %), Amazon Web Services (13,4 %), SAP (12,4 %) und Microsofts Cloud-Computing-Plattform Azure (11,9 %) – in den Entwicklerprofilen liegt Expertise in MySQL (22,6 %) mit großem Abstand auf Platz 1, gefolgt von Wordpress (12,4 %), Linux (12,2 %), git (11,6 %) und Oracle (11,5 %); Docker rangiert mit nur 11,2 % auf Platz 6.

Thomas Maas, CEO von freelancermap, rät Entwicklern in jedem Fall, sich zu spezialisieren. Wer zusätzlich zur richtigen Expertise auch noch teamfähig ist, sei nicht nur auf dem lukrativen Projektmarkt gefragt, sondern auch für dauerhafte Positionen in Unternehmen, erklärt Maas. (dwi@ct.de)

## Docker auf Platz 1

Das Freelancer-Portal freelancermap hat Angebot und Nachfrage bei Projekten für Entwickler abgeglichen. In der Kategorie „Software & Plattformen“ stehen Docker-Kenntnisse bei den Projektanbietern hoch im Kurs.



Quelle: freelancermap Top-Skill-Radar

**NEU**



Made  
in  
Germany

## utnserver Pro

Die Lösung für den digitalen Arbeitsplatz

### Ihre Vorteile

- Sichere Anbindung von USB-Geräten in Remote-Umgebungen
- USB-Ports flexibel steuern (Zugangsbeschränkung)
- Vollständig verschlüsselte USB Kommunikation
- Sicheres Arbeiten dank verschlüsselter Verbindungen. Auch in serverbasierten und virtualisierten Umgebungen
- Kostenlose Updates und weltweiter Support
- Für alle gängigen Betriebssysteme
- Bis zu 5 Jahre Garantie

**SEH**

SEH Computertechnik GmbH | Hotline: +49(0)521-94226-29 | E-Mail: info@seh.de | www.seh.de

# Gipfel der Unterhaltung

## US-Streamingdienst Paramount+ startet bei Sky Deutschland

**Nun geht es Schlag auf Schlag: Nach „Peacock“ von NBC Universal will Sky im kommenden Jahr auch den Abo-Videostreamingdienst „Paramount+“ nach Deutschland holen. Für andere Dienste versiegt damit der Strom an Fremdinhalten immer mehr.**

Von Nico Juran

Den meisten deutschen Nutzern dürfte der US-amerikanische Abo-Videostreamingdienst „Paramount+“ aktuell nicht allzu viel sagen. Wer an Paramount Pictures denkt, ist aber schon mal auf der richtigen Fährte: Das Hollywoodstudio steuert die Filme bei und ist seit Anfang März dieses Jahres Namensgeber.

Ein Neuling ist der Dienst aber nicht: Tatsächlich startete er bereits 2014 unter dem Namen „CBS All Access“, blieb aber jahrelang auf den US-Markt beschränkt. Erst 2018 begann die Expansion ins Ausland, zunächst nach Kanada, später vor allem nach Süd- und Mittelamerika. Für 2022 steht der Start in Deutschland, Österreich, der Schweiz, Großbritannien, Irland und Italien an – mit Unterstützung von Sky. So werden Abonnenten von „Sky Cinema“ Paramount+ ohne Aufpreis sehen können, ebenso Filme von Paramount Pictures. Alle anderen Sky-Kunden können den Dienst hinzubuchen, konkrete Preise sind noch nicht bekannt.

In den USA bekommt man Paramount+ in zwei Tarifstufen: Für 4,99 US-Dollar monatlich mit Werbung und für 9,99 Euro US-Dollar monatlich ohne, beides monatlich kündbar. Das komplette US-Angebot wird es für deutsche Zuschauer aber voraussichtlich nicht geben, da Sport (etwa die Champions League) und amerikanisches Live-TV schon aus lizenzrechtlichen Gründen rausfallen dürften.

Aktuell zählt Paramount+ zusammen mit ViacomCBSs anderen Plattformen

„Showtime“ und „BET+“ rund 36 Millionen Kunden. Damit liegt der Dienst hinter dem bereits international tätigen Dienst Apple TV+ (unbestätigt 40 Millionen Abonnenten), der jedoch Käufern von Apple-Geräten Freiabos spendiert. Rund zwei Millionen Kunden mehr hat „Peacock“ von NBC Universal, den Sky noch 2021 nach Deutschland bringt (siehe c't 18/2021, S. 43).

### Schlecht für Netflix & Co.

Zu den kommenden Serien auf Paramount+ gehören eine Reihe exklusiver Originals, darunter „Halo“ zum gleichnamigen Videospiel. Zudem wird Paramount+ die internationale Heimat für Produktionen von Showtime, MTV und Nickelodeon.

Apropos Originals: Für den Erfolg von Paramount+ sind nicht zuletzt die eigenproduzierten Star-Trek-Serien „Discovery“, „Picard“ und „Lower Decks“ verantwortlich. Das sollte auch die deutschen Fans dieser Serien aufhorchen lassen, da diese außerhalb der USA als Kundenmagneten bei Netflix beziehungsweise Ama-

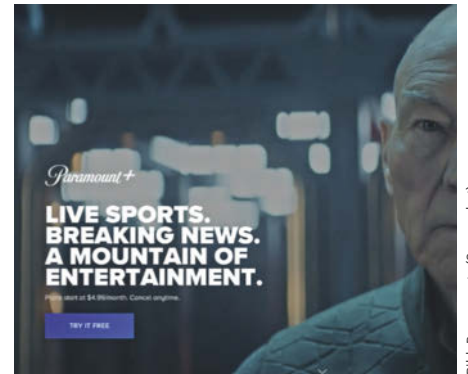


Bild: Paramount+ (Screenshot)

**Paramount+ wuchert mit Filmen und Serien rund um das Star-Trek-Universum. Für 2022 ist mit „Strange New Worlds“ ein Prequel zur Originalserie geplant.**

zon Prime Video liefern. Nach Auslaufen derer Verträge wird man also auch hierzulande Paramount+ abonnieren müssen, um neue Episoden legal sehen zu können.

Zugleich verlieren Amazon und Netflix durch die Internationalisierung der studieeigenen Dienste mehr und mehr Zulieferer. Kaum ein Experte geht davon aus, dass diese Aufspaltung des Marktes alle Dienste überleben. (nij@ct.de) **ct**

## Sonderheft „Smarte Beleuchtung“ jetzt erhältlich

Die Einsatzmöglichkeiten smarter Leuchtmittel sind vielfältig und reichen von funktionalen Lampen in der Küche bis zur dezenten Beleuchtung im Garten. Da sich die Systeme individuell erweitern lassen, bilden sie zudem den idealen Einstieg in die Smart-Home-Welt.

Das neue Sonderheft „Smarte Beleuchtung“ zeigt auf 148 Seiten, welche Möglichkeiten smartes Licht bietet und wie man etwa die passende LED-Lampe findet. In mehreren Tests werden Lichtsysteme und LEDs für die gängigen E14- und E27-Fassungen verglichen. Dem Thema, wie man Heimkinos und Gaming-Zimmer brillant in Szene setzt, ist eine eigene Rubrik gewidmet.

Die Print-Ausgabe des Sonderhefts ist für 14,90 Euro erhältlich. Die digitale

Ausgabe erhalten Sie für 12,99 Euro im heise shop (shop.heise.de), in unseren Android- und iOS-Apps oder bei Amazon.



# Stadia: „State Share“ und „Direct Touch“ für mehr mobilen Spielspaß

**Mit einer neuen Art der Touch-Bedienung erleichtert Google Stadia das mobile Spielen mit dem Cloud-Gaming-Dienst. „State Share“ speichert Spielzustände, die sich auch von anderen nachspielen lassen.**

„Direct Touch“ nennt Google seine neue Art der Multitouch-Bedienung, die an die Steuerung klassischer Mobilspiele erinnert. Als erstes Spiel beim Cloud-Gaming-Dienst Google Stadia unterstützt der frisch veröffentlichte, rundenbasierte Strategietitel Humankind von Amplitude Studios das Feature. Bisher konnte man Stadia-Spiele auf Mobilgeräten vor allem per Bluetooth-Controller oder angeschlossener Tastatur und Maus bedienen. Ist kein externes Eingabegerät verfügbar, legt Stadia auf Wunsch eine Art Overlay mit einem „Touch-Gamepad“ über das Spiel, mit dem es sich dann bedienen lässt. Das ist zwar praktisch, wenn man gerade keinen Controller dabei hat, aber doch eher eine Krücke für den Notfall.

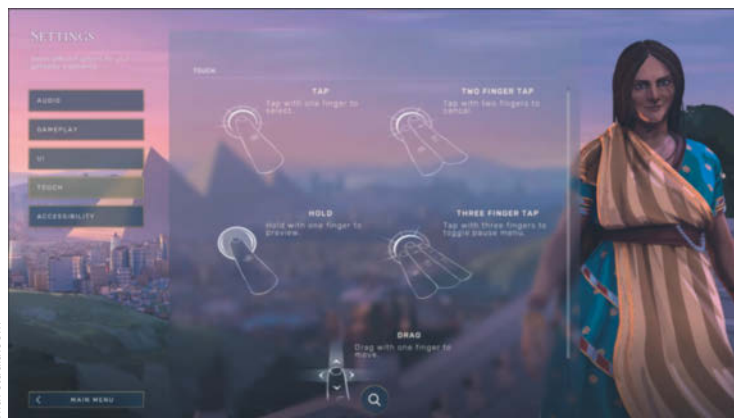
Das schon vor Längerem angekündigte Feature „State Share“ soll jetzt ebenfalls verfügbar sein. Damit lassen sich ein Screenshot oder Video an andere Stadia-Gamer schicken, die dann dieselbe Welt

oder dasselbe Level spielen können. „State Share“ funktioniert in jedem Spiel ein bisschen anders. Der gespeicherte Spielzustand öffnet eine bestimmte Welt oder den Beginn eines Levels mit demselben Schwierigkeitsgrad oder der gleichen Ausrüstung wie im Original. Zu einem gespeicherten Spielzustand kann man auch selbst jederzeit zurückkehren, er hat keinen Einfluss auf den eigentlichen Spielstand.

Als Beispiel nennt Google das Spiel Hitman: Wenn man nach Abschluss einer Auftragsmission ein Video oder einen Screenshot aufnimmt, kann ein anderer Stadia-User den Spielstatus laden und landet damit am Anfang der Mission, mit derselben Ausrüstung, Kleidung, Startposition und Schwierigkeitsstufe vom Zeitpunkt der Aufnahme. Die Mission eines anderen lässt sich auch dann spielen, wenn noch gar nicht alle Ausrüstungsgegenstände des Spielstatus freigeschaltet sind. Um diese zu behalten, muss man sie allerdings selbst im eigenen Spiel freischalten.

(lmd@ct.de)

**State Share, Direct Touch & Angebot:**  
[ct.de/ygs5](https://ct.de/ygs5)



**Humankind ist das erste Spiel, das Direct Touch unterstützt.**

## Kurz & knapp: Spiele

CD Projekt Red hat ein **Update 1.3 für Cyberpunk 2077** veröffentlicht, das neben Bugfixes und Performance-Verbesserungen auch neue Inhalte bringt, darunter ein neues Auto, neue Jacken und ein neues Erscheinungsbild für Johnny Silverhand.

Die Bausimulation **Townscaper lässt die Early-Access-Phase hinter sich**. Im Spiel von Oskar Stålberg für Windows und macOS setzt man in meditativem Gameplay eine kleine Stadt ins Wasser. Einen Einblick gibt ein c't-angezockt-Video: [youtu.be/iMBUNF5\\_rMk](https://youtu.be/iMBUNF5_rMk).

**Neue Online-Kurse für IT-Professionals**



### Responsive Webdesign in der Praxis

Der Kurs mit HTML, CSS, Bootstrap und Tailwind

► 85 Videos, 8 Std. Spielzeit



### Serverless Applications mit AWS Lambda

Der Programmierkurs für Node.js, Python und Go auf AWS

► 85 Videos, 10 Std. Spielzeit



### Datenvisualisierung mit Python

Der Online-Kurs zu Data Science – mit vielen praktischen Übungen

► 60 Videos, 8 Std. Spielzeit, inkl. Jupyter Notebook

**Gratis-Lektionen** aus allen Kursen  
anschauen unter:

**heise-academy.de**



## c't füllt die IFA-Lücke

**Die IFA fällt in diesem Jahr aus, die Neuheiten gibt es dennoch. Wir informieren Sie deshalb in einer Themenwoche täglich live über Geräte, Techniken und Trends.**

Jedes Jahr Anfang September pilgerten über 200.000 Besucher nach Berlin zur Internationalen Funkausstellung (IFA). Dort gab es Geräte aus der Unterhaltungselektronik ebenso wie Mobilgeräte, smarte Fahrräder, vernetzte Saugroboter oder den intelligenten Kühlschrank. Noch 2020, im ersten Jahr der Pandemie, trafen sich einige Aussteller trotz erheblicher Corona-Auflagen unterm Berliner Funkturm oder nutzten virtuelle Produktpräsentationen. Im zweiten Coronajahr 2021 wird es erstmals seit 1971 in Berlin keine IFA geben – weder real noch virtuell.

Doch ob IFA oder nicht: Spätestens zum Weihnachtsgeschäft landen die dort üblicherweise gezeigten Neuheiten in den Läden – auch in diesem Jahr. Deshalb möchten wir Sie im Rahmen einer Themenwoche auf unserem News-Kanal heise online über die neuen Trends informieren: Vom 30. August bis 3. September widmen wir uns in Meldungen, Hintergrundberichten und Interviews den IFA-Themen und beantworten jeden Mittag in einer Live-Show Ihre Fragen zu Produkten, Techniken und Trends.

Darin dreht sich alles um klassische IFA-Themen wie Fernseher, Displaytechnik und intelligente Audiosysteme. Es geht



**IFA-Interviews mit c't (hier Ulrike Kuhlmann) wird es mangels IFA dieses Jahr nicht geben. Stattdessen präsentieren wir die Neuheiten in einer Themenwoche auf heise online ab dem 30. August.**

um Standards und Geräte fürs Smart Home, wir diskutieren über den Nutzen von Android 12 und sprechen über neue Mobilgeräte und Spielkonsolen. Außerdem widmen wir uns dem großen Feld der E-Mobilität und beleuchten dafür E-Bikes und E-Scooter ebenso wie E-Autos.

Sie können uns Ihre Fragen während der täglichen Sendungen um 12 Uhr im YouTube-Chat, bei Facebook oder Twitter (Hashtag #heishow), im heise-Forum oder per Mail stellen. Falls Sie nicht live teilnehmen können, schicken Sie uns Ihre Fra-

gen gern vorab per E-Mail ([trends@ct.de](mailto:trends@ct.de)), fragen Sie im heise-Forum zur jeweiligen Sendung oder über unsere Social-Media-Kanäle (@ctmagazin). Dort finden Sie auch die Links auf die jeweils kommende Sendung. Wir sind gespannt auf Ihre Fragen und freuen uns auf einen regen Austausch. Nach der Live-Übertragung finden Sie die Sendungen jeweils auch zum Nachschauen und -hören bei heise online und auf YouTube. ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de))



## c't unterstützt Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik

Die 51. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik (GI) vom 27. September bis 1. Oktober findet 2021 zumindest für die Besucher nur digital statt. c't-Leser erhalten für die Veranstaltung einen **Rabatt von 20 Prozent** auf den Normalpreis von 100 Euro. Der Gutscheincode dafür ist

EWNBUWNMAPWESKVS (siehe auch [ct.de/yhjv](http://ct.de/yhjv)).

„Computer Science & Sustainability“ heißt das Motto der diesjährigen Tagung. In Workshops, Vorträgen und Panel-Diskussionen diskutieren Fachleute über die Potenziale für eine nachhaltige Ent-

wicklung der Informatik und geben Einblicke in aktuelle Forschungstrends und technische Entwicklungen.

Die Sessions finden auf Englisch oder Deutsch statt, mit dabei sind unter anderem Prof. Dr. Maja Göpel (Mitbegründerin Scientists4Future), Dr. Wieland Hofelder (Google Deutschland), Dr. Rüdiger Kühr (Direktor des Programmes für nachhaltige Kreisläufe an der Universität der Vereinten Nationen) und Britta Ernst (Präsidentin der Kultusministerkonferenz KMK). ([jr@ct.de](mailto:jr@ct.de))

**Rabattcode und Jahrestagung:** [ct.de/yhjv](http://ct.de/yhjv)



**Ende September veranstaltet die Gesellschaft für Informatik ihre Jahrestagung – dieses Jahr nur digital.**

# Falt-Handys Samsung Galaxy Z Fold3 5G und Z Flip3 5G

**Samsung stellt das Galaxy Z Fold3 und das Galaxy Z Flip3 vor, seine dritte Generation Klapp-Smartphones mit biegsamen Displays. Sie sollen robuster sein als die zerbrechlichen Vorgänger.**

Das Fold3 hat außen ein 6,2 Zoll großes Display, der innere Bildschirm misst 7,6 Zoll. Beim Flip3 ist der Hauptbildschirm ein biegsames OLED-Panel mit einer Diagonale von 6,7 Zoll, an der Vorderseite stellt ein winziger 1,9-Zoll-Bildschirm Benachrichtigungen und die Uhrzeit dar. Die biegsamen Displays beider Smartphones sind von einer Schicht aus PET geschützt. Samsung gibt an, die Displays seien 80 Prozent widerstandsfähiger als die der Vorgängermodelle. Das Gehäuse besteht aus Aluminium, Vorder- und Rückseite sind mit Corning Gorilla Glass Victus überzogen.

Erstmals sichert Samsung für seine Falt-Handys einen Schutz gegen maximal 30 Minuten Untertauchen in anderthalb Meter tiefem Wasser nach IPX8 zu. Gegen das Eindringen von Staub ist kein zertifizierter Schutz vorhanden, stattdessen verlässt sich Samsung auf kleine Borsten im Inneren des Scharniers, die Partikel abhalten sollen.

Als Prozessor wählt Samsung den Qualcomm Snapdragon 888, der Arbeitsspeicher beträgt im Fold3 12 GByte, im

Flip3 8 GByte. Die Akkus fassen 4400 beziehungsweise 3300 mAh und werden drahtlos via Qi oder am USB-C-Kabel geladen. Ein Netzteil legt Samsung nicht mehr mit in den Karton. Das Flip besitzt eine Haupt- und eine Ultraweitwinkelkamera mit 12 Megapixeln, beim Fold kommt noch ein Zweifach-Tele mit 12 Megapixeln hinzu. Das Fold verfügt zudem über zwei Selfie-Kameras, eine 10-Megapixel-Kamera außen und eine 4-Megapixel-Knipse innen. Letztere sitzt versteckt unter dem Display, ist aber vor allem bei hellerem Bildschirminhalt durch das grobe Pixelraster in diesem Bereich leicht zu entdecken.

Beide Falt-Handys funken im 5G-Netz, für den Nahbereich steht Wi-Fi 6 zur Verfügung. Als Betriebssystem kommt Android 11 mit Samsungs Oberfläche One UI 3.1.1 zum Einsatz, die für Multitasking mit bis zu drei parallel laufenden Apps optimiert wurde. Erstmals ist das Fold mit dem Samsung S Pen kompatibel, den es nun in zwei Varianten zu kaufen gibt: als aktiven (S Pen Pro) und passiven Stift (S Pen Fold Edition).

Das Samsung Galaxy Z Fold3 5G und das Z Flip3 5G sind ab sofort erhältlich. Das Fold kostet mit 256 GByte Speicherplatz 1799 Euro, eine Speicherverdopplung schlägt mit 100 Euro zu Buche. Samsung bietet das Fold in den Farben Schwarz, Silber und Grün an. Das Flip gibt es in sieben Farben, die 128-GByte-Version kostet 1049 Euro. Mit 256 GByte Speicher werden 1099 Euro fällig. Im Preis inbegriffen ist ein Jahr lang die erweiterte Garantie Samsung Care+, die versehentlich entstandene Schäden abdeckt, darunter auch den Austausch des Bildschirms. (sht@ct.de)



**Das Falt-Display des Samsung Galaxy Z Fold3 5G soll dank neuer Beschichtung widerstandsfähiger sein als das des Vorgängers.**

**WIBU  
SYSTEMS**

**Auf was kommt es bei Ihren  
sicheren Lizenzcontainern an?**

- Die Robustheit eines Hardware-Dongles?
- Die Offline-Nutzung einer Software-Aktivierung?
- Die Freiheit des Cloud-Zugriffs – jederzeit und überall?



**Testen  
Sie jetzt!**



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



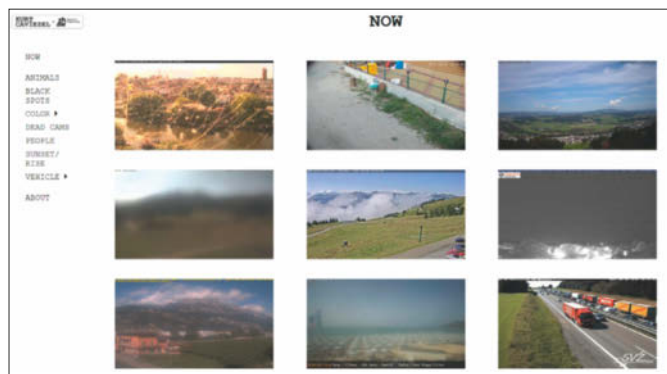
**SECURITY  
LICENSING  
PERFECTION IN PROTECTION**



## Die Welt im Blick

[webcamaze.engineering.zhaw.ch](http://webcamaze.engineering.zhaw.ch)

Webcams und Überwachungskameras halten permanent das Geschehen vor ihren Linsen fest und speisen ihre Bilder live ins Internet. Der Künstler Kurt Caviezel nutzt diese Bilder für sein Projekt „**WATCHING THE WORLD: eine Enzyklopädie des Jetzt**“, die er gemeinsam mit der Zurich University of Applied Science betreibt.



Seine Site verarbeitet die Bilder tausender vernetzter Kameras weltweit, täglich kommen neue hinzu. Rund eine halbe Million Bilder lädt sein Projekt pro Tag aus dem Netz. Eine KI sortiert die Bilder, etwa nach enthaltenen Objekten wie „Vehicle“ oder „Animal“, Farben oder Ähnlichkeit. Besucher können den Fundus durchstreifen. Caviezel will laufend weitere Funktionen hinzufügen. (jo@ct.de)

## Elektrotechnik-Enzyklopädie

[www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

[www2.dke.de/de/Online-Service/DKE-IEV/Seiten/IEV-Woerterbuch.aspx](http://www2.dke.de/de/Online-Service/DKE-IEV/Seiten/IEV-Woerterbuch.aspx)

Wenn Ihnen mal ein Elektrotechnik-Fachbegriff unterkommt, den Sie nicht verstehen: Schlagen Sie in der **Electropedia** nach. Die Enzyklopädie wird von einem der wichtigsten Normungs-



gremien im Bereich Elektrotechnik/Elektronik betrieben, der International Electrotechnical Commission (IEC), und dient der Vereinheitlichung der Terminologie der Elektrotechnik.

Die Electropedia enthält meist eine knappe englischsprachige und französische Erklärung des Begriffs, mitunter mit Querverweisen zu anderen Einträgen, sowie die Übersetzung des Begriffs in ein gutes Dutzend anderer Sprachen, darunter Deutsch. Hierzulande betreibt die **Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik** im Deutschen Institut für Normung eine eigene Version des Verzeichnisses mit deutschsprachigen Erklärungen. (jo@ct.de)

## Dickpic – Anzeige!

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

Bei einer britischen Studie haben 46 Prozent der gut 2000 befragten Frauen angegeben, schon einmal ein Dickpic, ein Penisfoto, erhalten zu haben – 89 Prozent davon hatten nicht danach gefragt. Wer ungefragt ein Dickpic zugesandt bekommt, ist wahrscheinlich zunächst einmal geschockt und unternimmt oft nichts – mitunter aus Unwissenheit, was bei einem solchen Vorfall zu tun ist. Dabei ist die Rechtslage klar: Beim Versand solcher Bilder handelt es sich um eine Straftat nach § 184 Strafgesetzbuch, um eine „unerlaubte Verbreitung pornografischer Schriften“.

Um die Hürde für Opfer eines solchen Übergriffs so niedrig wie möglich zu machen, eine Anzeige zu erstatten, hat der Jurist Moritz Krüsselmann mit einigen Mitstreitern die Website **Dickstinction** entwickelt. Die Betreiber hoffen, „dass das konsequente Anzeigen von Dickpics ein Bewusstsein für das Problem schafft, abschreckend auf die Täter wirkt und damit hoffentlich dazu beiträgt, zukünftige Taten zu verhindern“.

Möchten Sie ein Dickpic zur Anzeige bringen, müssen Sie nur das Foto hochladen und ein paar weitere Informationen ergänzen, zum Beispiel, auf welcher Plattform Sie das Foto erhalten haben. Die Website erzeugt daraus eine Strafanzeige, die Sie ausdrucken und zur Staatsanwaltschaft senden können. Die Website erklärt kurz und knapp, was eine solche Anzeige für Sie bedeutet, zum Beispiel, dass Sie womöglich als Zeuge bei den Ermittlungen und gegebenenfalls in einem Prozess aussagen müssen. (jo@ct.de)

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





DER  
ENTSCHEIDER-TALK

## „heise meets ... Der Entscheider-Talk“ ist der Podcast mit Entscheidern für Entscheider.

Wir besprechen kritische, aktuelle und zukunftsgerichtete Themen aus der Perspektive eines Entscheiders. Gisela Strnad (Heise Medien) begrüßt Persönlichkeiten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. Immer aktuell und nah am Geschehen.

### IHRE NÄCHSTEN GESPRÄCHSPARTNER

#### 100 Tage – IT Sicherheitsgesetz 2.0 – erste Erfahrungen\*

Arne Schönbohm, Präsident Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik

01.09.2021

#### API First: Wellen der Transformation richtig reiten!\*\*

Daniel Kocot, Senior Solutions Architekt, Codecentric

08.09.2021

#### Digitale Infrastruktur ohne Limits – Anforderungen an das Netz der Zukunft\*

Antje Williams, Senior Vice President 5 G Campus Networks, Deutsche Telekom

15.09.2021

\* redaktioneller Podcast

\*\* gesponserter Podcast

### Bereits verfügbare Episoden:

#### Digitale Souveränität, wie geht das?\*

Oliver Grün, Sprecher und Vorstand BITMI

#### Wie kommt Zukunftswissen zum langjährig Mitarbeitenden?\*

Tobias Lohmann, Geschäftsführer BNW - Bildungswerk Niedersächsische Wirtschaft

#### Anspruch eines CIO – Mitgestalten und innovativ bleiben!\*

Helge Karsten Lauterbach, Group CIO bei Bilfinger und Geschäftsführer der Bilfinger Global IT Group

#### Wo bleibt der Mensch im Digitalen Marketing?\*

Dr. Ralf Strauß, Managing Partner Marketing Tech Lab GmbH, Präsident DMV, Chairman of the Board European Marketing Confederation

#### Digitale Revolution im Gesundheitswesen – Worauf warten wir?\*

Gerhard Lesch, Director Business Development Healthcare & Life Science, Intel



# Gespensterkabel

Vodafone will für untergejubelten Anschluss kassieren



**Nicht immer geht es bei der Erteilung von Aufträgen für Telekommunikationsanschlüsse mit rechten Dingen zu, wie das Beispiel von Vodafone zeigt. Den Ärger haben dann die angeblichen Kunden, deren Daten missbraucht wurden.**

Von Tim Gerber

Ulrike F. und ihr Ehemann Peter E. sind seit vielen Jahren privat wie geschäftlich zufriedene Internet-Kunden bei Vodafone. Und selbstverständlich bezahlen sie stets pünktlich ihre Rechnungen, die ihnen der Provider für seine Dienste berechnet. Umso erstaunter waren sie, als ihnen Mitte Februar eine Mahnung des Konzerns ins Haus flatterte, mit der die Nachzahlung von etwa 60 Euro gefordert wurde. Adressiert war die Mahnung allerdings an eine Adresse, an der das Paar schon seit etwa sieben Jahren nicht mehr wohnte.

Den Brief hatte ihnen offenbar jemand aus dem nur wenige hundert Meter von ihrer aktuellen Adresse entfernten Mehrfamilienhaus in den Kasten lanciert oder der Briefträger hatte einen wachen Tag – genau ließ sich das nicht feststellen. Die Forderungen betrafen jedenfalls einen Fernsehkabelanschluss an eben jener frü-

heren Adresse. Umgehend wandte sich Peter E. telefonisch an Vodafone und erfuhr, dass seine Frau Ulrike F. diesen Anschluss angeblich Anfang Oktober 2020 telefonisch in Auftrag gegeben habe. Auf seinen Widerspruch, dass sie schon seit Jahren gar nicht mehr an dieser Adresse wohnten, verlangte der Kundenservice die Übersendung einer aktuellen Meldebescheinigung.

So besorgte sich Ulrike F. also gleich am 17. Februar bei der Meldebehörde gegen eine Gebühr von 5,90 Euro den geforderten Nachweis und sandte ihn in den folgenden Tagen an Vodafone. Vorsorglich hatte Peter E. gleich nach seinem Gespräch mit dem Service per E-Mail an Vodafone auch noch eine von seiner Frau unterzeichnete Kündigung und Widerrufserklärung gesandt, auf der ebenfalls die richtige Anschrift von Ulrike F. zu lesen stand. Damit schien die Sache erledigt, der

Konzern rührte sich jedenfalls nicht mehr. Deshalb waren die beiden auch ziemlich brüskiert, als ihnen am 22. Juni plötzlich ein Schreiben des Inkassounternehmens Paigo zugeht, diesmal an ihre richtige Anschrift, für deren Ermittlung der Geldeintreiber 12,70 Euro berechnete. Mit allen Verzugszinsen, Mahn- und Inkassokosten belief sich die Forderung des Konzerns nun schon auf stolze 235 Euro und 28 Cent.

## Böse Überraschung

Sofort rief Peter E. bei dem Inkassounternehmen an und verlangte Auskunft, worauf diese Forderung eigentlich beruhte. Schließlich habe man Vodafone bereits mitgeteilt, dass der Auftrag nicht von ihr erteilt wurde, vorsorglich widerrufen und gekündigt und sogar eine Meldebescheinigung zum Nachweis der abweichenden Adresse eingereicht. Doch das ließ das Inkassounternehmen kalt. Man werde ihnen gern die Nachweise über den Vertragsschluss zusenden, hieß es. Gespannt warteten Ulrike F. und Peter E. auf diese angeblichen Nachweise, erhielten wenige Tage später jedoch nur eine Kopie der Auftragsbestätigung, die Vodafone Ulrike F. am 17. Oktober 2020 zugesandt haben sollte. Nähere Angaben, wann und wie der Auftrag angeblich erteilt worden sein soll, enthielt der Abdruck nicht.

Peter E. befürchtete, dass eventuell ein Mitarbeiter der Kabelgesellschaft, die früher an ihrer alten Adresse die Fernseh-kabelanschlüsse betrieben hatte und inzwischen von Vodafone übernommen worden war, womöglich einen alten Vertrag wieder hatte aufleben lassen. Da er sich nicht weiter zu helfen wusste und alle seinen Bemühungen, die Sache gegenüber Vodafone und seinem Inkassounternehmen aufzuklären, nichts gefruchtet hatten, wandte er sich am 27. Juni an die c't-Redaktion. Wir fragten am 29. Juni bei der Pressestelle von Vodafone an und wollten wissen, auf welche Weise Ulrike F. angeblich den Auftrag für den Kabelanschluss erteilt haben sollte und welche Nachweise Vodafone dafür denn vorliegen.

Am 1. Juli sandte uns ein namenloses „Vodafone-Team“ eine Mitteilung des Kundenservice zum Fall von Ulrike F. Darin bestätigte der Konzern, mit Schreiben vom 16.2.2021 erstmals informiert worden zu sein, dass die Kunden diesen Auftrag nicht erteilt hatten. Um die An-

gelegenheit prüfen zu können, habe der Kundenservice um Zusendung einer Meldebescheinigung gebeten. Dieser Bitte seien die Kunden bislang nicht nachgekommen. Dieser Darstellung hatten die Kunden bereits widersprochen und uns die von ihnen beschaffte Meldebescheinigung auch in Kopie vorgelegt.

Vodafone sei jedoch in dieser Sache an einer schnellen und unbürokratischen Lösung gelegen, hieß es in der Stellungnahme weiter. Daher habe man das Vertragsverhältnis beendet und rückwirkend zum 16.10.2020 mit entsprechenden Gutschriften abgerechnet. Das könne etwas Zeit in Anspruch nehmen. Tatsächlich erhielt Ulrike F. eine Woche später, am 14. Juli, von Vodafone eine Schlussrechnung in Höhe von 0 Euro, sodass die Sache damit für sie ein glimpfliches Ende gefunden hatte.

Trotzdem hatten wir am 5. Juli nachgefragt, wie bei dem telefonischen Vertragsschluss die Identität des Gegenübers geprüft worden sei, über welche Rufnummer der Vertragspartnerin der angebliche Vertragsschluss denn erfolgt sei und über welche Nachweise Vodafone für den geltend gemachten Vertragsschluss verfüge. Auf diese Fragen erhielten wir zunächst keine Antwort. Erst auf Nachbohren erhielten wir am 9. August telefonisch von einem Unternehmenssprecher die Auskunft, dass der Anruf am 10. Oktober 2020 von Ulrike F. getätigt worden sei, die als Geburtsdatum den 1. Januar 1980 angegeben habe. Dieses Geburtsdatum stimmte schon nicht.

Weitere Angaben konnte der Sprecher nicht machen und verwies lediglich darauf, dass die Schreiben Vodafone's ja bei Ulrike F. angekommen sein müssten. Denn zurückgekommen sei keines der Schreiben und schließlich habe die Kundin trotz neuer Anschrift ja spätestens seit

Februar von der Sache gewusst. Die Post mit der Meldebescheinigung sei wiederum bei Vodafone nicht eingegangen.

## Gehäufte Beschwerden

Ein laxer Umgang mit angeblichen Vertragsschlüssen hat Vodafone gerade erst ganz erhebliche öffentliche Kritik von Verbraucherschutzorganisationen eingetragen. Bereits im Mai hatte der Bundesverband der Verbraucherzentralen (VZBV) auf überdurchschnittliche Beschwerdezahlen hingewiesen (siehe ct.de/yq62). Und auch wir haben erst vor wenigen Wochen berichten müssen, welch unseriöser Methoden sich der Konzern in einzelnen Fällen bedient, um ungerechtfertigte dreistellige Beträge zu kassieren (siehe c't 16/21, S. 58). Doch Vodafone sieht sich dabei eher selbst als Opfer unseriöser Vertriebspartner und hat erst Ende Juni verkündet, Strafanzeige gegen einige schwarze Schafe erstattet zu haben (siehe ct.de/yq62).

Dass man das Verfahren gegen Ulrike F. trotz Widerspruchs und vorsorglicher Kündigung ungerührt fortgesetzt hat, nur weil deren Meldebescheinigung angeblich nicht angekommen sein soll, war unangemessen. Denn schließlich muss der Konzern nachweisen, dass ein Vertrag mit ihm besteht. Im Grunde müsste Vodafone vor allem Ulrike F. auch den Aufwand für die Meldebescheinigung ersetzen.

Wer solche unberechtigten Forderungen erhält, sollte mit rechtlichen Schritten dagegen nicht zögerlich sein. Dazu zählt zunächst eine Strafanzeige wegen (versuchten) Betruges und Urkundenfälschung bei der Staatsanwaltschaft am Wohnort. Gegenüber dem Inkassounternehmen genügt dann oft schon die Mitteilung, dass eine solche Anzeige erstattet wurde. Im Unterschied zu einer Meldebescheinigung ist das Ganze für Betroffene kostenlos. (tig@ct.de) **ct**

**Beschwerden über Vodafone: ct.de/yq62**

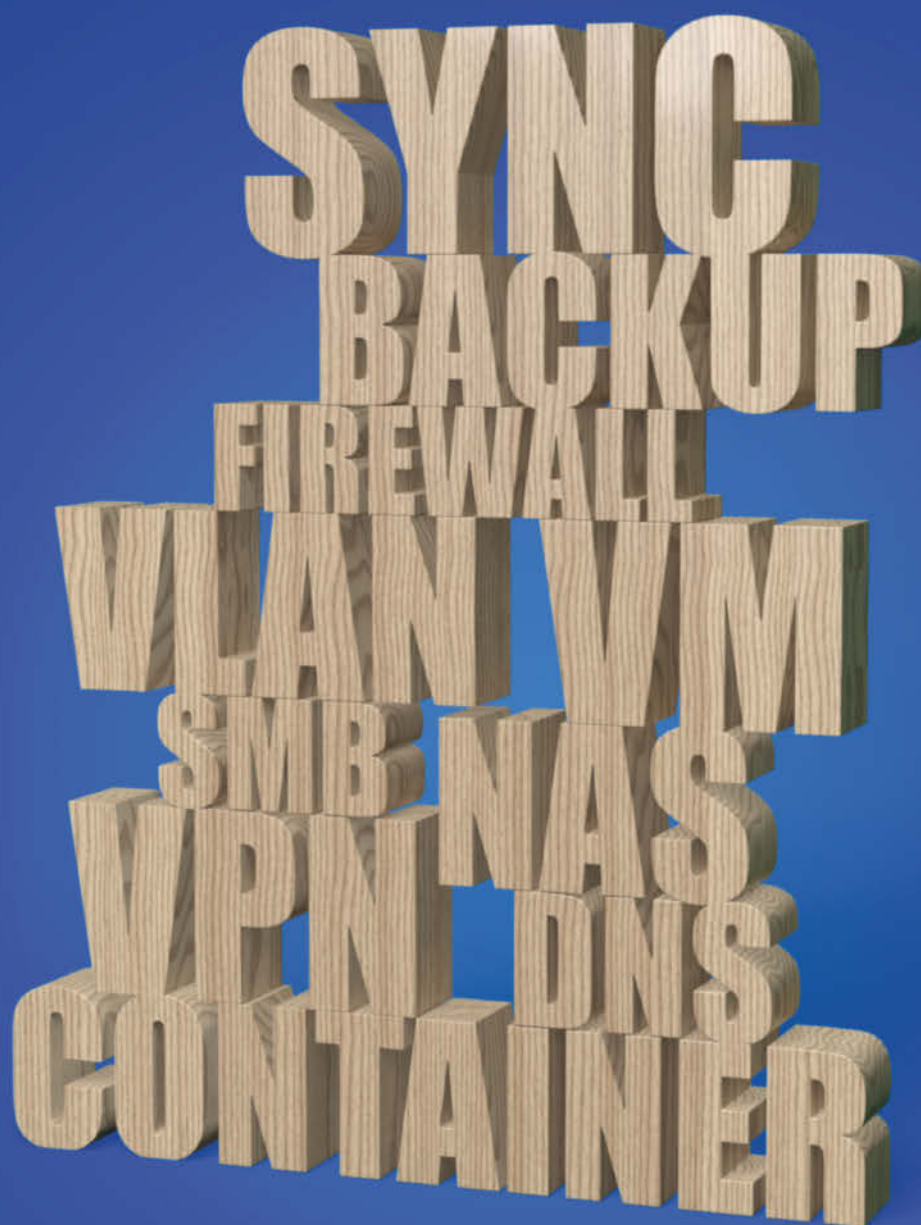
**Dieses Inkassoschreiben (hier ein Ausschnitt) klingt zwar nett, hat es aber in sich. Die Empfängerin soll 235 Euro für einen Anschluss von Vodafone zahlen, den sie nicht beauftragt hat.**





# Wege zum eigenen Server

Starthilfe für Betrieb und Ausstattung eines Servers



<b>Starthilfe für den eigenen Server .....</b>	<b>Seite 62</b>
<b>Die passende Hardware auswählen .....</b>	<b>Seite 68</b>
<b>Dienste aus dem eigenen Netz anbieten .....</b>	<b>Seite 74</b>

**Für einen eigenen Server sprechen starke Argumente: Er liefert maximales Tempo im Netz. Er verhindert, dass Sie Ihre Daten Fremden aushändigen. Er erlaubt individuelle Lösungen. Er vermittelt aktuelle Techniken im Selbstversuch. Aber: Er erfordert ein hohes Maß an Verantwortung und birgt – besonders bei Vernachlässigung – Risiken. Unsere Starthilfe stellt sich diesen Anforderungen.**

Von Peter Siering

**S**ogar Internet-Anschlüsse für Privatleute sind oft schon schnell genug, um einen eigenen Server hinter den Router zu stellen und damit nicht nur das lokale Netzwerk zu versorgen, sondern auch für das Smartphone und das Notebook unterwegs sinnvolle Dienste anzubieten. So brauchen Sie Ihre Daten nicht außer Haus zu geben und müssen trotzdem nicht auf cloudartige Dienste wie Kalender, Dateisynchronisierung et cetera verzichten. Welche Hardware sich für welche Anforderungen eignet, analysiert der Artikel auf Seite 68. Tipps, um Dienste hinter einem Router im Internet erreichbar zu machen, gibt der Beitrag auf Seite 74. Dieser Artikel widmet sich der Software-Ausstattung eines eigenen Servers.

## Ausgelagert

Ein eigener Server muss nicht zwangsläufig heißen, dass Sie um Angebote einen Bogen machen, die man mithin auch Cloud nennen kann: Statt selbst Hardware anzuschaffen, können Sie ebenso gut Hardware mieten. Der eigene Server darf auch im Rechenzentrum stehen. Dann sind die Stromkosten mit der Miete bezahlt und Sie brauchen sich nicht um Platz und Lärmdämmung zu kümmern.

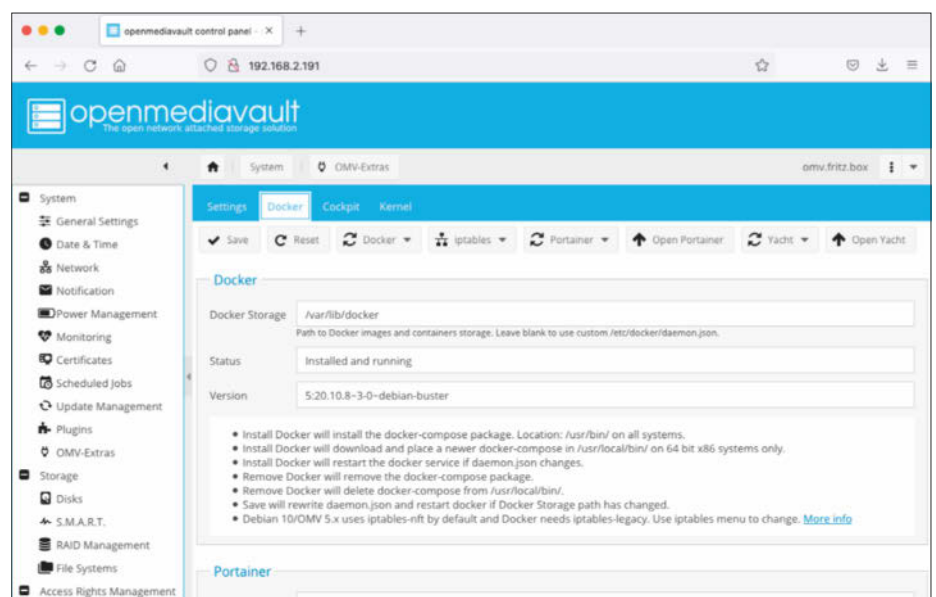
Hostingfirmen überlassen Ihnen virtuelle Server für weniger als fünf Euro monatlich – dort können Sie zum Beispiel einen eigenen VPN-Server betreiben, der Ihr Smartphone in offenen WLANs sichert und nicht mehr kostet, als bei einem kommerziellen VPN-Provider zu berappen wäre. Die Monatsmieten für reale Hard-

ware starten bei rund 30 Euro. Viele der deutschen Hoster haben einen guten Ruf, was Service und Zuverlässigkeit angeht. Sie sollten aber in der Lage sein, sich bei Software-Problemen selbst zu helfen. Das können die Hoster bei den Kampfpreisen nicht leisten.

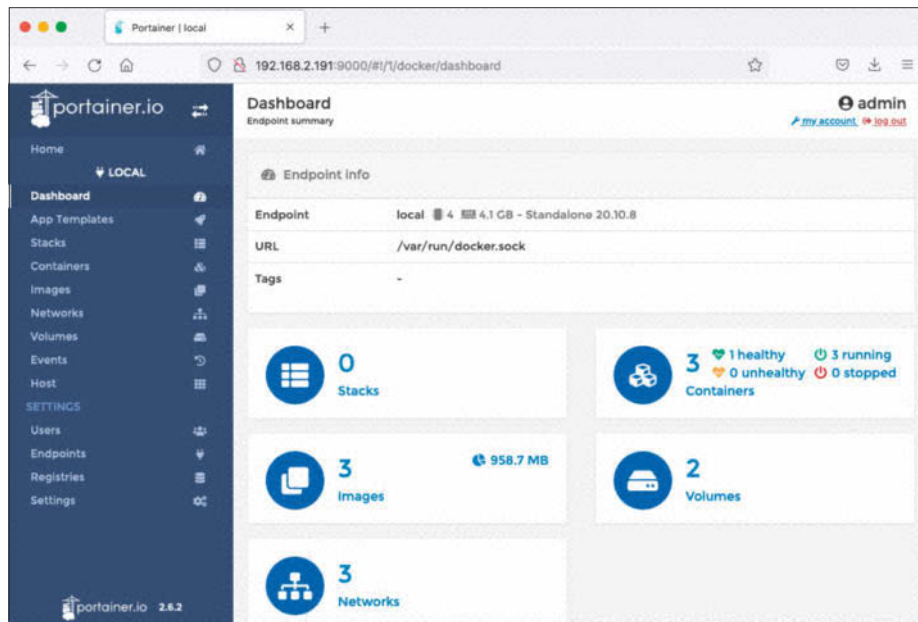
Bei nahezu sämtlichen Mietangeboten und auch Betriebssystemen, die man auf den meisten Fertigservern wie NAS-Geräten findet, handelt es sich um Linux. Auf Mietservern herrscht es eher in roher Form gängiger Distributionen wie Debian, Ubuntu oder Fedora vor – zumeist ohne grafische Bedienoberfläche. Auf NAS-Geräten finden sich Spezialdistributionen der Gerätehersteller, die schon mit einer Weboberfläche zur Verwaltung ausgestattet sind. Bei den rohen Distributionen ist man selbst

dafür verantwortlich, etwas Passendes einzurichten oder sich selbst auf der Befehlszeile auszutoben – je nach Geschmack.

Wer den Server im eigenen Netz betreibt, kann auch dort auf eine spezialisierte Distribution zurückgreifen, die dann wie ein NAS-Gerät mit einer eigenen Verwaltungsoberfläche glänzt. Diese Serverdistributionen nutzen nicht alle Linux, sondern auch andere freie Betriebssysteme als Basis. Für den Betreiber macht das keinen großen Unterschied, solange er nicht tief in die Innereien abtauchen muss, um individuelle Erweiterungen oder Korrekturen vorzunehmen – hierfür hätte er es mit Linux oft leichter, weil da mehr und ausführlichere Hilfestellung im Netz zu haben ist, die indes in der Masse oft schwerer zu finden ist.



**Linux gibt den Ton an, egal ob auf den NAS-Geräten der großen Hersteller oder beim NAS-Selbstbau mit Distributionen wie OpenMediaVault. Letzteres läuft ebenso auf dem Raspi und erschließt mit dem Community-Repository auch Container.**



**Container helfen, komplexe Anwendungen mit wenigen Handgriffen einzurichten und aktuell zu halten. Sie unterstützen auch die Wartung ihrer selbst: Portainer als Weboberfläche und Watchtower für automatische Updates stecken dabei selbst in einem Container.**

## Vergeigt

Windows spielt in dem Segment autonom betriebener Server für Privathaushalte und kleinere Büros kaum mehr eine Geige: Microsoft hat systematisch alle Angebote wie Home und Small Business Server für diese Zielgruppe vor fast zehn Jahren eingestellt. Das günstigste Angebot von Microsoft für bis zu 25 Nutzer ist eine Lizenz des Windows Server Essentials für rund 300 Euro. Im Vergleich zu Linux fällt die Auswahl der Software eher schmal aus,

die man darauf aufbauend einsetzen könnte und die nicht wieder erhebliche Kosten nach sich zieht; Microsofts Exchange etwa fordert zusätzlich eine Standard- oder Datacenter-Ausgabe des Servers.

Kurzum, Windows-Server wird man dann einsetzen, wenn es eine Serveranwendung gibt, die ohne nicht zu haben ist – oft handelt es sich um spezialisierte Software, deren Hersteller womöglich auch gleich zertifizierte Hardware fordert, wenn man Support erwartet.

## Root-Server: Anders starten

Wer einen virtuellen oder realen Server bei einem Hoster mietet, muss sich darüber klar sein, dass von der ersten Sekunde an Besucher an Türen, Fenstern und Mauern rütteln werden. Es darf also niemals ein Dienst oder ein Port offenstehen, der nicht abgesichert ist. Nicht abgesichert heißt: unverschlüsselt, mit schwachem oder gar ohne Kennwort zugänglich. Schützen Sie deshalb auch das Fundament: Firewallregeln, die am Anfang alles außer einem Wartungszugang ablehnen, sind eine gute Idee.

Als Wartungszugang empfiehlt sich ausschließlich SSH, das Sie nur mit

einem per Passphrase geschützten Schlüsselpaar nutzen; das Anmelden mit Nutzernamen und Passwort per SSH verbieten Sie. Wenn Sie zur Konfiguration etwa die Weboberfläche der eingerichteten Virtualisierung erreichen müssen, geben Sie nicht deren Port frei, sondern nutzen Sie eine Port-Weiterleitung per SSH (über die Option `-L`). Nach dem Durchkonfigurieren können Sie die Firewall für die angebotenen Dienste mit Ausnahmen öffnen. So ist sichergestellt, dass versehentlich veröffentlichte Dienste nicht gleich für die Welt erreichbar sind.

Andererseits: Vielleicht muss es für serverartige Anwendungen auf Windows-Seite gar kein Serverbetriebssystem sein? Die Pro-Version eigne sich durchaus als Dienstleister im Netz. Sie lässt sich per Remote-Desktop-Protokoll (RDP) fernsteuern, kann Freigaben per SMB bereitstellen. Software zur Dateisynchronisierung und Verschlüsselung lässt sich ebenfalls installieren, um einen Backup-Server für Windows-Clients nach eigenem Gusto zu kreieren. Wer sich mit Windows auskennt, mag diese Lösung bevorzugen.

Auf Windows als Betriebssystem auf dem Server sollte man sich nur dann einlassen, wenn man entweder die volle Systemleistung für Windows wirklich braucht oder sich mit Windows alle Ansprüche an den Server erfüllen lassen. Wer mehr vorhat, sollte darüber nachdenken, ein Betriebssystem auf dem Server zu nutzen, das Virtualisierung beherrscht. Der Server lässt sich so in mehrere logische Server (virtuelle Maschinen) aufteilen, in denen getrennt voneinander unterschiedliche Betriebssysteme laufen können. So können Windows und Linux friedlich nebeneinander existieren. Jedes kann mit seinen Stärken glänzen.

Theoretisch führt Windows ab der Pro-Ausgabe dank der von Microsoft integrierten Technik Hyper-V selbst virtuelle Maschinen aus. Das läuft besonders gut, wenn Windows in den VMs arbeiten soll. Die Integration von Linux-Gästen ist aber weit fortgeschritten. Die Verwaltungsoberfläche von Hyper-V ist jedoch eher spröde. Linux-basierte Lösungen und das, was die NAS-Hersteller integrieren, bringen meist eine einfach bedienbare Weboberfläche mit. Ein Browser genügt. Man ist nicht auf unter Windows laufende Spezialsoftware angewiesen, wie sie auch für VirtualBox oder VMware Player und Workstation nötig wäre, was die für eigene Server eher disqualifiziert.

Und noch ein letztes Argument für Linux und gegen Windows als Betriebssystembasis: Heute vereinfachen die in Clouds gebräuchlichen Container-Techniken den Einsatz und die Wartung von Serverdiensten erheblich – wer sich das Leben leicht machen möchte, setzt diese auch auf dem eigenen Server ein. Hierfür hat Windows derzeit wenig zu bieten und die dort verfügbare Docker-Integration ist an vielen Ecken und Kanten kaputt. Linux-Container sperrt Windows in VMs weg, was durchaus sinnvoll ist. Windows-



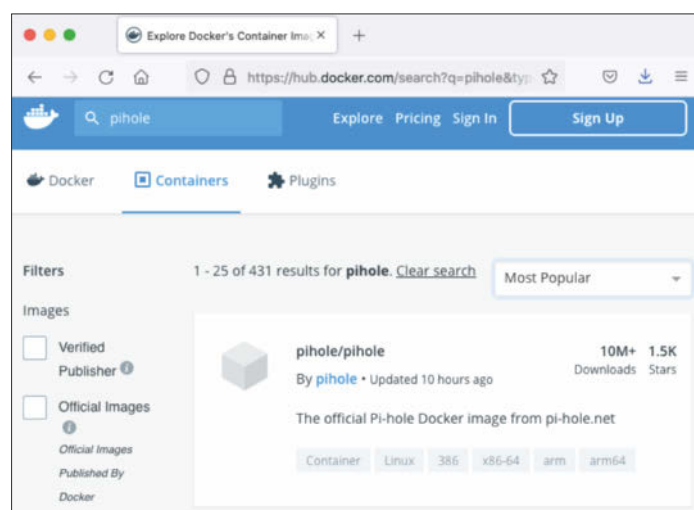
Container haben nie Fahrt aufgenommen. Die in Windows integrierten Techniken wie das Subsystem für Linux sind nicht für den dauerhaften Betrieb von Diensten ausgelegt.

## Containert

Obschon Container meistens mit Clouds assoziiert werden, sind sie auch für autonome Serverbetreiber eine begnadete Erleichterung: Im Docker-Hub gibt es einen riesengroßen Fundus von direkt einsetzbaren Images, um Installationen von Nextcloud, ganzen Mailserver-Stacks, Smart-Home-Zentralen, Videokonferenzsystemen und vielem mehr mit wenigen Handgriffen einsatzfertig einzurichten. Viele Projekte stellen diese Images inzwischen automatisiert selbst her, sodass man sie aus solchen Quellen bedenkenlos einsetzen kann, wenn man die wesentlichen Vorbehalte kennt – ein älterer c't-Artikel hilft dabei (siehe ct.de/y4za).

Weil sie stets aktuelle Software versprechen, sind Docker-Images beliebt. NAS-Hersteller verwenden sie, um ihre

**Vom simplen Web-Server bis zum vollständigen Mail-Server-Stack ist so ziemlich alles als Docker-Image zu haben. Einen Überblick verschafft der Docker Hub.**



Geräte mit weiteren Funktionen zu versorgen. Viele Spezialdistributionen für Server können im Auslieferungszustand Docker-Images beziehen und ausführen, bei anderen kann man solche Fähigkeiten nachrüsten. Eine browserbedienbare Verwaltungsoberfläche ist Standard. Aller-

dings bildet die oftmals nicht alle Möglichkeiten ab, die man mit Docker auf der Kommandozeile selbst hätte. Manche Distribution, beispielsweise Unraid, ergänzen Docker-Images mit etwas Zucker, um sie hübsch in das eigene Universum zu integrieren. Docker geht natürlich

## Kurzcharakteristik: Weitere Spezialdistributionen für Server

Betriebssysteme beziehungsweise Distributionen, die sich für die Installation auf einem Server anbieten, gibt es reichlich. Die meisten großen Distributionen wie Debian bieten eine Installationsvariante an, die ohne grafische Bedienoberfläche mit reiner Textoberfläche daherkommen. Der Server-Admin muss vieles selbst machen.

Red Hat und SUSE veröffentlichen eigene Serverversionen mit kommerziellem Support und Zertifizierung für Hardware. Die vom Anbieter ergänzte Verwaltungsoberfläche unterstützt den Admin bei vielen gängigen Aufgaben. Der Einsatz erfordert einen Support-Vertrag mit jährlichen Lizenzkosten.

Kommerzielle Anbieter von Linux-Serverdistributionen erlauben oft den kostenlosen Einsatz ihrer Produkte mit Einschränkungen: Mal ist die Anzahl der Nutzer begrenzt, mal dient der Admin als Testhelfer, weil er seinen Server mit aktuellen, aber wenig intensiv getesteten Paketen der Distribution betreibt.

**OpenMediaVault (OMV)** nennt sich selbst „freies Betriebssystem für Netz-

werk-Speicher (NAS)“. Es stammt von Volker Theile, der einst FreeNAS entwickelt hat. Längst kann die Distribution auf Debian-Basis viel mehr als nur Dateien bereitstellen. Eine Weboberfläche erleichtert Einsteigern den Umgang. OMV läuft auch auf Raspis.

**OPNSense** glänzt als Routerdistribution mit durchgängiger IPv6-Fähigkeit – etwas, was die bekannten Linux-Pendants in dem Feld vermissen lassen. Es baut auf FreeBSD auf und wird ausschließlich in einer Community entwickelt.

**Proxmox Virtual Environment** stellt auf Debian-Basis eine featurereiche Virtualisierungsumgebung bereit, die im Artikel an einigen Stellen als leuchtendes Beispiel auftaucht.

**TrueNAS** als Nachfolger von FreeNAS lässt sich kostenlos nutzen. Es ist die Wahl schlechthin, wenn man den Server nur als Datei- und Datenablage braucht. Als Systembasis dient derzeit noch FreeBSD, aber langfristig soll es Debian werden. Für das Dateisystem ZFS bringt TrueNAS interessante Features wie Snapshots, Datensicherheit und verschiedene Red-

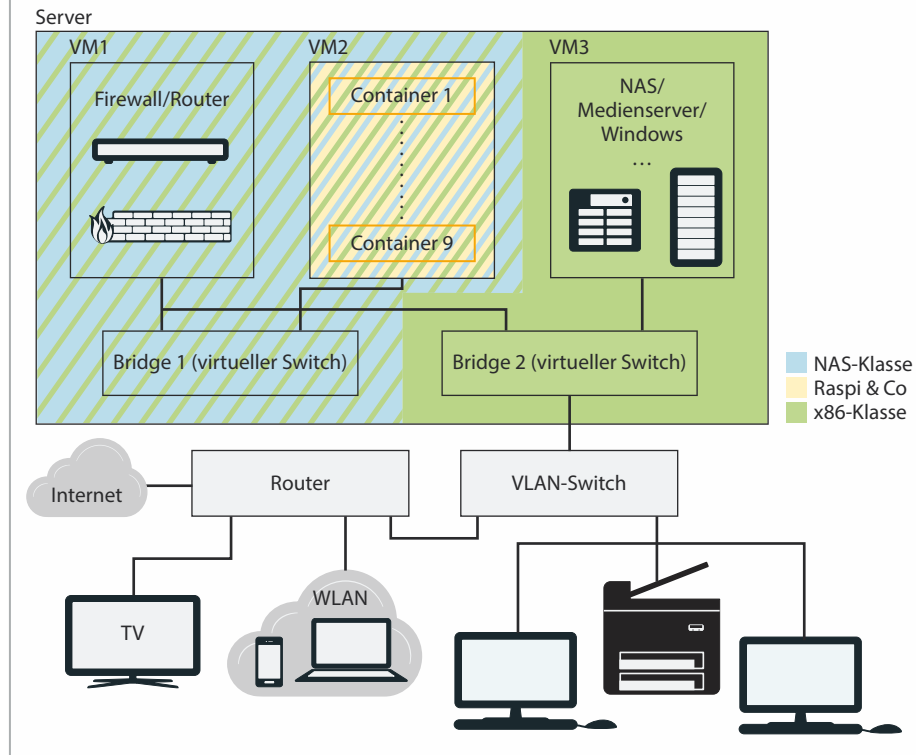
undanz-Level. Ein Web-GUI hilft beim Verwalten.

**Univention Corporate Server (UCS)** zielt auf größere Multi-Server-Installationen. Die Software schafft auf Debian-Basis um einen Verzeichnisdienst herum, der kompatibel zu Microsofts Active Directory ist, eine eigene Systemlandschaft. Über das Univention „App Center“ lassen sich auch die Serverdienste von Fremdanbietern nahtlos in eine UCS-Installation integrieren und damit per Browser verwalten, etwa Groupware, Backup, Archivierung ...

**Unraid OS**, das wir jüngst in c't vorgestellt haben, geht einen kreativen Weg, um einen Storage-Server einzurichten. Die Distribution läuft vom USB-Stick und kann ein Sammelsurium verschiedener Festplatten zu einem redundanten Datenspeicher zusammenfassen. Plug-ins, die oft Docker als Technik nutzen, erschließen viele weitere Funktionswelten. Als Basis dient eine weitgehend aus dem Sichtfeld verschwundene Distribution: Slackware. Der Einsatz über die Testphase hinaus ist nur durch eine einmalige Lizenzzahlung möglich.

## Server als Minirechenzentrum

Ein einzelner Server kann heute mehrere Systeme und Netze nachbilden, wie sie früher in einem Rechenzentrum standen. Je nach Anspruch genügen für den eigenen Bedarf aber schon einzelne Bausteine, um Arbeitslasten zu trennen. Für Container reicht ein Raspi. NAS-Geräte stellen virtuelle Maschinen bereit. Ein x86-Server kann mit bis ins Netzwerk fortgeschriebener Virtualisierung glänzen; ein VLAN-tauglicher Switch hilft der Router-VM dann, Netze mit Smart-Home- und Media-Gedöns von gefährdeten PCs zu trennen.



auch zu Fuß auf der Kommandozeile und ist auch auf dem Raspi nützlich.

Das Grundprinzip ist bei allen gleich: Sie laden das Docker-Image herunter und starten die im Container verdrahteten Prozesse in einer geringfügig vom restlichen System abgetrennten Umgebung. Die Abtrennung erfüllt keine großartigen Sicherheitsansprüche, sondern ist eher eine logische, um Abhängigkeiten abzusichern, etwa unterschiedliche Bibliotheken. Die Detailkonfiguration im Container, etwa angelegte Benutzerkonten oder abgelegte Dateien landen idealerweise in separaten Verzeichnissen (benannte Volumes); oft verlangen Images, dass man ihnen für die Daten eine Datenbank zur Seite stellt, die dann ihrerseits als Container daherkommt und selbst ein benanntes Volume verwendet.

Dadurch, dass Container auf diese Weise den Zustand (Daten) und die Systemumgebung (die Software) trennen, lässt sich letztere bei einem Update wegwerfen und durch eine neue Version er-

setzen. Das Update stoppt den Container, holt das neue Image und startet es erneut mit den gleichen Optionen wie beim initialen Start. So gelangen die in den benannten Volumes abgelegten Daten wieder in die Anwendung. Von Hand ist das mühsam. Deswegen gibt es Container-Images, die diese Aufgabe automatisch erledigen. Bewährt in Docker-Umgebungen ist Watchtower. Es sollte in keiner produktiven Umgebung fehlen.

Die Dienste eines Containers gelangen trickreich ins lokale Netz: Stellt ein Container zum Beispiel einen Webserver bereit, so nimmt der Docker-Host, also das System auf dem Docker läuft, diese Anfragen an und reicht sie in den Container weiter. Auf einem Linux-System gelingt das durch virtuelle Netzwerke, die Docker einrichtet. Jeder Container hat eine IP-Adresse in diesem Netzwerk und der Docker-Host dient als Vermittler dorthin; ähnlich wie ein Router benutzt Docker dabei Network Address Translation (NAT).

Ein letzter wichtiger Punkt beim Container-Einsatz ist noch, wie man sie mit der Außenwelt verbindet. Wer Docker in Eigenregie betreibt, muss sich darum selbst kümmern. Wie schon bei den Updates bietet sich hier wieder ein Docker-Image als Lösung an: Traefik (siehe [ct.de/y4za](https://ct.de/y4za)). Es arbeitet als sogenannter Edge-Router vergleichbar mit einem Reverse Proxy. Es wird dazu mit der Außenwelt verbunden, etwa über eine Freigabe im Router, die dafür sorgt, dass dieser Zugriffe an den Traefik-Container weiterleitet. Traefik sortiert die dann und leitet sie an den passenden Container weiter. Für Traefik spricht auch seine Fähigkeit, automatisch kostenlose TLS-Zertifikate bei Let's Encrypt zu beschaffen.

### Empfohlen

Abseits der bereits erwähnten Fertigdistributionen, die Serverdienste und Virtualisierung beziehungsweise Container-Technik vereinen, gibt es derzeit vor allem eine empfehlenswerte Software, um virtuelle Maschinen auf dem eigenen (Miet-)Server zu betreiben: „Proxmox Virtual Environment“, kurz Proxmox. Die Distribution der gleichnamigen Wiener Firma versteht die Open-Source-Techniken KVM zur Virtualisierung und ZFS als Dateisystem mit einer einfach zu bedienenden Weboberfläche. Als Basis nutzen die Entwickler ein geringfügig aufgemotztes Debian – Systemupgrades über viele Generationen von Proxmox hinweg gelingen wohl auch wegen der Debian-Basis seit Jahren sehr geschmeidig.

Proxmox lässt sich vollständig kostenlos nutzen, wenn man sich darauf einlässt, Aktualisierungen aus einem Repository zu beziehen, dessen Pakete nicht durch und durch getestet sind. Der Hersteller empfiehlt es nur für Testbetrieb, aber nicht für den produktiven Einsatz. Der Preis für ein Jahresabo der Software beträgt für einen Ein-Sockel-Server gerade mal 90 Euro, verschafft Zugriff auf das Repository mit den intensiv getesteten Enterprise-Paketen und erhöht die eigene Sichtbarkeit im Community-Forum.

Die Voraussetzungen für den Einsatz von Proxmox fallen moderat aus. Für Testzwecke genügt laut Hersteller eine 64-Bit-Intel- oder AMD-CPU mit Virtualisierungsunterstützung. Das erfüllt heute bei passenden BIOS-Einstellungen (Virtualisierung eingeschaltet) so ziemlich jeder PC. Die Menge des nötigen Hauptspeichers hängt von den Aufgaben ab, die Ihr

Server mal erfüllen soll: Für zwei kleinere VMs genügen 4 GByte RAM insgesamt. Schon ein Zotac-x86-Mini-PC mit Core i3 kann als Minimallösung in einer VM seinen Dienst als SMB-Server oder Freifunk-Offloader verrichten und als Brückenkopf zur Verwaltung eine zweite VM ausführen.

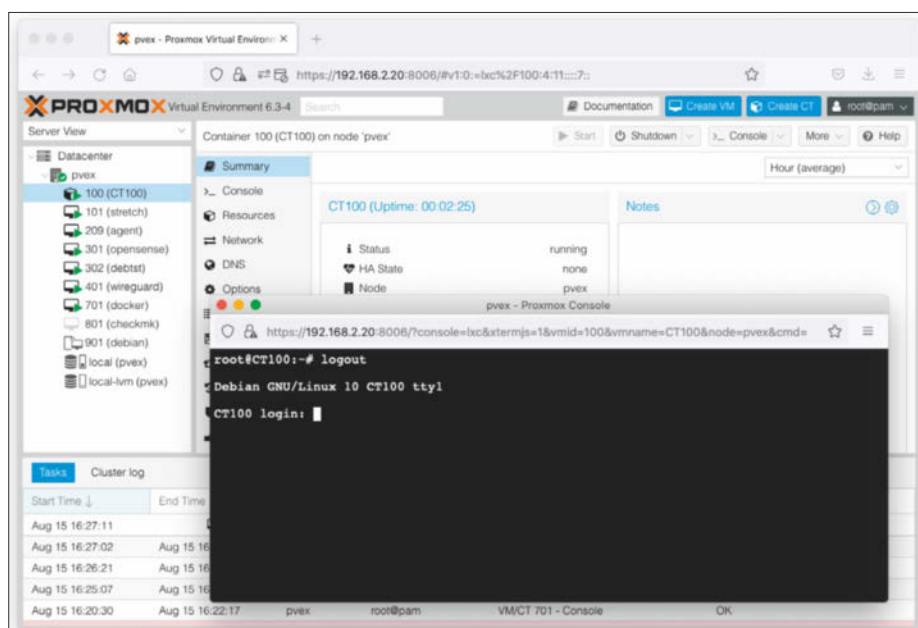
Das Coole an Proxmox ist aber, dass es nicht nur kleine Arbeitslasten hebt, sondern auch in professionellem Einsatz glänzt: Aus mehreren Proxmox-Maschinen lässt sich ein Cluster bauen, der dank integriertem Ceph-Dateisystem die virtuellen Platten der VMs auf einem gemeinsamen, automatisch replizierten Speicher ablegt, sodass sich laufende VMs von Knoten zu Knoten verschieben lassen. Ein solcher Hyper-Converged-Cluster, der sowohl Rechen- als auch Speicherkapazität bereithält, stellt natürlich höhere Anforderungen und braucht mindestens drei aktive Knoten.

Proxmox kennt noch weitere Spielarten, um Speicher und VMs über mehrere Knoten in einem Cluster zu verteilen (siehe [ct.de/y4za](https://ct.de/y4za)). Doch es beherrscht auch ganz pragmatische Ansätze, ausgeführte VMs abzusichern: Proxmox-Server können sich, wenn sie wie empfohlen ZFS als Dateisystem verwenden, über SSH-Verbindungen regelmäßig inkrementelle Snapshots der virtuellen Platten von VMs zuspielen. Da die dazu eingesetzte Software PVE-zsync nur die Änderungen überträgt, funktioniert das nach einer initialen, eher langwierigen Übertragung auch über asymmetrische DSL-Anschlüsse wunderbar flüssig.

Wenn Sie vorhaben, intensiv mit virtuellen Maschinen zu hantieren, brauchen Sie nicht nur reichlich Hauptspeicher, sondern vor allem eine SSD, auf der die virtuellen Platten der VMs landen. Liegen die auf einer Magnetplatte, werden viele Operationen, zum Beispiel das Klonen, zur Geduldsprobe. Für Experimente mit Systemumgebungen, etwa einer Debian-Installation für Versuchszwecke, bietet Proxmox zusätzlich Linux Containers (LXC), für die es reichlich fertige System-Images bereitstellt; die Linux-Container begnügen sich im Vergleich zu VMs mit einem schmalen Satz Systemressourcen.

## Strukturiert

An den Möglichkeiten wird deutlich, dass ein eigener Server heute mehr als eine Dateiablage mit einigen Extradiensten sein kann. Die von ihm angebotenen Dienste lassen sich mit virtuellen Maschi-



**Mit Proxmox macht Virtualisieren Spaß: Die Weboberfläche lässt kaum Wünsche offen. Läuft der Server nicht vor Ort, lässt sich seine Konsole und die der VMs per Browser erreichen. Wenn die Ressourcen knapp sind, können Linux-Umgebungen auch als Container neben den VMs laufen.**

nen und Containern zu einem Gesamtgebilde kombinieren, das mehr ein Rechenzentrum früherer Tage nachbildet.

Statt einzelne Dienste zu konfigurieren, können Sie fertige Distributionen in VMs starten. Statt viele Pakete für einen Mailserver einzeln zu installieren und aufeinander abzustimmen, greifen Sie auf ein Container-Image zurück. Unter [ct.de/y4za](https://ct.de/y4za) haben wir Artikel, die dabei helfen, aus den letzten zwei c't-Jahrgängen zusammengestellt.

Lassen Sie sich von der Komplexität nicht schrecken und versuchen Sie am Anfang nicht alles auf einmal. Sie können

auch mit einer Fertiglösung wie NAS oder einer Spezialdistribution starten. Wenn die nicht mehr alle Wünsche erfüllt, ist vielleicht ein Raspi mit ein paar Containern eine geeignete Ergänzung. Ist der Gerätezoo dann zu stark angewachsen, haben Sie genug Erfahrung, um sich an eine komplexere Lösung auf Basis von Proxmox zu machen, oder Sie vertrauen sich doch lieber Dritten an.

(ps@ct.de) **ct**

**c't-Artikelliste zum Containern mit Docker und Einrichten von Server-Diensten:** [ct.de/y4za](https://ct.de/y4za)

## CLOUD: Can't Locate Our User's Data

Einen Server selbst zu betreiben, heißt digital souverän zu sein. Man sollte sich aber keinen Illusionen hingeben, diesen Job besser zu können als die Admins in den Cloud-Rechenzentren. Die tun im Schichtbetrieb nichts anderes, als die Hardware am Laufen zu halten und die Sicherheitslage zu studieren, um die Schäfchen in ihrer Serverherde vor den Wölfen zu schützen. Der 1-Server-Admin merkt im Zweifel erst, dass sein Schäfchen zur Beute wurde, wenn der Server nicht mehr zuckt. Selbst wenn der 1-Server-Ad-

min seiner Sorgfaltspflicht nachkommt, zeitnah Sicherheitsupdates einspielt, regelmäßig die Aktivitäten auf dem System beobachtet, die normale Lastsituation kennt und sich bei Abweichungen alarmieren lässt, muss er dennoch damit rechnen, dass unerwünschte Besucher über die Schwelle treten. Das heißt, auch Notfallpläne gehören zur Verantwortung: Backups abseits des Servers und Dokumentation zum Neuaufsetzen von Diensten. Souverän ist nur, wer am Ende nicht sagen muss „Can't locate my user's data“.





Bild: Sven Hauth

# Privatdienstleister

Sparsame, leise, bezahlbare Hardware für den eigenen Server

**Wer einen kleinen Server selbst einrichten und verwalten möchte, braucht die passende Hardware-Basis. Unser Leitfaden zeigt, wie Sie ausreichend flotte, aber nicht überdimensionierte Rechner finden.**

Von Christof Windeck

**W**as genau ein Server ist, darüber gibt es unterschiedliche Vorstellungen. Viele denken zuerst an die typischen Rack-Einschübe in Rechenzentren. Geht es um Server für kleine Büros oder daheim, fällt manchen wohl ein kompakter Netzwerkspeicher (NAS) mit zwei oder vier Festplatten ein. Doch für viele Server-Aufgaben genügen schon Rechenleistung und Arbeitsspeicher eines Raspberry Pi 4 für 40 Euro. Mehr Prozessorleistung und RAM sowie Anschlüsse für NVMe-SSDs und SATA-Festplatten ermöglichen Mini-PCs. Von denen gibt es sparsame Varianten mit Mobilprozessoren,

die ohne Lüfter auskommen und geräuschlos arbeiten. Doch in einen Mini-PC passen höchstens zwei SSDs und gar keine PCI-Express-(PCIe-)Karten – wer solche einbauen will oder auch 3,5-Zoll-Festplatten, kommt um einen Desktop-Rechner oder eine NAS-Box nicht herum. Damit sind dann auch mehr als acht CPU-Kerne sowie 128 GByte RAM für viele virtuelle Maschinen möglich. Fertig gekaufte Server wiederum haben Fernwartung und Funktionen für höhere Zuverlässigkeit, beispielsweise Arbeitsspeicher mit ECC-Fehlerschutz, redundante Netzteile, umfangreiche Service-

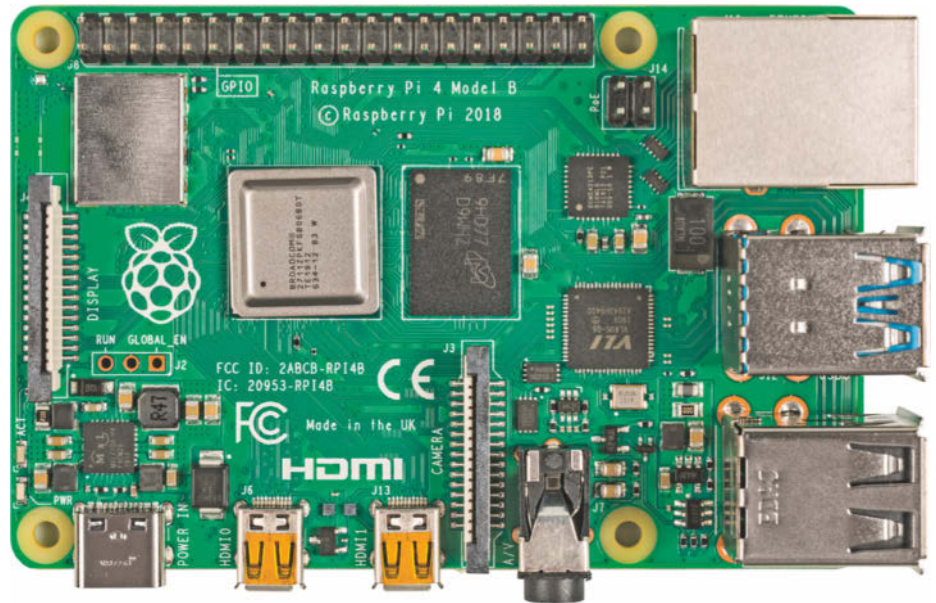
optionen und Zertifizierungen für bestimmte Betriebssysteme.

## Kernfragen

Los geht es mit einem Blick auf den Raspberry Pi 4, der mit höchstens 8 GByte RAM erhältlich ist und im Betrieb lediglich 2 bis 4 Watt Leistung aufnimmt, sofern man keine USB-Festplatte anschließt. Im Vergleich zu anderen Einplatinencomputern glänzt der Raspi mit besonders guter Linux-Unterstützung. Er ist billig, kompakt und sparsam, weil er keinen x86-Prozessor von AMD oder Intel hat, sondern ein System-on-Chip (SoC) mit vier ARM-Kernen, nicht erweiterbaren Low-Power-Speicher und nur USB 3.0 anstelle von SATA oder PCIe 3.0. Solche ARM-SoCs rechnen aber schnell genug für einen einfachen Webserver oder für eine Owncloud-/Nextcloud-Installation für wenige Nutzer, etwa für eine Familie [1]. Ähnliche ARM-Chips – bloß mit SATA-Ports sowie oft auch mit Hardware-Einheiten für AES-Verschlüsselung – stecken in günstigen NAS-Boxen, die als Fileserver die Transferleistung von Gigabit-Ethernet nahezu ausreizen.

Der Raspi taugt zwar auch als VPN-Endpunkt für DSL-Anschlüsse, aber seine Rechenkerne haben keine AES-Beschleuniger. Daher wird sein VPN-Durchsatz bei superschnellen Glasfaseranschlüssen zum Flaschenhals. Möchte man Daten auf Festplatten verschlüsselt speichern, sinken die Transferraten ebenfalls deutlich. Mangels SATA-Ports lassen sich auch nur USB-Platten anschließen; das wiederum führt zu Kabelsalat, der das Risiko von Ausfällen steigert. Theoretisch kann man zwar externe USB-RAID-Gehäuse anschließen oder die PCIe-2.0-Lane nutzen, die das Raspberry Pi Compute Module 4 (CM4) bereitstellt [2]. Das ist aber teuer und kompliziert, von derlei aufwendigen Raspi-Basteleien raten wir ab. Wenn es um Netzwerkspeicher geht, ist ein günstiges NAS die bessere Wahl.

NAS mit ARM-SoC gibt es ab 135 Euro (ohne Platten) zu kaufen [3]; dabei zahlt man nicht viel mehr als für einen Raspi, wenn man bei letzterem auch Netzteil und Gehäuse mitrechnet. Zudem bekommt man bei einem guten NAS noch einen leisen Lüfter für die Festplatten dazu sowie Gewährleistung und Garantie. Die etablierten NAS-Marken wie die hiesigen Marktführer Synology und Qnap bieten dazu noch leicht bedienbare Betriebssysteme [4], Kompatibilitätslisten für Festplatten und Supportforen.



**Für zahlreiche Serverdienste genügt schon ein Raspberry Pi, doch er setzt enge Grenzen bei Rechenleistung, RAM und Schnittstellen.**

Im Vergleich zum Raspi haben die billigsten NAS-Boxen aber den Nachteil von noch weniger RAM; mehr als 2 GByte findet man selten. Das schränkt die Möglichkeiten für Software-Erweiterungen ein. Auf einem NAS kann man zudem kein beliebiges Betriebssystem installieren, sondern ist darauf angewiesen, dass der NAS-Hersteller Updates und Patches für

Fehler und Sicherheitslücken flott bereitstellt. Wird der Support eingestellt, bleibt nur der Wechsel auf neue Hardware.

Software-Erweiterungen lassen sich auf einem NAS sehr einfach installieren, nämlich typischerweise in Form von Plugins aus einem Online-Store oder aus einem Community-Repository, etwa Synocommunity. Dort gibt es Backup-

## Stromkosten (und Lärm)

Server laufen rund um die Uhr. Ein Jahr hat 8760 Stunden; ein Watt kontinuierlicher Leistungsaufnahme führt also zu 8,76 Kilowattstunden (kWh) auf der Jahresrechnung. Die kosten 2,63 Euro, wenn Sie pro kWh 30 Cent bezahlen. Für 5, 10, 15, 25 oder 50 Watt werden folglich rund 13, 26, 40, 66, 130 Euro fällig.

Server für kleine Netze verbringen die meiste Zeit im Leerlauf. Das ist der wichtigste Betriebszustand für die Energiekosten. Selbst wenn man zwei Stunden tägliche Vollast ansetzt – bei einem NAS mit 90 MByte/s Datentransferrate entspricht das mehr als 300 GByte an übertragenen Daten –, sind das bei 230 Werktagen nur fünf Prozent der jährlichen Betriebsdauer. Energiesparfunktionen senken den Bedarf, etwa die automatische Abschaltung von Festplattenmotoren (Spindown). Eine 5400-Tou-

ren-Platte braucht im Leerlauf ohne Zugriffe 4 bis 5 Watt, bei stehender Spindel nur 0,8 bis 2 Watt.

Unscheinbare Erweiterungen können aber den Stromverbrauch erheblich steigern. Einige RAID- und SAS-Hostadapter erhöhen die Leerlaufleistung um 15 bis 20 Watt. Manche externe (USB-) Platte im 3,5-Zoll-Format frisst 8 Watt oder mehr. Wartungsfunktionen wie ein RAID-Rebuild können sehr lange dauern, bei 20 TByte zum Beispiel einen ganzen Tag [10].

Typische Fertigserver mit Fernwartung sind für Dauerbetrieb ausgelegt: Sie benötigen mehrere Minuten zum Booten und beherrschen Stromsparmodi wie Suspend-to-RAM (ACPI S3) und Suspend-to-Disk (S4) nicht. Aufwecken bei Bedarf per Wake-on-LAN (WoL) ist dann unpraktisch.

## Virtualisierungsfunktionen

Um mehrere virtuelle Maschinen parallel zu betreiben, etwa per KVM, Virtualbox, Hyper-V oder VMware ESXi, braucht man außer viel RAM auch eine CPU mit mehreren Kernen und Virtualisierungsfunktionen. Alle aktuellen x86-Prozessoren, auch die Atom-Celerons, beherrschen die grundsätzlichen Funktionen AMD-V und Intel VT-x sowie Second-Level Address Translation (SLAT). Es gibt nur noch sehr wenige Systeme, bei denen sie sich nicht im BIOS-Setup aktivieren lassen; üblicherweise sind sie standardmäßig aktiv.

Komplizierter liegt der Fall bei der I/O-Virtualisierung, die nötig ist, um einer VM direkten Zugriff auf ein bestimmtes PCIe-Gerät zu geben, etwa auf eine Netzwerkkarte. AMD IOMMU und Intel VT-d sind zwar ebenfalls weit verbreitet, aber häufiger im BIOS-Setup deaktiviert. I/O-Virtualisierung ist vor allem bei Servern nutzbar. Manche Rechner haben auch BIOS-Bugs, weshalb die Funktion nicht stabil funktioniert. Bei Atom-Celerons gibt es nach unserer Erfahrung häufig Probleme damit.

und Sync-Tools, Multimedia-, Web- und Mailserver sowie Cloud-Alternativen wie Owncloud. Manchmal sind diese Plug-ins im Vergleich zur „richtigen“ Software für Linux-Server jedoch älter oder abgespeckt. Wer sowohl ein Open-Source-Betriebssystem auf ARM-Hardware betreiben will als auch einen Netzwerkspeicher, nimmt besser einen Raspi für den ersten Zweck und ein günstiges NAS für den zweiten.

Die ARM-SoCs von Raspi und Billig-NAS setzen allerdings Grenzen bei der Software-Auswahl: Zwar erscheinen immer mehr Linux-Anwendungspakete auch für ARM, aber die Auswahl für x86- beziehungsweise x86-64-Prozessoren ist

größer. Das gilt vor allem dann, wenn man (Docker-)Container betreiben möchte oder ein komplettes Betriebssystem in einer parallel laufenden virtuellen Maschine (VM).

### Mehr Wumms und RAM

Gute Linux-Unterstützung, erweiterbares RAM sowie SATA- oder NVMe-Anschlüsse bieten Rechner und NAS mit x86-Prozessoren von AMD oder Intel. Einen Mini-PC-Barebone mit Mobilprozessor bekommt man ab 150 Euro, mit lüfterloser Kühlung ab etwa 200 Euro. Dazu braucht man noch RAM und eine SSD; eine Minimalconfiguration beginnt bei 200 Euro, wenn man je 20 Euro für ein SODIMM mit

4 GByte DDR4-2666 und eine SATA-SSD mit 128 GByte rechnet; in der Praxis wird man mehr RAM und SSD-Kapazität nehmen. Ein NAS mit x86-CPU und zwei Plattenschächten (Drive Bays) kostet ab 350 Euro.

In den billigsten x86-Rechnern und NAS stecken Celeron- und Pentium-Prozessoren mit zwei oder vier Kernen von Intel, die zwar sehr sparsam sind, aber auch deutlich schwächer als ein aktueller Core i. Intel nennt die Sparprozessoren Celeron N, Celeron J und Pentium Silver. Darin stecken „Atom“-Rechenkerne, die ursprünglich für lüfterlose Tablets entwickelt wurden. Sie rechnen bei gleicher Taktfrequenz wesentlich langsamer als ein Core i oder die damit verwandten Celeron-G- und Pentium-Gold-Prozessoren. Außerdem lassen sich Systeme mit „Atom-Celerons“ nur eingeschränkt erweitern: Sie haben weniger SATA-Ports und PCIe-Lanes, letztere zudem nur mit PCIe-2.0-Geschwindigkeit. Intel gibt Atom-Celerons auch nur bis 8 GByte RAM frei, in manchen (nicht allen!) Mini-PCs und NAS steuern sie aber bis zu 32 GByte an, wenn das BIOS mitspielt.

Trotz ihrer relativen Schwäche entfalten Atom-Celerons genügend Performance für viele Server-Aufgaben. Die nächsthöhere Leistungsstufe bilden Mobilprozessoren der 15- und 28-Watt-TDP-Klassen (U-Typen) von AMD (Ryzen) oder Intel (Core i, seltener Celeron U), von denen manche ebenfalls ohne Lüfter aus-



Fertige NAS-Boxen sind flott eingerichtet und leicht erweiterbar.



kommen können. Solche „U“-Prozessoren haben bis zu acht CPU-Kerne (AMD Ryzen 4000U/5000U), meistens aber zwei oder vier (Ryzen Embedded V1000/V2000, Celeron, Core i). Mit zwei SODIMM-Speicherriegeln sind bis zu 64 GByte RAM möglich. In Mini-PCs passen aber keine PCIe-Karten, viele haben auch nur Platz für einen einzigen Massenspeicher, die flachen Intel-NUC-Typen etwa nur für eine M.2-SSD mit acht Zentimetern Länge (2280). In viele Minis passt zusätzlich oder alternativ eine SATA-Festplatte oder -SSD im 2,5-Zoll-Format. M.2-2280-SSDs gibt es mit bis zu 8 TByte (Corsair MP400), die kosten dann aber über 1000 Euro. Die SATA-SSD Samsung 870 QVO kostet mit 8 TByte 700 Euro. Analog zu der Idee, einen Raspi parallel zu einem NAS zu betreiben, bietet sich das auch bei einem Mini-PC an: Plattenspeicher ins NAS, Serverdienste auf den Mini.

Lüfterlose Kühlung verspricht lautlosen Betrieb, hat aber Tücken. Einerseits stört bei manchen Geräten hochfrequentes Pfeifen von elektronischen Bauteilen. Andererseits sind Performance und Erweiterungsmöglichkeiten beschränkt. Unter Volllast überschreiten die vermeintlichen 15- oder 28-Watt-Prozessoren ihre TDP deutlich, zumindest kurzzeitig. Hält die Kühlung nicht mit, drosseln sie sich stark – ihre maximale Rechenleistung ist also nicht dauerhaft nutzbar. Schnelle SSDs erhitzen sich bei lange anhaltenden Zugriffen ebenfalls stark und Magnetfestplatten vertragen dauerhaft hohe Temperaturen schlecht.

## PC-Server

Deutlich mehr Rechenleistung pro Euro und großzügige Erweiterungsmöglichkeiten bietet ein Desktop-PC. Grundsätzlich kann man jeden PC auch als Server verwenden, sollte dabei aber auf sparsamem Betrieb im Leerlauf achten (siehe Kasten auf S. 69). Soll das System kompakt bleiben, kann man Gehäuse, Mainboard, Gehäuse und Netzteil im Mini-ITX-Format kaufen [5]. Dafür zahlt man aber mehr als für MicroATX- oder ATX-Bauteile, und die meisten Mini-ITX-Mainboards haben nur einen PCIe-Steckplatz sowie zwei DIMM-Slots. Die Prozessoren dürfen wegen der begrenzten Leistung der Spannungswandler höchstens aus der 65-Watt-Klasse stammen – wenige Ausnahmen bestätigen die Regel. Ein Sonderfall ist der Asrock Deskmini: Er ist kompakter als Mini-ITX, trotzdem passen je zwei M.2-SSDs



**Den HPE MicroServer Gen10 Plus gibt es zum Einstiegspreis von unter 500 Euro zwar mit magerer Ausstattung, aber solider Großserientechnik, umfangreicher Dokumentation und Service-Optionen für Firmen.**

und 2,5-Zoll-Platten hinein, allerdings keine PCIe-Karten [5].

Wünscht man sich Schnellwechselrahmen für Festplatten, wie sie bei NAS üblich sind, wird es auf der PC-Seite teuer: Damit bestückte Gehäuse kosten leicht 150 Euro und auch sogenannte „Backplanes“ zum Einbau in 5,25“-Schächte sind nicht billig. Mit einem NAS kommt man dann oft günstiger weg, manche lassen sich ebenfalls mit PCIe-Karten und Speicherriegeln aufrüsten. Bei einem x86-NAS kann man zusätzliche Betriebssysteme in VMs packen.

Grundsätzlich kann man auch Servertechnik in PC-Gehäuse einbauen, dafür gibt es ab etwa 200 Euro Mainboards, die einen Fernwartungschip (BMC, dazu unten mehr) haben und für Speicher mit ECC-Fehlerschutz ausgelegt sind. Unser Bauvorschlag aus c't 18/2020 [5, 6] stellt diese Technik vor. Bevor man sich an den Eigenbau macht, sollte man aber das Angebot an günstigen Komplettsystemen prüfen, auch dazu gleich mehr.

Wer viel Rechenleistung braucht, dem fällt als Erstes wohl der AMD Ryzen 5000 mit bis zu 16 Kernen ein. Doch diese Ryzens haben keinen integrierten Grafikprozessor (IGP), man muss sie also entweder mit einer Grafikkarte kombinieren, die Geld kostet und Strom schluckt, oder auf ein Serverboard mit Fernwartungschip setzen. Der Haken daran: Ryzen-Serverboards mit AM4-Fassung und BMC kosten über 250 Euro.

Für einen kleinen Server ist daher ein Prozessor mit IGP praktischer; hier hat AMD die Ryzen 3000G mit höchstens vier Kernen im Angebot, den schlecht liefer-

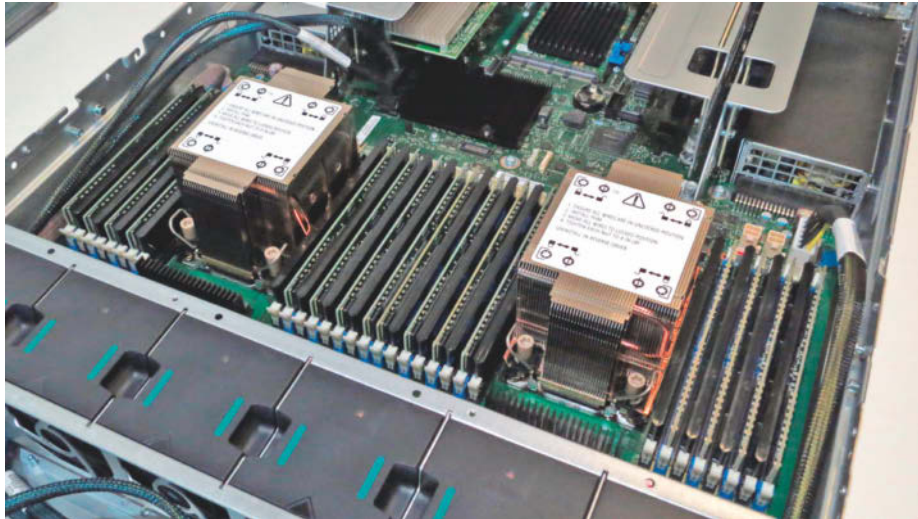
baren Ryzen 4000G und nun auch den Ryzen 5000G. Kommt man mit sehr wenig Rechenleistung aus, kommen auch Athlon-G-Typen mit zwei Kernen infrage. Diese Athlons konkurrieren mit Intels Celeron G und Pentium Gold für Mainboards mit der aktuellen Fassung LGA1200. Vier Kerne gibt es ab dem Core i3, sechs beim Core i5 und acht beziehungsweise zehn bei Core i7 und i9. Alle haben IGP, kommen also ohne Grafikkarte aus – außer die minimal billigeren „F“-Typen, die eigentlich auf Gaming-PCs mit Grafikkarte zielen. Soll es ein möglichst günstiger Server mit ECC-RAM und höchstens sechs CPU-Kernen sein, kommt man mit Intel-Technik bisher günstiger weg.

Auch bei Intel gibt es einen Haken: Core i5, i7 und i9 lassen sich nicht mit ECC-RAM kombinieren. Dazu ist ein Mainboard mit dem Chipsatz C422 oder C426 (gibts ab 180 Euro) nötig, auf das man einen Celeron G, Pentium Gold, Core i3 oder Xeon E setzt. Noch aktuell ist die Familie Xeon E-2200.

In teureren NAS ab etwa 800 Euro steckt dieselbe Technik wie in „Single Socket“-Servern mit einem einzigen Prozessor. Während bei letzteren die Konfiguration flexibler ist und sich der jeweilige Admin ums Betriebssystem kümmern muss, kommen NAS wie erwähnt mit einer

## Langzeitbetrieb

Einen Server richtet man üblicherweise mit dem Ziel ein, die darauf laufenden Dienste jahrelang zu nutzen. Doch Hardware verschleißt, insbesondere Festplatten, SSDs und Lüfter. Wir raten dazu, Festplatten nicht zu groß zu dimensionieren, sondern lieber nach drei bis vier Jahren einen Umzug auf größere einzuplanen, die dann frisch sind. Die jeweilige Garantiefrist oder der maximal buchbare Servicezeitraum sind ein guter Hinweis auf die Lebensdauer, mit der man planen sollte. Üblich sind drei bis fünf Jahre; danach wird es oft auch mit Ersatzteilen kompliziert. Steuerlich lassen sich Server über fünf Jahre abschreiben, Reparaturkosten überschreiten dann schnell den Restwert. Das kann sich auch auf Gerichtsstreitigkeiten um Reparaturen auswirken, weil der Streitwert nach wenigen Jahren gering ist.



**Die meistverkauften Server zielen auf Rechenzentren; üblich sind je zwei Prozessoren mit bis zu 64 Kernen, bis zu 4 TByte ECC-RAM, Fernwartung, redundante Lüfter und Netzteile. Das hat mit gängiger PC-Technik nicht mehr viel zu tun.**

„Firmware“ des Herstellers, die eigentlich ein maßgeschneidertes Linux ist [4].

Oft kommt die Frage auf, wie wichtig der RAM-Fehlerschutz ECC für den zuverlässigen Betrieb eines Servers ist. Darauf gibt es leider keine allgemeingültige Antwort [7]. Für die Zuverlässigkeit sind viele weitere Faktoren wichtig. Beispielsweise sollte man ein Gerät aus der Großserienfertigung nehmen, unnötige Komplexität vermeiden und den Server an einem geeigneten Ort aufstellen, geschützt vor Hitze, Staub, Vibrationen und unerwünschten Zugriffen. Denken Sie auch an regelmäßige Wartung, die Aktivierung von Warnmeldungen (etwa zum

RAID-Status) und schalten Sie eine unterbrechungssichere Stromversorgung (USV) davor, um das Ausfallrisiko zu minimieren.

### „Richtige“ Server

Die meistverkauften Server sind „Dual Socket“-Rack-Einschübe mit je zwei Intel Xeon SP oder AMD Epyc 7003; letzterer hat mittlerweile mehr als zehn Prozent Marktanteil. Die Technik solcher Server für Rechenzentren unterscheidet sich deutlich von den bisher beschriebenen, PC-ähnlichen Systemen. Typische Dual-Socket-Server haben 16 bis 128 CPU-Kerne, bis zu 4 TByte ECC-RAM, 128 PCIe-

Lanes unter anderem für schreibfeste PCIe-/NVMe-SSDs, SAS-Hostadapter sowie Ethernet mit 10, 25 oder gar 50 GBit/s. Lüfter sind redundant ausgelegt und lassen sich im laufenden Betrieb tauschen. Ein redundantes 1000- oder gar 1500-Watt-Netzteil versorgt die Komponenten, die schon im Leerlauf 100 bis 250 Watt verheizen.

Xeon-SP- und Epyc-Server gibt es auch mit nur je einem Prozessor sowie in Tower-Bauform, die man nicht in einem Rack montieren muss. Für die meisten kleinen Netze sind sie jedoch überdimensioniert und zu laut. Die Server-Marktführer Dell EMC und HPE sowie auch Lenovo, Fujitsu und lokale Firmen verkaufen PC-ähnliche Server, oft mit den bereits erwähnten Xeon-E-Prozessoren. Solche Server sind zwar mager ausgestattet, versprechen aber hohe Zuverlässigkeit, weil sie aus der Großserienfertigung kommen. Auch die Dokumentation und die Versorgung mit Treibern und Sicherheitspatches (BIOS-Updates, Bug-Hinweise) sind im Allgemeinen gut. Die Preise beginnen ohne Festplatten und Betriebssystem unter 500 Euro. Meistens bekommt man dafür einen Dual-Core-Prozessor (Celeron G/Pentium Gold) sowie 8 GByte ECC-RAM. Festplatten-Schnellwechselrahmen und redundante Netzteile sind in dieser Preisklasse selten (Ausnahme: Fujitsu). Für Fernwartung zahlt man meistens einen Aufpreis. Die Geräte bleiben oft jahrelang im Angebot – derzeit auch deshalb, weil Intel einfach keine neueren Prozessoren auf den Markt gebracht hat. Jedenfalls sind Dell Power-

## Server fürs Gewerbe

Braucht man einen Server für Büro oder Werkstatt, also für gewerbliche Nutzung, sollte man Fragen zu Service, Reparaturfristen, Datenschutz und Haftung klären. Wichtig ist für viele Firmen, dass Defekte rasch repariert werden. Dafür gibt es umfangreiche Servicepakete, die zwar recht teuer werden können. Wenn jedoch mehrere Mitarbeiter nicht weiterarbeiten können, weil ein Server streikt, kostet jede Stunde Stillstand mehrere hundert oder tausend Euro. Für Datenschutz sorgen Optionen wie „Keep your Disk“: Festplatten oder SSDs mit schützenswerten

(Kunden-)Daten bleiben bei Reparaturen im Haus.

Die großen Servermarken (Dell EMC, HPE, Lenovo, Fujitsu) bieten oft günstige Einstiegskonfigurationen an, doch viele Aufrüstkompenten sind teuer. Vom nachträglichen Aufrüsten eines mager bestückten Markengerätes mit „fremden“ Komponenten raten wir jedoch ab. Denn bei einem Server ausschließlich mit Serienteilen des Anbieters ist die Wahrscheinlichkeit für Inkompatibilitäten geringer und Reparaturen durch geschulte Techniker gelingen leichter.

Unternehmen kaufen einen Server, um darauf einen bestimmten Dienst zu betreiben. Solche Software geben die jeweiligen Hersteller oft nur für ausgewählte Versionen von Serverbetriebssystemen frei. Für diese Betriebssystemversion sollte dann wiederum auch die Serverhardware offiziell freigegeben sein. Damit geht man Problemen aus dem Weg, vermeidet bei Reklamationen Streit um Zuständigkeiten und hat es leichter, Sorgfaltspflichten in Bezug auf Datenschutz und Datensicherung nachzuweisen.





**Der selbst gebaute Mini-ITX-Server hat ECC-RAM und Fernwartung und ist noch kompakt.**

Edge T140, Fujitsu Primergy TX1320 M4 und Lenovo ThinkSystem ST250 aus dem Test in c't 8/2019 [8] weiterhin lieferbar.

Ein spezielles Gerät, der „ProLiant Microserver“ von HPE, sticht aus dem Angebot heraus, weil er eine einzigartige Kombination von Eigenschaften bietet: Er ist ab 450 Euro erhältlich, hat vier Schnellwechselschächte, arbeitet im Leerlauf einigermaßen sparsam und lässt sich flexibel ausstatten. Es gibt ihn mittlerweile seit elf Jahren und in der vierten Hardware-Generation, die HPE in Anlehnung ans restliche Lieferprogramm „Gen10 Plus“ nennt [9].

Für Heimserver sind spezielle Fernwartungsfunktionen (Remote Management) selten nötig. Daheim genügt üblicherweise der Fernzugriff via SSH, VNC oder Remote Desktop. Bei schweren Defekten schließt man Tastatur, Maus und Display direkt am Server an. Die Fernwartungschips (Baseboard Management Controller, BMC) von „richtigen“ Servern ermöglichen hingegen den Fernzugriff auch dann, wenn das Betriebssystem nicht läuft, etwa auch aufs BIOS-Setup. Der BMC bedient eine separate Netzwerkbuchse und übernimmt Grafikfunktionen, weil sich dadurch die Desktopoberfläche für den Fernzugriff freigeben lässt. Auf vielen Serverboards sitzen BMC-Chips der Firma Aspeed; bei der zugehörigen Firmware und deren Funktionsumfang gibt es aber erhebliche Unterschiede. BMCs

schleppen zusätzliche Sicherheitsrisiken ein: Falsch konfigurierte Fernwartung ermöglicht einem Angreifer vollen Zugriff via Internet, als säße er persönlich vor der Maschine. Falls Sie einen Server mit BMC kaufen, müssen Sie deshalb unbedingt die Konfiguration prüfen; es gibt viele Serverboards, bei denen die Fernwartung dank einer Fallback-Funktion auf einer der „normalen“ Netzwerkbuchsen mit dem Passwort „ADMIN“ erreichbar ist, sofern kein Netzkabel im BMC-Port steckt.

## Plattenwahl

Hängt der Server nur per Gigabit-Ethernet am LAN – und nicht etwa per NBase-T mit 2,5, 5 oder 10 GBit/s –, braucht man keine besonders schnellen Speichermedien. Gigabit Ethernet überträgt bis etwa 110 MByte/s, das schaffen aktuelle 3,5-Zoll-Platten auch in ihren langsamsten Zonen. Bei einem Fileserver für kleine Netze geht es meistens um sequenzielle Zugriffe, weshalb eine SSD wenig bringt, zumal auch das Netzwerk Latenz einbringt. SSDs braucht man deshalb vor allem, wenn man Dienste betreibt, die viele zufällige Zugriffe ausführen, etwa eine Datenbank oder mehrere VMs.

Sowohl WD (Red Plus) als auch Seagate (Ironwolf) und Toshiba (NAS) offerieren Festplattenfamilien speziell für NAS mit zwei bis acht Laufwerken. Diese sind auch für die meisten kleinen Server eine gute Wahl, weil sie sparsam sind, wenig vibrieren und für Dauerbetrieb ausgelegt sind [10]. Deutlich teurer sind Platten für größere NAS und für Enterprise-Server, die schneller drehen, Vibrationen aktiv kompensieren und für höhere Belastung ausgelegt sind. Sie brauchen aber auch stärkere Kühlung, also lautere Lüfter.

RAID-Funktionen schützen vor Datenverlust beim Ausfall von Platten, stoßen bei sehr hoher Kapazität aber an Grenzen [10]. Eine für Windows-Server übliche Konfiguration ist eine Kombination aus einem RAID 1 aus zwei „kleinen“ SSDs zur Installation des Betriebssystems und einem separaten Festplattenverbund für Nutzdaten. Für das SSD-RAID genügt die RAID-Funktion des Mainboards. Unter Linux verwendet man besser die Software-RAID-Funktionen des Betriebssystems. Für den Nutzdaten-Plattenverbund gibt es wiederum zwei Möglichkeiten: entweder die Funktionen des Betriebssystems (Storage Spaces, dmraid, btrfs oder ZFS) oder RAID-Hostadapter. Letztere sind aber teuer und treiben die Leistungsaufnahme des Servers hoch.

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

## Literatur

- [1] Peter Siering, Kleine Kiste, großer Auftritt, Raspberry Pi für den Profi-Alltag, c't 9/2021, S. 16
- [2] Christof Windeck, Himbeerchen, Mini-Rechenmodul Raspberry Pi Compute Module 4 (CM4), c't 5/2021, S. 112
- [3] Ernst Ahlers, Datenheim, Heimcloud-Grundlage: Vier NAS-Leergehäuse zum Selbstbestücken, c't 1/2021, S. 20
- [4] Andrijan Möcker, Speicherverwalter, NAS-Betriebssysteme beleuchtet, c't 1/2021, S. 26
- [5] Carsten Spille, Speicher-Quader, Flexibler Heimserver mit ECC-RAM, c't 18/2020, S. 112
- [6] Carsten Spille, FAQ: Heimserver-Variationen, c't 23/2020, S. 178
- [7] Christof Windeck, RAM-Korrektor, Error Correction Code (ECC) schützt (Arbeits-)Speicher vor Bitfehlern, c't 10/2021, S. 150
- [8] Carsten Spille, Zu Ihren Diensten, Fünf Server mit Xeon E-2100 für kleine Netze, c't 8/2019, S. 100
- [9] Christof Windeck, Micro-Jubiläum, Kompakt-Server HPE ProLiant MicroServer Gen10 Plus, c't 11/2020, S. 76
- [10] Christof Windeck, RAID-Riesen, Multi-Terabyte-Festplatten zuverlässig im (NAS-)RAID betreiben, c't 6/2021, S. 112

## Hardware für kleine Server im Vergleich

Gerätetyp	Vorteile	Nachteile
ARM-Einplatinencomputer (Raspberry Pi)	billig, sparsam, winzig	geringe Rechenleistung, wenig RAM, kaum erweiterbar (kein SATA), keine x86-Software
ARM-NAS	günstig, sparsam, als Fileserver sehr gutes Preis-Leistungsverhältnis, leichte Konfiguration, Plug-ins, Schnellwechselrahmen, geregelter Lüfter für Platten, Serienfertigung, Support, Kompatibilitätslisten	geringe Rechenleistung, wenig RAM, keine x86-Software, kein freies Betriebssystem, Support-Zeitraum begrenzt
Mini-PC mit x86-CPU	freie Software-Auswahl, sparsam, kompakt, bis zu 8 Kerne und 64 GByte, manche lüfterlos	kein Platz für Platten und PCIe-Karten, beschränkte Rechenleistung
x86-NAS	leichte Konfiguration, Plug-ins, Schnellwechselrahmen, geregelter Lüfter für Platten, manche erweiterbar (RAM, PCIe), Serienfertigung, Support, Kompatibilitätslisten	kein freies Betriebssystem, Support-Zeitraum begrenzt
Desktop-PC	freie Software-Auswahl, bis zu 16 Kerne und 128 GByte, flexibel erweiterbar	ECC-RAM nur mit Serverboard, individuelle Konfiguration weniger zuverlässig als Serienprodukte, Schnellwechselrahmen teuer, leise Kühlung von Platten schwierig
Komplett-Server	freie Software-Auswahl, bis zu 128 Kerne und 4 TByte ECC, flexibel erweiterbar, Serienfertigung, Zertifizierungen, Support	teuer oder mager ausgestattet, große Konfigurationen laut und stromdurstig, für vollen Support eingeschränkte Komponentenwahl, Support-Zeitraum begrenzt





Bild: Sven Hauth

# Löchlein bohren

## Dienste aus dem eigenen Netz ins Internet bringen

**Oft sollen Dienste des eigenen Servers hinter dem heimischen Router aus dem Internet erreichbar sein, etwa der Kalender von Nextcloud oder die Weboberfläche der Smart-Home-Zentrale. Mit einer Fritzbox geht das ganz leicht – ähnlich einfach gelingt das aber auch mit Routern anderer Hersteller.**

Von Peter Siering

**E**in Server, der hinter einem DSL- oder Kabel-Router steht, wird durch dessen Firewall geschützt. Wer unterwegs etwa mit dem Smartphone auf die Dienste zugreifen will, muss hinter die Firewall gelangen. Dafür bieten die meisten Router Portfreigaben oder -weiterleitungen an (gebräuchlich sind beide Begriffe, sie meinen dasselbe). Die Geräte registrieren dann Netzwerkanfragen von außen und leiten sie an vom Nutzer festgelegte Ports interner Geräte weiter – ähnlich wie sie Anfragen aus dem lokalen Netzwerk ins Internet durchreichen, eben nur in umgekehrter Richtung.

Die ominösen Ports, von denen die Rede ist, sind letztlich Teil einer Netzwerkadresse und tauchen manchmal auch am Ende von URLs auf. So weist „https://ct.de:443“ in der Adresszeile einen Browser

an, eine Verbindung zum Webserver auf ct.de aufzubauen und dazu den Port 443 anzusprechen (der für HTTPS verwendet wird). Für eine Fülle der Ports ist definiert, welcher Dienst dahinter steht. Somit muss man den Port üblicherweise nicht angeben.

Die Idee, einen privaten Webserver auf einem ungebräuchlichen Port laufen zu lassen, um ihn notdürftig zu verstecken, ist übrigens doof: Rechner im Internet werden regelmäßig von Portscans heimgesucht, sodass so ein Versteck schnell auffliegt. Die Häscher erkennen nicht nur, dass ein Port offensteht, sondern finden ebenso schnell heraus, mit welchem Dienst sie es dort zu tun haben [1]. Auf einem SSH-Server, den man auf einem ungewöhnlichen Port sicher wähnte, häufen sich schnell die Anmeldeversuche Unbefugter.

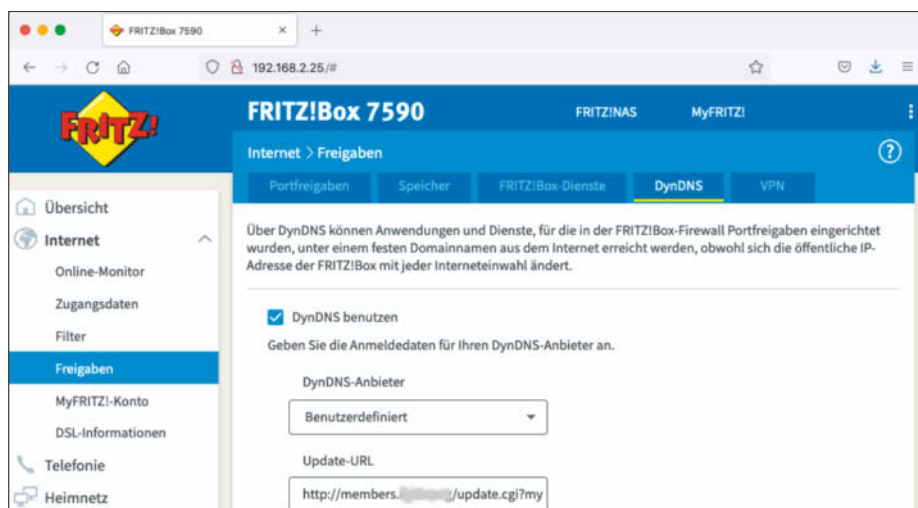
## Namenssachen

Damit das Weiterleiten von Ports allein genügt nicht: Die meisten Internetzugänge nutzen dynamische IP-Adressen. Das heißt, dass sich die Adresse gelegentlich oder sogar regelmäßig ändert, unter der der Router und somit auch dahinter angebotene Dienste erreichbar sind. Indem man den Router dazu anweist, nach erfolgreicher Verbindung seine Adresse bei einem Dienst für dynamisches DNS zu hinterlegen, erhält der einen weltweit eindeutigen Namen wie „heise.de“. Dann kann man unter dem registrierten Namen stets die eigene externe IP-Adresse beziehungsweise dahinter angebotene Dienste erreichen.

Die Namen, die Dienste für dynamisches DNS (DynDNS) anbieten, kann man sich indes nicht einfach ausdenken. Sie sind in der Regel begrenzt auf eine Auswahl vorgegebener Internet-Domains wie „dyndns.org“. Lediglich den Host-Anteil der Adresse wie „icke23“, der „dyndns.org“ vorangestellt wird, kann man sich dabei aussuchen, solange das nicht bereits ein anderer Kunde getan hat. Große Provider lassen obendrein in die Firmware ihrer Router nur wenige Dienste für dynamisches DNS zu – oft solche, die ihr kostenloses Modell auf bezahlte Dienste umgestellt haben.

AVM ist da gnädiger: Fritzboxen kennen viele Anbieter und über die Konfiguration von benutzerdefinierten URLs für das Namensupdate bekommt man so ziemlich jeden DynDNS-Dienst eingerichtet. Auch bietet der Routerhersteller selbst im Rahmen seiner MyFritz-Dienste einen DynDNS-Dienst an. Die Fritzbox eines dort registrierten Nutzers erhält einen eindeutigen Namen wie „rtvw4nftt8xpudp.myfritz.net“. Die Konfiguration läuft unter „Internet“ in „MyFRITZ!-Konto“. Die Eingabe einer E-Mail-Adresse genügt für die Registrierung. Die Konfigurationsoberfläche Ihrer Fritzbox öffnen Sie dadurch nicht ins Internet.

Wenn Ihnen der Sinn nach schöneren Namen als „icke23.dyndns.org“ oder „rtvw4nftt8xpudp.myfritz.net“ steht, dann bietet sich das Registrieren einer eigenen Domain an. Eine „.de“-Domain gibt es bei den einschlägigen Domain-Hostern für rund 10 Euro pro Jahr. In der Domain-Verwaltung können Sie üblicherweise solche DynDNS-Namen als CNAME eintragen, also eine Weiterleitung von „www.ihrefirma.de“ auf den DynDNS-Namen „icke23.dyndns.org“ einrichten. So brauchen Sie keinen Domain-Hoster zu



**Bei wechselnden IP-Adressen unverzichtbar: ein DynDNS-Dienst, der den Serverdiensten einen Namen gibt. Fritzboxen kennen dafür nicht nur einige vorgefertigte Dienste, sondern lassen sich im Detail konfigurieren.**

suchen, der seinen Kunden DynDNS für die eigene Domain erlaubt.

Nach dem Eintragen eines CNAME für die eigene Domain, also Änderungen an der Konfiguration des Nameservers des Domain-Hosters, brauchen Sie etwas Geduld. Oft dauert es mehrere Stunden, bis sich solche Änderungen im dezentralen DNS-System herumgesprochen haben, also auch der Nameserver des Providers den neuen Namen zur Kenntnis genommen hat.

## Weiterleitungen

Die Portfreigaben finden sich bei Fritzboxen unter „Internet“ und dort in „Freigaben“. Das Gerät beziehungsweise die VM, der Container, was auch immer Sie aus dem Internet erreichbar machen wollen, sollte zu diesem Zeitpunkt der Fritzbox bekannt sein; das ist dann der Fall, wenn das Gerät aktiv war und von der Fritzbox eine Adresse erhalten hat. Dann können Sie es bequem auswählen. Andernfalls müssen Sie die IP-Adresse von Hand eingeben, was gerade bei IPv6-Geräten mühsam sein kann.

Bei IPv4 können Sie ein Gerät vollständig dem Internet aussetzen (Exposed Host). Die Fritzbox reicht dann alle eingehenden IPv4-Netzwerkanfragen auf allen Ports an dieses Gerät durch. In der Regel will man das nicht: Wenn Sie gezielt nur die Ports für aktive Dienste öffnen, können Sie entspannt die Gesamtkonfiguration des Geräts vornehmen, etwa einen SSH-Dienst laufen lassen, auch wenn der übers Internet nicht erreichbar sein soll – als Exposed Host wäre jeder Dienst im Internet sichtbar.

Für IPv6 erlaubt es die Fritzbox, mehrere Exposed Hosts einzurichten. Das liegt daran, dass sie bei vielen Internet-Providern auch alle Geräte im lokalen Netz mit einer globalen, also weltweit eindeutigen und erreichbaren IPv6-Adresse versorgt. Das klappt, wenn der Provider der Fritzbox zusätzlich zu ihrer eigenen IPv6-Adresse auch ein IPv6-Präfix aushändigt; ein solches Präfix enthält mehrere IPv6-Netze, aus dem die Fritzbox den Clients Adressen zuteilt. Kein Grund zur Panik: Die Firewall der Fritzbox lässt Pakete an die IPv6-Adressen nicht passieren. Es sei denn, Sie konfigurieren den Client IPv6-seitig als Exposed Host.

Sowohl im Fall von IPv4 als auch von IPv6 ist es zumeist besser, ausgewählte Ports an die Geräte weiterzuleiten, weil man so kaum versehentlich Dienste ins Internet bringen kann; bei einem Exposed Host ist nur eine Frage der Zeit, dass Sie versehentlich nur für den lokalen Einsatz gedachte Dienste öffentlich zugänglich machen. Für eine gezielte Portfreigabe müssen Sie nach der Auswahl des Geräts eben auch auswählen, welchen Netzwerkport Sie erreichbar machen wollen. Beim Aufrufen des Assistenten bietet die Oberfläche die Wahl zwischen MyFritz-Freigabe oder Portfreigabe.

Portfreigabe ist die bessere Option: Damit können Sie auswählen, welcher externe auf welchen internen Port weitergeleitet werden soll. Das kann praktisch sein, wenn Sie mehrere Webserver nach außen freigeben wollen und beide, etwa in einer VM oder einem Container, intern

ihre Dienste auf Port 80 anbieten. Den einen können Sie dann auf Port 80 und den anderen auf Port 81 von außen zugänglich machen. Außerdem erlaubt die Portfreigabe auch die Auswahl von Protokollen wie UDP und TCP.

## Zertifikate

Soweit ist die Fritzbox-Oberfläche hilfreich. Bei einem heute erstrebenswerten Detail kann sie leider nicht helfen, nämlich beim Beschaffen von TLS-Zertifikaten. Alle Dienste, die Sie im Internet freigeben, sollten Sie nur transportverschlüsselt zugänglich machen, damit niemand mitlesen kann. Dazu brauchen Sie Zertifikate, die eine Stammzertifizierungsstelle ausgestellt hat, deren Zertifikat Browser und andere Geräte akzeptieren. Bei selbst signierten Zertifikaten würden Sie Nutzer womöglich dazu animieren, Zertifikatswarnungen zu ignorieren – was die besser nicht lernen sollten.

Geeignete Zertifikate liefert die Zertifizierungsstelle Let's Encrypt kostenlos. Um ein solches Zertifikat zu erhalten, kann man oftmals in einzelnen Serverdiensten vorhandene Funktionen dafür zurückgreifen. Das hat allerdings den Nachteil, dass der Prozess, den eine Automatikja für die nur 90 Tage gültigen Zertifikate wiederholen muss, nur für genau diesen einen Dienst funktioniert. Der für die Aktualisierung gebräuchliche Mechanismus von Let's Encrypt (ACME) setzt voraus, dass auf Port 80 ein speziell präparierter Webserver für die Zertifikatsausstellung und -aktualisierung antwortet. Sie können aber

immer nur einen Dienst an einem Port laufen lassen.

Wenn Sie mehrere Dienste mit Zertifikaten ausstatten wollen, lassen Sie am besten hinter Ihrer Fritzbox einen Edge-Router laufen, der alle Anfragen annimmt und zentral die TLS-Abwicklung für alle Dienste übernimmt. Für den richten Sie eine Portfreigabe zumindest für Port 80 und 443 ein (für weitere Dienste auch zusätzliche Ports), sodass er alle an diese Ports gerichteten Anfragen erhält. Anhand des dabei mit übermittelten Servernamens leitet der Edge-Router die Anfrage dann an die eigentlich zuständigen Dienste im lokalen Netz weiter. Den gesamten Verkehr, der für die Zertifikatsbeschaffung und -erneuerung notwendig ist, wickelt er selbst ab.

Als Edge-Router empfiehlt sich die Open-Source-Anwendung Traefik [2]. Wenn Sie bereits mit Containern hantieren, wird Ihnen Traefik möglicherweise vertraut sein. Alle anderen sollten sich etwas Zeit nehmen: Bis man Traefik so weit durchschaut hat, dass man es im Blindflug einsetzen kann, vergeht schon einige Zeit. Besonders gilt das, wenn Sie es manuell betreiben und nicht den Komfort einer Container-Umgebung nutzen, in der Traefik idealerweise neue Container namentlich kennt und sogar im DNS registrieren kann.

Aber es geht auch zu Fuß: Das in Go geschriebene Traefik gibt es auf der Release-Page in GitHub für diverse Plattformen als ausführbare Datei (siehe [ct.de/yfaa](https://ct.de/yfaa)). Diese Programmdatei sowie eine Datei mit einer Grundkonfiguration genü-

gen, um Traefik auf einem beliebigen Host hinter Ihrem Router in Betrieb zu nehmen. Für jeden Dienst, für den es Vermittlung und Zertifikatsbeschaffung erledigen soll, müssen Sie dann eine weitere Beschreibung in einer Konfigurationsdatei ablegen. Ein Beispiel für einen einfachen Webserver stellen wir zum Download bereit.

## Sicheres Ende

Dienste hinter einem Router zu betreiben, ist kein Hexenwerk. Wichtig ist, dass Sie stets sicherstellen, nicht die falschen Dienste ins Netz zu bringen, und diese akribisch zu konfigurieren. Diese sollten nur nach einer Anmeldung zugänglich sein. Sie sollten nur starke Kennwörter nutzen und eventuelle Mitbenutzer anhalten, es ebenso zu halten. Dass Sie regelmäßig, am besten automatisiert, Sicherheitsupdates einspielen sollten, sei nur der Vollständigkeit halber erwähnt. Falls Sie sehr hohe Ansprüche an die Sicherheit haben, wäre auch ein VPN-Zugang in Ihr Netz eine Option, um darüber interne Dienste erreichbar zu machen – das allerdings erfordert zumindest eine Portfreigabe für den VPN-Verkehr, wenn der Router nicht selbst den VPN-Server gibt.

(ps@ct.de) 

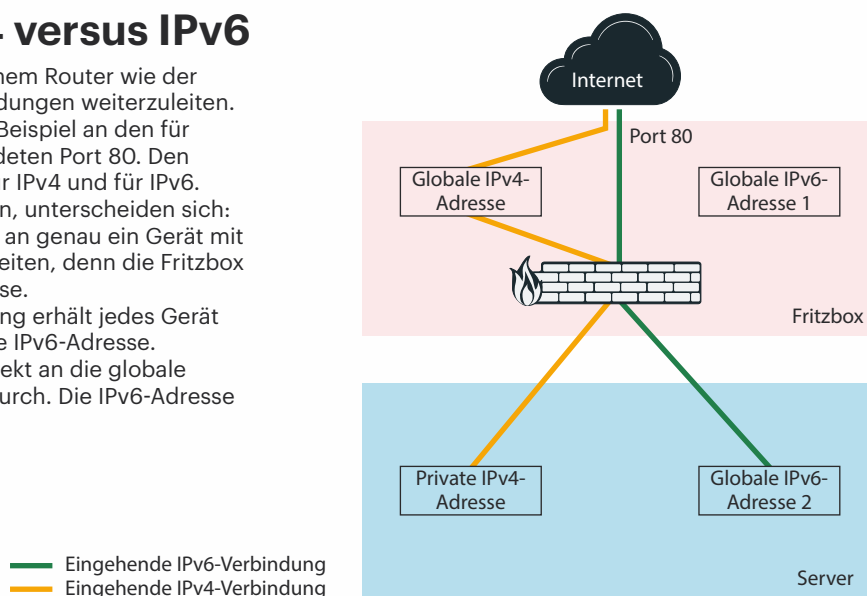
## Literatur

- [1] Jan Mahn, Merlin Schumacher, c't deckt auf, Dateien, IoT und Industrieanlagen ungeschützt im Netz, c't 23/2020, S. 14
- [2] Jan Mahn, HTTP-Einweiser, Eingehenden HTTP-Verkehr mit Traefik routen, c't 17/2019, S. 158

**Traefik-Beispiel für Stand-alone-Betrieb:** [ct.de/yfaa](https://ct.de/yfaa)

## Portfreigaben: IPv4 versus IPv6

Mit einer Portfreigabe erlauben Sie einem Router wie der Fritzbox, eingehende Netzwerkverbindungen weiterzuleiten. Die sind an einen Port gerichtet, zum Beispiel an den für unverschlüsselte Webzugriffe verwendeten Port 80. Den öffnen Sie in der Firewall wahlweise für IPv4 und für IPv6. Die Wege, die die Pakete dann nehmen, unterscheiden sich: Bei IPv4 kann die Fritzbox die Anfrage an genau ein Gerät mit privater IP-Adresse im Intranet weiterleiten, denn die Fritzbox hat selbst nur eine globale IPv4-Adresse. Bei vollumfänglicher IPv6-Unterstützung erhält jedes Gerät hinter der Fritzbox eine eigene globale IPv6-Adresse. Dann reicht die Fritzbox die Pakete direkt an die globale IPv6-Adresse des Geräts im Intranet durch. Die IPv6-Adresse der Fritzbox ist nicht beteiligt.







Rheinwerk Konferenz für  
**KOTLIN**

Das Online-Event  
13.–14. September 2021  
WORKSHOPS UND KONFERENZ

## Zwei Tage Kotlin, zwei Tage volles Programm!

Tauschen Sie sich mit unseren Kotlin-Profis aus und holen Sie sich wertvolles Wissen für Ihre Projekte. Auf der KKON digital erfahren Sie, wie Sie Kotlin und die Konzepte, Tools und Techniken der Sprache richtig nutzen. Buchen Sie einen **Intensivworkshop** und nehmen Sie teil an der großen **Online-Konferenz** zu Kotlin.

Freuen Sie sich auf 19 Koryphäen wie **Stefan Scheidt**, **Thomas Künneth** und **Roland Krüger** sowie die JetBrains-Keynote von **Sebastian Aigner**.

Jetzt Tickets sichern!

**[www.rheinwerk-kkon.de](http://www.rheinwerk-kkon.de)**

## Sechs Gründe, im September dabei zu sein!

- ▶ 19 Vorträge zu allen wichtigen Kotlin-Themen
- ▶ Workshops für Softwareentwickler
- ▶ Austausch mit den Besten der Branche
- ▶ Moderiertes Live-Event mit Live-Chat
- ▶ Aufzeichnung des gesamten Events
- ▶ 100 Prozent Rheinwerk – geprüft Wissen

Unsere Sponsoren und Partner:



© Copyright by Heise Medien.



# Mega-Tinte

## Multifunktionsdrucker Brother MFC-J4540DW mit XL-Patronen

**Mit neuen Multifunktionsgeräten will Brother der homeofficebedingten Druckerknappheit begegnen. Mit zwei Papierfächern und Großraumpatronen ist das DIN-A4-Modell MFC-J4540DW zwar gut ausgestattet, an anderen Stellen hat Brother aber gespart.**

Von Rudolf Opitz

**A**ls 4-in-1-Multifunktionsdrucker (Drucken, Kopieren, Scannen, Faxen) taugt der Brother MFC-J4540DW eigentlich gut fürs Homeoffice, braucht aber mit über 43 Zentimetern Breite und fast 60

Zentimetern Arbeitstiefe viel Stellfläche – Platz für den hinteren Einzelblatteinzug eingerechnet. Wohl dem, der den Drucker auf einem Beistelltisch unterbringen kann. Zu der Breite trägt auch das große Patronenfach bei, das sehr gut zugänglich vorn rechts liegt. Es nimmt XL-Patronen mit einer Reichweite von bis zu 6000 Seiten auf.

Von vorne lassen sich auch die beiden Papierfächer bequem bestücken: Ins untere passen 250 Blatt Normalpapier, das obere nimmt weitere 150 Blatt Normalpapier auf, eignet sich aber auch für Briefumschläge und andere Sondermedien. Dicke Fotopapiere nimmt nur der hintere Einzelblatteinzug entgegen, der den geraden Weg durch das Druckwerk bietet.

Der Deckel des Flachbettscanners hat in den Scharnieren mit zwei Zentimeter viel Spiel, was für Buchscans praktisch ist.

Auf dem Deckel ist der kleine Vorlageneinzug untergebracht, der nur 20 Vorlagenblätter annimmt und sich damit nicht für größere Aufträge eignet. Ungewohnt ist die Face-down-Eingabe: Vorlagen muss man mit der zu scannenden Seite nach unten einlegen, gescannte Vorlagen landen in der richtigen Reihenfolge darüber. Beidseitig scannen kann der Einzug nicht.

An Schnittstellen stellt der MFC-J4540DW alles Wichtige bereit: USB, Ethernet (10/100 Base-TX) und WLAN inklusive Wi-Fi Direct. Frontseitig gibt es einen USB-Host-Port für einen Speicherstick, von dem das Gerät JPG-Bilder druckt und auf den es Scans als JPG oder PDF speichert. Das anklappbare Bedienpanel über der Papieraussgabe enthält außer der Powertaste und drei Funktionstasten einen kleinen hellen Touchscreen, der sich für die Eingabe von Ziffern und Buchstaben auch mit einem beliebigen Stift bedienen lässt. Über das NFC-Tag (Near Field Communication) stellen NFC-fähige Android-Smartphones automatisch eine Wi-Fi-Direct-Verbindung zum Drucker her.

### Gute Tinte

Brother liefert zum MFC-J4540DW Starterpatronen, die immerhin für 2250 Seiten (Schwarz) oder 975 Farbseiten nach dem Normtest ISO/IEC 24711 reichen sollen. Die LC-426-Standardpatronen haben Reichweiten von 3000 ISO-Seiten (Schwarz) und 1500 ISO-Seiten pro Grundfarbe, die XL-Versionen schaffen sogar 6000 Schwarz- oder 5000 ISO-Farbseiten. Damit kostet eine ISO-Farbseite mit Normalpatronen moderate 5,8 Cent an Tinte, mit XL-Patronen nur 4,6 Cent. Wer vor dem Druckerkauf schon mit hohem Druckaufkommen rechnet, kann gleich das Modell MFC-J4540DWXL kaufen. Das kostet zwar 80 bis 100 Euro mehr, dafür liegen aber gleich XL-Patronen bei, die einzeln rund 240 Euro kosten würden.

Die LC-426-Patronen enthalten eine hochwertige Pigmenttinte, die sich im Test schon 30 Sekunden nach Druck beim Bearbeiten mit dem Textmarker als sehr wischfest erwies. Im Tageslichtsimulator blieb die Tinte selbst nach 200 Stunden, was zwei Jahren im Sonnenlicht hinter Fensterglas entspricht, nicht sichtbar aus.

Beim Textdruck in den Qualitätseinstellungen „Schnell“ und „Normal“ legt der MFC-J4540DW ein flottes Tempo vor. „Schnell“ produzierte eine etwas blässere

## Brother MFC-J4540DW

Tinten-Mufu mit großen Patronen fürs Büro	
Hersteller, URL	Brother, brother.de
Druckverfahren, Tinten	Piezo, 4
max. Auflösung (Fotodruck) <sup>1</sup>	4800 dpi × 1200 dpi
Papiergewichte <sup>1</sup>	64 g/m <sup>2</sup> ... 300 g/m <sup>2</sup>
Papierzufuhr	1 × 150 Blatt, 1 × 250 Blatt, Einzelblatteinzug hinten
Papierablage	100 Blatt, face-up
Randlosdruck / automat. Duplexdruck	✓ / ✓
Scanner, optische Auflösung <sup>1</sup>	CIS, 2400 × 1200 dpi, ADF: 1200 × 600 dpi
Vorlageneinzug / Duplex	20 Blatt / –
USB-Host / Kartenslots / NFC-Tag	✓ / – / ✓
Druck-App	Brother iPrint&Scan (macOS, Windows), Brother Mobile Connect (Android, iOS)
AirPrint / Android-Plug-in / Mopria	✓ / Brother Print Service / ✓
Clouddienst Hersteller	Brother Web Connect, E-Mail-Print
Faxspeicher / Sendebericht mit Bild	180 Seiten / ✓
Schnittstellen	USB 2.0, Ethernet, WLAN IEEE802.11n, 2,4 GHz, Wi-Fi Direct
Betriebsabmessungen (B × T × H)	43,5 cm × 59 cm × 25 cm
Gewicht	10,4 kg
Display	6,8-cm-Touchscreen, resistiv
Treiber für Windows	Windows ab 7 SP1, Server 2008
Treiber für Mac / andere OS	macOS ab 10.14.6 / Linux
Software	Brother Utilities, iPrint&Scan, Nuance PaperPort 14 SE
Tinte mitgeliefert	Brother LC-426 Starterpatronen (BK: 2250 Seiten; C,M,Y: je 975 Seiten)
Reichweite <sup>1</sup>	LC-426 BK: 3000 S., XL: 6000 S.; LC-426 C,M,Y: je 1500 S., XL: je 5000 S.
Preis pro ISO-Farbseite	Normal: 5,83 Cent (Schwarzanteil 1,03 Cent); XL: 4,59 Cent (Schwarzanteil: 0,93 Cent)
Messergebnisse und Bewertungen	
ISO-Druckleistung [S./Min]	Schnell: 19,4 S./Min., Normal: 19,7 S./Min., Leise: 7,3 S./Min., Hoch: 6 S./Min., Beste: 2,2 S./Min.
Druckzeiten Qual. „Beste“ [min:sek]	Grafik: 0:46, Foto A4: 0:06, Foto 10×15: 1:42
Kopierzeiten [min:sek]	20 SW-Seiten: 3:31, 20 Farb-Seiten: 3:26, 20 Seiten ADF: 3:57, A4-Foto: 2:02
Scanzeiten [min:sek]	Vorschau: 0:07, 300 dpi: 0:13, 600 dpi: 0:38
Geräusentwicklung	Druck: 8,7 sone, Leise-Druck: 3,9 sone, ADF-Scan: 5,5 sone, ADF-Scan Leise: 5,6 sone
Leistungsaufnahme	Aus: 0,2 W, Sleep: 1,2 W, Bereit: 3,2 W, Kopieren (ADF): 20,8 W (47 VA)
Bedienung / Netzwerk	⊕⊕ / ⊕
Textdruck / Grafik	⊕ / ⊕
Foto Farbe / SW / Normalpapier	⊕ / ⊕ / ⊕
Kopie Text / Grafik / Foto	○ / ⊕ / ⊕⊕
Scan Grafik / Foto / Text (OCR)	⊕ / ⊕ / ⊕
Lichtbeständigkeit Normal- / Fotopapier	⊕⊕ / ⊕⊕
Herstellergarantie	3 Jahre Vor-Ort
Gerätepreis (UVP / Straße)	290 € / 250 €
<sup>1</sup> Herstellerangabe ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden	

Schrift als „Normal“, die aber gut lesbar war. Den früher bei Brother für alle Qualitäten zuschaltbaren Tintensparmodus gibt es nicht mehr. Die nächstbeste Stufe „Hoch“ lieferte im Test schon die beste Textqualität, die höchste Stufe „Beste“ brauchte nur länger, bot aber keine sichtbare Verbesserung. Auch bei Duplexdruck arbeitete der Brother-Drucker vergleichsweise zügig. Mit größeren Druckaufträgen (100 Seiten) kam er gut zurecht.

Die sehr guten Grafikdrucke zeigten erst unter der Lupe leichte Unsauberkeiten an feinen Strukturen. Fotos druckt der MFC-J4540DW auch auf Normalpapier randlos und dank der Pigmenttinte in guter Qualität. Auf Fotopapier störte nur ein leichter Rotstich.

Beim Kopieren schaltete unser Testgerät nicht nur einen, sondern gleich mehrere Gänge zurück: Es schaffte bestenfalls 5,8 Kopien pro Minute (der Hersteller gibt für Farbkopien 10,5 Seiten an). Offenbar druckte unser MFC-J4540DW beim Kopieren immer im langsamen Leise-Modus, denn als wir diesen aktivierten, änderte sich weder in der Geschwindigkeit noch in der Geräusentwicklung etwas. Die Kopierqualität war ordentlich, die Lupe zeigte aber im Farbmodus auch um schwarze Buchstaben herum bunte Tintentröpfchen. Grafiken kopierte das Gerät überraschend sauber. Nur für Kopien von Fotos taugt es nicht: Diese waren detailarm, grünstichig und mit völlig überstrahlten Hauttönen. Randlos kopiert es nicht.

Der Vorlageneinzug lärmte im Test unabhängig vom Leise-Modus und kam



**Die Patronen des Brother MFC-J4540DW brauchen Platz, besonders die dicke Schwarzpatrone. Deren XL-Version enthält Tinte für bis zu 6000 Seiten.**

mit verknickten Seiten nicht gut zurecht: Die Kopien zeigten verzerrte Schrift am oberen Rand und zahlreiche Artefakte von Knickstellen.

### Mehr Cloud

Die Cloudfunktionen hat Brother recht erfolgreich weiterentwickelt. Zum bekannten Dienst „Web Connect“, der den Drucker mit einem Cloudspeicher verbindet, von dem man Dateien drucken und der sich als Scanziel einstellen lässt, kommt nun E-Mail-Print. Diese Funktion weist dem Drucker eine individuelle Mailadresse zu. Mails und Anhänge in gängigen Dokumenten- und Bildformaten druckt der MFC-J4540DW danach automatisch aus. E-Mail-Print bieten Drucker von Epson und HP schon lange, für weitere Cloudfunktionen muss man dazu meist einen Account bei den Herstellerdiensten einrichten, bei Brother ist dies nicht nötig. Es reicht, eine spezielle Webseite aufzurufen und die dort angezeigte Codenummer über den Touchscreen des Druckers einzutippen.

Auch mit Mobilgeräten arbeitet der MFC-J4540DW gut zusammen: Standards wie AirPrint und Mopria funktionierten im Test klaglos, für mehr Komfort gibt es die Brother-Apps iPrint&Scan und die neue Mobile Connect. Via iPrint&Scan kann man sogar Faxe vom Smartphone über den Multifunktionsdrucker verschicken.

Beim Scannen von PC aus heißt das Programm nun ebenfalls iPrint&Scan, der Klassiker „CommandCenter“ wird nicht mehr installiert. Die Scanfunktionen blieben aber erhalten, ebenso die gute Texterkennung. Als Faxgerät druckt der MFC-J4540DW Sendeberichte mit Bild der ersten Faxseite und kann eingehende Faxe nur speichern und auf dem Touchscreen anzeigen, statt sie zu drucken – praktisch, um Spam auszusortieren.

### Fazit

Wären nicht die lahme Kopierfunktion und der klapprige und zu kleine Vorlageneinzug, wäre der Brother MFC-J4540 mit seiner guten Ausstattung eine Empfehlung für das Homeoffice. Zumindest das langsame Kopieren scheint ein Fehler zu sein, den der Hersteller mit einem Firmware-Update korrigieren könnte. Wegen der geringen Tintenkosten und der qualitativ hochwertigen Tinte ist der Brother-Mufu in jedem Fall ein Tipp für Vieldrucker. (rop@ct.de) **ct**





# Kommunikationszentrale

## Cynap Pure Pro: Präsentationssystem mit Kollaborationsfunktionen

**Das Grundkonzept hinter der Cynap-Pure-Reihe zielt darauf ab, Inhalte von Mobilgeräten möglichst einfach auf Bildschirm oder Beamer zu bringen. Der Pure Pro kombiniert dies mit der Unterstützung von Tools für die Online-Zusammenarbeit.**

Von Nico Jurrán

Die Coronabeschränkungen haben in vielen Betrieben und Bildungseinrichtungen die Zusammenarbeit verändert: weg von der Präsenzpflcht für alle, hin zu Online- und hybriden Lösungen. WolfVision bietet passend dazu den „Cynap Pure Pro“ für 1650 Euro an.

Das Gerät ist der große Bruder des in c't 11/2019, Seite 96, getesteten Cynap Pure, mit dem in Konferenzen oder Schulungen bis zu vier Teilnehmer gleichzeitig Inhalte auf einem zentralen Bildschirm, digitalen

Whiteboard oder Beamer zeigen können. Wie der Vorgänger unterstützt der Pro dafür die Spiegelungsprotokolle Airplay, Chromecast und Miracast (ohne HDCP-Kopierschutz) und arbeitet so mit iOS/iPadOS-, Android-, ChromeOS-, Windows- und macOS-Geräten zusammen.

### Unterbau

Die Basis für den Pure Pro ist Intels Mini-PC-Kit NUC8i3BEK mit einem auf 3 GHz getakteten Core-i3-Prozessor der 8. Generation und Intel HD Graphics 655 als Grafikprozessor. Die maximale Videoauflösung über den HDMI-2.0-Ausgang liegt wieder bei 3840 × 2160 Bildpunkten – mit einer maximalen Bildwiederholrate von 60 und nicht nur 30 Hertz wie seinerzeit beim Pure. Auf der Präsentationsfläche lassen sich bis zu vier Full-HD-Screens gleichzeitig nebeneinander darstellen.

Passend dazu ist der Pure Pro im Unterschied zum Pure-Modell voll als Medienplayer für alle gebräuchlichen Bild-, Video- und Audioformate nutzbar und zeigt zudem Dokumente in zahlreichen

gängigen Formaten an. Für Eingaben lässt sich eine gewöhnliche USB-Tastatur anschließen, als optionales Zubehör ist zudem eine Fernbedienung erhältlich.

Der integrierte Webbrowser ermöglicht einen individuellen Startbildschirm, dank HTML-5-Unterstützung auch mit dynamischen Inhalten. Neu ist, dass Admins über das LAN zentral Notmeldungen auf allen im Gebäude vorhandenen Geräten aktivieren und diese sperren können – eine nützliche Funktion beispielsweise für Schulen im Falle eines Brandes. Schließlich bietet WolfVision Drittanbietern die Möglichkeit, die Cynap-Geräte in ihre Steuerungssysteme zu integrieren.

### Alle zusammen

Interessant ist beim Pure Pro im Vergleich zum Pure aber vor allem, dass er in Kombination mit einer USB-Webcam Video-meetings am Fernseher oder Beamer ermöglicht. Zoom und WebRTC sind dabei sofort nutzbar, Microsoft-365-Abonnenten können zusätzlich Teams mit einem „Feature Pack“ für 250 Euro nutzen, das auch Word, Excel und Powerpoint enthält.

Im Test klappte die Videoübertragung mit einer Logitech-Webcam gut, die parallele Nutzung eines USB-Headsets erforderte nach unserem Geschmack aber zu viele und teilweise unklare Audio-Einstellungen im Setup. Positiv fiel die einfache Nutzerverwaltung für Microsoft 365 und Teams auf, über die man sich per Smartphone oder USB-Stick mit seinen persönlichen Login-Daten am Gerät an- und wieder abmelden kann.

Der Cynap Pure war bereits ein einfach zu bedienendes Präsentationssystem. Die Pure-Pro-Variante erweitert die Möglichkeiten der Zusammenarbeit noch einmal deutlich. (nij@ct.de) **ct**

## Cynap Pure Pro

Präsentationssystem mit Kollaborationsfunktionen	
Hersteller, URL	WolfVision, wolfvision.com
max. Video-Auflösung	3840 × 2160 Pixel, 60 Hz
Übertragungsprotokolle	Airplay, Chromecast, Miracast, VSolution Cast
Bildformate	GIF, JPEG, BMP, PNG
Videoformate	AVI, WMV, MOV, MP4, DivX, MKV, M4V, OGV
Audioformate	MP3, WMA, MKA, OGA, OGG
Dokumentenformate	PDF, Word, PowerPoint, Excel, Text, HTML
Anschlüsse	HDMI 2.0 (Ausgang), 4 × USB 3.0 (2 vorne, 2 hinten), Ethernet (10/100/1000 GBit/s)
WLAN	Wi-Fi 5 (WEP, WPA2, WPA2 Enterprise, IEEE 802.1X)
Preis	1650 € (zuzüglich 250 € für Feature Pack Office 365)



# Herbstcampus

Wissen, Inspiration und Praxisrelevanz

15. September 2021 – Online

Jetzt  
Tickets  
sichern!

**Die gewohnt kommunikative Konferenz  
für Unternehmensentwickler mit:**

- ✓ mehr als 20 Vorträgen
- ✓ Themenclustern aus drei Vorträgen und interaktiven Diskussionen
- ✓ Themen: Softwarearchitektur, Containerisierung, Java, APIs, Infrastructure as Code, Teamwork & Weiterentwicklung
- ✓ Diskussionsrunden per Chat und Video
- ✓ virtuellem Get-together am Abend

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

Veranstalter



 **Developer**

Gold-Sponsoren



Silber-Sponsor



Diversity-Sponsor



© Copyright by Heise Medien.

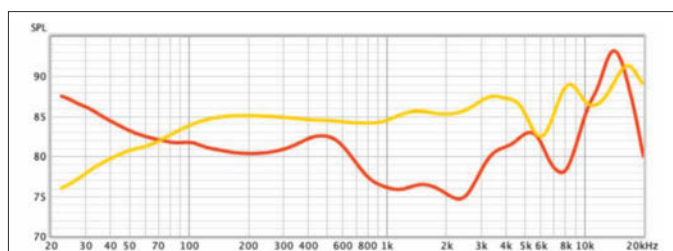


## Besser als nichts

**Die In-Ear-Kopfhörer Ear 1 sind der erste Aufschlag des Tech-Start-ups Nothing. Viel fehlt nicht zu einem Ass: Vor allem ANC und Preis gefallen.**

Mit ihrem Preis von 100 Euro gehören sie zur Klasse der günstigen True Wireless In-Ears mit aktiver Geräuschunterdrückung (ANC). Die Kopfhörer stecken in einem auffälligen transparenten Case (58,6 mm × 58,6 mm × 23,7 mm, 57 g). Auch die Ohrteile selbst sind zur Hälfte transparent. Mithilfe von Silikonauflagen dichten sie den Gehörgang ab. Drei unterschiedlich große Silikonstöpsel liegen bei.

Sind die In-Ears mit dem Smartphone verbunden, dienen sie auch als Fernbedienung für die Medienwiedergabe. Doppeltes Tippen pausiert die Wiedergabe, dreifaches springt zum nächsten Lied und Halten wechselt zwischen ANC, Transparenzmodus und nichts davon. Streichgesten ändern die Lautstärke. Das funktioniert recht gut und nach kurzer Eingewöhnungszeit ohne Fehleingaben. In der zugehörigen App lässt sich der Sound mithilfe mehrerer Voreinstellungen anpassen und die Intensität der aktiven Geräuschunterdrückung in zwei Stufen regeln.



**Kontrolliert bassbetont klingen die Ear 1 (rote Kurve) im Vergleich zu den neutral abgestimmten Sennheiser HD600.**

Gleichbleibende Störgeräusche wie Straßenlärm vor dem Fenster dimmen die Hörer gut herunter. Mit plötzlich auftretenden und hochfrequenten Töne haben sie Probleme wie andere ANC-Kopfhörer auch. An das ANC von Apples AirPods Pro oder das der Bose QuietComfort Earbuds reichen die Ear 1 nicht heran. Das gilt auch für den ebenfalls implementierten Transparenzmodus. Dieser soll Umgebungsgeräusche gezielt durchleiten, sodass man zum Beispiel Lautsprecheransagen am Bahnhof nicht verpasst oder die eigene Stimme weniger dumpf klingt, wenn man telefoniert. Ersteres funktioniert wunderbar. Auch wenn man Musik hört, bekommt man Lautsprecherdurchsagen mit und hört, wenn man angesprochen wird oder es an der Haustür klingelt. Mit den zum Vergleich herangezogenen Freebuds Pro von Huawei, die mittlerweile auch für um 100 Euro erhältlich sind, ist die Telefonie allerdings angenehmer, weil man sich selbst klarer hört. Die eigene Stimme übertragen die Ear 1 angenehm voll an das Gegenüber, wenn auch etwas zu leise. Multilink-Bluetooth beherrschen sie nicht. Die Kopplung mit neuen Geräten gelang manchmal erst im zweiten oder dritten Anlauf.

Klanglich gefallen die Ear 1: Sie klingen trotz relativ warmer Abstimmung noch einigermaßen neutral und nerven auch bei längerem Musikhören nicht. Die (deutlich teurere) Konkurrenz von Apple oder Sennheiser trumpft allerdings mit einem detailreicheren Sound auf. Bei aktiviertem ANC und mittlerer Lautstärke konnten wir die Ohrteile etwa fünf Stunden nutzen, bevor sie im Case geladen werden wollten. Dieses hält vier bis fünf Ladungen bereit und lässt sich seinerseits per Qi und USB-C volltanken. (rbr@ct.de)

## Nothing Ear 1

In-Ears mit aktiver Geräuschunterdrückung	
Hersteller, URL	Nothing, <a href="https://nothing.tech">nothing.tech</a>
Anbindung	Bluetooth 5.2
Codecs	AAC, SBC
Gewicht	57 g (Case), 4,7 g (Hörteil)
Preis	99 €



## Schnell, schneller, USB-Stick

**Der USB-Stick C212 von Teamgroup ist in einigen Disziplinen schneller als jede SATA-SSD. Nervig ist jedoch der klapprige Schiebemechanismus.**

Der C212 ist mit 256 und 512 GByte sowie einem TByte Speicherplatz erhältlich, letzterer stand uns für einen Test zur Verfügung. Einige Benchmark-Programme attestieren dem Stick sowohl beim Lesen als auch beim Schreiben Geschwindigkeiten von mehr als 900 MByte/s, das ist deutlich mehr, als der Hersteller verspricht.

Länger laufende Benchmarks aber ermitteln deutlich geringere Werte: Schreibt man den Stick mittels H2testw komplett voll, nennt das Tool eine Schreibgeschwindigkeit von gerade einmal 23 MByte/s. Bei geringeren Datenmengen aber kommt der C212 auf Werte um 500 MByte/s, etwa beim Lesen und Schreiben von Videos.

Der Typ-A-Stecker verschwindet bei Bedarf über einen Schieber im Gehäuse. Im Test passierte das allerdings einige Male unbeabsichtigt beim Einstecken, zudem klappert der Stick im Gehäuse. Für unser Testmainboard war der C212 zu dick: Um den schnellsten USB-Port zu nutzen, mussten wir das darüber steckende Netzkabel abziehen.

Bis Redaktionsschluss waren diese Teamgroup-Sticks in Deutschland noch nicht erhältlich, lediglich ein Anbieter nannte bereits Preise. Die sind heftig: Für das Modell mit 1 TByte sollen mehr als 300 Euro fällig werden – das ähnlich schnelle und große Patriot-Modell Supersonic Rage Prime (siehe c't 17/2021, S. 87) kostet aktuell gerade einmal die Hälfte. (ll@ct.de)

## Teamgroup C212

Schneller USB-Stick	
Hersteller, URL	Teamgroup, <a href="https://teamgroupinc.com">teamgroupinc.com</a>
Modellnummer	TC21231TBB01 (166990)
Anschluss	USB 3.2 Gen 2, Typ-A-Stecker
Preis	ca. 340 €





shop.heise.de/ho-beleuchtung

# Das bringt Licht ins Dunkel!

Heft + PDF  
mit 29 % Rabatt



shop.heise.de/ho-beleuchtung

Starten Sie mit dem Thema Smarte Beleuchtung in die **neue Heftreihe von heise online:**

- Smartes Licht in Haus und Garten
- Auch im Set mit Smart Steckdose zum Sonderpreis
- Smarte LED-Lampen für E14 und E27 im Test
- Für Abonnenten portofrei

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 € • Bundle Heft + PDF 19,90 €



# Radlos schnell

## 5G-Smartphone Realme GT mit Snapdragon 888

**Top-Prozessor und hoher Preis müssen nicht zwangsläufig Hand in Hand gehen. Der chinesische Hersteller Realme zeigt mit dem GT, dass viel Power auch günstig geht – mit leichten Abstrichen.**

Von Steffen Herget

**W**äre das Realme GT ein Auto und kein Smartphone, man wüsste bereits anhand des Kürzels „GT“, was zu erwarten ist: ein Sportwagen, der schnell ist, aber

auch genug Komfort für lange Strecken bieten – ein Gran Turismo eben. Zumindest die gelb-schwarze Farbvariante unseres Testgerätes transportiert das GT-Feeling ein wenig in die Handy-Welt. Der matte gelbe Kunststoff bildet optisch einen Kontrast zum glänzend schwarzen Streifen und fasst sich angenehm an. Wer den Schutz für das Smartphone verbessern und gleichzeitig den Look ruinieren möchte, verwendet die schnöde graue, transparente Plastikhülle, die Realme mit in den Karton legt. Der glänzende Kunststoffrahmen ist zweckmäßig, dürfte aber ruhig fließender in das Display übergehen und lässt das Smartphone weniger hochwertig wirken als teure Luxus-Handys aus Metall und Glas.

Während so ein Sportwagen ziemlich teuer ist, gibt es das Realme GT für einen

schmalen Taler: Knapp 500 Euro für ein Smartphone mit High-End-Prozessor sind eine außerordentliche Ansage. Wer einen Hunderter mehr ausgibt, bekommt 256 statt 128 GByte Speicher. Der Arbeitsspeicher ist mit 12 GByte großzügig bemessen. Sowohl in Benchmark-Tests als auch im Alltag bringt das GT seine Power auch auf die Straße, die Messwerte sind ausgezeichnet. Das Realme ist in der Benutzung stets auf Zack, egal ob beim Surfen, Spielen oder Navigieren. Bei längerer starker Belastung wird das GT arg warm, der Prozessor drosselt die Leistung dann deutlich. Das Dual-SIM-Smartphone unterstützt 5G in allen hierzulande wichtigen Frequenzbändern.

Im GT steckt ein OLED-Display mit einer maximalen Bildwiederholfrequenz von 120 Hertz. Diese 120 Hz können ebenso wie stromsparende 60 Hz fest eingestellt werden oder man lässt die Automatik ran. Die Farben sind in der Standardeinstellung knallig, der Kontrast OLED-typisch hoch. Die gemessene Helligkeit von 684 cd/m<sup>2</sup> reicht für den Alltag locker aus, einige High-End-Smartphones erreichen jedoch vierstellige Werte und lassen sich damit im hellen Sonnenlicht noch besser ablesen. Die vom Hersteller aufgebrachte Schutzfolie stört nicht, sie lässt sich aber auch problemlos entfernen.

### Schicke Selfies ohne Tricks

Auf der Rückseite verfügt das GT über drei Kameras. Die wichtigste und beste der drei ist die Hauptkamera mit einem 64-Megapixel-Sensor von Sony. Sie bildet Farben naturgetreu ab und zeigt viele Details, die Schärfe nimmt zu den Ecken hin leicht ab. Das Ultraweitwinkelobjektiv mit einer maximalen Auflösung von 8 Megapixel bringt zwar viel Motiv aufs Bild, macht aber schon bei guten Lichtbedingungen verwaschene Fotos mit leichtem Grünstich und ist im Düsternen schnell komplett überfordert. Ein 2-Megapixel-Makro macht das Trio komplett.

Die 16-Megapixel-Frontkamera verschönert auf Wunsch die Selbstporträts durch allerlei Filter und Effekte, schießt dabei aber oft über das Ziel hinaus. Diese zum Glück abschaltbare Softwaretrickserei ist eigentlich überflüssig, denn die Kamera macht ansehnliche Fotos und kommt mit unterschiedlichen Beleuchtungen gut zurecht.

Der Akku des Realme GT ist mit einer Kapazität von 4500 mAh ausreichend



kräftig, auch wenn es zunächst nicht danach aussah: Anfangs ging die Prozentanzeige selbst im Standby arg schnell zur Neige, nach den ersten drei Ladevorgängen stabilisierte sich die Laufzeit allerdings auf ordentlichem Niveau. Die gemessenen Laufzeiten lagen im Test allesamt im oberen Drittel vergleichbarer Smartphones. Geht der Ladestand schließlich doch zur Neige, lädt das Smartphone zwar nicht bequem drahtlos, dank 65-Watt-Netzteil aber besonders schnell – von 0 auf 100 in einer halben Stunde.

Realmes Android-Spielart basiert auf Android 11 und fällt nicht nur unangenehm durch vergleichsweise viele vorinstallierte Drittanbieter-Apps auf, sondern auch mit nicht ganz aktuellem Sicherheits-Patches. Zum Ende des Tests waren weder das Update von Juli noch von August auf dem Gerät eingetroffen. Zu den überflüssig vorinstallierten Hersteller-Apps zählt die Realme-Link-Anwendung zur Kopplung von Zubehör wie Smartwatches und Smart-Home-Geräten. Die App verlangt zwingend ein Konto beim Hersteller.

## Fazit

Schnell ist es, das Realme GT, und sieht sogar ein bisschen nach Sportwagen aus. Die Kombination aus günstigem Preis und starkem Prozessor lockt, zumal auch das Funkmodul, der Bildschirm und der Akku samt Ladegerät höheren Ansprüchen genügen. Die Wahl von zweckmäßigem Kunststoff statt edlerem Glas oder Metall am Gehäuse ist zu verschmerzen, bei den Kameras ist zumindest die zentrale Knipse ein verlässlicher Begleiter.

(sht@ct.de) ct

## Realme GT

Android-Smartphone	
Betriebssystem / Security Level	Android 11 / Juni 2021
Prozessor / GPU	Qualcomm Snapdragon 888 / Adreno 660
RAM / Flash-Speicher	12 / 128, 12 / 256 (nicht erweiterbar)
5G	✓ (N1, N3, N7, N8, N20, N28, N38, N41, N78)
LTE / Dual-SIM / SAR-Wert	✓ (LTE Cat. 18/13) / ✓ / 0,99 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbestimmung	Wi-Fi 6 (2) / 5.2 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Galileo, Beidou
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss	USB-C (2.0) / ✓
Akku / Ladetechnik / Drahtlosladen	4500 mAh / SuperDart 65 Watt / –
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	15,9 cm × 7,3 cm × 1 cm / 187 g / –
Display	
Größe / Technik / Bildwiederholrate	6,43 Zoll / OLED / 60 Hz, 120 Hz
Auflösung (Punktdichte) / Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	2400 × 1080 Pixel (404 dpi) / 1,84 ... 684 cd/m² / 96,8 %
Kameras	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	64 MP / f/1,80 / ✓
Ultraweitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS	8 MP / f/2,3 / –
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	16 MP / f/2,5 / –
Lauf- und Ladezeiten	
Ladezeit 50 % / 100 %	14 min / 35 min
Laufzeiten bei 200 cd/m² Helligkeit	17,4 h lokales Video / 11,6 h 4K/120fps-Video / 13,3 h 3D-Spiel / 17,9 h Videostream
Benchmarks	
Coremark Single / Multi	19035 / 96286
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	5133, 14433 / 1141, 3407
3DMark Wild Life / Wild Life Extreme	5809 / 1552
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	58, 68 / 60, 108 / 60, 152
Preis	499 € (12/128 GByte) / 599 € (12/256 GByte)
✓ vorhanden – nicht vorhanden	

# MIT Technology Review

Das Magazin für Innovation von Heise

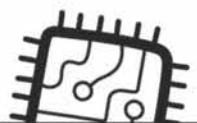


Die Welt verstehen,  
wie sie morgen sein wird.



2 Ausgaben inklusive  
Prämie nach Wahl:

[mit-tr.de/testen](https://mit-tr.de/testen)



✉ [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

☎ +49 541/80 009 120

🌐 [trvorteil.de/testen](https://trvorteil.de/testen)





# Harmoniebedürftig

## Stift-Tablet Huawei MatePad 11 mit neuem Betriebssystem Harmony OS

**Jedem Anfang wohnt ein Zauber inne – oder doch ein Fluch? Das neue Harmony OS von Huawei fordert große Opferbereitschaft, lockt aber gleichzeitig mit der Befreiung aus den Google-Fesseln.**

Von Steffen Herget

**S**chlicht und schick sieht es aus, das MatePad 11: Rückseite und Rahmen bestehen zwar aus Kunststoff, sind aber sauber verarbeitet und matt, das hält Fin-

gerabdrücke einigermaßen fern. Die Displayränder wären für ein Smartphone mit 8 Millimetern ziemlich breit, bei einem Tablet freuen wir uns aber, wenn etwas mehr Platz zum Festhalten vorhanden ist. Der Prozessor des MatePad, ein Snapdragon 865 von Qualcomm, wurde zwar schon im Dezember 2019 vorgestellt, ist aber noch immer locker stark genug für alle gängigen Tablet-Aufgaben. 6 GByte RAM wären für ein Oberklasse-Gerät allerdings etwas wenig. Optional ist das Tablet mit LTE-Funkmodul als WLAN-Alternative zu haben. Huawei bietet drei Speichergrößen an: 64, 128 oder 256 GByte, erweiterbar per Speicherkarte um bis zu 1 TByte. Auf einen Fingerabdrucksensor muss die Kundschaft verzichten, 2D-Face-

Unlock über die Frontkamera ist die einzige – und vergleichsweise unsichere – biometrische Entsperrmethode.

Mit dem passenden Tastaturcover und dem magnetisch andockenden Stift wird das MatePad zum kompakten Arbeitsgerät für unterwegs. Die Hülle steht sicher und stabil, die Tasten haben zwar einen geringen Hub, aber einen klaren Druckpunkt, wir konnten problemlos darauf tippen. Ein Touchpad wäre das Tüpfelchen auf dem i gewesen, mit einer Bluetooth-Maus ist das Tablet jedoch ebenfalls kompatibel. Der Huawei Pencil funkt über Bluetooth LE und wird am Tablet induktiv geladen. Der Magnet dürfte ruhig ein wenig fester zupacken, in der Tasche macht sich der Stift schnell selbstständig.

Das 11 Zoll große Display hat zwar kein OLED-Panel und gegenüber diesen leichte Nachteile bei Kontrasten und Farbdarstellung, ist aber trotzdem sehr ansehnlich: natürliche Farben, gute Blickwinkelstabilität und mit gemessenen 441 cd/m<sup>2</sup> angenehm hell für ein Tablet. Der Klang der vier eingebauten Lautsprecher von Harman Kardon ist klar und kräftig, da muss man nicht unbedingt gleich zum Kopfhörer greifen. Der Lithium-Ionen-Akku besitzt eine Kapazität von 7250 mAh und hat genug Puste für einen intensiven Arbeitstag oder lange Filmabende. Ein zwei Stunden langer HD-Film im Stream lässt die Akkustandsanzeige um gut 20 Prozent absinken.

### Was kann Harmony OS?

Doch die beste Hardware nutzt nichts, wenn es an der Software hapert, und genau da drückt bei Huawei der Schuh. Harmony OS basiert zwar in Teilen auf dem Android Open Source Project (AOSP), muss jedoch ohne Play Store, Google-Dienste und viele damit verbundene Annehmlichkeiten auskommen. Vor allem App-Auswahl und -Qualität lassen zu wünschen übrig.

Der eigene App-Store, den Huawei als AppGallery schon zu Zeiten vor dem US-Boycott auf seinen Geräten installierte, soll die wichtigste Anlaufstelle für neue Apps sein. In Kombination mit der Suchmaschine Petal Search, die Downloadportale für APK-Dateien durchforstet und dort Apps aufspüren soll, sind zwar viele Anwendungen zu finden, aber längst nicht alle Top-Apps. Rund zwei Drittel unserer Suchanfragen in der mit aufdringlicher Werbung nervenden AppGallery führten uns aus dem Huawei-Store hinaus zu

Drittanbietern, für die man die Installation aus unbekannten Quellen zumindest temporär erlauben muss – ein Sicherheitsrisiko, selbst wenn Huawei jedes Installationspaket kurz auf Malware scannt. Doch in der AppGallery selbst gibt es ebenfalls fragwürdige Apps. Wir wollten etwa das Zeichenprogramm Sketchbook installieren. Die App wird in der Suche gleich dreimal gefunden, immerhin zweimal mit dem richtigen Logo, doch alle drei entpuppten sich schlussendlich als völlig andere Anwendung als das Original. Solche Dinge wecken kein Vertrauen in die Plattform.

Dazu kommt: Es gibt viele Anwendungen, die zwar prinzipiell unter Harmony OS laufen, dann aber auf Dienste zurückgreifen wollen, die nicht funktionieren, etwa Google Pay oder Maps. Mit dem vorinstallierten Huawei-Browser kann man sich nicht einmal im Web am Google-Konto anmelden. Das immerhin ist uns über den mobilen Firefox – händisch heruntergeladen und installiert, weil nicht in der AppGallery direkt zu finden – gelungen. Viele, jedoch längst nicht alle Probleme lassen sich am Ende irgendwie zumindest teilweise lösen, aber selten ohne frustrierende Fummelei und immer wieder auch ohne Happy End.

Man kann natürlich auch anders an die Sache rangehen und ganz bewusst auf Google und dessen Dienste verzichten. Dafür eignet sich Harmony OS schon jetzt gar nicht so schlecht. Die Navi-Software Petal Maps ist zwar etwas träge und hat weniger eingebaute Funktionen als Google Maps, etwa was ÖPNV, Taxen oder POI-Daten betrifft. Die grundlegenden Dinge funktionieren aber immerhin und die Optik ist ansehnlich. Huaweis Alternativen für Mails, Cloudspeicher, Backups und Streaming sind vorhanden und funktionieren, zumindest innerhalb des eigenen Ökosystems. Die Streaming-Inhalte für Musik, Video und Bücher sind zwar nicht so zahlreich, die wichtigsten Drittanbieter-Apps wie Netflix, Amazon Prime Video, Disney+, Spotify oder Tidal jedoch verfügbar. Auf den bequemen Login via Google-Konto muss man unter Harmony OS zwar naturgemäß verzichten, aber die Angebote sind nutzbar. Das System sieht modern und elegant aus, wirkt optisch aber stark an macOS und iPadOS angelehnt. Multitasking mit zwei parallel genutzten Anwendungen ist recht ordentlich gelöst, die drahtlose Kopplung mit Huawei-Smartphones praktisch.

**Das größere MatePad Pro 12.6 mit Kirin-Prozessor und OLED-Display kostet doppelt so viel wie das 11-Zoll-Modell. Bei der App-Kompatibilität sind wir auf Probleme gestoßen.**



## Auf rohen Eiern

Trotzdem, von welcher Seite man es auch angeht, der Tablet-Alltag ist und bleibt anstrengend und unkomfortabel – und auch in gewissem Maße unsicher. Die mangelhafte Auswahl an Apps in der Huawei AppGallery macht es notwendig, immer wieder auf andere Quellen auszuweichen. Zwar gibt es alternative App-Stores (siehe c't 9/2021, S. 106) und Downloadportale für Installationspakete, doch dort sind die Sicherheitsnetze deutlich dünner als im Play Store. Harmony OS macht es bei der Suche nach neuen Anwendungen für die schicke Hardware nötig, wie auf rohen Eiern durch das Netz zu schleichen und zu hoffen, sich keine Probleme einzufangen. Das ist nichts für Unbedarfte, und auch Profis kann es bei aller Neugier den Spaß rauben.

Noch größere Schwierigkeiten hatten wir mit dem großen Bruder des MatePad 11, dem MatePad Pro 12.6. Das läuft ebenfalls unter Harmony OS, besitzt allerdings einen Kirin-Prozessor von Huawei anstelle des Qualcomm-Chips. Identische Installationspakete so mancher Anwendung, etwa der Benchmarks Geekbench 5 und GFXBench, ließen sich auf dem Qualcomm-basierten Tablet problemlos installieren, auf dem Kirin-Gerät jedoch nicht. In diesem Modell stecken zwar zudem ein hochwertigeres OLED-Display und ein um knapp 3000 mAh größerer Akku, es kostet jedoch auch das Doppelte. Aufgrund der Softwareprobleme und des besseren Preis/Leistungs-Verhältnisses raten wir zum kleinen Modell, wenn es denn ein MatePad sein soll.

## Fazit

Es ist ein Risiko dabei, sich Hardware in der Hoffnung anzuschaffen, dass sich die Software in absehbarer Zeit verbessert, Probleme gelöst und dabei keine neuen Baustellen aufgerissen werden. Im Falle des MatePad 11 ist das zumindest dann eine Überlegung wert, wenn man explizit

auf Google verzichten möchte. Zudem ruft Huawei für die gebotene Technik und Verarbeitungsqualität recht kleine Preise auf – der Druck des Marktes sorgt dafür. Das Keyboardcover und den Stift gibt es derzeit ohne Aufpreis hinzu, weiteres Zubehör im Paket für geringe Aufpreise. Display, Rechenpower, Sound, Akku, Stift und Tastatur, Mobilfunk, eigentlich alles dran – wenn man mit der Softwarefrittelei leben kann. Mit weniger Sorgen durchs Leben kommt man jedoch mit dem meistverkauften Tablet, einem Apple iPad. Das gibt es in der günstigsten Version bereits ab 380 Euro – und ebenfalls auf Wunsch Google-frei. (sht@ct.de) **ct**

## Huawei MatePad 11

Tablet mit Harmony OS	
Betriebssystem / Security Level	Harmony OS / Juli 2021
Prozessor / GPU	Qualcomm Snapdragon 865 / Adreno 650
RAM / Flash-Speicher	6/64, 6/128, 6/256 GByte (erweiterbar via MicroSD)
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbestimmung	Wi-Fi 6 (2) / 5.1 / ✓ / – / GPS, Glonass, Galileo, Beidou
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss	USB-C (3.0) / –
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	16,5 cm × 25,4 cm × 0,9 cm / 485 g / –
Display	
Größe / Technik / Bildwiederholrate	11 Zoll / LCD / 120 Hz
Auflösung (Punktdichte) / Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	2560 × 1600 Pixel (273 dpi) / 2,6 ... 441 cd/m² / 93 %
Kameras	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	13 MP / f/1,8 / –
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	8 MP / f/2 / –
Benchmarks	
Coremark Single / Multi	21428 / 99203
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	4279, 13305 / 920, 3348
3DMark Wild Life / Wild Life Extreme	3803 / 1113
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	27, 52 / 45, 88 / 58, 127
Preis	399€ (6/64 GByte) / 499€ (6/128 GByte)
✓ vorhanden – nicht vorhanden	



# Lademeister

## Android-Smartphone OnePlus Nord 2

**Das OnePlus Nord 2 rechnet wie ein Oberklasse-Smartphone, kostet aber nur die Hälfte. Beim Laden purzeln Rekorde, anderswo hinkt OnePlus aber hinterher.**

Von Robin Brand und Steffen Herget

Für sein neues Mittelklasse-Smartphone Nord 2 hat sich OnePlus großzügig an den Zutaten seiner Oberklasse-Modelle bedient. Das Rezept überzeugt: Schnelles Laden und lange Laufzeiten kombiniert das Nord 2 mit einem neuen MediaTek-Chipsatz, dessen Leistung an die bekannten Chips aus der Smartphone-Luxusliga heranreicht.

Trotz seines 6,4-Zoll-Displays bleibt das Nord 2 einigermaßen kompakt, die Verarbeitung mit gläserner Rückseite ist grundsolide. Das Nord 2 ist eines der ersten hierzulande erhältlichen Smartphones mit dem Dimensity 1200. MediaTek baut den Chip in 1-3-4-Architektur mit vier energieeffizienten Cortex-A55-Kernen, drei Cortex-A78-Kernen mit bis zu 2,6 GHz und einem weiteren A78-Kern für maximal 3,0 GHz.

Die Benchmark-Tests attestieren dem Dimensity 1200 eine mit dem Snapdragon 870 vergleichbare Leistung; die Werte des Snapdragon 888 erreicht er nicht ganz. Unter Dauerlast drosselte der MediaTek-Chip allerdings stärker als der Snapdragon 870. In Grafikbenchmarks bleibt das Smartphone minimal zurück – messbar, aber in der Praxis nicht spürbar. Auch mit anspruchsvollen Anwendungen und mehreren gleichzeitig geöffneten Apps kommt das OnePlus Nord 2 klar.

Der Akku fasst 4500 mAh und ist mit dem beiliegenden 65-Watt-Netzteil in weniger als einer halben Stunde aufgefüllt, nach nur elf Minuten steht die Anzeige bei 50 Prozent – so schnell war bis dato kein anderes Smartphone auf dem c't-Prüfstand. Im Streaming-Dauerlauf hielt das Smartphone 17,4 Stunden durch – ein überdurchschnittlicher Wert. In der Praxis sind anderthalb bis zwei Tage Laufzeit drin, bei geringer Nutzung auch mal ein dritter Tag.

Für die optisch stabilisierte Hauptkamera greift OnePlus auf einen 50-Megapixel-Sensor zurück. Der Ultraweitwinkel mit einem Bildwinkel von 120° löst 8 Megapixel auf. Für Selfies steht die 32-Megapixel-Frontkamera bereit.

Die Hauptkamera gibt Fotos relativ warm nachbearbeitet als JPEG aus. Das deutlich wahrnehmbare Schärfen erzeugt hier und da sichtbare Artefakte und lässt die Fotos unruhig wirken. Für Mittelklasse-Verhältnisse ist das Gebotene völlig in Ordnung. Die Stereolautsprecher spielen recht voluminös und laut auf, ab etwa 80 Prozent der Lautstärke werden sie aber ziemlich plärrig. Der untere der beiden Lautsprecher bläst fast ausschließlich den Bass raus – und das ist durchaus wörtlich zu verstehen, das Lautsprecherlein macht ordentlich Wind. In der SIM-Schublade ist Platz für zwei Nano-SIM-Karten, nicht aber für eine Speicherkarte. Der Hersteller will das Smartphone zwei Jahre lang mit Upgrades auf neue Android-Versionen und drei Jahre lang mit monatlichen Sicherheitspatches versorgen.

### Fazit

Dass es sich beim OnePlus Nord 2 um ein Mittelklasse-Smartphone handelt und nicht um ein High-End-Gerät, macht sich vor allem an der Kamera bemerkbar. Dennoch überwiegen die Vorteile: Das Nord 2 lädt schneller als jedes andere Smartphone, das wir bisher im Test hatten, läuft lange und ist mit einem MediaTek-SoC bestückt, der Oberklasse-Ansprüchen gerecht wird. Das schmutzige 90-Hz-OLED rundet den positiven Gesamteindruck ab.

(rbr@ct.de) ct

## OnePlus Nord 2

Android-Smartphone	
Betriebssystem / Patch	Android 11 / Juni 2021
Prozessor / GPU	MediaTek Dimensity 1200 AI / ARM G77 MC9
RAM / Flash-Speicher	6/128, 8/128, 12/256 GByte
5G / LTE / Dual-SIM / SAR-Wert	✓ / ✓ / ✓ / 0,94 W/kg
Akku / Ladezeit 50 %/100 %	4500 mAh / 11 min / 28 min
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	15,9 cm × 7,3 cm × 0,8 cm / 189 g / –
Display	
Größe / Technik / Frequenz	6,43 Zoll / OLED / 60 Hz, 90 Hz
Auflösung (Punktdichte) / Helligkeitsregelbereich	2400 × 1080 Pixel (410 dpi) / 1,84 ... 634 cd/m²
Kamera	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	50 MP / f / 1,88 / ✓
Ultraweitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS	8 MP / f / 2,25 / –
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	32 MP / f / 2,45 / –
Benchmarks	
Coremark Single / Multi	23226 / 104511
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	4243, 12568 / 812, 2484
3DMark Wild Life / Wild Life Extreme	4142 / 1290
Listen- / Straßenpreis	399 € (8/128 GByte), 499 € (12/256 GByte)





tooth-Reichweite befinden. In unseren Tests funktionierte das zwar, die App warnte aber, dass die Standorterkennung unter Android nicht immer zuverlässig gelingt. Als Abhilfe wird geraten, der App die Standorterkennung im Hintergrund zu gewähren und sie von der Akku-Optimierung auszunehmen. Das kostete auf unserem Testhandy aber durchaus pro Ladezyklus des Handys ein paar Prozent des Akkus.

Apropos Akku: Das Linus läuft mit vier AA-Batterien. Je nach Schließweg, Häufigkeit der Schließungen und der Leichtgängigkeit des Schlosses verspricht Yale eine Laufzeit von sechs bis neun Monaten. Die App warnt rechtzeitig, wenn sich die Batterien dem Ende nähern.

Der Motor arbeitet deutlich leiser als bei anderen Schlössern, die wir bislang im Test hatten. Auch empfanden wir die Tonalität angenehmer.

Wie andere Smartlocks unterstützt auch das Linus mehrere Nutzer. Ihnen lassen sich dauerhafte oder temporäre Schließrechte einräumen. Einzelne Zeitfenster sind ebenfalls möglich.

Will man das Linus aus der Ferne oder über einen Sprachassistenten wie Alexa steuern, steht als Zubehör für rund 80 Euro eine WLAN-Bridge zur Verfügung: Sie wird in eine Steckdose in der Nähe der Haustür gesteckt und baut eine dauerhafte Bluetooth-Verbindung zum Schloss auf und hievt es über WLAN in die Cloud des Herstellers.

### Fazit

Das Linus Smart Lock ist zwar ziemlich groß, wartet aber mit solider Verarbeitung und robuster Technik auf. Wer es gerne ruhig mag, wird den leisen Schließbetrieb zu schätzen wissen. Die optionale WLAN-Bridge ist wiederum kleiner als bei anderen Smart Locks – und vor allem ist sie weiß und hat keine grelle LED.

Die App bietet alle gängigen Automatisierungen und eine umfangreiche Verwaltung weiterer Nutzer. Wermutstropfen ist der Cloudzwang, der eine E-Mail-Adresse und eine Telefonnummer erfordert. (spo@ct.de) **ct**

## Yale Linus Smart Lock

Smartes Türschloss	
Hersteller, URL	Yale/Assa Abloy, yalelock.de
Abmessung (L× B× H), Gewicht	15 cm × 5,8 cm × 5,8 cm, 623 g
Konnektivität	Bluetooth, WLAN
Systemvoraussetzungen	Smartphone mit Android oder iOS, doppelseitig schließbarer Schließzylinder
Preis	220 €

# Smartes Türschloss

## Robustes Türschloss mit App-Steuerung: Linus Smart Lock

**Das smarte Türschloss Yale Linus Smart Lock öffnet und verriegelt die Haustür auf Knopfdruck in der App oder auf Wunsch sogar ganz automatisch – leider nicht sonderlich datensparsam.**

Von Stefan Porteck

**D**as Linus Smart Lock ist größer und schwerer als andere Motorschlösser. Einmal an der Tür montiert wirkt es jedoch nicht allzu klobig oder pummelig, aber dennoch robuster und haltbarer als Geräte der Konkurrenz.

Für die Installation muss in den meisten Fällen der vorhandene Schließzylinder der Haus- oder Wohnungstür gegen ein Modell ausgetauscht werden, das sich auch dann von außen aufschließen lässt, wenn von innen ein Schlüssel steckt.

Zum Lieferumfang gehören zwei Montageplatten: eine zum Verschrauben am Schließzylinder und alternativ eine mit Klebepad für den Türbeschlag. Beide ließen sich leicht anbringen und hielten bombenfest. Danach wird der Schlüssel innen

ins Schloss gesteckt, das Yale drüber gestülpt und an der Montageplatte verriegelt.

Abschließend musste das Yale-Schloss in der Smartphone-App eingerichtet werden. Bei der Registrierung muss für die Zwei-Faktor-Authentifizierung sowohl E-Mail-Adresse als auch Handynummer angegeben werden. Anonym lässt sich das Schloss also nicht nutzen.

### Unauffällig zu Diensten

Im Alltag verrichtete das Linus seinen Dienst sehr unauffällig. Über die zugehörige App lässt sich mit einem Fingertipp die Tür auf- und zuschließen und auf Wunsch auch öffnen. Von innen kann man das Schloss über den Drehknauf des Linus jederzeit händisch bedienen.

Für mehr Komfort lässt sich in der App automatisches Ver- und Entriegeln einschalten. Sofern man den mitgelieferten Magneten an den Türrahmen klebt, erkennt das Linus, ob die Tür offensteht. In einem einstellbaren Zeitintervall verriegelt es nach dem Schließen die Tür. Alternativ lassen sich auch feste Zeiten einstellen.

Das optionale automatische Entriegeln funktioniert über die Standortdienste des Smartphones. Verlässt man die Wohnung und kehrt später zurück, wird die Tür automatisch aufgeschlossen, sobald Handy und Schloss sich erstmals wieder in Blue-



## Kehrgehilfe

**Der chinesische Hersteller Roborock hat für sein Saugroboter-Modell S7 eine Basisstation im Sortiment, die dessen Staubbehälter automatisch entleert. Sie macht dabei einiges anders als Konkurrenzprodukte.**

Die Entleerungsstation von Roborock besteht aus einer Auffahrrampe für den Saugroboter und einem 38 Zentimeter hohen und 31 Zentimeter breiten Doppeltürmchen. In dessen linker Hälfte steckt ein 240-Volt-Sauggebläse und in der rechten Hälfte landet der aus dem Roboter abgesaugte Staub. Sobald der S7 nach erledigter Arbeit zum Laden auf die Basis fährt, springt der interne Sauger für 20 Sekunden an und entleert den Staubbehälter des Bots. Da die Basis dabei genauso viel Lärm macht wie ein herkömmlicher Bodenstaubsauger, lassen sich in der App des Bots Ruhezeiten festlegen. Zu denen wird das Absaugen auf später verschoben.

Die Absaugstation ist bislang die einzige, die sich wahlweise mit und ohne Staubbeutel nutzen lässt. Wer es sauber und möglichst bequem haben möchte, der setzt in die rechte Staubkammer den mitgelieferten Staubbeutel ein. Dieser hat ein Fassungsvermögen von 1,8 Liter und verschließt sich beim Entnehmen automatisch – die Finger und die Umgebung kommen nicht mit Dreck in Kontakt. Je nach Größe der Wohnung und Häufigkeit des Saugens dürfte ein Beutel etwa zwei Monate reichen. Ersatzbeutel bietet Roborock im 3-er-Pack für 17 Euro an.

Möchte man die Absaugstation hingegen ohne Folgekosten betreiben, setzt man in den Behälter stattdessen den mitgelieferten Zyklonfilter ein, wie man ihn aus beutellosen Bodenstaubsaugern kennt. So fasst der Behälter 1,5 Liter. Zum Leeren zieht man ihn am Griff aus der Station und öffnet mit einem Knopfdruck die untere Klappe, worauf der meiste Dreck einfach nach unten in die Mülltonne fällt. Alle paar Monate sollte man den Zyklon-Einsatz jedoch aus hygienischen Gründen entnehmen und mit klarem Wasser abspülen.

Die Gebläseeinheit der Station ist ihrerseits mit drei waschbaren Filtern ausgestattet. Der feinste von ihnen erreicht Hepa-Level 13, damit beim Absaugen aus dem Bot kein Dreck in die Raumluft geblasen wird.

Auch beim Leersaugen des Staubbehälters des Bots geht Roborock einen etwas anderen Weg als etwa iRobot mit deren vergleichbaren Produkten, die direkt aus dem Staubbehälter absaugen. Roborock hat in der Auffahrrampe einen breiten Schlitz, von dem aus ein Luftkanal zum Absaugbehälter führt. Die Station holt den Staub durch den Bürstenkanal des Bots zurück, über den er den Dreck ursprünglich aufgenommen hat.

Zunächst waren wir skeptisch, ob der Unrat dabei nicht in der Bürste hängen bleibt. Doch auch nach Wochen im Dauereinsatz wurden sowohl die Bürste als auch der Staubfilter des internen Behälters des Bots stets sauber.

Die Entleerungsstation bietet Roborock einzeln als Nachrüstsatz zum S7 für 300 Euro an. Kein Schnäppchen, aber sie liegt preislich auf dem Niveau der Konkurrenz und erhöht gerade in großen Wohnungen den Komfort merklich. Im Herbst will Roborock den S7 auch im Bundle mit der Station anbieten. Einen Preis dafür nannte das Unternehmen bislang nicht, aber üblicherweise lassen sich bei solchen Bundles etliche Euro sparen. (spo@ct.de)

## Roborock Auto-Empty Dock

Saugbot-Entleerungsstation	
Hersteller, URL	Roborock, roborock.com
Abmessungen (L × B × H)	45 cm × 31 cm × 38 cm
Fassungsvermögen	1,5 l (Zyklon) / 1,8 l (Staubbeutel)
Systemanforderung	Saugbot Roborock S7
Preis	300 €



## Brillenheadset

**Wer häufig zwischen Telefonaten, Videokonferenz und Bildschirmarbeit wechseln muss, sollte die Audiobrille von Fauna ausprobieren.**

In den Brillenbügeln der Fauna Smart Glasses sitzen Lautsprecher, Mikrofon und ein Touchscreen zur Steuerung der per Bluetooth verbundenen Geräte. Die Audiobrille zerstört anders als Headsets keine Frisur, sie erzeugt kein unangenehmes Tragegefühl wie In-Ears und schirmt Stimmen und Geräusche in der Umgebung nicht ab.

Die Klangqualität für Telefonate und Videokonferenzen ist gut, auch wenn die vier kleinen Lautsprecher natürlich keinen Hi-Fi-Sound erzeugen. Personen dicht an der Testerin hörten den Ton ebenfalls – allerdings nur sehr leise und ohne Wörter zu verstehen oder Melodien zu erkennen. Bei längeren Gesprächen stellten sich zuweilen leichte Audioverzerrungen ein, die aber ebenso plötzlich wieder verschwanden.

In Videomeetings befanden Gesprächspartner die ankommende Sprachqualität als gut. Wird das Gestell häufig auf der Nase gerade gerückt, hören die Gegenüber dies. Wie gut das Gestell sitzt, hängt von der der Kopfform und der Nase ab – im Test fanden es drei Personen angenehm. Die Brillengläser – in unserem Fall Fensterglas mit Blaufilter – lassen sich gegen optische Gläser austauschen.

Die spritzwassergeschützte Brille lässt sich ausschließlich in dem etwas klobigen, knapp 200 Gramm schweren Etui laden. Darin steckt ein 1300-mAh-Akku; der Brillenakku (100 mAh) reicht für mehrere Stunden Audioeinsatz. Der Preis von 250 Euro erscheint zunächst hoch, doch das kosten andere Audiobrillen auch. (uk@ct.de)

## Fauna Smart Glasses

Bluetooth-Audio-Brille	
Hersteller, URL	Fauna Audio GmbH, wearfauna.com
Ausstattung	Lautsprecher, Mikro, Touchscreen, Bluetooth 5.0
Größe / Gewicht	Brille: 14,5 mm × 46,5 mm / 50 g, Etui: 16,9 mm × 57 mm × 66 mm / 196 g
Preis	250 €

DIGITAL EVENT #ISD21

16./17.  
September  
2021

JETZT  
ANMELDEN!

**ISD**

INTERNET  
SECURITY  
DAYS 2021

KEYNOTES &  
PANELDISKUSSIONEN  
AUSGEWÄHLTER  
SECURITY-EXPERTEN  
ERWARTEN SIE:

Walter Haas

Huawei Technologies  
Deutschland GmbH

Prof. Ulrich Kelber  
BfDI

Dr. Haya Shulman  
ATHENE/Fraunhofer SIT

Sven-Holger Wabnitz  
DomiNIC

Platin Partner

**DOMINIC**



**HUAWEI**

Partner



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR  
CYBERSICHERHEIT

ROHDE & SCHWARZ



**SoSafe**  
Cyber Security Awareness

sure[secure]

@ heise Events

isd.eco.de

© Copyright by Heise Medien.

**eco**

VERBAND DER  
INTERNETWIRTSCHAFT



**Wie war die letzte c't?**

Zu welchem Artikel möchten Sie uns detailliertes Feedback geben?

S. 10 Upcycling mit dem Raspi

Wie viele Minuten haben Sie mit dem Lesen des Artikels verbracht?

15

Wie gut hat Ihnen der Artikel gefallen?

☆☆☆☆☆

Wie schwierig fanden Sie den Artikel?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

ZU LEICHT GENAU RICHTIG ZU SCHWER

Submit

Powered by Tally

## Form – schön

**Mit Tally lassen sich im Handumdrehen hübsche Onlineformulare anlegen und Umfragen durchführen. Viele Funktionen sind gratis.**

Tallys Editor ist selbsterklärend. Darin lassen sich Felder für kurze oder lange Texte, Multiple-Choice-Felder, Check-boxen, Drop-down-Felder sowie Felder für Zahlen, E-Mail-Adressen, Telefonnummern, Web-Links, Daten, Zeiten, Dateiuploads und Ratings unterbringen. Tally unterstützt zudem Skalen und Payment-Felder. Statt bei null anzufangen, kann man sich aber auch eine der 42 Vorlagen schnappen und anpassen.

Mit versteckten Feldern lassen sich Daten von Seite zu Seite weitergeben, beispielsweise die Namen der Teilnehmer einer Umfrage, um sie individualisiert anzusprechen. Tally kann in Formularen außerdem Berechnungen anstellen. So lassen sich zum Beispiel Preise oder Quiz-Punktzahlen zusammenzählen. Per bedingter Logik steuert man den Ablauf einer Umfrage, etwa mit unterschiedlichen Schemata für Männer und Frauen.

Mit einem Logo und einem Header-Banner verpasst man Umfragen einen individuellen Look. Wer kein Banner zur Hand hat, kann eines direkt aus einer integrierten

Übersicht von Unsplash-Fotos auswählen. Umfragen lassen sich per Kurzlink publizieren und als Iframe in andere Sites einbinden.

Die Ergebnisse einer Umfrage zeigt Tally übersichtlich im Dashboard an und verknüpft sie auf Wunsch mit anderen Diensten. So kann es Antworten in einem Google-Tabellenblatt, einer Airtable-Tabelle oder einer Notion-Datenbank ablegen. Da es außerdem die Automatisierungstools Zapier und Integromat unterstützt, lassen sich zudem Hunderte weiterer Online-dienste verzahnen.

Der englischsprachige Dienst ist DSGVO-konform. Der Betreiber sitzt in Belgien, einen Vertrag für eine Auftragsdatenverarbeitung sendet er auf Nachfrage zu. Schön: Die Hilfeseiten erklären auch, wie man das Einverständnis der Teilnehmer einer Umfrage einholt.

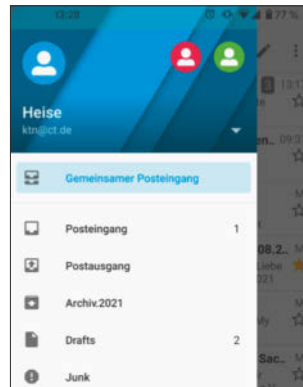
Alle bislang vorgestellten Funktionen sind in der kostenlosen Basisversion enthalten, bei der außerdem weder die Anzahl und die Komplexität der Formulare noch die Anzahl der Teilnehmer der Umfragen beschränkt ist. Die kostenlosen Umfragen enthalten einen dezenten Hinweis auf den Betreiber.

Nur wer Umfragen im Team bearbeiten will, benötigt die Pro-Version für 29 US-Dollar pro Monat (oder 290 US-Dollar pro Jahr). In der Bezahlversion entfällt auch die Eigenwerbung. Pro-Nutzer erhalten zudem eine eigene Domain für ihre Umfragen.

Eine Besonderheit des Dienstes ist es, Zahlungen entgegennehmen zu können. Dazu arbeitet Tally mit dem Zahlungsdienstleister Stripe zusammen. So kann man zum Beispiel eine Checkout-Seite für einen Onlineshop bauen. In der kostenlosen Variante knapst sich Tally 5 Prozent des Zahlungsbetrags als Provision ab. Dazu kommen die Transaktionskosten von Stripe (1,4 Prozent des Betrags plus 25 Cent bei europäischen Kreditkarten). Im Pro-Tarif entfällt die Tally-Provision. (jo@ct.de)

## Tally

Onlineformular- und Umfrage-Dienst	
Hersteller, URL	Tally, tally.so
Systemanf.	Browser
Preis	kostenlos, 29 € / Monat (290 € / Jahr)



## K-9 aufgemotzt

**Der freie Android-Mail-Client K-9 Mail erscheint mit einer gänzlich neu gestalteten Oberfläche. Zudem läuft die App nun zuverlässiger auf aktuellen Android-Versionen.**

Fast drei Jahre haben die Entwickler von K-9 Mail den Quelltext ausgemistet. Das war auch dringend nötig, gehört der quelloffene Mail-Client doch zu den ältesten Android-Apps. Herausgekommen ist Version 5.8 mit einer frischen, übersichtlichen Bedienoberfläche. Über ein neues Seitenpanel kann man jederzeit die Ordneransicht einblenden, zwischen den verschiedenen Konten wechseln oder den kontoübergreifenden Posteingang öffnen, was die Navigation ungemein vereinfacht. Die Menüleiste ist jetzt am oberen Rand und lässt mehr Raum für die angezeigten Inhalte.

Unter der Haube haben die Entwickler die E-Mail-Synchronisierung und die Push-Funktionen überarbeitet. Damit kommt K-9 Mail nun endlich mit den seit Android 6 eingeführten Einschränkungen für Hintergrunddienste klar. Die eingebaute PGP-Implementierung ver- und entschlüsselt jetzt auch Betreffzeilen und beherrscht Autocrypt Setup Messages. Damit überträgt man die eigenen PGP-Schlüssel per E-Mail auf ein anderes Gerät. Bisher tauschte K-9 Mail per Autocrypt nur die öffentlichen Schlüssel aus.

Nach der Generalüberholung ist K-9 Mail weniger nerdig und kann sich bei allen sehen lassen, die eine Alternative zu Gmail suchen. (ktn@ct.de)

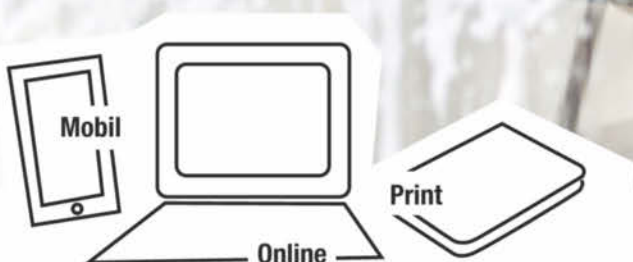
## K-9 Mail

Mail-Client für Android	
Hersteller, URL	K-9 Mail Team, k9mail.app
Systemanf.	Android (ab 5.0)
Preis	kostenlos (Apache-Lizenz 2.0)

# Wir machen Sie sichtbar

Gezielt dort werben, wo Ihre Interessenten  
Sie suchen. Regional stark. Und erfolgreich.  
Wir übernehmen das für Sie.

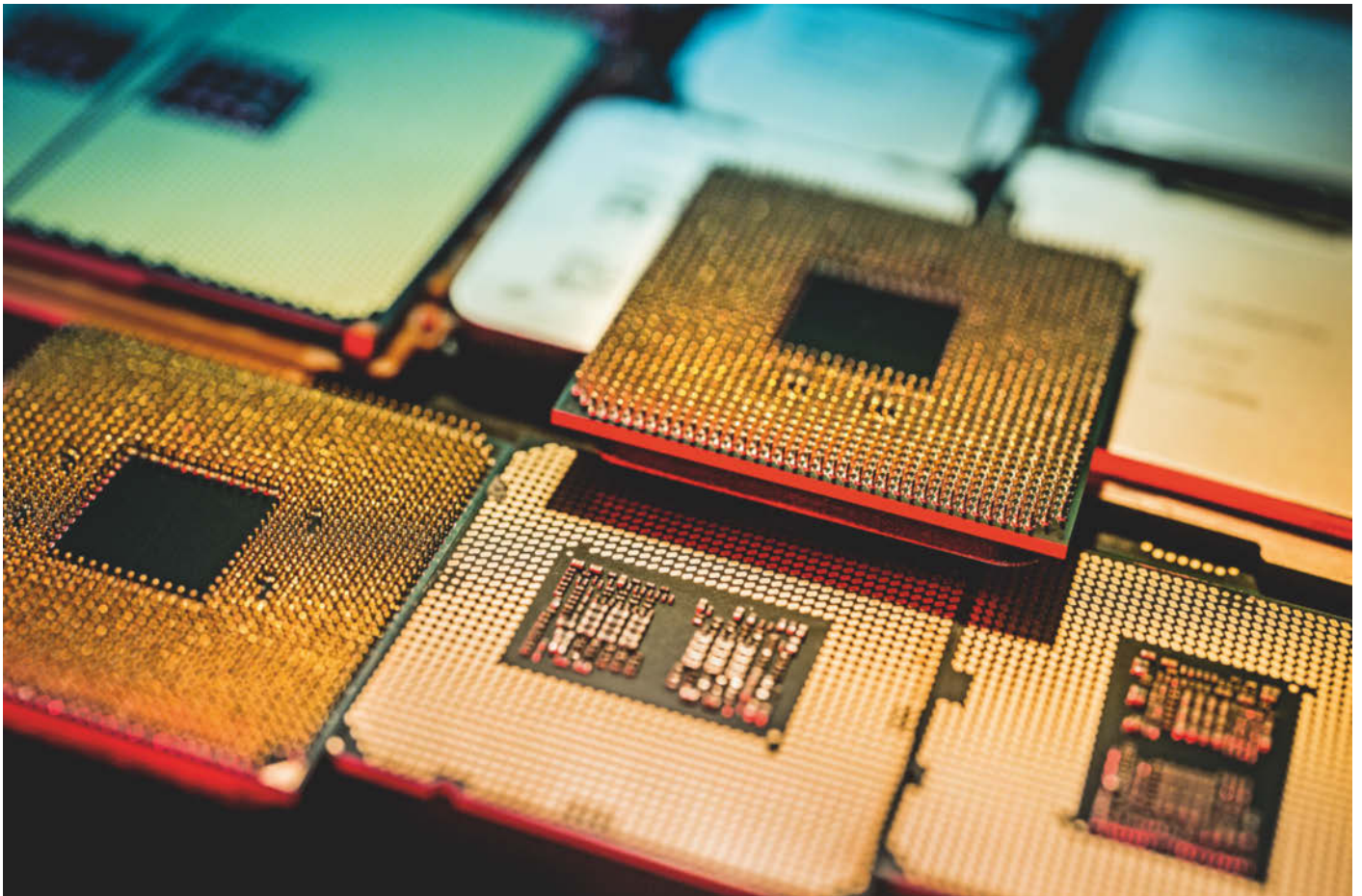
Mobil, Online oder Print – Sie werden gefunden.



**Erfolgreiches  
Marketing  
vor Ort.**







# CPU-Wegweiser 2021

## Desktop-Prozessoren vom Dual-Core bis zum superschnellen 64-Kerner

**Moderne CPUs haben immer mehr Kerne, doch nicht immer gilt: Viel hilft viel. Erst recht nicht beim Preis. Wir helfen Ihnen, unter Hunderten den optimalen Prozessor zu finden und sich nicht im Dickicht der verwirrenden Bezeichnungen zu verirren.**

Von Christian Hirsch

**D**ie Prozessorentwicklung in den vergangenen zwölf Monaten lief weiter unter Volldampf. AMD legte im Herbst mit den Ryzen 5000 und überarbeiteter Zen-3-Architektur vor. Die Kernanzahl bei

den AM4-Prozessoren blieb bei 16, dafür gibt es eine höhere Singlethread-Leistung dank modernisierter Rechenwerke und eine verbesserte Kern-zu-Kern-Kommunikation. Das brachte vor allem bei 3D-Spielen mehr Performance.

Intel konterte im Frühjahr mit der Serie Core i-11000. Die Abschiedsvorstellung für die 14-Nanometer-Technik brachte durch rückportierte Sunny-Cove-Rechenwerke und größere Caches einen deutlichen Zuwachs bei der Leistungsfähigkeit der einzelnen Kerne. Die Multithreading-Performance sank jedoch sogar, weil es nun nur noch acht statt zehn Kerne gibt.

Doch beim Kauf oder dem Bau eines neuen Rechners stellt sich nicht nur die Frage, ob AMD oder Intel die bessere Wahl ist, sondern welcher der vielen Prozessoren der verschiedenen CPU-Serien nun

der optimale für Ihren Office-PC, Gaming-Rechner, Workstation-PC oder Heim-Server ist. Denn die Palette reicht vom abgespeckten Desktop-Billigchip mit zwei Kernen für 40 Euro bis zum High-End-Workstation-Prozessor mit 64 Kernen für 5000 Euro.

Auf diese und andere Fragen gehen wir in unserem CPU-Ratgeber auf den folgenden Seiten ein. Neben der Übersicht der aktuellen Plattformen und deren Eigenschaften liefern wir Messdaten zur Performance, Effizienz und dem Preis/Leistungs-Verhältnis von Desktop-Prozessoren der letzten sechs Jahre. Dafür haben wir über 50 Prozessoren verschiedener Generationen und Leistungsklassen genauer unter die Lupe genommen. Anhand der Messwerte können Sie vermeintliche Schnäppchen entlarven und entscheiden, ob sich eine Neuanschaffung überhaupt



lohnt. Im Direktvergleich haben wir außerdem die aktuellen CPU-Generationen von AMD und Intel in drei Preiskategorien gegeneinander antreten lassen.

Wer statt eines stationären PCs lieber ein Notebook kauft, findet auf Seite 100 Tipps zur Auswahl von Mobilprozessoren. Diese besonders sparsamen CPUs sind inzwischen nicht nur in tragbaren Rechnern, sondern auch in stationären Mini-PCs eingelötet.

## AMD legt vor

Schaut man sich die Produkttabellen der beiden großen Chiphersteller AMD und Intel an, summieren sich allein die Prozessoren für die beiden aktuellen Mainstream-Plattformen AM4 (Ryzen) und LGA1200 (Core i-10000/11000) auf rund 100 verschiedene Modelle. Oberhalb davon sind die High-End-Plattformen TRX40 und WRX80 für Ryzen Threadripper 3000 sowie die Intel-Pendants LGA2066 für Core X/Xeon W-2200 und LGA4189 für Xeon W-3300 angesiedelt. Damit decken die CPU-Hersteller eine riesige Bandbreite ab, sowohl was Leistung und Preis, aber auch technische Eigenschaften wie Zahl der PCI-Express-Lanes und Speicherkanäle betrifft. In der Tabelle auf dieser Seite haben wir deshalb die aktuellen Plattformen mit den zugehörigen Prozessorserien aufgelistet.

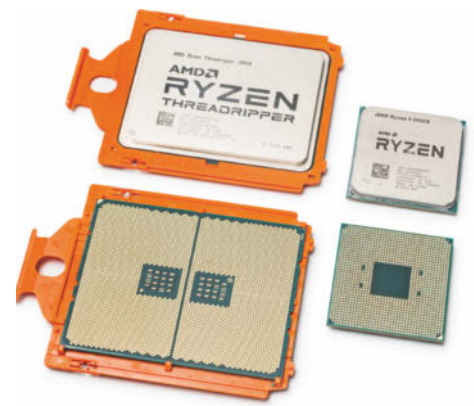
Doch wie finde ich nun den richtigen Prozessor für mich? Für gängige Einsatzzwecke lässt sich diese Frage leicht beantworten: Wer einen neuen, zukunftssicheren Allround- oder Gaming-PC anschaffen will, sollte für seinen Rechner mindestens sechs Kerne einplanen. Derzeit hat AMD in diesem Segment mit den Ryzen-Prozessoren die Nase vorn, denn sie benötigen bei vergleichbarem Preis und Performance weniger Energie als Intels Core-i-CPU.

Aktuell sind die Ryzen 5000, die sich in zwei Varianten aufteilen. Die Ryzen 5000X gibt es mit 6, 8, 12 und 16 Kernen. Sie bestehen aus Chiplets, genauer I/O-Die und CPU Core Die (CCD) mit acht Kernen. Der Ryzen 9 5900X mit 12 und der Ryzen 9 5950X mit 16 Kernen haben deshalb zwei CCDs. Die Ryzen 5000G treten mit 4, 6 und 8 Kernen an, wobei es nur den Sechskerner Ryzen 5 5600G und den Achtkerner Ryzen 7 5700G einzeln zu kaufen gibt. Im Unterschied zu den Ryzen 5000X bestehen die Ryzen 5000G aus einem monolithischem Die, haben aber

zusätzlich eine integrierte Grafikeinheit. Bei den Ryzen 5000X ist hingegen immer eine Grafikkarte notwendig, die momentan sehr teuer ist.

Beide Prozessorfamilien sind im 7-Nanometer-Prozess von TSMC gefertigt. Die Kerne mit Zen-3-Architektur rechnen etwa 19 Prozent schneller als die Vorgängerchips der Serien Ryzen 3000 und 4000G, wovon letztere PC-Herstellern vorbehalten waren. Zudem hat AMD den internen Aufbau geändert. Statt vorher vier sitzen nun acht CPU-Kerne in einem Core Complex (CCX). Das verringert die Latenzen und den Kernen steht mehr des gemeinsam genutzten Level-3-Cache zur Verfügung. Dieser Zwischenspeicher ist bei den Ryzen 5000X pro CCX 32 MByte groß. Die Ryzen 5000G haben wegen des zusätzlichen Platzbedarfs der GPU nur 16 MByte L3-Cache und sind deshalb vor allem bei 3D-Spielen etwas benachteiligt. Zudem können sie Grafikkarten und SSDs lediglich per PCI Express 3.0 ansprechen. In der Praxis ist der Unterschied zu PCIe-4.0-Hardware aber nur in Ausnahmefällen spürbar.

Die Ryzen 5, 7 und 9 stellen per Simultaneous Multithreading (SMT) dem Betriebssystem und damit auch Anwendungen doppelt so viele logische wie physische Kerne zur Verfügung. Das lastet die Recheneinheiten besser aus und bringt bei Multithreading-Software rund 30 Prozent mehr Performance. Für solche Anwendungen wie das Kompilieren von Software und das Rendern von 3D-Szenen kann der Prozessor nicht genug Kerne und Threads haben, weshalb dort die leistungsstarken Ryzen-9-CPU mit 12 und 16 Kernen eine gute Wahl sind. Sie liefern eine Rechenleistung, die vor wenigen Jahren noch High-End-CPU wie Ryzen Threadripper und Core X vorbehalten waren. Alle Ryzen 5000X und 5000G laufen auf AM4-Mainboards mit Serie-400- und -500-Chip-



**High-End-Prozessoren wie Ryzen Threadripper sind nicht wegen der bis zu neun Chips deutlich größer als Ryzen und Core i, sondern um die Kontakte für die vielen Speicherkanäle und PCI-Express-Lanes nach außen zu führen.**

satz, sofern ein aktuelles BIOS-Update eingespielt wurde.

## Schnäppchendilemma

Aus Preis/Leistungs-Sicht sind die Einstiegsmodelle einer Serie immer am attraktivsten, also beispielsweise der Ryzen 5 5600X und der Ryzen 5 5600G mit je sechs Kernen, die um die 270 Euro kosten. Bei den teureren CPUs ab dem Ryzen 7 5800X liefert AMD keinen Kühler mehr mit.

Wer Geld sparen will und auf etwas Performance verzichten kann, kann auch zu günstigeren CPUs der Vorgängergenerationen greifen, wie dem Sechskerner Ryzen 5 3600 für 230 Euro. Aktuelle AM4-Prozessoren mit vier Kernen bietet AMD einzeln nicht an. Von älteren Modellen der Serien Ryzen 1000, Ryzen 2000, Ryzen 2000G und Ryzen 3000G sollten Sie die Finger lassen. Diese laufen nicht mehr auf Mainboards mit modernen Chipsätzen und liefern weniger Leistung bei höherem Energiebedarf.

## Aktuelle Prozessorplattformen

Plattform	Prozessoren	CPU-Kerne	RAM: Kanäle / maximale Kapazität	Chipsätze
<b>Desktop-PC</b>				
AMD AM4	Ryzen 3000, 4000G, 5000(G), Athlon 3000G(E)	2 bis 16	2 / 128 GByte	A520, B550, X570
Intel LGA1200	Celeron G5900, Pentium Gold G6400, Core i-10000, Core i-11000	2 bis 10	2 / 128 GByte	H410, H510, B460, B560, H470, H570, Z490, Z590
<b>High-End, Workstation</b>				
AMD sTR4	Ryzen Threadripper 3000	24 bis 64	4 / 256 GByte	TRX40
AMD sWRX8	Ryzen Threadripper Pro 3000WX	16 bis 64	8 / 2 TByte	WRX80
Intel LGA2066	Core i9-10900X, Xeon W-2200	4 bis 18	4 / 256 GByte	X299, C422
Intel LGA4189	Xeon W-3300	12 bis 38	8 / 4 TByte	C621A

Wenn Ihr Rechner ausschließlich zum Surfen im Web, Filme schauen und für Textverarbeitung und Tabellenkalkulation genutzt werden soll, reicht jedoch ein sparsamer und preiswerter Dual-Core-Prozessor wie der Athlon 3000G aus. Dabei handelt es sich um einen abgespeckten Abkömmling der Kombiprozessoren Ryzen 3000G „Picasso“ mit Zen+-Kernen und 12-Nanometer-Technik. Normalerweise würde der Athlon 3000G um die 50 Euro kosten. Durch die anhaltend hohe PC-Nachfrage verlagern die CPU-Hersteller die Fertigung aber auf lukrativere, weil teurere Prozessoren, sodass die Billig-CPU momentan nur schwer erhältlich und mit rund 100 Euro Straßenpreis alles andere als billig ist.

Weil der Dual-Core mit wenig Energie auskommt, stellt er nur geringe Anforderung an das Kühlsystem und eignet sich deshalb für kompakte PC-Barebones wie den Asrock Deskmini X300. In aktuellen A520- und B550-Boards läuft der Athlon 3000G jedoch wegen seiner alten Zen+-Architektur nicht. Es bleibt nur die Hoffnung, dass AMD in absehbarer Zeit einen Nachfolger präsentiert.

In den Listen der Online-Shops und Preisvergleichsdienste finden sich bei AM4-Prozessoren zudem noch CPUs der Serie A-9000 „Bristol Ridge“. Sie stammen aber aus dem Prä-Ryzen-Zeitalter und nutzen die veraltete Excavator-Architektur, deren Singlethread-Leistung und Effizienz auf dem Stand der Technik von vor neun Jahren liegt. Finger weg!

## Intel unter Druck

Nach jahrelanger Verzögerungen befindet sich Intel immer noch mitten im Umstieg von der 14-Nanometer- auf die 10-Nanometer-Fertigung. Für potenzielle Käufer einer Desktop-CPU bedeutet dies, dass die aktuelle Core-i-11000-Serie nicht so effizient arbeitet wie die Ryzen-Konkurrenz. Zwar hat Intel für die 11. Core-i-Generation „Rocket Lake“ die modernen Sunny-Cove-Rechenwerke der 10-Nanometer-Mobilchips „Ice Lake“ zurückportiert (Cypress Cove) und die Größe des L2-Cache auf 512 KByte verdoppelt, dafür aber zugleich einige Kompromisse eingehen müssen. Während bei den Vorgängern Core-i-10000 noch 10 Kerne auf das Halbleiter-Die passten, sind es nun nur noch 8.

Was die neuen CPUs an Singlethreading-Leistung gewinnen, büßen sie durch die fehlenden zwei Kerne bei Multithreading-Anwendungen wieder ein.

Dennoch war der Zwischenschritt dringend notwendig: Mit den aktuellen Prozessoren holt Intel die LGA1200-Plattform, die bereits vom Vorgänger Core i-10000 „Comet Lake“ genutzt wurde, auf den Stand der Technik. Mit einem Board mit Serie-500-Chipsatz gibt es nun wie bei den Ryzen 5000 PCI Express 4.0 und zusätzlich vier separate PCIe-Lanes für eine direkt an die CPU angebundene SSD. Ein Vorteil der Intel-CPU ist, dass sie grundsätzlich eine GPU an Board haben, die nun endlich auch HDMI 2.0 und DisplayPort 1.4 mitbringt und damit 4K-Displays mit 60 Hertz ansteuert. Wer Videos kodiert, profitiert vom Hardware-Video-kodierer QuickSync der Core-i-, Pentium- und Celeron-CPU, der von vielen Schnittprogrammen unterstützt wird. Teilaktive Prozessoren ohne GPU verkauft Intel als etwas rabattierte Varianten mit einem F am Ende der Bezeichnung.

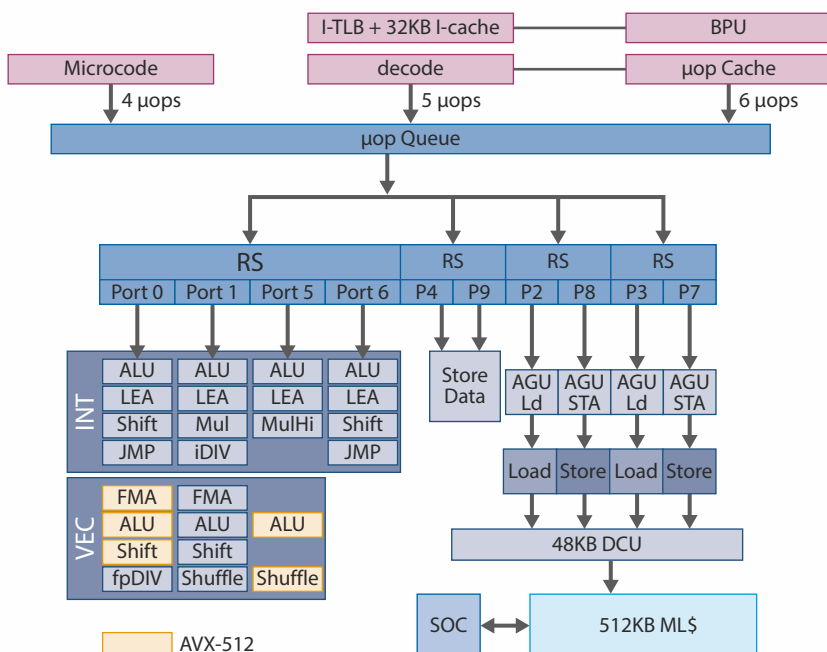
Ähnlich wie bei den Ryzen 5000 gibt es die aktuellen Intel-Chips nur als Core i5, i7 und i9 mit mindestens sechs Kernen. Preislich liegen die Core i-11000 auf dem Niveau vergleichbarer AMD-CPU und bieten bei identischer Kernanzahl eine ähnliche Leistung. Dafür benötigen sie aber einen höheren Takt und eine deutlich höhere Leistungsaufnahme. Deshalb gibt es nur wenige Nischen, wo die Core i-11000 Vorteile haben. So war der Core i5-11400F eine Zeitlang eine interessante CPU für Gaming-PCs, weil es ihn eine Weile für 160 Euro gab und dort die fehlende Grafik nicht stört. Inzwischen ist der Preis aber auf über 200 Euro gestiegen.

Die meiste Leistung pro Euro gibt es bei Intel bei den günstigen Dual- und Quad-Cores von Intel für sparsame Office-PCs. Dazu gehören der Dual-Core Celeron G5905 für unter 40 Euro oder der Core i3-10105 mit doppelt so vielen Kernen und Hyperthreading für 130 Euro. Für günstige Gaming-PCs kann man auch die Untervariante ohne GPU nehmen, für den Core i3-10105F verlangt Intel rund 85 Euro.

Allerdings handelt es sich bei all diesen CPUs nur um neu aufgelegte Comet-Lake-Chips der zehnten Core-i-Generation, die noch nicht die schnelleren Rechenwerke haben und denen auch die erwähnten technischen Neuerungen fehlen. Immerhin hat Intel in den letzten Jahren einige künstliche Beschränkungen entfernt, sodass außer

## Cypress-Cove-Mikroarchitektur

Moderne Prozessoren wie die Intel Core i-11000 „Rocket Lake“ können pro CPU-Kern mehrere Befehle parallel abarbeiten. Um die einzelnen Recheneinheiten besser auszulasten, haben heutzutage viele Prozessoren Simultaneous Multithreading (SMT), wodurch ein Kern nach außen hin als zwei logische auftritt. Das bringt bei Anwendungen, die von vielen Threads profitieren, im Schnitt ein Performanceplus von rund 30 Prozent.



den Celerons nun bei allen Desktop-Prozessoren Hyper-Threading aktiv ist, die Intel-Umsetzung von SMT. Das Übertakten erlaubt Intel im Unterschied zu AMD aber weiterhin nur bei den teuren K-Varianten und Boards mit Z-Chipsatz.

Achten Sie beim Prozessorkauf immer darauf, egal ob AMD- oder Intel-Prozessor, die sogenannte Boxed-Variante auszuwählen, denn nur bei dieser geben die Hersteller drei Jahre Garantie. Bei den günstigeren CPUs ist zudem ein passender Kühler dabei.

## Leistung ohne Ende

Im High-End-Segment haben sich die CPU-Hersteller Neuvorstellungen gespart. Bei der derzeitigen hohen PC-Nachfrage ist eher Standardkost gefragt und die leistungsstarken CPUs mit bis zu 64 Kernen können auch zum mehrfachen Preis für Server verkauft werden. Für Consumer bietet AMD seit 2019 unverändert die Ryzen Threadripper 3000X für die TRX40-Plattform mit 24 bis 64 Kernen an. Intel behandelt dieses Segment noch stiefmütterlicher. Die Core-X-Prozessoren für die vier Jahre alte Fassung LGA2066 kommen auf maximal 18 Kerne und müssen sich selbst den Ryzen-Mainstream-CPU in nahezu allen Belangen geschlagen geben.

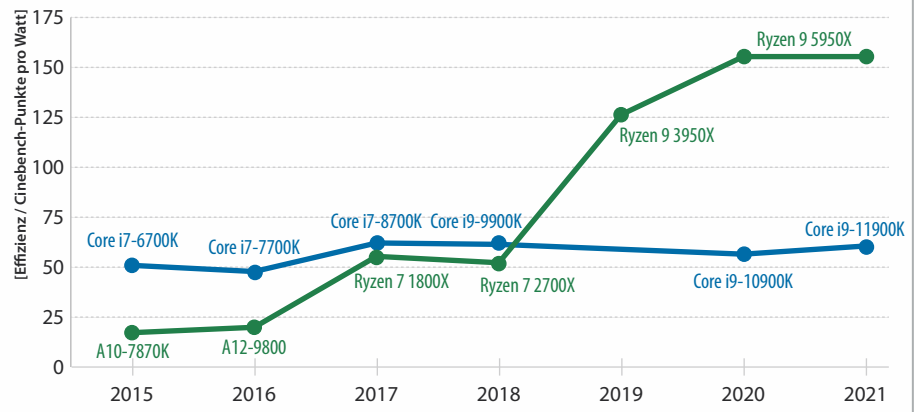
Die Ryzen Threadripper 3000X verwenden noch Zen-2-Kerne wie die Ryzen-3000-Prozessoren. Die riesige Fassung sTR4 mit 4094 Kontakten erlaubt vier Speicherkanäle und 56 nutzbaren PCIe-4.0-Lanes. Die Threadripper 3000 unterstützen zudem ECC-RAM und eignen sich somit auch für den professionellen Einsatz in Workstations.

Im Sommer vergangenen Jahres legte AMD noch eine Schippe obendrauf. Die Ryzen Threadripper Pro 3000WX stoßen mit acht Speicherkanälen und 120 PCIe-Lanes in Regionen vor, die zuvor nur High-End-Servern vorbehalten waren. Die Zahl der Kerne ist mit maximal 64 identisch mit den Threadripper 3000X. Wegen der zusätzlichen RAM-Kanäle sind aber spezielle Mainboards mit WRX80-Chipsatz notwendig.

Intel unterteilt seine High-End- und Workstation-CPU in zwei Prozessorfamilien: Die Core-X-Prozessoren für die Fassung LGA2066 haben bis zu 18 Kerne. Zwar gab es zuletzt 2019 das zweite, kleinere CPU-Update, die etwas höhere Taktfrequenzen und einige Befehlssatzerweiterungen brachte, um KI-Berechnungen zu beschleunigen. Technisch sind die Core

## Energieeffizienz bei Desktop-Prozessoren

AMD hat in den letzten Jahren Intel bei der Effizienz (Performance pro Watt) überholt. Während die Ryzen-Prozessoren insbesondere vom Wechsel auf die 7-Nanometer-Fertigung im Jahr 2019 profitiert haben, stagniert die Entwicklung bei den Core-i-Prozessoren. Diese laufen seit 2015 kaum verändert in 14-Nanometer-Technik vom Band.



i9-10900X „Cascade Lake“ aber nicht mehr auf der Höhe der Zeit. Mit ECC-RAM können sie nicht umgehen, das ist den Xeon W-2200 für Workstations vorbehalten. Sie nutzen die gleiche Fassung LGA2066 wie Core X, benötigen aber Boards mit C422-Chipsatz.

Mehr als 18 Kerne gibt es erst bei den Xeon W-3300 „Ice Lake“, die eng verwandt mit den Xeon-SP-Serverchips sind. Sie verwenden im Unterschied zu den LGA2066-Prozessoren bereits die effizientere 10-Nanometer-Technik und angepasste Sunny-Cove-Rechenwerke, die eine weitere AVX512-Einheit und größere L2-Caches haben. Dank der kleineren Strukturgröße kann Intel 38 CPU-Kerne auf dem einzelnen Halbleiter-Die unterbringen. Die Fassung LGA4189 erlaubt acht DDR4-Speicherkanäle für bis zu 4 TByte DDR4-RAM.

Egal ob Workstation-, Mainstream- oder Billig-Prozessor, für weitergehende CPU-Informationen sind die Produktdatenbanken der Hersteller ein guter Anlaufpunkt. Unter [ark.intel.com](http://ark.intel.com) und [products.amd.com](http://products.amd.com) finden Sie zu allen modernen Prozessoren weitergehende Informationen wie Cache-Größen und Funktionen.

## Auf dem Prüfstand

In der Tabelle auf Seite 99 haben wir eine charakteristische Auswahl von 54 Desktop-Prozessoren der letzten sechs Jahre getestet. Auch wenn die CPU aus Ihrem aktuellen Rechner nicht dabei ist, können Sie anhand der Generation und der Zahl der Kerne ungefähr abschätzen, wo sich Ihr Prozessor ungefähr einsortiert.

Für die Performancemessung haben wir den kostenlosen Rendering-Benchmark Cinebench R23 verwendet (Download über [ct.de/ywyd](http://ct.de/ywyd)). Er skaliert nahezu linear mit der Zahl der vorhandenen Kerne und profitiert auch stark von SMT.

In dieser Wertung stehen die High-End-CPU AMD Ryzen Threadripper 3000 mit 32 und 64 CPU-Kernen weiter unangefochten an der Spitze. Trotz der absolut hohen Leistungsaufnahme liegen sie auch bei der Effizienz weit oben. Für diese haben wir den Energiebedarf während eines Cinebench-Durchlaufs gemessen und zum Punktergebnis ins Verhältnis gesetzt. CPUs mit vielen Kernen schneiden in dieser Disziplin grundsätzlich gut ab, weil sie nicht so hoch takten und somit weniger Spannung benötigen, die quadratisch in die Formel zur Verlustleistungsberechnung eingeht. Zudem fällt der Energiebedarf der übrigen PC-Komponenten bei Volllast nicht so stark ins Gewicht.

Generell hat die Effizienz in den letzten Jahren im positiven Sinne große Schritte nach vorne gemacht: So schlucken der aktuelle Sechskerner Ryzen 5 5600X und der sechs Jahre alte Quad-Core A10-7870K im Cinebench R23 ungefähr gleich viel Strom, dafür rechnet die moderne CPU aber fast sechsmal so schnell.

Das beste Preis-/Leistungs-Verhältnis lässt sich in diesem Jahr nicht so einfach ermitteln, weil wegen der hohen Nachfrage und dem Chipmangel einige Prozessoren nur schlecht verfügbar sind. Hier liegen die Ryzen 1000 und 2000 vorn, die sich im Abverkauf befinden, aber auf vie-



len modernen AM4-Mainboards nicht laufen. Ebenso befinden sich im vorderen Drittel dieser Kategorie günstigste Modelle wie Athlon, Celeron und Pentium. Preise von rund 50 Euro machen die überschaubare Performance mehr als wett.

Anhand von jeweils zwei aktuellen CPUs für rund 220 Euro und 380 Euro sowie der beiden Topmodelle von AMD und Intel haben wir uns detailliert angeschaut, wo die Stärken und Schwächen der jeweiligen Prozessoren liegen (siehe Tabelle auf dieser Seite).

Bei der Rohleistung der Gleitkommageschwindigkeit – gemessen in GFlops – liegen die Core-i- und Ryzen-Prozessoren bei gleicher Kernanzahl nahezu gleichauf. Dies gilt auch für das Kompilieren des Linux-Kernels und das Videokodieren mit Handbrake, wo sich zum Beispiel der Ryzen 7 5800X und der Core i7-11700K ein Kopf-an-Kopf-Rennen liefern. Beim Rendering mit Blender und dem Komprimieren mit 7-Zip wandelt sich das Bild. Dort kann sich der Zen-3-Prozessor deutlich absetzen.

Bei den preiswerten Chips mit sechs Kernen Core i5-11400F und Ryzen 5 3600 ist der Unterschied noch größer, weil der Intel-Prozessor wegen der 14-Nanometer-Technik nicht so effizient arbeitet und die Taktfrequenz bei Multithreading-Anwendungen erheblich tiefer liegt. Am anderen Ende, dem High-End-Segment, hat Intel mit dem Achtkerner Core i9-11900K keine Chance gegen den Ryzen 9 5950X mit doppelt so vielen Kernen.

Wie wichtig immer noch die Single-threading-Performance ist, zeigen unter anderem der Office-Benchmark Sysmark 25 und das 3D-Spiel Shadow of the Tomb Raider, für das wir eine ultraschnelle GeForce RTX 3090 eingebaut haben. Hier schneiden die Intel-Prozessoren besser ab, so liegt beispielsweise der Core i5-11400F deutlich vor dem Ryzen 5 3600.

Die Sysmark 25 mit Anwendungen aus der MS-Office- und der Adobe-Creative-Cloud-Suite bleibt ebenfalls klare Core-i-Domäne. Der Ryzen 9 5950X profitiert bei 3D-Spielen massiv von seinem 64 MByte großen Level-3-Cache. Daran lässt sich klar ablesen, dass die individuelle Entscheidung für die optimale CPU immer von den hauptsächlich genutzten Anwendungen abhängt.

## Ausblick für 2022

Beim Neukauf sollten Sie den Prozessor nicht nur auf Ihre derzeitigen Anforderungen auslegen, sondern auch genug Spielraum für die kommenden Jahre einplanen. Zunächst eine billige CPU zu kaufen, um dann später einmal aufzurüsten, funktioniert in der Praxis in den allermeisten Fällen nicht. Denn AMD und Intel stellen die Fertigung für die meisten Prozessorvarianten wenige Jahre nach einem Generationswechsel ein.

Zudem hat sich bis dahin außerdem die CPU-Fassung geändert. Intel ersetzt diese regelmäßig alle zwei Jahre durch eine neue. AMD nutzt für Ryzen zwar seit Anfang 2017 die Fassung AM4. Weil moderne CPUs aber unter anderem Änderungen bei der Spannungsversorgung erfordern und mit PCI Express 4.0 zwischenzeitlich eine komplett neue Schnittstellengeneration Einzug gehalten hat, laufen in aktuellen B550-Boards beispielsweise nur Ryzen 3000 und neuer. Zudem zeichnet sich das Ende von AM4 bereits ab.

Gegen Ende des Jahres sollen noch einmal überarbeitete Zen-3-CPU's mit deutlich größerem Level-3-Cache erscheinen, der als sogenannter V-Cache auf die CPU Core Dies draufgestapelt wird. Mitte bis Ende 2022 sollen dann die ersten 5-Nanometer-Chips mit Zen-4-Architektur vom Band laufen. Da diese wohl auch mit DDR5-RAM umgehen können und vermutlich auch PCI Express 5.0 beherr-

schen, wird dafür mit AM5 eine neue Fassung notwendig. Im High-End-Segment fehlen noch die bereits seit Längerem erwarteten Ryzen Threadripper 5000 „Chagall“ mit Zen-3-Kernen.

Intel will mit der nächsten Core-i-Generation den Umstieg auf 10 Nanometer nach vielen Jahren endlich abschließen. Die für Ende des Jahres geplanten Alder-Lake-Prozessoren, die vermutlich als Core i-12000 vermarktet werden, sollen Intel bei Desktop-CPU's wieder an die Spitze bringen. Gefertigt im kürzlich in Intel 7 umbenannten 10-nm-Enhanced-SuperFin-Prozess, mit überarbeiteter Hybridarchitektur aus jeweils bis zu acht schnellen Golden-Cove- und acht effizienten Gracemont-Kernen wie bei ARM's BIG.Little-Designs, DDR5-RAM und eventuell PCI Express 5.0 lässt der Chiphersteller dafür keinen Stein auf dem anderen. Wegen der großen Änderungen wächst die Zahl der Kontakte in der Fassung von 1200 auf 1700 (LGA1700).

## Fazit

Was Desktop-Prozessoren betrifft, bekommt man derzeit sehr viel Leistung fürs Geld. Zugleich arbeiten sie so effizient wie nie zuvor. Bei der Multithreading-Performance und Effizienz liegen derzeit AMD's Ryzen-Prozessoren vorne. Die Stärken von Intel's Core-i-Prozessoren zeigen sich hingegen vor allem bei preiswerten CPU's für günstige Gaming- und Office-PC's. In diesem Segment gibt es wegen des anhaltenden Chipmangels zurzeit nur wenig attraktive, lieferbare AMD-Chips. Falls sie statt eines ausgewachsenen Desktop-PC's eher nach einem Notebook oder kompaktem Mini-PC Ausschau halten, sollten Sie den nachfolgenden Artikel lesen, in dem wir eine Kaufberatung zu aktuellen Mobil-CPU's liefern.

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

**Download Cinebench R23:** [ct.de/ywyd](https://www.ct.de/ywyd)

## Leistungsdaten aktueller Prozessoren: AMD Ryzen versus Intel Core i

Prozessor	Kerne / Takt (Turbo)	Blender 2.92 Rendering BMW [s]	Flops Gleitkomma- leistung [GFLOPS]	Handbrake 1.3.3 Video Fast1080p30 [fps]	Sysmark 25 Office- Gesamtwertung	kcbench Linux-Kernel 5.6.0 kompilieren [s]	7-Zip Komprimieren [MByte/s]	Shadow of the Tomb Raider <sup>1</sup> 1080p hoch [fps]	Preis
		◀ besser	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser	besser ▶	besser ▶	
Ryzen 9 5950X	16+SMT / 3,4 (4,9) GHz	98	1115	79	1676	45	77,3	195	790 €
Core i9-11900K	8+HT / 3,5 (5,3) GHz	174	607	65	1798	71	58	173	570 €
Ryzen 7 5800X	8+SMT / 3,8 (4,7) GHz	147	584	67	1690	70	66,4	177	390 €
Core i7-11700K	8+HT / 3,6 (5,0) GHz	176	590	65	1733	72	57	170	370 €
Ryzen 5 3600	6+SMT / 3,6 (4,2) GHz	232	396	51	1324	96	44,4	125	230 €
Core i5-11400F	6+HT / 2,6 (4,4) GHz	286	351	46	1528	115	46,7	148	210 €

Testsystem: 16 GByte DDR4-3200, SSD, Windows 10 (kcbench: Fedora 32) <sup>1</sup> mit GeForce RTX 3090

## CPU-Performance 2015 bis 2021

Prozessor	Jahr	Kerne	Takt / Turbo	Cinebench R23 1T	Cinebench R23 MT	Effizienz Cinebench-Punkte pro Watt	Preis/Leistung Cinebench-Punkte pro Euro	Leistungsaufnahme Leerlauf / Last (Peak) [W]	Preis
				besser ►	besser ►	besser ►	besser ►		
Ryzen Threadripper 3990X	2020	64+SMT	2,9 / 4,3 GHz	<div><div></div></div> 1278	<div><div></div></div> 64545	<div><div></div></div> 171,4	<div><div></div></div> 15,7	58 / 369	4100 €
Ryzen Threadripper 3970X	2019	32+SMT	3,7 / 4,5 GHz	<div><div></div></div> 1329	<div><div></div></div> 44481	<div><div></div></div> 117,8	<div><div></div></div> 21,2	58 / 403	2100 €
Ryzen Threadripper 2990WX	2018	32+SMT	3,0 / 4,2 GHz	<div><div></div></div> 1093	<div><div></div></div> 30162	<div><div></div></div> 83,8	<div><div></div></div> 18,3	71 / 419	1650 €
Ryzen 9 5950X	2020	16+SMT	3,4 / 4,9 GHz	<div><div></div></div> 1651	<div><div></div></div> 25889	<div><div></div></div> 222	<div><div></div></div> 32,8	27 / 164	790 €
Ryzen 9 3950X	2019	16+SMT	3,5 / 4,7 GHz	<div><div></div></div> 1376	<div><div></div></div> 23825	<div><div></div></div> 126,3	<div><div></div></div> 34	37 / 178	700 €
Ryzen 9 5900X	2020	12+SMT	3,7 / 4,8 GHz	<div><div></div></div> 1325	<div><div></div></div> 21707	<div><div></div></div> 186,2	<div><div></div></div> 40,2	27 / 178	540 €
Core i9-10980XE	2019	18+HT	3,0 / 4,6 GHz	<div><div></div></div> 1266	<div><div></div></div> 21224	<div><div></div></div> 80,2	<div><div></div></div> 23,8	52 / 233 (264)	890 €
Ryzen Threadripper 2950X	2018	16+SMT	3,5 / 4,4 GHz	<div><div></div></div> 1149	<div><div></div></div> 18565	<div><div></div></div> 75,2	<div><div></div></div> 26,5	55 / 282	700 €
Ryzen 9 3900X	2019	12+SMT	3,8 / 4,6 GHz	<div><div></div></div> 1354	<div><div></div></div> 18545	<div><div></div></div> 94,1	<div><div></div></div> 41,7	37 / 185	445 €
Ryzen Threadripper 1950X	2017	16+SMT	3,4 / 4,0 GHz	<div><div></div></div> 1075	<div><div></div></div> 17686	<div><div></div></div> 72,3	<div><div></div></div> 32,8	61 / 263	540 €
Core i9-10900K	2021	10+HT	3,7 / 5,3 GHz	<div><div></div></div> 1365	<div><div></div></div> 16280	<div><div></div></div> 56,5	<div><div></div></div> 31,9	14 / 171 (318)	510 €
Ryzen 7 5800X	2020	8+SMT	3,8 / 4,7 GHz	<div><div></div></div> 1604	<div><div></div></div> 15572	<div><div></div></div> 133,6	<div><div></div></div> 39,9	27 / 187	390 €
Core i9-11900K	2021	8+HT	3,5 / 5,3 GHz	<div><div></div></div> 1640	<div><div></div></div> 15510	<div><div></div></div> 60,7	<div><div></div></div> 27,2	18 / 164 (275)	570 €
Ryzen 7 5700G	2021	8+SMT	3,8 / 4,6 GHz	<div><div></div></div> 1510	<div><div></div></div> 14000	<div><div></div></div> 120,1	<div><div></div></div> 37,8	17 / 88	370 €
Ryzen 7 3700X	2019	8+SMT	3,6 / 4,4 GHz	<div><div></div></div> 1284	<div><div></div></div> 12362	<div><div></div></div> 99	<div><div></div></div> 46,6	37 / 129	265 €
Ryzen 5 5600X	2020	6+SMT	3,7 / 4,6 GHz	<div><div></div></div> 1533	<div><div></div></div> 11096	<div><div></div></div> 103,6	<div><div></div></div> 41,1	26 / 112	270 €
Core i9-9900K	2018	8+HT	3,6 / 5,0 GHz	<div><div></div></div> 1316	<div><div></div></div> 10751	<div><div></div></div> 61,4	<div><div></div></div> 32,6	15 / 149 (186)	330 €
Ryzen 7 2700X	2018	8+SMT	3,7 / 4,3 GHz	<div><div></div></div> 1091	<div><div></div></div> 10243	<div><div></div></div> 52,2	<div><div></div></div> 68,3	34 / 195	150 €
Ryzen 5 3600	2019	6+SMT	3,6 / 4,2 GHz	<div><div></div></div> 1225	<div><div></div></div> 9569	<div><div></div></div> 81	<div><div></div></div> 41,6	37 / 124	230 €
Ryzen 7 1800X	2017	8+SMT	3,6 / 4,0 GHz	<div><div></div></div> 988	<div><div></div></div> 9368	<div><div></div></div> 55,4	<div><div></div></div> 50,6	33 / 180	185 €
Ryzen 5 Pro 4650G	2020	6+SMT	3,7 / 4,2 GHz	<div><div></div></div> 1256	<div><div></div></div> 9306	<div><div></div></div> 100,8	<div><div></div></div> 34,5	16 / 95 (120)	270 €
Core i5-11400F	2021	6+HT	2,6 / 4,4 GHz	<div><div></div></div> 1416	<div><div></div></div> 8666	<div><div></div></div> 72,6	<div><div></div></div> 41,3	35 / 106 (229)	210 €
Core i7-8700K	2017	6+HT	3,7 / 4,7 GHz	<div><div></div></div> 1244	<div><div></div></div> 8414	<div><div></div></div> 62,1	<div><div></div></div> 27,1	15 / 138 (172)	310 €
Core i5-10400	2020	6+HT	2,9 / 4,3 GHz	<div><div></div></div> 1118	<div><div></div></div> 8250	<div><div></div></div> 82,8	<div><div></div></div> 42,3	12 / 93 (131)	195 €
Ryzen 5 2600	2018	6+SMT	3,4 / 3,9 GHz	<div><div></div></div> 943	<div><div></div></div> 7099	<div><div></div></div> 58,2	<div><div></div></div> 47,3	34 / 126	150 €
Ryzen 5 1600 [12 nm]	2019	6+SMT	3,2 / 3,6 GHz	<div><div></div></div> 909	<div><div></div></div> 6959	<div><div></div></div> 56,2	<div><div></div></div> 55,7	35 / 125	125 €
Core i5-9600K	2018	6	3,7 / 4,6 GHz	<div><div></div></div> 1234	<div><div></div></div> 6717	<div><div></div></div> 57,5	<div><div></div></div> 34,4	15 / 132 (167)	195 €
Core i7-7700K	2017	4+HT	4,2 / 4,5 GHz	<div><div></div></div> 1225	<div><div></div></div> 6143	<div><div></div></div> 47,8	<div><div></div></div> 22,3	12 / 136 (166)	275 €
Core i5-9400	2019	6	2,9 / 4,1 GHz	<div><div></div></div> 1099	<div><div></div></div> 6069	<div><div></div></div> 64,8	<div><div></div></div> 30,3	13 / 98 (116)	200 €
Core i5-8400	2017	6	2,8 / 4,0 GHz	<div><div></div></div> 1073	<div><div></div></div> 5938	<div><div></div></div> 63,4	<div><div></div></div> 34,9	13 / 98 (113)	170 €
Core i3-10100	2020	4+HT	3,6 / 4,3 GHz	<div><div></div></div> 1152	<div><div></div></div> 5598	<div><div></div></div> 80,3	<div><div></div></div> 35	12 / 90	160 €
Core i7-6700K	2015	4+HT	4,0 / 4,2 GHz	<div><div></div></div> 1135	<div><div></div></div> 5578	<div><div></div></div> 50,9	<div><div></div></div> 22,3	12 / 136 (150)	250 €
Ryzen 5 3400G	2019	4+SMT	3,7 / 4,2 GHz	<div><div></div></div> 981	<div><div></div></div> 4989	<div><div></div></div> 46,4	<div><div></div></div> 20,8	26 / 112	240 €
Core i7-5775C	2015	4+HT	3,3 / 3,7 GHz	<div><div></div></div> 944	<div><div></div></div> 4553	<div><div></div></div> 61,8	<div><div></div></div> 12,3	17 / 90 (101)	370 €
Core i3-9100	2019	4	3,6 / 4,2 GHz	<div><div></div></div> 1129	<div><div></div></div> 4148	<div><div></div></div> 61,9	<div><div></div></div> 41,5	13 / 97	100 €
Core i5-7500	2017	4	3,4 / 3,8 GHz	<div><div></div></div> 1020	<div><div></div></div> 3745	<div><div></div></div> 67,1	<div><div></div></div> 22	11 / 81	170 €
Ryzen 3 3200G	2019	4	3,6 / 4,0 GHz	<div><div></div></div> 907	<div><div></div></div> 3726	<div><div></div></div> 45,3	<div><div></div></div> 19,6	26 / 99	190 €
Core i3-8100	2017	4	3,6 GHz	<div><div></div></div> 974	<div><div></div></div> 3713	<div><div></div></div> 62,4	<div><div></div></div> 39,1	13 / 84	95 €
Core i5-6400	2015	4	2,7 / 3,3 GHz	<div><div></div></div> 895	<div><div></div></div> 3148	<div><div></div></div> 59,1	<div><div></div></div> 19,7	11 / 74	160 €
Ryzen 3 1200	2017	4	3,1 / 3,4 GHz	<div><div></div></div> 860	<div><div></div></div> 3059	<div><div></div></div> 46,1	<div><div></div></div> 55,6	33 / 75	55 €
Core i3-7100	2017	2+HT	3,9 GHz	<div><div></div></div> 1039	<div><div></div></div> 2638	<div><div></div></div> 53,9	<div><div></div></div> 33	11 / 61	80 €
Core i3-6300	2015	2+HT	3,8 GHz	<div><div></div></div> 1017	<div><div></div></div> 2621	<div><div></div></div> 45,2	<div><div></div></div> 21	11 / 74	125 €
Pentium Gold G6400	2020	2+HT	4,0 GHz	<div><div></div></div> 978	<div><div></div></div> 2557	<div><div></div></div> 57,3	<div><div></div></div> 36,5	12 / 50	70 €
Pentium Gold G5400	2018	2+HT	3,7 GHz	<div><div></div></div> 878	<div><div></div></div> 2290	<div><div></div></div> 53,1	<div><div></div></div> 41,6	13 / 49	55 €
Athlon 3000G	2019	2+SMT	3,5 GHz	<div><div></div></div> 810	<div><div></div></div> 2270	<div><div></div></div> 43,2	<div><div></div></div> 45,4	23 / 57	50 €
Pentium G4600	2017	2+HT	3,6 GHz	<div><div></div></div> 862	<div><div></div></div> 2258	<div><div></div></div> 52,1	<div><div></div></div> 34,7	11 / 49	65 €
Athlon 200GE	2018	2+SMT	3,2 GHz	<div><div></div></div> 775	<div><div></div></div> 2086	<div><div></div></div> 45,9	<div><div></div></div> 46,4	24 / 49	45 €
A12-9800	2017	4	3,8 / 4,2 GHz	<div><div></div></div> 622	<div><div></div></div> 1898	<div><div></div></div> 19,9	<div><div></div></div> 25,3	30 / 113	75 €
A10-7870K	2015	4	3,9 / 4,1 GHz	<div><div></div></div> 589	<div><div></div></div> 1890	<div><div></div></div> 17,2	<div><div></div></div> 15,8	27 / 125	120 €
Celeron G5905	2020	2	3,5 GHz	<div><div></div></div> 850	<div><div></div></div> 1658	<div><div></div></div> 45,8	<div><div></div></div> 36,8	12 / 42	45 €
Pentium G4500	2015	2	3,5 GHz	<div><div></div></div> 831	<div><div></div></div> 1616	<div><div></div></div> 43,2	<div><div></div></div> 26,9	12 / 45	60 €
Celeron G4900	2018	2	3,1 GHz	<div><div></div></div> 719	<div><div></div></div> 1372	<div><div></div></div> 42	<div><div></div></div> 39,2	13 / 37	35 €
Celeron G3930	2017	2	2,9 GHz	<div><div></div></div> 675	<div><div></div></div> 1292	<div><div></div></div> 48	<div><div></div></div> 36,9	11 / 32	35 €
Celeron G3900	2015	2	2,8 GHz	<div><div></div></div> 656	<div><div></div></div> 1258	<div><div></div></div> 42,6	<div><div></div></div> 41,9	11 / 35	30 €



# CPUs für unterwegs

## Prozessoren für Notebooks und Mini-PCs

**Mobilprozessoren sind fest eingelötet und lassen sich deshalb nachträglich nicht tauschen. Umso wichtiger ist es, vor dem Kauf eines tragbaren Rechners oder Mini-PCs die optimale CPU für den gewünschten Einsatzzweck auszuwählen.**

Von Christian Hirsch

**A**MD und Intel verwenden für ihre Mobilprozessoren die Bezeichnungen Ryzen beziehungsweise Core i und damit ähnliche Produktnamen wie bei den CPUs für stationäre PCs. Technisch weichen deren Eigenschaften aber teilweise stark von denen ihrer Desktop-Pendants ab. Während bei letzteren das Hauptaugenmerk auf hoher Performance und ver-

gleichsweise vielen CPU-Kernen liegt, gehört zu den Prioritäten von Notebook-Chips ein geringer Energiebedarf bei hoher Effizienz. Weder soll der Akku nach wenigen Stunden schlapp machen, noch will man sich die Oberschenkel verbrennen.

Um das zu erreichen, vereinen moderne Mobilprozessoren außer den eigentlichen CPU-Kernen möglichst viele Funktionen, die bei Desktop-PCs auf dem Mainboard oder auf Steckkarten sitzen. Außer der Onboard-Grafik und Chipsatzfunktionen wie SATA und USB gehören inzwischen auch WLAN und Thunderbolt dazu. Das spart nicht nur Energie, sondern auch wertvolle Platinenfläche, sodass mehr Platz für einen größeren Akku zur Verfügung steht.

### 15-Watt-Standardkost

Der größte Anteil der verkauften Mobilrechner geht auf das Konto von flachen Geräten mit 13 bis 17 Zoll Bild diagonal.

In diesen sitzen zumeist Prozessoren mit einer Thermal Design Power (TDP) von 12 bis 28 Watt, die zwischen zwei und acht CPU-Kernen haben. Ihre Performance reicht für Alltagsaufgaben wie Office und Bildbearbeitung aus.

Aktuelle Chips dieser Klasse sind die Tiger-Lake-Prozessoren aus Intels Core-i-1100G-Serie. Die Unterschiede zwischen Core i3, i5 und i7 sind bei der aktuellen 11. Generation geringer als früher. Mit Ausnahme des Core i3-1115G4 haben sie nämlich alle vier Kerne mit Hyper-Threading und unterscheiden sich primär nur bei den Taktfrequenzen und Cache-Größen. Die Ziffer hinter dem G gibt die Leistungsklasse der integrierten GPU an, beispielsweise G4 (48 Execution Units) und G7 (80 oder 96 EUs).

Geräte mit den Vorgängerchips der 10. Core-i-Generation sind ebenfalls noch im Handel. Hier muss man aufpassen, denn es gibt zwei verschiedene CPU-Familien. Die Core-i-1000G „Ice Lake“ mit bis zu vier Kernen sind ebenfalls in sparsamer 10-Nanometer-Technik gefertigt, takteten aber nicht so schnell und haben etwas langsamere CPU-Kerne als die der 11. Generation. Von Notebooks mit Core-10000-Prozessoren „Comet Lake“ sollte man hingegen die Finger lassen. Da Intel vor ein bis zwei Jahren nicht genug 10-nm-Chips fertigen konnte, legten sie noch einmal parallel ältere 14-nm-CPU auf.

AMD bietet für das Segment der flachen Notebooks derzeit drei „Cezanne“-CPUs mit Zen-3-Technik an: den Ryzen 3 5400U, den Ryzen 5 5600U und den Ryzen 7 5800U. Modelle mit ungerader zweiter Ziffer in der Bezeichnung wie der Ryzen 5 5500U verwenden hingegen die Vorgängerarchitektur Zen 2 und unterscheiden sich somit technisch kaum von den Ryzen 4000U „Renoir“. Hier ist im Zweifel das günstigere Vorjahresmodell die bessere Wahl als das neuere, in dem die gleiche Technik nur unter anderem Namen verkauft wird.

### Profi- und Gamerchips

Wer mehr CPU-Power im Notebook benötigt, sei es für anspruchsvolle 3D-Spiele oder Profi-Anwendungen wie Rendering, Videoschnitt und Kompilieren, hat die Wahl zwischen den Core-i-11000H „Tiger Lake“ und den Ryzen 5000H „Cezanne“. Sie haben ein größeres thermisches Budget von 28 bis zu 65 Watt, sodass höhere Taktfrequenzen und bis zu acht CPU-Kerne möglich sind. Die Chiphersteller kenn-



zeichnen solche CPUs mit einem H am Ende der Typenbezeichnung. Die Spitzenmodelle erhalten noch zusätzliche Buchstaben. Beispiele dafür sind der Core i9-11980HK und der Ryzen 9 5980HX. Die Architektur der H-Prozessoren mit mehr als 28 Watt TDP ist jedoch identisch mit denen der sparsameren Chips.

Allerdings passen die H-CPU's wegen des dafür notwendigen aufwendigeren Kühlsystems nicht mehr in superflache Geräte, sondern sind meist Notebooks mit Displaydiagonalen von 15 Zoll und größer vorbehalten. Zudem werden sie oft mit spieleaugenblicken Mobilgrafikkarten kombiniert und sind nur in Einzelfällen ohne solche erhältlich, obwohl sie alle eine Grafikeinheit enthalten.

## Sparware

Am unteren Ende der Performance-Skala tummeln sich die Billig-Chips der Serien Athlon, Celeron und Pentium. Im eh schon komplexen Bezeichnungsdschungel sorgen die CPU-Hersteller für zusätzliche Verwirrung. Denn die in günstigen Notebooks und Mini-PCs eingelöteten Prozessoren gibt es unter gleichem Namen mit verschiedenen Architekturen: Der Celeron 6305 verwendet beispielsweise die Willow-Cove-Architektur der potenten Core i-1100G „Tiger Lake“. Er ist funktionell im Vergleich zu diesen nur etwas beschnitten: So hat er lediglich zwei Kerne und ihm fehlen Hyper-Threading und der Turbo. Beim Zweikern Celeron N6210 handelt es sich hingegen um wesentlich sparsamere, aber auch langsamere Tremont-Rechenkerne. Zur dieser Familie gehören auch etwas stärkere Celerons mit dem Kürzel J sowie die Pentium J und N, die alle vier Kerne bieten.

AMD hat für billige Mobilprozessoren die Athlon 3000U „Dali“ im Programm. Die CPUs mit zwei Kernen verwenden die Zen+-Architektur der rund vier Jahre alten Ryzen-2000U-Prozessoren.

## Leistung versus Kühlung

Die Performance von Mobilprozessoren hängt wesentlich stärker vom jeweiligen Gerät ab, als dies bei Desktop-Prozessoren der Fall ist. Die Notebook-Hersteller können die Thermal Design Power nämlich an das jeweilige Kühlsystem anpassen. Beim Quad-Core Core i7-1165G7 umfasst die von Intel freigegebene Spanne 12 bis 28 Watt. Für die Singlethreading-Leistung spielt das keine große Rolle, weil die CPUs ihre TDP dabei trotz hoher Turbotakraten


nicht ausschöpfen. Sind jedoch mehrere Kerne ausgelastet, hat die konfigurierbare TDP erhebliche Auswirkungen: Bei 12 Watt garantiert Intel nur noch eine Mindestfrequenz von 1,2 GHz, während es bei 28 Watt 2,8 GHz sind. Das kann in der Praxis dazu führen, dass ein Notebook mit großem Kühler und nominell schwächerer CPU dennoch schneller rechnet als ein auf dem Papier schnellerer Prozessor, der durch ein kompaktes Kühlsystem eingebremst wird.

In der Benchmark-Tabelle auf dieser Seite haben wir deshalb den höchsten Wert verwendet, falls wir Messergebnisse mehrerer Notebooks beziehungsweise Mini-PCs mit dem jeweiligen Prozessor ermittelt hatten. Zudem verzichten wir im Unterschied zu den Desktop-Prozessoren auf die Preisangabe. Zum einen sind die Mobil-CPU's einzeln nicht erhältlich, weil sie alle aufgelötet sind. Und zum anderen sind die Preisangaben der Prozessorhersteller unrealistisch, weil Notebook-Hersteller erhebliche Rabatte bekommen. Der Mini-Barebone Intel NUC 11 Pro NUC-11TNKi3 mit dem Core i3-1115G4 kostet beispielsweise 299 Euro, während die

CPU laut Intel-Preisliste allein schon 281 US-Dollar kosten soll.

## Fazit

Für die Performance von Mobilprozessoren spielt vor allem die Kernanzahl eine Rolle, bei der für Office-Programme und Browser wichtigen Singlethreading-Leistung bieten auch preiswerte CPUs dank Turbo ausreichend Performance. Lediglich die Billigchips von AMD und Intel fallen deutlich zurück. Unsere Empfehlung: Mit einem modernen Quad-Core-Prozessor sind Sie für die kommenden Jahre auf der sicheren Seite.

Beim Kauf eines neuen tragbaren Rechners oder Mini-PCs sollten Sie jedoch bedenken, dass der Prozessor nur ein Mosaikstein ist. Unsere große Notebook-Kaufberatung liefert zahlreiche Tipps, worauf Sie bei der Auswahl eines tragbaren Rechners außerdem achten sollten [1]. (chh@ct.de) 

## Literatur

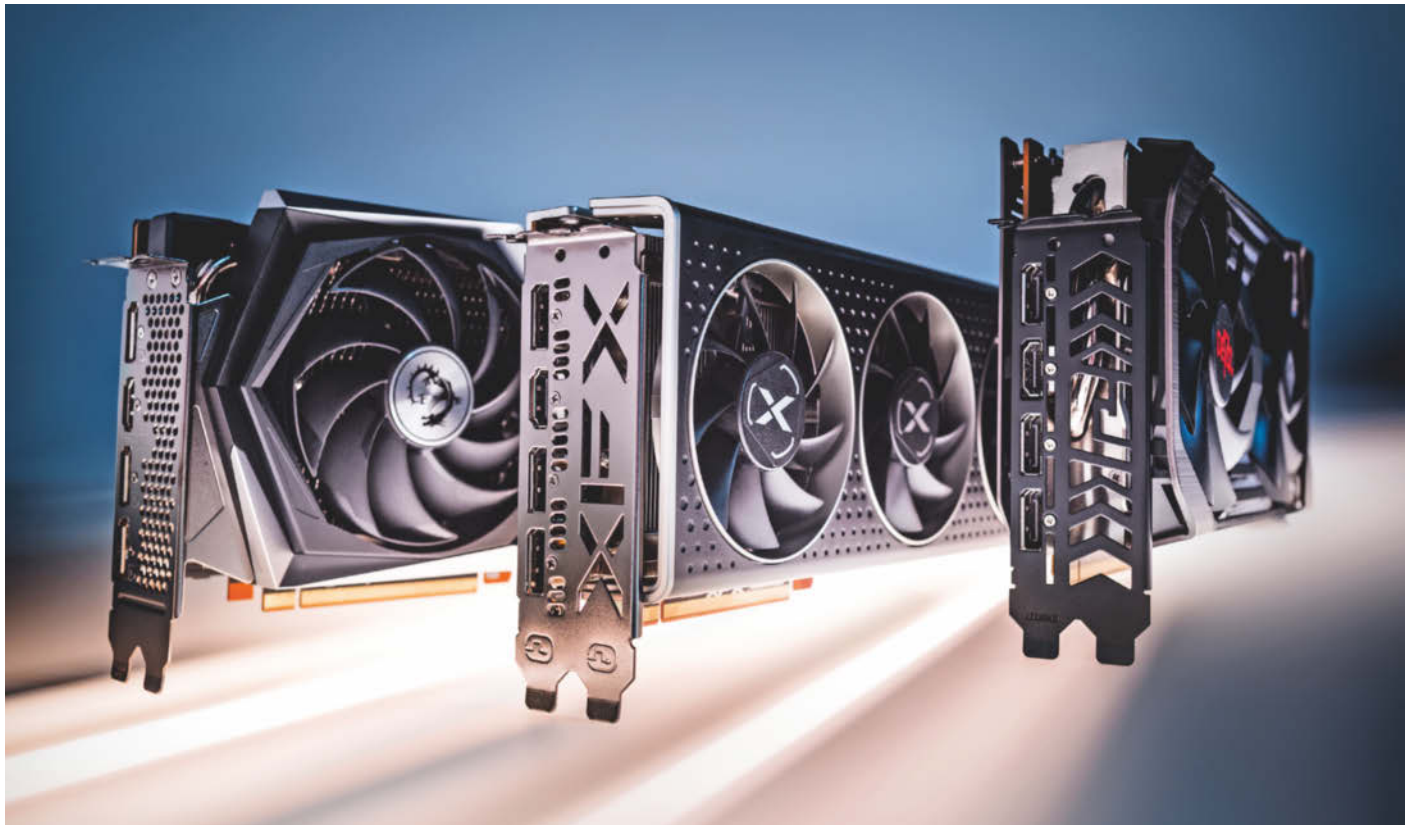
- [1] Florian Müssig, Notebook-Kaufberatung, Was Sie 2021 beim Notebookkauf wissen müssen, c't 7/2021, S. 18

## Leistung aktueller Mobilprozessoren

Prozessor	Kerne	Takt / Turbo	TDP	Cinebench R23 1T	Cinebench R23 MT
				besser ►	besser ►
AMD Ryzen 9 5900HX	8+SMT	3,3 / 4,6 GHz	35-54 W	1499	13542
AMD Ryzen 7 4800H	8+SMT	2,9 / 4,2 GHz	35-54 W	1237	9660
AMD Ryzen 5 4600H	6+SMT	3,0 / 4,0 GHz	35-54 W	1171	8482
AMD Ryzen 7 5800U	8+SMT	1,9 / 4,4 GHz	10-25 W	1430	8069
Apple M1	4+4	k.A. / 3,2 GHz	k.A.	1523	7732
Intel Core i7-1165G7	4+HT	1,7 / 4,7 GHz	12-28 W	1537	6380
Intel Core i5-1135G7	4+HT	1,4 / 4,2 GHz	12-28 W	1364	5837
Ryzen 3 4300U	4	2,7 / 3,7 GHz	10-25 W	1108	3681
Intel Core i5-1035G1	4+HT	1,0 / 3,6 GHz	12-25 W	1096	2794
Intel Core i5-10210U	4+HT	1,6 / 4,2 GHz	10-25 W	923	2371
Intel Pentium Silver N6000	4	1,1 / 3,3 GHz	6 W	711	1859
Intel Core i5-L16G7	1+4	1,4 / 3,0 GHz	7 W	774	1851
TDP: Thermal Design Power k.A. keine Angabe HT: Hyperthreading SMT: Simultaneous Multithreading					

## Aktuelle Mobilprozessoren

Plattform	Prozessorserie(n)	Kerne	TDP	GPU / Shader-Kerne	Strukturgröße
<b>Intel</b>					
Tiger Lake H	Core i-11000H	4, 6, 8	28 bis 65 W	UHD, Xe / 128 bis 768	10 nm
Tiger Lake U	Celeron 6305, Pentium 7505, Core i-1100G	2, 4	7 bis 28 W	UHD, Xe / 384 bis 768	10 nm
Ice Lake U	Core i-1000G	2, 4	9 bis 28 W	UHD, Iris Plus / 256 bis 512	10 nm
Comet Lake H	Core i-10000H	4, 6, 8	35 bis 65 W	UHD / 96 bis 192	14 nm
Comet Lake U	Celeron 5000U, Pentium 6405U, Core i-10000U	2, 4, 6	12,5 bis 25 W	UHD / 96 bis 192	14 nm
<b>AMD</b>					
Cezanne	Ryzen 5400U, 5600U, 5800U, Ryzen 5000H	4, 6, 8	15 bis 45 W	Radeon / 384 bis 512	7 nm
Renoir / Lucienne	Ryzen 5300U, 5500U, 5700U, Ryzen 4000U, Ryzen 4000H	4, 6, 8	15 bis 45 W	Radeon / 320 bis 512	7 nm
Picasso	Ryzen 3000U, Ryzen 3000H	4	15 bis 35 W	Radeon / 192 bis 704	12 nm



# Teure Effizienz

## Mittelklasse-Spielergrafikkarte AMD Radeon RX 6600 XT

**Spieler mit Full-HD-Displays und begrenztem Budget verspricht AMDs Radeon RX 6600 XT in aktuellen Spielen schicke 3D-Welten mit hohen Bildraten – auch mit Raytracing. Die Karten arbeiten dabei sehr effizient, sind zurzeit jedoch recht teuer.**

Von Carsten Spille

**S**pieler brauchen leistungsfähige Grafikkarten, wenn auch die neuesten Titel die volle Pracht ihrer 3D-Welten ruckelfrei entfalten sollen. Doch leider ist

das in den letzten Monaten ein teures Vergnügen geworden, weil Chipknappheit und Krypto-Mining-Boom die Preise für aktuelle 3D-Beschleuniger geradezu explodieren ließen. Und auch wenn es inzwischen nach leichter Entspannung auf dem Markt aussieht, liegen die Straßenpreise immer noch deutlich über den unverbindlichen Preisempfehlungen (UVP). Wer eine drei oder vier Jahre alte Grafikkarte aus der damaligen Mittelklasse besitzt, eine Radeon RX 580 oder GeForce GTX 1060 etwa, der muss für die RX 6600 XT als einer möglichen Nachfolgerin tiefer in die Tasche greifen.

AMD verspricht mit der Radeon RX 6600 XT speziell Spielern mit Full-HD-Bildschirmen eine hohe Leistung und moderne Features wie etwa Raytracing

und AV1-Videodekodierung in Hardware. Doch die UVP liegt bei 380 Euro – das ist in der Mitte der Preise der zwei Jahre alten Speerspitzen Radeon RX 5700 und 5700 XT. Und im Handel sind die Karten zudem noch einmal 100 Euro teurer. Wir haben drei Varianten der Karte im Testlabor unter die Lupe genommen: MSIs Gaming X, Powercolors Red Devil und XFX' Merc 308. Dabei haben wir festgestellt, dass diese AMDs Versprechen erfüllen und zudem sehr leise arbeiten, oberhalb von Full HD jedoch deutlich schwächeln.

Die Radeon RX 6600 XT ist zu DirectX 12 Ultimate kompatibel und beherrscht wie alle RX-6000-Karten die wichtigsten modernen Features, etwa Hardware-Raytracing, Variable Rate Shading und Mesh Shader. Der AMD-Treiber bietet vergleichbare Funktionen auch unter Vulkan oder OpenGL an und ist für reine Rechenaufgaben zu OpenCL 2.0 kompatibel. Die integrierte Videoeinheit entlastet den Prozessor nicht nur bei der Wiedergabe von H.264-, VP9- und H.265/HEVC-kodierten Filmen, sondern auch bei modernen AV1-Clips, die mit ihren niedrigen Bandbreiten-, aber hohen Rechenanforderungen auch bei Streamingdiensten wie Netflix im Kommen sind. Das Kodieren von Filmen kann der Chip mit



### MSI Radeon RX 6600 XT Gaming X 8G

Die MSI-Karte ist trotz Gaming-X-Auszeichnung nicht übertaktet. Ihr mächtiger Kühler hatte im Test zu keiner Zeit Probleme, die Abwärme der Karte unter Kontrolle zu halten. Im Tuning-Menü des AMD-Treibers lässt das MSI-BIOS leider nur maximal 4 Prozent mehr Leistungsaufnahme zu – der Kühler hätte noch Reserven gehabt. Das MSI-Logo auf der Kartenoberkante ist dezent beleuchtet.

- ⬆ 2,55 GHz Last-Takt
  - ⬆ 3 Jahre Garantie
  - ⬇ enge Overdrive-Limits
- Preis: circa 530 Euro



### PowerColor Radeon RX 6600 XT Red Devil

Rein optisch ist Powercolors Red Devil die am auffälligsten beleuchtete Karte – das lässt sich über das Tool DevilZone abschalten. Schon im „OC“-Modus, der aber nur Standardtakte anlegt, ist die Red Devil nicht laut, im minimal langsameren Silent-Mode wird sie wirklich leise. Sie braucht als einzige Karte im Test einen 6- und einen 8-poligen Stromanschluss.

- ⬆ Dual-BIOS sinnvoll genutzt
  - ⬆ mit Silent-BIOS sehr leise
  - ⬇ LED nur per Tool abschaltbar
- Preis: circa 580 Euro



### XFX Speedster Merc 308 Radeon RX 6600 XT Black Gaming

Die Karte mit dem langen Namen ist ab Werk die sparsamste und leiseste im Test – mit nur zwei Steckplätzen kommt aber auch sie nicht aus. Den Leistungsunterschied zu den lautereren Konkurrenten spürt man nicht. Die LED-Beleuchtung beschränkt sich dezent auf das Logo und den Radeon-Schriftzug der Oberseite.

- ⬆ sehr leiser Kühler
  - ⬆ sehr sparsam
  - ⬇ Dual-BIOS ungenutzt
- Preis: circa 550 Euro

H.264 und HEVC übernehmen. Die Karten haben vier Display-Ausgänge, die jeweils ein 4K-Bild mit bis zu 144 Hz ausgeben können.

#### Grafikchip Navi23

Auf allen drei Karten im Test kommt AMDs Navi23-Grafikchip unterstützt von 8 GByte GDDR6-Speicher zum Einsatz. 2048 Shader-Rechenkerne klingen zunächst einmal nicht so wahnsinnig viel, aber sie arbeiten in Spielen oft mit mehr als 2,5 GHz, sodass sie rund 10 TFlops an Rechenleistung schaffen. Das ist auf dem Papier in etwa vergleichbar mit der Radeon RX 5700 XT oder der GeForce RTX 2070 Super.

Aufgrund der moderneren RDNA2-Architektur der RX 6600 XT ist sie in vielen Spielen allerdings meist noch etwas flotter. Dabei spielt auch ein Kniff eine Rolle, den AMD bereits bei den anderen RX-6000-Modellen angewandt hat: ein spezieller Zwischenspeicher auf dem Grafikchip, der möglichst viele Zugriffe auf den Grafikspeicher abfangen soll. Dieser

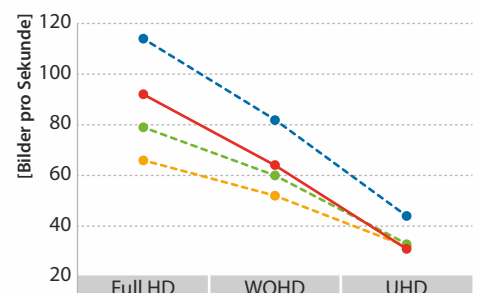
sogenannte Infinity Cache ist wesentlich größer als normale Last-Level-Caches auf GPUs, die zwischen 2 und 6 MByte fassen. Auch der Navi23 besitzt einen solchen, er ist 32 MByte groß und überträgt bis zu 922 GByte/s.

Das Problem: Im Vergleich zu Navi21 und Navi22 ist der Cache beim Navi23 kleiner. Der Navi21 hat 128 MByte, die eine 256 Bit breite Speicherschnittstelle

versorgen sollen, der Navi22 96 MByte für 192 und der Navi23 auf der RX 6600 XT hätte dieser Progression folgend 64 MByte für das 128-Bit-Speicherinterface haben müssen, hat aber nur 32 MByte. Mit steigender Bildschirmauflösung kann so ein Cache immer weniger Anfragen bedienen und muss häufiger auf den nur gut ein Viertel so schnellen Grafikspeicher zurückgreifen – das geschieht beim Navi23

## RX 6600 XT: Auflösungskalierung in Assassin's Creed:Valhalla

Wegen des kleinen Infinity-Caches in Verbindung mit der 128 Bit schmalen Speicheranbindung verliert die Radeon RX 6600 XT mit zunehmender Pixelzahl mehr Fps als alle Vergleichskarten.





durch den um 32 MByte kleineren Infinity Cache schon in Full-HD-Auflösung öfter. Die Leistung der RX 6600 XT fällt deshalb in höheren Auflösungen vergleichsweise stark ab – das gilt auch für ältere Spiele, für die die Performance auch in 4K noch knapp ausreichen könnte.

## Sparsam und leise

Schon die von AMD spezifizierte „Total Board Power“ von 160 Watt lässt auf eine sparsame Karte hoffen. Die RX 5700 XT brauchte nominell noch 225 Watt und auch Nvidias RTX 3060 hat 10 Watt mehr im Datenblatt. Ohne 3D-Last schlucken die drei RX-6600-XT-Probanden rekordverdächtig niedrige 4 bis 6 Watt. Die ansonsten vergleichbaren GeForce RTX 3060 nehmen mit 14 Watt deutlich mehr Leistung auf.

Leider taktet der Grafikspeicher beim Betrieb mit vier Displays nicht mehr herunter und die Leistungsaufnahme liegt dann bei knapp über 20 Watt – ähnlich wie

bei der RTX 3060. Unter Last bleiben die 6600-XT-Karten auf Dauer im Rahmen ihrer TDP-Angaben und schlucken 168 bis 175 Watt. Das macht sie in Verbindung mit den ebenfalls ermittelten fps-Werten zu sehr effizienten Gesellen. Die Spitzenwerte liegen wie üblich merklich darüber, aber jeweils nur wenige Millisekunden lang.

## Spieleleistung

Bei den meisten herkömmlichen Spielen ist die RX 6600 XT in Full-HD- und auch WQHD-Auflösung deutlich schneller als die RTX 3060. Im Action-Adventure Assassin's Creed: Valhalla sind es knapp 40 Prozent Vorsprung und auch in Shadow of the Tomb Raider schlägt sie die RTX 3060 knapp. Diese kann in Ultra HD aber den Spieß umdrehen, wo ihr ihre höhere Speichertransferrate und auch der mit 12 GByte 50 Prozent größere Grafikspeicher zugute kommt. In Raytracing-Titeln setzt die RX 6600 XT die Tradition der anderen RX-6000-Karten fort und bricht deutlich

stärker ein als ihr GeForce-Pendant. In Shadow of the Tomb Raider ist sie rund 18 Prozent langsamer, in Metro Exodus Enhanced 5 und in Control rund 32 Prozent.

Gegenüber älteren Karten, von denen man realistisch betrachtet eventuell aufrüsten wollte, kann sich die RX 6600 XT deutlich distanzieren – diese beherrschen zudem auch kein Hardware-Raytracing. Gegenüber der verbreiteten GTX 1060 etwa ist die 6600 XT doppelt so schnell, auch GTX 1070, RX Vega 64 und RX 5600 XT lässt sie in Full HD um mindestens 25 Prozent hinter sich. Diesen Abstand spürt man außerhalb von Benchmarks auch beim Spielen.

## Fazit

Die Radeon RX 6600 XT ist eine flotte Grafikkarte für Full-HD-Zocker, die wenig Ambitionen in Richtung höherer Auflösung oder Raytracing haben. Zwar kann die bislang kleinste Radeon RX 6000 auch das, aber sie verliert dort mehr fps-Leis-

## Spieleleistung ohne Raytracing

Grafikkarte	Assassin's Creed: Valhalla (DX12) <sup>1</sup>		Shadow of the Tomb Raider (DX12) <sup>2</sup>	
	FHD [fps <sup>3</sup> ]	WQHD [fps <sup>3</sup> ]	FHD [fps <sup>3</sup> ]	WQHD [fps <sup>3</sup> ]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
MSI Radeon RX 6600 XT Gaming X	62/91	47/64	98/129	69/85
Powercolor Radeon RX 6600 XT Red D.	67/92	45/62	101/133	69/86
XFX Radeon RX 6600 XT Merc 308	65/90	47/63	97/127	67/83
GeForce RTX 3060	50/66	40/52	92/123	65/83
Radeon RX 6700 XT	80/114	59/82	101/133	89/113
GeForce RTX 3070	57/79	49/65	123/166	90/115
<b>Zum Vergleich</b>				
GeForce GTX 1060	29/41	21/29	46/61	31/40
GeForce GTX 1070	37/55	29/41	65/84	45/56
Radeon RX Vega 64	48/64	39/49	74/97	53/67
Radeon RX 5600 XT	47/62	37/49	75/97	52/64
Radeon RX 5700 XT AE	60/79	45/60	92/117	64/79

gemessen unter Windows 10 auf Ryzen 9 5900X, 32 GByte RAM, VSync aus, rBAR an bei RTX 30/RX 6000  
<sup>1</sup> Preset „Extrem hoch“, AA „Hoch“, 16x AF <sup>2</sup> Preset „Ultrahoch“, SMAA, 16x AF <sup>3</sup> Bilder pro Sekunde. Dunkler Balken: P1-Perzentil, d.h. 99 Prozent der Bildrate ist höher; heller Balken: Durchschnittswert

## Spieleleistung mit Raytracing

Grafikkarte	Shadow of the Tomb Raider (DX12) <sup>1</sup>		Metro Exodus Enhanced (DX12, RT an) <sup>2</sup>		Control (DX12, RT an) <sup>3</sup>	
	FHD [fps <sup>4</sup> ]	WQHD [fps <sup>4</sup> ]	FHD [fps <sup>4</sup> ]	WQHD [fps <sup>4</sup> ]	FHD [fps <sup>4</sup> ]	WQHD [fps <sup>4</sup> ]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
MSI Radeon RX 6600 XT Gaming X	37/66	24/42	36/53	27/38	22/35	12/18
Powercolor Radeon RX 6600 XT Red D.	36/65	24/42	36/53	27/37	22/34	14/18
XFX Radeon RX 6600 XT Merc 308	36/64	24/42	36/53	27/37	22/34	14/19
GeForce RTX 3060	52/80	37/53	35/56	28/41	36/44	23/28
Radeon RX 6700 XT	54/87	37/59	43/65	34/43	30/40	18/24
GeForce RTX 3070	74/112	51/75	44/82	41/61	52/64	35/43

gemessen unter Windows 10 auf Ryzen 9 5900X, 32 GByte RAM, VSync aus, rBAR an bei RTX 30/RX 6000  
<sup>1</sup> Preset „Ultrahoch“, SMAA, 16x AF, Raytracing-Schatten „ultra“ <sup>2</sup> Preset „High“, Raytracing „High“ ohne DLSS <sup>3</sup> Preset „High“, Raytracing „High“ ohne DLSS  
<sup>4</sup> Bilder pro Sekunde. Dunkler Balken: P1-Perzentil, d.h. 99 Prozent der Bildrate ist höher; heller Balken: Durchschnittswert

tung als die Konkurrenz, sodass Hi-Res-Gamer und solche, die mehr Wert auf Raytracing-Effekte legen, mit einer GeForce RTX 3060 besser bedient sind. Dafür arbeitet die RX 6600 XT im Leerlauf extrem sparsam und auch unter 3D-Last sehr effizient.

MSIs Gaming X sieht auf dem Papier unspektakulär aus, hat aber eine effektive Kühlung. Unter Last braucht sie – auf niedrigem Niveau – knapp am meisten Strom. Die XFX Merc 308 hat zwar ein Dual-BIOS, zieht daraus aber keinen Nutzen. Dennoch ist die sparsamste und bei Werkseinstellungen auch die leiseste Karte im Testfeld. Wer übertakten will, ist bei Powercolors Red Devil richtig. Mit dem zweiten Stromanschluss und der mächtigen Kühlung hat sie viele Reserven, die der Hersteller im Silent-BIOS auch in besonders leisen Betrieb ummünzt. (csp@ct.de) **ct**

## Spielergrafikkarten mit Radeon RX 6600 XT

Modell	MSI Radeon RX 6600 XT Gaming X	PowerColor Radeon RX 6600 XT Red Devil	XFX Speedster Merc 308 Radeon RX 6600 XT Black Gaming
Hersteller, URL	MSI, de.msi.com	Powercolor, powercolor.com	XFX, xfxforce.com
Modell (Modellnummer)	Gaming X (V502-003R)	Red Devil (AXRX 6600XT 8GBD6-3DHE/OC)	Speedster Mercury 308 Black (RX-66XT8TBDQ)
BIOS-Version / UEFI-tauglich	020.003.000.030. 000000 / ✓	020.003.000.030. 000000 / ✓	020.003.000.030. 000000 / ✓
Shader / TMU / ROP	2048 / 128 / 64	2048 / 128 / 64	2048 / 128 / 64
GPU-Takt¹: Basis / Gaming / Turbo	2064 / 2428 / 2607 MHz	2064 / 2428 / 2607 MHz (2000 / 2382 / 2593) MHz	2064 / 2428 / 2607 MHz
GPU-TGP¹ / Stromversorgung	145 Watt / 1 × 8-Pin	145 (135 Watt) / 1 × 8-Pin + 1 × 6-Pin	145 Watt / 1 × 8-Pin
Schnittstelle / Bauform / Lüftertyp	PCIe 4.0 x8 / 3 Slot / axial	PCIe 4.0 x8 / 2 Slot / axial	PCIe 4.0 x8 / 3 Slot / axial
Abmessungen (T × B × H) / Gewicht	51 mm × 130 mm × 277 mm / 882 g	54 mm × 133 mm × 253 mm / 1002 g	52 mm × 114 mm × 274 mm / 894 g
<b>Ausstattung</b>			
Display-Ausgänge	3 × DP 1.4a, 1 × HDMI 2.1	3 × DP 1.4a, 1 × HDMI 2.1	3 × DP 1.4a, 1 × HDMI 2.1
Lüfteranzahl × Durchmesser / Zero-Fan-Modus²	2 × 95 mm / ✓	2 × 97 mm / ✓	3 × 75 mm / ✓
Besonderheiten	Backplate	Backplate, Sticker, RGB- LED inkl. Anschlusskabel	Backplate, Dual-BIOS (pri./sek. mit identischen Einstellungen)
<b>Technische Prüfungen</b>			
3DMark Time Spy / FireStrike Extreme / Port Royal³	10132 / 12633 / 4493 Punkte	10217 / 12647 / 4498 (10011 / 12518 / 4448) Punkte	10070 / 12520 / 4446 Punkte
LuxMark 3.1 LuxBall HDR	25810 Punkte	26066 (25914) Punkte	25923 Punkte
Leistungsaufnahme 2D / 3D / Peak¹,³	5 (22) / 175 / 243 Watt	6 (23) / 173 / 257 (6 (23) / 161 / 254) Watt	4 (21) / 168 / 221 Watt
Lautheit 2D / 3D / Maximum	<0,1 / 0,5 sone	<0,1 / 0,5 (<0,1 / 0,3) sone	<0,1 / 0,4 sone
<b>Bewertungen</b>			
3D-Lstg. FHD / WQHD / 4K (mit Raytracing)¹,⁴	⊕ (○) / ○ (○) / ⊖ (⊖)	⊕ (○) / ○ (○) / ⊖ (⊖)	⊕ (○) / ○ (○) / ⊖ (⊖)
Geräuschentwickl. Leerlauf / Last¹	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕ (⊕⊕ / ⊕⊕)	⊕⊕ / ⊕⊕
Garantie	3 Jahre	2 Jahre	3 Jahre
Preis (Straße)	440 € (520 €)	450 € (500 €)	420 € (550 €)

¹ primäres BIOS, sekundäres BIOS in Klammern

² Lüfter stehen im Leerlauf still

³ ruhender Windows-Desktop mit einem (vier) angeschlossenen Monitor(en) /  
Mittelwert im 3DMark 11GT 1 / kurzzeitige Spitzenwerte

⁴ bezogen auf die gewählten Einstellungen

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht  
✓ 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
- Hard- & Softwaretipps
- Apps und Zubehör
- inkl. Club-Mitgliedschaft

Für nur 14,40 € statt 21,80 €

**NEU:** Mit Mac & i Club-Mitgliedschaft  
exklusive Vorteile genießen



Mac & i. Das Apple-Magazin von c't.

Jetzt bestellen:

[www.mac-and-i.de/miniabo](http://www.mac-and-i.de/miniabo)

✉ [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

☎ 0541 80 009 120



Bild: Thorsten Hübner

# Audio-Theater

## Hörspiele streamen: Apps für Android und iOS

**Geschichten von jungen Detektivteams, sprechenden Elefanten und Mädchen mit Zauberbesen begeistern Kinder und Erwachsene. Audiokassetten und selbst CDs wirken aber nicht mehr zeitgemäß. Streamingdienste versprechen mehr Flexibilität. Für die Kleinsten gibt es vollintegrierte und einfach zu bedienende Lautsprecherboxen.**

Von André Kramer

Vermutlich ist die Tradition des Geschichtenerzählens ebenso alt wie die Zähmung des Feuers. Menschen begeistern sich von klein auf für eine gute Story, sei sie wirklich passiert oder rein fiktiv – das beginnt bereits im Kindesalter mit dem Hören von Hörspielen. Geschichten lassen Bilder im Kopf entstehen und öffnen eine Tür in eine größere Welt. Sie sind „wie ein Stummfilm, nur umgekehrt“ (Laurel und Hardy).

Richtig populär wurden Hörspiele in den Siebzigerjahren und das liegt nicht zuletzt am Medium. Jede Generation assoziiert Hörspiele mit anderen Datenträgern. Zunächst erschienen die mit verteilten

Rollen vorgetragenen Stücke im Radio oder auf Schallplatte. Die wenigsten Eltern dürften ihre Vierjährigen jedoch an ihren kostbaren Radio-Plattenspieler Braun Phonosuper SK im Wohnzimmer gelassen haben. Der Durchbruch kam mit der Kompaktkassette. Sie ist erschwinglich, handlich und kinderleicht zu bedienen. Der massenhaft verfügbare Kassettenrekorder im Kinderzimmer sorgte für einen Boom von Kinderhörspielen, der bis zum heutigen Tag ungebrochen anhält.

Die althergebrachten Medien sind jedoch veraltet, auch wenn neue Folgen der Serie „Die drei Fragezeichen“ immer noch auf Audiokassette erscheinen. Der



Hersteller Europa bedient damit einen Sammlermarkt erwachsener Liebhaber, die keinen Medienbruch wünschen. CDs finden viele Abnehmer, doch am schnellsten und komfortabelsten hört es sich über Streamingdienste. Wir haben die App Europa Hörspiel-Player getestet und verglichen, was die Hörbuch-Apps Audible, BookBeat und Storytel sowie die Musikdienstleister Deezer und Spotify auf diesem Gebiet leisten.

## Die Inhalte

Den Kinderhörspielmarkt teilen Europa, Kiddinx und Karussell untereinander auf. Erwähnt sei auch die ARD-Audiothek, die unter anderem die Klassiker Pumuckl, Sendung mit der Maus und Grimms Märchen kostenfrei anbietet.

Kiddinx, früher Kiosk, vertreibt Titel für die Kleinen wie „Benjamin Blümchen“, „Bibi Blocksberg“, „Bibi und Tina“, „Wendy“, „Leo Lausemaus“ und Disney-Geschichten. Der sprechende Elefant und die kleine Hexe bringen es mittlerweile auf eine dreistellige Anzahl Titel. „Bibi und Tina“ hat es ins Kino geschafft. Kultstatus hat auch der Science-Fiction-Held „Jan Tenner“. Die in den Achtzigern erschienene Serie hat mittlerweile einen Nachfolger mit den damaligen Helden als Eltern der neuen Generation.

Auch viele vom Hörspielverlag Europa in den Siebzigern entwickelte Serien sind bis heute populär wie „Die drei Fragezeichen“, „Fünf Freunde“, „Hui Buh“ und „Hanni und Nanni“. 1981 kam die immer noch produzierte Serie „TKKG“ hinzu, die mittlerweile wie „Die drei Fragezeichen“ über 200 Folgen zählt. „Fünf Freunde“ kommt derzeit auf fast 150 Titel. Daneben gibt es Spin-offs wie „TKKG Junior“, „Die drei ??? Kids“, „Die drei !!!“ und „Der kleine Hui Buh“. Zu den jüngeren Erfolgen von Europa zählen „Teufelskicker“ und „Kati & Azuro“.

## Hörspiel-Klassiker

Horror- und Science-Fiction-Titel, die auch als Hefte bei Bastei-Lübbe und Maritim erschienen und dem Pulp-Genre zuzuordnen sind, wie Perry Rhodan, Larry Brent, Macabros, Dämonenkiller, Commander Perkins, Edgar Wallace und die Gruselserie sind heute noch beliebt. Die Hörspiel-Regisseurin Heikedine Körting sowie die verstorbenen Hörspielautoren H. G. Francis, eigentlich Hans Gerhard Franciskowsky, und Dan Shocker, alias Jürgen Grasmück, haben eine eingeschworene Fangemeinde und werden in der Szene wie

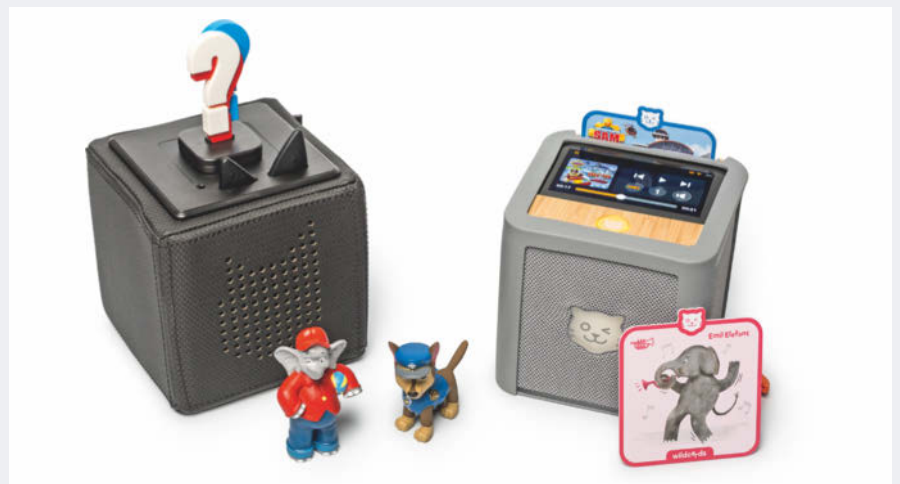
## Hörspielbox fürs Kinderzimmer

So bequem Streamingdienste auch sind, Smartphone und Tablet eignen sich kaum als ständige Begleiter für die Kleinsten. Hörspielkassetten gehören allerdings eher ins Museum als ins Kinderzimmer. Die technologische Lücke füllen Streamingwürfel wie die Toniebox für 79,95 Euro und die Tigerbox für 99,99 Euro. Beide sind weich gepolstert, haben einen Lautsprecher sowie einen Akku mit etwa acht Stunden Laufzeit eingebaut und verbinden sich über WLAN mit dem Internet. Sie sollen besonders einfach zu bedienen sein – auch und gerade von Vorschulkindern. Eltern freuen sich über die jeweils verfügbare 3,5-mm-Kopfhörerbuchse, die es ihnen erspart, selbst immer wieder zwangsläufig allzu tief in die Welt des kleinen Drachen Kokosnuss einzutauchen.

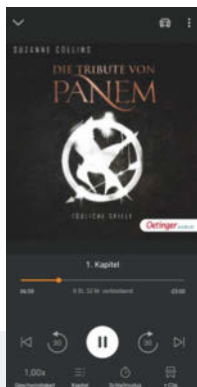
Die **Toniebox** kommt mit einem denkbar einfachen Bedienkonzept und verzichtet bewusst auf einen Bildschirm. Der Hersteller empfiehlt das Gerät für Kinder ab drei Jahren. Platziert der Nachwuchs einen der vielen verfügbaren Tonies – nett anzusehende Hörfiguren aus Kunststoff – auf der Box, erklingt ohne Umschweife ein Hörspiel von Paw Patrol, Bob dem Baumeister, den Teufelskickern oder von Bibi & Tina. Ein Magnet hält die Figur an ihrem Platz. Die fein modellierten Figuren enthalten einen NFC-Chip, der der Box mitteilt, welches Hörspiel sie über WLAN laden soll. Anschließend sind die Hörspiele auch offline verfügbar. Der interne Speicherplatz soll für 400 Stunden Audiomaterial reichen. Kippt man die

Box nach links oder rechts, spult sie vor beziehungsweise zurück. Über ihre spitzen Ohren regelt man die Lautstärke. Ein Tonie kostet 14,99 Euro. Es gibt Benjamin Blümchen und Bibi Blocksberg zwar nicht für jede einzelne Folge, man kann sie über die Tonie-Audiothek aber mit unterschiedlichen Titeln ausstatten, wenn auch jeweils nur mit einem. Den mitgelieferten Kreativ-Tonie kann man mit eigenem Material in den Formaten MP3, M4A, WAV, Ogg Vorbis und WMA bespielen.

Die **Tigerbox Touch** bedient man über ein Touchdisplay mit knapp 4 Zoll Diagonale; sie wendet sich damit eher an die etwas älteren Kinder. Nach dem Einschalten startet die Box mit einer angepassten Android-Version. Eingerichtet wird sie über die App Tigertones, die für Android und iOS zur Verfügung steht und mit der sich die Box via Bluetooth verbindet, was wiederum am besten die Eltern erledigen. Dort schränken sie auch die Altersfreigabe der Mediathek ein, steuern das eingebaute Nachtlicht und legen fest, nach welcher Zeit die Box automatisch abschaltet. Nach 8 Minuten ohne Audiosignal schaltet sich der Lautsprecher automatisch aus. Ein Tigerticket für 10 Euro monatlich gewährt Zugriff auf mittlerweile 7000 Titel der herstellereigenen Mediathek. Ein Jahresabo kostet 75 Euro. Für Auto oder Strand kann man Tigercards mit jeweils einem Hörspiel für 7,99 Euro erwerben. Die Karten werden oben hinten in einen Schlitz gesteckt. Die Box startet automatisch die Wiedergabe.



**Die Toniebox (links) spielt Hörspiele ab, sobald die Figur auf ihr steht. Die Tigerbox (rechts) wird über ein Display bedient und lädt Hörspiele von einer Karte oder über WLAN.**





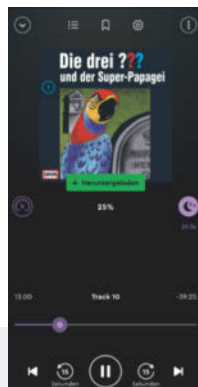
## Audible

Der Amazon-Dienst Audible enthält eher Hörbücher als Hörspiele. Die App hat keinen Kindermodus an Bord. Neben zahlreichen allgemeinen Kategorien wie Krimi, Science-Fiction und Reisen bietet sie auch zwei für Kinder und Jugendliche. Etliche Standardtitel sind enthalten, die drei Fragezeichen und TTKG jedoch nicht, da Audible zwar Inhalte von Kiddinx, nicht aber von Europa im Programm hat. Die Kategorie Jugend zeigt ihre Stärken in beliebten Hörbuchtiteln wie Twilight, Tribute von Panem, Eragon oder Percy Jackson und Jugendbuchklassikern von Die unendliche Geschichte und Jim Knopf über Winnetou und Das fliegende Klassenzimmer bis hin zu Moby Dick und Die Schatzinsel.

Im Abo erhalten Kunden für knapp zehn Euro monatlich einen Credit für je einen Titel inklusive. Darüber hinaus kann man Dreierpakete mit Folgen von Bibi und Tina für 10,95 Euro oder Einzelfolgen von Bibi Blocksberg und Benjamin Blümchen für je 4,95 Euro oder einen halben Credit kaufen. Das geht bei den 45 Minuten kurzen Titeln schnell ins Geld, also bleibt man bei Audible besser bei Hörbüchern mit Längen von acht bis über 30 Stunden.

Audible hat viele Vorzüge zu bieten: Apps für Android, iOS und Windows, einen komfortablen Player, schnellen Download, einen Automodus, automatische Lesezeichen und eine riesengroße Bibliothek. Die Schattenseite ist ein unflexibles Abo mit nur einem Titel pro Monat und einem Rechtemanagement, das nur den internen Download in der App erlaubt, nicht aber den Export als DRM-freie MP3-Datei für externe Geräte.

 komfortabler Player  
 restriktives Rechtemanagement  
**Preis: 9,95 Euro pro Monat**





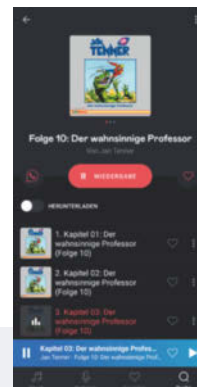
## BookBeat

Die App BookBeat des schwedischen Verlagshauses Bonnier bietet für einen Flatrate-Betrag Hörbücher und Hörspiele an. Für einen knappen Zehner darf man 25 Stunden monatlich hören. Fünf Euro mehr erhöhen auf 100 Stunden und für 20 Euro monatlich fällt die Beschränkung völlig. Gerade für Hörspielfreunde ist das interessant, die nicht mit Credits haushalten müssen, sondern hier und da reinhören können. Der komfortable Player kann die Geschwindigkeit variieren und merkt sich die zuletzt gehörte Position. Einen Kindermodus bietet BookBeat nicht.

Wie Audible hat BookBeat je eine Kategorie für Kinder und Jugendliche und bietet dort eine große Auswahl deutschsprachiger Titel an, wenn auch weniger als Audible – weder Harry Potter noch Herr der Ringe. Zu den beliebten BookBeat-Titeln zählen Hörbücher von Astrid Lindgren, Cornelia Funke und Michael Ende sowie Titel des Hamburger Labels Silberfisch, unter anderem „Die Schule der magischen Tiere“ und „Wie man seine peinlichen Eltern erträgt“ – ohne Frage ein wichtiges Sachbuch.

Bonnier wirbt damit, den Europa-Katalog anzubieten, hat aber nur ausgesuchte Titel im Programm. Die Drei Fragezeichen, Fünf Freunde, Hanni und Nanni, TTKG, Bob der Baumeister, Ritter Rost, Hexe Lilli und die Teufelskicker sind vertreten. Die Kiddinx-Titel Benjamin Blümchen, Bibi Blocksberg, Bibi und Tina nicht. Insgesamt ist das Hörspielangebot aber umfangreich; die Flatrate ermöglicht abwechslungsreiche Unterhaltung.

 umfangreiches Angebot  
 flexibles Abomodell  
**Preis: ab 9,99 Euro pro Monat**





## Deezer

Bedienoberfläche, Preisstruktur und Angebot von Deezer erinnern an Spotify. Deezer bietet zu einem großen Teil populäre Musik und ist mit Community-Playlisten sowie Podcasts angereichert. Im werbefinanzierten Free-Modus kann man sich einen Eindruck verschaffen und für einen knappen Zehner im Monat werbefrei so viel hören, wie man will. Für 14,90 Euro bekommt man einen Familienzugang mit sechs Konten.

In den Einstellungen kann man Profile für Kinder anlegen und bekommt Hörspiele und Kinderlieder dann in einer übersichtlichen Oberfläche angezeigt. Das beachtliche Hörspielangebot umfasst gängige Serien von Benjamin Blümchen bis TTKG sowie Kindertitelreihen wie Paw Patrol, Peppa Pig und Pettersson und Findus. In der Standard-App findet sich auch der bei älteren Semestern beliebte 70er-Trash von Dan Shocker und H.G. Francis: Die Gruselserie, Larry Brent, Commander Perkins, Perry Rhodan. Hörbücher finden sich von Michael Ende, Astrid Lindgren, Cornelia Funke, Erin Hunter (Warrior Cats) und Otfried Preußler. Die Folgen „Die drei ??? und das Grab der Maya“ sowie „TTKG – Das Geheimnis im Jagdschloss“ kann man im Raumklangformat für Kopfhörer 8D („8 Directions“) erleben.

Über die Suche kommt man relativ einfach von den Titeln zu einzelnen Folgen. Suchergebnisse listen allerdings Tracks unterschiedlicher Folgen bunt gemischt. Nach längerem Wischen findet man sortierte Playlisten wie „Folge 1-50“. Auf die ist man auch angewiesen. Lesezeichen: Fehlanzeige. Deezer ist für Musik gemacht.

 viele Hörspiele  
 keine Lesezeichen, schlechte Suche  
**Preis: 9,99 Euro pro Monat**



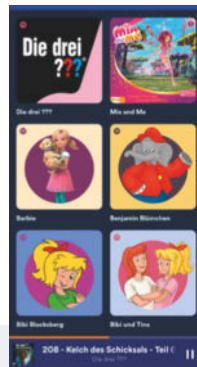
## Europa Hörspiel-Player

Die Marke Europa gehört zu den großen in der deutschen Hörspielszene. Der Löwenanteil beliebter Reihen um Jugenddetektive ist hier erschienen. Naturgemäß finden sich im Europa-Hörspiel-Player keine Titel anderer Verlage wie Benjamin Blümchen. Man sollte aber erwarten, das ganze Verlagsprogramm von Europa hören zu können. Ironischerweise ist jedoch gerade hier das Angebot eher begrenzt; daher ist das Abo wohl auch günstiger als bei der Konkurrenz. Der Europa-Player bietet ausschließlich kindgerechtes Material an. Dank dieser Ausrichtung ist Kinderschutz durch eine PIN nicht nötig. Die gruseligeren Europa-Serien Edgar Wallace, Larry Brent, Commander Perkins und Perry Rhodan sind nicht enthalten, ebenso wenig die an Erwachsene gerichteten Serien Sherlock Holmes, Vidan und Hideaway. BookBeat, Deezer und Spotify bieten mehr Europa-Titel.

Die App zeigt eine Startseite, die Inspirationen aus dem Verlagsprogramm liefert – mit Top-Playlists und Vorschlägen beispielsweise für die Kleinen oder für Detektivfans. In der Bibliothek kann man Serien und einzelne Hörspiele als Favoriten markieren oder eigene Playlists anlegen. Damit ist die Europa-App bestens an die Bedürfnisse von Hörspielfans angepasst.

Der sehr einfach gehaltene Player wiederum macht es dem Hörer schwer. Er zeigt keinen Timecode, kann keine Lesezeichen setzen und die Geschwindigkeit nicht variieren. Zwar kann man vor- und zurückspringen, mangels Timecode erfährt man aber nicht, wie weit. Auch gibt es keinen Einschlafmodus.

👍 gute Übersicht  
 📉 geringes Angebot, einfacher Player  
 Preis: 5,99 Euro pro Monat



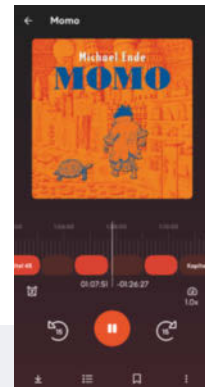
## Spotify Kids

Spotify Kids ist eine separate App, die sich nur mit dem Familienzugang von Spotify für 14,99 Euro im Monat nutzen lässt. Spotify Premium Family enthält Zugriff auf sechs Premiumkonten für Familienmitglieder, die unter einem Dach leben. Nach Einrichtung legt man eine PIN fest und legt Profile für Kinder an. Anschließend bietet die App als Entscheidungshilfe Inhalte für Kinder von null bis sechs oder fünf bis zwölf Jahren an. Als Avatare stehen zwölf farbenfrohe Monsterfiguren zur Wahl. Für ältere Kinder schlägt Spotify Kids Charthits von Musikern wie Tim Bendzko, Andreas Bourani, Ed Sheeran und Namika vor. Unten geht es weiter mit Hörspielen von Wendy, Bibi & Tina und den Teufelskickern. Als Kategorien kann man Hörspiele, Film(musik), Lernen und dergleichen durchstöbern.

Über die Hörspielkategorie kann man sich zu 30 Titeln hangeln – das ist zwar recht überschaubar, noch mehr bietet aber die Spotify-App. Mit dabei sind die populären Klassiker TKKG, drei Fragezeichen sowie Kids und Ausrufezeichen, Fünf Freunde, Benjamin Blümchen, Bibi Blocksberg, Bibi und Tina und Wendy. Darüber hinaus gibts Disney-Geschichten, Lego City, die Playmos und Hörbücher von Cornelia Funke. Über die Suchfunktion kann man keine ganzen Folgen auswählen. Spotify spielt stattdessen einzelne Titel aus dieser und aus jener Folge durcheinander ab.

Die Spotify-App hat darüber hinaus ein ungleich größeres Repertoire an Hörspielen und Hörbüchern zu bieten, auch wenn die App mangels Lesezeichen und sortierter Suchergebnisse dafür weniger geeignet ist.

👍 Hörspiele und Musik  
 📉 keine Lesezeichen, schlechte Suche  
 Preis: ab 14,99 Euro pro Monat



## Storytel

Storytel ist ein schwedischer Streamingdienst für Hörbücher und E-Books, der erst seit 2019 in Deutschland verfügbar ist. Für 14,90 Euro monatlich kann man so viele Hörbücher und E-Books streamen, wie man möchte. Damit ist Storytel günstiger als BookBeat und transparenter als Audible, denn der Amazon-Dienst setzt bei mehr als einem Titel monatlich auf den Kaufwillen der Kunden.

Leider ist das Angebot an Hörspielen vergleichsweise gering. Den Europa-Katalog vermisst man schmerzlich und mit ihm Die drei ???, TKKG, Fünf Freunde, Hanni und Nanni, Bob der Baumeister sowie Kati & Azuro. Immerhin gibts die Kiddinx-Titel Benjamin Blümchen, Bibi Blocksberg, Bibi und Tina, Jan Tenner und Conni. Storytel setzt in erster Linie auf Hörbücher wie Warrior Cats, Die Schule der magischen Tiere, It's a Nerd's World oder Adaptationen von Disney-Animationsfilmen. Kategorien für Kinder von 3–6, 6–9 und 9–12 Jahren helfen bei der Auswahl.

Die Suchergebnisse sind sinnvoll sortiert und lassen sich nach Serien filtern. Gewünschte Titel kann man im „Bücherregal“ ablegen und dort für die Offline-Nutzung aufs Gerät laden. Der komfortable Player variiert auf Wunsch die Geschwindigkeit, springt um 15 Sekunden vor oder zurück, bringt eine Zeitleiste mit fast wissenschaftlicher Präzision und zeigt die verbleibende Hörzeit. Außerdem kommt er mit einem PIN-gesicherten Kindermodus, in dem Kinderbücher, Disney-Titel und Hörspiele übersichtlich präsentiert sind.

👍 komfortable Suche  
 👍 gesicherter Kindermodus  
 Preis: 14,90 Euro pro Monat



## Streamingdienste für Hörspiele und Hörbücher

Produkt	Audible	BookBeat	Deezer	Europa Hörspiel-Player	Spotify Premium Family	Storytel
Hersteller	Amazon	Bonnier Books	Deezer	Sony Music Entertainment	Spotify	Storytel
Web	www.audible.de	www.bookbeat.de	www.deezer.com/de	www.play-europa.de	www.spotify.com/de	www.storytel.com/de
Systemanf. für Android	ab 6.0	variiert je nach Gerät	variiert je nach Gerät	ab 5.0	variiert je nach Gerät	variiert je nach Gerät
Systemanf. für iOS	ab 14.0	ab 11.0	ab 12.0	ab 11.0	ab 12.0	ab 11.0
Windows-App / Web-Player	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	– / –
Funktionen						
Angebotsprofil	Hörbücher und Hörspiele	Hörbücher, Hörspiele, E-Books	Hörbücher, Hörspiele, Musik	Hörspiele	Hörbücher, Hörspiele, Musik	Hörbücher, Hörspiele, E-Books
Anmelden mit	Amazon-ID	E-Mail-Adresse	E-Mail-Adresse, Facebook, Apple, Google	E-Mail-Adresse, Telefonnummer	E-Mail-Adresse, Facebook, Apple, Google	E-Mail-Adresse, Facebook
Download: intern / MP3	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –
Kindermodus	–	–	✓ (über Einstellungen)	✓ (kindgerecht Angebot)	✓ (App Spotify Kids)	✓ (mit PIN gesichert)
Eigene Bibliothek	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kategorien	Kinder, Jugend, Literatur & Belletristik, Science-Fiction & Fantasy, Geschichte, Bildung & Lernen u.a.	Kinder, Jugend, Romane, Spannung, Fantasy, Science-Fiction, Sachbuch, Klassiker u.a.	Hörspiele, Jugend, Krimi, Sachbuch, Historische Romane, Comedy u.a.	Unter Wasser, Fußball, Detektive, Grusel, Prinzessinnen, Wissen & Lernen, Einschlafen	Hörspiele, Party, Schlafenszeit, Lernen u.a. (App Spotify Kids)	Kinderbücher, Hörspiele, Einschlafen, Lernen, Held:innen u.a. (Kindermodus)
Suche filtern nach ...	Kategorien, letzte 90 Tage, Dauer, Sprache, Hörbuch/Hörspiel, gekürzt/ungekürzt	Sprache, Hörbücher/E-Books	Alben, Künstler*innen, Playlists, Titel, Folgen	Serien, Tracks, Hörspiele, Playlisten	Künstler*innen, Songs, Playlists, Alben, Podcasts, Shows, Profile(Spotify-App)	Bücher, Autor:innen, Sprecher:innen, Serien, Tags
Automodus	✓	–	–	–	–	–
Sonstiges	Integration in Amazon Echo	–	Podcasts, Playlisten aus der Community	Themenbezogene Playlisten	Podcasts, Playlisten aus der Community (Spotify-App)	–
Abonnement						
Beschränkung der Inhalte	ein Credit pro Monat	max. 25 Std. pro Monat	keine (echte Flatrate)	keine (echte Flatrate)	keine (echte Flatrate)	keine (echte Flatrate)
Abo pausieren	30, 60 oder 90 Tage	–	–	–	–	–
Weiterhören in der Abopause	✓	–	✓ (mit Werbung)	–	✓ (alle 15 min Werbung)	–
Preis für weitere Titel	9,95 € für Hörbücher, 4,95 € für Hörspiele	–	–	–	–	–
kostenloses Testangebot	✓ (30 Tage) <sup>1</sup>	✓ (14 Tage)	✓ (drei Monate)	✓ (30 Tage)	✓ (30 Tage)	✓ (14 Tage)
Player						
Kapitel / Zeitleiste	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓ (ohne Zeitangabe)	✓ / ✓	– / ✓
Vor- und Rücklauf	✓ (30 s)	✓ (15 s – 30 min)	✓ (Tracks)	✓ (Tracks)	✓ (Tracks)	✓ (15 s)
Leesezeichen: manuell / automatisch	✓ / ✓	– / ✓	– / –	– / ✓	– / –	✓ / ✓
variable Geschwindigkeit	✓ (0,5 – 3,5)	✓ (0,5 – 2,0)	–	–	–	✓ (0,75 – 2,0)
Schlafmodus (autom. Stopp)	✓ (5 bis 60 min oder Kapitelende)	✓ (5 bis 120 min oder Trackende)	✓ (5 – 60 min)	–	✓ (5 – 60 min)	✓ (5 – 60 min)
Inhalte						
Benjamin Blümchen / Bibi Blocksberg	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓
Bibi und Tina / Wendy	✓ / ✓	– / ✓	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓
Conni / Kai & Azuro	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓	✓ / ✓	✓ / –
Die drei ??? / drei ??? Kids / drei !!!	– / – / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	– / – / –
TKKG / TKKG Junior	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –
Hanni und Nanni / Fünf Freunde	– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –
Jan Tenner	✓	–	✓	–	✓	✓
Teufelskicker / Die Punkies	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –
Bob der Baumeister	–	✓	✓	✓	✓	–
Lego-Hörspiele / Die Playmos	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓
Leo Lausemaus / Pettersson u. Findus	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓
Der kl. Drache Kokosnuss / Lauras Stern	✓ / ✓	– / ✓	– / ✓	– / –	– / ✓	– / ✓
Hui Buh / Pumuckl	– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	– / ✓
Paw Patrol / Peppa Pig / Hexe Lilli	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / ✓	✓ / – / ✓	– / – / –
Edgar Wallace / Larry Brent / Gruselserie	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	– / – / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / –
Commander Perkins / Perry Rhodan	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	– / ✓
Europa – Die Originale	–	✓	–	✓	–	–
Bewertung						
Angebot: Hörspiele / Hörbücher	○ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	○ / ⊖⊖	⊕⊕ / ⊕	○ / ⊕
Abogestaltung	⊖	⊕	⊕⊕	⊕	⊕	⊕
Player	⊕⊕	⊕	○	⊖⊖	○	⊕⊕
Navigation / Suche	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ○	○ / ○	⊕⊕ / ○	○ / ⊖⊖	⊕ / ⊖
Preis pro Monat	9,95 € (je ein Hörbuch/zwei Hörspiele inkl.)	9,99 € (100 Std. für 14,99 €, unbegrenzt für 19,90 € monatl.)	14,99 € (Deezer Family inkl. 6 Nutzerkonten)	5,99 €	14,99 € (Spotify Family inkl. 6 Nutzerkonten)	14,90 €

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k.A. keine Angabe <sup>1</sup> 60 Tage für Prime-Kunden

Stars verehrt, verehrt. Maritim bietet auch heute noch Horror- und Science-Fiction-Hörspielserien wie „Captain Future“ und „Star Trek“ an, jedoch noch nicht im Stream.

## Der Player

Die Abspielsoftware sollte ein paar Grundfunktionen beherrschen, allen voran ein automatisches Lesezeichen, damit sie beim zuletzt gehörten Punkt weiterspielt. Der Player sollte ferner um zehn bis dreißig Sekunden vor- und zurückspringen können, falls es nicht schnell genug gehen kann oder die Konzentration flöten geht. Auch variable Geschwindigkeit ist dafür populär. Ein Schlafmodus schaltet automatisch nach einer definierten Spielzeit ab, damit der Player nicht die ganze Nacht durchläuft.

Bei umfangreichen Serien ist die Suchfunktion wichtig. Alle Benjamin-Blümchen-Folgen in Nummernfolge aufzulisten, schafft kaum einer der Dienste. Am schlechtesten machen das Deezer und Spotify; sie behelfen sich aber mit Playlisten. Europa und Storytel sortieren die Episoden hingegen gut.

Streamingdienste versprechen deutlich höhere Qualität als Audiokassetten. Audible und Storytel streamen mit 64 oder 128 KBit/s, was für gute Sprachwiedergabe ausreicht. Deezer und Spotify bieten dank ihrer Ausrichtung auf Musik sogar Overkill mit 320 KBit/s. Vor allem aber sind die Inhalte übers Netz unmittelbar verfügbar. Wenn die Dienste eine Flatrate bieten, kann man außerdem ganze Serien deutlich günstiger hören, als würde man einzelne Titel auf physischen Datenträgern kaufen.


## Das Abo

Im Kiddinx-Shop kostet ein Hörspiel in der MP3-Version 4,49 Euro. Kassetten und CDs kosten je einen Euro mehr. Europa führt gleich zu diversen Streamingdiensten und bietet in der eigenen Hörspiel-App für 5,99 Euro pro Monat eine Flatrate für viele beliebte Serien an – Edgar Wallace muss man aber beispielsweise bei Deezer oder Spotify hören.

An den Preisen der Hörspielverlage müssen sich die anderen Dienste messen. Audible kostet knapp zehn Euro im Monat, bietet dafür aber nur einen Credit. Ein Hörspiel kostet in der Regel einen halben Credit, also gibt es zwei pro Monat – das ist etwas dünn. BookBeat und Storytel sind etwas teurer, bieten aber eine echte Flatrate, mit der man so viele Hörbücher und Hörspiele konsumieren kann, wie man möchte. Gleiches gilt für Deezer und Spotify, die aber vor allem Musik anbieten.

## Fazit

Der Europa-Hörspiel-Player wirkt wie ein schnell zusammengeschustertes Vehikel für den Vertrieb mit nur rudimentären Abspielfunktionen. Das machen die anderen Dienste besser. Immerhin präsentiert Europa seine Inhalte übersichtlich. Vergleichbares leisten die Kindermodi von Deezer und Storytel sowie Spotify Kids. Sie präsentieren ihre Inhalte ebenso kinderfreundlich wie übersichtlich.

Audible bietet neben Hörbüchern auch Hörspiele zum internen Streaming. Allerdings kann man die Titel zu diesen Preisen auch beispielsweise im Kiddinx-Shop kaufen – dort erhält man wenigstens MP3-Dateien. BookBeat und Storytel bietet neben Hörbüchern auch viele Hörspiele in einer echten Flatrate an: BookBeat die von Europa, Storytel die von Kiddinx – und die anderen jeweils nicht, aber auch eine Vielzahl anderer Hörspiele und Hörbücher. Bei Weitem das größte Angebot findet sich bei den Musikstreamern Deezer und Spotify. (akr@ct.de) 

# Mit allen Wassern gewaschen:

Sofort zum Download verfügbar!



## ix KOMPAKT IT-Sicherheit

Als PDF zum Download erhältlich!  
[shop.heise.de/ix-sicherheit20](https://shop.heise.de/ix-sicherheit20)

12,99 € >

## ix Developer Modernes C++

Als PDF zum Download erhältlich!  
[shop.heise.de/ix-dev-c++20](https://shop.heise.de/ix-dev-c++20)

12,99 € >



NEU

## ix Developer Machine Learning

Als PDF zum Download erhältlich!  
[shop.heise.de/ix-dev-ml20](https://shop.heise.de/ix-dev-ml20)

12,99 € >



Weitere Sonderhefte zu vielen spannenden Themen finden Sie hier: [shop.heise.de/specials-aktuell](https://shop.heise.de/specials-aktuell)

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/specials-aktuell](https://shop.heise.de/specials-aktuell) >





Bild: Thorsten Hübner

# Apples Monopol wackelt

## USA erhöhen den Druck auf große Tech-Konzerne

**Bislang konnte Apple Kritik von Kartellwächtern in aller Welt mit Leichtigkeit abwehren. Eine neue politische Allianz in den USA macht nun aber Ernst mit den Bemühungen, auch den iPhone-Konzern in die Schranken zu weisen. Für die Nutzer und Entwickler bedeutet das mehr Freiheit, aber auch ein höheres Risiko.**

Von Christoph Dernbach

Die Gesetzgebung in den USA hat in diesen Wochen schwere Geschütze aufgeföhren, um die Macht der großen Tech-Konzerne des Landes zu begrenzen. Dafür wurden bislang sechs Gesetzentwürfe auf den Weg gebracht. Sollten sie verabschiedet werden, würden Amazon, Facebook, Google und Apple an die kurze Leine genommen. Diese Gesetze würden es den Tech-Giganten beispielsweise erschweren, Start-ups zu übernehmen. Vor allem sollen die Konzerne aber daran gehindert werden, ihre Stärke in einem Bereich auszunutzen, um einen Vorteil in einem anderen zu erzielen.

Attacken aus dem politischen Raum sind für Apple keine neue Erfahrung. Bislang kamen sie aber vor allem aus Europa, nicht aus den USA. EU-Wettbewerbskom-

missarin Margrethe Vestager knöpfte sich bereits vor fünf Jahren den iPhone-Hersteller vor und versuchte, einen undurchsichtigen Steuerdeal zwischen Irland und Apple als verbotene staatliche Beihilfe für null und nichtig erklären zu lassen [1]. Dabei ging es immerhin um eine geforderte Steuernachzahlung von Apple in Höhe von 13 Milliarden Euro. Beim Gericht der Europäischen Union (EuG) fand Apple allerdings überraschende Unterstützung. Im Juli 2020 erklärte das EU-Gericht in erster Instanz die Nachforderung der EU-Kommission aus dem Jahr 2016 für rechtswidrig. Vestager will allerdings diese Niederlage nicht akzeptieren und hat Berufung eingelegt bei der höchsten rechtlichen Instanz der EU, dem Europäischen Gerichtshof (EuGH).



## Politische Allianz

Obwohl die Demokraten von US-Präsident Joe Biden und seine republikanischen Widersacher sonst kaum zusammenarbeiten, hat sich hier eine ungewöhnliche Allianz aus beiden Lagern gebildet. Sie wollen „Big Tech“ stärker kontrollieren, also neben Apple vor allem Amazon, Google, Facebook und Twitter.

Dass die politisch eher links orientierten Demokraten sich für eine striktere Regulierung stark machen, überrascht kaum, denn sie sehen die Vormachtstellung großer Konzerne ohnehin kritisch. Die demokratische Präsidentschaftskandidatin Elizabeth Warren hatte eine Zerschlagung der großen Tech-Konzerne sogar zu einer Hauptforderung ihres Wahlkampfes gemacht.

Apple nehmen die Akteure im rechten politischen Spektrum übel, dass der Konzern sich geweigert hatte, eine Hintertür in das iPhone-Betriebssystem iOS einzubauen, die Sicherheitsbehörden wie das FBI bei der Terrorbekämpfung nutzen könnten. Außerdem nutzen die Scharfmacher unter den Republikanern – wie der erzkonservative texanische Senator Ted Cruz – jede Gelegenheit, die Aktivitäten von Apple in China anzuprangern, weil dies gut in den Feldzug von US-Präsident Trump gegen die Volksrepublik passte.

## Amy knüpft sich Apple vor

Ein Name, den man sich in diesem Kartellstreit merken sollte, ist Amy Klobuchar. Sie ist die Wortführerin der Demokraten und hat sich in ihrer Rolle als Vorsitzende des Senatsunterausschusses für Wettbewerbspolitik, Kartellrecht und Verbraucherrechte dem Kampf gegen „Big Tech“ verschrieben. Bei Facebook, Google und Twitter geht es ihr vor allem um die Verantwortung für Hassrede und Desinformationskampagnen auf den Plattformen. Apple steht bei ihr wegen des App Stores am Pranger. Gemeinsam mit zwei weiteren US-Senatoren hat sie im August den „Open Apps Market Act“ vorgestellt, der speziell auf App-Store-Betreiber zielt (siehe hierzu den Beitrag auf Seite 44).

Klobuchar gehört in diesen Wochen zu den ersten Anlaufstellen für Hinweisgeber aus Firmen, die schon immer mal ihren Frust über die strikten Rahmenbedingungen des App Stores von Apple loswerden wollten.

In die Kategorie „Whistleblower, der sich nur auf verschlungenen Wegen über Apple beschweren kann“, fällt Tim Sweeney definitiv nicht.

Der Chef von Epic Games führt ohne jegliche Angst, aber auch ohne Respekt eine offene Schlacht gegen Apple und den App Store. In einem mehrwöchigen Gerichtsverfahren im kalifornischen Oakland versuchten er und seine Anwälte, Apple als einen üblen Monopolisten dastehen zu lassen, der sich an erfolgreichen Apps wie „Fortnite“ parasitär bereichert hat. Die Spielefirma hatte zuvor versucht, die Abgabe von bis zu 30 Prozent bei „Fortnite“ zu umgehen, und heimlich eine eigene Bezahloption in die App eingebaut, sodass Apple leer ausging. Die Strafe für den Vertragsbruch folgte prompt: Apple warf das beliebte Online-Spiel aus seinem App Store.

In dem Verfahren vor dem Bezirksgericht fürs nördliche Kalifornien musste sogar Apple-Chef Tim Cook persönlich auftreten, um das Geschäftsmodell des App Stores zu erläutern.

## Tim Cook im Zeugenstand

Im Zeugenstand sagte Cook, die meisten der Apps im Store seien kostenlos und Apple verdiene kein Geld an ihnen. Dies locke aber Nutzer auf die Plattform – wovon auch Entwickler profitierten, die eine Abgabe auf ihre Erlöse zahlten. Apple könne nicht zulassen, dass direkt im App Store auf andere Kaufmöglichkeiten verwiesen werde, weil dann die Ausgaben des Konzerns nicht mehr finanziert werden könnten.

Genauere Angaben als Cook zum Gewinn des App Stores legte in dem Verfahren der Wirtschaftsforscher Ned Barnes vor. Auf der Basis von internen Apple-Dokumenten rechnete der Experte vor, dass Apple sich an den Apps eine goldene Nase verdiene. Danach lag die Marge an Käufen im App Store im Jahr 2018 bei 74,9 Prozent, im Jahr 2019 stieg diese Zahl

sogar auf 77,8 Prozent. Dies bedeutet, dass Apple nur ein Viertel der Einnahmen für die Betriebskosten und die Entwicklung des App Stores aufwenden muss. Das Unternehmen bestreitet allerdings diese Berechnung, weil Barnes längst nicht alle Kosten berücksichtigt habe.

## Wie geht es weiter?

Was sind nun die Folgen des Rechtsstreits für Apple und die Kunden? Sollte sich Apple durchsetzen, würde sich an den Verhältnissen wenig ändern. Apple würde sein Monopol über den Store und damit über das gesamte iPhone-Benutzererlebnis behalten – inklusive aller Vorsichtsmaßnahmen, die manche als unangemessene Gängelungen empfinden. Eine Niederlage würde Apple Milliarden an Einnahmen kosten. Allein in den ersten drei Monaten dieses Jahres haben die Nutzer schätzungsweise 21 Milliarden Dollar für Apps aus dem App Store von Apple ausgegeben, fast doppelt so viel wie die User des Play Stores von Google (11 Milliarden Dollar). Die Umsätze aus dem App Store würden teilweise in die Kassen der Entwickler fließen, weil sie künftig auch In-App-Käufe anbieten könnten, die nicht über Apple abgerechnet würden. Sollte der Supreme Court, vor dem die Sache wohl irgendwann landet, vollständig der Argumentation von Epic folgen, würden neben dem App Store von Apple auch Stores von anderen Anbietern auf iPhone und iPad erscheinen. Microsoft, Amazon, Epic und etliche Anbieter aus China stehen dafür schon in den Startlöchern.

Der endgültige Ausgang des Verfahrens „Apple vs. Epic“ wird für die Zukunft des App Stores allerdings nicht allein entscheidend sein. Es wird auch auf die von der Politik festgelegten politischen Rahmenbedingungen ankommen, denn par-

**Zu dem Verfahren gegen Epic haben die Apple-Anwälte Dokumente eingereicht, um das Geschäftsmodell des App Stores zu verteidigen.**



Bild: Noah Berger/FK34727 AP/dpa



**Tim Sweeney, Chef von Epic Games, will mit dem Verfahren erreichen, dass er einen eigenen App Store auf dem iPhone ohne Abgabe an Apple betreiben kann.**

allel zu dem Rechtsstreit nehmen in den USA verschiedene Gesetzesvorhaben Gestalt an. Daher lohnt ein genauerer Blick nicht nur auf den erwähnten „Open App Markets Act“, sondern auch auf die weiteren fünf Gesetzentwürfe, die Politiker aus beiden politischen Lagern in Washington auf den Weg gebracht haben. Auch sie sind zwar noch nicht beschlossen. Es zeichnet sich aber ab, dass sie im Kongress eine breite Mehrheit finden werden. Hier geht es also nicht mehr um Sonntagsreden, sondern um konkrete Gesetzentwürfe.

### Gesetze gegen „Big Tech“

Der „American Innovation and Choice Online Act“ soll ein diskriminierendes Verhalten marktbeherrschender Plattformen verbieten. Unternehmen dürften auf ihren Plattformen ihre eigenen Angebote nicht mehr begünstigen. Dieses Gesetz könnte beispielsweise auch Apple Music betreffen oder die Anwendungen von Apple im App Store. Auch dem Geschäft von Apple mit der Darstellung von „gesponserten Apps“ auf der Startseite des App Stores würden enge Grenzen gesetzt. Apple lässt sich die prominenten Plätze im App Store teuer bezahlen. Dabei steht der Vorwurf im Raum, dass Apple seine eigenen Apps beliebig oft dort anpreisen kann, während andere App-Anbieter diese Schaufensterplätze für viel Geld buchen müssen.

In eine ähnliche Richtung zielt der „Ending Platform Monopolies Act“, der sogar zu Zerschlagungen von Unternehmen führen könnte. Sollte dieses Gesetz verabschiedet werden, wären Geschäftsmodelle unter-

sagt, die Interessenskonflikte schaffen können. Amazon wäre zum Beispiel gezwungen, den Verkauf von eigenen Produkten einzustellen, die auf der eigenen Plattform im Wettbewerb mit Drittanbietern stehen. Denkbar wäre auch, dass der Online-Konzern seinen Marketplace, auf dem Drittanbieter ihre Waren vertreiben, vom Rest des Geschäftes trennen müsste.

Apple müsste nach diesem Gesetz womöglich den App Store aus dem Konzern ausgliedern und auf dem iPhone und iPad andere App Stores – beispielsweise von Microsoft oder Amazon – zulassen. Ganz genau steht das noch nicht fest, weil der Gesetzentwurf noch eine gewisse Unschärfe hat. So haben die Initiatoren des Gesetzes nur angedeutet, dass beispielsweise Google sich womöglich von YouTube trennen müsste. In Begleitdokumenten werden keine konkreten Firmennamen genannt. Aber es steht drin, dass eine Suchmaschine keinen Videodienst besitzen darf, der bei den Suchergebnissen bevorzugt werden könnte.

Das dritte Gesetz im Kampf gegen Big Tech ist der „Platform Competition and Opportunity Act“. Damit würde es Tech-Konzernen erschwert, die wettbewerbsrechtliche Genehmigung für Akquisitionen zu bekommen. Die Beweislast würde nicht mehr wie bisher bei der Regierung, sondern bei den Unternehmen liegen. Sie müssten „mit klaren und überzeugenden Beweisen“ zeigen, dass Zukäufe nicht dem Wettbewerb schaden. Unter Umständen könnte dieses Gesetz sogar dazu führen, dass große Übernahmen wie die milliarden-

schweren Käufe von Instagram (2012) und WhatsApp (2014) durch Facebook wieder rückgängig gemacht werden müssten.

Auch Apple müsste sich hier an die neuen Spielregeln halten. Bei Firmenübernahmen, wie sie durch das neue Gesetz erschwert würden, agiert der iPhone-Konzern zwar bislang weniger spektakulär als Facebook und Google. Mit Ausnahme des Kaufs von Beats Music für drei Milliarden Dollar gab es im vergangenen Jahrzehnt keine einzige Firmenübernahme jenseits der Milliarden Schwelle. Das heißt aber nicht, dass Apple darauf verzichtet hätte, regelmäßig auf Shopping-Tour zu gehen: In den letzten sechs Jahren hat Apple dem Konzernchef zufolge rund 100 Unternehmen aufgekauft. Meistens handelte es sich um kleinere Technologiefirmen, deren Innovationen dann in den Apple-Produkten landen – beispielsweise die Musikerkennungsoftware Shazam, der 3D-Sensor PrimeSense oder KI-Konzepte von Drive.ai.

Die verbleibenden zwei Gesetzentwürfe betreffen auch das Tagesgeschäft von Apple: Der „Augmenting Compatibility and Competition by Enabling Service Switching (ACCESS) Act“ soll den Wettbewerb im Internet fördern, indem die Eintrittsbarrieren und Wechselkosten für Unternehmen und Verbraucher gesenkt werden. Die Online-Plattformen sollen den Nutzerinnen und Nutzern ermöglichen, ihre Daten leichter zu anderen Diensten zu übertragen. Apple müsste es danach seinen Kunden beispielsweise erleichtern, von iOS auf Android oder von iCloud auf andere Cloud-Dienste umzusteigen. Diese Regelung würde über die Bestimmungen der Europäischen Datenschutz-Grundverordnung deutlich hinausgehen, die nur eine Export-Option für die Daten in der Cloud vorschreibt.

Der letzte Gesetzentwurf des Big-Tech-Pakets, der „Merger Filing Fee Modernization Act“, erhöht die Anmeldegebühren für Fusionen zum ersten Mal seit zwei Jahrzehnten. Mit dem zusätzlichen Geld soll sichergestellt werden, dass das US-Justizministerium und die amerikanische US-Wettbewerbs- und Verbraucherschutzbehörde FTC (Federal Trade Commission) über die notwendigen finanziellen Ressourcen verfügen, um die Kartellgesetze aggressiv durchzusetzen.

### FTC-Chefin beäugt auch Apple

Mehr Kopfschmerzen als die höheren Fusionsgebühren für die bessere Ausstattung



der Aufsichtsbehörde dürfte den Chefs der Big-Tech-Konzerne die jüngste Personalie an der Spitze der Federal Trade Commission (FTC) machen. US-Präsident Biden ernannte im Juni nämlich überraschend die erst 32 Jahre alte Juristin Lina Khan als Leiterin der Wettbewerbsbehörde, die als Anti-Kartell-Aktivistin gilt. Khan war zuvor Professorin für Kartellrecht an der renommierten New Yorker Columbia-Universität und hatte sich in Aufsätzen und Vorträgen klar gegen die übergroße Macht der Konzerne positioniert.

Die Personalie Khan zeigt, wie sehr die großen Tech-Unternehmen in den USA von beiden politischen Seiten unter Druck stehen. Im Senat erhielt sie bei ihrer Nominierung 69 Stimmen und nur 28 Gegenstimmen. Es haben also auch etliche Republikaner für sie und damit für eine harte Haltung gegenüber den großen Technologiekonzernen gestimmt. Die „Financial Times“ nannte Lina Khan „Staatsfeindin Nummer zwei von Big Tech“ – gleich hinter EU-Kommissarin Margrethe Vestager, die in Europa den großen US-Konzernen, allen voran Apple, die Grenzen aufzeigen will.

Vestager hat sich nach der krachenden Niederlage im Steuerstreit mit Apple nun den Bereich der Musik-Apps und Streaming-Dienste vorgenommen. Nach einer Beschwerde des Marktführers Spotify leitete die Vizepräsidentin der EU-Kommission ein Wettbewerbsverfahren gegen Apple ein. Auch in diesem Konflikt geht es um die Umsatzbeteiligung im App Store. Diese wird von Spotify-Chef und Beschwerdeführer Daniel Ek regelmäßig als „Apple-Steuer“ kritisiert. Er findet es unfair, dass für den US-Konzern bei Apple Music wegen dieser Abgabe beim gleichen Abo-Preis mehr Geld in der Kasse übrig bleibt als bei Spotify. Streaming-Anbieter könnten nicht auf eine andere Möglichkeit ausweichen, um Apps ohne Abgabeverpflichtung auf den Geräten zu installieren. „Apple hat ein Monopol“, sagte Vestager.

Apple wird unterdessen nicht müde, das Konzept zu verteidigen, dass nur über den App Store exklusiv Anwendungen auf ein iPhone oder iPad installiert werden können. Um den App Store zu einem „sicheren und vertrauenswürdigen Marktplatz zu machen“, sei es wichtig, ihn zu organisieren und zu kontrollieren – auch mit Blick auf Privatsphäre und Sicherheit, sagte Apple-Justiziar Kyle Andeer. „Ihr iPhone ist nicht einfach nur ein Telefon – es enthält einige Ihrer sensibelsten Informa-

tionen: Fotos Ihrer Kinder, Finanz- und Gesundheitsdaten, die Steuerungen Ihres Sicherheitssystems zu Hause und sensible Kommunikation zwischen Geschäftspartnern.“ Aus diesem Grund versuchten bösartige Akteure aus der ganzen Welt, Geräte mit Malware zu infiltrieren. „Wir werden das nicht tolerieren.“

Apple checke jede Anwendung im App Store, um sicherzustellen, dass sie den Standards für Datenschutz, Sicherheit und Leistung entspreche. „Jede Woche überprüfen wir etwa 100.000 eingereichte Apps und lehnen etwa 40 Prozent von ihnen ab, weil sie diese Standards nicht erfüllen.“ Dieser Aufwand sei auch einer der Gründe, warum die Höhe der Abgabe höher als bei einem reinen Zahlungsdienstleister liege.

### Wegelagerei oder fairer Anteil?

Nach der Logik von Apple müssen auch die Kosten für die Programmierung der Entwickler-Tools bei der Berechnung einer fairen Umsatzbeteiligung berücksichtigt werden. „Dazu gehören maschinelles Lernen, Cloud-Speicher, Testsoftware und über 250.000 Programmierschnittstellen, die die Magie des iPhones freisetzen.“ Der App Store sei also nicht nur ein Laden, betonte Andeer. „Er ist wie ein Atelier mit Leinwänden, Pinseln und Farben – den Werkzeugen, die Künstler brauchen, um ihre Werke zu schaffen – und er ist eine Galerie, in der sie ihre Kreationen ausstellen und verkaufen können.“

Viele Entwickler, die das Kuratieren von Apple im App Store als unangemessene Gängelung empfinden und sich über die Höhe der Provision ärgern, werden mit dieser blumigen Argumentation des Apple-Juristen wenig anfangen können. Sie wünschen sich eine Vielfalt von mehreren App Stores oder sogar die Möglichkeit, direkt auf dem iPhone ohne einen App Store An-

wendungen installieren zu können, wie das bei Android-Smartphones möglich ist.

Allerdings könnte die Öffnung des Systems durch die Zulassung von beliebigen App Stores oder des direkten „Side-Loadings“ ein höheres Sicherheitsrisiko bringen. Zwar ist das bisherige Ökosystem von Apple nicht vollständig immun gegen Schadsoftware und Schnüffel-Apps. Aber iOS ist im Vergleich zu Android und Windows die deutlich sicherere Plattform. Nur 1,7 Prozent der bekannten Malware-Apps seien auf iOS erschienen, rechnete Apples Softwarechef Craig Federighi im Prozess gegen Epic vor. Bei Android liege der Wert bei 26,6 Prozent, bei Windows sogar bei 38,9 Prozent. Diese Zahlen können weder die Kartellhüter in Brüssel noch in Washington wegdiskutieren.

Von einem offenen App Store könnten hingegen durchaus auch die Anwender profitieren, weil dann mehrere Stores um die Gunst der Kunden kämpften. Kunden könnten sich sicherlich für die neuen Verhältnisse begeistern, wenn sie in Aussicht gestellt bekämen, dass die Preise für Apps und damit verbundene Dienste sinken. Immerhin liegen für die Neuverteilung bis zu 30 Prozent der Preise auf dem Tisch. Wenn die eingesparten Provisionen nur die Gewinnbilanzen der App-Hersteller füllen, wird sich die Begeisterung der iPhone- und iPad-Besitzer in engen Grenzen halten.

(kim@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Christoph Dernbach, Der Steuer-Streit, Warum die EU 13 Milliarden Euro von Apple will, Mac & i 5/2016, S.117

### Gesetzentwürfe und Urteile: [ct.de/yy7e](https://www.ct.de/yy7e)

Dieser Artikel erschien ursprünglich in der Mac & i Ausgabe 4/21.

**Die Financial Times bezeichnet EU-Wettbewerbschüterin Margrethe Vestager als „Staatsfeindin Nummer eins von Big Tech“.**



Bild: Francisco Seco/Pool AP/dba



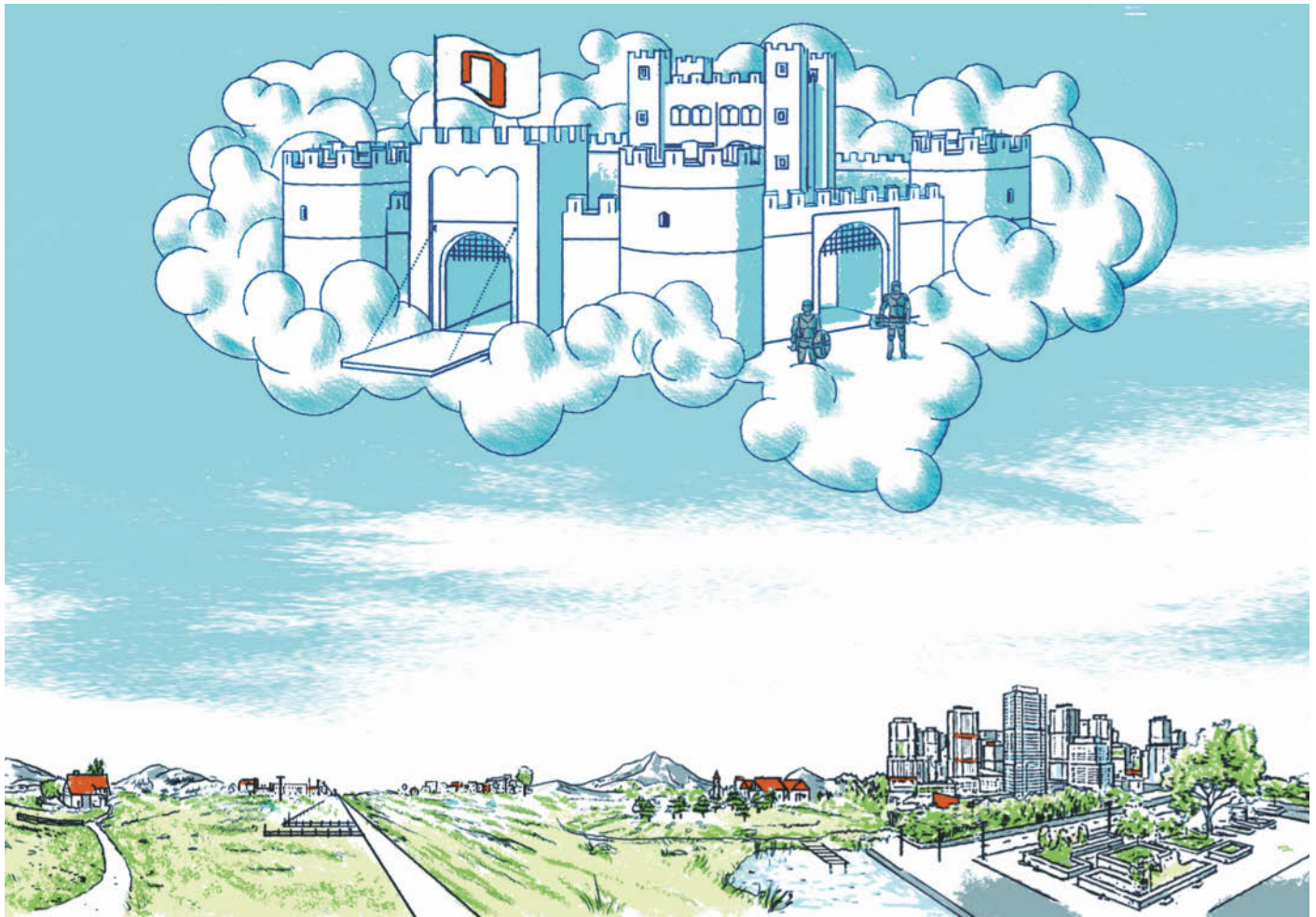


Bild: Thomas Kühlenbeck

# Geschlossener Vollzug

## Cloud Privacy Service zur DSGVO-konformen Nutzung von Microsoft 365

**Nutzer des Cloud-Diensts Microsoft 365 geraten in Konflikt mit der DSGVO. Denn laut US-Recht dürfen dortige Geheimdienste auf Daten von US-Unternehmen und deren Kunden zugreifen, ohne dass man sich in Europa dagegen wehren könnte. Der Cloud Privacy Service von T-Systems verspricht Unternehmenskunden nun einen DSGVO-konformen technischen Datenschutz für Microsoft 365, der unrechtmäßige Behördenforderungen genauso wie kriminelle Datendiebe abblockt.**

Von Hans-Peter Schüler

**D**er in der DSGVO vorgeschriebene Schutz für personenbezogene Daten erfordert besondere Vorkehrungen, wann immer diese zur Speicherung oder Verarbeitung ins Internet gelangen. Dann muss der Auftraggeber den Datenschutz gewährleisten, indem er schriftliche Vereinbarungen zur Auftragsdatenverarbeitung mit seinen Cloud-Dienstleistern abschließt. In vielen Fällen bleibt ihm dann nichts weiter, als sich auf den Inhalt dieser Verträge zu verlassen.

Sofern es lediglich darum geht, Daten in der Cloud zu speichern, lässt sich der Schutz zwar darüber hinaus durch eine Ende-zu-Ende-Verschlüsselung absichern. Dann erbeuten Datendiebe nur kryptischen Bytesalat, mit dem sie nichts anfangen können. Der Ansatz taugt aber nicht, wenn die Daten auf dem Internet-

server auch bearbeitet werden sollen, etwa mit einer Bürosuite wie Microsoft 365.

Unter diesem Namen bietet Microsoft ein komplettes Office-Paket mit diversen Cloud-Anwendungen an, die sich über einen Browser im Web bedienen lassen. Bei den herkömmlichen Abo-Angeboten von Microsoft 365 ist es aber unvermeidbar, dass in dem Rechenzentrum, das die Microsoft-Dienste hostet, fremde Personen – auch Microsoft-Mitarbeiter – mit Admin-Rechten Zugriff auf die gespeicherten Daten der Anwender haben. Zwar sind deutsche Hosters und deren Mitarbeiter durch europäische Gesetze und die abgeschlossenen Vereinbarungen zur Auftragsdatenverarbeitung auf den Datenschutz gemäß der DSGVO verpflichtet. Doch nach aktuellen Empfehlungen der EU genügt das nicht für Anbieter, die ihren

Sitz außerhalb der EU in unsicheren Drittstaaten haben [1].

Zu diesen unsicheren Drittstaaten gehören etwa die USA. Microsoft, dem die Wartung der Office-Anwendungen obliegt, ist als US-amerikanisches Unternehmen an US-Gesetze gebunden und muss Forderungen von US-Behörden auf die Herausgabe von Anwenderdaten nachkommen – selbst wenn diese Forderungen gegen europäisches Recht verstoßen. Entsprechend schwammig verspricht Microsoft in seinen Lizenzbedingungen lediglich, den Datenschutz „nach Möglichkeit“ einzuhalten – und da, wo es nicht möglich sei, finanzielle Entschädigungen zu leisten [2].

Um dieses politische Problem technisch zu lösen, bietet T-Systems seinen Cloud Privacy Service an. Er ist praktisch der Nachfolger der inzwischen eingestellten Microsoft Cloud Deutschland. Im Unterschied dazu baut er zum Datenschutz nicht nur auf vertragliche Regelungen, sondern vor allem auf technische Vorkehrungen. Basis dafür ist das nach einer Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) entwickelte Gateway des Herstellers Eperi [3]. Der Dienst ist für einen Mehrpreis von zwei Euro je Nutzer und Monat gegenüber sonstigen Microsoft-365-Abo-Kosten aktuell für Großbetriebe verfügbar. In einigen Wochen will T-Systems den Dienst für monatliche Aufpreise von vier bis fünf Euro je Nutzer auch für kleinere Unternehmen anbieten. In dem Preis machen sich die Einrichtungskosten stärker bemerkbar. Wir haben uns live vorführen lassen, wie das Eperi Gateway auf dem T-Systems-Server mit den Microsoft-Anwendungen zusammenspielt.

### Per Proxy verschlüsselt

Für Abonnenten des Cloud Privacy Service hostet T-Systems in seinen Rechenzentren die Anwendungsserver für die Web-Apps von Word & Co. Die Software läuft bei T-Systems in einer speziellen Umgebung, die es Dieben und auch Admins praktisch unmöglich machen soll, Anwenderdaten abzugreifen oder zu verändern.

Außerdem fungiert der Cloud Privacy Service als Mittler zwischen Anwendern, den Servern für E-Mail (Exchange) und Webspeicher (OneDrive) sowie der Benutzerverwaltung durch Microsoft: Anwender melden sich ganz normal mit ihrem Namen bei Microsoft 365 an – nur nicht direkt am Microsoft-Server, sondern an

einem Login-Server von T-Systems. Dieser übersetzt jeden Anwendernamen in ein Pseudonym und verwaltet Microsoft-365-Abonnenten unter diesen falschen Namen.

Vor der Speicherung auf einem Microsoft-Server werden Anwenderdaten durch das Eperi Gateway im T-Systems-Rechenzentrum sicher verschlüsselt. Sicher heißt: Es kommen tausende Schlüssel mit dem 256-Bit-AES-Verfahren zum Einsatz, die das Gateway normalerweise in einer Hardware-geschützten separaten Datenbank verwaltet. In Sonderfällen lässt sich der Dienst aber auch so konfigurieren, dass das Gateway den Vorrat an verwendeten Schlüsseln über eine per TLS gesicherte Verbindung aus einer lokalen Datenbank des Anwenders lädt und nur für die Dauer der Benutzung zwischenspeichert.

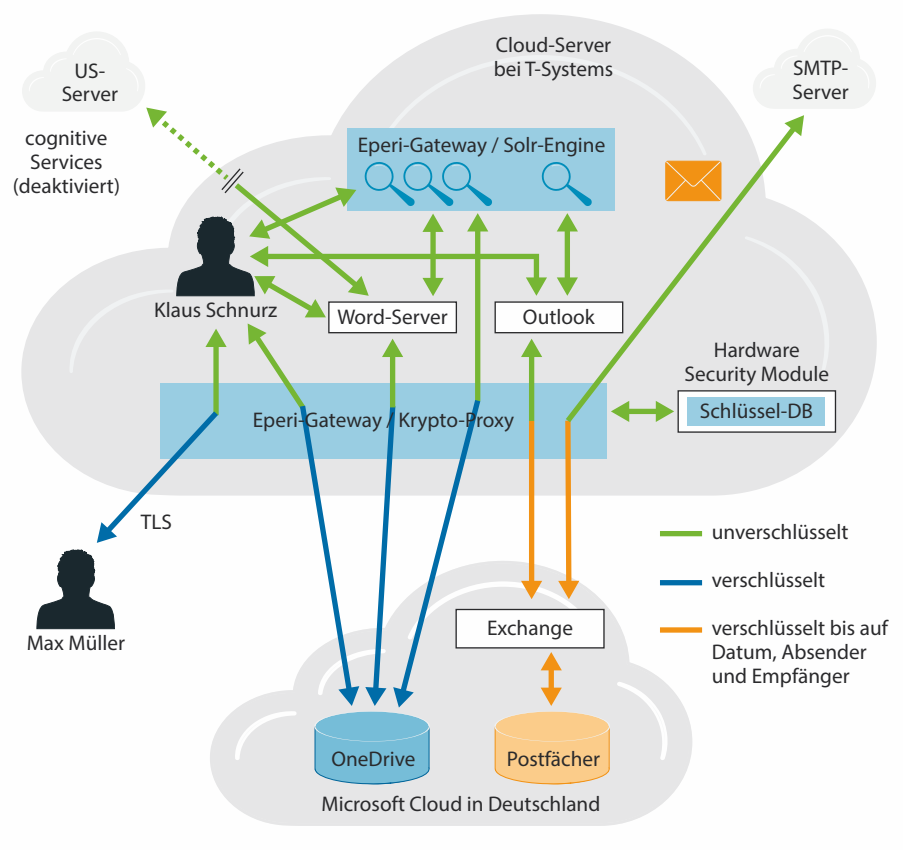
### Beispiel: Textbearbeitung

Die Arbeit mit Microsoft 365 über die T-Systems-Verschlüsselung läuft für Anwender weitgehend transparent, allerdings müssen sie auf einige Sonderfunktionen verzichten. Dazu ein Beispiel mit der Textverarbeitung Word.

Max Müller loggt sich am T-Systems-Server ein und dieser authentifiziert ihn mit dem Pseudonym Klaus Schnurz für Microsoft 365. Müller startet die Web-App von Word auf dem T-Systems-Server und legt ein neues Dokument an. Er tippt an seinem lokalen Rechner Text ein und überträgt von dort auch eine Bilddatei zum Server – beides per HTTPS verschlüsselt. Auf dem T-Systems-Server landen Text- und Bilddaten zunächst unverschlüsselt im Hauptspeicher, sodass Müller sie ungehindert ver-

## Datenflüsse

Der Cloud Privacy Service kombiniert die Funktionen von Microsoft 365 mit dem Krypto-Proxy und der Solr-Indexdatenbank des Eperi Gateway. Das Gateway übermittelt die Eingaben des Nutzers Müller unter dem Pseudonym Schnurz unverschlüsselt an die Anwendungsserver für Word, Outlook & Co. Sowie eine der Anwendungen mit einem Massenspeicher wie OneDrive oder den Exchange-Postfächern kommuniziert, verschlüsselt das Gateway die Daten unterwegs, ebenso wie für die HTTPS-Verbindung zum Anwender Müller. Suchanfragen beantwortet es in Eigenregie mit dem unverschlüsselten Index der Gateway-eigenen Solr Engine.





ändern, ergänzen und löschen kann. Sobald Müller oder die Speicherautomatik von Word das Dokument auf OneDrive speichert, tritt das Eperi Gateway als kryptografischer Proxy in Aktion. Es verschlüsselt den Inhalt und alle Metadaten, bevor sie unter dem Pseudonym Klaus Schnurz auf dem OneDrive abgelegt werden.

Das Eperi Gateway kodiert aber nicht das Dokument als Ganzes, sondern orientiert sich an den sogenannten Chunks, in welche Microsoft Office die Daten gliedert und die es im gespeicherten Dokument kontinuierlich aktualisiert. Bei diesen Chunks handelt es sich um kleine Abschnitte – einzelne Sätze, kurze Absätze oder im Fall von Excel um einzelne Tabellenfelder.

Durch die Aufteilung in Chunks können mehrere berechnete Anwender gleichzeitig das ganze Cloud-Dokument bearbeiten, ohne sich gegenseitig in die Quere zu kommen. Zum Konflikt kommt es nur, wenn zwei Anwender gleichzeitig denselben Chunk bearbeiten. Dann erzeugt die Software separate Varianten des betroffenen Abschnitts und fordert den Besitzer später zur manuellen Bereinigung auf.

Jedes Mal, wenn ein Chunk auf OneDrive aktualisiert wird, kodiert ihn das Gateway mit einem der vielen tausend Schlüssel aus seiner Datenbank, generiert einen Header und speichert mit ihm zusammen das Chifftrat. Der Header enthält eine Zeichenfolge, an der das Gateway den Datenblock später als sein eigenes Chifftrat erkennt, sowie einen Pointer, der auf den verwendeten Schlüssel in seiner Datenbank zeigt.

Wenn nun ein Datendieb, ein unseriöser Administrator oder ein US-Geheimdienst das gespeicherte Word-Dokument von Max Müller aus dem OneDrive lesen will, muss er zunächst wissen, dass es dort unter dem Pseudonym Klaus Schnurz gespeichert wurde. Statt Klartext bekäme er aber auch dann nur die chiffrierten Chunks zu sehen, mit denen er nichts anfangen kann.

Anders der rechtmäßige Nutzer Max Müller: Er startet aus seinem Browser heraus die Word-App im Cloud Privacy Service von T-Systems, wo er als Klaus Schnurz angemeldet ist, und lädt sein Dokument. Der Cloud Privacy Service lädt das Dokument über den Eperi-Gateway-Proxy in seinen Hauptspeicher. Das Eperi Gateway schlägt Chunk für Chunk die passenden Schlüssel nach, dekodiert den Inhalt und gibt ihn im

Klartext an die Word-App auf dem T-Systems-Server weiter.

## Mail-Verschlüsselung

Die Speichermethoden und Portionierungen unterscheiden sich je nach Anwendung aus dem Microsoft-365-Paket. Während bei der Online-Bearbeitung von OneDrive-Dokumenten wie beschrieben einzelne Chunks verschlüsselt werden, chiffriert die Software zum Beispiel hochgeladene Dateien ebenso wie E-Mail-Anhänge als Ganzes. Chat-Beiträge kodiert das System jeweils einzeln. Audio- und Videostreams werden aus Performance-Gründen gar nicht verschlüsselt.

Empfangene E-Mails kodiert das Eperi Gateway vor der Weiterleitung an den Exchange-Online-Server von Microsoft zeilenweise mit jeweils eigenen Schlüsseln. Dadurch kann Outlook zum Beispiel in seiner Übersicht die ersten Zeilen jeder auf dem Server gespeicherten E-Mail anzeigen, ohne dass der Rest entschlüsselt werden müsste. Die zeilenweise Verschlüsselung gilt auch für die Kopfzeilen der Mails, schützt also auch Betreffangaben und Transportpfade. Lediglich Empfänger- und Absendername sowie der Zeitpunkt des Empfangs bleiben im Klartext erhalten, damit der Server die Mails im Postfach korrekt nach Datum oder Absender beziehungsweise im „Gesendet“-Verzeichnis des Anwenders nach Empfängern sortiert auflisten kann. Das Gateway verschlüsselt auch Ausgangsmail, bevor sie auf den Server gelangt, sodass auch Kopien in den „Gesen-

det“-Postfächern und Server-Backups keine lesbaren Mails enthalten. Erst wenn der Exchange-Server eine Mail in Richtung zum SMTP-Server verschickt, fängt das Gateway diese ab und entschlüsselt sie, damit sie in lesbarer Form auf die Reise geht.

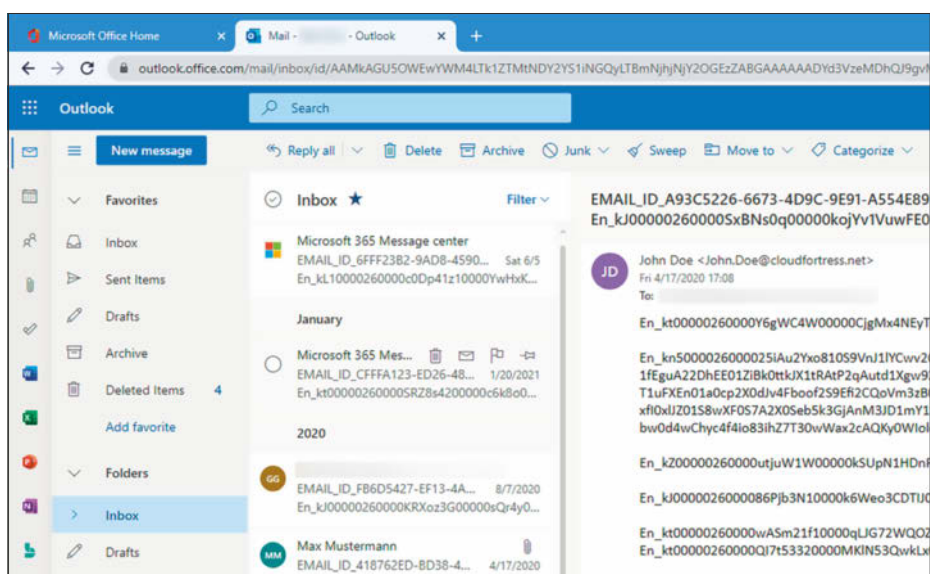
## Verschlüsselte Suche

Sie fragen sich sicher: „Wozu dieser Aufwand? Ich kann doch einfach meine ganzen Dokumente selbst verschlüsseln, bevor ich sie auf einen Cloud-Speicher hochlade.“ Sicher, aber dann können Sie die verschlüsselten Daten nicht mehr in der Cloud durchsuchen, geschweige denn bearbeiten.

Deshalb pflegt der Cloud Privacy Service mit einer integrierten Solr-Suchmaschine einen eigenen, ausschließlich von T-Systems kontrollierten Index. Diese von der Apache-Foundation entwickelte quell-offene Suchplattform (ausgesprochen wie „solar“) stellt dieselben Suchfunktionen zur Verfügung wie die eingebaute Microsoft-Suche. Forscht ein Anwender nach einem Begriff, fordert die Suchmaschine die im Index ausgewiesenen verschlüsselten Fundstellen mit den passenden Datensatz-IDs (Dateinamen, E-Mail-IDs ...) von Microsoft 365 an und das Eperi Gateway entschlüsselt sie.

## Eingeschränkter Komfort

Einige Klassen von Funktionen lassen sich mit dem bis hierhin beschriebenen Konzept nicht sicher ausführen: Das eine sind Microsofts sogenannte cognitive Services



**Unbefugte Anwender finden in Exchange-Postfächern nur zeilenweise angerichteten Kryptosalat.**

Bild: Eperi



– zum Beispiel Fremdsprachübersetzungen und Web-Recherchen aus Word heraus. Die damit zu bearbeitenden Inhalte überträgt Word im Normalfall direkt aus dem Arbeitsspeicher an externe Microsoft-Servern, die möglicherweise auch in den USA stehen [4]. Damit wäre der mühevoll aufgebaute Datenschutz hinfällig. In normalen Abonnements kann der Kunde diese cognitive Services im Microsoft 365 Admin Center deaktivieren; das müsste aber gezielt in der Governance des Kunden festgelegt und überwacht werden. Beim Cloud Privacy Service sind diese kognitiven Funktionen von vornherein deaktiviert, stehen den Nutzern also prinzipiell nicht zur Verfügung.

Eine weitere Funktionsgruppe sind serverseitig ausgeführte Funktionen, die auf geschützte Inhalte zugreifen müssen. Dazu gehört etwa die Malware-Analyse durch Exchange. Sie müsste den Body jeder Mail nach verdächtigen Bytemustern absuchen, ist damit aber bei einer verschlüsselten Mail zum Scheitern verurteilt.

## Grenzen der Sicherheit

Das im Eperi Gateway angewandte Verschlüsselungsverfahren AES 256 gilt auf absehbare Zeit für Brute-Force-Angriffe als unüberwindlich. Sind keine weiteren Hinweise bekannt, kann ein Angreifer die Verschlüsselung nur brechen, wenn er durch Probieren den richtigen von  $2^{256}$  möglichen Schlüsseln herausfindet. Anders liegt der Fall, wenn sich der Angreifer Zugriff auf die Schlüsseldatenbank des Eperi Gate-

ways verschaffen kann. Dann braucht er nur die an jedem Chiffre angebrachten Pointer in dieser Datenbank nachzuschlagen und kann den erbeuteten Inhalt automatisch entschlüsseln. T-Systems speichert diese Datenbank deshalb hinter einem Hardware Security Module.

Ein zweites Angriffsziel wäre der Hauptspeicher der Server von T-Systems, auf denen die Microsoft-365-Anwendungen laufen. Wenn ein Angreifer das Pseudonym des zu bespitzelnden Opfers herausfindet, könnte er sich theoretisch hinter dem Rücken des Hosters auf die Lauer legen und warten, bis die Zielperson ein interessantes Dokument öffnet. Um dessen Inhalt zu rekonstruieren, müsste der Angreifer zuerst den dazugehörigen Serverprozess identifizieren und den von ihm belegten Arbeitsspeicher mit einem Debugger kopieren. Dieses Unterfangen wäre um Längen aufwendiger als der Datendiebstahl in einem ungeschützten System: Dort könnte ein Angreifer mit Admin-Rechten mit einem einzigen Kommando alle Dokumente der Zielperson in einem Rutsch erbeuten.


Einsparbar bleiben zudem Mail-Kontakte. Trotz Verschlüsselung ist in den E-Mail-Postfächern sofort erkennbar, wann Mails von welchen Empfängern erhalten hat. Dagegen können sich Anwender theoretisch schützen, indem sie auch ihre E-Mail-Identitäten vom Cloud Privacy Service pseudonymisieren lassen. Diese Option ist aber problematisch: In diesem Fall muss jeder Anwender auch

seine Alias-Adresse kennen und stets überlegen, wo er die echte oder die pseudonyme Adresse angeben sollte. Zum Beispiel könnte Max Müller seinen Kollegen Michael Meier zwar einfach unter dessen öffentlicher Adresse anmailen. Um seine Mails aber zur Urlaubsvertretung an diesen Kollegen umzuleiten, müsste er die Umleitungsvorschrift mit dessen Pseudonym formulieren. Der Server könnte nämlich intern keine Mails an Michael Meier umleiten, weil er keinen Michael Meier kennt, sondern eben nur dessen Pseudonym.

## Bewertung

Im Detail sind die einzelnen Schritte der Ver- und Entschlüsselung noch deutlich komplexer, als wir sie hier nachzeichnen konnten. Jedoch wird bereits bei diesem Überblick deutlich, welche enormen Anstrengungen T-Systems unternimmt, um die in der Cloud verarbeiteten Daten verschlüsselt zu speichern und zumindest die notwendigen Funktionen von Microsoft 365 DSGVO-konform umzusetzen. Selbst Experten fällt es schwer, das System mit all seinen Feinheiten und Spezialformen zu durchschauen.

Anwenderdaten sind vor Einbrechern im Rechenzentrum ähnlich gut geschützt wie bei einer Ende-zu-Ende-Verschlüsselung. Trotzdem müssen Firmen, die unbedingt Microsoft 365 einsetzen wollen, ihre Daten weiterhin einem fremden Unternehmen anvertrauen. Beim Cloud Privacy Service sitzt dieses Unternehmen allerdings in Deutschland und nicht in den USA. Dadurch haben US-Behörden, die unter Verweis auf US-Gesetze Zugriff auf die Daten deutscher Kunden verlangen, bei diesem Dienst keine Handhabe.

Der technische Behelf macht aber einmal mehr deutlich, wie problematisch die Nutzung von Cloud-Dienstleistungen US-amerikanischer Großunternehmen sein kann und wie dringend eine unabhängige Lösung in Europa und Deutschland benötigt wird. (hps@ct.de) 

## Literatur

- [1] Recommendations 01/2020 on measures that supplement transfer tools to ensure compliance with the EU level of protection of personal data, Version 2.0, Adopted on 18 June 2021: [heise.de/s/2ZMI](https://heise.de/s/2ZMI)
- [2] Microsofts rein europäische Cloud, c't 12/2021, S. 37
- [3] Peter Schüler, Geheimnis-Verwalter, Das Eperi Gateway schützt Cloud-Daten, c't 4/2016, S. 174
- [4] Stefan Wischner, Ausfuhrverbot, Microsoft Office ohne Cloudspeicher und -dienste nutzen, c't 8/2021, S. 154

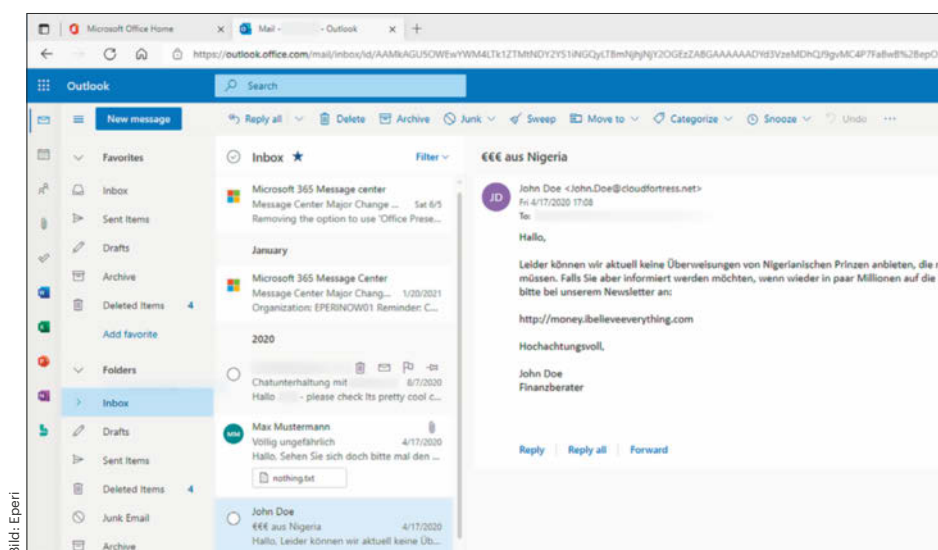


Bild: Eperi

**Für berechnete Nutzer schlägt das Gateway für jede angeforderte Zeile den darin referenzierten Kryptoschlüssel in seiner Schlüsseldatenbank nach, entziffert den Inhalt und liefert ihn an Outlook.**

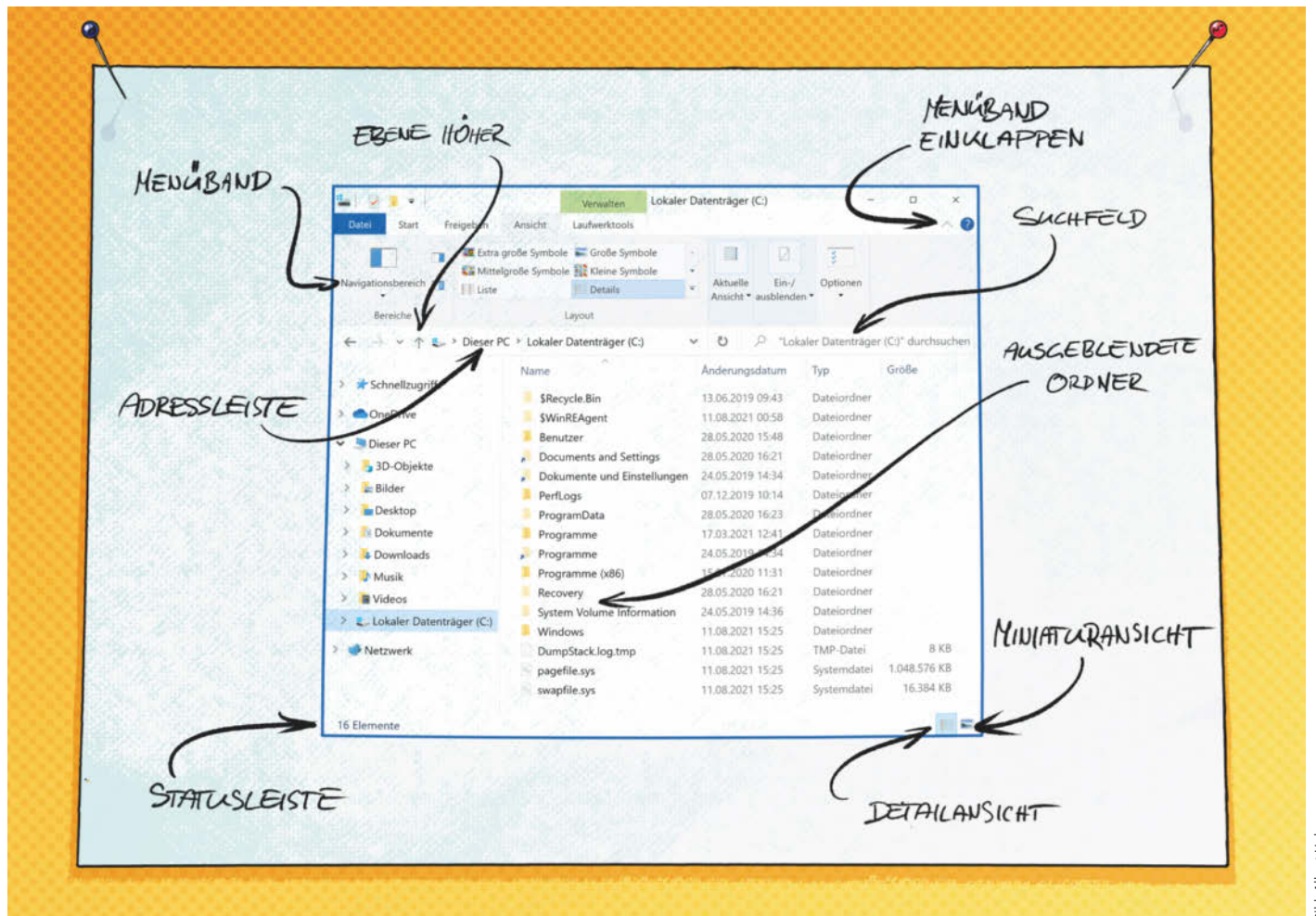


Bild: Albert Hulm

# Erkundungstour

## Wissenswertes zum Windows-Explorer

Auf den ersten Blick ist der Explorer ein recht simples Programm: Ein Dateimanager, um Ordnerinhalte anzuschauen, Dokumente zu öffnen und Bilder von A nach B zu kopieren. Wer ihn häufiger benutzt und etwas genauer hinschaut, entdeckt aber früher oder später gewisse Kuriositäten.

Von Jan Schübler

Eins der Programme, die auf jedem Windows-Rechner dauernd laufen, heißt „explorer.exe“ – und zwar sogar dann, wenn Sie den PC nur zum Surfen benutzen. Denn der Explorer ist nicht bloß das Programm zum Öffnen, Kopieren und Umbenennen von Dateien, sondern auch ein wichtiger Bestandteil der Windows-Shell, also der grafischen Bedienoberfläche, die Sie auf Programm-Icons klicken lässt und ein Hintergrundbild anzeigt.

Von dieser Aufgabe des Explorers bekommt man freilich kaum etwas mit, daher geht es hier um den Explorer in seiner Funktion als Dateimanager. Der zeigt in der Standardeinstellung beim Öffnen die

„Schnellzugriffe“, das ist eine Auflistung oft benutzter Ordner und Dateien. In der linken Spalte, dem Navigationsbereich, befinden sich ebenfalls die Ordner des Schnellzugriffs, oftmals für Cloudspeicher, und außerdem die Auflistung „Dieser PC“, in der die persönlichen Ordner für Dokumente, Bilder und so weiter sowie die lokalen und eventuelle Netzlaufwerke verlinkt sind. Wenn Sie viel mit mehreren Laufwerken, externen Festplatten und Ähnlichem hantieren, möchten Sie den Explorer vielleicht gerne so einstellen, dass er beim Öffnen nicht die Schnellzugriffe anzeigt, sondern den Inhalt von „Dieser PC“. Das geht über die „Optionen“, die Sie



über das Menüband „Ansicht“ erreichen. Stellen Sie auf der Registerkarte „Allgemein“ die Option „Datei-Explorer öffnen für“ auf „Dieser PC“ um.

Welche Menübänder im Explorer zur Auswahl stehen, hängt davon ab, welchen Ordner oder welche Ansicht er gerade anzeigt – stets vorhanden ist allerdings das Menüband „Ansicht“, in dem man etwa den linken Navigationsbereich ausblenden, die Sortierweise einstellen und die Darstellung zwischen einfacher Liste, detaillierter Liste, Kacheln, kleineren oder größeren Miniaturansichten („Symbole“) und Ähnlichem umschalten kann.

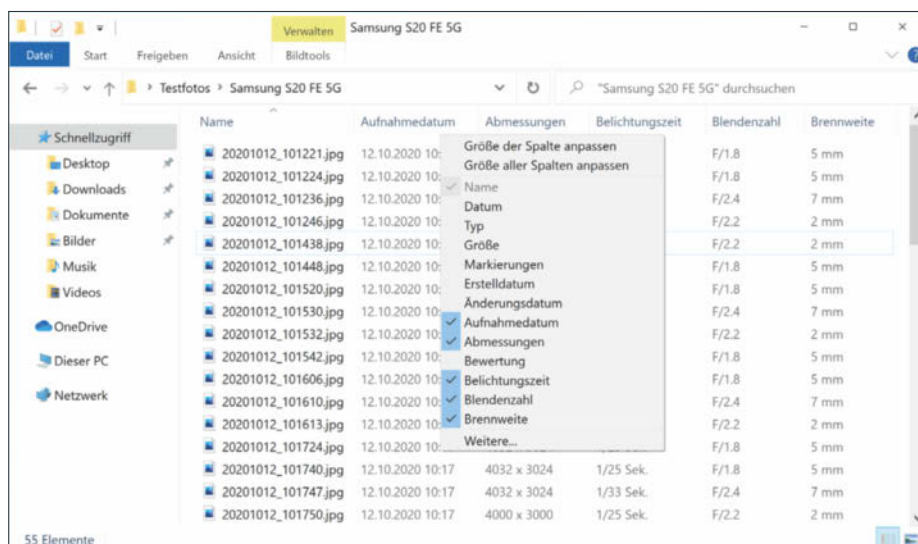
## Die Sortierung

Apropos Sortierung: Die lässt sich in der ausführlicheren Listenansicht namens „Details“ auch schnell ändern oder umkehren, wenn Sie auf den jeweiligen Spaltentitel klicken. Welche Spalten angezeigt werden, wählen Sie mit einem Rechtsklick auf einen der Spaltentitel aus. Vor allem bei Mediendateien lassen sich oft hilfreiche Zusatzinfos anzeigen, bei Fotos etwa Blendenzahl, Verschlusszeit und Ähnliches, bei Musikdateien Tags für Titel, Interpret und so weiter. Steht unmittelbar keine Spalte für den gewünschten Parameter zur Auswahl, klicken Sie auf „Weitere“, um aus allen verfügbaren Spalten die passenden auszuwählen.

Manchmal sind bei der „Details“-Listenansicht die Spaltenbreiten viel zu breit oder zu schmal geraten. Sie könnten sie einfach von Hand auf die optimale Breite zurechtzupplein, aber es geht auch schneller: Per Rechtsklick auf einen der Spaltentitel können Sie wahlweise die „Größe der Spalte anpassen“ oder gleich in einem Rutsch die „Größe aller Spalten anpassen“ – letzteres verpasst allen angezeigten Spalten auf einmal die genau passende Breite. Und das Optimieren der Spaltenbreite einer einzelnen Spalte geht sogar noch schneller: Doppelklicken Sie einfach auf den Trennstrich zwischen zwei Spaltentiteln, um die linke der beiden Spalten auf die passende Breite zu setzen.

## Seltsam sortiert?

Beim Hantieren mit Dateien oder Ordnern, die mit Zahlen bezeichnet sind, fällt schnell auf: Die Sortierung kann mitunter unlogisch aussehen. Zum Beispiel bei unseren archivierten alten Windows-10-Versionen: Da kommen zuerst die Ordner „20H2“ und „21H1“, und dann folgen 1507, 1511 und so weiter. Das hat einen ein-



**Per Rechtsklick auf einen Spaltentitel lassen sich zusätzliche Explorer-Detailspalten für nahezu beliebige Parameter, Tags und Attribute auswählen.**

fachen Grund: Schon seit Windows XP wertet der Explorer die Namen beim Sortieren nicht Zeichen für Zeichen aus, sondern erkennt in den ersten Namen eine 20 und eine 21, in den nächsten eine 1507 und so weiter. Und so ist die Sortierung durchaus stimmig: 20 ist kleiner als 21 ist kleiner als 1507.

Mit einem Registry-Eingriff können Sie dem Explorer allerdings abgewöhnen, nach dieser erweiterten Logik zu sortieren. Öffnen Sie die Registry-Editor (Windows-Taste, regedit, Eingabetaste) und rödeln Sie sich bis zum Schlüssel HKEY\_CURRENT\_USER\Software\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Policies durch. Klicken Sie dann im leeren Bereich der rechten Fensterhälfte mit der rechten Maustaste und legen Sie per „Neu/Schlüssel“ einen Schlüssel mit dem Namen Explorer an. Wählen Sie den neuen Schlüssel aus und klicken Sie dort wiederum mit der rechten Maustaste in den leeren Bereich der rechten Fensterhälfte. Dort legen Sie einen neuen DWORD-Wert an, den Sie NoStrCmpLogical nennen. Geben Sie ihm noch per Doppelklick den Wert 1. Damit die neue Sortierweise auch angewandt wird, muss der Explorer einmal komplett neu gestartet werden – am einfachsten, indem Sie sich ab- und wieder anmelden. Um die Änderung rückgängig zu machen, geben Sie dem Eintrag den Wert 0 oder löschen Sie ihn ganz.

## Unsichtbares

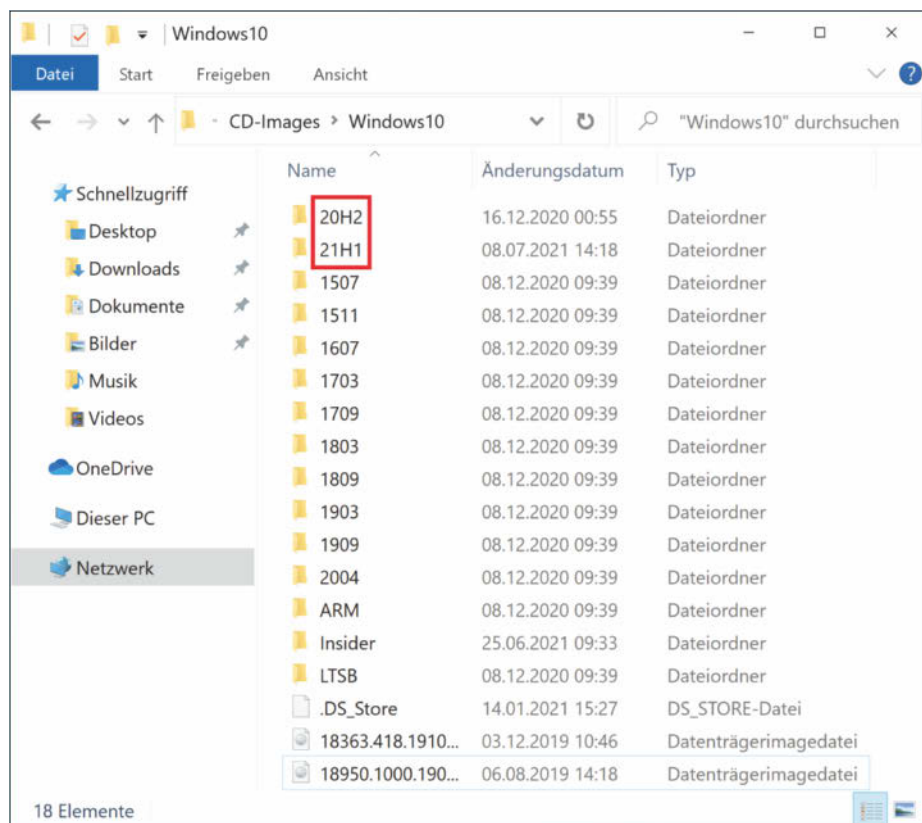
In der Standardeinstellung gibts einiges, was der Explorer nicht anzeigt, obwohl es

vorhanden ist. Lästig bis gefährlich ist das bei den Dateieindungen. Dabei ist die Praxis, Dateieindungen wie .pdf, .exe, .jpg und so weiter auszublenden, schon lange umstritten, weil sie ein Sicherheitsrisiko darstellt. Ohne Dateieindungen läuft man vor allem bei Downloads und Mailanhängen schnell Gefahr, eine Datei falsch einzuschätzen. Kriminelle nutzen das gerne aus: Sind die Endungen ausgeblendet, erscheint eine ausführbare Datei mit einem Schädling und dem Namen „rechnung.pdf.exe“ nur als „rechnung.pdf“ und sieht damit erst mal aus wie ein harmloses Dokument. Ändern lässt sich das in den Optionen, die Sie über das Menüband „Ansicht“ öffnen können. Entfernen Sie auf der Registerkarte „Ansicht“ das Häkchen vor „Erweiterungen bei bekannten Dateitypen ausblenden“.

Was der Explorer standardmäßig auch nicht anzeigt: Dateien und Ordner, die die Attribute „versteckt“ oder „System“ gesetzt haben. Versteckte Ordner befinden sich zuhauf in jedem Windows-System: zum Beispiel der Ordner C:\ProgramData oder auch der Ordner AppData, der sich in jedem Benutzerprofilordner findet. Dort liegen in erster Linie benutzerspezifische Programmeinstellungen und -daten. Um diese Ordner zu sehen, setzen Sie in den Ordneroptionen unter „Ansicht“ die Option „Ausgeblendete Dateien, Ordner und Laufwerke anzeigen“.

Ebenfalls dort können Sie das Häkchen vor „Geschützte Systemdateien ausblenden“ entfernen, um auch solche Dateien und Ordner anzuzeigen – wie auch





**Sieht komisch aus, soll aber so: Der Explorer sortiert in der Standardeinstellung nicht Zeichen für Zeichen, sondern interpretiert sie als Zahlen – das kann mitunter seltsam aussehen.**

die versteckten Dateien erscheinen sie im Explorer nicht mit schwarzer Schrift, sondern leicht ausgegraut. Zu den Geschützten zählen allerhand Dateien und Ordner, die für die alltägliche Bedienung irrelevant sind. Sie anzeigen zu lassen, empfiehlt sich nur in Sonderfällen, etwa bei der Suche nach bestimmten Fehlerquellen. Gängige Beispiele für solche geschützten Systemdateien liegen direkt in Laufwerk C:; etwa die Ruhezustandsdatei hiberfil.sys, die Auslagerungsdateien pagefile.sys und swapfile.sys, der Papierkorb-Ordner \$Recycle.Bin und der Ordner „System Volume Information“, in dem Windows Schattenkopien für den Dateiversionsverlauf und für Wiederherstellungspunkte aufbewahrt. In letzteren kommen Sie übrigens selbst mit Administratorrechten nicht rein. Das liegt daran, dass ein Zugriff nochmals übergeordnete Rechte erfordert: Nur Prozesse mit Systemrechten bekommen Zugriff.

Ebenfalls zu den geschützten Dateien zählen werkseitig eingerichtete Junctions, auch symbolische Verknüpfungen genannt. Ihre Icons sehen aus wie Ordnerverknüpfungen. Direkt in Laufwerk C: liegen in einem Windows-10-System im

Regelfall mindestens zwei Stück: „Dokumente und Einstellungen“ und „Programme“. Der primäre Zweck solcher Junctions ist die Abwärtskompatibilität mit alter Software. Ein Beispiel: In einem deutschen Windows XP hieß der Stammordner für Benutzerprofile „C:\Dokumente und Einstellungen“; in Windows 10 hingegen heißt er „C:\Users“ (und erscheint durch

einen Trick als „C:\Benutzer“ – doch dazu unten mehr). Versucht ein altes Programm unter Windows 10 auf „C:\Dokumente und Einstellungen“ zuzugreifen, würde das fehlschlagen. Um das zu verhindern, liegt in C: eine Junction, die alle Zugriffsversuche auf den veralteten Pfad auf „C:\Users“ umbiegt.

Um herauszufinden, in welchen Pfad eine Junction führt, bedarf es eines Tricks, denn bei einem Doppelklick setzt es nur einen Hinweis auf angeblich fehlende Berechtigungen. Öffnen Sie die Eingabeaufforderung, etwa per Windows-Taste, cmd, Eingabetaste. Navigieren Sie in den Ordner, in dem die Junction liegt, die Sie sich anschauen wollen, etwa per `cd c:\` und geben Sie dann den Befehl `dir /al` ein – die Ausgabe zeigt die Junctions mitsamt ihrer Zielverzeichnisse an.

### Die Adressleiste

In der Adressleiste sehen Sie nicht zwingend den Pfad des Ordners, der gerade im Explorer geöffnet ist. Zum einen zeigt die Ansicht zunächst keinen Dateisystempfad an, sondern eine Breadcrumb-Ansicht, die die Ordner Ebenen mit kleinen Pfeilen voneinander trennt. Außerdem werden die tatsächlichen Ordnernamen mitunter durch Namen von symbolischen Verknüpfungen (Junctions) ersetzt. Navigiert man etwa von Laufwerk C: aus durch den Benutzerordner bis in den profileigenen Bilderordner, steht man laut Adressleiste etwa in „Dieser PC > System (C:) > Benutzer > jss > Bilder“. Erst bei einem Klick in den leeren Bereich der Leiste springt die Ansicht um auf den realen Pfad „C:\Users\jss\Pictures“ – oder ganz korrekt: den Ob-

```

Eingabeaufforderung
Microsoft Windows [Version 10.0.19043.1165]
(c) Microsoft Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

C:\Users\cttest>cd c:\

c:\>dir /al
Volume in Laufwerk C: hat keine Bezeichnung.
Volumeseriennummer: 2ED7-1BD7

Verzeichnis von c:\

28.05.2020  16:21  <JUNCTION>    Documents and Settings [C:\Users]
24.05.2019  14:34  <JUNCTION>    Dokumente und Einstellungen [C:\Users]
24.05.2019  14:34  <JUNCTION>    Programme [C:\Program Files]
               0 Datei(en),
               3 Verzeichnis(se), 51.236.913.152 Bytes frei

c:\>

```

**Mit einem Kommandozeilenbefehl finden Sie heraus, welches Ziel Junctions haben.**

jektnamen im Shell Namespace, doch dazu gleich mehr.

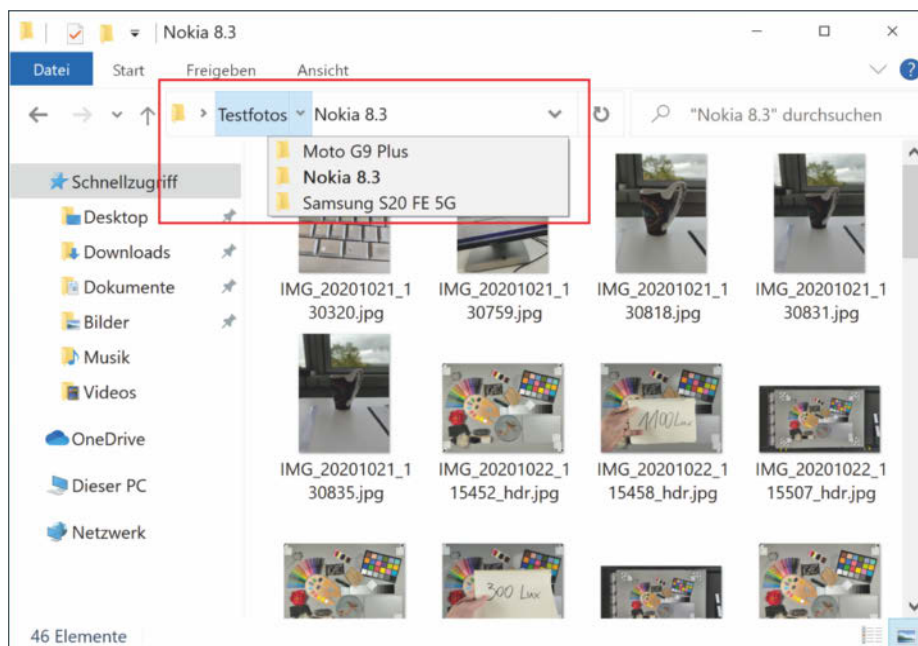
Die Breadcrumbs sollen aber nicht nur übersichtlicher aussehen als eine reguläre Pfaddarstellung. Sie ermöglichen auch eine praktische Navigation. Ein Klick auf einen übergeordneten Ordner führt die Ansicht dorthin; ein Klick auf einen der Trennpfeile bietet andere Unterordner des jeweiligen Ordners zur direkten Auswahl an.

Die Adresszeile kann noch mehr als Navigieren: Sie eignet sich auch, um komplette Pfade hineinzutippen oder zu -kopieren, die man aufrufen will. Dabei akzeptiert sie auch Umgebungsvariablen wie %appdata% und %homepath%. Auch das Aufrufen von Web-URLs ist mit der Adresszeile möglich, allerdings nur ohne vorangestelltes „https://“. Sogar zum Aufruf von Programmen eignet sich die Adresszeile. Sind die Programme in der Umgebungsvariable PATH registriert, klappt das auch ohne Angabe von Pfad und Endung: So starten Sie durch Eingabe von `control`, `calc` oder `notepad` die Systemsteuerung, den Taschenrechner oder ein Editor-Fenster. Wahnsinnig komfortabel ist das allerdings nicht – der Editor etwa ist mit Windows-Taste, `notepad`, Eingabetaste schneller gestartet. Nützlich ist die Abkürzung über den Explorer aber zum Beispiel, wenn Sie sich in einem Ordner befinden und dort `cmd` in die Adressleiste eintippen. Sie landen in einer Kommandozeile in diesem Ordner und müssen nicht erst hिनavigieren.

## Maskerade

Vielleicht haben Sie schon festgestellt, dass in einigen Ordnern eine Datei namens `desktop.ini` liegt. Sinn und Zweck dieser Datei ist es, die Darstellung des Ordernamens und des Icons anzupassen. Durch `desktop.ini`-Einträge erhalten beispielsweise die Ordner mit Dokumenten, Bildern und anderen Mediendateien ihre speziellen Icons, und auch der Ordner „C:\Benutzer“ heißt in Wirklichkeit „C:\Users“, wird aber per `desktop.ini`-Eintrag eingedeutscht.

Und auch manch andere Pfade bildet der Explorer nicht ganz so ab, wie sie auf der Festplatte liegen. Das liegt an der Art und Weise, wie die Windows-Shell Dateisysteme, Ordner, Netzwerkgeräte und sonstige Ressourcen darstellt. All diese Objekte stehen in einer Baumhierarchie, die Microsoft auch als Shell Namespace bezeichnet. Die Festplattenlaufwerke mit-



**Die Breadcrumbs in der Adressleiste ermöglichen eine rasche Navigation in andere Unterordner.**

samt ihren Ordnerstrukturen sind ein Teil davon, aber der Namespace stülpt noch eine Hierarchieebene darüber. Darin befinden sich diverse virtuelle Objekte: etwa die Ansicht „Dieser PC“, in der neben Festplatten und Wechselmedien auch Netzlaufwerke, UPnP-Ressourcen und Ähnliches stecken, ein Eintrag für OneDrive oder andere Cloudspeicherdienste sowie Direktzugriffe auf die Benutzerordner für Dokumente, Bilder und mehr. Ein weiteres Namespace-Objekt ist der „Papierkorb“. Er zeigt stets die Inhalte der Papierkorbordner aller im System vorhandenen Laufwerke an – ohne Namespace wäre diese Darstellung nicht möglich.

Klickt man in die Adresszeile, zeigt sie also genau genommen auch nicht den physischen Pfad des geöffneten Ordners auf dem Datenträger an, sondern dessen Bezeichnung im Shell Namespace. Das können Sie gut anhand des Ordners „Dokumente“ nachvollziehen. Wenn Sie sich über „Dieser PC“ in Laufwerk C: klicken, dann in „Benutzer“, ihren Kontoordner und dann in „Dokumente“ und dann auf die Adressleiste klicken, sehen Sie den tatsächlichen Pfad des Dokumentenordners, also zum Beispiel „C:\Users\Kontoname\Documents“. Rufen Sie die Dokumente hingegen aus dem Explorer-Schnellzugriff oder aus der Ansicht „Dieser PC“ heraus auf und klicken dann in die Adressleiste, lautet die Adresse schlicht „Dokumente“. Mehr Infos zum Shell Namespace finden

Sie in der Dokumentation von Microsoft über [ct.de/yvjj](https://ct.de/yvjj).

## Widerwillige Adminrechte

Noch eine Merkwürdigkeit ist, dass es spezieller Tricks bedarf, ein Explorer-Fenster mit Administratorrechten zu starten. Per Rechtsklick auf den Explorer im Startmenü-Ordner „Windows-System“ findet sich nicht die sonst gängige Option, eine Anwendung als Administrator zu starten. Sucht man nach „explorer.exe“ und wählt dann den Start als Administrator, hat das nur scheinbar Erfolg – im Hintergrund fängt Windows den Startversuch ab und öffnet ersatzweise ein Explorer-Fenster mit normalen Benutzerrechten.

Diese Ausweichmanöver haben einen Grund: In einem Explorer mit Adminrechten kann man als Anwender jede Menge Unfug treiben, der das System beschädigt oder sonst wie beeinträchtigt – und zwar ohne die sonst übliche warnende Abfrage der Benutzerkontensteuerung UAC. Zum Glück sind solche Zugriffe nur äußerst selten nötig, und wenn, dann hilft doch ein Trick: Öffnen Sie irgendein Standardprogramm wie den Editor (`notepad.exe`) als Administrator und klicken Sie unter „Datei“ auf „Öffnen“. Das so geöffnete Dateiauswahlfenster ist tatsächlich eine kleine Explorer-Instanz mit Administratorrechten. (jss@ct.de) **ct**

**Microsoft-Doku:** [ct.de/yvjj](https://ct.de/yvjj)



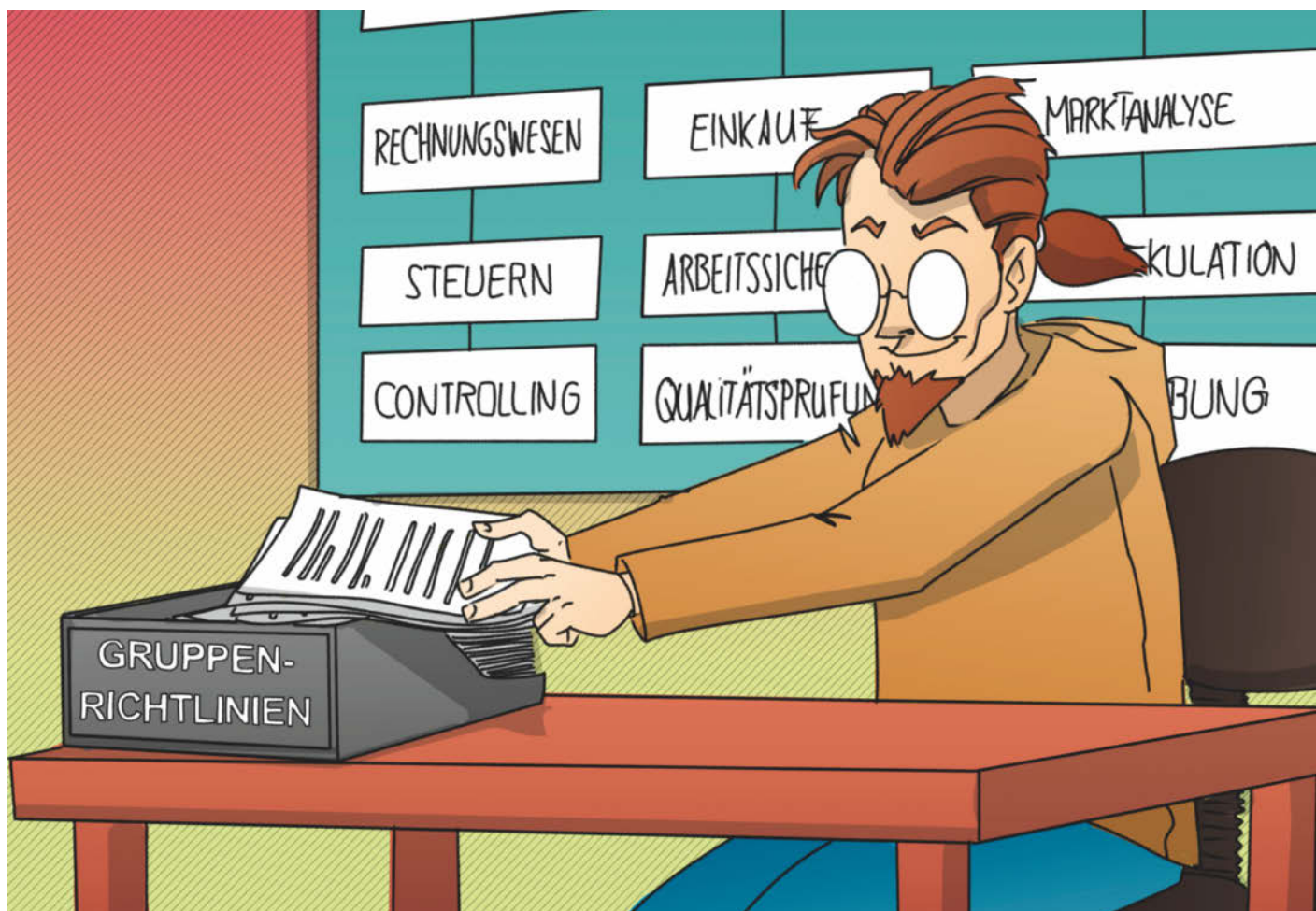


Bild: Thorsten Hübner

# Richtlinienkompetenz

## Windows-Clients mit Gruppenrichtlinien steuern

**Das Active Directory verwaltet nicht nur Benutzer und Gruppen. Mit Gruppenrichtlinien steuern Administratoren, wie sich Windows-PCs verhalten sollen. An den Geräten selbst muss man dann kaum noch Hand anlegen.**

Von Jan Mahn

Schon auf einem einzigen privat genutzten Windows-PC gibt es viel einzustellen, wenn man ihn in Betrieb nimmt: Cortana-, Telemetrie- und Energiespareinstellungen, Standardbrowser, Startseite, Desktop-Hintergrund, Standarddrucker und vieles mehr. Die meisten Einstel-

lungen nimmt man am privaten PC im Laufe der Zeit vor, wenn etwas fehlt oder stört. In großen Netzwerken von Firmen, Schulen, Unis und Behörden ist das keine Option: Als Administrator möchte man jenen, die vor den PCs sitzen, das Einrichten nicht nur abnehmen, sondern es ihnen sogar verbieten. Die eigene Katze als Desktop-Hintergrund will man ihnen vielleicht noch gestatten, sie von Energiespareinstellungen, Gerätemanager und anderen Browsern aber tunlichst fernhalten.

Alle Windows-Einstellungen per Hand vorzunehmen und den Rechner danach zu vernageln, ist vergeudete Zeit – nur eine zentrale Steuerung verspricht einen vergnüglichen Admin-Alltag. Genau diese Steuerung bekommt man mit Microsofts Active Directory, der zentralen Benutzer-, Geräte-, und Gruppenverwaltung über die sogenannten Gruppenrichtlinien.

Voraussetzung, um die Schritte aus diesem Artikel nachstellen zu können, ist eine Testumgebung aus mindestens einem Windows-Server als Domain-Controller und einem Windows-10-Client als Domänen-Mitglied. Wie Sie eine Domäne einrichten sowie Benutzer und Windows-Clients hinzufügen, haben wir ausführlich in [1] beschrieben. Auch wenn Sie bereits eine Domäne im produktiven Einsatz haben, kann es nie schaden, eine davon unabhängige Testumgebung zur Hand zu haben.

### Gruppenrichtlinien und ihre Objekte

Bevor es mit der Arbeit losgehen kann, ist etwas Begriffsklärung notwendig. Gesteuert werden die Clients über sogenannte **Gruppenrichtlinienobjekte** (Group Policy Objects, GPO). Ein Gruppenrichtlinien-



objekt enthält eine Sammlung von Anweisungen an Windows-Clients. Die Anweisungen unterteilen sich in solche für **Computer** und solche für **Benutzer**. Ein einzelnes Gruppenrichtlinienobjekt kann beide Formen enthalten. Diese Unterteilung entspricht derjenigen, die Windows-Kenner aus der Registry kennen [2].

Innerhalb eines GPO können zwei Formen von Arbeitsanweisungen an die Clients verpackt werden: **Richtlinien** und **Einstellungen**. Einstellungen sind vorwiegend solche Änderungen, die man auf einem lokalen Computer über die Systemsteuerung (control.exe) vornehmen würde. Dort kann man Drucker einrichten, Energiesparpläne anlegen sowie Geräte, Benutzer, Netzwerkverbindungen, Freigaben und geplante Aufgaben verwalten. Außerdem kann man über Einstellungen Ordner, Dateien und Registry-Einträge an die Clients verteilen.

Der zweite große Hebel zur Verwaltung sind Richtlinien – die sind immerhin namensgebend für das Konzept der Gruppenrichtlinien. Solche Richtlinien enthalten klare Anweisungen wie „Alle Desktopsymbole ausblenden und deaktivieren“. Richtlinien kann man aktivieren, deaktivieren oder unkonfiguriert lassen – wobei die letzten beiden Optionen nicht automatisch dasselbe bedeuten und man immer das Kleingedruckte lesen muss. Einigen Richtlinien kann man zusätzlich noch Parameter übergeben, etwa einen Dateipfad oder eine von mehreren Optionen aus einem Drop-down-Menü.

Richtlinien sind Gebote und Verbote an Computer und Benutzer. Über sie entfernen Sie zum Beispiel den Ruhezustandsknopf im Startmenü, sperren den Zugriff auf die Systemsteuerung, oder schalten den Start-Sound von Windows ab. Für viele Dinge, die Ihnen unter Windows schon immer ein Dorn im Auge waren, gibt es Richtlinien. Für das Umsetzen auf dem Client ist keine schwarze Magie nötig, auch das geschieht intern mit bekannten Bordmitteln: Die Richtlinien enthalten Anweisungen, welche Einträge an der Windows-Registry vorzunehmen sind. Alle Einstellungen könnten Sie also auch mit regedit.exe per Hand vornehmen.

Dass Sie als Administrator, ohne die Registry-Schlüssel zu kennen, einen Schalter wie „Cortana zulassen“ auf „deaktiviert“ umlegen können, verdanken Sie administrativen Vorlagen (ADMX-Dateien) und zugehörigen Sprachdateien (ADML-Dateien). Im XML-Format ist darin festgelegt, welche

Registry-Schlüssel wie befüllt werden sollen, wenn Sie die Richtlinie konfigurieren, und welche Parameter es gibt. Für Einstellungen an Windows und Windows-Komponenten werden diese Vorlagen direkt beim Einrichten der Domäne auf dem Domain-Controller installiert. Grundsätzlich kann aber jeder Softwareanbieter, der Einstellungen in der Registry ablegt, eigene Vorlagen im ADMX-Format bereitstellen. Zum Beispiel gibt es für Google Chrome und mittlerweile auch für Mozilla Firefox solche Vorlagen zum Download von den Entwicklern (siehe [ct.de/yxd3](http://ct.de/yxd3)). Wenn Microsoft Windows 11 veröffentlicht, wird das Unternehmen passende ADMX-Dateien zum Nachinstallieren anbieten.

## SYSVOL

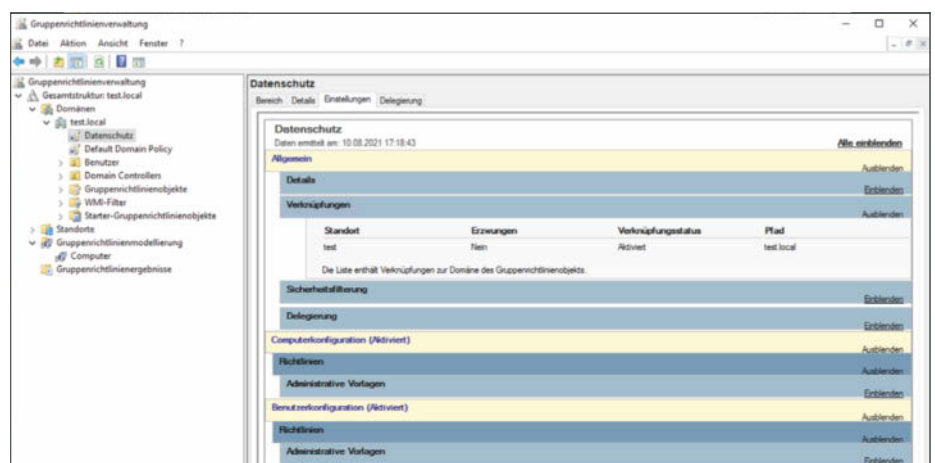
Wenn Sie ein Gruppenrichtlinienobjekt mit Richtlinien und Einstellungen geschnürt haben, landet es als Ordner auf einer Netzwerkfreigabe, die unter dem Namen SYSVOL auf allen Domain-Controllern bereitgestellt wird. Wenn Sie mehrere Domain-Controller betreiben, werden die Inhalte automatisch repliziert. Hat man den Pfad bei der Einrichtung der Domäne nicht verändert, liegt der Ordner auf dem Domaincontroller unter C:\Windows\SYSVOL\sysvol\<Name der Domäne>.

Gruppenrichtlinienobjekte gelten nicht für alle Computer und alle Benutzer – dann wären sie reichlich unpraktisch. Ein GPO muss, damit es angewendet wird, mit einem Standort, einer Domäne oder einer Organisationseinheit (OU) verknüpft werden. Dann wirkt es auf alle Objekte, die in der Hierarchie unterhalb liegen, es wird also vererbt. Ein GPO, das auf der Ebene der Domäne verknüpft ist, wirkt sich auf

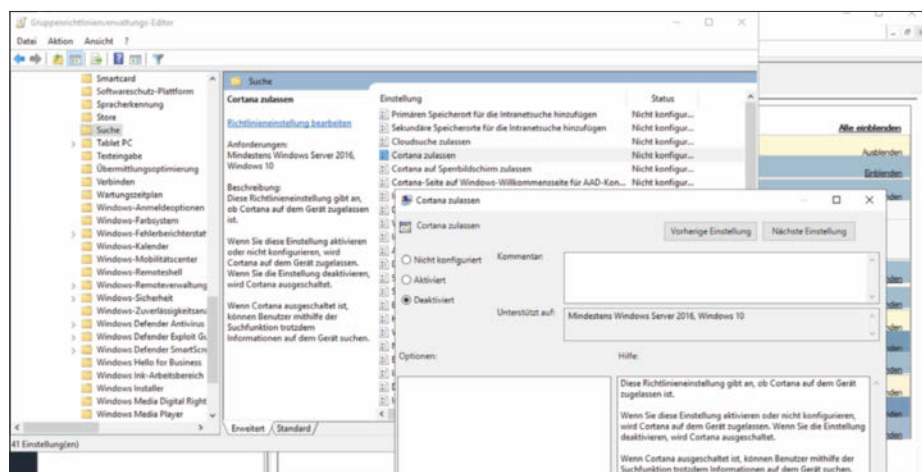
alle Computer und Nutzer in allen Organisationseinheiten aus.

Dieselbe Richtlinie können Sie auch auf verschiedenen Ebenen mehrfach konfigurieren: Einmal für die Domäne und einmal für eine untergeordnete OU. Dann gilt die Grundregel, dass eine spezielle Richtlinie die allgemeine überschreibt. Ein GPO für eine OU überschreibt also eins für die gesamte Domäne (Standorte und mehrere Domänen spart dieser Artikel aus). Zunutze machen kann man sich diese Verarbeitungsreihenfolge immer dann, wenn einzelne Bereiche von einem globalen Standard abweichen sollen: Wenn alle Nutzer grundsätzlich das Firmenlogo als Hintergrundbild bekommen sollen, nur die Mitarbeiter im Foyer ein anderes, würden Sie dieselbe Richtlinie einmal auf Domänen- und einmal auf OU-Ebene für die OU „Foyer“ aktivieren. Eine Warnung für den Einstieg: Halten Sie die Struktur von Beginn an so einfach wie möglich. Gerade am Anfang denkt man oft zu kompliziert und arbeitet mit zu vielen Regeln auf zu vielen Ebenen, weil man es zu gut meint. Ein Großteil Ihrer Regeln wird für fast alle Ihrer Computer und Nutzer gelten.

Zu guter Letzt gibt es noch eine weitere Stufe der Komplexität: Nicht immer wollen Sie, dass alle Computer oder Nutzer innerhalb einer Organisationseinheit von einer Richtlinie betroffen sind. Dann kommen, zusätzlich zur Verknüpfung an eine OU oder Domäne, Filter zum Einsatz. Der gebräuchlichste Filter ist der sogenannte **Sicherheitsfilter**. Der Begriff weist etwas in die falsche Richtung – gemeint ist ein Filter auf Sicherheitsgruppen, also Gruppen von Personen oder Computern im Active Directory. Wenn Sie eine Teilmenge



**Nicht gerade intuitiv. In der blau-gelben Ansicht sehen Sie eine Übersicht eines Gruppenrichtlinienobjekts. Per Rechtsklick kommen Sie zum Editor, über den Sie Richtlinien und Einstellungen hinzufügen.**



**Per Richtlinie bekommt Cortana Schweigen verordnet und auch die Telemetrie schränken Sie mit wenigen Klicks organisationsweit ein. Die Nutzer können solche Anordnungen dann nicht mehr überschreiben.**

einer OU in eine solche Gruppe stecken, können Sie ein GPO darauf einschränken. Auch hier gilt: Setzen Sie Filter sparsam ein, um den Überblick nicht zu verlieren.

Der zweite Filtertyp kommt seltener zum Einsatz. Über den **WMI-Filter** (Windows Management Instrumentation) können Sie vor dem Anwenden einer Richtlinie Eigenschaften einer Windows-Installation abfragen und darauf filtern. Das braucht man zum Beispiel, wenn ein GPO nur für ein bestimmtes Betriebssystem oder eine Prozessorarchitektur gelten soll.

## Erstkontakt

Dieses theoretische Wissen ist nötig, um sich in der grafischen Oberfläche für die GPO-Verwaltung nicht komplett zu verlieren. Auf dem Domänen-Controller finden Sie das grafische Werkzeug mit dem Namen Gruppenrichtlinienverwaltung (gpmc.msc). Dessen Oberfläche ist, vorsichtig formuliert, gewöhnungsbedürftig und mehr als überarbeitungswürdig. Selbst wenn man das Prinzip verstanden hat, bleiben die Schritte unintuitiv. Microsofts Interesse, das zu ändern, hält sich aber in Grenzen. Mit dem „Advanced Group Policy Management“ (AGPM) hat das Unternehmen eine weitere Oberfläche im Programm, die mehr Funktionen mitbringt: zum Beispiel eine Versionierung von Änderungen und ein Check-out-System, das parallele Bearbeitung und Konflikte durch mehrere Admins verhindert. Das AGPM ist aber Kunden von Microsofts Software Assurance vorbehalten.

Öffnen Sie zum Anlegen der ersten Richtlinien die Gruppenrichtlinienverwaltung. Links in der Baumstruktur finden Sie

die Gesamtstruktur und darin die Domänen – am Anfang gibt es derer nur eine. Unterhalb können Sie die Organisationseinheiten Ihres Active Directory anlegen. Widerstehen Sie der Versuchung, die komplette Struktur bis in alle Ebenen nachzubauen. Richten Sie die Verschachtelung erst ein, wenn Sie irgendwann eine spezialisierte Richtlinie auf eine OU brauchen. Per Rechtsklick auf den Domänenamen finden Sie den Menüpunkt, über den Sie eine OU hinzufügen.

Für die Experimente in diesem Artikel brauchen Sie keine OUs; Sie richten ein GPO für die ganze Domäne ein. Rechtsklicken Sie auf den Domänenamen, dann auf „Gruppenrichtlinienobjekt hier erstellen und verknüpfen...“. Als Beispiel sollen Windows im Folgenden ein paar der ärgsten Datenschutz-Zumutungen abgewöhnt werden. Nennen Sie Ihre Richtlinie daher zum Beispiel „Datenschutz“. Wenn Sie in der Baumstruktur darauf klicken, sehen Sie eine Ansicht mit vier Reitern. Im Reiter „Bereich“ finden Sie die Sicherheits- und WMI-Filter. Beide lassen Sie zunächst unverändert. Im zweiten Reiter „Details“

gibt es nur eine Einstellung. Dort können Sie ein GPO ganz deaktivieren (wenn es zum Beispiel temporär nicht gebraucht wird). Interessanter ist die Möglichkeit, nur die Benutzer- oder die Computer-Einstellungen zu deaktivieren. Wenn ein GPO nur eine der beiden Kategorien enthält, sollten Sie die andere hier abschalten. Das spart bei der Abarbeitung später Zeit, wenn Ihre Domäne viele GPOs enthält.

Auf dem Reiter „Einstellungen“ finden Sie den Kern des GPO. Diese Darstellung fällt optisch komplett aus dem Rahmen von Windows-Werkzeugen und wird technisch noch immer vom Internet Explorer dargestellt. Wenn Sie ein Warnhinweis davon abhält, diese Seite anzuzeigen, müssen Sie in diesem eine Ausnahmeregel hinzufügen. Sie sehen eine Ziehharmonika-Struktur und dort ganz unten die Computer- und die Benutzerkonfiguration. Um Regeln zu definieren, klicken Sie irgendwo auf der Seite mit der rechten Maustaste, dann auf „Bearbeiten“. Es öffnet sich ein weiteres Werkzeug, der Gruppenrichtlinienverwaltungs-Editor.

Los geht es mit dem Abschalten der Telemetriedatenübermittlung an Microsoft. Die Richtlinie finden Sie unter „Computerkonfiguration/Richtlinien/Administrative Vorlagen/Windows-Komponenten/Datensammlung und Vorabversionen“. Klicken Sie dort doppelt auf „Telemetrie zulassen“. Zunächst müssen Sie Richtlinie oben aktivieren, dann können Sie darunter die Telemetrie-Stufe auswählen. Die Details zu den Auswirkungen einer Richtlinie stehen im Dialog unten rechts. In Kurzform: Wenn Sie Stufe 0 wählen, sendet Windows Enterprise gar keine Daten, die anderen Versionen (Pro und Education) möglichst wenig. Speichern Sie mit OK.

Wenn Sie das Prinzip einmal ausprobiert haben, sind Sie bereit für die Konfiguration Ihrer Clients und der Rest der Arbeit ist reine Fleißarbeit. In der Tabelle

## Gruppenrichtlinien für mehr Datenschutz

Typ	Ort <sup>1</sup>	Name	Empfohlene Einstellung
Computerkonfiguration	/AV/Windows-Komponenten/Datensammlung und Vorabversionen	Telemetrie zulassen	Aktiviert (Stufe 0)
Computerkonfiguration	/AV/Windows-Komponenten/Datensammlung und Vorabversionen	Übermitteln des Gerätenamens in Windows-Diagnosedaten zulassen	Deaktiviert
Computerkonfiguration	/AV/Windows-Komponenten/Suche	Cloudsuche zulassen	Aktiviert (Cloudsuche deaktivieren)
Computerkonfiguration	/AV/Windows-Komponenten/Suche	Websuche nicht zulassen	Aktiviert
Computerkonfiguration	/AV/Windows-Komponenten/Store	Store-Anwendung deaktivieren	Aktiviert
Computerkonfiguration	/AV/Windows-Komponenten/OneDrive	Verwendung von OneDrive für die Dateispeicherung verhindern	Aktiviert
Computerkonfiguration	/AV/System/Benutzerprofile	Werbe-ID deaktivieren	Aktiviert

<sup>1</sup> AV = Richtlinien/Administrative Vorlagen



„Gruppenrichtlinien für mehr Datenschutz“ finden Sie einige (nicht alle) Datenschutzrichtlinien und empfehlenswerte Konfigurationen.

Wenn Sie alle Richtlinien für das GPO konfiguriert haben, schließen Sie den Gruppenrichtlinienverwaltungseeditor einfach. Das fühlt sich komisch an, aber es gibt keinen Knopf zum Speichern oder Übernehmen. Danach sehen Sie zunächst wieder die leere Ziehharmonika-Ansicht. Auch das ist nicht gerade nutzerfreundlich gemacht: Um Ihre Änderungen zu sehen, klicken Sie wieder irgendwo rechts und dann auf „Aktualisieren“. Ihr GPO ist in diesem Moment aber bereits aktiv.

## Richtlinienverarbeitung

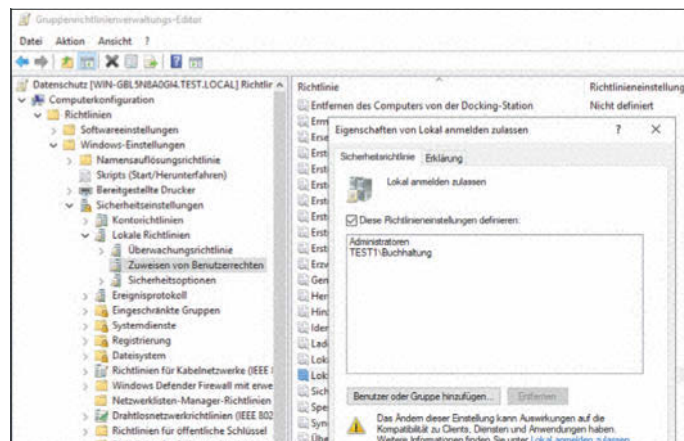
GPOs werden zu zwei festen Zeitpunkten verarbeitet: Computerrichtlinien beim Booten, bevor Sie den Anmeldeschirm sehen. Meldet sich dann ein Domänennutzer an, beginnt die Abarbeitung der für ihn eingerichteten Benutzerrichtlinien. Außerdem werden die Richtlinien regelmäßig nach 90 Minuten im Hintergrund aktualisiert. Wenn Ihnen dieses Intervall zu lang oder zu kurz ist, können Sie es ändern – ebenfalls per Gruppenrichtlinie. Die Einstellung finden Sie in den administrativen Vorlagen für Computer unter System/Gruppenrichtlinie unter dem Namen „Gruppenrichtlinien-Aktualisierungsintervall für Computer festlegen“. Gerade in der Phase, in der Sie an Ihrer Test-VM Gruppenrichtlinien optimieren, wollen Sie vermutlich nicht so lange warten. Per Hand stoßen Sie die Verarbeitung aller neuen und geänderten Richtlinien auf der Kommandozeile des Clients mit dem Befehl `gpupdate` an. Empfehlenswert ist in der Experimentierphase der Parameter `/force`. Dann werden alle Richtlinien noch einmal angewendet:

```
gpupdate /force
```

Weil manche Richtlinien eine erneute Anmeldung erfordern, können Sie bei Bedarf noch `/logoff` anhängen. Wenn es nötig ist, wird der aktuelle Nutzer dann abgemeldet. Melden Sie sich in Ihrer Test-Domäne an einem Windows-Client an und sehen Sie nach, ob die Telemetrie-Stufe erfolgreich angepasst wurde.

Was Sie per Richtlinien alles konfigurieren können, erfahren Sie am besten, wenn Sie sich in einer ruhigen Minute die administrativen Vorlagen für Benutzer und Computer durchstöbern, besonders die Ordner System und Windows-Kompo-

**Wer sich an Computern in Ihrer Domäne anmelden darf, steuern Sie per Richtlinie. Eine Administratorgruppe muss immer in der Liste enthalten sein.**



nenten sind sehr ergiebig. Nach einem Streifzug durch die Ordner haben Sie eine grobe Vorstellung, was möglich ist. Wenn Ihnen später ein Problem begegnet, das Sie gern per Richtlinie abstellen würden, hilft am besten eine Suche in einer Suchmaschine zusammen mit dem Begriff „GPO“. Im Internet gibt es außerdem einige Listen, die von Freiwilligen gepflegt werden (siehe [ct.de/yxd3](http://ct.de/yxd3)). Nicht alle Pfade zu allen Richtlinien auswendig zu kennen, ist keine Schande und die Sortierung ist nicht immer sofort einleuchtend.

## Richtlinien ohne Vorlage

Auch außerhalb des Ordners „Administrative Vorlagen“ gibt es Richtlinien – diese werden ein bisschen anders konfiguriert. Eine solche Richtlinie brauchen Sie für eine ganz alltägliche Aufgabe: Standardmäßig kann sich jeder Nutzer an jedem Windows-Desktop in der Domäne anmelden. Das ist vielleicht in manchen Großraumbüros ohne feste Plätze sinnvoll, in den meisten Unternehmen aber nicht erwünscht.

Um festzulegen, dass sich an Rechnern der Organisationseinheit „Buchhaltung“ nur Mitglieder der Nutzergruppe „Buchhaltung“ anmelden dürfen, legen Sie in der Gruppenrichtlinienverwaltung zuerst die Organisationseinheit an der Stelle an, an der sie auch im Active Directory liegt. Verknüpfen Sie dort eine neue Gruppenrichtlinie mit einem sprechenden Namen wie „Anmelden Buchhaltung“ und wechseln Sie in den Gruppenrichtlinienverwaltungseeditor. Biegen Sie dort unter Computerkonfiguration/Richtlinien nicht wie gewohnt in die administrativen Vorlagen ab, sondern zu „Windows-Einstellungen/Sicherheitseinstellungen/Lokale Richtlinien/Zuweisen von Benutzerrollen“. Dort finden Sie die Richtlinie „Lokal anmelden zulassen“. Aktivieren Sie diese Richtlinie und fügen

die Namen von Gruppen hinzu, die sich anmelden dürfen. Damit Sie den vollständigen Namen der Gruppe nicht eintippen müssen, wählen Sie „Durchsuchen“, geben in die Suche den Anfang des Gruppennamens ein und lassen Sie nach der Gruppe suchen. Anschließend werden Sie noch per Warnhinweis daran erinnert, dass Sie sich nicht selbst aussperren sollen: Eine Gruppe mit Administratoren müssen Sie immer zusätzlich angeben.

## Weitere Forschung

Mit diesem Wissen sind Sie bereit, Ihre Computer auf eigene Faust mit Richtlinien zu steuern und sich das Leben einfacher zu machen.

Wenn Sie mit den Grundfunktionen von Active Directory und GPOs vertraut sind, sollten Sie sich im nächsten Schritt mit den Sicherheitsproblemen vertraut machen, die aus allzu lax konfigurierten Active Directories resultieren. In den Standardeinstellungen machen Sie es Angreifern und Erpressern nämlich zu leicht, Ihr System zu kapern. Insbesondere allmächtige Admin-Accounts, die sowohl in der Domäne als auch auf allen Clients frei walten dürfen, haben in einer produktiven Umgebung nichts zu suchen. Um lokale Admin-Konten über das AD zu verwalten, gibt es ein vergleichsweise neues Verfahren, das per GPO gesteuert wird [3]. Das einzurichten, ist ein lohnenswerter nächster Schritt. (jam@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Jan Mahn, Sehr aktives Verzeichnis, Das Active Directory macht Windows-Netzwerke beherrschbar, c't 18/2021, S. 142
- [2] Hajo Schulz, Registratur, Was Sie über die Windows-Registry wissen müssen, c't 17/2021, S. 144
- [3] Jan Mahn, Passwort-Auswürfler, Lokale Admin-Passwörter in der Windows-Domäne verwalten, c't 14/2019, S. 158

**Listen und Downloads:** [ct.de/yxd3](http://ct.de/yxd3)



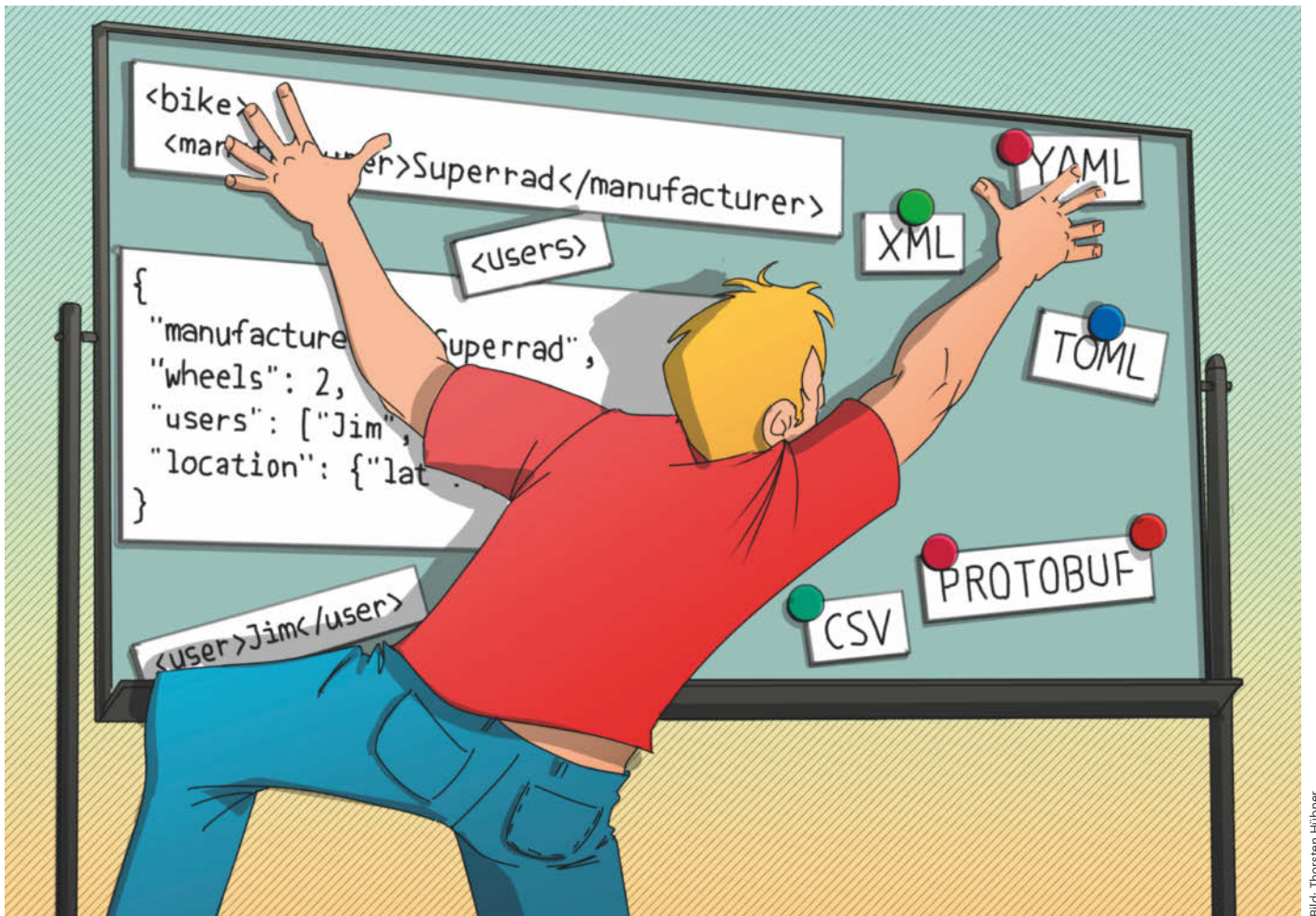


Bild: Thorsten Hübner

# Strukturkunde

## Datenstrukturen serialisieren mit JSON, YAML, XML & Co.

In fast jeder Software werden irgendwo verschachtelte Datenstrukturen verarbeitet. Um sie zu speichern, über das Netzwerk zu verschicken und mit anderen Programmen auszutauschen, gibt es zahlreiche Datenformate mit individuellen Vor- und Nachteilen. Für welches man sich als Entwickler entscheiden sollte, hängt vom Einsatzbereich ab.

Von Jan Mahn

Ohne verschachtelte Datenstrukturen wäre Programmieren eine wenig vernünftige Betätigung. Schon in vergleichsweise simplen Anwendungen kommt man schnell an den Punkt, dass man nicht für jeden Wert eine eigene Variable anlegen kann. Plant man etwa eine Anwendung zur Verwaltung eines Fahrrad-Fuhrparks, die Eigenschaften von Fahrrädern sammelt, legt man eine Datenstruktur wie die folgende für ein Fahrrad an:

```
$bike = [
    "manufacturer" => "Superrad",
    "type" => "Trekking",
    "wheels" => 2,
    "users" => ["Jim", "Tina"],
    "purchase" => "2020-05-15",
    "location" => [
        "lat"=> 52.38628, "lon"=> 9.81034
    ]
];
```

Dieses Beispiel ist in PHP verfasst, dort heißen solche Datenstrukturen immer Array. Die Zeichenketten wie `manufacturer`, `type` und `wheels` bezeichnet man als Schlüssel, darunter sind die Werte abgelegt. Ähnliche Strukturen, auch assoziative Datenfelder genannt, gibt es in jeder modernen Programmiersprache, sie heißen immer etwas anders: Object, Struct, Dictionary, Slice oder Map. Manchmal nennen die Spracherfinder die Konstrukte auch anders, wenn es sich bei den Schlüsseln um Zahlen statt um Zeichenketten handelt. Auch die Syntax, über die man auf die Daten zugreift, unterscheidet sich von Sprache zu Sprache. In PHP erreicht man den Breitengrad im obigen Beispiel etwa über `$bike["location"]` oder `$bike["location"]`. In objektorientierten Sprachen ist eine Syntax wie `bike.location.lat` oder `bike->location->lat` üblich.

Unabhängig von diesen syntaktischen Unterschieden gibt es aber Gemeinsamkeiten. In den Werten solcher Datenstrukturen kann man grundsätzlich zwei Typen von Daten speichern: auf der einen Seite primitive Datentypen wie Zeichenketten (Strings) und Zahlen (wie Integer oder Fließkommazahlen). Auf der anderen Seite weitere Datenstrukturen – so erreicht man eine Verschachtelung über beliebig viele Ebenen. Im Beispiel finden Sie eine solche Verschachtelung beim Schlüssel `$bike["location"]`.

Ebenfalls zur Standardausstattung von Programmiersprachen gehören Listen (Arrays, Lists, Vectors), also geordnete Sammlungen von Elementen. Im Beispiel oben enthält `$bike["users"]` eine solche Liste. Auf das erste Element der Liste würde man in PHP mit `$bike["users"][0]` zugreifen.

Legt ein Programm eine Datenstruktur an, wie auch immer sie in der jeweiligen Programmiersprache heißt, reserviert es (oder bei Skriptsprachen wie PHP und Python der Interpreter) Platz im Arbeitsspeicher und legt die Daten nach einem eigenen System ab. Solange Programm oder Skript laufen, kann man ganz einfach über die Syntax der Programmiersprache darauf zugreifen. Das geht aber nicht mehr, sobald die Daten das eigene Programm verlassen sollen. Das ist zum Beispiel der Fall, wenn das Programm die Daten auf der Festplatte speichern und später wieder einlesen soll oder wenn es die Daten an einen Server schicken muss. Mit den flüchtigen Datenstrukturen im Arbeitsspeicher kann man außerhalb des Programms nichts anfangen – sie müssen vorher zu einer Zeichenkette verknüpft werden, die man dann speichern und verschicken kann. Ein Austauschformat muss her, das die Schlüssel, Werte und die Verschachtelung der Daten kodiert. Außerdem muss man sich auf einige Rahmenbedingungen wie den Zeichensatz und die Art der Zeilenumbrüche festlegen.

Zum Glück müssen Sie ein solches Format und die Logik zum sogenannten Serialisieren und Deserialisieren, also dem Ver- und Entpacken in ein Austauschformat und wieder zurück, nicht selbst erfinden. Auf dem Markt gibt es verschiedene gängige Formate, die unabhängig von einer Programmiersprache funktionieren. Ein komplexes Datenobjekt kann

so problemlos in einer Java-Anwendung erzeugt, in eines dieser Formate verpackt und an einen Server mit PHP geschickt werden, der es verarbeitet. Dass die Struktur in der ersten Sprache Object und in der zweiten Array genannt wurde, kann allen Beteiligten egal sein. Voraussetzung ist, dass beide Programmiersprachen Funk-

tionen mitbringen, um das Format zu serialisieren und zu deserialisieren. Für alle gängigen Programmiersprachen

und Austauschformate ist die Verfügbarkeit solcher Funktionen kein Problem – sollten die Funktionen nicht direkt in die Sprache eingebaut sein, gibt es passende Bibliotheken.

Die Wahl des geeigneten Austauschformats hängt von mehreren Faktoren ab: Die Verpackung, die beim Serialisieren hinzugefügt wird, kann unterschiedlich viel Platz einnehmen. Sollen die Daten zügig über das Netzwerk, das Internet oder gar ein langsames IoT-Funknetz verschickt werden, muss der Ballast, der neben den Daten selbst anfällt, möglichst klein sein. Aber neben Computern kann es je nach Projekt auch menschliche Leser der serialisierten Daten geben. Je kompakter und platzsparender das Format, desto schwerer ist es für Menschen zu lesen und zu verstehen. Wichtig ist Lesbarkeit vor allem bei Konfigurationsdateien, die (erfahrene) Nutzer auch per Hand bearbeiten sollen.

Ein drittes Kriterium kann die Unterstützung durch Validatoren sein. In einigen Austauschformaten ist es vorgesehen, die Datenstruktur mit allen erwarteten Datentypen und Inhalten in einem Schema zu beschreiben. Ein passender Validator kann dann schon vorab prüfen, ob die Daten, die aus einem anderen Programm oder sogar aus fremden Systemen kommen, überhaupt im gültigen Format angekommen, und sich beklagen, bevor Ihr Code mit seiner Arbeit beginnt. Das spart im späteren Programmcode einzelne Prüfungen und Fehlerbehandlungen.

Jedes gängige Austauschformat ist ein Kompromiss aus diesen Kriterien und hat daher seine Existenzberechtigung. Die folgende Übersicht stellt Idee, Vor- und Nachteile gängiger und exotischerer Austauschformate vor. Für Ihr eigenes Projekt kann es sich durchaus lohnen, mal ein neues Format auszuprobieren. Der Austausch ist oft kein großer Aufwand und mit wenigen Zeilen Code erledigt, sofern das

Hin- und Rückwandeln an zentraler Stelle geschieht. Einige Bibliotheken abstrahieren die Arbeit sogar so weit, dass Sie mit nur einem geänderten Parameter von einem Format zum anderen wechseln oder gar dynamisch auf verschiedene Formate reagieren können.

## XML: Sperriger Klassiker

XML, die Extensible Markup Language, ist eines der Urgesteine der Informationstechnik und bis heute verbreitet: Microsoft hat seine Office-Dateiformate auf XML umgestellt (das X in DOCX und PPTX steht für XML) und die Web-Auszeichnungssprache XHTML basiert auf XML. Auch in reiferen Geschäftsanwendungen hat XML einen festen Platz.

XML-Dokumente haben vergleichsweise viel Ballast. Das liegt daran, dass alle Schlüsselwörter gleich doppelt vorkommen: einmal als öffnendes und dann als schließendes Tag, eingerahmt in `< >`. Die Lesbarkeit für Menschen ist daher ebenfalls nicht ideal und beim manuellen Schreiben stören die Tags gewaltig. Das Fahrrad sieht so aus:

```
<bike>
  <manufacturer>Superrad</manufacturer>
  <type>Trekking</type>
  <wheels>2</wheels>
  <users>
    <user>Jim</user>
    <user>Tina</user>
  </users>
  <location>
    <lat>52.38628</lat>
    <lon>9.81034</lon>
  </location>
</bike>
```

Alternativ kann man innerhalb von XML-Tags auch mit Attributen arbeiten. Die Position kann man auch so darstellen:

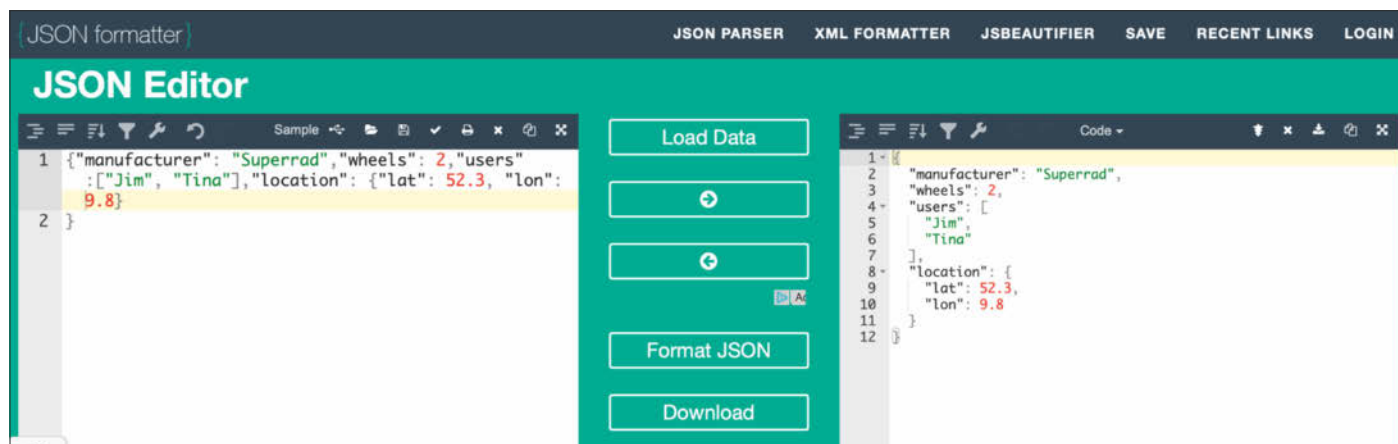
```
<location lat="52.386" lon="9.810" />
```

Beliebt ist XML unter anderem, weil man die Formate sehr sauber spezifizieren und validieren kann. Dafür gibt es XML Schema (XSD) und XML-Dokumenttypdefinitionen (DTD). Mit XSLT existiert außerdem eine vollständig in XML geschriebene Programmiersprache, um XML umzuformen.

Seit einigen Jahren werden neue Anwendungen, gerade solche mit Online- oder Netzwerkanbindung, immer seltener mit XML als Austauschformat gebaut. JSON läuft XML klar den Rang ab.







Online findet man viele Werkzeuge wie [jsonformatter.org](https://jsonformatter.org), um zum Beispiel JSON zu konvertieren oder zu formatieren.

## CSV: Beschränkte Tabellen

CSV, Comma-Separated Values (per Komma getrennte Werte), passen nicht ganz in diese Aufzählung, weil sie keine verschachtelten Werte speichern. Es handelt sich vielmehr um eine sehr einfache Repräsentation von Tabellen, wie sie in Tabellenkalkulationen wie Excel oder LibreOffice Calc zu finden sind. Es gibt nur Zeilen und Spalten, die durch ein Trennzeichen unterbrochen werden:

```
name,type,location_lat,location_lon
Rad,City,52.38628,9.81034
Zweitrad,Trekking,52.51914,13.37527
```

Verschachtelte Daten muss man vorm Serialisieren zu einer flachen Tabellenstruktur umformatieren, was spätestens dann anstrengend wird, wenn man Listen dynamischer Länge hat und immer wieder Spalten anbauen muss, wenn die Liste länger wird. Das führt dazu, dass man sich mit Spaltennamen wie `user1`, `user2`, `user3` durchschummeln muss.

Als Austauschformat ist CSV vor allem deshalb attraktiv, weil Nicht-Programmierer die Daten mit Excel oder LibreOffice öffnen können. Dabei gibt es aber auch allerhand Probleme: Nur weil das Komma im Namen von CSV steckt, muss das Trennzeichen zwischen den Spalten kein Komma sein. Viele nutzen auch ein Semikolon oder Tabulatoren. Wenn innerhalb einer Zeichenkette das Trennzeichen selbst vorkommen soll, muss man die Zeichenkette mit Anführungszeichen (\" oder ') umhüllen:

```
"Rad", "Trekking, Mountain", 52.38628
```

Zu allem Überfluss gibt es noch zwei Formen von Zeilenumbrüchen – solche aus der Linux-Welt (Line Feed) und solche aus der Windows-Welt (Carriage Return + Line Feed). Um das Chaos perfekt zu machen, kann man sich dann noch Ärger mit dem Zeichensatz einhandeln. Viele Programme erstellen noch CSV-Dateien im Zeichensatz ISO 8859-1 statt in UTF-8. Der Empfänger einer CSV-Datei muss diese Details kennen, um die Werte lesen zu können. Ansonsten entpackt er Datensatz und Zeilen oder Spalten werden nicht richtig erkannt. Beim Öffnen mit Excel oder LibreOffice fragt ein Dialog diese Parameter ab, als Entwickler muss man sie der Deserialisierungsfunktion übergeben. Bei Excel droht noch weiteres Ungemach: Das Programm ist oft sehr vor-eilig darin, vermeintliche Datenformate zu erkennen und neu zu formatieren. In Versionsnummern will es dann zum Beispiel ein Datum erkennen, formatiert sie rechtsbündig und verschluckt Nullen.

Kurzum: CSV ist sehr kompakt, ganz nützlich für eine Excel-affine Zielgruppe, aber nicht sehr flexibel und weniger nutzerfreundlich, als man zunächst denken mag. Super ist CSV, wenn Sie zum Beispiel große Datensätze für statistische Auswertungen exportieren müssen.

## JSON: Vielseitig und kompakt

JSON ist die Abkürzung für „JavaScript Object Notation“ und wurde ursprünglich für JavaScript erfunden. In JavaScript sind Funktionen zum Ein- und Auspacken daher schon eingebaut, in viele andere Sprachen mittlerweile auch. Seinen Siegeszug hat JSON auch abseits von JavaScript angetreten. Aus dem Internet ist es heute nicht mehr wegzudenken: Programmierschnittstellen (APIs) nach

dem verbreiteten REST-Paradigma nehmen JSON per HTTP(S) entgegen und antworten mit JSON.

Verpackt werden die Werte mit geschweiften und eckigen Klammern. Erstere rahmen eine assoziative Datenstruktur ein, letztere umschließen Listen mit Elementen gleichen Typs. Alle Schlüssel gehören in Anführungszeichen. Das Beispiel-Fahrrad von oben sieht in JSON so aus:

```
{
  "manufacturer": "Superrad",
  "wheels": 2,
  "users": ["Jim", "Tina"],
  "location": {"lat": 52.3, "lon": 9.8}
}
```

JSON kann man sehr kompakt eindampfen und damit Ballast vermeiden, weil Einrückungen, Leerzeichen außerhalb von Zeichenketten und Zeilenumbrüche von Deserialisierungsfunktionen ignoriert werden und daher weggelassen werden können. Man kann beliebig viele Daten also auch in einer sehr langen Zeile speichern. Für menschliche Leser gibt es dann Beautifier, die die Einrückungen und Umbrüche in der Darstellung ergänzen. Trotzdem ist JSON nicht die erste Wahl, wenn die Daten auch von Menschen gelesen werden sollen. Sicher die größte Schwäche von JSON: Die Erfinder haben vergessen, Kommentare vorzusehen.

Kurzum: JSON ist die erste Wahl für vergleichsweise effiziente Objektübertragung über das Netzwerk. Wenn Sie Wert auf einen Validator legen, ist das Projekt „JSON Schema“ ein interessanter Ansatz (siehe [ct.de/y9xz](https://ct.de/y9xz)). Alle erdenklichen Programmiersprachen unterstützen JSON.



## YAML: Gut zu lesen

Die Namensgebung von YAML ist gängiger Entwicklerhumor, die Abkürzung soll laut Projekthomepage für „YAML Ain't Markup Language“ stehen.

YAML ist klar auf menschliche Leser und Verfasser optimiert und kommt daher gern zum Einsatz, wenn Benutzer zum Beispiel Konfigurationsdateien anpassen sollen. Statt mit Klammern wie JSON arbeitet YAML mit Umbrüchen, Bindestrichen (für Listen) und Einrückungen. Eine neue Ebene wird mit zwei oder vier Leerzeichen eingerückt (nie mit Tabulatoren) – ein Editor, der das anständig darstellt, erleichtert die Arbeit. Das Fahrrad sieht in YAML so aus:

```
# Ein Kommentar
bike:
  manufacturer: "Superrad"
  wheels: 2
  users:
    - Jim
    - Tina
  location:
    lat: 52.3
    lon: 9.8
  description: >
    Eine lange Beschreibung des Rads.
    Die Umbrüche werden entfernt.
```

Neben diesen Grundfunktionen gibt es noch Feinheiten, zum Beispiel im Umgang mit langen Zeichenketten und Umbrüchen, sowie interne Referenzen. Diese finden Sie in der Spezifikation, zu finden über [ct.de/y9xz](http://ct.de/y9xz).

Beliebt ist YAML zum Beispiel als Konfigurations-Format im Cloud- und Container-Umfeld rund um Docker und Kubernetes. Die Anwender, die darin Konfigurationen schreiben, sind also vorwiegend Profis – und es gibt durchaus Tücken: Vergisst man zwischen Schlüssel und Wert das Leerzeichen und schreibt etwa `wheels:2`, scheitern YAML-Parser beim Deserialisieren.

YAML kann problemlos in JSON gewandelt werden und ein YAML-Parser soll daher immer auch JSON einlesen können. In vielen Cloud-Anwendungen wird YAML als Konfiguration vom Nutzer entgegengenommen und intern als JSON weiterverarbeitet. Beim Wandeln von YAML in JSON verschwinden aber die Kommentare.

## TOML: Besser für Menschen

TOML, „Tom's Obvious, Minimal Language“ verfolgt ein ähnliches Ziel wie YAML: eine menschenlesbare Alternative zu

JSON anzubieten. Statt mit Einrückungen kennzeichnet man eine neue Ebene mit Schlüsseln in `[ ]`. Das soll etwas menschenfreundlicher und weniger fehleranfällig sein als YAML. Das Fahrrad sieht in TOML so aus:

```
# Ein Kommentar
[bike]
manufacturer = "Superrad"
wheels = 2
users = ["Jim","Tina"]
[bike.location]
lat = 52.3
lon = 9.8
```

Ob das wirklich einfacher ist, ist Geschmackssache. TOML erhebt nicht den Anspruch, ein universales Austauschformat für alle Fälle zu sein. Der Fokus liegt auf verständlichen Konfigurationsdateien, weniger auf Nachrichten, die über das Netzwerk verschickt werden. Viele Open-Source-Projekte aus dem Cloud-Umfeld nutzen TOML parallel zu YAML und verarbeiten beide Formate.

## Alternative von Google

Wenn Google-Entwickler mit dem Angebot auf dem Markt unzufrieden sind, erfinden sie gern neue Verfahren, veröffentlichen den Code und versuchen dann, sie als Standard zu etablieren. Unzufrieden mit dem Ballast von XML oder JSON, der über das Netzwerk geschickt werden muss, erfanden sie Protocol Buffers (Protobuf). Der Ansatz ist grundsätzlich anders: Sowohl Sender als auch Empfänger brauchen eine gemeinsame Beschreibung der Objekte. Daraus generieren beide Seiten Code zum Ein- und Auspacken von protobuf-Nachrichten. Die Nachrichten sind keine lesbaren Text-, sondern Binärdaten, die besonders platzsparend sind, weil nicht die langen Schlüsselnamen mitgeschickt werden, sondern nur ein Integer als Index.

Ohne die gemeinsame Objektbeschreibung könnte der Empfänger in den Daten also keinen Sinn erkennen. Eine Beschreibung für das Fahrrad sähe so aus:

```
message Bike {
  string manufacturer = 1;
  int32 wheels = 2;
  string email = 3;

  enum BikeType {
    TREKKING = 0;
    CITY = 1;
```

```
    MOUNTAIN = 2;
  }

  message User {
    string first_name = 1;
    string last_name = 2;
  }
  repeated User users = 4;
}

//Eine Sammlung von Fahrrädern
message BikeInventory {
  repeated Bike bikes = 1;
}
```

Die Zahlen hinter den Gleichheitszeichen sind die Integer, die als Index innerhalb der Nachrichten genutzt werden. Um mit Protobuf zu arbeiten, braucht man einen Code-Generator für die eigene Programmiersprache, um auf Sender- und Empfängerseite passenden Code zu erzeugen. Solche Generatoren gibt es von Google selbst für viele Sprachen wie C++, Go, Java und Python, weitere Sprachen werden von der Community unterstützt.

Das Verfahren zum Erzeugen des Codes ist vergleichsweise aufwendig und vor allem ist eine enge Abstimmung bei Sender und Empfänger nötig. Außerdem hat man keine Chance, den Datenstrom als Mensch zu verstehen. Im Gegenzug bekommt man eine starke Typisierung der Datenfelder und kann, anders als bei JSON, YAML oder CSV, zum Beispiel sicher sein, dass der Empfänger einen 32-Bit-Integer auch als solchen verarbeitet.

## Qual der Wahl

Auf der Suche nach einem Austauschformat machen Sie mit JSON als Ausgangspunkt meist nichts falsch. Die Unterstützung in allen relevanten Programmiersprachen ist gut und der Ballast hält sich in Grenzen – optimieren kann man die Datenmenge, wenn man die Namen der Schlüssel kurz hält. Wer intern JSON verarbeitet, kann problemlos auch YAML oder TOML für menschenlesbare Konfigurationen anbieten.

Wenn Sie noch viel mit XML arbeiten und das auch per Netzwerk verschicken, machen Sie am besten mal das Experiment und lassen einen XML-JSON-Konverter eines Ihrer Dokumente zu JSON umwandeln. Zählen Sie dann die Zeichen. (jam@ct.de) **ct**

**Spezifikationen:** [ct.de/y9xz](http://ct.de/y9xz)

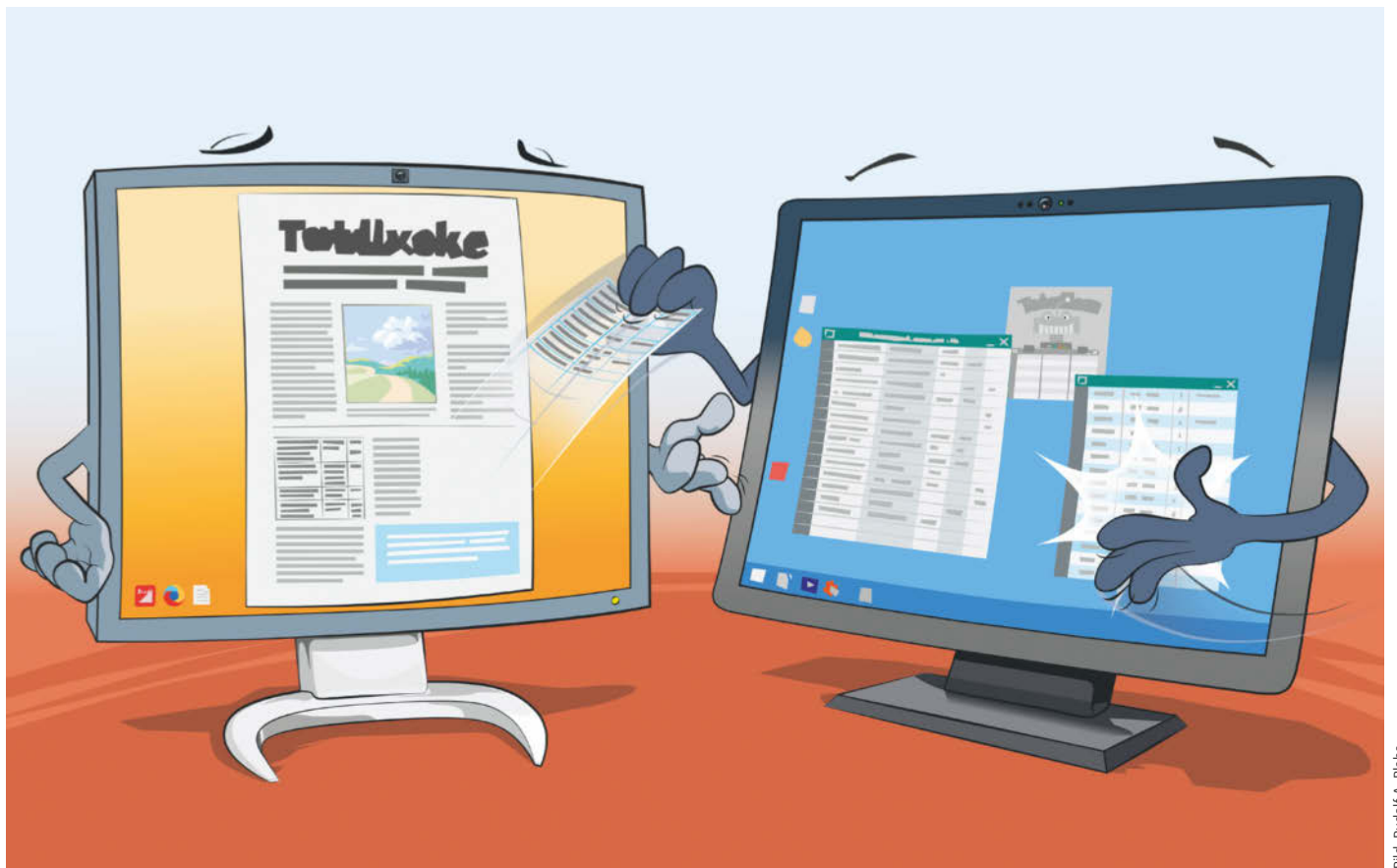


Bild: Rudolf A. Blaha

# Mit spitzen Fingern

## Mit Power Query Daten aus PDF-Dateien in Excel importieren

**Tabellen aus PDF-Dokumenten zu fischen und in Excel zu übertragen, ist normalerweise ein mühseliges Unterfangen – mit Excels Power Query hingegen ein Kinderspiel.**

Von Stefan Wischner

**D**er wöchentliche Vertriebsbericht liegt als hübsch formatiertes PDF-Dokument im Postfach. Das ist zwar schön anzusehen, system- und softwareunabhängig, aber leider auch eine Sackgasse für die Daten. Wollen Sie Inhalte daraus mit Excel weiterverarbeiten, wirds mühsam: PDF-Datei in einen Editor laden (zum Beispiel Foxit, Acrobat oder Microsoft Word), die Tabelle(n) ausfindig machen, mit Maus

oder Tastatur markieren, in die Zwischenablage kopieren und in ein Excel-Arbeitsblatt einsetzen. Dann folgt meist langwierige Nacharbeit.

Ob das überhaupt klappt, hängt unter anderem vom Format der PDF-Datei ab – zum Beispiel davon, ob die Tabelle dort als Tabellenobjekt oder nur in Form einzelner Textblöcke gespeichert ist. Oft scheitert das Unterfangen schon am Markieren im PDF-Editor. Viel eleganter geht es mit Excels Power Query, einem Bestandteil des Power-BI-Add-ins in jüngeren Excel-Versionen.

Power Query ist ein leistungsfähiges Werkzeug für die Aufgabe, Daten dynamisch aus verschiedenen externen Quellen zu extrahieren, flexibel aufzubereiten und in ein Excel-Arbeitsblatt einzufügen. Eine mächtige Skriptsprache ermöglicht es, komplexe Manipulationen und Auswertungen der Daten beim Import zu automatisieren. Oft dienen als Quelle Daten-

banken oder daraus exportierte Dateien, Webseiten oder vorhandene Excel-Dateien. Bei Bedarf lassen sich mit Power Query auch Daten aus unterschiedlichen Quellen konsolidieren.

Der erst kürzlich hinzugekommene Importfilter für PDF-Dateien erledigt die Aufgabe, einen Tabelleninhalt aus einer PDF-Datei in Excel zu übertragen, sehr einfach und komfortabel. Er ist in der Lage, Tabellendaten auch in Dokumenten mit komplexeren Layouts und Mischinhalten selbstständig zu identifizieren und zu extrahieren.

Allerdings ist dieser PDF-Filter derzeit Nutzern eines Microsoft-365-Abonnements vorbehalten. Power Query gibt es zwar auch in Office 2019 und früheren Versionen, jedoch ohne PDF-Import. Immerhin hat ein Microsoft-Mitarbeiter im hauseigenen Techcommunity-Forum in Aussicht gestellt, dass die nächste Kaufversion des Office-Pakets (vermutlich Of-

fice 2021) die PDF-Unterstützung ebenfalls enthalten wird.

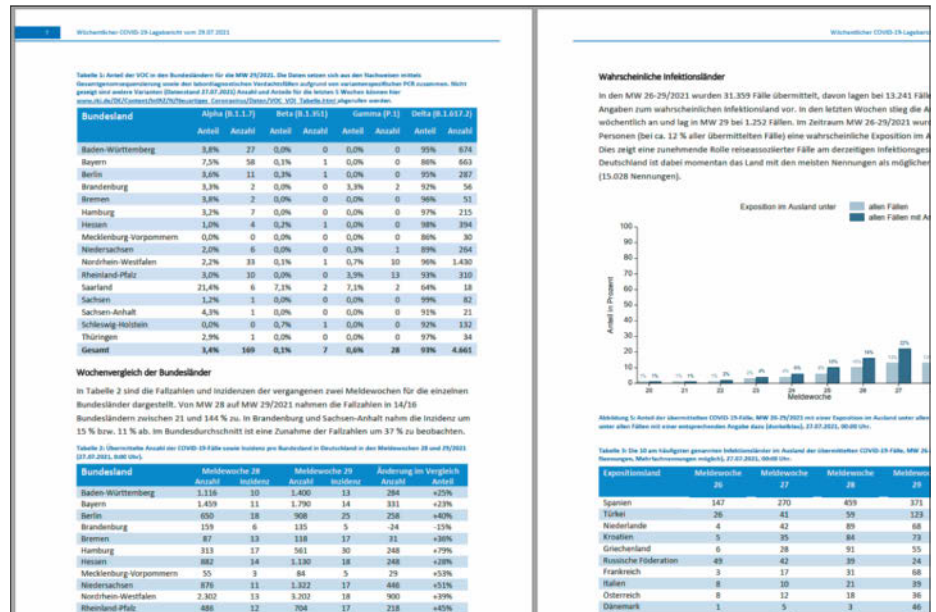
## Eine Frage des Formats

Wichtig für einen erfolgreichen Import aus PDF in Excel ist das richtige Inhaltsformat des PDF-Dokuments.

Die saubersten PDF-Dateien speichern alle Inhalte als einzelne Objekte. Sie entstehen in der Regel nur dann, wenn ein Programm Daten in eine PDF-Datei exportiert, sie also quasi neu konstruiert. Solche PDF-Dateien lassen sich nicht nur mit PDF-Editoren gut bearbeiten, sondern auch am zuverlässigsten per Power Query in Excel importieren.

Ganz anders verhält es sich mit Bitmap-PDFs, oft als „nicht durchsuchbare PDFs“ bezeichnet. Sie bestehen aus einer einzigen Grafik pro Seite und werden erzeugt, wenn man Dokumente scannt oder fotografiert und in eine PDF-Datei speichert. Auch manche virtuellen Druckertreiber erzeugen Bitmap-PDFs. Solche Dateien enthalten nur Pixelmuster und keine lesbaren Texte. Sie lassen sich daher weder mit Power Query noch mit anderen Methoden auslesen – es sei denn, man lässt sie zuvor durch eine OCR-Software (Optical Character Recognition) behandeln. Die kann in der Scansoftware stecken, einer Mobil-App für Dokumentenfotos (zum Beispiel Microsoft Lens), ein einschlägiger Online-Dienst oder eine separate Anwendung sein wie etwa Abbyy FineReader. Dabei entsteht als drittes Format ein Hybrid-PDF, das neben den seitengroßen Bitmaps einen zusätzlichen Layer mit allen erkannten Textinhalten enthält, vor allem, um die Dokumente durchsuchbar zu machen.

Wie akkurat die Inhalte sind, hängt wesentlich von der Leistung der verwendeten OCR-Software ab. Trotz fehlender Objekt-, Detail- und Layoutinformationen lassen sich aus Hybrid-PDFs zumeist auch Tabelleninhalte extrahieren. Jedoch ist in der Regel viel Kontrolle und Nacharbeit erforderlich. Das Problem ist nicht nur, dass die Tabellenstruktur bei der Texterkennung nur selten korrekt übernommen wird. Fast noch schlimmer ist, dass die Zeichenerkennung nie ganz fehlerfrei arbeitet. Selbst wenn die Fehlerquote der besten OCR-Programme bei guten Vorlagen im niedrigen einstelligen Bereich liegen kann, ist das bei Zahlen in Tabellen unter Umständen fatal. Es geht schließlich nicht um unschöne Tippfehler, sondern um möglicherweise falsche Berechnungen



## Die Aufgabe: aus einem komplexen PDF-Dokument einzelne Tabellen herausziehen und in Excel importieren.

mit nicht sofort ersichtlicher Ursache. Um eine genaue Kontrolle nach dem Import (egal ob per Power Query oder Zwischenablage) kommt man also nicht herum.

Übrigens: Die aktuellen Office-Apps für Android und iOS bieten die Option, eine gedruckte Tabelle zu fotografieren und automatisch in eine Excel-Datei zu überführen. Das ist nichts anderes als scannen mit anschließendem OCR ohne Umweg über eine (hybride) PDF-Datei und basiert auf einer von Microsoft schon länger angebotenen Mobil-App namens Lens [1].

Bevor Sie also versuchen, Inhalte aus einer PDF-Datei an Excel zu übertragen, sollten Sie herausfinden, in welchem Format sie vorliegt. Das ist gar nicht schwer. Laden Sie das betreffende Dokument in einen PDF-Editor oder -Viewer. Zur Not tut es auch ein Webbrowser wie Chrome oder Edge. Vergrößern Sie die Darstellung

so weit wie möglich. Sind die Ränder von Buchstaben unscharf oder ausgefranst? Dann handelt es sich um eine Bitmap-Datei, aus der sich keine Daten ziehen lassen. Verwenden Sie einen PDF-Editor, lassen sich in einem Bitmap-Dokument auch keine Texte markieren oder auswählen.

Gestochen scharfe Zeichen, die sich im PDF-Editor auch markieren lassen, aber Scanartefakte, Textschatten oder auch auffällige Schreibfehler deuten auf ein gescanntes und OCR-behandeltes Dokument hin. Der Import aus solchen Dateien kann klappen, zieht aber in der Regel viel Kontroll- und Korrekturarbeit nach sich.

Nur wenn sich alle Elemente im Editor einwandfrei auswählen lassen, Buchstaben und Zahlen auch in höchster Zoomstufe gestochen scharf sind und es keine Schatten oder Pixelhäufchen gibt, können Sie von einem digital erzeugten und saube-

gezeigt sind andere Varianten (Datenstand 27.07.2021) Anmerkungen: www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\_Corona.html

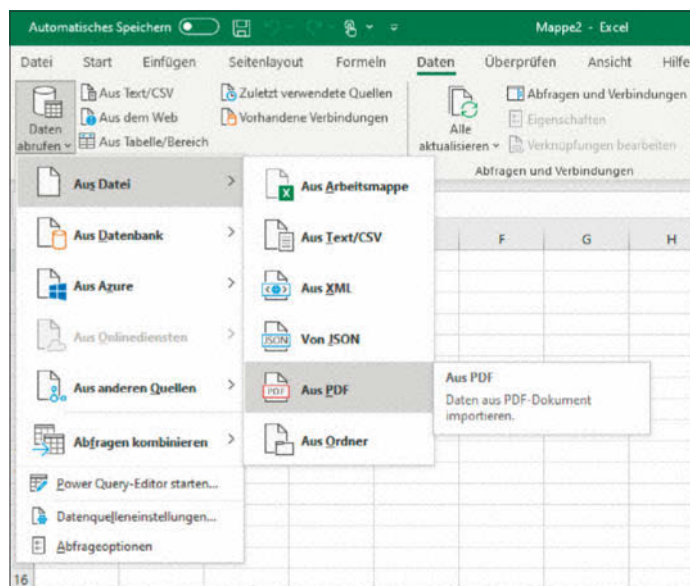
gezeigt sind andere Varianten (Datenstand 27.07.2021) Anmerkungen: www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\_Corona.html

Bundesland	Alpha	Anteil	Anzahl
Baden-Württemberg	3,8%	27	
Bayern	7,5%	58	
Berlin	3,6%	11	
Brandenburg	3,3%	2	
Bremen	3,8%	2	
Hamburg	3,2%	7	

Bundesland	Alpha	Anteil	Anzahl
Baden-Württemberg	3,8%		
Bayern	7,5%		
Berlin	3,6%		
Brandenburg	3,3%		
Bremen	3,8%		

**Dreimal PDF:** Links ein maschinell erzeugtes, das sich für den Import am besten eignet. In der Mitte ein Hybrid (Scan mit anschließendem OCR): Text lässt sich auswählen und exportieren, aber viele Erkennungsfehler machen Probleme. Rechts ein reines Bitmap frisch aus dem Scanner, für den Import ungeeignet.





**Nur Micro-soft-365-Abonnenten finden unter „Daten abrufen/aus Datei“ auch PDF als Datenquelle.**

ren PDF ausgehen. Beim Import müssen Sie keine Fehler durch falsche Daten befürchten – sofern die nicht schon in der Original-PDF-Datei stecken.

Mit Power Query können Sie keine reinen Bitmap-PDFs einlesen, da es in Excel keinen OCR-Mechanismus gibt. Die anderen beiden Typen funktionieren, wobei Sie es bei Hybrid-Dokumenten (Bitmap plus Textlayer) unter Umständen nicht nur mit Schreib- und Zahlenfehlern, sondern auch mit falsch erkannten Tabellenstrukturen (fehlerhafte Zeilen- und Spaltenaufteilung) zu tun bekommen.

## Excel-Import mit Power Query

So importieren Sie eine oder mehrere Tabellen aus einer PDF-Datei per Power Query in Excel:

Wählen Sie „Daten/Daten abrufen/Aus Datei/Aus PDF“. Es öffnet sich der Explorer-Dateidialog, worin Sie die PDF-Datei mit der einzulesenden Tabelle auswählen und dann auf „Importieren“ klicken. Wenn Sie den Menüeintrag „Aus PDF“ nicht finden, entspricht Ihre Excel-Version nicht den weiter oben genannten Voraussetzungen.

Excel untersucht die PDF-Datei und versucht, darin Tabellen zu identifizieren. Je nach Größe und Komplexität des Dokuments kann das eine Weile dauern. Nach Abschluss der Analyse erscheint ein zweigeteiltes Fenster, das mit „Navigator“ überschrieben ist. Links werden alle im PDF erkannten Tabellenobjekte mit nummerierter Bezeichnung und Angabe des Fundorts (Seitennummer im PDF) aufgelistet. Zusätzlich gibt es noch einen Eintrag

pro Seite des PDF-Dokuments, hinter dem der gesamte erkannte Textinhalt jeder Seite steckt.

Klicken Sie einen Eintrag an, erscheint im rechten Bereich eine Vorschau des Inhalts. Bei den „Table“-Einträgen sollte das jeweils eine sauber extrahierte Tabelle sein; die „Page“-Einträge zwingen auch Fließtext und andere Textinhalte in Tabellenform. Suchen Sie die Tabelle heraus, die Sie in Excel einlesen möchten.

Wenn Sie auf den „Laden“-Button klicken, wird die Tabelle wie in der Vorschau angezeigt in ein neues Excel-Arbeitsblatt übertragen. Eventuelle Feh-

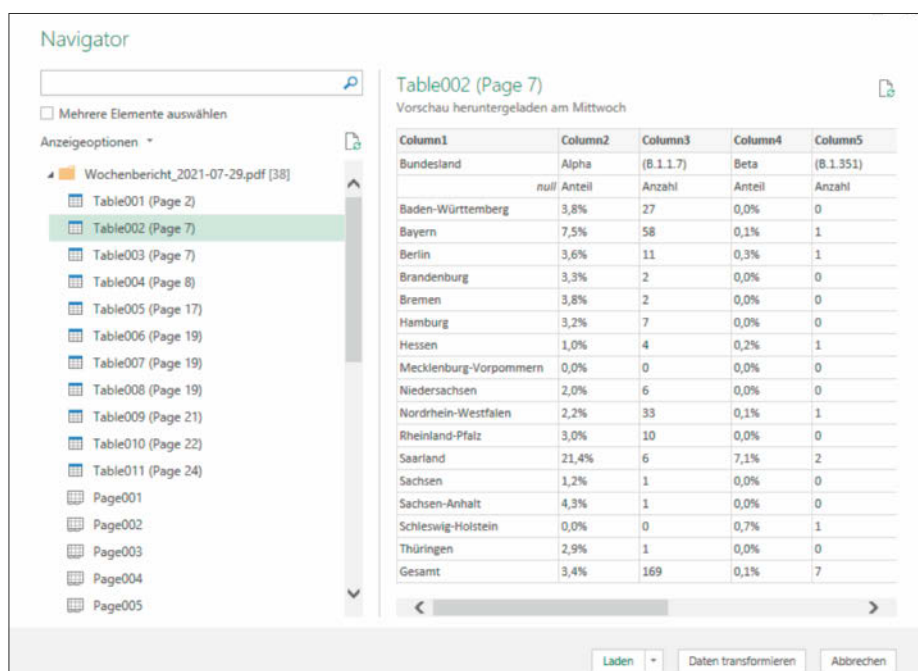
lerkorrekturen, Umstrukturierungen oder Zellformatanpassungen können Sie dann dort vornehmen. Für das einmalige Einlesen individueller PDF-Dateien war es das schon.

Ist hingegen absehbar, dass Sie öfter Tabellendaten aus gleichartigen PDF-Dateien ziehen müssen, etwa einen regelmäßigen und immer gleich aufgebauten Bericht, können Sie die Skriptsprache von Power Query nutzen. Anstatt jedes Mal dieselben Nacharbeiten in Excel vorzunehmen, legen Sie einmalig alle Modifikationen und Korrekturen fest und lassen sie künftig automatisch ausführen.

Um den dafür zuständigen Power Editor zu öffnen, selektieren Sie im Navigations- und Vorschaufenster die betreffende Tabelle und klicken auf „Daten transformieren“. Das Editorfenster zeigt erneut die Tabellenvorschau und darüber eine Office-typische Ribbon-Menüleiste. Alle Möglichkeiten von Power Query zu erklären, würde den Rahmen dieses Artikels bei Weitem sprengen. Ein paar einfachere und typische Bearbeitungsbeispiele zeigen aber das Prinzip.

## Datentypen ändern

In der Tabelle aus der PDF-Datei sind keine speziellen Felddatentypen (Währung, Datum, Dezimalzahl ...) hinterlegt. Jede Zelle enthält nur Text. Sie können mit Power Query zum Beispiel einer Spalte mit Euro-Beträgen den Typen „Währung“ zu-



**Power Query analysiert die PDF-Datei und listet alle erkannten Tabellen im Navigator auf. Eine Vorschau zeigt, wie sie in Excel landen würden.**

ordnen. Dazu klicken Sie den Spaltentitel mit der rechten Maustaste an und wählen aus dem Kontextmenü „Typ Ändern/Währung“. Analog funktioniert es mit allen anderen Datentypen.

Im rechten Bereich des Editors, überschrieben mit „Abfrageeinstellungen“, werden alle Bearbeitungsschritte protokolliert. Sie werden bemerken, dass ein neuer Eintrag „Geänderter Typ“ hinzugekommen ist. Das wird mit allen weiteren Schritten ebenso sein. Ein Klick auf das Kreuz vor einem Eintrag nimmt den zugehörigen Schritt zurück.

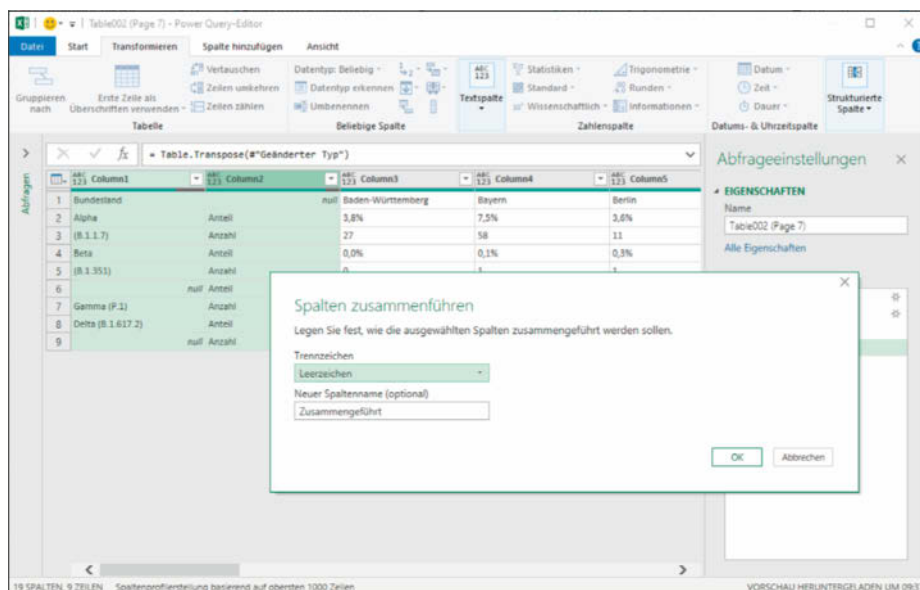
## Spalten bearbeiten

Um eine Spalte beim Import auszulassen, klicken Sie den zugehörigen Spaltentitel mit der rechten Maustaste an und wählen „Entfernen“. Um mehrere Spalten zu löschen, markieren Sie sie nacheinander mit gedrückter Strg-Taste und klicken dann im Kontextmenü auf „Spalten entfernen“. Der Befehl „Andere Spalten entfernen“ invertiert den Vorgang, behält also nur die ausgewählten Spalten.

Beim Import werden Spaltenüberschriften nicht automatisch erkannt, sondern als normale Zellinhalte interpretiert. Die oberste Zeile zur Überschrift zu machen, ist einfach: Klicken Sie auf das kleine Tabellensymbol links neben der ersten Spaltenüberschrift (noch „Column1“) und wählen aus dem Kontextmenü „Erste Zeile als Überschrift verwenden“.

Schwieriger wird es, wenn mehrere Zeilen, zum Beispiel die ersten beiden, zu einer Überschrift kombiniert werden sollen. Der Power Query Editor kann nämlich nur Spalten kombinieren, nicht aber Zeilen. Mit einem Trick funktioniert es dennoch: Zunächst transponieren Sie die Tabelle, vertauschen also Zeilen und Spalten. Den zugehörigen Befehl finden Sie unter „Transformieren/Vertauschen“. Die vormals ersten beiden Zeilen sind nun zu den ersten beiden Spalten geworden. Klicken Sie ihre Überschriften mit gedrückter Strg-Taste an, um beide zu markieren und wählen Sie nach einem Rechtsklick aus dem Menü „Spalten zusammenführen“. Es öffnet sich ein Dialog, in dem Sie noch ein Trennzeichen für die kombinierten Inhalte festlegen müssen, zum Beispiel ein Leerzeichen. Abschließend vertauschen Sie Spalten und Zeilen wieder mit „Transformieren/Vertauschen“.

Über diese recht simplen Beispiele hinaus gibt es noch weit komplexere Möglichkeiten, per Power Query importierte



**Wenn man plant, häufiger aus gleichartigen PDFs dieselben Tabellen zu ziehen, lohnt es sich, diese per Power Query Editor und Skripten automatisch zu verarbeiten. So lassen sich zum Beispiel Datentypen ändern oder mehrere Zeilen zusammenfassen und als Überschrift definieren.**

Daten zu manipulieren. Um die auszureizen, müssen Sie sich intensiv mit Power Query und auch der zugehörigen Skriptsprache „Power Query M“ beschäftigen. Eine Referenz bietet Microsoft unter [ct.de/y35n](https://ct.de/y35n).

Sind Sie mit allen Bearbeitungsschritten zufrieden, klicken Sie im Menü „Start“ auf „Schließen & Laden“, um die Tabelle in ein neues Excel-Arbeitsblatt zu überführen. Um künftig andere gleichartige PDF-Dokumente als Datenquelle zu nutzen, verwenden Sie als Importziel genau dieses Arbeitsblatt, das sie am besten separat speichern. Trägt die neue PDF-Datei denselben Namen wie die vorherige und liegt am selben Speicherort, reicht in Excel ein Klick auf „Daten/Abfragen und Aktualisierungen/Alle aktualisieren“, um einen erneuten Import mit allen automatisierten Bearbeitungsschritten vorzunehmen.

Wenn Sie jedoch keine regelmäßigen Datenabfragen aus gleichartigen PDFs vornehmen, sondern nur Inhalte individuell in Excel importieren wollen, sollten Sie die gespeicherte Abfrage löschen und damit die Verbindung zwischen dem Arbeitsblatt und der Datenquelle (der PDF-Datei) trennen. So verhindern Sie Fehlermeldungen, wenn Sie die PDF-Datei löschen oder das Excel-Arbeitsblatt ohne die Datenquelle weitergeben. Es ist aber auch nicht schlimm, wenn Sie das vergessen. Der Empfänger bekommt lediglich eine Fehlermeldung, dass externe Datenverbindun-

gen deaktiviert sind. Nickt er die ab, erhält er trotzdem die Tabelle.

Rechts neben dem Arbeitsblatt werden die Datenquellen der aktuellen Tabelle unter „Abfragen und Verbindungen“ aufgelistet. Falls nicht, klicken Sie auf den gleichnamigen Befehl im Menü „Daten“. Wenn Sie aus einer einzelnen PDF-Datei importiert haben, gibt es auch nur einen Eintrag. Klicken Sie den mit der rechten Maustaste an, wählen Sie aus dem Kontextmenü den Befehl „Löschen“ und bestätigen die folgende Warnmeldung ebenfalls mit „Löschen“. Die Tabelle ist jetzt statisch, lässt sich also nicht mehr aus der PDF-Datenquelle aktualisieren.

## Fazit

Normalerweise ist es eine mühselige und fehlerbehaftete Angelegenheit, tabellarische Daten aus einer PDF-Datei in Excel zu übertragen. Das Excel-Add-in Power Query macht für Nutzer eines Microsoft-365-Abonnements die Aufgabe sehr komfortabel und bietet für den wiederholten Import aus gleichartigen Dokumenten leistungsfähige Automatisierungen. (swi@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Peter Schüler, Ab ins Office, Fotografierte Texte in MS Word und Excel importieren, c't 8/2019, S. 92

**Power Query M Skriptreferenz:**  
[ct.de/y35n](https://ct.de/y35n)

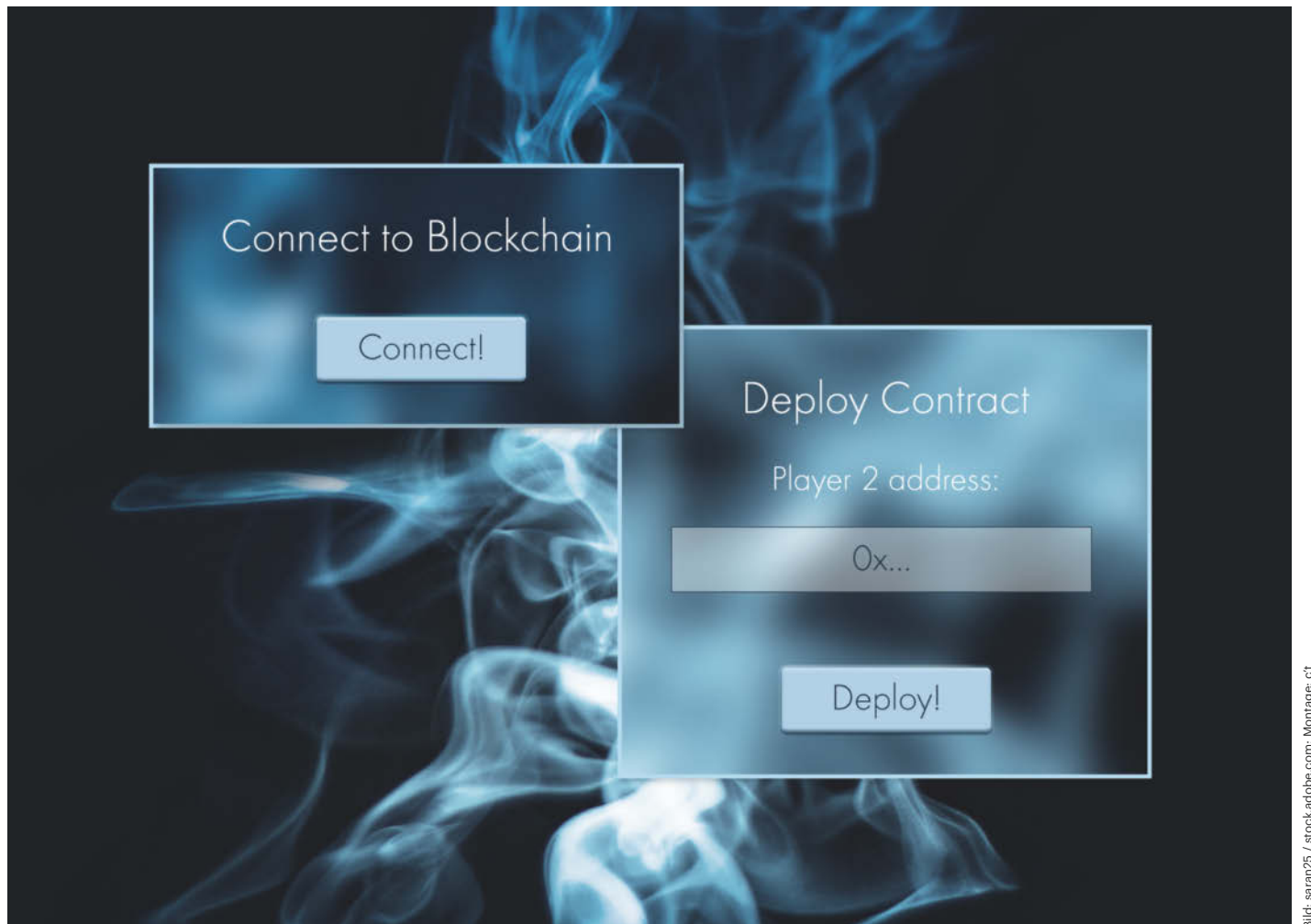


Bild: sarin25 / stock.adobe.com; Montage: ct

# Benutzerfreundlicher Äther

## Smart Contracts in dezentrale Applikationen einbetten

**Smart Contracts, wie sie die Ethereum-Blockchain kennt, sind technisch eine feine Sache. Aber sie brauchen eine Bedienoberfläche, wenn sie nicht nur Entwicklern nützen sollen – dann werden daraus „dezentrale Applikationen“. Um so eine DApp zu programmieren braucht man nur etwas HTML und JavaScript.**

Von Lars Hupel

**D**ie Ethereum-Blockchain unterstützt Smart Contracts: global verteilte, manipulationssichere Computerprogramme. Wie man so einen Vertrag programmiert, haben wir anhand eines kleinen Schere-Stein-Papier-Spiels in c't 12/2021 gezeigt [1]. Jetzt ist es Zeit, dem Vertrag eine Bedienoberfläche zu verpassen, damit Freunde bequem mitspielen können, ohne sich mit Entwicklungsumgebungen und Blockchain-Details auseinandersetzen zu müssen.



Zu diesem Zweck dienen „dezentrale Applikationen“, sogenannte DApps. Darunter versteht man die Kombination aus einem Smart Contract und einem Frontend, das eine Bedienoberfläche zur Verfügung stellt.

Viele DApps nutzen Web-Oberflächen, die man im Browser öffnet. Mangels nativer Unterstützung in den meisten

Browsern dient eine Browsererweiterung wie MetaMask [2] als Bindeglied zwischen beiden Welten.



## Zu low-level

Aber warum braucht es überhaupt so ein Frontend, können Smart Contracts nicht einfach ein Bedieninterface anzeigen? Das grundlegende Problem ist, dass kompilierte und auf der Blockchain platzierte Verträge aus bloßem Bytecode für die Ethereum Virtual Machine (EVM) bestehen [3]. Die Blockchain bietet keine Möglichkeit, die Funktionen eines Vertrages direkt anzusprechen, und erst recht keine Schnittstellen, um etwa Bedienelemente zu rendern.

Wenn man eine Transaktion an einen Vertrag schickt, dann führt die EVM einfach den Vertrag ab der ersten Bytecode-Instruktion aus. Die einzige Möglichkeit, Benutzereingaben vorzunehmen, ist ein Datenfeld in der Transaktion, mit dem man einen Wert übertragen kann. Aber woher soll man wissen, wie ein bestimmter Smart Contract auf bestimmte Werte reagiert?

Um dieses Problem zu lösen, nutzt Ethereum ein standardisiertes Application Binary Interface (ABI, siehe Kasten). Das ABI definiert, welche Funktionen ein Vertrag kennt und wie man Funktionsname und Parameterwerte in das Datenfeld einer Transaktion kodieren muss. Das Ganze erinnert an die Header-Dateien von Sprachen wie C oder C++. Ethereum-Werkzeuge wie die Remix-IDE verstehen diesen Standard und können so auch fremde Smart Contracts aufrufen.

## Nutzerfreundlichkeit

Allerdings ist auch der Umgang mit einem ABI nichts, was man Endnutzern zumuten kann. Daher gibt es DApps, die diese Aufgabe übernehmen, eine schöne Oberfläche anzeigen und die technischen Details so verstecken, dass man Smart Contracts genauso einfach benutzen kann wie andere Software auch.

Technisch gleichen webbasierte DApps weitgehend gewöhnlichen Webseiten, bestehend aus HTML, CSS und JavaScript. Im Unterschied zu herkömmlichen Seiten ist das Backend einer DApp aber kein Server, der irgendwo gehostet wird, sondern eben ein Smart Contract auf der global verteilten Blockchain. In einem Browser, der – zum Beispiel via MetaMask – Ethereum-DApps unterstützt, steht ein zusätzliches Objekt namens `window.ethereum` zur Verfügung. Darüber kann die DApp mit der Blockchain kommunizieren. So funktioniert zum Beispiel auch die Remix IDE, die auf diese Art Smart Contracts auf der Blockchain platziert und aufruft.

## Das Application Binary Interface

Auf der Blockchain existieren Smart Contracts als Bytecode für die Ethereum Virtual Machine (EVM), den spezielle Compiler produzieren. Der Bytecode besteht aus einer reinen Abfolge von Instruktionen; von außen aufrufbare Schnittstellen oder Funktionsnamen gibt es nicht.

Allerdings kann ein Vertrag bei seiner Ausführung über spezielle Instruktionen auf die Daten zugreifen, die an eine aufrufende Transaktion angehängt sind. Ein standardisiertes Application Binary Interface (ABI) erlaubt, in diesen Daten sowohl den gewünschten Funktionsnamen als auch die zu übergebenden Parameterwerte zu kodieren. Ein EVM-Compiler stellt jedem kompilierten Programm ein Bytecode-Fragment voran, das zunächst diese Transaktionsdaten dekodiert und anschließend an die richtige Stelle im Vertragscode springt – dorthin, wo der Code der aufgerufenen „Funktion“ beginnt. Beim Kompilieren eines Vertrags können die Compiler auch eine JSON-Repräsentation des ABI erzeugen, die die Kodierung spezifiziert.

Als Beispiel betrachten wir die folgende Funktionsdefinition in Solidity, der verbreitetsten EVM-Sprache:

```
function f(uint8 x) public
```

Die zugehörige JSON-Spezifikation, die der offizielle Solidity-Compiler per `solc`

--abi program.sol erzeugt, sieht wie folgt aus:

```
{
  "inputs": [{
    "internalType": "uint8",
    "name": "x",
    "type": "uint8"
  }],
  "name": "f",
  "outputs": [],
  "stateMutability": "nonpayable",
  "type": "function"
}
```

Mit so einer JSON-Beschreibung hat man alles Nötige, um einen kompilierten Smart Contract anzusprechen, der den ABI-Standard einhält. Zum Aufruf einer bestimmten Funktion berechnet man die ersten vier Bytes eines kryptografischen Hashs aus dem Funktionsnamen (im Beispiel `f`) und den Parametertypen (`uint8`). Daran hängt man die übergebenen Parameterwerte in einer standardisierten binären Kodierung an und schreibt all das in das Datenfeld der Transaktion. Üblicherweise macht man das aber nicht von Hand, sondern nutzt Bibliotheken wie `web3.js`, die den Prozess automatisieren. Wenn ein Vertrag durch eine Transaktion mit einem so spezifizierten Funktionsaufruf angesprochen wird, dekodiert er ihn und springt an die passende Stelle im Code.

## Auf gehts

Laden Sie das Archiv mit dem Projektcode von [ct.de/yqrw](https://ct.de/yqrw) herunter und entpacken Sie es. Die Schere-Stein-Papier-DApp besteht aus zwei HTML-Seiten samt JavaScript-Code: eine zur Initialisierung, die den Vertrag auf der Blockchain platziert, (`deploy.html` und `deploy.js`) und eine für das tatsächliche gemeinschaftliche Spielen (`play.html` und `play.js`). Beide HTML-Seiten nutzen außerdem das CSS-Stylesheet `styles.css` und ein paar Hilfsfunktionen aus der Datei `common.js`. Die `web3.js`-Bibliothek laden die Seiten automatisch von [unpkg.com](https://unpkg.com) herunter.

Einer der beiden Spieler muss den Vertrag über `deploy.html` auf die Blockchain laden, danach können beide über `play.html` miteinander spielen. Diese Auf-

teilung ist technisch nicht zwingend notwendig, aber sie vereinfacht das Beispielprojekt. Ebenfalls der Einfachheit halber verwenden wir Node.js und den zugehörigen Paketmanager npm. Beides müssen Sie installieren, wenn Sie diesem Artikel eins zu eins folgen wollen. Wer etwas Erfahrung mit Webtechniken hat, kann die Anleitung aber auch anpassen.

Navigieren Sie zunächst im Terminal in das Verzeichnis mit dem entpackten Archiv und rufen Sie das Kommando `npm install` auf, um die nötigen Abhängigkeiten zu installieren. Das sind ein Solidity-Compiler (`solcjs`) und ein Webserver zum lokalen Testen (`live-server`) – allerdings haben auch diese Pakete Abhängigkeiten mit weiteren Abhängigkeiten und so weiter. npm kümmert sich automatisch darum, dass alles Nötige zusammenkommt.

Der Live Server dient dazu, die DApp per HTTP auf `localhost` bereitzustellen. Wenn Sie npm oder den Live Server nicht mögen, können Sie auch einen beliebigen anderen Webserver nutzen. Was leider nicht klappt, ist die DApp einfach als lokale Datei im Browser zu öffnen. Sicherheitsbeschränkungen für Browser-Extensions verhindern, dass MetaMask mit lokalen Dateien kommunizieren kann. Den Solidity-Compiler brauchen Sie nur, wenn Sie Änderungen am Vertragscode vornehmen wollen. Auch hier ist die npm-Variante lediglich ein Vorschlag von uns, jeder ande-

re Solidity-Compiler sollte ebenfalls funktionieren.

Wenn Sie den Live Server nutzen, können Sie ihn per `npm run start` im entpackten Archiv aufrufen. Das Kommando öffnet auch gleich Ihren Standardbrowser, kontaktiert den lokalen Server und navigiert zu `deploy.html`. Praktischerweise lädt der Live Server bei jeder Änderung an den Dateien automatisch das Browser-Tab neu. Dadurch sieht man die Auswirkungen von Änderungen direkt, was das Programmieren bequem macht. Sie können den Server wieder stoppen, indem Sie im Terminal, aus dem Sie ihn gestartet haben, `Strg+C` drücken.

Das Archiv enthält sowohl den Solidity-Quelltext des Smart Contracts (`game.sol`) als auch dessen Kompilat (`game_sol_RockPaperScissors.bin`) und die JSON-Repräsentation des ABI (`game_sol_RockPaperScissors.abi`). Wenn Sie keine Änderungen am Vertragscode vornehmen möchten, brauchen Sie nichts weiter zu tun. Andernfalls lässt sich der Vertrag per `npm run compile` neu kompilieren.

## Verbindung aufbauen

Bevor man `web3.js` benutzen kann, muss man zunächst eine Verbindung zum Browser-Plugin MetaMask herstellen. Starten den Live Server per `npm run start`, wenn er nicht schon läuft. Im Browser sollten Sie unter `http://127.0.0.1:8080/deploy.html` die Deploy-Seite mit einem

Button „Connect!“ sehen. Der Button verweist per `onClick`-Attribut auf die Funktion `connectToMetaMask()`. Attribute wie `onClick` mischen HTML- und JavaScript-Code und sind deshalb eigentlich keine gute Praxis, aber sie halten das Beispielprojekt schlank. `connectToMetaMask()` ist in `common.js` definiert und besteht im Kern aus diesen beiden Aufrufen:

```
await window.ethereum.request({
  method: 'eth_requestAccounts'
});
window.web3 = new Web3(
  window.ethereum
);
```

`window.ethereum.request()` stellt eine Verbindung zu MetaMask her. Beim ersten Aufruf fragt MetaMask, auf welche Ethereum-Accounts die DApp zugreifen darf. Zum Experimentieren empfiehlt es sich, Accounts in Ethereum-Testnetzen wie Ropsten anzulegen und diese für die DApp zu verwenden [3]. Auf diese Weise müssen Sie nicht mit echtem Geld spielen.

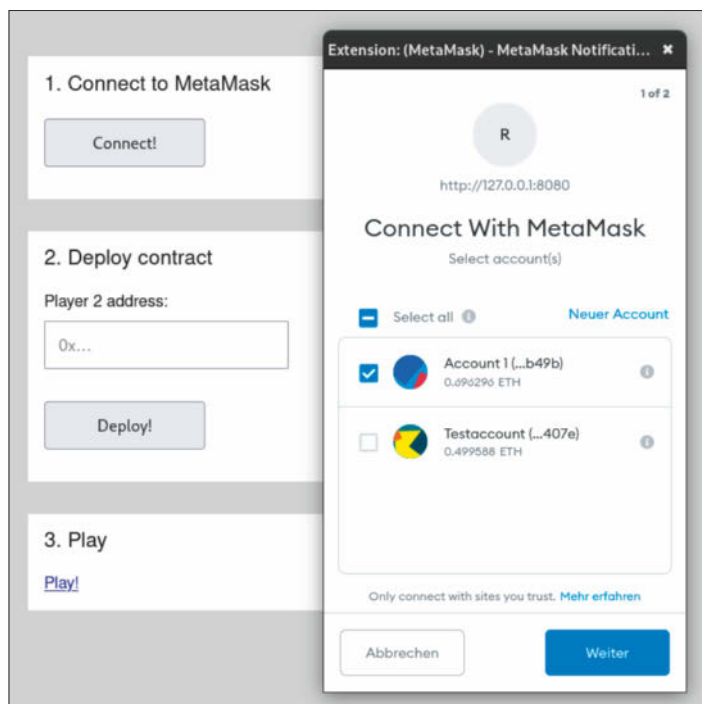
Die zweite Zeile im Listing oben initialisiert `web3.js` mit der MetaMask-Verbindung. So eine Verbindung ist übrigens immer nur im aktuellen Browser-Tab gültig. Auch bei einem Neuladen der Seite (egal ob manuell oder vom Live Server ausgelöst) müssen Sie erneut auf „Connect“ klicken.

## Ans Eingemachte

Der erste Spieler unseres Schere-Stein-Papier-Spiels ist immer der aktuell in MetaMask ausgewählte Account. Spieler 2 müssen Sie manuell festlegen, indem Sie die Ethereum-Adresse seines Accounts angeben. `deploy.html` bietet dafür das Eingabefeld „Player 2 address“. Sie müssen das auch machen, wenn Sie die DApp im selben Browser mit zwei Ethereum-Accounts testen, denn aus Sicherheitsgründen gestattet MetaMask keinen gleichzeitigen Zugriff auf mehrere Accounts.

Unter dem Eingabefeld sehen Sie den Button „Deploy!“, der den Vertrag auf der Blockchain platziert. Er ruft dazu die Funktion `deployContract()` auf, die Sie in der Datei `deploy.js` finden. Der Funktionsrumpf ist simpel:

```
async function deployContract() {
  try {
    // ...
  }
  catch (err) {
```



Per Klick auf „Connect!“ baut die DApp eine Verbindung zu MetaMask auf. Die Browsererweiterung fragt sicherheits- halber nach, welche Ethereum- Accounts frei- gegeben werden sollen.

```

    show("dply-fail");
    throw err;
  }
}

```

Die Funktion ist mit `async` markiert, wodurch man den Operator `await` in der Funktion benutzen darf. Jegliche Kommunikation mit MetaMask und der Ethereum-Blockchain erfolgt asynchron, Ausdrücke mit `await` erlauben, das in einfacherem Code auszudrücken.

Das Grundgerüst der Funktion sieht vor, dass die eigentlichen Instruktionen innerhalb des `try`-Blocks ausgeführt werden. Im Fehlerfall blendet `show()` eine normalerweise unsichtbare Nachricht ein. Über `throw err` wird der genaue Fehler in der Web-Konsole des Browsers geloggt.

Die ersten Instruktionen im `try`-Block sind folgende:

```

const player1 = await getAccount();
const player2 = document.
  getElementById("player2").value;

```

Damit werden die Ethereum-Adressen der beiden Spieler extrahiert. Die Funktion `getAccount()` finden Sie wieder in `common.js`. Sie ruft per `web3.js` die verfügbaren Accounts ab. Genau ein Account sollte verfügbar sein und wird von der Funktion zurückgegeben. Die Adresse von Spieler 2 wird einfach dem Textfeld entnommen.

Um den eigentlichen Smart Contract im Browser zu verwalten, muss zunächst die ABI-Definition aus der Datei `game_sol_RockPaperScissors.abi` geladen werden. Das erledigt die Funktion `fetchABI()`, die Sie wieder in `common.js` finden und die im Grunde nur das von modernen Browsern unterstützte Fetch-API nutzt, um die Datei vom Server zu laden. Anschließend wird die JSON-Repräsentation des ABI geparsed und von `web3.js` in ein Vertrags-Objekt konvertiert:

```

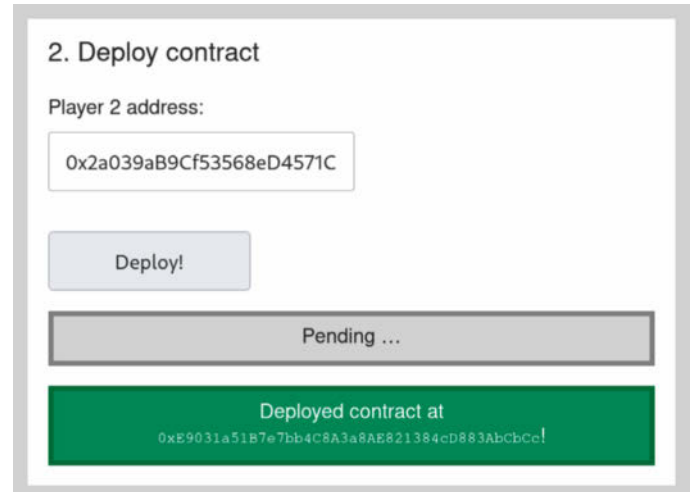
const abi = await fetchABI();
const contract = new window.web3.eth.
  Contract(JSON.parse(abi));

```

## Vertrag auf die Blockchain

Sol lässt sich der Smart Contract allerdings noch nicht benutzen. Das ABI ist ein Interface und beschreibt nur die Schnittstellen des Vertrages. Es enthält nicht den eigentlichen Code. Den lädt die Hilfsfunktion `fetchContract()` – ganz analog zu `fetchABI()` – aus der Datei `game_sol_RockPaperScis-`

**Bereit zum Spiel:  
Die DApp zeigt an,  
unter welcher  
Adresse der  
Vertrag auf der  
Blockchain er-  
reichbar ist.**



sors.bin, die den Bytecode in hexadezimaler Schreibweise enthält:

```

const bin = await fetchContract();
const tx = contract.deploy({
  data: `0x${bin}`,
  arguments: [player2]
});

```

Diesem Bytecode wird „0x“ vorangestellt, um ihn als hexadezimal notierten Wert auszuzeichnen. Anschließend wird er zusammen mit der Adresse des zweiten Players an die `deploy()`-Methode des Vertragsobjekts übergeben. Spieler 1 muss man nicht spezifizieren, weil der Vertrag selbst automatisch denjenigen Account als Spieler 1 definiert, der den Smart Contract auf die Blockchain lädt. Die Adresse von Spieler 2 erwartet der Vertrag dagegen als Konstruktor-Parameter, weshalb sie hier im `arguments`-Array übergeben wird. (Auch dieser Wert muss mit „0x“ beginnen, aber so sollte er schon im Textfeld angegeben werden.)

Die `deploy()`-Methode gibt ein Transaktionsobjekt `tx` zurück. Zu diesem Zeitpunkt wurde die Transaktion aber noch nicht an das Ethereum-Netzwerk übermittelt, und der Vertrag befindet sich noch nicht auf der Blockchain. Das ändert dieser Code:

```

show("dply-pend");
const receipt = await tx.send({
  from: player1,
  value: stake
});

```

Zuerst zeigt `show()` eine Warte-Meldung an, weil Transaktionen mitunter etwas Zeit brauchen. Der `value`-Parameter gibt

an, welcher Betrag als Spieleinsatz überwiesen wird. Sie können den Wert in `common.js` anpassen; standardmäßig haben wir 1 Finney (0,001 Ether) festgelegt. Beim Aufruf von `send()`, erscheint erneut eine Rückfrage von MetaMask, ob die Transaktion abgeschickt werden soll. Sollten Sie die Bestätigung verweigern, wirft MetaMask eine Exception und die DApp loggt einen Fehler.

Der letzte Schnipsel in `deploy.js` holt sich die Adresse des neu erzeugten Vertrags und zeigt diese in einer Erfolgsmeldung an. Außerdem wird die Adresse als Parameter an die URL des Play-Links angefügt:

```

const addr = receipt.options.address;
document.getElementById("play-link").
  href = `play.html?addr=${addr}`;
document.getElementById("dply-succ").
  innerHTML = 'Deployed contract at' +
    ` <code>${addr}</code>`;
show("dply-succ");

```

## Ausprobieren

Zum Ausprobieren klicken Sie auf „Connect!“, wenn Sie das noch nicht getan haben. Bei Erfolg erscheint die Meldung „Connected“. Kopieren Sie anschließend die Adresse von Spieler 2 in die Textbox. Wie erwähnt eignen sich zum Testen zwei Accounts in einem Testnetzwerk wie Ropsten gut, wie sie auch bei der Entwicklung des Smart Contracts in [1] zum Einsatz kamen. Sie können in so einem Fall die Adresse leicht kopieren, indem Sie in MetaMask auf den Spieler-2-Account wechseln, anschließend auf den Account-Namen klicken und zurück zum Account von Spieler 1 wechseln. Beim



The screenshot shows the Etherscan.io interface for a contract. The top section displays the contract address: 0xE9031a51B7e7b4C8A3aAE821384CD883AbCbCc. Below this, there's an 'Overview' section showing a balance of 0 Ether. The 'Transactions' section is expanded, showing a list of transactions. The table below represents the data visible in the screenshot.

Txn Hash	Method	Block	Age	From	To	Value	Txn Fee
0xb2393a57b6d87ee7...	From	10823506	3 days 15 hrs ago	0xb703e59c251935712...	0xe9031a51b7e7b4c8a...	0 Ether	0.00000002
0xb8aacc40f92390909...	ContractCall	10823505	3 days 15 hrs ago	0xb703e59c251935712...	0xe9031a51b7e7b4c8a...	0 Ether	0.00000021476
0x56ef8e40b8135406a...	ContractCall	10823505	3 days 15 hrs ago	0x2a039abdcf53568ed4...	0xe9031a51b7e7b4c8a...	0 Ether	0.00011871082
0x19998980bc493e7e2c...	Commit	10823502	3 days 15 hrs ago	0x2a039abdcf53568ed4...	0xe9031a51b7e7b4c8a...	0 Ether	0.00011871085
0x090632ac095202029...	Commit	10823501	3 days 15 hrs ago	0xb703e59c251935712...	0xe9031a51b7e7b4c8a...	0 Ether	0.00011871086
0x7897478d52a37da1b...	Pay	10823490	3 days 15 hrs ago	0x2a039abdcf53568ed4...	0xe9031a51b7e7b4c8a...	0.0001 Ether	0.00000013088
0xb8863a769c2b5d4d44...	ContractCreation	10823482	3 days 15 hrs ago	0xb703e59c251935712...	Contract Creation	0.0001 Ether	0.00000000000

Über Etherscan kann man sich nicht nur vergewissern, dass der Vertrag tatsächlich auf der Blockchain liegt, sondern auch die Spiel-Transaktionen einsehen.

Klick auf den Account-Namen kopiert MetaMask die Adresse in die Zwischenablage, sodass Sie sie leicht ins Textfeld einfügen können.

Zuletzt klicken Sie in der DApp auf „Deploy!“, woraufhin die Warte-Meldung erscheint und MetaMask Sie bittet, die Transaktion abzusegnen. Wenn Sie das tun, passiert erstmal eine Weile nichts, aber nach spätestens einer Minute sollte die Transaktion von der Blockchain bestätigt werden. Die DApp zeigt dann die Erfolgsmeldung mit der Adresse des frisch gebackenen Vertrags an. Sie können die Adresse auch bei Diensten wie etherscan.io nachschlagen, um sich zu vergewissern, dass der Vertrag tatsächlich auf der Blockchain existiert. Achten Sie bei Etherscan darauf, das richtige (Test-)Netz auszuwählen, um den Vertrag zu finden.

## Lasst die Spiele beginnen

Für eine Partie „Schere, Stein, Papier“ ist nun alles vorbereitet. Indem Sie auf den Play-Link unten in der DApp klicken, wechseln Sie zur Seite play.html. Die Adresse des Vertrages wird in der URL mit übertragen. Den Link, oder zumindest die Adresse, müssen Sie an den 2. Spieler weitergeben, damit er oder sie den Vertrag auf der Blockchain findet.

Auch play.html hat einen „Connect!“-Button, den man zuallererst drücken muss. Die Funktion ist dieselbe wie bei deploy.html. Als zweite Vorbedingung muss die Adresse des Vertrags angegeben

werden, mit dem man spielen will. Die Seite bietet dafür ein Textfeld, das zwei kleine Codeschnipsel in common.js und play.js automatisch befüllen, falls eine Adresse in der URL steht.

Ein Klick auf „Select!“ wählt den Vertrag aus. Die zugehörige Implementierung erstellt ein Vertragsobjekt, ganz analog zur deployContract()-Funktion. Allerdings wird neben dem ABI diesmal die Vertragsadresse als zweiter Parameter übergeben. So weiß web3.js, wo der Vertrag auf der Blockchain liegt, und kann mit ihm interagieren:

```
window.contract = new window.web3.eth.  
Contract(JSON.parse(abi), address);
```

Damit das Vertragsobjekt in späteren Funktionen weiter benutzt werden kann, legt der Code es einfach im globalen window-Objekt ab. Dadurch hat sämtlicher JavaScript-Code innerhalb des gleichen Browser-Tabs Zugriff auf den Vertrag.

Bevor das eigentliche Spiel losgeht, muss der zweite Spieler noch seinen Teil des Wetteinsatzes überweisen, wofür ein Button bereitsteht. Die Implementierung der zugehörigen Funktion payStake() folgt dem oben erklärten try-catch-Schema:

```
try {  
  show("pay-pend");  
  const player = await getAccount();  
  await contract.methods.pay().send({  
    from: player,  
    value: stake
```

```
  });  
  show("pay-succ");  
}  
catch (err) {  
  show("pay-fail");  
  throw err;  
}
```

Spätestens hier zeigen sich die Vorteile einer Bibliothek wie web3.js deutlich. Dank des ABIs stellt web3.js die Funktionen des Smart Contracts – hier pay() – 1:1 in JavaScript als Objektmethode zur Verfügung. Man kann sie fast wie jede andere asynchrone Funktion aufrufen.

Spieler 2 muss übrigens den beim Deploy angegebenen Ethereum-Account nutzen, damit getAccount() auch diesen Account zurückgibt. Die DApp prüft das allerdings nicht und verhindert auch nicht, dass der erste Spieler versehentlich versucht, über „Pay!“ noch einmal seinen Einsatz zu überweisen. Allerdings akzeptiert der Smart Contract nur Geld von der angegebenen Spieler-2-Adresse. Transaktionen von anderen Adressen oder der Spieler-1-Adresse lehnt er ab. MetaMask kann das erkennen und warnt in so einem Fall, dass die Ausführung höchstwahrscheinlich fehlschlagen wird.

Die Implementierungen der weiteren Schrittschritte folgen alle dem gleichen Muster. In der nächsten Phase („Commit“) müssen die Spieler eine Zahl aus 1, 2 oder 3 wählen, was für Schere, Stein oder Papier steht. play.html nutzt dafür ein Dropdown-Element, so können Spieler statt der Zahlen aus den bekannten Wörtern wählen. Außerdem müssen sie ein geheimes Kennwort eingeben. Aus dem Spielzug und dem Kennwort errechnet die DApp einen Hashwert und sendet ihn an den Vertrag. Details dieses Commitment-Verfahrens sind in [1] beschrieben.

Die zugehörige JavaScript-Funktion commit() ähnelt der pay()-Funktion. Kern ist wieder der asynchrone Aufruf der passenden Vertragsmethode. Vorher wird über die externe Bibliothek jsSHA und die Hilfsfunktion sha256() in common.js der Hash errechnet:

```
const player = await getAccount();  
const hash = sha256(choice + secret);  
await contract.methods.  
  commit(`0x${hash}`).send({  
    from: player,  
    value: 0  
  });
```

Der Einfachheit halber schert sich `sha256()` nicht um Text-Encoding. Sie sollten für das Kennwort deshalb nur ASCII-Zeichen verwenden. Der Hash ist ein hexadezimaler String, also stellt der Code ihm „0x“ voran, bevor er der `commit()`-Methode des Vertragsobjekts übergeben wird. Anschließend setzt `send()` die Transaktion direkt ab und `await` wartet die (erfolgreiche) Ausführung ab.

Anders als bei der Einzahlungsmethode `pay()` dient diese Transaktion nur der Kommunikation mit dem Vertrag und nicht dem Überweisen von Geld. Der Wert der Transaktion wird daher auf 0 gesetzt. Allerdings fallen trotzdem Transaktionsgebühren an, die MetaMask im Bestätigungsdialog kalkuliert und anzeigt.

Zu guter Letzt folgen noch die verbleibenden Schritte des Spiels, „Reveal“ und „Finish“, für die `play.html` ebenfalls Buttons bietet. Die Implementierungen dieser Funktionen sind recht simpel; es müssen keine weiteren Eingaben abgefragt und lediglich die zugehörigen Funktionen des Vertrags aufgerufen werden:

```
// In Funktion reveal():
await contract.methods.
  reveal(+choice, secret).send({
    from: player,
    value: 0
  });

// In Funktion finish():
await contract.methods.
  finish().send({
    from: player,
    value: 0
  });
```

## Veröffentlichung

Jetzt hat die DApp alles Nötige, damit zwei Spieler im Browser Schere–Stein–Papier spielen können. Sie können das mit wechselnden Ethereum-Accounts in einem Browser testen. Allerdings verliert man so leicht den Überblick, wessen Spielzug mit welchen Eingaben als Nächstes kommt – obwohl der Smart Contract ungültige Züge blockiert und MetaMask dadurch vor solchen Zügen warnt.

Besser ist es, zum Ausprobieren zwei getrennte Browser-Instanzen zu benutzen – oder gleich einen echten Spielpartner. Die beiden Spieler müssen nämlich keineswegs am gleichen Rechner sitzen, oder auch nur mit derselben Instanz der DApp kommunizieren. Die „serverseitige“ Logik ist der Vertrag auf der Blockchain; nichts spricht dagegen, dass beide Spieler jeweils einen eigenen Webserver mit eigener Instanz der DApp betreiben. Sie müssen nur mit der gleichen Vertragsadresse kommunizieren. Die muss Spieler 1 irgendwie Spieler 2 zukommen lassen – etwa per Mail oder Chatnachricht –, damit der sie bei „Select contract address“ angeben kann. Es ist einer der Grundpfeiler des Web 3.0, dass jeder seine eigenen Server betreiben kann und nur die verteilte Ethereum-Blockchain als Koordinator dient.

Für echte DApps ist es trotzdem praktischer, wenn sie über eine Webseite online erreichbar sind – zumindest wenn man die DApp allgemein verfügbar machen will. Besonders für große DApps ergeben sich oft noch weitere praktische Probleme: Zum Beispiel ist das Schreiben von temporären Daten oder die Verwaltung von

Nutzern auf der Blockchain ineffizient und oft praktisch unmöglich. Viele DApps greifen deshalb für nicht-systemkritische Zusatzfunktionen auf traditionelle Server und Datenbanken zurück. Für das Schere–Stein–Papier-Spiel würde sich praktisch jeder Hostler eignen, schließlich muss er nur ein paar Dateien ausliefern.

## Fazit

Mit einer Handvoll HTML und JavaScript lassen sich Webapplikationen auf Basis von Smart Contracts umsetzen. Um die Verwaltung der Blockchain kümmern sich `web3.js` und MetaMask, was Entwicklung und Betrieb solcher DApps stark vereinfacht.

Der Weg von unserem Beispiel zu einer wirklich guten DApp ist allerdings noch lang. Nutzereingaben werden zum Beispiel nicht überprüft und Fehlbedienungen nicht verhindert. Ungültige Aktionen scheitern erst am Smart Contract. Der muss sie blockieren, schließlich ist nur der Vertrag der manipulations- und ausfallsichere Teil der Applikation. Aber eine gute DApp verhindert trotzdem, dass verwirrte Nutzer Gebühren für Transaktionen verschwenden, die dann vom Vertrag abgelehnt werden.

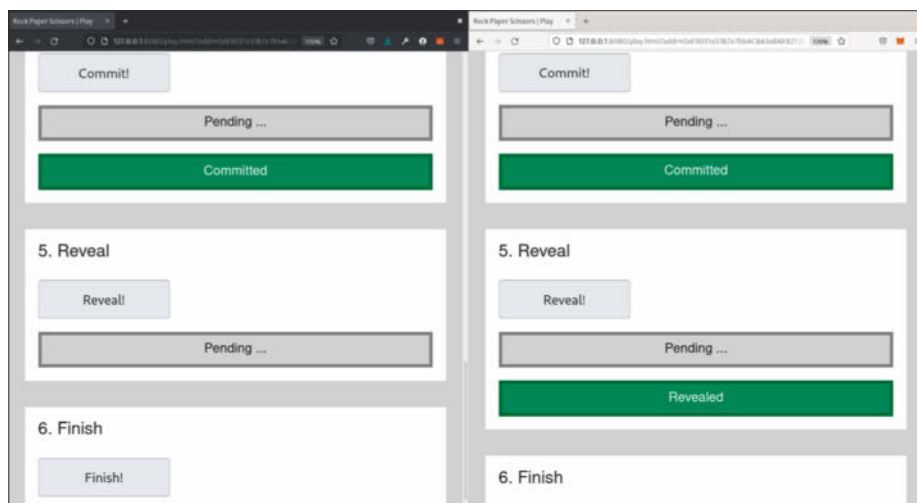
Auch eine ordentliche Fehlerbehandlung fehlt der DApp noch genauso wie eine sinnvolle Nutzerführung. Für letzteres müsste die DApp allerdings wissen, in welchem Zustand sich der Vertrag gerade befindet – und dafür müssten Sie dem Vertrag eine neue Funktion spendieren, die diese Information liefert. Es gibt also viel zu experimentieren, die Dokumentationen von MetaMask und `web3.js` helfen weiter (siehe [ct.de/yqrw](https://ct.de/yqrw)). Wer klein anfangen will, kann zuerst einen zusätzlichen Button für die `abort()`-Funktion des Vertrages in die Play-Seite einbauen. Damit können Nutzer den Vertrag abbrechen, wenn sich ihr Spielpartner weigert weiterzuspielen.

(syt@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Lars Hupel, Den Äther programmieren, Smart Contracts für die Ethereum-Blockchain schreiben, c't 12/2021, S. 150
- [2] Lars Hupel, Geld im Äther, Ein kleiner Praxisleitfaden zu Ethereum-Wallets, c't 10/2021, S. 126
- [3] Lars Hupel, Verträge im Äther, Eine Einführung in die Ethereum-Blockchain, c't 10/2021, S. 122

**Projekt und Dokumentationen:**  
[ct.de/yqrw](https://ct.de/yqrw)



Mit zwei Browserinstanzen lässt sich die DApp auch bequem auf einem einzelnen Rechner testen.



# Flickarbeiten

## Smartphone-Anschluss und Lademöglichkeit für mehrere E-Bike-Akkus nachrüsten

**Wer anno 2021 ein E-Bike erwirbt, erwartet eine zeitgemäße Ausstattung. Dazu gehört für mich eine Lademöglichkeit fürs Smartphone. Doch bei Bosch sieht man das anscheinend anders. Da hilft nur: selbst nachrüsten.**

Von Georg Schnurer

Als begeisterter Tourenfahrer habe ich uns zum Jahreswechsel E-Bikes mit großer Reichweite gegönnt. Das Dual-Akku-System von Bosch war da schnell erste Wahl. Zwei in den Rahmen integrierte, aber dennoch schnell wechselbare von Bosch „PowerTube“ getaufte Akkus mit je 625 Wh versprechen eine Reichweite von über 150 Kilometern auch mit Gepäck und in bergigem Gelände. Als Motor gabs das Modell Performance Line CX (Gen4) und beim Dis-

play entschied ich mich für ein „Nyon“ aus der aktuellen 2021er-Modellreihe. So weit, so schön.

Das „Nyon“ auf den ersten Blick ist ein Cockpit mit Vollausrüstung: Neben verschiedenen – als Option auch selbst konfigurierbaren – Fahrmodi bietet es eine integrierte GPS-Navigation, die perfekt mit dem Outdoor-Portal Komoot zusammenarbeitet. Für Langstreckenfahrer und notorische Fahrradurlauber wie mich ist das eine feine Sache.



## Erste Enttäuschung

Am Nyon befindet sich unten ein USB-Anschluss. Leider hat Bosch hier die extrem selten verwendete Micro-USB-Buchse vom Typ A verbaut. Gebräuchlich wäre hier der Typ B, weshalb man passende Verbindungskabel fast ausschließlich von Bosch erwerben kann. Als das sündhaft teure Micro-USB-A-zu-USB-C-Kabel von Bosch dann gekauft war, stellte sich schnell Enttäuschung ein: Mit dem Kabel der 2021er-Generation kann man zwar das Nyon-Display aufladen, aber kein Smartphone. Beim Vorgängermodell (Nyon 2020) war es immerhin noch möglich, das Smartphone mit sparsamen 500 mA Ladestrom zu versorgen. Statt auf der Höhe der Zeit zu agieren und im aktuellen Nyon einen USB-C-Ausgang vorzusehen, hat sich Bosch also entschieden, beim exotischen Micro-USB-A-Anschluss zu bleiben und die Ladefunktion einfach wegzurationalisieren. Zu allem Überfluss taucht „USB-C“ bei Bosch in der Roadmap für Nyon erst in der übernächsten Generation auf.

Abhilfe schafft nur das Nachrüsten des USB-Ausgangs zum Handy-Laden. Im Prinzip ist das einfach: Man greift irgendwo am E-Bike die Akku-Spannung ab, führt diese zu einem Step-down-Regler und schon hat man 5 Volt. Wie immer steckt der Teufel aber im Detail. Beim Bosch-System kommen Akkus mit einer Nennspannung von 36 Volt zum Einsatz. Diese werden mit einem Ladegerät mit bis zu 42 Volt Ausgangsspannung aufgeladen. Der Spannungswandler für die Smartphone-Versorgung muss also einen entsprechend hohen Eingangsspannungsbereich aufweisen. Wer hier nicht aufpasst, himmelt den Wandler womöglich beim Laden des E-Bike-Akkus. Sinnvollerweise wählt man hier also einen Regler, der mindestens 50 Volt Eingangsspannung verkraftet. Hat man ein E-Bike mit 48 Volt-Akku, beträgt die Ladespannung bis zu 54 Volt und der Regler sollte spannungsfest bis 60 Volt sein.

5-Volt-Regler gibt es günstig und vor allem bereits fest vergossen bei vielen Händlern. Das ist praktisch, denn so ist die Elektronik schon mal wasserfest verpackt. Vor dem Reglerkauf sollte man sich aber Gedanken darüber machen, wo der am E-Bike seinen Platz finden soll. Klar, ein Plastikgehäuse kann man nahezu überall anschrauben, doch schick ist das nicht. Vor allem, wenn auch noch Kabel am Fahrradrahmen entlang gelegt werden



**Passende 5-Volt-Wandler gibt es witterungsfest vergossen als Module von verschiedenen Herstellern.**

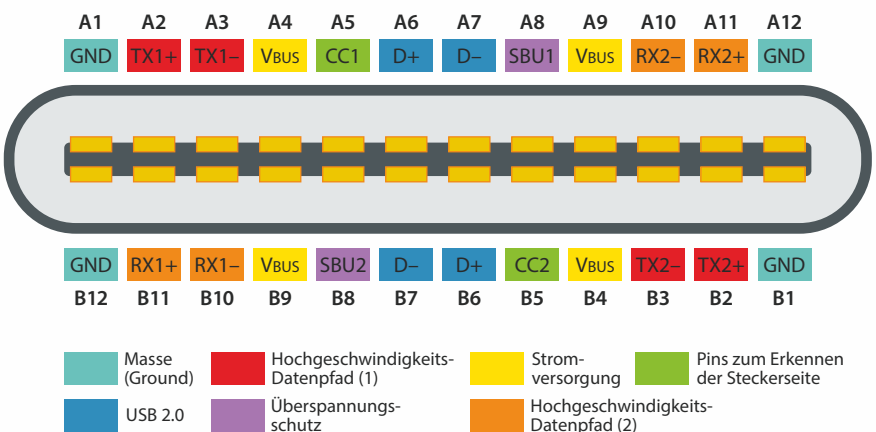
müssen. Besser ist es, einen Platz für den Regler im Rahmen zu finden. Bei meinem E-Bike entdeckte ich beim oberen Rahmenakku hinter dem Akku-Anschluss im Steuerkopf einen freien Hohlraum, der genug Raum für einen handelsüblichen vergossenen Spannungswandler bietet. Zudem gibt es an genau dieser Stelle im Rahmen einen ungenutzten Kabelausschlag, der mit einer Gummiblende abgedeckt ist. So hatte ich alles an einem Ort: Masse- und +36-Volt-Leitung vom Akku, einen Ausgang für das USB-Kabel und genug Platz für den Regler.

## Ruhestrom

Die Suchen nach passenden Step-down-Reglermodulen (Ausgang 5 Volt, 3A, Eingangsspannungsbereich bis mindestens 50 Volt) war dann doch schwieriger als zunächst erwartet. Schließlich sollten die Module auch noch kurzschlussfeste Ausgänge mitbringen und in einem weiten Temperaturbereich (–15 bis +50 °C) zuverlässig arbeiten. Die meisten angebotenen Module waren für einen niedrigeren Eingangsspannungsbereich ausgelegt, wieder andere waren nicht kurzschlussfest oder schlicht viel zu groß. Letztlich blieben nur

## Belegung einer USB-C-Buchse

Stecker und Buchsen bei USB-C sind symmetrisch belegt, damit die Einsteckrichtung egal ist.





**Der Spannungsregler findet bequem Platz hinter dem Anschlussblock für den Akku im oberen Rahmenrohr.**

zwei Modelle übrig: Das Gyvrn K480503 (Input 8–58V, Output 5V, 3A, 47 mm × 32 mm × 18 mm) und das etwas kompaktere Fulree F55J5V3A1S-CA (Input 10–55V, Output 5V, 3A, 42 mm × 27 mm × 14 mm). Letzteres glänzte auch noch mit einem Kabel mit integriertem USB-C-Stecker – doch dazu später mehr.

Da ich für die Ladevorrichtung zwar eine Sicherung (500 mA, träge) im Primärkreislauf, aber keinen Schalter vorsehen wollte, galt es zu verhindern, dass der Akku vom Spannungsregler möglicherweise tiefentladen wird. Wichtig ist dabei der sogenannte Ruhestrom des Ladereglers, also der Strom, den sich das Klötzchen unbelastet gönnt. Das Gyvrn-Modell begnügte sich hier mit 0,56 mA, was bei 36 Volt einer Leistungsaufnahme von vertretbaren 0,2 Watt entspricht. Das Fulree-Modell zog hingegen 1,06 mA im Leerlauf (0,38 Watt) – immer noch akzeptabel, aber beim Überwintern des E-Bikes birgt das durchaus ein gewisses Risiko der Tiefentladung des Akkus.

Beim Bosch-E-Bike-System muss man sich zum Glück keine Gedanken um das Thema Akkuentladung bei abgeschaltetem Fahrrad machen. Die Bosch-PowerTubes und auch die aktuellen am Rahmen befestigten PowerPacks sind intelligente Akkus: Sie besitzen insgesamt fünf Anschlusspins. Neben den beiden Akku-Ausgängen (Plus und Minus) sind das ein für das Laden verwendeter Signal-Pin (+5V Bat) und zwei Leitungen (CAN L und

CAN H) für den auch im Automobilbau gebräuchlichen CAN-Bus. Ist das E-Bike abgeschaltet, liegt am Akku-Ausgang keine Spannung an. Erst ein Signal über den CAN-Bus aktiviert den Akku. Bei anderen, weniger intelligenten E-Bike-Systemen ist das aber nicht so. Bei ihnen liefern die Akkus immer eine Ausgangsspannung. Bestenfalls ist ein manueller Aus-Schalter vorhanden. Ruhestrome können hier also schon eine Rolle spielen.

## USB-C

Da der Ruhestrom des Reglers beim Bosch-System nur eine untergeordnete Rolle spielt, war ich zunächst versucht, den Fulree-Regler mit fest verbaute USB-C-Stecker zu nutzen. Allerdings hat dieser nicht nur eine höhere Ruhestromaufnahme, sondern auch einen geringeren Wirkungsgrad als das Gyvrn-Modell. Zudem versprach der fest verbaute USB-C-Anschluss mehr, als er letztlich halten konnte. Ich hatte die vage Hoffnung, dass das bei Aliexpress für knapp 10 Euro geschossene Modul tatsächlich in der Lage wäre, moderne Smartphones via USB-C schnell zu laden. Die magere Beschreibung ließ sich dazu leider nicht näher aus und ein echtes Datenblatt war nicht zu bekommen. Also half nur ausprobieren. Tatsächlich lud ein aktuelles Smartphone an dem USB-Stecker mit maximal 5 Watt. Höhere Ladeleistungen, etwa via USB-C-PD, waren mit dem Modul nicht zu erzielen. Unterm Strich brachte der fest verbau-

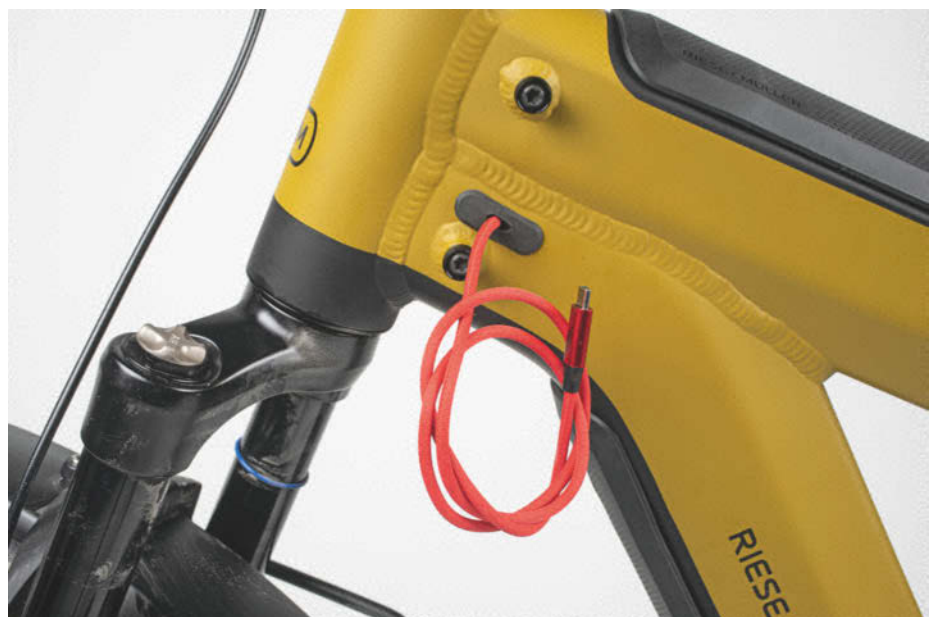
te USB-C-Anschluss also kaum Vorteile, zumal das USB-Kabel mit 31 Zentimeter nicht besonders lang war. Man hätte also eine USB-C-Verlängerung vorsehen müssen. Auf diese zusätzliche Fehlerquelle wollte ich gern verzichten.

Also wanderte das Gyvrn-Modul ins E-Bike. Damit das im Steuerkopfbereich genug Platz hat, sägte ich noch die beiden Befestigungsbohren links und rechts ab. In die Versorgungsleitung des Moduls kam noch eine Sicherung (500 mA, träge), aus Platzgründen in Form einer fest verlöteten Miniatur-Topfsicherung. Alle Verbindungsstellen wurden mit Schrumpfschlauch isoliert. Damit das Reglermodul im Hohlraum während der Fahrt nicht rumklappert und so eventuell Kabel beschädigt, wurde es mit Gummistreifen beklebt.

Als provisorische Verbindung zum Smartphone dient erst einmal ein abgeschnittenes und an die Plus- und Minusausgänge des Reglers gelötetes USB-C-Kabel. Beim ersten Test war dann die Enttäuschung groß: Das Smartphone wurde zwar geladen, aber nur mit maximal 500 mA. Abhilfe schaffte erst eine Brücke zwischen der Rx- und Tx-Leitung am Kabel. Das System komplettiert noch eine Kappe für den USB-Stecker, die ihn bei Nichtbenutzung vor Regen schützt.

## Elegant kommt später

Meine aktuelle Ladelösung ist noch nicht der Weisheit letzter Schluss. Die Idee, ins E-Bike einen echten USB-C-PD-fähigen



**Aktuell kommt das USB-C-Ladekabel noch aus einer Gummikappe an der linken Seite des Steuerkopfes.**



# Ein Hoch auf Brotkasten und Co.!

NEU



Auch als  
PDF zum  
Download



## Retro Gamer Spezial Heimcomputer

VC-20, Acorn BBC Micro, Sinclair ZX 81, Commodore 64, Sinclair Spectrum, Apple II, Atari 800 XL, Schneider CPC, Atari ST und Commodore Amiga - die zum Teil vergessenen Stars dieses brandneuen Sonderheftes!

Über 150 Spiele-Klassiker auf den wichtigsten Maschinen der 1980er beleuchtet das neue Retro Gamer-Sonderheft auf fast 200 Seiten: Bard's Tale, Zak McKracken, Defender of the Crown, Another World und viele viele mehr.

[shop.heise.de/rg-homecomputer](http://shop.heise.de/rg-homecomputer)

16,95 € >

 heise Shop

[shop.heise.de/rg-homecomputer](http://shop.heise.de/rg-homecomputer) >

> Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

© Copyright by Heise Medien.





**Um eine USB-C-Buchse am E-Bike anzubringen, gibt es verschiedene Optionen mit mehr oder weniger großem Einbauaufwand.**

Laderegler zu integrieren ist noch nicht vom Tisch. Allerdings muss ich dazu noch nach passenden Modulen suchen. So einen Regler von Grund auf neu zu entwickeln erscheint mir momentan zu aufwendig – vielleicht wird das ja ein Winterprojekt.

Am Aussehen des Ladeanschlusses will ich hingegen noch feilen. Das aus dem Steuerkopf kommende USB-Kabel ist wirklich nicht schön. Besser wäre es, in die am Rahmen vorhandene Aussparung eine USB-C-Buchse zu integrieren. Ein passendes 3D-Druckteil ist bereits in Arbeit und USB-C-Buchsen sind in den verschiedensten Bauformen zu finden. Auf die eingebaute Buchse gehört dann noch ein Blindstopfen aus Gummi, der Regen fernhält. Damit das Laden mit mehr als 500 mA an der USB-Buchse auch funktioniert, muss die Buchse noch je eine Brücke zwischen den Anschlüssen A6 und A7 sowie zwischen B6 und B7 bekommen – fehlt eine der beiden Brücken, lädt das Smartphone später nur in einer der beiden möglichen Steckerpositionen mit höherem Strom. Für die Verbindung zum Smartphone



**Vorsicht beim Einkauf der Bosch-Kabelbäume: Es sind auch Versionen mit nur dreipolig bestückten Steckern und Buchsen im Umlauf.**

käme dann ein konventionelles USB-C-Kabel mit abgewinkelten Steckern zum Einsatz.

## Viele Akkus laden

Eine weitere Schwachstelle des Bosch-E-Bike-Systems mit zwei Akkus pro Rad machte sich erst auf längeren Touren mit wechselnden Unterkünften bemerkbar. Zum einen muss man zwei Ladegeräte mit sich herumtragen, wenn man nicht mitten in der Nacht aufstehen will, um das Ladegerät ans andere E-Bike zu klemmen. Zum anderen bietet längst nicht jede Unterkunft eine Steckdose in der Nähe der Fahrrad-Abstellplätze. Manche Hoteliers untersagen zudem das Laden von E-Bikes in der Garage. Dann heißt es Akkus ausbauen und auf dem Zimmer laden. Das kann bei vier einzeln zu ladenden Akkus zu einer abend-, wenn nicht sogar nachtfüllenden Beschäftigung werden. Ein leerer Power-Tube 625 benötigt knapp fünf Stunden Ladezeit für eine Vollladung mit dem Standardladegerät, mit dem 6A-Schnelllader muss man immer noch gut drei Stunden Ladezeit pro Akku einplanen. Da wäre es doch schön, wenn man mehrere Akkus ans Ladegerät klemmen könnte, und diese die ganze Nacht lang mit Energie zu befüllen.

Leider bietet weder Bosch noch irgendein Zulieferer passende Ladekabel zum Anschluss mehrerer Akkus an ein Ladegerät an. Kurzzeitig gab es mal sogenannte Y-Kabel als Ersatzteil von Bosch, mit dem immerhin zwei Akkus gleichzeitig geladen werden konnten. Das Kabel ist aber irgendwie nicht mehr zu bekommen. Zudem wäre das für mich erst die halbe Miete, denn mehr als zwei Akkus lassen sich daran auch nicht anschließen. Also doch weiter zwei Ladegeräte mitschleppen und bei unkooperativen Herbergen des Nachts umstöpseln?

## Lade-Spider

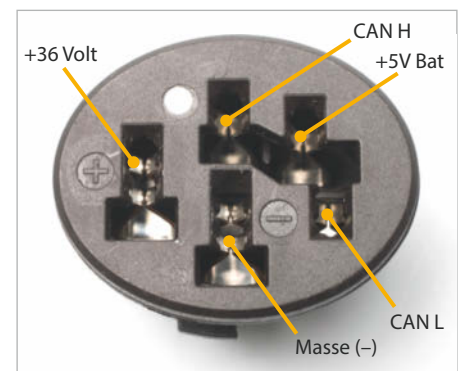
Da muss sich doch was bauen lassen, ging es mir nach der ersten Tour mit nächtlicher Ladeweckung durch den Kopf. Doch Bosch hat es seinen Kunden nicht leicht gemacht: Die speziellen Buchsen und Stecker für Akku und Ladegerät sind einzeln nicht zu bekommen. Zudem verrät Bosch nicht, wie Stecker und Buchsen belegt und wie diese verdrahtet werden müssen, damit mehrere Akkus gleichzeitig geladen werden können. Nach einiger Sucherei im Internet gelang es mir immerhin, eine Quelle für Stecker und Buchsen aufzutreiben: Einige Fahrradversandhändler bieten Bosch-Kabelbäume



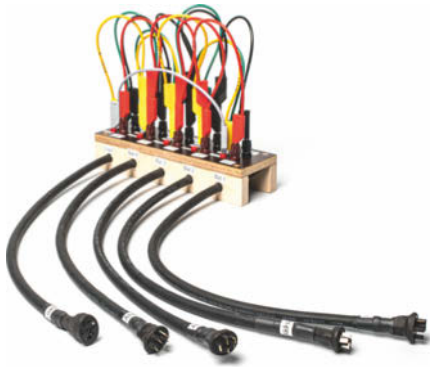
**Stecker- und Buchsen-Lieferant: Der Kabelbaum ist als Bosch-Ersatzteil im Handel zu haben.**

als Ersatzteil an. Beim Einkauf muss man hier allerdings darauf achten, eine Version mit 5-poligen Anschlüssen zu erwischen. Es sind auch noch einige mit 3-poligen Steckern und Buchsen im Umlauf. Als günstigstes Modell entdeckte ich den Kabelbaum mit der Bosch-Nummer BCH2211 270 015 367. Er wird um die 30 Euro teuer angeboten und spendiert sowohl eine 5-polige Buchse als auch einen passenden Stecker. Für mein Projekt musste ich also vier Kabelbäume schlachten – ein wirklich teurer Spaß. Wer gute Beziehungen zum E-Bike-Händler seines Vertrauens pflegt, kommt eventuell günstiger an passende Stecker und Buchsen.

Beim Ausschachten der Kabelbäume sollte man mit Bedacht vorgehen. Bosch hat die Kabel intern verschweißt und nicht gelötet. Beim Stecker ist das kein Problem – die Anschlüsse dort lassen sich mit einem geregelten Lötkolben gut mit neuen Kabeln versehen. Ganz anders



**Die beiden großen Kontakte für Plus und Minus kennzeichnet Bosch noch auf Steckern und Buchsen. Die übrigen Kontakte muss man sich „ausklingeln“.**



**Für eine genauere Analyse des Bosch-E-Bike-Systems bastelte ich mir einen Adapter.**

sieht das bei der Buchse aus. Darin ist Federstahl verbaut, der sich partout nicht löten lässt. Bei der Demontage muss man deshalb ein ausreichend langes Kabelende an der Buchse lassen, um an diesem später die eigenen Kabel anzulöten. Alle Lötverbindungen sollten zur Isolierung und zur Erhöhung der Stabilität mit Schrumpfschlauch isoliert werden. Darüber kommt bei den Steckern eine Lage Heißkleber und dann kann man mit mehreren Lagen unterschiedlich großer Schrumpfschläuche so etwas wie einen Griff nachformen.

Nachdem Stecker und Buchsen jetzt vorhanden sind, geht es an die Erforschung der Verkabelung. Durch Ausklingeln der Verdrahtung von Akkus und Ladebuchse an meinem E-Bike kam ich nicht besonders weit – einzig die Plus- und Minus-Kontakte waren bei allen drei Anschlüssen eindeutig parallel geschaltet. Die beiden CAN-Bus-Leitungen schienen auch parallel geschaltet zu sein, ganz eindeutig ließ sich das aber aufgrund der Leitungsabschlusswiderstände nicht belegen. Eine Demontage des Fahrrads, um die Kabelführung direkt zu verfolgen, kam für mich nicht infrage. Auch die +5V-Bat-Leitung war per Durchgangsmessung nicht eindeutig zu verfolgen. Am im oberen Rahmenrohr untergebrachten sekundären Akku war die in jedem Fall nicht verbunden. Der im unteren Rahmenrohr sitzende primäre Akku schien hingegen mit der entsprechenden Leitung der Ladebuchse verbunden zu sein.

### Experimentierfeld

Um dem Bosch-System genauer auf den Zahn fühlen zu können, bastelte ich mir also erst mal ein Experimentierbrett mit

einem Anschluss fürs Ladegerät und vier Steckern zu den Akkus. Der erste Versuch mit einem an Experimentierbrett und am Ladegerät angeschlossenen Akku und durchverbundenem CAN-Bus war ein Fehlschlag: Der Akku blieb passiv und wurde nicht geladen. Erst als die +5V-Bat-Leitung mit verbunden war, wurde der Akku mit Energie betankt. Das erfolgte allerdings nur mit maximal vier Ampere – am E-Bike lädt der zum Testen verwendete Schnelllader den Akku hingegen mit maximal 6 Ampere. Bei zwei angeschlossenen Akkus erfolgt die Ladung stufenweise abwechselnd für jeden Energiespeicher.

Ein Blick auf den Datenverkehr auf dem CAN-Bus machte wenig Hoffnung: Anscheinend verwendet Bosch zum Aktivieren der Akkus eine Art Challenge-Response-Handshake, bei dem der Akku stets die richtige Antwort liefern muss, damit die Ladung mit sechs Ampere erfolgt. Diese Antwort variiert anscheinend bei jeden neuen Kontakt. Hier kam ich also nicht weiter.

Aufgeben wollte ich aber noch nicht. Auch wenn die Akkus nur mit maximal vier Ampere geladen werden, ersparte mir das ja das nächtliche Umstöpseln des Ladegeräts. Im nächsten Schritt entfernte ich also die CAN-Bus-Verbindungen und verband lediglich Plus, Minus und +5V Bat. Das Ergebnis war erfreulich: Alle vier angeschlossenen Akkus wurden vom Ladegerät mit Energie versorgt. Der Ladestrom verteilte sich dabei entsprechend der Restkapazität der angeschlossenen Akkus. Zunächst floss der meiste Strom in den Akku mit dem niedrigsten Ladestand, dann folgten Schritt für Schritt die anderen Akkus. Das Ladegerät erhöhte dabei die Ladespannung langsam von 36 auf bis zu 42 Volt. Hatte ein Akku dieses Ladeniveau erreicht, schaltete er sich ab, bis zum Schluss alle vier Akkus voll und abgeschaltet waren.



**Ein Ausblick auf die spätere Lösung: Die USB-C-Buchse sitzt hier in einem angepassten Element, das die Öffnung im Rahmen verschließt. Eine zusätzliche Kappe schürzt die Buchse vor Regen.**

Damit stand die Konfiguration meines „Lade-Spiders 1.0“: Jeder Stecker bekam eine dreipolige Leitung (H05RR-F 3G1mm<sup>2</sup>), angeschlossen an Plus, Minus und +5V Bat. Die Kabel treffen sich in einem kleinen Gehäuse (50 mm × 52 mm × 38 mm), in das ich eine Buchse für das Ladegerät eingebaut habe. Im Gehäuseinneren sind die jeweiligen Kabel miteinander verlötet, mit Schrumpfschlauch isoliert und anschließend mit Heißkleber verfüllt.

Natürlich ist dieser 4-Ampere-Lade-Spider keine Ideallösung. Schöner wäre es, wenn die Akkus wie am E-Bike mit vollen sechs Ampere im Schnelllademodul befüllt würden. Da Bosch aber weder technische Hintergründe zu seinem E-Bike-System verrät noch selbst passende Ladekabel zum Laden mehrerer Akkus anbietet, ist das zumindest schon mal ein erster Schritt. Ganz aufgegeben habe ich die Hoffnung aber nicht, doch noch eine Methode zu finden, vier Akkus am Bosch-Schnelllader gleichzeitig anzuschließen. (gs@ct.de) **ct**

**Weitere Infos:** [ct.de/yn87](https://ct.de/yn87)



**Der fertige „Lade-Spider“ ermöglicht das parallele Laden von vier Bosch-Akkus – allerdings nur mit einem maximalen Ladestrom von 4 Ampere.**

# Jitsi as an App

## Videochat mit Jitsi Meet SDK Samples in eigene Apps und Webseiten einbauen

**Wer eine eigene App mit Videochatfunktion programmieren möchte, ohne selbst viel Code schreiben zu müssen, dem bietet Jitsi as a Service eine mögliche Lösung. Damit binden Sie das Videokonferenzprogramm Jitsi in eigene Apps und Webseiten ein.**

Von Kim Sartorius

Bei Jitsi as a Service handelt es sich um ein eigentlich kostenpflichtiges-Angebot von Jitsi Hersteller 8x8, das Sie mit bis zu 25 Teilnehmern gratis nutzen können. Dafür registrieren Sie sich mit Ihrer Mail-Adresse unter [jaas.8x8.vc](https://jaas.8x8.vc). Wenn Sie Jitsi in Ihre eigene Webseite einbinden möchten, fügen Sie einen HTML-Code-Schnipsel per Copy & Paste ein, den 8x8 zur Verfügung stellt.

Jitsi als eigene App auf dem Smartphone laufen zu lassen ist in der Theorie ebenso einfach: Dafür laden Sie die Samples des Jitsi Meet SDK von GitHub für Android oder iOS herunter, öffnen und kompilieren den Code in einer integrierten Entwicklungsumgebung (IDE) wie Android Studio oder Xcode und laden das Ergebnis auf Ihr Smartphone. Je nachdem, mit welcher Programmiersprache Sie sich wohler fühlen, gibt es den fertigen Code für Android in Java oder Kotlin; für iOS gibt es neben Swift auch ObjectiveC. Eine Anleitung dazu, wie Sie Jitsi als Videochat in Ihre selbst geschriebene App integrieren, haben wir über [ct.de/ytg3](https://ct.de/ytg3) verlinkt.

In der Praxis gibt es allerdings ein paar Stolpersteine, die Android-Studio-Einsteigern und App-Entwickler-Neulingen das Leben schwer machen können. Dieser Artikel gibt einen kurzen Überblick darüber, welche Dateien und Skripte Android Studio zum Bauen einer App benötigt und

wie Sie die App auf einem Android-Smartphone testen. Außerdem zeigen wir Ihnen, wie Sie das Aussehen der App anpassen und Ihr Smartphone auf den Computer spiegeln. Das ist nützlich, wenn Sie Kollegen oder Freunden die App per geteiltem Bildschirm zeigen wollen.

### Das Manifest und Gradle

Zunächst laden Sie den fertigen Code für Android vom GitHub-Repository [jitsi/jitsi-meet-sdk-samples](https://github.com/jitsi/jitsi-meet-sdk-samples) herunter. Wir haben uns für die Java-Variante entschieden, weil das unter Android die häufigste Spra-

che für App-Programmierung ist und es dafür viele Hilfen und Codebeispiele im Internet gibt. Anschließend öffnen Sie Android Studio. Eine ausführliche Anleitung dafür, wie Sie ein eigenes Android-Studio-Projekt Schritt für Schritt einrichten, finden Sie unter [ct.de/ytg3](https://ct.de/ytg3)

Jede Android-App benötigt bestimmte Dateien und Ressourcen, die Android Studio beim Erstellen eines neuen Projekts automatisch für Sie anlegt und die auch in den Samples des Jitsi Meet SDK enthalten sind. Dazu gehört die Datei `AndroidManifest.xml`, die standardmäßig im Wurzelverzeichnis der App unter `app/manifests` liegt. Sie muss in jedem Android-Projekt vorkommen und darf nicht umbenannt werden. `AndroidManifest.xml` enthält Informationen, die das Android System braucht, um eine App zu installieren und auszuführen. Eine detaillierte Beschreibung möglicher Komponenten von `AndroidManifest.xml` finden Sie unter [ct.de/ytg3](https://ct.de/ytg3).

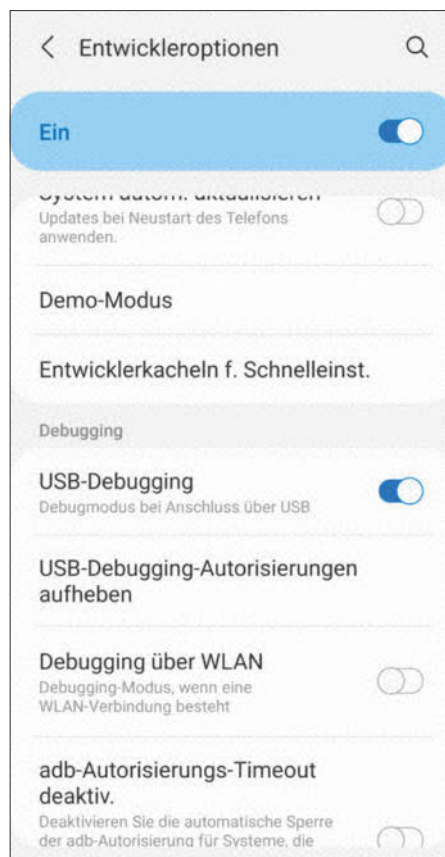
Zu den Standard-Dateien, die jedes Android Projekt mitbringt, gehören zudem Gradle Scripts. Das sind Build-Tools, die dafür sorgen, dass die App kompiliert wird. Wenn Android Studio einen Build-Fehler beim Öffnen des Jitsi-Meet-Projekts anzeigt, müssen Sie zunächst die SDK-Lizenz annehmen. Das geht über einen Link aus dem Build Logfile. Wenn alles in Ordnung ist, ändert der Gradle-Ordner in der Projektstruktur seine Farbe von grau zu orange.

### Aussehen der App anpassen

Eine weitere wichtige Datei ist `MainActivity.java`. Sie ist der Startpunkt jedes Java-basierten Android Projekts. In ihr legen Sie etwa fest, welche Ansicht die App beim Öffnen anzeigt. Wenn Sie die „Jitsi Meet SDK“-App auf Ihrem Smartphone öffnen, erscheinen standardmäßig ein Bildschirm mit einem Textfeld zur Eingabe des Raumnamens und einem Knopf mit der Aufschrift „Join“, mit dem Sie der Videokonferenz beitreten. In dieser Datei legen Sie auch fest, über welchen Server Sie Ihre Videokonferenz starten wollen. Standardmäßig geschieht das bei Jitsi über `meet.jitsi`. Um Ihren eigenen Server einzutragen, ändern Sie die Server URL in der `onCreate`-Methode. Im Code sieht das folgendermaßen aus:

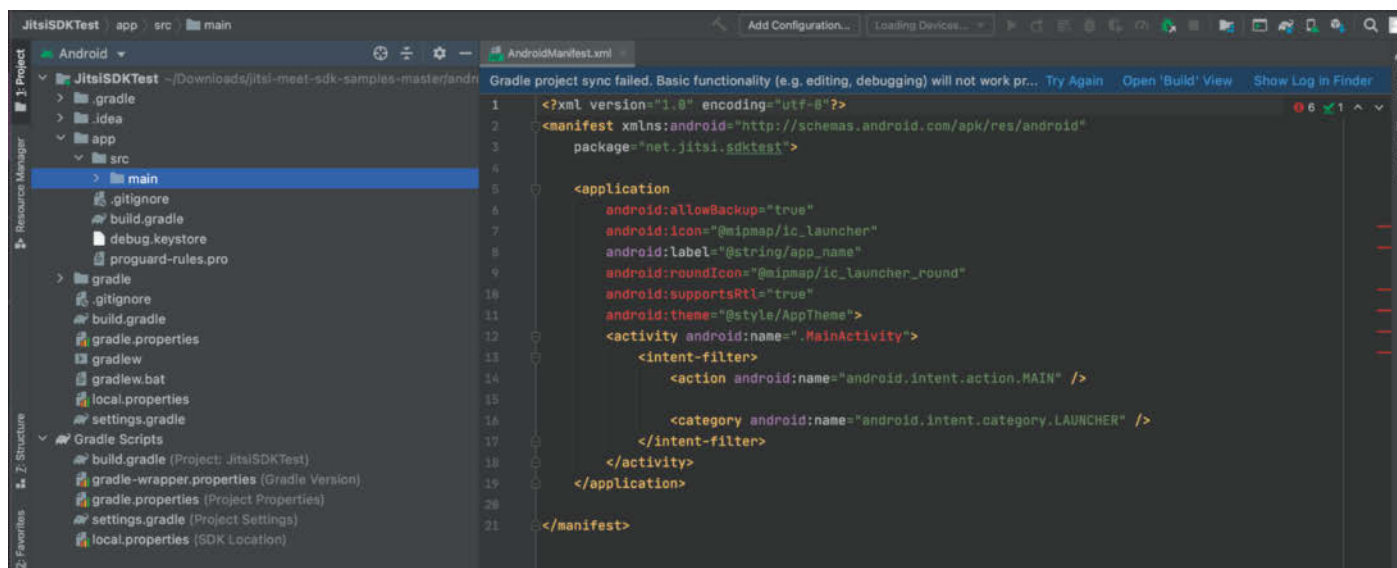
```
serverURL = new URL("https://IhreJitsiURL.de/");
```

Wenn Sie den Knopf neu beschriften oder ihm eine andere Farbe geben wollen, geht



**Um das Smartphone mit Android Studio zu verbinden, aktivieren Sie die Entwicklungsoptionen und schalten wahlweise das USB- oder das WLAN-Debugging ein.**





Bei Problemen mit Gradle kann Android Studio das Jitsi Meet-Projekt nicht kompilieren. Ein Blick ins Build Log hilft oftmals weiter.

das über die Datei `activity_main.xml`. Sie liegt im Ordner „res“ unter „layout“ und ist für das Aussehen der App verantwortlich. Änderungen an der `activity_main.xml` beeinflussen auch die Dateien `colors.xml`, `strings.xml` und `styles.xml`, die im „values“-Ordner liegen. Wenn Sie beispielsweise den Knopf text von „Join“ zu „Beitreten“ ändern wollen, ersetzen Sie in `activity_main.xml`

```
android:text="join"
```

durch

```
android:text="beitreten"
```

In Android Studio führt das zu einem Hinweis: Die IDE rät Ihnen, „beitreten“ als `@string`-Attribut zu verwenden. Akzeptieren Sie diesen Vorschlag, ändert Android Studio den Code in `android:text="@string/beitreten"` und legt in `strings.xml` ein `String`-Attribut an:

```
<resources>
    <string name="beitreten">
        beitreten</string>
</resources>
```

Umgekehrt geht das auch: Wenn Sie in `colors.xml` beispielsweise via

```
<color name="XtremeGreen">#00FF00</color>
```

ein `color`-Attribut namens „XtremeGreen“ mit dem Farbcode `#00FF00` hinzufügen,

können Sie darauf in `activity_main.xml` zugreifen, um den Hintergrund des Buttons grün zu färben:

```
android:background="@color/XtremeGreen"
```

Ob Sie den Vorschlag von Android Studio annehmen, die Änderung als `String` in die `strings.xml` zu übernehmen, ist Ihnen überlassen. Es ist aber sinnvoll, die Attribute auf diese Art zu referenzieren, da Sie so jedes Vorkommen des Attributs in allen Layouts gleichzeitig aktualisieren, indem Sie einfach die Datei `strings.xml` bearbeiten.

## Die App zeigen

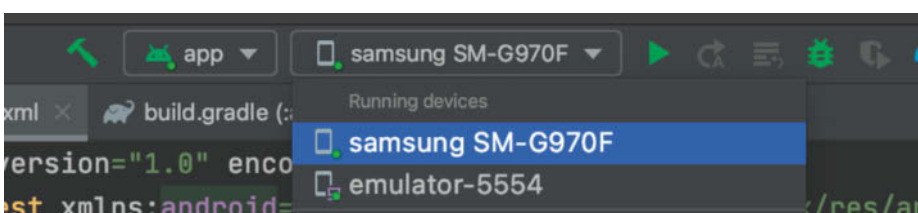
Damit Android Studio Ihr Smartphone erkennt und Sie Ihre App darauf testen können, bedarf es zunächst ein paar Einstellungen auf dem Smartphone. Unter Android 11 aktivieren Sie dafür unter „Einstellungen“ die Entwickleroptionen und das USB-Debugging. Wenn Sie Ihr Smartphone jetzt per USB-Kabel mit Ihrem Rechner verbinden, erkennt Android Studio es und Sie können Ihre angepasste Jitsi

Meet-App darauf laufen lassen und Teilnehmer per Link hinzufügen.

Um die App auf Ihrem Desktop zu sehen und sie anderen Leuten per geteiltem Bildschirm zu zeigen, können Sie eine Software wie Vysor nutzen (siehe [ct.de/ytg3](https://ct.de/ytg3)). Diese gibt es für macOS, Windows, Chrome OS und Linux. Einmal installiert, erkennt Vysor, wenn Sie ein Smartphone per USB mit Ihrem Rechner verbinden und zeigt dessen Inhalte an. Sie können das Smartphone auch mit Ihrer Maus und Tastatur bedienen.

Wenn Sie kein Android Smartphone zur Hand haben, können Sie ein Endgerät auch emulieren. Das geht über den Android Virtual Device Manager (AVD), den Sie in Android Studio über das Menüleistensymbol mit einem Smartphone und einem grünen Android-Männchen aufrufen. Sollten Sie auf einem M1-Mac arbeiten, funktioniert das nicht. In diesem Fall können Sie den `android-emulator-m1` von GitHub verwenden. Beide finden Sie über [ct.de/ytg3](https://ct.de/ytg3). (kim@ct.de) **ct**

**Anleitungen, Tools und Software:**  
[ct.de/ytg3](https://ct.de/ytg3)



Nach wenigen Einstellungen im Smartphone erkennt Android Studio das Gerät und lädt Ihre App darauf.



Bild: Sven Haub

# Raspi-Horchposten

## Mit Nzyme das eigene WLAN auf verdächtige Aktivitäten überwachen

**WLAN ist praktisch, birgt aber auch viele Risiken: Jeder in Funkreichweite kann Router und Clients attackieren – und zwar weitgehend unbemerkt. Ein Raspi mit Nzyme schlägt Alarm, wenn sich jemand an Ihrem Netz zu schaffen macht.**

Von Tomas Jakobs

**D**rahtlose Netzwerke sind vielen Gefahren ausgesetzt: Mittels Deauthentication können Angreifer WLAN-Clients beispielsweise zwingen, die Verbindung zur Basisstation zu trennen. Das geschieht entweder aus Spielerei oder um sie zu einer Verbindung mit einem Zugangspunkt unter Kontrolle der Angreifer zu animieren, der das WLAN-Netz der ursprünglichen Basisstation imitiert. Das Ziel ist, den Datenverkehr auszulesen oder zu manipulieren (Man-in-the-middle-Attacke). All das ist längst kein Hexenwerk mehr, es gibt sogar einsatzfertige Hacking-Gadgets, die

Standardangriffe auf Knopfdruck ausführen [1].

Normalerweise bekommt man von WLAN-Attacken bestenfalls etwas mit, wenn die Angreifer längst ins Netzwerk eingestiegen sind. Doch Sie können vorbeugen und mit Nzyme aktiv nach auffälligen WLAN-Aktivitäten scannen.

So bekommen Sie schnell mit, wenn etwa ein neues Netz in der Umgebung

auftaucht, das Ihrem verdächtig ähnelt oder Ihre Geräte fremdgesteuert angewiesen werden, die Verbindung zu kapfen. Die nötige Hardware kostet nur ein paar Euro und einen passenden Raspi



haben Sie vielleicht sogar schon in der Schublade.

Das Open-Source-Projekt Nzyme fungiert als Wireless Intrusion Detection System (WIDS), also als Alarmanlage für Drahtlosnetzwerke. Gerade erschien die Version 1.1.1, welche die größten Kinderkrankheiten hinter sich gelassen hat. Das Release bietet eine gute Gelegenheit zu erklären, wie Sie Nzyme in Betrieb nehmen und das eigene WLAN vor neugierigen Augen schützen. Entdeckt Nzyme Anomalien im Funkverkehr, warnt es in der Weboberfläche und versendet auf Wunsch E-Mails an den Administrator.

### Frame-Sammler

Nzyme arbeitet im Hintergrund als Sniffer für die sogenannten WLAN-Management-Frames. Drahtlosgeräte senden Management-Frames meist unverschlüsselt, um Informationen auszutauschen. Sie machen so beispielsweise auf sich aufmerksam oder bereiten einen WPA-Handshake vor. Der Unterschied zu den bekannten Sniffen aus Pentesting-Werkzeugsammlungen liegt in der konsequenten Ausrichtung auf automatisiertes Schnüffeln und Warnen. Im Idealfall wird Nzyme stationär auf die Lauer gelegt und sich selbst überlassen. Fachkenntnisse über den Aufbau von WLAN-Paketen sind für den Betrieb von Nzyme nicht nötig. Die Software überwachte für diesen Artikel über einen Monat das heimische Netzwerk des Autors und konnte die eigenen Hackingversuche erfolgreich aufspüren.

Der Nzyme-Entwickler Lennart Koopmann hat das Tool für den Raspi konzipiert. Der Dokumentation zufolge reicht für klei-



**Für Nzyme genügt ein Raspberry Pi 3 oder neuer. Dazu brauchen Sie einen WLAN-USB-Stick, der den Monitor-Modus beherrscht.**

ne Heimnetze bereits ein Raspi 3. Für diesen Artikel diente ein Raspi 4 mit 4 GByte Arbeitsspeicher als Testgerät. Bei Mesh-Drahtlosnetzwerken in Unternehmen empfehlen sich mehrere Raspis mit Nzyme für eine bessere Abdeckung der größeren Fläche. Diese können ihre Daten zur Auswertung an einen zentralen Log-Server im internen Netz schicken, beispielsweise an Graylog, das vom gleichen Entwickler stammt. So kann man kostengünstig auch große Netze scannen.

Zur Überwachung der Funkfrequenzen ist ein WLAN-Modul nötig, das den sogenannten Monitor Mode unterstützt. Ein preisgünstiger WLAN-USB-Stick, etwa mit Ralink-RT-Chipsatz, reicht schon aus. Wer nach einem Verwendungszweck

für ältere, nicht mehr gebrauchte WLAN-Sticks sucht, kann mehrere davon an seinem Raspi für Nzyme nutzen. Das bringt mehr WLAN-Management-Frames in kleineren Zeitabständen und führt zu einem besseren Lagebild, da Nzyme auf mehreren Frequenzen parallel schnüffeln kann. Im Praxistest kamen ein älterer Panda-Wireless-USB-Adapter (PAU06) sowie ein etwas moderneres Handelsware-No-Name-Gerät mit RT5572-Chipsatz für gerade einmal 15 Euro zum Einsatz. Darüber hinaus sollte Nzyme via Ethernetkabel mit dem lokalen Netzwerk verbunden sein, um seine Weboberfläche bereitzustellen und vor Anomalien im Drahtlosnetzwerk zu warnen.

### Installation

Nzyme installieren Sie wahlweise unter Debian, Ubuntu Server oder Raspberry Pi OS (ehemals Raspbian). Der Fokus liegt hier auf der Installation unter Debian 10 „Buster“. Mit Debian 11 „Bulleye“, das bei Redaktionsschluss kurz vor Veröffentlichung stand, kam es im Testlauf noch zu Problemen mit dem Channel-Hopping. Bei anderen Distributionen oder WLAN-Hardware können die einzelnen Installationsschritte abweichen und müssen angepasst werden. Grundkenntnisse und Transfervermögen im Umgang mit einem Linux-System werden vorausgesetzt. Debian-Images für den Raspberry Pi finden Sie im Downloadbereich der Debian-Webseite, die wir unter [ct.de/yyr1](http://ct.de/yyr1) verlinkt haben.

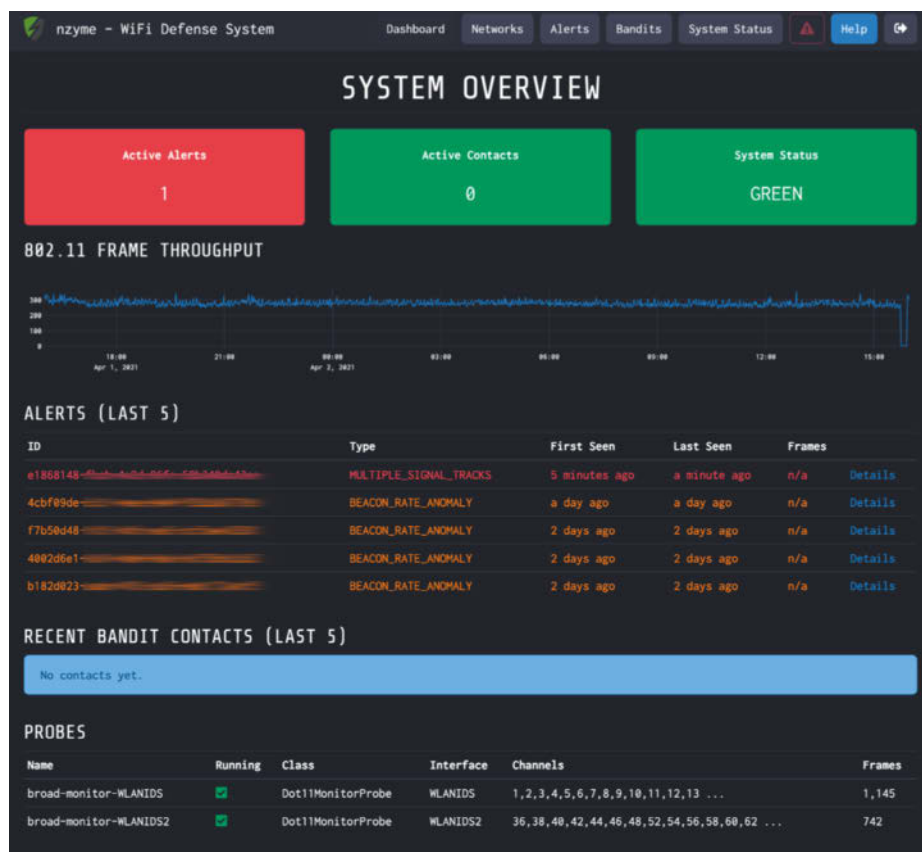
Nach der Debian-Grundinstallation und Sprachanpassungen bietet es sich an, den SSH-Server in Betrieb zu nehmen und

## WLAN-Management-Frames

Zur Überwachung des eigenen Netzes sammelt Nzyme WLAN-Management-Frames ein und meldet verdächtige Vorkommnisse, siehe dazu den Kasten „Verdächtige WLAN-Aktivitäten“ auf Seite 155. Neben Management-Frames gibt es auch weitere Arten von Frames, wie „control“, „extension“ und „data“, die für Nzyme nicht relevant sind. Management-Frames werden in der Regel unverschlüsselt gesendet und lassen sich in folgende Subtypen einteilen. Die Nzyme-Dokumentation ([ct.de/yyr1](http://ct.de/yyr1)) listet die sicherheitsrelevanten Management-Frames auf:

- **Authentication** ist der erste Schritt, um einem Drahtlosnetzwerk beizutreten. Je nach Verschlüsselungsverfahren (WEP, WPA) wird eine bestimmte Authentifizierungssequenz eingeleitet.
- Der **Association Request** folgt auf Authentication und fragt Ressourcen an der Basisstation an.
- Darauf folgt die **Association Response**. Wenn erfolgreich, dann darf das assoziierte Gerät weitere Frame-Arten senden, beispielsweise „data“ für Datenübertragung.
- Mit **Deauthentication** verlangt ein Drahtlosgerät die Trennung der Verbindung. Deauthentication muss von den anderen Geräten akzeptiert werden.
- **Beacon**: Basisstationen senden durchgängig solche Frames, um auf sich aufmerksam zu machen.
- **Probe Request**: Ein Drahtlosgerät sucht damit nach bekannten WLAN-Netzen.
- Zugangspunkte senden eine **Probe Response** als Antwort auf einen Probe Request und bestätigen ihre Anwesenheit.





In der intuitiv bedienbaren Weboberfläche ist das Dashboard die erste Anlaufstelle. Dort erfassen Sie auf einen Blick den Zustand des Systems. Verdächtige Aktivitäten springen direkt ins Auge.

von einem anderen Rechner aus mit dem Raspi zu arbeiten. Dazu sollten Sie unter Debian ein Passwort für root vergeben und in der Datei /etc/ssh/sshd\_config den Login via Passphrase erlauben (PermitRootLogin yes), falls Sie sich nicht mit SSH-Schlüsseln authentifizieren. Für Raspberry Pi OS konfigurieren Sie den SSH-Zugang mit dem Raspi-Imager-Tool vor [2]. Das Debian-Raspi-Image bringt nur den Nutzer root mit, unter Raspberry Pi OS setzen Sie „sudo“ vor die Befehle, um sie mit Systemverwalterrechten auszuführen. Besorgen Sie mit dem nachfolgenden Befehl zunächst die nötigen Abhängigkeiten und einige zusätzliche Pakete:

```
apt install libpcap0.8 sudo wget iw \
openjdk-11-jre-headless \
wireless-tools \
postgresql-11 iw \
firmware-ralink apt-transport-https -y
```

Falls Sie einen anderen WLAN-Chipsatz anstelle des hier verwendeten Ralink-Chipsatzes nutzen, dann ersetzen Sie „firmware-ralink“ durch das Paket des

Herstellers. Für Realtek wäre das beispielsweise „firmware-realtek“.

Stellen Sie im Anschluss sicher, dass das WLAN-Interface des Sticks, mit dem Sie scannen wollen, mit einem eindeutigen Namen ansprechbar ist. Einen Überblick über relevante Netzwerkinterfaces verschaffen Sie sich mit iwconfig. Tauchen in dessen Ausgabe die generischen Interface-Bezeichnungen wlan0 und wlan1 auf, dann müssen Sie Hand anlegen und feste Gerätenamen setzen. Vergeben Sie dazu zwei udev-Regeln im Verzeichnis /etc/udev/rules.d:

```
cat <<EOF >>/etc/udev/rules.d/\
70-persistent-net.rules
SUBSYSTEM=="net", ACTION=="add", \
DRIVERS=="?* ", \
ATTR{address}=="XX:XX:XX:XX:XX:XX", \
ATTR{dev_id}=="0x0", \
ATTR{type}=="1", \
KERNEL=="wlan*", NAME="IDSWLAN"
EOF
```

Falls Sie Nzyme unter Raspberry Pi OS installieren, benötigen Sie die udev-Re-

geln nicht und es genügt, den Symlink /etc/systemd/network/99-default.link zu löschen und den Raspi neu zu starten. Das System generiert dann automatisch einen festen Namen mittels der MAC-Adresse des Adapters, beispielsweise „wlx00c0ca971201“. Ersetzen Sie unter Debian im vorigen Befehl die XX-Platzhalter durch die MAC-Adresse des eigenen WLAN-Sticks, die Sie mit ip link show ermitteln. Der Name des Gerätes sollte einmalig sein und nicht in Konflikt mit anderen Geräten stehen. Verwenden Sie einen Namen ohne Bindestriche, Unterstriche und andere Sonderzeichen, denn die stören Nzyme beim Kanalwechsel. Als Beispielfür das Interface dient hier der Name „IDSWLAN“, mit dem Sie auf der sicheren Seite sind.

Nachdem Sie die erste Regel gesetzt haben, starten Sie den Raspi neu und vergeben Sie im Anschluss die zweite Regel:

```
cat <<EOF >>/etc/udev/rules.d/\
75-persistent-net-generator.rules
KERNEL!="wlan*|ath*|msh*|ra*|sta*|\
ctc*|lcs*|hsi*", \
GOTO="persistent_net_generator_end"
EOF
```

Nach einem weiteren Neustart sollte das WLAN-Interface unter dem Namen „IDSWLAN“ ansprechbar sein.

Im Anschluss gilt es, die PostgreSQL-Datenbank einzurichten, die Nzyme benötigt. Legen Sie dazu eine Datenbank mit Namen „nzyme“ und den Datenbank-User „nzyme“ an. Die Sternchen ersetzen Sie durch ein eigenes Passwort, das Sie sicher aufbewahren sollten.

```
sudo -H postgres psql -c \
CREATE DATABASE nzyme;
sudo -H postgres psql -c \
CREATE USER nzyme WITH ENCRYPTED \
PASSWORD '*****';
sudo -H postgres psql \
-c "GRANT ALL PRIVILEGES ON \
DATABASE nzyme TO nzyme;"
```

PostgreSQL bestätigt Ihnen die jeweilige Anweisung mit den Ausgaben „CREATE DATABASE“, „CREATE ROLE“ und „GRANT“. Als letzten Schritt vor der Installation des Nzyme-Paketes erstellen Sie mit dem Befehl echo -n XXXXXX | sha256sum ein Passwort-Hash zur späteren Anmeldung am Web-Interface. Ersetzen Sie XXXXXX durch das gewünschte Passwort.

Legen Sie den Hash (ohne den Bindestrich am Ende) für späteres Copy & Paste in eine temporäre Datei im Home-Verzeichnis ab.

Laden Sie nun mittels `wget` das Debian-Paket der aktuellen Nzyme-Version herunter. Bei Redaktionsschluss war das die Version 1.1.1 „Cherry Bomb“:

```
wget https://assets.nzyme.org/\
releases/nzyme-1.1.1.deb
```

Gleichen Sie die SHA256-Prüfsumme des Pakets mit der Zahlenfolge auf der Nzyme-Projektseite ab (`ct.de/yyr1`), um die Echtheit des Pakets zu prüfen. Fahren Sie mit der Installation via `dpkg` nur fort, wenn die Prüfsumme stimmt:

```
sha256sum nzyme-1.1.1.deb
dpkg -i nzyme-1.1.1.deb
```

## Nzyme konfigurieren

Nzyme kommt mit einer kommentierten Konfigurationsvorlage, die Sie einfach übernehmen und als Grundlage nutzen können:

```
cp /etc/nzyme/nzyme.conf.example \
/etc/nzyme/nzyme.conf
```

Ersetzen Sie nun mit einem Texteditor Ihrer Wahl die Beispielwerte in der Datei `/etc/nzyme/nzyme.conf` durch Ihre eigenen.

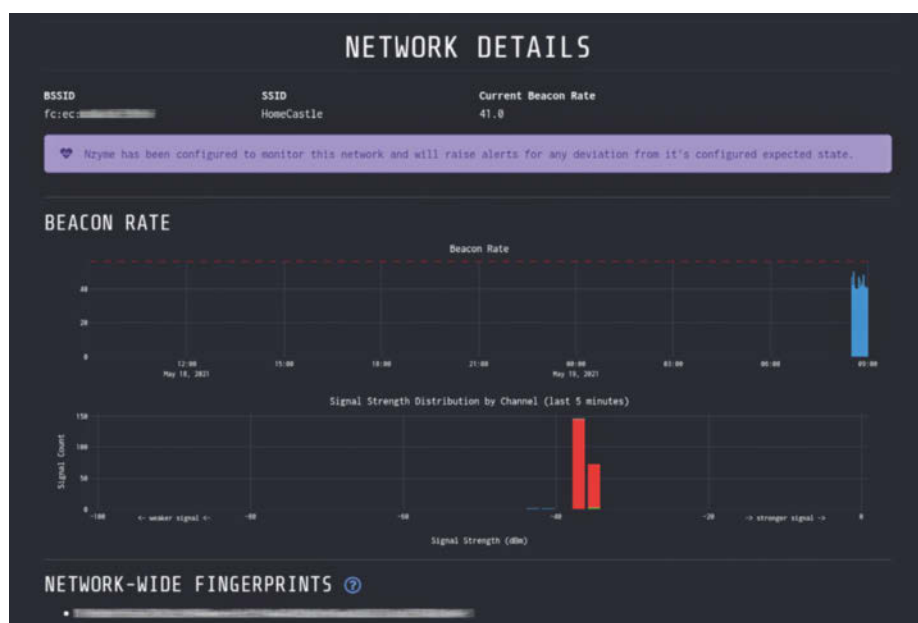
```
general: {
  role: LEADER
  id: nzyme-node-01
  admin_password_hash:
  database_path: "postgresql://localhost:5432/nzyme?user=nzyme&password=YOUR_PASSWORD"
```

```
python {
  path: /usr/bin/python3.8
  script_directory: /tmp
  script_prefix: nzyme_
}
```

Geben Sie im Abschnitt `general` Ihrer Nzyme-Instanz bei `id` einen eindeutigen Namen, der nur aus alphanumerischen Zeichen besteht. Tragen Sie bei `admin_password_hash` Ihren zuvor erstellten Passwort-Hash ein, den Sie in einer temporären Datei abgelegt haben. Der Punkt `database_path` zeigt den PostgreSQL-Verbindungsstring. Ersetzen Sie dahinter den Platzhalter `YOURPASSWORD` durch das eigene Datenbank-Passwort.

Gleichen Sie im Abschnitt `python` bei `path` die Vorgabe `/usr/bin/python3.8` mit Versionsnummer und Pfad der installierten Python-Version ab und korrigieren Sie falls nötig. Viele Distributionen setzen hier symbolische Verknüpfungen. Es ist ratsam, besser direkt auf das Python-Executable zu verweisen.

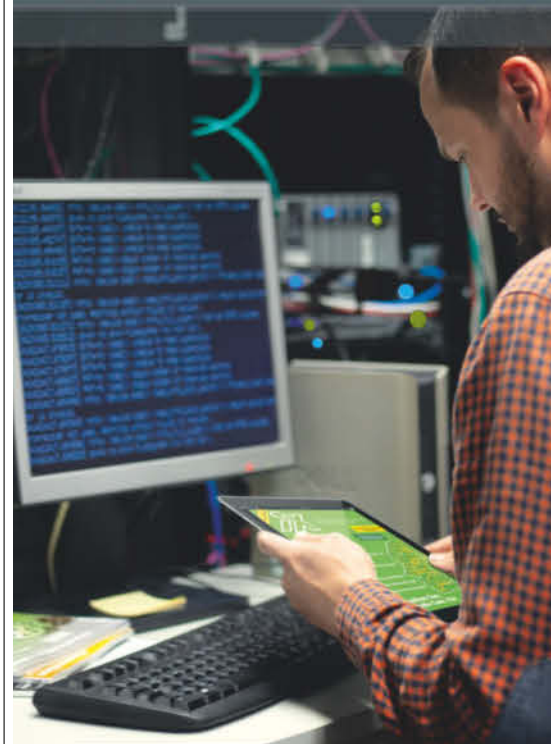
Den Abschnitt `alerting` mit den Angaben für E-Mail-Benachrichtigungen



Der Menüpunkt „Network Details“ listet Informationen wie Beacon-Rate und Signalstärke auf. Wenn Sie von hier die Werte für SSID, BSSID, Beacon-Rate und Network-Fingerprint in die Nzyme-Konfigurationsdatei kopieren, beginnt Nzyme das Netzwerk zu überwachen.

# Es gibt 10 Arten von Menschen.

## iX-Leser und die anderen.



3x testen

### Jetzt Mini-Abo testen:

3 digitale Ausgaben +  
Bluetooth-Tastatur  
nur 16,50 €

[www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-testen)

**iX**  
MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIK

[www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-testen)

[leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

49 (0)541 800 09 120

BSSID	Signal	Advertised Networks	OUI	SEC	FP	WPS
fc:ec:8d:00:00:00	-33 dBm	Home	Ubiquiti Networks Inc.	WPA2	1	
88:2a:00:00:00:00	-33 dBm	jak	Ubiquiti Networks Inc.	WPA2	1	
88:2a:00:00:00:00	-53 dBm	jak	Ubiquiti Networks Inc.	WPA2	1	
fc:ec:8d:00:00:00	-54 dBm	Home	Ubiquiti Networks Inc.	WPA2	1	
da:12:00:00:00:00	-55 dBm	DIE	unknown	WPA2	1	
dc:39:00:00:00:00	-67 dBm	Home	AVM Audiovisuelles Marketing und Computersysteme GmbH	WPA2	1	
b8:be:00:00:00:00	-70 dBm	devolo	devolo AG	WPA2	1	

Unter dem Menüpunkt „Networks“ listet Nzyme alle drahtlosen Netzwerke in Reichweite.

überspringen Sie zunächst. Bevor Nzyme bei jedem Alert Mails versendet, sollten Sie das System erstmal feintunen. Bei der ersten Inbetriebnahme kommt es üblicherweise zu vielen False-Positives.

```
interfaces: {
  rest_listen_uri: ↵
  "http://127.0.0.1:22900/"
  http_external_uri: ↵
  "http://127.0.0.1:22900/"
}

802_11_monitors: [
  {
    device: wlx00c0ca971201
    channels: ↵
    [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11]
    channel_hop_command: ↵
    "sudo /sbin/iwconfig {interface} ↵
    channel {channel}"
    channel_hop_interval: 1
    skip_enable_monitor: false
  }
]
```

Ersetzen Sie im Abschnitt `interfaces` die Vorgabe `127.0.0.1` durch die IP-Adresse des Raspi-LAN-Interfaces, unter der er im lokalen Netz erreichbar ist. Prüfen Sie außerdem, ob der Raspi von einem DHCP-Server im Netzwerk eine fest zugewiesene IP-Adresse erhält. Von besonderem Interesse ist der Abschnitt `802_11_monitors`. Überschreiben Sie dort bei `devices` den Platzhalter „`wlx00c0ca971201`“ mit dem fest gesetzten Namen des Interfaces, beispielsweise „`IDSWLAN`“. Die Liste der abzusuchenden Kanäle steht kommasepariert unter `channels`. Für das 2,4-GHz-Band sind das zum Beispiel die Kanäle von 1 bis 14. Eine vollständige Liste aller verfügbaren Ka-

näle eines WLAN-USB-Sticks verschafft Ihnen der Befehl `iwlist channel`.

Zum Schluss machen Sie Nzyme systemd als Dienst bekannt und führen die Software aus. Zukünftig startet Nzyme nach einem Neustart des Raspi automatisch:

```
systemctl enable nzyme
systemctl start nzyme
```

Nach einer kurzen Wartezeit steht das Nzyme-Webinterface unter der IP-Adresse des Raspi und dem Port 22900 zur Verfügung. Die Anmeldung erfolgt mit dem Benutzernamen „`admin`“ und dem zuvor bestimmten Passwort. Falls Nzyme nicht startet, besteht wahrscheinlich ein Problem mit der Konfigurationsdatei. Der Befehl `journalctl -xe` und ein Blick in die

Logdatei `/var/log/nzyme/nzyme.log` helfen bei der Fehlersuche.

## Nzyme auf das eigene Netzwerk ansetzen

Nun gilt es, Nzyme mit dem eigenen Drahtlosnetzwerk bekannt zu machen, damit es überwacht werden kann. Wechseln Sie dazu nach der Anmeldung im Web-Interface zum Hauptmenüpunkt „Networks“ und öffnen dort die „Network Details“ für Ihre Drahtlosnetzwerke. Dort lesen Sie die Angaben wie SSID, BSSID, Beacon-Rate und Netzwerk-Fingerprint ab und speichern sie zwischen. Damit ergänzen Sie die Informationen in der Nzyme-Konfigurationsdatei im Abschnitt `802_11_networks`.

```
ssid: mywifinetwork
channels: ↵
[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13]
security: [WPA2-PSK-CCMP]
beacon_rate: 40
bssids: [
  {
    address: "f0:9f:c2:dd:18:f6",
    fingerprints: [ 45933326ca0 ]
  }
]
```

Nach einem Neustart des Dienstes kennt Nzyme fortan ihr eigenes Netzwerk und dessen „Soll-Zustand“. Registriert Nzyme Abweichungen davon, zeichnet es diese auf und schlägt Alarm. Registriert Nzyme beispielsweise eine erhöhte Beacon-Rate, könnte dies darauf hindeuten, dass ein

**ALERT 9FF3B6B2-E88F-4D37-AB53-C381F23E0AA6** INACTIVE

Beacon rate anomaly detected for our SSID **9FF3B6B2-E88F-4D37-AB53-C381F23E0AA6**. Rate <60.0> is over threshold <60>.

**TIME**

First seen: 2021-08-08T22:21:03+02:00 (44 minutes ago)

Last seen: 2021-08-08T22:27:03+02:00 (38 minutes ago)

**META INFORMATION**

ssid: **9FF3B6B2-E88F-4D37-AB53-C381F23E0AA6**

bssid: 58:d5:6e:92:5b:2a

beacon\_rate: 66

beacon\_rate\_threshold: 60

**GUIDANCE**

One of our networks is sending beacon frames in a higher frequency than expected. This could indicate that an attacker is spoofing one of our access points and that their additional beacon frames are leading to this increase.

**POSSIBLE FALSE POSITIVES**

- The beacon frequency threshold is a manual nzyme config and might be set to a wrong value.
- A legitimate access point might have decided to increase the beacon rate. Try to adapt the beacon frequency threshold accordingly.

[Learn More](#)

**Nzyme schlägt Alarm: Zu jedem Alert liefert die Software eine Erklärung, warum die Anomalie auf einen Angriff hindeutet. Zur besseren Einordnung gibt es auch einen Hinweis, warum es sich um einen False Positive handeln könnte.**



Angreifer versucht Ihren Access-Point zu imitieren (Spoofing). Zu jedem Alert informiert Nzyme über das mögliche Angriffsszenario, liefert aber zur besseren Einordnung auch Erklärungen für „natürliche Ursachen“ der Anomalie.

## Alles im Blick

Das Dashboard ist die erste Anlaufstelle im Nzyme-Webinterface und zeigt den Status des Systems sowie mögliche Probleme an. Farbliche Statusanzeigen, Schnellübersichten der letzten Ereignisse und ein Graph über die vergangenen 24 Stunden verschaffen einen schnellen Situationsüberblick. Detailinformationen zu erkannten Drahtlosnetzwerken und Basisstationen finden Sie unter dem Hauptmenüpunkt „Networks“. Nzyme erstellt zum Unterscheiden einen möglichst eindeutigen Fingerprint. Dabei kann es vorkommen, dass einem Gerät mehrere davon zuteil werden, je nachdem, auf welchen Kanälen es sendet oder für welche Drahtlosnetzwerke es verantwortlich ist.

Eine Gesamtübersicht aller von Nzyme registrierten „Alerts“ findet sich unter dem gleichnamigen Hauptmenüpunkt. Lassen Sie sich anfangs von den vielen Alarmmeldungen nicht verunsichern. Wie jedes Messinstrument braucht ein frisch installiertes Nzyme ein wenig Feinkalibrierung und Zeit, bis die Anzahl falsch positiver Alarme sinkt. Dazu passen Sie beispielsweise den Schwellenwert der Beacon-Rate, den Sie als üblich beobachtet haben, in der Konfigurationsdatei entsprechend an. Mit etwas Herumprobieren sind die idealen Schwellenwerte für die Beacon-Rates der eigenen Basisstationen nach einigen Tagen gefunden, die naturgemäß etwas schwanken. Erst wenn die False-Positive-Alerts zurückgehen, sollten Sie die E-Mail-Benachrichtigungen einrichten, die Sie zuvor in der Konfigurationsdatei übersprungen haben.

## Wanted: Hacking-Gadgets und andere Banditen

Als Banditen bezeichnet Nzyme Geräte, die anhand ihrer Hersteller-Identifikation als typische Hacker-Werkzeuge wie beispielsweise Wifi-Pineapple oder Deauther erkannt werden. Eine Reihe davon haben wir in c't bereits unter die Lupe genommen [1]. Neben der vorgefertigten Liste von Nzyme können Sie aber auch selbst Banditen definieren und nachverfolgen, beispielsweise um ein mobiles Drahtlos-

## Verdächtige WLAN-Aktivitäten

Nzyme behält die eigenen Drahtlosnetzwerke im Blick und sammelt möglichst viele WLAN-Management-Frames ein. Die folgenden Anomalien weisen auf einen möglichen Angriffsversuch hin:

- Neue Zugangspunkte, die legitime Access-Points nachahmen (Rogue-AP), fallen durch minimale Unterschiede in den Zeitstempeln auf.
- Nutzt das eigene Netzwerk plötzlich abweichende Kanäle, bricht die Verbindung ab oder ändert den Verschlüsselungsmodus, kann das auf einen aktuellen Angriff hindeuten.

- Durch die Organizationally Unique Identifier (OUI), die ersten Bytes der MAC-Hardware-Adresse, werden populäre Hacker-Werkzeuge wie Pineapples oder ESP8266-Deauther identifiziert.
- Deauth-Frames, die Endgeräte von Basisstationen trennen.
- Anomalien bei Signalstärken, etwa zusätzlich aufgestellte Access-Points oder physisch manipulierte Basisstationen, beispielsweise abmontierte Antennen.
- Unterschiedliche oder unerwartete Probe Responses bekannter Geräte.

netzwerkgerät im Auge zu behalten, das in einer Firmenumgebung einen bestimmten Bereich nicht betreten oder verlassen darf.

Bei der Kombination unterschiedlicher WLAN-USB-Sticks kann es zu Problemen bei dem automatischen Kanalwechsel und dem Versetzen in den Monitor-Mode kommen. Ist das bei Ihnen der Fall, meldet Nzyme dies sowohl im Log als auch im Web-Interface. Ein Wechsel des WLAN-Dienstes von wpa\_supplicant zu iwid kann helfen. Die Dokumentation des Nzyme-Projektes, die wir unter [ct.de/yyr1](http://ct.de/yyr1) verlinkt haben, bietet Hilfestellung bei weiteren gängigen Problemen.

## Weitere Anpassungen

Nzyme schützt Ihre Drahtlosnetzwerke, indem es verdächtige Aktivitäten aufspürt. Vergessen Sie jedoch nicht, auch Nzyme selbst zu schützen. Web-Interface und SSH-Zugang sollten nur aus einem verkabelten Management-Segment des Netzwerks erreichbar sein. Außerdem sollten Sie Transportverschlüsselung mittels TLS aktivieren. Dazu hinterlegen Sie die Pfade zu den Zertifikaten in der Konfigurationsdatei.

Je nach Größe und Struktur eines Drahtlosnetzwerkes lohnt es sich, zur großflächigen Abdeckung mehrere Nzyme-Raspis als Messpunkte aufzustellen, die ihre gesammelten Daten an ein zentrales Log-Management weiterleiten. Wer mag, kann mit weiteren Nzymes mobile Tracker bauen, die mittels Messung der Signalstärke dem physischen Aufent-

haltsort von Banditen und Sniffen auf die Spur kommen. Eine Bauanleitung und zahlreiche weitere Hintergrundinformationen gibt es auf der Projekt-Webseite, die Sie über [ct.de/yyr1](http://ct.de/yyr1) finden.

## Fazit

Nzyme ist als Wifi-Intrusion-Detection-System (WIDS) eine sinnvolle Ergänzung zu bewährten IDS-Lösungen wie Snort oder Suricata. Es wird zum Auge und Ohr für jeden Admin von Drahtlosnetzwerken, die in Unternehmen oder von Anwendern im Vergleich zu festverkabelten Netzen manchmal stiefmütterlich behandelt werden. Im Selbsttest konnte Nzyme sowohl einen simulierten Lauschangriff als auch die Imitation des eigenen Access-Point mittels SSID-Spoofing (Rogue-AP-Attacke durch WiFi Pineapple von Hak5) erkennen und per Mail Alarm schlagen. Seine Stärke spielt Nzyme als automatisierte „Datenpumpe“ für eine zentrale Log-Auswertungssoftware wie Graylog aus, die nicht ganz ohne Zufall vom gleichen Entwickler stammt. (ndi@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Ronald Eikenberg und David Wischnjak, Böse und billig, Hacking-Gadgets, Gefahr durch angriffs-lustige Hardware, c't 18/2017, S. 64
- [2] Ronald Eikenberg, Raspi-Schnellstart, Raspberry Pi superschnell einrichten durch Vorkonfiguration, c't 11/2021, S. 132

**Nzyme-Projektseite, Dokumentation und Downloadbereich der Debian-Webseite:**  
[ct.de/yyr1](http://ct.de/yyr1)

# Telefonbande

## Mit der Fritzbox günstige Auslandsgespräche vermitteln

**Die Fritzbox ist eine kleine Telefonzentrale und bietet viele praktische Funktionen, um auch aus Telefonaten mehr herauszuholen. Kombiniert man die Optionen geschickt, landet ein Anruf auf einer deutschen Rufnummer kostengünstig im Ausland.**

Von Keywan Tonekaboni

**D**ank weit verbreiteter Messenger-Dienste und Videotelefonie ist es so einfach und günstig wie noch nie, mit Freunden und Verwandten im Ausland zu kommunizieren. Für manche ist die Bedienung solcher Techniken aber immer noch zu kompliziert und das Telefon stellt das Mittel der Wahl dar. Darüber sind Auslandsgespräche aber oft noch teuer und Call-by-Call-Nummern sind weder komfortabel noch abseits von Telekom-Festnetzanschlüssen verfügbar.

Mit einer digitalen Telefonanlage und einem günstigen Provider für Voice-over-IP (VoIP-Provider) kann man sich selbst oder Menschen aus dem eigenen Umfeld einen bequemen und günstigen Kommunikationskanal zu Bekannten in aller Welt bereitstellen. Die Grundidee: Anrufe auf eine in der Telefonanlage speziell programmierte Rufnummer landen automatisch bei einem vordefinierten externen Gesprächspartner. Infrage kommt das etwa für die eigenen (Groß-)Eltern, die Geschwister oder (Enkel-)Kinder in Übersee anrufen wollen und nur ein Festnetztelefon oder ein schlichtes Handy haben. Die brauchen nicht mehr zu tun, als eine neue Telefonnummer für das Familienmitglied im Ausland zu lernen. Einrichten lässt sich das besonders einfach mit einer Fritzbox, die in vielen Haushalten bereits vorhanden ist. Es lässt sich aber auch mit

einem Raspberry Pi mit Asterisk oder anderen Lösungen umsetzen.

Um diese Praxisanleitung umzusetzen, benötigen Sie eine halbwegs aktuelle Fritzbox – wir haben es auf einer 7530 mit FritzOS 7.27 getestet – sowie mindestens zwei Telefonleitungen. Die laufen entweder über einen einzigen VoIP-Anbieter oder sind auf mehrere verteilt. Meist spart man mit einem zusätzlichen VoIP-Anbieter dank günstigerer Tarife eine Menge Telefongebühren [1].

### Anschlüsse einrichten

Um den zusätzlichen Anschluss in Ihrer Fritzbox einzurichten, öffnen Sie im Fritzbox-Webinterface in „Telefonie/Eigene Rufnummern“ den Einrichtungsassistenten („Neue Rufnummer“). Suchen Sie aus der Liste der Telefonanbieter Ihren Dienstleister aus oder wählen Sie „Anderer Anbieter“. Tragen Sie dann die Zugangsdaten ein. Beachten Sie, dass diese von den gewohnten Zugangsdaten für das Kundencenter abweichen können. Die passenden Daten erhalten Sie bei Ihrem Anbieter, meist über das Kundenkonto.

Um die Einrichtung für die Kunden zu vereinfachen, können die Internetprovi-

der ihre Konfiguration über ein Fernwartungsprotokoll an die Fritzbox schicken. Dadurch können aber möglicherweise fremde Anbieteranschlüsse verschwinden. Haben Sie damit Probleme, schalten Sie unter „Internet/Zugangsdienste/Anbieterdienste“ die Funktion „Automatische Einrichtung durch den Internetanbieter zulassen“ ab.

### Durchgereicht

Eine naheliegende Option, um Anrufe über Ihren Anschluss weiterzuleiten, ist die Funktion „Callthrough“. Dabei rufen Sie Ihre Fritzbox an und melden sich mit einer PIN an. Danach können Sie über Ihre Fritzbox telefonieren. Für ein externes Gespräch geben Sie zunächst die 0 ein. Den Callthrough richten Sie unter „Telefonie/Rufbehandlung“ ein.

Callthrough mag für den Einzelnen praktisch sein, um vom Mobiltelefon günstig Anrufe ins Ausland zu führen. Für den genannten Personenkreis ist die Funktion aber weder besonders niedrigschwellig noch einfach zu bedienen.

### Regelwerk

Einfacher sind da Rufumleitungen. Hier haben Sie zwei Optionen: Der Anruf wird weitergeleitet, wenn eine bestimmte Nummer anruft oder wenn der Anruf auf einer bestimmten Nummer ankommt. Als Ziel der Weiterleitung können Sie eine beliebige Rufnummer einrichten. Lediglich zu bestimmten Sonderrufnummern wie 0900 oder 0137 gestattet die Fritzbox aus Sicherheitsgründen keine Weiterleitung.

Beide Optionen haben ihre Vor- und Nachteile. Lösen Sie die Weiterleitung

Status	Rufnummer	Anschluss	Anbieter	Vorauswahl
aktiv	0121	Internet	o2	*121#
aktiv	0122	Internet	sipgate	*122#
aktiv	0121	Internet	o2	*123#
aktiv	0122	Internet	o2	*124#
aktiv	0123	Internet	o2	*125#
aktiv	0124	Internet	o2	*126#

**Die Fritzbox kann mit bis zu 20 eigenen Rufnummern umgehen. Diese können dank VoIP auch von mehreren Anbietern kommen.**

durch die Rufnummer der Anrufer aus, dürfen diese ihre Rufnummer nicht unterdrücken. Außerdem können Sie für jede dieser fremden Rufnummern nur ein einziges Weiterleitungsziel festlegen. Der Ansatz eignet sich also nur für den Fall, wo beispielsweise nur eine Enkelin im Ausland wohnt und deren Großeltern sie erreichen wollen, einen selbst aber nie anrufen oder wenn, dann nur auf dem Handy.

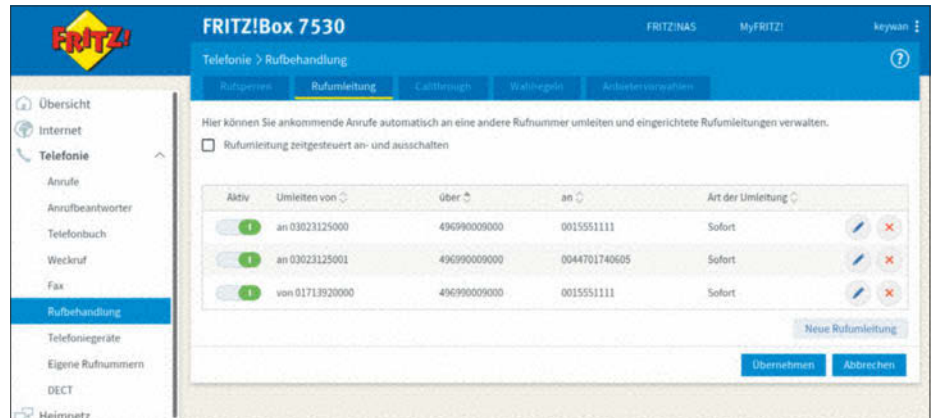
Flexibler sind die Regeln anhand der eigenen Rufnummern. Hier kann man für jede Nummer ein anderes Ziel festlegen. Über die für die Weiterleitung genutzte Rufnummer können Sie selbst in der Regel keine Anrufe mehr entgegennehmen und auch eine fremde Person, die zufällig die Nummer wählt, wird umgeleitet. Die dafür entstehenden Kosten müssen Sie dann auch übernehmen. Das Risiko hält sich aber in Grenzen, da die Tarife günstig sind und die Person, die das weitergeleitete Telefonat annimmt, vermutlich auch schnell wieder auflegt.

Sie brauchen zudem zusätzlich zu selbst genutzten Rufnummern für jedes Weiterleitungsziel eine weitere eigene Nummer. Falls in Ihrem Anschluss nicht ohnehin drei Rufnummern enthalten sind, bekommen Sie die Zusatznummern von vielen Festnetzanbietern für einen kleinen Aufpreis. Oft vermarkten die das weiterhin als „ISDN-Komfortpaket“, auch wenn es technisch VoIP-Anschlüsse sind. Die Pakete bestehen meist aus zwei Leitungen und drei bis zehn Rufnummern. Teilweise ist es günstiger, die maximale Anzahl der Rufnummern gleich mitzubestellen, da für Nachbestellungen oft Einrichtungsgebühren fällig werden.

## Rufumleitungen einrichten

Neue Weiterleitungen richten Sie im Fritzbox-Webinterface unter „Telefonie/Rufbehandlung/Rufumleitung“ ein. Zunächst legen Sie im Abschnitt „Anrufe, die umgeleitet werden“ fest, was die Rufumleitung auslöst. Bei „Anrufe an“ wählen Sie aus einer Auswahlliste eine Ihrer Rufnummern aus, die Sie vorher unter „Telefonie/Eigene Rufnummern“ eingerichtet haben müssen.

Entscheiden Sie sich für „Anrufe von“, können Sie eine Rufnummer aus dem Telefonbuch der Fritzbox auswählen oder eine Rufnummer händisch eingeben. Soll die Anrufweiterleitung für mehrere Anrufer gelten, dann legen Sie unter „Telefonie/Telefonbuch“ ein neues Telefonbuch an und tragen dort alle Nummern der gewünschten Anrufer ein. Wählen Sie bei



**Rufumleitungen unterscheidet die Fritzbox wahlweise anhand der Nummer des Anrufers oder über die gewählte Anschlussnummer.**

der Rufumleitungsregel dann das neue Telefonbuch unter „Anruf von“ aus.

Sie können beide Regeln auch miteinander kombinieren. Hängen Sie dazu bei „Anrufe von“ an die Rufnummer die gewünschte Anschlussnummer an. Der Eintrag darf nur 20 Zeichen lang sein. Sie können führende Ziffern von der Anschlussnummer streichen, solange die eindeutig erkennbar bleibt. Soll die Fritzbox Anrufe auf die 03023125111 nur weiterleiten, wenn die von der 01713920022 kommen, reicht schon „01713920022#111“ aus.

Als Nächstes geben Sie unter „Umleitung der Anrufe/an Zielrufnummer“ die Rufnummer an, wohin die Fritzbox die Anrufe weiterleiten soll. Dann bestimmen Sie unter „Eigene Rufnummer zur Umleitung“ den Anschluss, über den der weitergeleitete Anruf erfolgen und abgerechnet werden soll. Falls die Option „Art der Umleitung“ aktiviert ist, wählen Sie hier im Auswahlménü den Punkt „sofort“.

Zum Ausprobieren können Sie als Ziel der Anrufweiterleitung auch die Nummer der Zeitansage (040/428990) angeben.

Wenn Sie die Rufumleitung speichern, verlangt die Fritzbox zur Sicherheit die Bestätigung der Änderungen per Telefon oder per Tastendruck auf der Fritzbox. Diese Sicherheitsabfrage kommt auch, wenn Sie die Rufumleitung ändern. Das bedeutet aber, Sie können aus der Ferne, etwa per VPN, die Rufumleitung nicht anpassen. Um das zu umgehen, aktivieren Sie in der Fritzbox die Zweifaktor-Authentifizierung. Setzen Sie unter „System/FRITZ!BOX-Benutzer/Zusätzliche Bestätigung“ den Haken bei der Option „Bestätigung über Google Authenticator App aktivieren“. Öffnen Sie dann in der Benutzerverwaltung das Benutzerkonto und

richten Sie unter „Bestätigung über Google Authenticator App“ den zweiten Faktor ein. Den angezeigten QR-Code scannen Sie dann mit einer Smartphone-App wie Google Authenticator oder AndOTP.

## Absicherung

Treffen Sie zuletzt ein paar Vorkehrungen, damit Sie wegen der freundlichen Weiterleitung am Ende nicht doch von einer hohen Telefonrechnung überrascht werden. Empfehlenswert ist für die ausgehenden Anrufe ein Anbieter mit Prepaid-Bezahlverfahren oder Flatrate für das Zielland.

Hilfreich ist auch der Benachrichtigungsdienst der Fritzbox, der Ihnen beim Weiterleiten eines Anrufs eine E-Mail sendet. Aktivieren Sie den Dienst unter „System/Push Service“. Setzen Sie den Haken bei „Anrufe“ und bearbeiten Sie die Details, damit Sie nicht für jedes gewöhnliche Telefonat eine Nachricht bekommen. Beschränken Sie die Benachrichtigung für alle Anrufe wahlweise auf „nie“ oder auf nur „bei verpassten Anrufen“. Definieren Sie dann unter „weitere Einstellungen“ Ausnahmen. Wählen Sie aus der Auswahlliste die Rufnummern aus, die für die Rufumleitungen verwendet werden. Stellen Sie dann in der Spalte „Push Service Mail senden“ den Wert auf „bei allen Anrufen“ um.

Haben Sie alles eingerichtet, können fortan Ihre Messenger-scheuen Liebsten über einen simplen Anruf Freunde und Verwandte im Ausland erreichen, ohne unnötig von den Telefongesellschaften geschröpft zu werden. (ktn@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Urs Mansmann, Die Nummer fürs Homeoffice, VoIP-Angebote für zusätzliche Dienste und Rufnummern, c't 6/2021, S. 54





# Netzkumpel

## Hotspots in OpenWrt einfach verwalten

**Das Add-on „Travelmate“ für das quelloffene Routerbetriebssystem OpenWrt verwaltet mehrere WLAN-Client-Profile und verbindet automatisch mit offenen Hotspots. Ideal für den Einsatz in Hotelzimmern oder auf Campingplätzen.**

Von Andrijan Möcker

**D**as von Freiwilligen quelloffen entwickelte Routerbetriebssystem OpenWrt kann aus Repeatern und Routern mit rudimentärer Software echte Funktionswunder mit hohem Individualisierungsgrad machen. Bei der Einrichtung hilft eine umfangreiche Paketverwaltung, die das Nachrüsten von Software zur unkomplizierten Klickaufgabe macht.

Auch für digitale Nomaden, mobile Büroarbeiter und Camper ist Sinnvolles dabei: Das Add-on „Travelmate“ – ein Projekt des GitHub-Users „dibdot“ – erleichtert die Verwaltung mehrerer WLAN-Client-Profile in OpenWrt inklusive Priorisierung, Automatisierung und Login-Seiten-Erkennung. Dank Integration in die OpenWrt-Weboberfläche LuCI muss man sich nicht mit der Kommandozeile herumschlagen. Nach der Installation wird Travelmate nur noch aktiviert und mit WLAN-Profilen versorgt. Der Rest passiert automatisch: Wenn ein bekanntes WLAN in der Nähe ist, stellt die Software die Verbindung her und prüft, ob der Weg ins Internet frei ist. Die eigenen Endgeräte verbindet man direkt mit dem Travelmate-Router, sodass man sich danach um nichts weiter kümmern muss.

Wozu einen Router einsetzen, wenn Campingplatz oder Hotel WLAN anbieten? Wer sich ein Modell mit externen Antennen aussucht, bekommt meist bes-

sere Empfangswerte und damit auch mehr Datenrate, als die miniaturisierten Antennen in Mobilgeräten erreichen können. Da man den Router flexibel am Ort des optimalen Empfangs aufstellen kann – etwa im Vorzelt des Wohnwagens oder nahe der Hotelzimmertür – holt man das Beste heraus. Empfangsschwache Geräte bleiben mobil, weil sie mit dem Reiserouter in geringer Entfernung verbunden sind und nicht etwa mit dem 150 Meter entfernten Access Point auf dem Toilettenhäuschen, dessen Signal nicht hinter das Blech des Mobilheims kommt.

### Geräteauswahl & Installation

Die von Travelmate benötigte Rechenleistung ist vernachlässigbar; trotzdem sollten Sie darauf achten, dass Ihr Router die aktuelle OpenWrt-Version unterstützt und mindestens 8 (besser 16) MByte Flash und 64 (besser 128) MByte RAM hat. Ich setze gerne den TP-Link Archer C6 ein, der eine relativ moderne WLAN-Ausstattung sowie 128 MByte RAM bietet. Gebraucht kostet er nur rund 20 Euro [1]. Seine 8 MByte Flash schränken ihn etwas ein, aber für Travelmate und Wireguard genügen sie vollkommen. Soll es kompakter sein, lohnt sich der Blick in die Produktkategorie „Travel Router“ (Reiserouter), die wir in c't 6/2019 getestet haben – alle Kandidaten und passende, aktuelle OpenWrt-Abbilder sind noch verfügbar [2].

Die Travelmate-Installation ist unspektakulär: Stellen Sie eine Internetverbindung her, um benötigte Pakete herunterzuladen; entweder, indem Sie den WAN-Port des OpenWrt-Routers mit Ihrem Heimnetz verbinden, oder über ein WLAN-Client-Profil.

Eine WLAN-Anbindung richten Sie im OpenWrt-Webinterface (<http://192.168.1.1>) unter „Network/Wireless“ ein: Klicken Sie bei einem WLAN-Interface auf „Scan“ und in der folgenden Netzliste bei der SSID Ihres Heimnetzes auf „Join Network“. Geben Sie den Netzschlüssel bei „WPA passphrase“ ein und bestätigen Sie mit „Submit“. Setzen Sie den „Channel“ auf „Auto“ und in den „Advanced Settings“ den „Country Code“ entsprechend Ihres Landes, damit der Router sich den passenden Kanal selber suchen kann und die örtlichen Funkregularien einhält. „Submit“ gefolgt von „Save & Apply“ übernimmt die Verbindung und nach wenigen Sekunden sollte Ihr Heimnetz unter „Associated Stations“ auftauchen. Waren Sie per WLAN in den OpenWrt-Router eingeloggt, kann

es einen Moment dauern, bis Ihr Computer wieder verbunden ist – insbesondere, wenn der OpenWrt-Router den Kanal wechseln muss, um die Verbindung zum Heimnetz aufzubauen.

Die Installation erledigen Sie über die integrierte Paketverwaltung unter „System/Software“. Damit OpenWrt die verfügbaren Pakete finden kann, klicken Sie „Update lists“. Dann filtern Sie die verfügbaren Pakete nach „luci-app-travelmate“ und klicken auf „Install“. Das folgende Fenster zeigt, dass notwendige Abhängigkeiten automatisch mit installiert werden. Bestätigen Sie erneut mit „Install“, um die Installation zu starten.

Nach abgeschlossener Installation laden Sie das Webinterface neu (F5); in LuCI taucht rechts neben „System“ die neue Kategorie „Services“ auf, in der Sie Travelmate finden. Im ersten Schritt bittet Sie Travelmate, eine Bezeichnung für das benötigte WAN-Interface zu vergeben. Ihm weist Travelmate jeweils das entsprechende WLAN-Client-Profil zu, sodass immer nur eines aktiv ist. Sie können den Vorschlag „trm\_wwan“ auch direkt durch „Save & Apply“ übernehmen. Travelmate erstellt das Interface automatisch.

Damit IPv6 auch funktioniert, benötigt OpenWrt noch ein Alias-Interface für das IPv4-Interface (trm\_wwan) im IPv6-Relay-Modus. Klicken Sie dazu unter „Network/Interfaces“ auf „Add new interface“. Nennen Sie das neue Interface „trm\_wwan6“ (oder entsprechend Ihrer Bezeichnung), versetzen Sie es in den „DHCPv6 client“-Modus und weisen Sie es im Interface-Dropdownmenü als „Alias Interface“ dem ursprünglichen „trm\_wwan“ zu; bestätigen Sie mit „Create interface“.

Um die IPv6-Servereinstellungen im folgenden Menü sichtbar zu machen, muss man etwas tricksen: Ändern Sie das Protokoll auf „Static address“ – jedoch ohne zu speichern – und wechseln Sie in die neu aufgetauchte Registerkarte „DHCP Server“, um mit „Setup DHCP Server“ die Einrichtung zu beginnen. Im „General Setup“ setzen Sie den Ignore-Haken, damit das Interface keine IPv4-Adressen vergibt. In den „IPv6 Settings“ versetzen Sie alle Services in den „Relay Mode“ und markieren das Interface als „Master“.

Anschließend weisen Sie das Interface der Firewall-Zone „WAN“ zu (Firewall Settings), wechseln wieder in die „General Settings“ des Interface, ändern es zurück auf „DHCPv6 client“ und speichern die Einstellungen. Um die Einrich-

tung abzuschließen, wechseln Sie in die Einstellungen (Edit) des LAN-Interface (br-lan) und setzen in den DHCPv6-Einstellungen ebenfalls alle Services auf „Relay Mode“; der Haken bei „Master“ darf nicht gesetzt werden. Speichern Sie die Interface-Einstellungen und bestätigen Sie alle Änderungen mit „Save & Apply“. Travelmate ist jetzt einsatzbereit. Sofern Sie vorher in „Network/Wireless“ ein WLAN-Client-Profil angelegt haben, um eine Internetverbindung herzustellen, löschen Sie dieses.

## WLAN-Profil

Damit sich WLAN-Geräte mit Ihrem Travelmate-Router verbinden können, müssen Sie auf den WLAN-Interfaces noch Access-Point-Profil anlegen. Wenn Sie das bereits erledigt haben, können Sie diesen Absatz überspringen. Ansonsten öffnen Sie die WLAN-Übersicht unter „Network/Wireless“.

Wenn das Gerät Dual-Band-fähig ist, also WLAN-Interfaces für 2,4 (bgn) und 5 GHz (acn) hat, müssen Sie jeweils ein Access-Point-Profil pro Interface erstellen, sodass sich Ihre Mobilgeräte auf beiden Bändern verbinden können.

Um ein neues Profil anzulegen, klicken Sie rechts neben dem Interface-Eintrag auf „Add“; der passende Modus (Access Point) ist bereits vorausgewählt. Passen Sie die „SSID“ an – etwa auf „<Heimnetzname>-Mobil“ –, weisen Sie das WLAN dem „Network“ LAN zu und tragen Sie in „Wireless Security“ einen Schlüssel für WPA2-PSK (Force CCMP) mit optionaler „Management Frame Protection“ ein – sie muss optional sein, weil manche Geräte das Verfahren noch nicht unterstützen. In den oberen „Advanced Settings“ prüfen Sie, ob der korrekte „Country Code“ eingestellt ist. Stellen Sie an-

schließend noch sicher, dass der Kanal auf „auto“ eingestellt ist und die Kanalbreite bei 2,4 GHz auf 20 MHz.

Stellen Sie den Kanal fest ein, kann das Interface ihn nicht mehr wechseln, um sich mit Hotspots auf anderen Kanälen zu verbinden, und mehr als 20 MHz ergeben bei 2,4 GHz keinen Sinn, weil andere Funkgeräte (andere WLANs, Bluetooth et cetera) das Band in der Regel so stark auslasten, dass die höhere Kanalbreite kaum Gewinn bringt. Auf 5 GHz können Sie 40 oder – sofern unterstützt – 80 und 160 MHz wählen.

## Travelmate-Konfiguration

Wechseln Sie über die Services-Registerkarte zu Travelmate und setzen Sie den „Enable“-Haken ganz oben, anschließend konfigurieren Sie noch einige wenige weitere Travelmate-Parameter nach Gusto: Die „Captive Portal Detection“ bemerkt automatisch Login-Seiten, wie sie bei vielen Hotspot-Systemen üblich sind, und hält die Verbindung aufrecht, auch wenn der Weg ins Internet nicht frei ist. Den „Net Error Check“ sollten Sie nicht gleichzeitig aktivieren. Er lohnt sich, wenn Sie „Add Open Uplinks“ anhängen und Sie nur solche Netze nutzen wollen, die ohne Anmeldung Internetzugriff bieten; Travelmate fügt offene Hotspots dann automatisch hinzu. Der „Proactive Uplink Switch“ sorgt dafür, dass Travelmate im Hintergrund weiter scannt und gegebenenfalls höher priorisierte Netze ansteuert, sowie sie in Reichweite kommen.

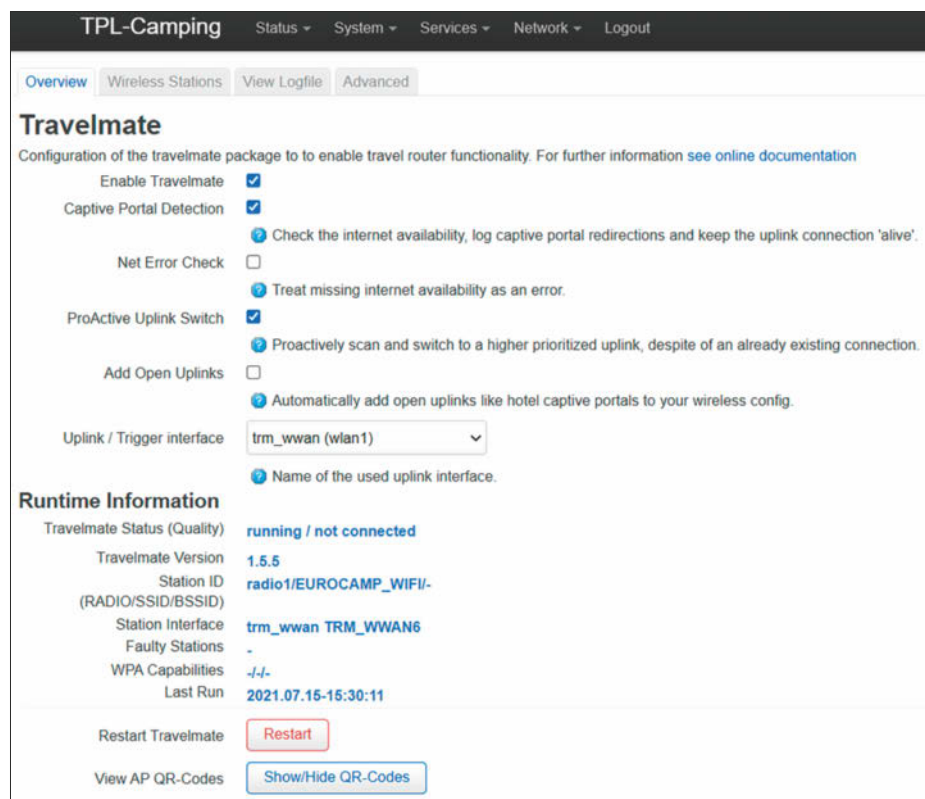
Es gibt noch einige sinnvolle „Extra Options“, die es gegebenenfalls anzupassen lohnt: In „Radio Selection/Order“ können Sie Travelmate auf ein Interface festnageln oder festlegen, welches Interface Travelmate bevorzugen soll, etwa 5 GHz über 2,4 GHz.

**Ein TP-Link Archer C6 mit OpenWrt verstärkt im Wohnwagen meiner Eltern Campingplatz-WLANs. Dank Travelmate und Wireguard über einen LTE-Mobilrouter kann ich notfalls von daheim helfen. Die Fensterhalterung stammt aus dem 3D-Drucker.**



Bild: Karl-Heinz Möcker





**Die Hauptseite von Travelmate gibt Statusinformationen aus und Zugang zu den Konfigurationsparametern des Tools.**

Das Feld „List Auto Expiry“ legt fest, nach wie vielen Minuten Hotspots, die Travelmate wegen gescheitertem Verbindungsaufbau oder fehlender Internetverbindung gemieden hat, wieder von der „Faulty Stations“-Liste gelöscht und damit wieder in die Auswahl einbezogen werden. Fällt die Internetverbindung in Ihrer Unterkunft etwa regelmäßig für eine gewisse Zeit aus, setzen Sie den Wert auf die ungefähre Ausfallzeit. Wenn Sie dann noch einen alternativen Hotspot hinzufügen – etwa ein anderes Netz aus der Nachbarschaft oder einen LTE-Mobilrouter – und niedrigerer priorisieren als den Hotspot der Unterkunft (siehe Screenshot: Up, Down), wählt Travelmate beim Ausfall die Alternativen und nach der Wartezeit wieder den ursprünglichen, höher priorisierten Hotspot – vorausgesetzt „Proactive Uplink Switch“ ist aktiviert.

In „Connection Limit“ können Sie einstellen, wie oft Travelmate versuchen soll, eine Verbindung zu einem Netz herzustellen, bevor es auf der „Faulty Stations“-Liste landet. Bestätigen Sie die Einstellungen mit „Save & Apply“; Travelmate startet im Anschluss sofort.

## Benutzung

Neue WLAN-Client-Profilen können Sie jetzt mit wenigen Klicks über die Registerkarte

„Wireless Stations“ hinzufügen. Die Scan-Buttons sind mit der Interface-Identifikation beschriftet, aber auch mit einem Hinweis auf das Frequenzband: 11a bedeutet 5 GHz, 11g meint 2,4 GHz. Scannen Sie zunächst 5 GHz, da die Wahrscheinlichkeit groß ist, dass der Hotspot in diesem Band einen breiteren Kanal (40/80/160 MHz) als auf 2,4 GHz bietet und somit mehr Datenrate liefern beziehungsweise mehr Clients schnell bedienen kann. Fügen Sie etwa Ihr Heimnetz als erstes Netz hinzu (Add Uplink).

Der folgende Dialog ist nahezu selbsterklärend: „Ignore BSSID“ sorgt

dafür, dass die MAC-Adresse des Access Points keine Rolle spielt und Ihr Router gegebenenfalls zu Access Points mit höherer Signalstärke wechselt. Ständige Wechsel können Sie verhindern, indem Sie den Haken entfernen. Umgekehrt können Sie die Funktion auch nutzen, um sich gezielt mit Access Points zu verbinden, die zwar weiter entfernt sind, aber höhere Datenraten liefern – beispielsweise, weil sie weniger ausgelastet sind. Sie können auch mehrere Client-Profilen für ein Netz mit mehreren BSSIDs auf einem oder mehreren Interfaces anlegen und sie unterschiedlich priorisieren (siehe Screenshot).

Das „Auto Login Script“ ist ein Bash-Script, das Travelmate optional ausführt, sobald die Verbindung besteht. Es dient etwa dazu, Zugangsdaten automatisch an Hotspots mit Login weiterzugeben und so dem Benutzer das Aufrufen der Login-Seite abzunehmen. Mehr dazu lesen Sie in einer der nächsten Ausgaben.

## Fazit

Travelmate macht die Verwendung von OpenWrt in Reiseroutern besonders komfortabel und besticht durch einfache Konfiguration. Wer sich regelmäßig in den gleichen Unterkünften oder an den gleichen Stellplätzen aufhält, profitiert davon, dass das Tool nach der ersten Einrichtung komplett automatisch arbeitet und mit dem passenden Skript auch Logindaten an Hotspots weiterreichen kann. (amo@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Andrijan Möcker, Freigeek, Router für OpenWrt: Von Komplettpaket bis Spartipp, c't 5/2021, S. 104
- [2] Andrijan Möcker, Reisefunker, Kompakte WLAN-Router für unterwegs, c't 6/2019, S. 148

Overview

Wireless Stations

View Logfile

Advanced

Provides an overview of all configured uplinks for the travelmate interface (trm\_wwan). You can edit, remove or re-order/prioritize existing uplinks or scan for new ones. The currently used uplink is emphasized in blue, faulty stations in red.

Device	SSID	BSSID	Encryption	Action			
radio1	LHH-Gast	-	none	Up	Down	Edit	Remove
radio1	Vodafone Hotspot	-	none	Up	Down	Edit	Remove
radio0	hannover.freifunk.net	9A:29:98:4C:E6:68	none	Up	Down	Edit	Remove
radio0	hannover.freifunk.net	46:61:55:80:D1:78	none	Up	Down	Edit	Remove

Scan radio0 (11a)

Scan radio1 (11g)

**Travelmate erlaubt, Netze über eine Liste zu priorisieren. Das klappt auch mit mehreren Access Points im selben Netz – etwa, um sich auf einem großen Campingplatz den schnellsten Access Point herauszupicken.**



DEMOKRATIE  
GRUNDGESETZ  
PRESSE FREIHEIT  
MEINUNGSGREIHEIT  
WAHRHEIT  
WAHLRECHT  
ZUSAMMENHALT  
PRESSEFREIHEIT  
UNABHÄNGIGKEIT  
FREIHEIT  
GEMEINSCHAFT  
EMPATHIE  
FREUDE  
ENGAGEMENT  
MEINUNGSFREIHEIT  
KREATIVITÄT



Bild: Sven Hauth

# Das neue Darknet

## Tor Hidden Services auf Protokollversion 3 migrieren

**Das Darknet ist in die Jahre gekommen, durch schnellere Computer sind die bisher 16 Zeichen langen Onion-Domains der Tor Hidden Services nicht mehr sicher genug. Betreiber von Onion-Webseiten müssen sich neue, längere Domainnamen zulegen, denn das alte Tor-Netz wird bald abgeschaltet.**

Von Mirko Dölle

**W**ervom Darknet spricht, meint damit meist das Tor-Netz – ein Teil des Internets, der herkömmlichen Browsern und der Google-Suche verborgen bleibt. Hier werden Daten mehrfach verschlüsselt rund um die Welt geschickt, um Aufenthaltsort und Identität des Benutzers zu verschleiern. Ursprünglich für Agenten von Geheimdiensten entwickelt, nutzen auch Journalisten und Aktivisten, aber auch Kriminelle das Darknet, um sich der Verfolgung durch Regimes und Strafverfolgungsbehörden zu entziehen.

Doch das Darknet hat auch seine praktischen Seiten: Tor-Daemon und Tor Browser finden von fast jedem Internetzugang aus einen Weg ins Darknet, selbst

wenn Netzwerkverbindungen durch eine Firewall auf wenige Ports eingeschränkt sind. Und über den Tor-Daemon können Sie einen Webserver, eine lokale Datenhalde oder sonstige Dienste sicher betreiben, das klappt sogar im Hotel-WLAN oder mit dem heimischen DSL-Router ohne die sonst obligatorische Portfreigabe. Dank öffentlicher Tor2Web-Gateways wie [tor2web.to](https://tor2web.to) sind solche Dienste sogar für jedermann auch ohne Tor zu erreichen, man muss lediglich den Onion-Domainnamen kennen und „tor2web.to“ statt „onion“ anhängen. Doch die Onion-Domainnamen müssen nun ausgetauscht werden, denn das Tor-Netz verwendet inzwischen ein neues, sichereres Proto-

koll und schaltet alte Onion-Dienste bis Mitte Oktober 2021 ab.

## Freie Namenswahl

Für Onion-Domains gibt es keine Domain-Registry, wo man eine bestimmte Adresse kaufen oder registrieren könnte: Das Tor-Netz ist streng dezentral aufgebaut, eine zentrale Domain-Registry würde das Netz anfällig für Unterdrückungsversuche machen. Deshalb dient ein wirrer Wust aus Zahlen und Buchstaben als Domainname.

Bei den in den letzten zehn Jahren gebräuchlichen Onion-Domainnamen der zweiten Generation war dafür der Public Key des geheimen 1024 Bit langen RSA-Schlüssels des Servers die Grundlage. Der Name ergab sich aus den ersten 80 Bit des 160 Bit langen SHA1-Hashes. Per Base32-Konvertierung lesbar gemacht ergibt dies 16 Zeichen lange Domainnamen.

Der Clou daran ist, dass so jeder Tor-Client und jeder Knoten allein anhand der Onion-Adresse überprüfen kann, ob einem Server tatsächlich die von ihm beanspruchte Adresse gehört – indem man einfach den Hash des Public Key des Servers bildet und mit der Onion-Adresse abgleicht. Eine Vertrauensinfrastruktur wie bei TLS/SSL ist im Tor-Netz deshalb nicht erforderlich, die Onion-Adressen sind selbstauthentifizierend.

Doch der SHA1-Algorithmus ist nicht mehr zeitgemäß, über die Jahre hinweg wurden immer mehr Angriffsmöglichkeiten entdeckt. Anfang 2017 lieferten Forscher des Instituts CWI Amsterdam und Google schließlich den finalen Beweis, dass SHA1 unsicher ist, indem sie zwei verschiedene Dateien mit demselben SHA1-Hashwert erzeugten [1]. Praktisch bedeutet es, dass man mit genügend Rechenleistung einen Zweitschlüssel zu einer bestehenden Onion-Domain erzeugen und so Besucher auf einen kompromittierten Server umleiten kann.

Das neue Tor-Protokoll Version 3 verwendet deshalb eine gänzlich andere Basis: Die Onion-Domain bildet sich nunmehr aus dem vollen Ed25519-Hashwert eines 32 Byte langen Public Keys des Curve25519-Schlüssels. Hinzu kommt der SHA3-256-Hashwert einer Prüfsumme, die ebenfalls den Schlüssel enthält. Das Ergebnis wird dann wiederum per Base 32 lesbar gemacht und ergibt dann 56 Zeichen lange Domainnamen.

Das Tor-Netz unterstützt solche v3-Onion-Domains bereits seit Anfang

2018, seit Mitte September 2020 bekommt man beim Einrichten eines neuen Hidden Service mit einer 16-Zeichen-Domain einen Hinweis, dass damit bald Schluss ist. Seit Mitte Juli dieses Jahres bekommen nun auch Anwender im Tor-Browser bei kurzen Onion-Domains eine Warnung, dass dieser Hidden Service nur noch bis Mitte Oktober erreichbar ist, wenn er nicht in einen Onion-Dienst mit neuer v3-Domain umgewandelt wird. Denn dann sollen alle v2-Domains im Tor-Netz deaktiviert werden.

## v2-Ausstieg besiegelt

Es ist also Eile geboten, falls man noch einen Hidden Service mit kurzer Onion-Adresse betreibt. Damit es keinen abrupten Wechsel gibt und Besucher den Dienst plötzlich nicht mehr finden, empfiehlt sich eine Parallelkonfiguration, also den Dienst über die alte und die neue Adresse gleichzeitig zugänglich zu machen. Dazu müssen Sie die Tor-Konfigurationsdatei `/etc/tor/torrc` (Linux) oder `/usr/local/etc/tor/torrc` (macOS) bearbeiten und dort zwei Hidden-Service-Einträge vornehmen:

```
HiddenServiceDir ↴
/var/lib/tor/hidden_service/
HiddenServicePort 80 127.0.0.1:80
HiddenServiceVersion 2
```

```
HiddenServiceDir ↴
/var/lib/tor/hidden_service_v3/
HiddenServicePort 80 127.0.0.1:80
HiddenServiceVersion 3
```

Der Abschnitt für den kurzen Onion-Domainnamen hat sich kaum verändert, hinzugekommen ist lediglich die Angabe der Protokollversion 2. Der Abschnitt für den neuen v3-Onion-Service ist nahezu identisch, Sie müssen lediglich ein eigenes Verzeichnis für die Schlüssel angeben und die Protokollversion 3 verwenden. Um alles Weitere kümmert sich der Tor-Daemon, wenn Sie ihn mit dem Befehl

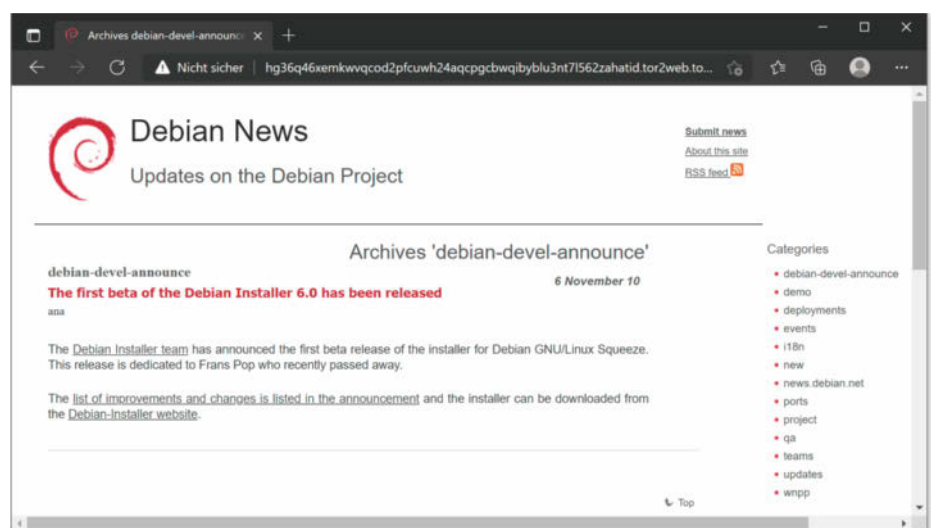
```
systemctl restart tor.service
```

neu starten. Er legt dann das Verzeichnis für die neuen Schlüssel an und erzeugt alle Schlüssel; den neuen Onion-Domainnamen finden Sie anschließend in der Datei `/var/lib/tor/hidden_service_v3/hostname`.

In dieser Konfiguration ist der Webserver auf Port 80 sowohl über den kurzen als auch den langen Onion-Domainnamen gleichermaßen erreichbar. Es gibt aber auch die Möglichkeit, Besucher der alten Onion-Domain auf die neue umzuleiten. Dazu geben Sie in der Tor-Konfigurationsdatei `torrc` für die alte Domain einen abweichenden lokalen Port an, zum Beispiel 8080:

```
HiddenServiceDir ↴
/var/lib/tor/hidden_service/
HiddenServicePort 80 127.0.0.1:8080
HiddenServiceVersion 2
```

Außerdem ergänzen Sie in der Konfiguration des Webservers, etwa Nginx, einen



Über sogenannte Tor2Web-Gateways können Sie Onion-Domains mit jedem beliebigen Webbrowser aufrufen. Dynamische Hostnamen oder Portfreigaben im Router sind damit für den Serverbetreiber überflüssig.



zusätzlichen `server`-Abschnitt mit dem entsprechenden Port, hier ein Auszug:

```
server {
    listen 80 default_server;
    root /var/www/html;
    ...
}
server {
    listen 8080 default_server;
    root /var/www/redirect;
    ...
}
```

Anschließend können Sie im Document-Root-Verzeichnis der alten Onion-Domain, unter `var/www/redirect`, einen HTTP-Redirect zur neuen Domain einrichten. Dagegen spricht allerdings, dass es Besucher stutzig machen könnte, wenn sie die alte Onion-Domain ansurfen und auf eine ihnen völlig fremde Onion-Adresse umgeleitet werden – es wäre nicht das erste Mal, dass Betrüger eine Website kopieren und manipulieren.

Bei dynamischen Webseiten mit PHP bietet sich an, die Variable `$_SERVER['HTTP_HOST']` auszuwerten und, falls dort die alte Onion-Domain auftaucht, eine Warnung mit Erklärung sowie die neue Adresse einzublenden. So wird Besuchern der Übergang zur neuen Onion-Domain erleich-

tert, ohne dass sie misstrauisch werden müssen.

### Durch Tor getunnelt

Die Konfiguration mehrerer Onion-Adressen und Ports ist auch für andere Zwecke praktisch, etwa wenn Sie zu Wartungszwecken einen SSH-Zugang einrichten. Der Clou ist, dass Sie für den SSH-Zugang eine eigene Onion-Domain verwenden können. So finden Angreifer auf der (öffentlichen) Onion-Domain Ihres Webservers keinen SSH-Port, egal, wie gründlich sie suchen:

```
HiddenServiceDir ↴
↳/var/lib/tor/hidden_service_v3/
HiddenServicePort 80 127.0.0.1:80
HiddenServiceVersion 3
```

```
HiddenServiceDir ↴
↳/var/lib/tor/hidden_service_ssh/
HiddenServicePort 22 127.0.0.1:22
HiddenServiceVersion 3
```

Indem Sie ein eigenes Verzeichnis für den dritten Hidden Service auf Port 22 anlegen, erzeugt der Tor-Daemon beim nächsten Neustart einen eigenen Onion-Domainnamen. Allerdings kennt SSH Tor nicht, weshalb es weder den Onion-Domainnamen auflösen noch eine Verbindung zu Ihrem Server herstellen kann. Der

Trick ist, den lokalen Tor Browser als Proxy zu verwenden und die SSH-Verbindung darüber zu tunneln.

Standardmäßig lauscht der Tor Browser auf Port 9150 und als SOCKS5-Proxy. SSH unterstützt auch keine SOCKS-Proxies, aber Sie können unter Linux und macOS in Ihrer benutzerspezifischen SSH-Konfigurationsdatei `.ssh/config` in Ihrem Home-Verzeichnis ein Proxy-Kommando hinzufügen, das die Verbindungsaufnahme übernimmt. Hierfür eignet sich Netcat. Doch Vorsicht, es gibt verschiedene Klone dieses Programms, die folgende Konfiguration funktioniert nur mit Netcat des NMAP-Projekts, das etwa unter Debian, Ubuntu und einigen anderen Linux-Distributionen Standard ist:

```
host hiddenservice
    Hostname example.onion
    ProxyCommand nc --proxy ↴
        ↳127.0.0.1:9150 --proxy-type ↴
        ↳socks5 %h %p
```

Für die OpenBSD-Variante von Netcat benötigen Sie eine geringfügig andere Konfiguration, da sich die Parameter unterscheiden:

```
host hiddenservice
    Hostname example.onion
    ProxyCommand nc -X 5 -x ↴
        ↳127.0.0.1:9150 %h %p
```

Die Parameter `%h` und `%p` ersetzt SSH beim Aufruf von Netcat durch den Hostnamen und den Port.

### Gutes Darknet

Ein Tor Hidden Service erlaubt es Ihnen also, von überall Webserver und andere Dienste im Internet bereitzustellen und dabei sogar Geld für einen DynDNS-Service zu sparen. Weil Tor ohne Portfreigaben in Routern auskommt und selbst bei restriktiven Firewalls meist noch einen Weg ins Darknet findet, klappt das sogar von Hotel-WLANs und anderen Netzen aus, in denen Sie gar keine Möglichkeit hätten, Ausnahmen für Ihren Rechner einzurichten. Den zuständigen Admins dürften Sie damit allerdings schlaflose Nächte bereiten: Schließlich schaffen Sie damit einen Zugang aus dem Darknet ins vermeintlich geschützte interne Netz. (*mid@ct.de*) ☛

### Literatur

- [1] Jürgen Schmidt, Todesstoß: Forscher zerschmettern SHA-1: [heise.de/-3633589](https://heise.de/-3633589)

## Schöne neue Onion-Domainnamen

Sogenannte Vanity Address Generators waren bei Tor Hidden Services bereits für die 16-stelligen v2-Onion-Domainnamen sehr beliebt, damit die Adresse mit einem bestimmten Firmen- oder Markennamen begann. Da es aufgrund der Hash-Funktionen keinen deterministischen Weg für die Suche nach einem bestimmten Onion-Domainnamen gibt, erzeugt ein Vanity Address Generator einfach so lange neue Schlüssel, bis er das gewünschte Ergebnis erreicht. Facebook etwa investierte viel Rechenzeit, um im Darknet unter der Domain `facebookcorewwi.onion` auftreten zu können. Auch für die neue v3-Onion-Adresse hat Facebook wieder einen Addressgenerator benutzt, damit sie mit „facebook“ beginnt – danach folgt aber ein Buchstaben- und Zahlensalat. Die 56-stelligen v3-Adressen können sich,

anders als v2-Adressen, allenfalls noch Gehirnakrobaten merken.

Je weniger Zeichen man fest vorgibt, desto eher findet der Vanity Address Generator „mkp224o“, dessen Quellen Sie von GitHub herunterladen können, passende Ergebnisse. Auf einem AMD Ryzen-7 3700X mit 3,6 GHz Taktfrequenz und acht Kernen finden Sie bei sieben vorgegebenen Zeichen etwa zehn Treffer pro Tag, bei acht Zeichen dauert es ein bis zwei Wochen, bis Sie eine passende v3-Onion-Domain finden. Der Zufall spielt aber durchaus auch eine Rolle, mit etwas Glück macht `mkp224o` bereits nach wenigen Stunden einen ersten Vorschlag. Wer über eine Vielzahl von Servern verfügt oder sie bei einem Cloud-Anbieter kurzerhand anmietet, kann auch mehrere Instanzen von `mkp224o` parallel suchen lassen und so schon binnen Minuten fündig werden.

betterCode()

# JAVA 17

Die Heise-Konferenz zur  
neuen LTS-Version

Online am 14. September 2021

Jetzt  
Tickets sichern  
und Richtung  
modernes Java  
gehen

Die betterCode() Java 17 gibt  
Ihnen Antworten auf wichtige Fragen:

- Was sind die zentralen Neuerungen seit Java 11?
- Was ändert sich mit Java 17?
- Wie können Sie von Records, Pattern Matching und Switch Expressions profitieren?
- Was sind die relevanten API-Änderungen?
- Was macht ein LTS-Release genau aus?
- Warum jetzt wechseln?
- Was gilt es bei der Migration zu beachten?

@ heise Developer



dpunkt.verlag

[java.bettercode.eu](https://java.bettercode.eu)

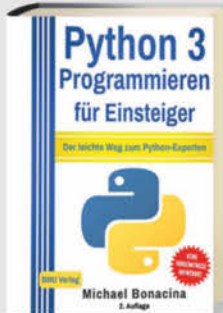
© Copyright by Heise Medien.



# Für Wissenshungrige

## Ausgewählte Fachliteratur

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](https://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.

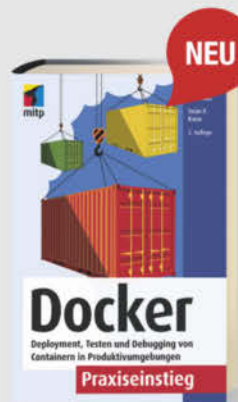
ISBN 9783836267120  
[shop.heise.de/dsgvo-websites](https://shop.heise.de/dsgvo-websites) **39,90 €** >



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.

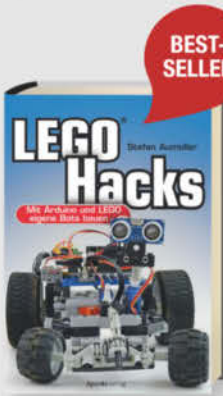
ISBN 9783446459960  
[shop.heise.de/maschinelles-lernen](https://shop.heise.de/maschinelles-lernen) **38,00 €** >



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](https://shop.heise.de/docker-praxis2) **25,99 €** >



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](https://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](https://shop.heise.de/kryptographie6) **34,99 €** >



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](https://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](https://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.  
© Copyright by Heise Medien.



# und Maker!

## Zubehör und Gadgets

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

29,90 € ➔



### 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

23,90 € ➔

NEU



### 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

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

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!

shop.heise.de/arduitouch

~~69,90 €~~  
36,90 € ➔



### 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

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 kühlt auch perfekt und ist leicht zu montieren. Praktisch: alle Kabel werden auf der Rückseite gebündelt ausgeführt – kein Kabelsalat!

shop.heise.de/argon-set

~~117,60 €~~  
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

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-Plüschroboter und der Makey-Lötbausatz mit LEDs und Batterie.

shop.heise.de/makey-paket

~~27,70 €~~  
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 Fallschirmseide bildet nach dem Schließen einen faradayschen Käfig und blockiert so alles Signale.

shop.heise.de/no-signal-sleeve

29,90 € ➔

heise Shop

shop.heise.de ➔

➔ Bestellen Sie ganz einfach online unter **shop.heise.de** oder per E-Mail: **service@shop.heise.de**

© Copyright by Heise Medien.



# Traumhaft

## Omno: Abenteuerurlaub

**Das Abenteuerspiel Omno führt auf eine entspannte Reise in eine geheimnisvolle Welt, der der Untergang droht.**

Von Andreas Müller

**E**ntspannt, gewaltfrei und wunderschön – das Abenteuerspiel Omno entführt in eine Welt, die an den Klassiker Journey oder die Geschichte des kleinen Prinzen von Antoine de Saint-Exupéry erinnert. Hinter der bunten Spielwelt und den liebevollen Animationen steckt nur ein einziger Entwickler: Animationskünstler Jonas Manke alias Studio Inkyfox hat sein Spiel in rund fünf Jahren dank einer erfolgreichen Kickstarter-Kampagne ganz allein entwickelt. Nur die Musik überließ er seinem Kollegen Benedict Nichols.

### Spurensuche

Irgendetwas ist faul in dieser Welt: Wo einst Städte standen, finden sich nur noch leblose Ruinen. Stattdessen ist die Natur aufgeblüht und es gedeihen merkwürdige Tiere und Pflanzen. So bizarr wie diese

Welt ist auch unser kleiner Held: ein Zwiebelkopf mit Armen und Beinen. Zusammen mit den Spielerinnen und Spielern fragt er sich, wie er hier hergekommen ist. Bevor er eine Antwort darauf finden kann, muss er eine geheimnisvolle Prophezeiung erfüllen, die ihn auf einer Art Pilgerreise zu einem Himmelspalast führt. Doch selbst nach seinem rund vierstündigen Abenteuer werden mehr Fragen als Antworten übrig bleiben.

Omno ist ein mysteriöses Jump-&-Run-Abenteuer mit einigen Rätselinlagen. In der Schulterperspektive hüpfte man mit dem Pilger durch die Landschaft. Einziges Hilfsmittel ist ein Energiestab, mit dem man Lichtkristalle sammelt. Diese sind enorm wichtig, denn erst wenn man mindestens drei gefunden hat, kommt man von einem Abschnitt in den nächsten. Allerdings sind die Kristalle gut versteckt: Ein wachsames Auge ist gefragt und oft braucht man etwas Gehirnschmalz, um Rätsel zu knacken. Durch gewagte Sprünge muss der Pilger geheime Orte erreichen oder Steine in einer bestimmten Reihenfolge verschieben. Oft stößt der Protagonist auf Hieroglyphen, die ein wenig von der Geschichte dieser Welt erzählen. Das geschieht alles ohne Zeitdruck, Stress und Frust.

Der Energiestab wird im Laufe des Spiels zu einem mächtigen Multitool. Kann er anfangs nur die Energie absaugen, wandelt er sich später bei Bedarf in ein Surfbrett, mit dem es rasant durch sandige Dünen und Eistäler geht. Am Ende gleiten Spieler damit sogar durch die Lüfte oder teleportieren von einem Ort zum anderen. Komplizierte Knopfakrobatik oder komplexe Rollenspielelemente gibt es nicht. Die Steuerung ist intuitiv und leicht verständlich – wer einmal mit Spielen wie Journey oder Zelda Erfahrung gesammelt hat, wird sich schnell zurechtfinden. Geht dann doch mal ein Sprung daneben, wird der Spielfortschritt nur kurz zurückgesetzt.

All das geschieht vollkommen gewaltfrei. Flora und Fauna sind keine Bedrohung, sondern geben Hilfestellungen. Manchmal kann sich der Pilger auf Geierschwingen zu entfernten Orten tragen oder durch die Luft schweben lassen. Während in „Der kleine Prinz“ bemängelt wird, dass zu wenig Zeit sei, um „irgendetwas kennenzulernen“, darf man in Omno in Ruhe die beeindruckende Welt bewundern: Da gibt es majestätische Riesenschildkröten, endlose Eistäler oder bunte Flusslandschaften. Omno ist kein Spiel für zerstörungswütige Daumenakrobaten. Stattdessen feiert es die Harmonie zwischen Natur und Lebewesen mit Ruhe und Gelassenheit – eine Besonderheit in der actionreichen Videospielewelt. Schade, dass diese Reise schon nach wenigen Stunden vorbei ist.

### Fazit

Omno bringt Urlaubsgefühle auf den heimischen Bildschirm. Vollkommen stress- und gewaltfrei bewegen sich die Spielerinnen und Spieler durch bunte Landschaften, genießen knuddelige Animationen und werden von den spielerischen Herausforderungen nicht frustriert, sondern nur ein wenig gekitzelt. Dass das kleine Meisterwerk von nur einem einzigen Spieldesigner in jahrelanger Kleinarbeit gemeistert wurde, ist ein Sonderlob wert. Selten war Spielwitz so entspannend wie hier.

(lmd@ct.de) **ct**

**c't-angezockt-Video:** [ct.de/yb9d](https://www.ct.de/yb9d)

## Omno

Abenteuer	
Vertrieb, URL	Future Friends Games, Studio Inkyfox, <a href="https://playomno.com">playomno.com</a>
Systeme	Windows, Xbox One, PS4
USK	ab 0 Jahren
Preis	18 €





## Sie suchen einen interessanten und qualifizierten Job in der IT-Branche?

### Attraktive Arbeitgeber warten auf Sie!

heise jobs, die Jobbörse von heise online, und Jobware, der Stellenmarkt für Fach- und Führungskräfte, begrüßen Sie beim IT-Jobtag! Zahlreiche attraktive Arbeitgeber präsentieren sich mit ihren aktuellen Stellenangeboten, Aus- und Weiterbildungsplätzen sowie berufsbegleitenden Studiengängen aus dem ITK-Segment. Im direkten Gespräch können Sie sich informieren, austauschen oder auch eine individuelle Karriereberatung bzw. einen Bewerbungsscheck der Jobware Personalberatung in Anspruch nehmen. Verschiedene Vorträge zu spannenden Themen ergänzen das Rahmenprogramm.

### Aus aktuellem Anlass:

- Der IT-Jobtag ist als nationale Veranstaltung ausgelegt.
- Es werden alle notwendigen Hygiene-Vorschriften beachtet.

### TERMINE 2021

**HANNOVER**  
01.09.2021

Hannover Congress Centrum

**BERLIN**  
09.09.2021

Spreepeicher

**HAMBURG**  
21.09.2021

Ehemaliges Hauptzollamt

**NÜRNBERG**  
29.09.2021

Germanisches Nationalmuseum

**STUTTGART**  
05.10.2021

Haus der Wirtschaft

**KÖLN**  
06.10.2021

KOMED im MediaPark

**MÜNCHEN**  
13.10.2021

MOC München

**FRANKFURT**  
17.11.2021

IHK Gebäude am Börsenplatz





# Teures Vergnügen

## Mit Zauberbeeren in den Ruin: Kostenfalle „Free to Play“

**Der Erfolg von sogenannten Free-to-Play-Games für mobile Geräte ist seit Jahren ungebrochen und beschert der Branche einen Milliardenumsatz. Die auf den ersten Blick kostenlosen Spiele werden häufig auch von Minderjährigen gezockt. Und nicht selten erschrecken sich Eltern dann über überraschende Kosten, die der Nachwuchs durch In-App-Käufe verursacht hat. Praktisch wie juristisch können Sie aber Abhilfe schaffen.**

Von Nick Akinci und Joerg Heidrich

**D**ie Spieleindustrie konnte sich in den letzten Jahren über ein stetiges Umsatzwachstum freuen. Sie verdient am Ballerspiel zwischendurch, am interaktiven Quiz oder dem komplexen Strategiespiel. Längst hat das Smartphone Konsolen und PCs als beliebteste Spielplattform abgelöst. Und die Zahlen sind beeindruckend: Während Spielekonsolen, Gaming-PCs und entsprechende Peripherie im Corona-Jahr 2020 den Anbietern in Deutschland rund 3,2 Milliarden Euro in die Kassen spülten, kamen die Anbieter von Games für Smartphones und Tablets in Deutschland auf rund 2,3 Milliarden Euro, eine Steigerung von 23 Prozent gegenüber dem Vorjahr.

Wie sich die Zahlen genau zusammensetzen, zeigt ein Blick auf die Auswer-

tung durch „game“, den Verband der deutschen Games-Branche. Danach geht der Umsatz mit mobilen Spielen nahezu ausschließlich auf In-App-Käufe zurück. Kaum noch relevant sind dagegen kostenpflichtige Spiele-Apps. Mit solchen Titeln konnte 2020 nur noch ein Umsatz von rund 11 Millionen Euro erzielt werden, also weniger als ein halbes Prozent des Branchenumsatzes.

### Pay to Win statt Free to Play

Vor allem die sogenannten Free-to-Play-Spiele setzen auf In-Game-Käufe. Free to Play sind Titel, die kostenfrei heruntergeladen und gespielt werden können. Gemeinsam haben diese Angebote die Möglichkeit, echtes Geld in virtuelle Güter zu verwandeln. Dabei können die unter-

schiedlichsten Dinge erworben werden. So gehört es in einigen Games geradezu zum guten Ton, seine Figur mit einem gekauften Outfit auszustatten. Erwerben kann man auch Waffen oder Ausrüstungsgegenstände.

Üblich ist es dabei, virtuelle Währungen für das Spiel zu erwerben, sei es in Form von Edelsteinen, Coins oder Herzen. Kritisch wird diese Masche spätestens dann, wenn der Spielerfolg von dem Erwerb dieser virtuellen Gegenstände abhängt. So kann „Free to Play“ schnell zu einer Kostenfalle werden.

Gehen die anfangs meist großzügig gewährten Ressourcen während des Spiels aus, so müssen die Gamer bisweilen langwierige Wartezeiten in Kauf nehmen – sofern sie nicht bereit sind, für neue Ressourcen zu zahlen. Diese bewegen sich preislich je nach Game zwischen 99 Cent und bis zu über 100 Euro pro Zahlvorgang. Alternativ kann man sich bei einigen Anbietern auch Werbevideos anschauen.

Als „Pay to Win“ bezeichnet man Spielkonzepte, in denen man für Geld Vorteile erwerben kann. Damit ist man anderen Spielern deutlich überlegen oder kann ansonsten unlösliche Aufgaben bewältigen. Unterm Strich haben die Anbieter derartiger Spiele inzwischen jede Menge Erfahrung darin, ihre Nutzer geschickt dazu zu verleiten, den kostenfreien Bereich zu verlassen und echtes Geld zu investieren, um den Spielverlauf voranzutreiben.

### Lockangebote für Kinder

Solange Erwachsene hierfür ihr Geld ausgeben, ist dagegen juristisch nichts einzuwenden. Kritisch wird es allerdings dann, wenn Kinder und Jugendliche ins Visier dieser Angebote geraten. Obwohl sich viele Eltern der potenziellen Gefahr durch Lockangebote auf dem mobilen Spielmarkt durchaus bewusst sind, verursachen Kinder durch In-Game-Käufe immer wieder horrenden Kosten. Anwaltskanzleien und Verbraucherzentralen berichten über viele Fälle mit vierstelligen Rechnungssummen, bisweilen belaufen sich die Kosten sogar auf einen fünfstelligen Betrag.

Eltern sollten sich stets bewusst sein, dass der Fantasie von Kindern keine Grenzen gesetzt sind, wenn es um ihr Lieblingsspiel geht. Sie überwinden dabei auch technische Hürden. Derartige ungewollte Abbuchungen sollten Sie deshalb bereits vorbeugend durch eine entspre-

chende Konfiguration der mobilen Geräte verhindern.

Zunächst einmal sollten Sie feststellen, über welche Kanäle Zahlungen für In-App-Käufe erfolgen können, also etwa per Lastschrift, PayPal, Kreditkarte oder den Mobilfunkanbieter. Im Normalfall wird jede Transaktion über eine Mail bestätigt. Durch regelmäßige Überprüfung von Konten und Mails kann man sich bereits eine Vorwarnfunktion schaffen.

### In-App-Käufe ausschalten

Einen sicheren Schutz vor unangenehmen Kaufüberraschungen bietet das Ausschalten von In-App-Käufen. Apple-Kunden stehen dafür umfangreiche Konfigurationsmöglichkeiten zur Verfügung. So können unter iOS unbeabsichtigte oder unerlaubte Käufe im App Store und in anderen Apple-Diensten blockiert werden. Möglich ist es auch, die Eingabe eines Passworts für Käufe zu verlangen. Allerdings sind diese Möglichkeiten recht gut versteckt und befinden sich wenig logisch im Menü unter dem Punkt „Bildschirmzeit“. Dieser Punkt muss aktiviert werden. Über den Unterpunkt „Beschränkungen“ können Sie dann die Details festlegen.

Nutzer von Android haben im Vergleich dazu nur eingeschränkte Möglichkeiten. Eine vollständige Abschaltung von In-App-Käufen ist nicht vorgesehen. Es besteht nur die Möglichkeit, für sämtliche kostenpflichtige Inhalte ein Passwort einzurichten. Einrichten lässt sich dies unter „Einstellungen/ Authentifizierung für Käufe erforderlich“.

Gerade älteren Kindern sollten Sie keinen Zugriff auf Kreditkarten oder End-

geräte mit hinterlegter Zahlungsmethode geben, um sie nicht unnötig in Versuchung zu führen. Hierzu gehört auch die Einrichtung eines sicheren Passworts für Zahlungen, denn nicht selten überwindet der Nachwuchs einfache technische Zugangshindernisse, um dem Lieblingsspiel weiter frönen zu können. Schließlich empfiehlt es sich auch, das Kind darüber aufzuklären, dass es sich um „echtes Geld“ handelt, wenn man Angebote anklickt, die In-App-Käufe auslösen.

Sowohl Android als auch iOS bieten ihren Kunden die Möglichkeit, versehentliche getätigte In-App-Käufe zu stornieren. Allerdings erfordert dies ein schnelles Handeln, denn die Fristen sind eng. Den Antrag kann man über ein Formular stellen, das beide Anbieter auf ihren Websites bereithalten.

### Geld zurück!

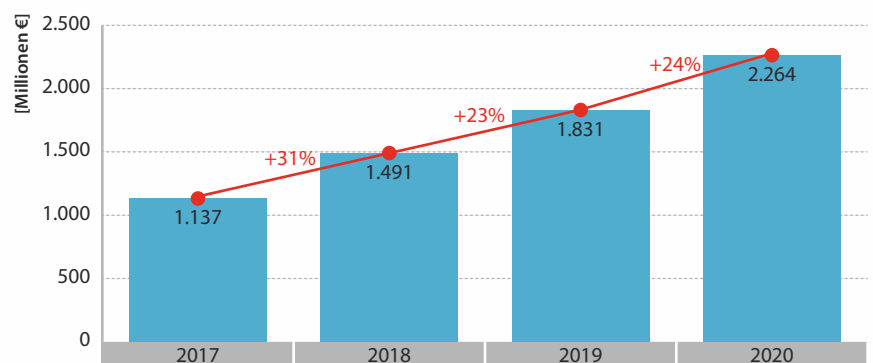
Komplizierter wird es, wenn das Geld für den virtuellen Kauf bereits abgebucht wurde und der Nachwuchs ein paar tausend Euro für „Coins“ oder „Diamanten“ ausgegeben hat. Ob der Betroffene eine Chance hat, sein Geld wiederzuerhalten, hängt entscheidend davon ab, ob rechtlich ein Rückzahlungsanspruch besteht.

Grundsätzlich gilt, dass Kinder im Alter zwischen 7 und 17 Jahren beschränkt geschäftsfähig sind. Das bedeutet, dass der Nachwuchs Rechtsgeschäfte bis auf wenige Ausnahmen nur mit der Zustimmung ihrer gesetzlichen Vertreter – dies sind in der Regel die Eltern – tätigen kann.

Ohne deren Zustimmung können Kinder ab sieben Jahren allerdings nach dem

## Umsätze mit In-App-Käufen in Deutschland

Bei den mobilen Spielen läuft der Umsatz fast ausschließlich über In-App-Käufe. In den vergangenen Jahren verzeichneten die Anbieter in Deutschland ein rasantes Wachstum.



Bitte Alter eingeben: 4

Geschlecht (optional): ☐ Männlich ☒ Weiblich

Dieses Spiel kann gratis gespielt werden, jedoch können Elemente mit echtem Geld gekauft werden. In den Einstellungen Ihres Geräts können Sie In-App-Käufe deaktivieren. Um dieses Spiel spielen zu können, müssen Sie oder ein Erziehungsberechtigter folgende Bedingungen lesen und Ihnen zustimmen:

GAMELOFTS DATENSCHUTZRICHTLINIE

NUTZUNGSBEDINGUNGEN

LIZENZVEREINBARUNG FÜR ENDANWENDER

GAMELOFTS COOKIES-RICHTLINIE

ANNEHMEN

sogenannten Taschengeldparagrafen, § 110 BGB, auch virtuelle Güter rechts- wirksam erwerben. Vereinfacht dargestellt ist Voraussetzung hierfür, dass das Kind das Taschengeld bereits erhalten hat und das Geld ihm zur freien Verfügung über- lassen wurde, auch für den Erwerb von digitalen Inhalten. Das Amtsgericht Düs- seldorf hat in diesem Kontext bereits im Jahr 2006 entschieden, dass das Prepaid- Guthaben auf einer dem Nachwuchs über- lassenen Mobilfunkkarte regelmäßig nicht unter den Taschengeldparagrafen fällt (Az.: 52 C 17756/05).

Auch ein In-Game-Kauf stellt ein sol- ches Rechtsgeschäft dar. Wird ein Kauf ohne Zustimmung der Eltern getätigt, so gilt dieser juristisch gesehen als „schwe- bend unwirksam“. Das bedeutet, dass die Wirksamkeit des Kaufs von der nachträg- lichen Genehmigung der Eltern abhängt. Wird die Genehmigung verweigert, so führt dies zur Unwirksamkeit des Kaufs. Da in diesem Fall kein Kaufvertrag zustan- de gekommen ist, kann der Käufer sein Geld zurückverlangen. Noch weiter geht der Schutz von Kindern unter sieben Jah- ren. Diese sind geschäftsunfähig und kön- nen daher selbst überhaupt keine rechts- gültigen Käufe tätigen.

Leider ist es aber allein mit einer Ver- weigerung der Genehmigung für unge- wollte Käufe des Nachwuchses nicht getan. Unter Umständen kann eine recht- liche Prüfung ergeben, dass die Eltern selbst wirksam Vertragspartner des jewei- ligen Spieleanbieters geworden sind, ob- wohl das Kind die Käufe ohne deren Wis- sen und Zustimmung getätigt hat.

Dahinter steckt die im deutschen Rechtssystem anerkannte Rechtsfigur der sogenannten Anscheinsvollmacht. Wird

bei einem Vertragspartner der Anschein erweckt, man handele für eine andere Per- son, kann unter gewissen Voraussetzun- gen ein Vertrag mit dieser anderen Person zustande kommen. Entscheidend ist, ob die andere Person von dem Rechtsge- schäft Kenntnis hätte haben müssen und diese bei pflichtgemäßer Kenntnis hätte unterbinden können.

Übertragen auf ungewollte In-Game- Käufe durch Kinder bedeutet dies Folgen- des: Überlassen Eltern ihrem Kind bei- spielsweise leichtfertig ein Handy oder Tablet zur Nutzung, auf welchem Zah- lungsdaten für digitale Käufe hinterlegt sind, so können sie an den Kaufvertrag gebunden sein. Dies gilt insbesondere dann, wenn zur Tötigung von Käufen keine Passwordeingabe erforderlich ist oder die

**Vor dem Spiel muss der Teilneh- mer den Daten- schutzrichtlinien des Anbieters und weiteren recht- lichen Vereinba- rungen zustim- men. Das klappt auch, wenn man die Daten von Kindern angibt.**

Zugangsdaten auf dem Endgerät gespei- chert sind. Ebenso können Eltern zum Vertragspartner des Spieleherstellers wer- den, wenn sie ihrem Kind ein Zahlungs- mittel wie die Kreditkarte oder ein Pay- Pal-Konto überlassen haben.

Etwas anderes gilt aber dann, wenn ein Kind die ordnungsgemäß aufbewahr- te Kreditkarte der Eltern heimlich entwen- det oder das angemessen geschützte Zu- gangspasswort zu einem Zahlungsmittel stiehlt oder auskundschaftet.

Für Eltern vorteilhaft ist in diesem Zu- sammenhang, dass den Spieleanbietern im Rahmen einer gerichtlichen Ausein- dersetzung regelmäßig die Beweislast ob- liegt, dass die Voraussetzungen einer sol- chen Anscheinsvollmacht vorliegen, was nicht ganz leicht nachzuweisen ist.

Darüber hinaus kann sich auch erge- ben, dass die Eltern für die durch das Kind getätigten Käufe aufgrund einer Verlet- zung ihrer Aufsichtspflicht haften müs- sen. Ob die Aufsichtspflicht tatsächlich verletzt wurde, hängt von den jeweiligen Umständen des Einzelfalls ab. Dabei gilt, dass die Anforderungen an die Aufsichts- pflichten umso höher sind, je jünger das Kind ist. Wird beispielsweise einer Sie- benjährigen das Handy samt hinterlegtem Zahlungsmittel über längere Zeit zur freien Verfügung überlassen, so sprechen gute Argumente für eine Aufsichtspflicht- verletzung.

Buchstäblich gut beraten ist in jedem Fall, wer eine Rechtsschutzversicherung abgeschlossen hat, da die Kosten für der-



**Im Spiel muss man oft spezielle Währungen wie Edelsteine oder Münzen erwerben. Gerade Kinder können dann nicht mehr erkennen, dass es sich um echtes Geld handelt.**



artige Streitigkeiten meist vom Versicherer übernommen werden.

## Widerrufsrecht

Unabhängig davon, ob Kind oder Eltern Vertragspartner des Spieleanbieters werden, könnte man auf die Idee kommen, dass bei Käufen über das Internet ein 14-tägiges Widerrufsrecht für Verbraucher besteht. Das stimmt zwar grundsätzlich, allerdings liegt der Teufel im Detail.

Denn das Gesetz eröffnet den Spieleanbietern die Möglichkeit, das Widerrufsrecht zu umschiffen. Gemäß Paragraf 312f des Bürgerlichen Gesetzbuchs (BGB) kann der Anbieter vom Käufer digitaler Inhalte verlangen, dass dieser den Verzicht auf sein Widerrufsrecht erklären muss. Mit der Regelung soll verhindert werden, dass Kunden die digitalen Inhalte 14 Tage lang nutzen, dann ihr Widerrufsrecht ausüben und somit die Leistung für den Zeitraum quasi umsonst erhalten.

Hierfür stellt der Gesetzgeber zwei Voraussetzungen auf: Erstens muss der Käufer ausdrücklich zugestimmt haben, dass der Anbieter vor Ablauf der 14-tägigen Widerrufsfrist mit der Erbringung der Leistung beginnt, ganz praktisch also die Nutzung des Spiels ermöglicht. Zweitens muss der Käufer ausdrücklich bestätigen, dass ihm bewusst ist, dass er durch seine Zustimmung zur sofortigen Leistungserbringung sein Widerrufsrecht verliert.

Die formellen Anforderungen an einen wirksamen Verzicht auf das Widerrufsrecht sind allerdings hoch. Da die Zustimmung „ausdrücklich“ erfolgen muss, reicht zum Beispiel ein versteckter Hinweis oder eine vorangekreuzte Checkbox regelmäßig nicht aus. Das Landgericht Karlsruhe hat außerdem im Jahr 2016 entschieden, dass ein Hinweis vor dem Kauf, der besagt, dass mit dem Klick auf „Jetzt kaufen“ der sofortigen Vertragsausführung zugestimmt wird und das Widerrufsrecht des Käufers erlischt, nicht ausreicht (Az. 18 O 7/16).

Hat der Käufer vor dem Kauf keinen wirksamen Widerrufsverzicht erklärt, kann er innerhalb von 14 Tagen das Widerrufsrecht ausüben und das bezahlte Geld zurückverlangen. Oftmals entdecken Eltern jedoch den Kaufrausch der Kinder erst viel später, wenn zum Beispiel die monatliche Kreditkartenabrechnung von der Bank übersandt wird.

## Letzte Chance

Ist das virtuelle Kind erst einmal in den sprichwörtlichen Brunnen gefallen und

Größe 1,3 GB	Kategorie Spiele
Sprachen Deutsch, Arabisch, Englisch, Französisch, Italienisch, Japanisch, Koreanisch, Portugiesisch, Russisch, Spanisch, Thai, Türkisch, Vereinf. Chinesisch	Alter 4+
Preis Gratis	In-App-Käufe
	1. Beutel voll Edelsteine 1,99 €
	2. Schaufel voll Edelsteine 4,99 €
	3. Haufen Edelsteine 9,99 €
	4. SPARSCHWEIN III 2,99 €
	5. Beutel voll Bits 1,99 €
	6. Schaufel voll Edelsteine 9,99 €
	7. BÜNDEL 139 0,49 €
	8. Schaufel voll Bits 4,99 €
	9. Königsclub-Mitglied - 1 Monat 5,49 €
	10. Eimer voll Edelsteine 14,99 €

**Trotz der Altersfreigabe ab 4 Jahren sind bei vielen Spielen In-App-Käufe möglich. Vor der Installation sollte man die Informationen im App-Store sorgfältig studieren.**

das Geld bereits in Richtung Spielehersteller geflossen, gibt es noch eine Möglichkeit, das Geld zurückzuerhalten. Hierzu sollte man sich zunächst an den betreffenden App-Store-Anbieter, also an Google oder Apple wenden und sich darauf berufen, dass die Käufe von einem Minderjährigen ohne die Erlaubnis seiner Eltern getätigt worden sind.

Der Unterschied zwischen den beiden Anbietern besteht darin, dass Apple in der Regel ausschließlich selbst über Rückerstattungen entscheidet. Bei Google kann auch der Spieleanbieter selbst Erstattungen veranlassen. Hat Ihr Kind also über ein Google-Konto Käufe vorgenommen, kann es sich lohnen, den Spieleanbieter direkt zu kontaktieren.

Auch wenn nach den bereits erläuterten Kriterien eine Haftung der Eltern infrage kommt, sollte man trotzdem versuchen, eine Rückerstattung zu erreichen. In der Praxis zeigen sich App-Store- und Spieleanbieter häufig kulant, gerade bei jüngeren Kindern. Insbesondere der Spielehersteller „Supercell“ mit Sitz in Helsinki, der das beliebte Mobile Game „Brawl Stars“ entwickelt hat, kommt Eltern oftmals entgegen. Die Rückerstattung geht jedoch in der Regel mit einer permanenten Sperrung des betreffenden Spiel-Accounts einher.

Wird die Rückerstattung abgelehnt, sollte man dennoch nicht gleich aufgeben. Es kann sich, gerade bei größeren Summen, durchaus lohnen, sich in solchen Fällen an einen spezialisierten Rechts-

anwalt zu wenden. Das Schreiben einer Kanzlei, in dem die rechtlichen Argumente ausführlich vorgetragen werden und gegebenenfalls eine Klage angedroht wird, bewegt Spielehersteller und App-Store-Anbieter in der Praxis nicht selten dazu, doch noch einer Rückerstattung zuzustimmen.

Lässt sich das Gegenüber auch mit noch so guten Argumenten nicht zu einer Rückbuchung bewegen, so bleibt letztlich nur der Gang zum Gericht. Man sollte sich allerdings bewusst sein, dass die Rechtsdurchsetzung vor Gericht schwierig werden kann, insbesondere wenn der Anspruchsgegner seinen Sitz nicht in Deutschland hat.

## Fazit

In-App-Käufe haben sich zu einem Riesengeschäft für die Gaming-Industrie entwickelt. Leider werden dabei auch häufig Kinder und Jugendliche ausgenommen. So entstehen ungewollt Rechnungen in vier- oder fünfstelliger Höhe. Hiergegen helfen vor allem technische Maßnahmen in den Einstellungen der Smartphone-Betriebssysteme. Kommt es doch einmal zu einer ungewollten Abbuchung, so lohnt es sich in den meisten Fällen dagegen vorzugehen. In hartnäckigen Fällen und bei besonders hohen Rechnungen empfiehlt es sich, einen spezialisierten Rechtsanwalt einzuschalten. (uma@ct.de) **ct**

**Anleitungen zum Abschalten von In-App-Käufen: [ct.de/y7dn](https://www.ct.de/y7dn)**

# Tipps & Tricks

## Sie fragen – wir antworten!

### Chrome-Prozess läuft Amok

**?** Vor kurzer Zeit drehte der Lüfter meines PCs immer wieder hoch, als Auslöser konnte ich über den Windows-Taskmanager einen Chrome-Prozess identifizieren. Ich habe jedoch meistens einige Dutzend Tabs offen – wie finde ich heraus, welcher Tab diese Last verursacht?

**!** Chrome hat einen eigenen Task-Manager, den Sie im Browser über die Tastenkombination Umschalt+Esc aufrufen. Unter macOS wählen Sie stattdessen den Menüpunkt Fenster/Task-Manager.

Dort sortieren Sie die Liste nach der CPU-Last und schließen den amoklaufenden Prozess über „Prozess beenden“. Bei Bedarf können Sie sich dort auch andere Informationen zu den einzelnen Tabs an-

zeigen lassen, etwa wie lange diese schon laufen oder welcher wie viel Netzwerkverkehr verursacht. (ll@ct.de)

### Flugsimulator 2020 Update erzeugt Vollast

**?** Wenn ich den Microsoft Flugsimulator 2020 starte und ein größeres Update laden muss, wird mein Rechner so laut, als würde ich das Spiel schon spielen. Da der Update-Prozess oft lange dauert, nervt mich das ziemlich. Gibt es Abhilfe?

**!** Der Entwickler Asobo-Studios hat an dieser Stelle wirklich nicht sauber gearbeitet, denn die Ladebildschirme haben keine Bildratenbegrenzung. Selbst aktivierte vertikale Synchronisation und ein fps-

Fragen richten Sie bitte an

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

**f** [c't Magazin](#)

**ct** [@ctmagazin](#)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).

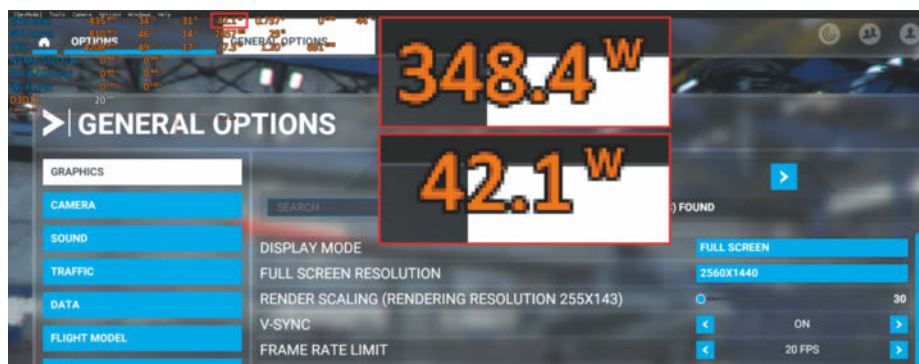
Limit von 20 Bildern pro Sekunde im Spiel helfen nur bedingt. Auch wer im Marktplatz Add-ons herunterlädt oder aktualisiert, setzt die Grafikkarte wieder unter Vollast, da im Hintergrund offenbar bereits ein Teil der 3D-Welt berechnet wird.

Hier setzt dann auch die Lösung an. Öffnen Sie die Textdatei mit den Grafikeinstellungen, die Sie im Installationsverzeichnis des Flugsimulators unter dem Namen UserCfg.opt finden. Dort tragen Sie beim Wert für „Primary Scaling“ 0.1 ein, bei „VSync“ eine 1, sofern diese dort noch nicht steht, und speichern die Datei.

Beim Laden maßen wir dann statt 330 Watt für die eine GeForce RTX 3090 noch knapp 43 Watt. Auch die Leistungsaufnahme des Prozessors halbierte sich im Test von 35 auf 17 Watt. Stehen Marktplatz-Downloads etwa der World-Updates an, können Sie zusätzlich auch die Bildschirmauflösung verringern. Allein mit dem Primary Scaling reduziert sich die Grafikkartenleistungsaufnahme auf rund ein Viertel (ca. 85 Watt) an einem WQHD-Monitor. Zusätzlich können Sie in der Datei UserCfg.opt auch bei „Full-ScreenResolution“ einen niedrigen Wert wie 1280 720 oder 640 480 eintragen, damit sank im Test die Leistungsaufnahme der Grafikkarte auf nur noch knapp 30 Watt im Ladebildschirm und knapp über 40 Watt im Marktplatz.

Task	Speicher	Netzwerk	Prozess-ID
Browser		0	11876
GPU-Verarbeitung		0	12268
Dienstprogramm: Network Service		0	12280
Dienstprogramm: Storage Service		0	11708
Dienstprogramm: Audio Service		0	12788
Renderer		0	4984
Renderer		0	5952
Renderer		0	5360
Renderer		0	5856
Renderer		0	13724
@ Tab: heise online - IT-News, Nachrichten und H...		0	13872
Subframe: https://googlesyndication.com/		0	12956
Subframe: https://googlesyndication.com/		0	2936
Tab: chrome prozesse anzeigen - Google Suche			
Tab: subframe 2mdn.net - Google Suche			

Chrome zeigt bei Bedarf an, wie viel Speicher und Rechenzeit einzelne Tabs benötigen.



Mit unserem Trick zählen Sie die Grafikkarte bei FS2020-Update-Organen.

Ist der Updateprozess abgeschlossen und Sie sind bereit für Ihren Flug, setzen Sie in den Grafikoptionen VSync, die Auflösung und den Punkt Render Scaling wieder auf den gewünschten Wert zurück – Standard ist 100. Dann sind auch etwaige flimmrige 3D-Hintergründe wieder so schick wie eh und je. (csp@ct.de)

## HP-Drucker verweigert Fremdkartuschen

Ich habe für meinen HP LaserJet Pro MFP M281fdw günstige Tonerkartuschen eines Fremdanbieters gekauft, weil mir die originalen HP-Patronen einfach zu teuer sind. Plötzlich aber behauptet der Drucker, er hätte ein Materialproblem und er druckt nicht mehr.

HP hat in einer aktualisierten Firmware-Version die Nutzung von Patronen anderer Hersteller abgestellt. Die letzte Firmware für diesen Drucker, mit der Fremdpatronen noch funktionieren, stammt von Ende 2020. Wir können diese nicht zum Download anbieten, sie sollte sich jedoch über eine Suche nach HP\_LaserJet\_Pro\_M280\_M281\_Printer\_series\_20200612.rfu finden lassen.

Überprüfen Sie zunächst, ob die Firmware-Einstellungen im Drucker passen. Gehen Sie auf dem Bedienfeld zu „Installation/Service/Aktualisierung LaserJet“ und wählen Sie dort „Aktualisierungen verwalten“. Stellen Sie sicher, dass die folgenden Einstellungen aktiv sind: Downgrade zulassen: ja; Automatisch prüfen: aus; Aufforderung zur Installation: immer auffordern; Updates zulassen: ja.

Den letzten Punkt sollten Sie nach der Installation der älteren Firmware umstellen, damit der Drucker nicht wieder eine Firmware installiert, die den Gebrauch

anderer Patronen verbietet. Alternativ können Sie dem Drucker auch über ihren Router den Zugang ins Internet verbieten.

Sie benötigen nun die aktuelle IP-Adresse des Druckers, die Sie zum Beispiel über den Router oder das HP-Smart-Tool herausfinden. Tippen Sie diese Adresse in einen Browser und wechseln Sie zum Tab Netzwerk. Im Bereich Erweitert klicken Sie den Punkt FTP-Druck an.

Zum Upload der Firmware auf den Drucker benötigen Sie ein FTP-Programm, zur Not tut es auch das bei Windows mitgelieferte. Wechseln Sie dazu auf einer Kommandozeile in das Verzeichnis, in dem die heruntergeladene Firmware liegt. Öffnen Sie dann mittels ftp <IP-Adresse des Druckers> eine Verbindung zum LaserJet; bei der Abfrage nach Benutzernamen und Passwort können Sie einfach die Eingabetaste drücken. Stellen Sie über den Befehl bin die binäre Übertragung ein und laden Sie die Firmware mittels put HP\_LaserJet\_Pro\_M280\_M281\_Printer\_series\_

20200612.rfu in den Drucker hoch. Wenn in dem lokalen Download-Verzeichnis keine ähnlich lautende Datei liegt, genügt auch eine Verkürzung, etwa put HP\*. \*.

Nach dem Upload zeigt der Drucker auf seinem Display die Installation der Firmware an. Wenn Sie danach eine Tonerkartusche eines Fremdanbieters einbauen, meckert der Drucker zwar, dass es sich nicht um ein HP-Produkt handelt, nutzt diese jedoch einfach. (ll@ct.de)

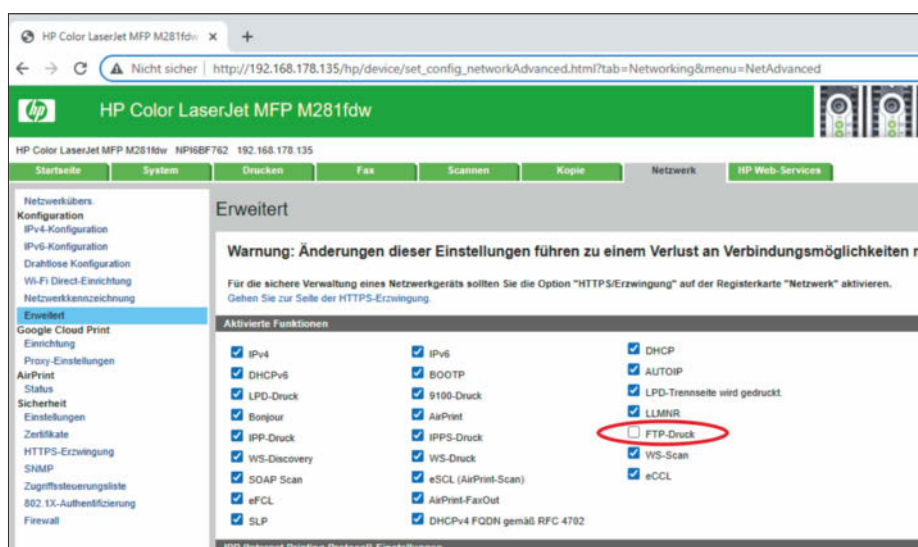
## Fehlende Sprungmarke in Batch

Bei der Durchsicht eines von einem ehemaligen Kollegen geschriebenen Batch-Skripts ist mir die Zeile Goto :EOF aufgefallen. Eine Sprungmarke mit dem Namen :EOF ist im Skript aber nicht zu finden. Was mich noch mehr verblüfft hat: Trotzdem scheint das Skript klaglos zu funktionieren. Wie hat der Kollege das hinbekommen?

Die drei Buchstaben stehen für „End Of File“. Der Befehl Goto :EOF springt demzufolge ans Dateiende, und weil dort keine Befehlszeilen mehr stehen, endet die Abarbeitung des Skripts durch den Interpreter.

Sie können sich :EOF also wie eine unsichtbare Sprungmarke vorstellen, die als letzte Zeile in einem Batch-Skript steht.

Der Befehl funktioniert übrigens nur, wenn die Befehlserweiterungen aktiv sind. Das ist jedoch bei allen aktuellen Windows-Versionen standardmäßig der Fall. Zur Sicherheit können Sie die Erweiterun-



Zum Upload einer Firmware vom PC auf den LaserJet muss der FTP-Druck eingeschaltet sein.



gen in einem Batch-Skript mit dem Befehl `setlocal enableextensions` erzwingen.

Ebenfalls beenden können Sie ein Skript mit `exit /b`. (axv@ct.de)

## Ryzen-Kombiprozessor taktet herunter

? Ich habe einen Rechner mit einem Ryzen 5 3400G. Unter Dauerlast ist mir aufgefallen, dass die Taktfrequenz langsam sinkt, obwohl die Temperatur im grünen Bereich liegt. Drosselt meine CPU?

! Vermutlich nicht. Was Sie festgestellt haben, sind die Auswirkungen des sogenannten Skin Temperature Aware Power Management (STAPM). Diese Funktion stammt ursprünglich von den Mobilprozessoren und erlaubt der CPU, kurzzeitig ihre TDP zu überschreiten. Dadurch wird die thermische Trägheit des Kühlsystems und des Notebookgehäuses ausgenutzt, um höhere Taktraten zu erreichen ähnlich wie bei Intels Turbo Boost.

Langfristig aber müssen die Ryzen-Kombiprozessoren der Serien Ryzen 3000G, 4000G und 5000G im Mittel ihre Thermal Design Power von 65 Watt einhalten, weshalb die CPU schrittweise ihre Taktfrequenz reduziert. Sie liegt bei ausreichender Kühlleistung dann aber immer noch über der Nominaltaktfrequenz. Erst nach längerem Leerlauf oder Teillast kann der Prozessor wieder höher takten.

STAPM ist bei den Kombiprozessoren aktiv, weil diese das gleiche Halbleiter-Die wie die Mobil-CPU's verwenden. Bei den Ryzen-Prozessoren ohne integrierte Grafik wie den Ryzen 5000X gibt es diese Funktion hingegen nicht. Sie dürfen ihre TDP dauerhaft um 35 Prozent überschreiten, sofern die CPU die übrigen Grenzwerte für Temperatur, Stromstärken et cetera einhält. (chh@ct.de)

## Überschwemmungssicher parken

? Angesichts der kürzlichen unweatherbedingten Überschwemmungen frage ich mich, wo in meiner Umgebung ich mein Auto wohl in Sicherheit bringen kann. Ich wohne allerdings in einer recht flachen Gegend, sodass Höhenunterschiede nicht so ins Auge fallen – schon wenige Meter können ja den Unterschied ausmachen. Wissen Sie Rat?



Die Website [topographic-map.com](https://topographic-map.com) zeigt Höhenunterschiede auf den Meter genau an.

! Recht übersichtlich beantwortet die Website [topographic-map.com](https://topographic-map.com) Ihre Frage. In der Liste der Karten wählen Sie einfach Deutschland oder Ihr Bundesland und zoomen sich dann an Ihren Wohnort heran. Die Website überzieht die Karte mit einer Farbmarkierung, die die geographische Höhe repräsentiert. Die Farbskala passt sich dabei an den höchsten und tiefsten Punkt des aktuellen Kartenausschnitts an, sodass Sie die Höhe sehr genau ablesen können. (hos@ct.de)

## MuFu Brother MFC-J4410DW startet nicht

? Ich habe meinen Multifunktionsdrucker Brother MFC-J4410DW einige Monate im Schrank aufbewahrt und nun lässt er sich nicht mehr in Betrieb nehmen. Wenn ich ihn mit der Stromversorgung verbinde und einschalte, erscheint im Display ein Symbol von „Innobella“ und dann die Meldungen „Alle Funktionen werden deaktiviert“ und „Erst ausschalten, wenn Job beendet“; danach schaltet er sich ab. Gibt es da noch Abhilfe oder gehört er nun zum Alteisen?

! Möglicherweise ist bei dem Gerät die Pufferbatterie leergelaufen, sodass es nun mit falschem Datum hochfährt und dann in eine Fehlersackgasse läuft. Man kann sich aber behelfen, indem man das Gerät während des Bootvorgangs zurücksetzt.

Trennen Sie es dafür zunächst für mindestens eine Minute vom Stromnetz. Wenn Sie es anschließend wieder an die Stromversorgung anschließen, warten Sie kurz, bis im Display das Innobella-Symbol erscheint und halten Sie dann die Einschalttaste so lange gedrückt, bis der Boot-Vorgang korrekt abläuft. Anschließend können Sie Datum und Uhrzeit neu setzen und der Drucker sollte wieder funktionieren. (dz@ct.de)

## Offene Tabs im Browser durchschalten

? Ich kenne die Direktanwahl von offenen Browsertabs per Strg+1 bis Strg+0, habe aber häufig weitaus mehr Tabs offen. Wie kann ich zum Beispiel zwischen Tab 20 und 21 hin und her wechseln, um etwa zwei Fotos zu vergleichen?

! Unter Windows 10 können aktuelle Browser wie Chrome und Firefox und Edge das per Strg+Bild-rauf beziehungsweise Strg+Bild-runter. Alternativ funktioniert in Browsern auf Chromium-Basis auch Strg+Tab beziehungsweise Strg+Umschalt+Tab – in Firefox öffnet diese Kombination eine Leiste, in der man dann zu einem offenen Browsertab wechseln kann.

Unter aktuellem Ubuntu funktioniert die Kombination Strg+Bild-rauf/-runter mit Chrome und Firefox. Unter macOS mit Cmd anstelle von Strg zusätzlich auch mit dessen nativem Browser Safari. (csp@ct.de)

Die Webinar-Serie von Heise

# Product Owner im Unternehmen

Mit unserer **Webinar-Serie** lernen Sie, wie Sie als **Product Owner effektiv arbeiten** können, **Ihre Rolle im Unternehmen** verstehen, und wie Sie die wichtigsten **Konzepte und Techniken meistern**, um erstklassige Produkte gemeinsam mit Ihrem Team umzusetzen.

## DIE TERMINE:

**22. September 2021**

Die Rolle des Product Owners verstehen

**29. September 2021**

Als Product Owner in den Scrum-Events

**06. Oktober 2021**

User Stories, Akzeptanzkriterien und Schneiden von Anforderungen

**13. Oktober 2021**

Erfolgreiche Zusammenarbeit mit Stakeholdern

**20. Oktober 2021**

Die Bedürfnisse der Nutzer verstehen und berücksichtigen

**Exklusiver Kombi-Preis:** **429 €**

Einzelpreis: 139 €



**MEHR ERFAHREN**

[webinare.heise.de/product-owner/](https://webinare.heise.de/product-owner/)

Jetzt Kombi-Rabatt sichern und **über 250 € sparen!**





# Voice over IP

**Voice over IP ist das Rückgrat der Sprachkommunikation und eröffnet viele Möglichkeiten, flexibel zu telefonieren. Wir haben Antworten auf die häufigsten Fragen.**

Von Urs Mansmann

## Rufnummernanzeige

**?** Anrufe mit unterdrückter Rufnummer aus dem Homeoffice werden mancherorts abgewiesen. Ich möchte dafür aber auf keinen Fall meine private Rufnummer oder die meines Handys verwenden. Wie kann ich das lösen?

**!** Sie sollten fürs Homeoffice am besten einen getrennten VoIP-Account mit eigener Rufnummer einrichten. An Ihrer VoIP-Anlage lässt sich das am einfachsten verwalten, indem Sie ein zusätzliches Schnurlostelefon dafür einsetzen. Das können Sie nach Dienstschluss einfach abschalten und haben Ruhe zu Hause. Falls Sie keine ungenutzte Rufnummer mehr an Ihrem Privatanschluss haben und keine zusätzliche erhalten können, sollten Sie eine bei einem VoIP-Provider einrichten, der das Setzen einer Absenderrufnummer (Rufnummern-Spoofing) ermöglicht. Diese Funktion fehlt bei den meisten Breitband-Anbietern, die zusätzlich zum Anschluss auch VoIP bereitstellen, gehört aber bei VoIP-Providern wie Sipgate, dusNET oder Easybell zum Standard-Leistungsumfang.

Auf diese Weise können Sie die Zentrnummer Ihres Arbeitgebers oder Ihre Durchwahl dort übermitteln. Selbst wenn die Angerufenen die dahinterliegende VoIP-Rufnummer sehen können, entsteht kein Schaden – denn sie landen ja bei einem Rückruf auf Ihrem Geschäftsan-

schluss im Homeoffice und nicht auf dem Privatanschluss.

## Dauerbesetzt

**?** Ich habe meine VoIP-Rufnummer korrekt eingerichtet und kann beim Provider auch sehen, dass die Anmeldung geklappt hat und mein VoIP-Router online ist. Trotzdem kommen Testanrufe nicht durch. Mit einigen Sekunden Verzögerung ertönt ein Besetztzeichen. Was läuft da falsch?

**!** Wie früher bei ISDN muss nicht nur der Anschluss geschaltet sein, sondern auch ein Gerät, das die Anrufe entgegennimmt, und das haben Sie offenbar versäumt. Sobald Sie ein Telefon so einrichten, dass es bei Anrufen auf die Nummer klingelt, hören Anrufer ein Freizeichen. Das Besetztzeichen ertönt in Ihrem Fall mit Verzögerung, weil erst eine Wartezeit ablaufen muss, die sicherstellt, dass alle Geräte genügend Zeit zum Reagieren hatten.

Ertönt das Besetztzeichen sofort, liegt etwas anderes im Argen. Ursache kann beispielsweise ein schnurgebundenes Telefon sein, dessen Hörer unbemerkt von der Gabel gerutscht ist und das über die Funktion „busy on busy“ dafür sorgt, dass keine weiteren Anrufe unter dieser Rufnummer eingehen können. Wenn diese

Gefahr besteht, sollten Sie die Funktion bei diesem Endgerät deaktivieren.

## Rufnummer bei Umzug

**?** VoIP-Nummern lassen sich ja schon lange an beliebigen Anschlüssen weltweit nutzen. Ich ziehe nun von Berlin nach Potsdam. Kann ich meine einprägsame und schon seit Ewigkeiten bekannte Berliner Festnetzrufnummer da nicht einfach behalten?

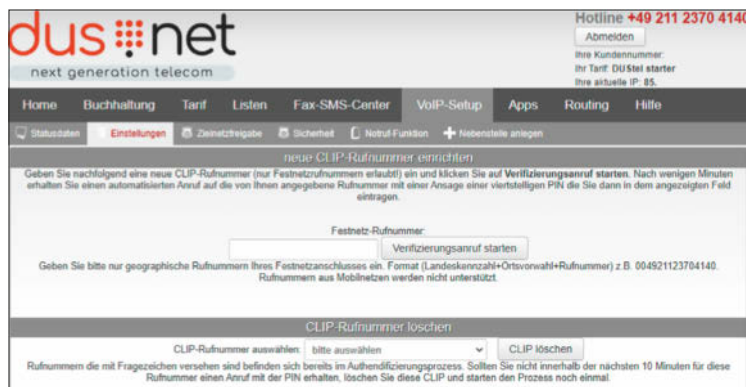
**!** Die Bundesnetzagentur wacht immer noch streng darüber, dass Ortsnetzziffernummern nur innerhalb der dafür vorgesehenen Bereiche vergeben werden. Sobald Ihr VoIP-Provider vom Umzug erfährt, wird er Ihnen sofort die 030-Nummer entziehen und Ihnen eine neue mit der Vorwahl 0331 zuweisen, sonst droht ihm erheblicher rechtlicher Ärger. Für den amtlich geforderten Ortsnetzbezug reicht allerdings schon eine Firmenadresse oder ein Zweitwohnsitz. Möglicherweise können Sie die Nummer auch durch Überschreibung an einen richtigen Berliner retten, der Sie Ihnen dann wiederum zur Nutzung überlässt.

## Rufumleitung

**?** Ich möchte gerne eine VoIP-Nummer auf mein Handy umleiten. Dummerweise fallen dafür recht hohe Gebühren an. Wie kann ich das umgehen?

**!** Sie können den VoIP-Account direkt auf dem Handy nutzen. In einigen Versionen von Android ist ein VoIP-Client Teil des Betriebssystems, bei anderen Versionen oder Betriebssystemen können Sie den erforderlichen SIP-Client als App installieren, beispielsweise Zoiper oder Lighthouse. Dann können Sie die Anrufe direkt und kostenfrei annehmen. Pro Gesprächsminute fällt allerdings rund 1 Megabyte an Datentransfervolumen an.

**Einige VoIP-Provider verifizieren die Rufnummer zur Anzeige mit einem Kontrollanruf, um Missbrauch auszuschließen.**





Falls Sie doch lieber auf eine Rufumleitung setzen wollen, können Sie einen Tarif oder eine Tarifoption nutzen, die Ihnen zusätzlich zur Mobilfunk- auch eine Festnetznummer fürs Handy bereitstellt. Anrufe und Umleitungen auf eine Festnetznummer werden stets zum Festnetz-tarif abgerechnet, auch wenn das eigentliche Ziel ein Mobilfunkanschluss ist.

## Zweitanschluss im Ferienhaus

! Ich möchte eine beruflich genutzte VoIP-Nummer auch zu Hause im Homeoffice und in meinem Ferienhaus nutzen. Was muss ich da beachten?

! An VoIP-Anschlüssen können Sie grundsätzlich mehrere Endgeräte oder VoIP-Anlagen gleichzeitig anmelden. Eingehende Anrufe werden an allen Anschlüssen signalisiert, bis an einer Stelle abgenommen wird. Sie müssen also lediglich sicherstellen, dass nicht ein Kollege in der Firma oder der Anrufbeantworter zu Hause sich das Gespräch schneller greift, als Sie im Ferienhaus an der Leitung sind.

Aktive Registrierungen	
! Um die Liste zu aktualisieren, schließen Sie bitte dieses Fenster und öffnen Sie es erneut.	
Umsagent	AVM FRITZBox 6490 Cable 141.07.27 TAI (May 4 2021)
Umsagent	Push-Server VoIP to go App
Umsagent	AVM FRITZBox 7490 (UJ) 113.07.27 (May 4 2021)

**VoIP-Anschlüsse kann man von mehreren Standorten aus gleichzeitig nutzen.**

Grundsätzlich geht das von jedem IP-Anschluss weltweit. Einzige uns bekannte Ausnahme sind private VoIP-Anschlüsse der Telekom: Diese lassen sich aus Sicherheitsgründen nur aus dem Netz der Telekom ansprechen. Um das zu umgehen, können Sie Ihren VoIP-Anschluss beispielsweise durch einen VPN-Tunnel und eine LAN-LAN-Kopplung mit dem heimischen LAN mit einer öffentlichen Adresse aus dem Telekom-Netz verbinden oder die Verbindungen Ihrer VoIP-Geräte darüber leiten.

## Faxen per VoIP

! Seit einem Anbieterwechsel kommen Faxer bei uns häufig unvollständig an. Spätestens nach drei oder vier Seiten bricht

**Die Fritzbox hat einen eingebauten Faxserver, der eingehende Faxer in Mails mit Anhang umwandelt.**

die Verbindung ab, auch beim Versand von Faxen. Wie kann man das beheben?

! Voice over IP ist, wie der Name nahelegt, auf die Übertragung von Sprache optimiert. Analoge Modemverbindungen, wie sie Faxgeräte verwenden, laufen darüber nur unzuverlässig. Sie sollten den Faxanschluss daher auf das Fax-over-IP-Verfahren T.38 umstellen. Dazu benötigen Sie die passende Hardware, beispielsweise eine T.38-fähige Telefonanlage, und einen Provider, der dieses Übertragungsverfahren beherrscht.

Alternativ können Sie Ihr Faxsystem umstellen, den Empfang beispielsweise auf ein Fax2Mail-Gateway, das Faxer für Sie empfängt und Ihnen diese per Mail weiterleitet. Auch die Fritzbox beherrscht T.38 und hat ein eingebautes Fax2Mail-Gateway. In Senderichtung gibt es vergleichbare Dienste, mit denen Sie eingescannte PDF-Dokumente per Mail oder Web-Frontend verschicken können. Der Vorteil solcher Dienste ist, dass Sie kein eigenes Faxgerät benötigen, dessen Anschaffung, Betrieb und Wartung recht teuer werden können.

## Unbefugter Zugriff

! Das Generalpasswort, das wir im Unternehmen standardmäßig für die meisten Dienste, darunter auch den VoIP-Zugang, verwenden, ist offenbar bei einer

Sicherheitslücke geleakt. Wir haben daraufhin unser VoIP-Zugangspasswort geändert. Kann da noch etwas passieren?

! Offenbar hatten Sie Glück, denn sonst hätte das teuer werden können. Hoffentlich haben Sie das Passwort bei der Gelegenheit durch ein individuelles und sicheres ersetzt, denn VoIP-Zugänge sind bei Kriminellen begehrte Beute. Binnen Minuten können Profis mit Ihrem VoIP-Zugang hohen Schaden anrichten. Sie sollten die Zugangsdaten daher bestmöglich gegen Missbrauch sichern. Es ist durchaus sinnvoll, Auslandsgespräche in Ihrem VoIP-Account generell zu sperren, wenn Sie ohnehin nicht dorthin telefonieren, oder gezielt nur Landesvorwahlen freizugeben, die Sie tatsächlich benötigen.

Zwar haben die VoIP-Provider Sicherheitsmaßnahmen getroffen, die Missbrauch schnell erkennen und den Schaden beispielsweise durch automatische Anschlussperren oder vorgegebene Sperren für bestimmte Vorwahlbereiche begrenzen. Alleine darauf verlassen sollten Sie sich aber nicht, denn die Abzocker sind kreativ.

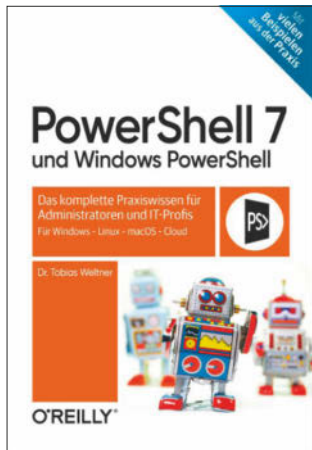
## Umzug mit der VoIP-Nummer

! Ich möchte gerne zu einem anderen DSL-Provider wechseln. Allerdings habe ich beim bisherigen Provider nicht nur meinen Breitbandanschluss, sondern auch meine Telefonnummern. Was muss ich beachten, damit ich bei diesem Wechsel auf keinen Fall meine Rufnummer verliere?

! Kündigen Sie Ihren Anschluss nicht selbst, sondern sprechen Sie mit dem neuen Provider ab, wie Sie vorgehen sollen. Achten Sie darauf, dass Ihre persönlichen Daten beim alten und neuen Provider vollkommen identisch angegeben sind. Sie sollten unbedingt beim neuen Provider von vorneherein alle mit Ihrem derzeitigen Anschluss verbundenen Rufnummern angeben, auch wenn Ihnen nur ein oder zwei davon wichtig sind.

Den neuen Provider sollten Sie sechs Wochen vor der letzten fristgerechten Kündigungsmöglichkeit beauftragen, also rund viereinhalb Monate vor Vertragsende bei dreimonatiger Kündigungsfrist. Wenn Sie zu lange warten und dadurch die Kündigungsfrist versäumen, müssen Sie Ihre Wechselpläne um bis zu zwölf Monate verschieben.

(uma@ct.de)



Tobias Weltner

## PowerShell 7 und Windows PowerShell

Das komplette Praxiswissen für Administratoren und IT-Pros

O'Reilly, Heidelberg 2021  
(Der Buchverlag gehört wie c't zu Heise Medien)  
ISBN 978-3960091639  
590 Seiten, 37 €  
(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 30 €)

## Außen hart, innen smart

**Nur wenig erinnert bei Microsofts Windows-PowerShell und der auf .NET Core beruhenden PowerShell noch an deren Urahnen, den Kommandozeileninterpreter Command.com. Tobias Weltner verwirklicht anspruchsvolle Anwendungen mit den spröden und vielfach unterschätzten Shell-Werkzeugen.**

Anders als die nicht mehr weiterentwickelte ursprüngliche Windows-PowerShell funktioniert Microsofts separat zu installieren- de quelloffene PowerShell auch unter Linux und macOS. Fortgeschrittene Anwender können beide als objektorientierte Programmiersprache innerhalb des .NET-Frameworks nutzen. So erschließen sie Klassen und Funktionen für alle Bereiche der Softwareentwicklung. Auf Dateien greift man damit ebenso einfach zu wie auf Netzwerkdienste.

Weltner hält sich nicht lange mit Grundlegendem auf. Installation, grundsätzliche Handhabung und die Eigenschaften der PowerShell-Sprache erledigt er schnell. Er vergisst auch nicht, den Umgang mit passenden Entwicklungsumgebungen wie ISE und Visual Studio Code zu behandeln. Anschließend gibt es jede Menge Praxisfutter.

Bei allen anspruchsvollen Möglichkeiten des Werkzeugs kommt im Buch das klassische Shell-Scripting dennoch nicht zu kurz: Weltner zeigt eine Fülle von Lösungen für sehr unterschiedliche Automatisierungsaufgaben. Seine Beispielprogramme erzeugen etwa QR-Codes, Excel-Dateien oder HTML-Berichte. Sie spielen sogar MIDI-Dateien ab und steuern Philips-Hue-Leuchten.

Auf diese abwechslungsreiche Weise führt Tobias Weltner nach und nach wichtige Systemkommandos und den Umgang mit Cmdlets (frei definierbaren Befehlen) ein. Im Blickpunkt steht dabei oft die Kombination von Programmen mittels Pipelines, zusammen mit dem Streaming, bei dem Prozesse Daten in Echtzeit untereinander austauschen.

Fortgeschrittene werden sich über die Behandlung einiger spezieller Techniken freuen. So stellt der Autor Datenstrukturen wie Arrays und Hashtables vor und taucht darüber hinaus tief in die Innereien des .NET-Frameworks ab. Dabei geht es nicht nur um zahlreiche Bibliotheken, Klassen und Funktionen, sondern auch darum, wie man eigene Typen anlegen kann.

Der Autor hat als erfahrener PowerShell-Jongleur ein gutes Händchen bei der Auswahl seiner Themen und Beispiele gezeigt. Er bleibt nah an der Praxis und verwendet Kniffe, die man nicht gleich bei jeder Suche im Web findet. (Maik Schmidt / psz@ct.de)

## Wissen für Wissensvermittler

**Sicher und selbstbestimmt im Internet unterwegs sein – dazu soll die Cyberfibel Menschen jeden Alters befähigen. Sie richtet sich insbesondere an Kursleiter und Lehrer. Dank der guten Aufbereitung der Inhalte können sie auch ohne tiefere eigene Kenntnisse Schulungen planen und Grundlagen der IT-Sicherheit vermitteln.**

Das Handbuch ist ein Projekt des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) und des Vereins „Deutschland sicher im Netz“ (DsiN). Die inhaltliche Verantwortung für den ersten Teil liegt bei DsiN, die für den zweiten Teil beim BSI.

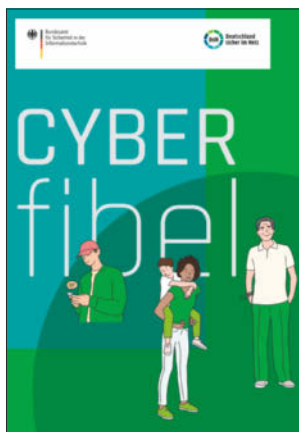
In Teil 1 geht es unter der Überschrift „Digitale Lebenswelten“ in vier Kapiteln um Sicherheit beim Surfen, Online-Shopping, Kommunizieren und bei Freizeitaktivitäten im Netz. Auf alltagsnahe Erklärungen folgen jeweils vertiefende Links sowie praktische Übungen zum Thema.

Teil 2 betrachtet unter dem Titel „Digitale Kompetenzen“ die Themen des ersten Teils nochmals unter einem anderen Blickwinkel. In Kapiteln wie „Sichere Logins nutzen“, „Sichere Transaktionen“ und „Risiken verstehen“ findet man handfeste Ratschläge zu Passwörtern, Verschlüsselung oder Datensparsamkeit.

Hauptzielgruppe des Sicherheitsratgebers sind Wissensvermittler in Schulen, Jugendgruppen und in der Erwachsenenbildung. Das Material ist so aufbereitet, dass auch Einsteiger ohne Vorwissen alle Erklärungen und Ratschläge verstehen können. Aufgrund der klaren Struktur mit kurzen, in sich abgeschlossenen Einheiten eignet sich die Cyberfibel gut zur Planung von Schulungen von der Grundschule bis zum Seniorenkurs.

Die gedruckte Ausgabe des Ratgebers erinnert weniger an eine schlanke Fibel als an zwei unglücklich ineinander verhakte Aktenordner: Der Ordner für Teil 1 teilt sich mit dem Ordner für Teil 2 eine Rückseite, was das Ganze unhandlich macht. Gut, dass es die digitale Ausgabe der Fibel zum kostenlosen Download gibt ([www.cyberfibel.de](http://www.cyberfibel.de)). Die Digitalversion empfiehlt sich auch deshalb, weil in den Texten viele Querverweise auf andere Kapitel sowie klickbare Links stecken.

Wer Wert auf ein gedrucktes Exemplar der Cyberfibel legt, muss sich aktuell ein wenig gedulden. Die erste Auflage ist vergriffen und die im Druck befindliche zweite Auflage bereits vorbestellt. Eine dritte Auflage ist geplant, der Zeitpunkt dafür steht jedoch noch nicht fest. (dwi@ct.de)



Deutschland sicher im Netz e.V.,  
Bundesamt für Sicherheit in der  
Informationstechnik (Hrsg.)

## Cyberfibel

Berlin/Bonn 2020  
ISBN 978-3982194301  
260 Seiten, kostenlos  
(PDF-E-Book, zwei Dateien: kostenlos)



# Ein Blick in die Vergangenheit mit All About History

## Tauchen Sie ein in vergangene Zeiten:

All About History beleuchtet alle zwei Monate die großen Epochen und Ereignisse der Weltgeschichte und gräbt alte Schätze aus. Erfahren Sie alles über die verschiedenen Zeitalter von der Antike bis zur Gegenwart, die unsere Welt geprägt haben.

**NEU**  
bei eMedia

**35%  
RABATT**



## Kennenlern-Angebot: 2 Ausgaben testen

- 2 aktuelle Ausgaben als Heft
- 35 % Kennenlern-Rabatt
- 3 Tage vor dem Handel erhältlich
- erscheint 6 x im Jahr

Jetzt bestellen:

[www.emedia.de/history-mini](http://www.emedia.de/history-mini)







# OBEN

VON JOL ROSENBERG

**D**as grelle Licht und die Hitze trafen sie jedes Mal wie ein Schlag. Danja Wasjalkowa schloss die Tür hinter sich und blieb stehen, die Augen zusammengekniffen. Sie hatte die Sonnenschutzkleidung sorgfältig angelegt: Hut samt Nackenschutz, Brille und Handschuhe. Sie war ausreichend geschützt. Langsam öffnete sie die Augen. Die Treppe vor ihr war von feinem, ockerfarbenem Sand bedeckt und sah aus, als sei sie seit Wochen nicht benutzt worden.

Vorsichtig stieg Danja hinauf und ließ den Blick über die aufgeständerten Solarmodule schweifen. Das war das einzige Gute an der Sonne: dass sie Licht spendete, das hier in elektrischen Strom umgewandelt wurde und so ganz Barnow mit Energie versorgte. So konnten Danja und die anderen Bewohner unten bleiben, wo es sicher war. Danja war unter der Erde geboren worden und dort aufgewachsen, als Kind einer wohlhabenden Familie. Ihre Eltern sahen es nicht gern, dass sie sich eine Arbeit außerhalb des familiären Einflussbereichs gesucht hatte. Eine, die Gänge nach oben erforderte! Aber Danja hatte darauf bestanden. Und auch wenn es gefährlich war, die unterirdische Stadt zu verlassen: Ihr Job war es, diesen Spannungsabfall zu untersuchen – und genau das würde sie tun. Sie war eine erwachsene Frau, die ihre eigenen Entscheidungen traf und ihren Job ausfüllte, statt sich im Schatten der eigenen Familie zu bewegen. Oder gar auf dem Ererbten auszuruhen.

Unter den Solarmodulen wuchsen fast hüfthohe Pflanzen. Weiter vorn stakste ein feingliedriger Agrobot durch die Pflanzenreihen. Danja hatte sich das alles vorher auf dem Bildschirm angesehen, damit sie wusste, was sie erwartete. Die Analysestation hatte gesagt, der Fehler sei im Quadranten 8H. Es war weit bis dorthin. Sie machte sich auf den Weg durch die Hitze.

\* \* \*

Quadrant 8H sah aus, wie er aussehen sollte. Gerade Reihen mit Solarmodulen, darunter ebenso gerade Reihen mit beschatteten Pflanzen. Dazwischen in regelmäßigen Abständen die Wartungswege. Danja holte die Diagnoseeinheit

**Emotionen können trügen,  
Messwerte nicht – oder?  
Ein rätselhafter Spannungsabfall  
muss irgendeine Ursache haben.  
Aber manchmal wartet hinter einer  
technischen Alltagsfrage eine  
Überraschung, die das gewohnte  
Leben infrage stellt.**

aus dem Werkzeugkoffer, sorgfältig darauf bedacht, dass die Handschuhe nicht verrutschten, und schloss sie an. Langsam füllte sich das Display mit Messdaten. Danja war davon ausgegangen, dass sich eine Kabelverbindung gelockert hatte. Oder mehrere. Der Spannungsabfall war erheblich. Im schlimmsten Fall war ein ganzes Modul ausgefallen. Dann musste sie es ab-

schrauben, auf einen Zugwagen laden und zur Reparatur mit nach unten nehmen.

Aber laut diesen Daten waren alle Module intakt. Es gab auch keine Anzeichen für Korrosion. Trotzdem lieferte 8H nicht genügend Leistung an den Hauptverteiler. Danja startete einen zweiten Diagnoselauf und ließ den Blick über die Pflanzen schweifen. Sie waren größer als sie, hatten längliche Blätter und dicke Stängel. Da konnte sich Wer-weiß-was drin verstecken. Es gab Tiere hier oben. Auch wenn sie bis auf gelegentliche Vögel nie eines gesehen hatte.

**VORSICHTIG STIEG DANJA HINAUF  
UND LIESS DEN BLICK ÜBER DIE  
AUFGESTÄNDERTEN SOLARMODULE  
SCHWEIFEN.**

Ein leichter Wind ließ die Blätter rascheln. Ein unangenehmes Geräusch, das Danja einen Schauer über den Rücken jagte. Der Diagnoselauf war fertig und brachte das gleiche Ergebnis wie beim ersten Mal. Die Richtlinien sagten ganz klar, dass nun eine Sichtprüfung dran war. Im schlimmsten Fall musste sie den gesamten Quadranten umrunden.

Danja ging los. Der Schweiß bildete unter ihrem Solar-schutzanzug feuchte Flecken. Die Stelle, an der er sich unter dem Hut sammelte, begann zu jucken. Bald würde sie klatschnass geschwitzt sein.

Langsam folgte Danja dem Wartungsweg und ließ den Blick schweifen. An der nächsten Kreuzung bestieg sie eine Leiter und streckte den Kopf aus dem Solarplattenmeer. Danja litt unter Höhenangst, so lange sie denken konnte. Aber auch wenn die Angst sie hier oben schlottern ließ: Was sie sah, war schön. Zu allen Seiten die gleichmäßigen Module und dahinter die grüngaue Landschaft. So weit konnte man unten nirgendwo schauen. Immer stieß der Blick an eine Wand. Hier dagegen war nichts als Weite. Da lohnte es sich, etwas Höhenangst zu überwinden.

**DANJA LITT UNTER HÖHENANGST,  
SO LANGE SIE DENKEN KONNTE.  
ABER AUCH WENN DIE ANGST SIE  
HIER OBEN SCHLOTTERN LIESS:  
WAS SIE SAH, WAR SCHÖN.**

An der nächsten Kreuzung entdeckte Danja die erste Unregelmäßigkeit. Sie starrte auf den Weg vor sich. Irgendwas verursachte in ihr ein ungutes Gefühl; sie versuchte zu erfassen, was es war. Blätter wippten leise raschelnd im Wind. Dann sah sie zurück zu dem unbefestigten Wartungsweg, auf dem sie hierhergekommen war. Weiter vorn wirkte dieser breiter. Heller. Ausgetretener. Danjas Herz klopfte lautstark. Jemand ging hier entlang. Regelmäßig. Hier, wo niemand entlangzugehen hatte. Sie aktivierte ihr MobKomm.

„Was gibt's?“ Pok klang etwas ungeduldig.

„Ich bin oben.“

„Ich weiß.“

„Hier gibt es eine Unregelmäßigkeit.“

„Deshalb bist du ja oben!“

Danja seufzte. Pok war nie besonders gesprächig. Schon gar nicht, wenn so viel zu tun war wie jetzt. Und Pok machte sehr deutlich, dass Danja keine Schonung erwarten konnte, bloß weil ihre Eltern einflussreich waren. Genau deshalb hatte sie diese Stelle gewählt. Auch wenn sie Pok in Momenten wie diesem für die Sprödheit hasste.

„Hier geht jemand lang“, sagte Danja. „Regelmäßig.“

„Jemand von der Landwirtschaft wahrscheinlich.“ Pok klang gelangweilt. „Mach deine Arbeit. Ich höre von dir, wenn das Problem gelöst ist!“ Die Verbindung wurde getrennt. Danja schloss kurz die Augen. Natürlich musste sie das Problem allein lösen. Dafür war sie da. Und sie würde es lösen! Sie öffnete die Augen wieder und straffte sich.

✱ ✱ ✱

Nach ungefähr neunzig Metern fand sie die nächste Unregelmäßigkeit: Ein Pfad bog vom Versorgungsweg ab und verschwand zwischen den Pflanzen. Da sollte kein Pfad sein. Als sie den Quadranten weiter umrundete, fand sie, bis auf

einen weiteren Pfad ins Grün, nichts. Keinen Anhaltspunkt für den Grund des rätselhaften Leistungsverlusts. Was hieß: Sie musste da rein. Nachsehen.

Einige Minuten lang stand Danja einfach nur da und atmete. Dann schritt sie langsam in die Pflanzen hinein. Es raschelte, als sie hindurchging. Der Pfad schlängelte sich im Schatten der Konsolen dahin. Als plötzlich jemand vor ihr stand, ließ Danja fast den Werkzeugkoffer fallen. Die andere Person trug einen breitrempigen Hut mit Nackenschutz, aber keine Sonnenbrille. Ihre sonnenverbrannten Hände ragten ohne Handschuhe aus den langen Ärmeln einer zerschlissenen Jacke.

„Wer sind Sie?“ Danja klang etwas zu furchtlos – gemessen daran, wie sie sich tatsächlich fühlte. Ihre Stimme hatte, wie sie selbst verwundert feststellte, beinahe etwas Aggressives.

„Ich bin Sinta.“

Danja stellte den schweren Koffer ab. Einer Person, die hier oben herumließ, war nicht zu trauen. Ihren Eltern zufolge lebten hier nur Verstoßene – Leute, denen es nicht gelungen war, sich unten zu integrieren. Leute, die man fürchten musste.

„Was machen Sie hier?“

„Ich bin Landwirtin.“

Landwirtin. Pok hatte es normal gefunden, dass die hier oben herumliefen. Danja warf der Fremden einen skeptischen Blick zu. Eine nicht mehr junge Frau mit dunklem Haar, das unter dem Hut hervorlugte. Sie sah eigentlich ganz normal aus. Wenn man von den deutlichen Sonnenschäden der Haut an Gesicht und Händen einmal absah.

„Ich kümmere mich um die Pflanzen“, sagte Sinta und deutete auf Danjas Werkzeugkoffer. „Und Sie kümmern sich um die Solarmodule.“

„Ja.“ Danja richtete sich etwas auf.

„Gibt es ein Problem?“

„Ja“, gab Danja zu. Wer auch immer diese Sinta war, sie kannte sich hier oben aus und konnte vielleicht helfen. Dann konnte Danja endlich wieder hinunter in die Sicherheit. „Ich untersuche einen Spannungsabfall.“

Sinta nickte grimmig. „Sie sind von unten?“

Danja nickte.

„Dachte ich mir schon. Ich weiß, wo Ihr Strom ist.“

„Und wo?“

„Bei mir. Kommen Sie mit!“

Die Frau drehte sich um und stapfte los. Danja zögerte. Verstoßene waren zu allem fähig. Aber Pok hatte die Anwesenheit von Leuten hier oben nicht gejackt. Es hatte keine Warnung gegeben. Auch wenn Danja keinen Extraschutz erwartete, Warnungen gab es. Aber nur, wenn Gefahr bestand. Pok würde erwarten, dass sie ihren Job tat. Danja ergriff den Koffer und folgte Sinta.

Nach einigen Kurven erreichten sie ein Haus. Fassungslos starrte Danja das Gebäude an, das aussah, als sei es direkt aus dem Boden gewachsen. Eine sandfarbene, geduckt dastehende Konstruktion, mit dicken, milchigen Fensterscheiben und unregelmäßigen, massiv wirkenden Wänden. So, als hätte jemand mit bloßen Händen Klumpen von Erde übereinandergeschichtet. Es sah nicht sehr vertrauens-erweckend aus.



„Wohnen Sie hier?“, fragte Danja vorsichtig.

„Ja“, sagte Sinta.

„Und Sie klauen Strom.“

Sinta sah sie geradeheraus an. „Was wissen Sie über die Situation hier draußen?“

Danja zuckte die Achseln. Nicht viel. „Sind Sie verstoßen worden?“

Sinta nickte grimmig, die Hand an der primitiven Klinke ihrer Tür. „Eine verstoßene Diebin, das klingt nicht gerade gut für mich. Aber aus Ihrer Sicht ist es wohl so.“

Sie öffnete die hölzerne Tür und winkte Danja herein. Zögernd folgte Danja ihr. Das Innere des Hauses war winzig. Ein einziger Raum: ein hölzerner Tisch, ein verrostetes Bettgestell an der Wand, ein Schrank und ein ... Danja starrte auf das riesige Ding, das mitten im Raum stand und ein tiefes Brummen von sich gab. Ein Tank, gefüllt mit einer trüben Flüssigkeit. Im Dämmerlicht trieb ein dunkler Schemen darin. Danja spürte, wie sich ihre Muskeln verkrampften und ihre Schultern zusammenzogen, während Sinta an ihr vorbeitrat und eine Hand an den Tank legte, vorsichtig, fast liebevoll.

## SINTA TRAT AN IHR VORBEI UND LEGTE EINE HAND AN DEN TANK, VORSICHTIG, FAST LIEBEVOLL.

„Was ist das?“ Danjas Stimme klang angespannt.

„Ein Regenerationstank.“ Sinta deutete auf den dunklen Schatten: „Und das ist Parvan.“

Danja stand immer noch neben der Tür. Sie musste gehen. Sofort. Diese Frau führte nichts Gutes im Schilde.

„Was ... ist mit ihm?“, stammelte sie stattdessen und stand wie festgewurzelt.

„Er hatte einen Unfall. Eine Kollision mit einem Ernteroboter.“

„Warum bringst du ihn nicht in die Med-Einheit?“

„Welche Med-Einheit?“ Sinta klang abfällig.

Danja hätte es gleich wissen müssen: Die Med-Einheit in Barnow stand nur Städtern zur Verfügung. Verstoßene gehörten nicht zu diesem Kreis.

„Wer ist ... war Parvan?“

„Ist“, sagte Sinta fest. „Das hier ist zwar ein vorsintflutlicher Regenerationstank mit einem horrenden Energieverbrauch. Aber er funktioniert.“ Sie hielt kurz inne und starrte Danja grimmig an. „Parvan ist mein Sohn“, sagte sie dann.

Ihr Sohn. Vorsichtig ging Danja einige Schritte nach vorn und sah in die trübe Flüssigkeit. Der Körper darin sah leblos aus. Und groß. Kein Kind mehr. Danjas Finger wanderten an das warme Glas. Sie hatte nie darüber nachgedacht, was mit den Kindern von Verstoßenen passierte. Ihr Blick huschte zu dem grünlich leuchtenden Display, über das lautlos Kurven glitten, die ihr nicht das Geringste sagten. Wenn sie ihren Job richtig machte, musste sie das hier verhindern. Und Parvan würde sterben.

Das Glas vibrierte unter Danjas Händen. Ihr konnte nichts passieren. Fast nichts. Im schlimmsten Fall wurde sie ihren Job los. Ihre Eltern würden ihr sagen, dass sie es gleich gesagt hätten. Und sie würde ihre Wunden lecken, Kraft sammeln und noch einmal losgehen.

„Wie lange wird er brauchen?“

„Mehrere Monate.“

## IHR BLICK HUSCHTE ZU DEM GRÜNGLICH LEUCHTENDEN DISPLAY, ÜBER DAS LAUTLOS KURVEN GLITTEN.

Monate. Danja schloss die Augen. Wenn sie ein Modul als zerstört meldete, dauerte es lange, bis es repariert war. Da konnten leicht Monate vergehen. Bis dahin wurde die geringere Leistungsabgabe toleriert. Sie öffnete die Augen und sah Sinta an: die wettergegerbte Haut, die kräftigen Arme, die schorfigen Sonnenbrandstellen. Diese Frau arbeitete. Sie war keine Schmarotzerin.

„Warum bist du verstoßen worden?“

Sinta schnaubte. „Nicht ich. Meine Eltern. Irgendein Streit, lange vor meiner Zeit.“

Danja schüttelte den Kopf. Es war nicht recht, dass Kinder die Fehler ihrer Eltern ausbadeten. Auch wenn es üblich war.

„Ich brauche ein defektes Modul“, sagte sie, „das ich nach unten bringen kann.“ Wenn diese Frau den Tank besorgt hatte, konnte sie vielleicht auch ein Schrottmodul besorgen, das Danja als defekt melden konnte. „Kannst du eins besorgen?“

Sinta erwiderte ihren Blick, dann wanderten ihre Augenbrauen nach oben. „Also hilfst du uns?“

Danja biss sich auf die Lippe. Sie wusste, dass es besser war, den Diebstahl zu melden und die Wachbots ihre Aufgabe tun zu lassen. Aber sie konnte nicht. Parvan würde sterben und Sinta ... – nein. Danja musste es klug anstellen, um damit durchzukommen, sonst hatte sie nicht nur Pok, sondern auch ihre Eltern an den Hacken. Aber es war möglich. Das hier war ihr Leben. Und ihre Entscheidung! Das war es, warum sie hier war. Danja nickte.

„Das lässt sich sicher machen“, sagte Sinta. „Kaputte Dinge haben wir hier oben mehr als genug.“

(psz@ct.de) **ct**

## Die c't-Stories als Hörversion

Unter [heise.de/-4491527](https://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](https://ct.de/yz13)).





# Die Konferenz für Enterprise-JavaScript

**29. – 30. September 2021 – Online**

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

Jetzt  
Tickets zum  
**Frühbucher-  
Rabatt**  
sichern!

Veranstalter



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIK

 **heise Developer**



**dpunkt.verlag**

© Copyright by Heise Medien.



# <Oxygen/> XML Editor

Die komplette XML Entwicklungs- und Authoring Plattform



## Strukturiertes Editing

- Einfach zu bedienender visueller XML Editor mit CSS Unterstützung
- Unterstützt CALS und HTML-Tabellen
- Kontextsensible Eingabehilfen
- Dokumenten- und Grammatik-Prüfung während der Eingabe

## XML Publishing Frameworks

- wiederverwendbarer Inhalt
- starker DITA Map Editor
- Vorgefertigte Publishing Szenarien
- Integriertes DITA Open Toolkit

## DocBook Authoring

- DocBook 4 und 5 wird unterstützt
- ebenso XInclude und XML Einheiten
- Vorgefertigte Publishing Szenarien

## Publishing aus einer Quelle

- Vorgefertigte, anpassbare Umwandlungs Szenarien zur Ausgabe in PDF, ePub, HTML, CHM, und andere

## Zusammenarbeit

- Nachverfolgung der Änderungen
- Jede Änderung enthält den Namen des Autors und die Zeit der Änderung

## Subversion Repository Client

- Der Subversion Client (SVN) hilft beim Durchsehen der Repositories, Anzeigen und Zustimmen von Änderungen

## XML Diff und Merge

- Verzeichnis und Datei Vergleich mit sechs verschiedenen Diff Algorithmen in mehreren Ebenen

SienerSoft GmbH  
Schoßbergstraße 11 · 65201 Wiesbaden  
Telefon 0611-8907760-20  
[www.sienersoft.de](http://www.sienersoft.de)

Preise für die verschiedenen Versionen und Mengen  
→ [www.sienersoft.de/oxygen](http://www.sienersoft.de/oxygen).

Original Preise von SyncRO Soft SRL  
→ [www.oxygenxml.com](http://www.oxygenxml.com).

Signifikante Rabatte für Ausbildung und öffentliche Bibliotheken. Keine Rabatte für Behörden.

Angebote anfordern bei  
→ [order@sienersoft.de](mailto:order@sienersoft.de)

## Erweiterungen

- Autoren können selbst erstellte Frameworks in ihrer Organisation verteilen

## Schnittstellen

- XML Author hat viele Schnittstellen an die meisten XML Datenbanken, Content Management Systeme und WebDAV
- Anschlüsse bestehen für: Mark Logic, Oracle, IBM DB2, eXist, Berkeley XML DB, Documentum xDB, Software AG Tamino, TigerLogic XDBS

**SienerSoft**

# Klein – aber oho!

Mit MicroPython spielend leicht  
Mikrocontroller programmieren

Heft + PDF  
mit 29 %  
Rabatt

## Make Micropython Special

Auch als einzelnes Heft erhältlich.

[shop.heise.de/make-micropython](http://shop.heise.de/make-micropython)

Heft + PDF  
für nur

19,90 € >



**heise Shop**

[shop.heise.de/make-micropython](http://shop.heise.de/make-micropython) >

> Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.







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 eine/einen

## Professorin/Professor (Bes. Gr. W2)

zu besetzen:

Am Fachbereich 2 „Duales Studium Wirtschaft • Technik“

zum 01. April 2022

Informatik

Kennziffer: 23/2021N (Nachausschreibung)

Bewerbungen auf die Professur sind bis zum **12.09.2021** mit aussagekräftigen Nachweisen – soweit vorhanden auch Ergebnissen von Lehrevaluationen – Zeugnissen zur Erfüllung der Einstellungsvoraussetzungen und unter Angabe der Kennziffer an die **Hochschule für Wirtschaft und Recht (HWR) Berlin, Personalabteilung/Berufungsbeauftragte, Frau Christine Bartel-Bevier, 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-wettbewerb/stellenangebote/>

## Do you prefer working with human developers over code monkeys?

Then be invited to explore our **software engineering** roles and meet our team.

Full-time

Kassel || Frankfurt

Various jobs & roles



All about software engineering



Developer driven



Broad tech stack



Entrepreneurial thinking



Continuous learning



To serve a joint purpose



Quiet superfly



Team of techies with heart

[yatta.de/career](https://yatta.de/career)

yatta

Themenspecial

## IT & Karriere II/2021

KREATIVE KÖPFE GESUCHT?



Erscheinungstermin:

c't magazin 22/2021 **09.10.2021**

iX Magazin 11/2021 **21.10.2021**

Anzeigenschluss: **10.09.2021**

Druckunterlagen: **13.09.2021**

„IT & Karriere“ erscheint in der Aboauflage von

ct magazin für  
computer  
technik

ix MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIKER

HM

Hochschule  
München  
University of  
Applied Sciences

An der Hochschule München ist an der Fakultät für Informatik und Mathematik ab dem Sommersemester 2022 oder später folgende Stelle zu besetzen:

## W2-Professur für Angewandtes Software Engineering (m/w/d)

Kennziffer: BV 0776

Erfahren Sie mehr in der detaillierten Stellenausschreibung unter: <https://stellen.hm.edu/ywvb8>

Bewerben Sie sich über unser Online-Portal bis zum 20.09.2021.

Wir freuen uns darauf, Sie kennenzulernen!



FAMILIE IN DER  
HOCHSCHULE

UAS7  
GRAND UNIVERSITÄT OF  
APPLIED SCIENCES

INUAS  
MÜNCHEN · WIEN · ZÜRICH





Wohnen fängt mit »W« an.



Die Baugenossenschaft »Wiederaufbau« eG ist mit rund 17.900 Genossenschaftsmitgliedern und über 9.100 Wohnungen im südöstlichen Niedersachsen und angrenzenden Sachsen-Anhalt das größte genossenschaftlich organisierte Wohnungsunternehmen Niedersachsens. Das Unternehmen wurde 1951 gegründet und beschäftigt ca. 100 Mitarbeiter, die in allen Bereichen rund um die Immobilie tätig sind. Seit 2006 bietet die »Wiederaufbau« ihren Mitgliedern zudem die Möglichkeit, Spareinlagen lukrativ verzinst anzulegen und ist ein nach KWG § 1 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1 zugelassenes Kreditinstitut.

*Für unsere Gemeinschaft, unser Zuhause, unser Team und unsere gesellschaftliche Verantwortung suchen wir eine/n*

## IT-Administrator (m/w/d)

### Ihre Aufgaben

- Administration und Betrieb von Windows sowie Linux-Server-Systemen
- Betrieb des Storage-Systems
- Betreuung der Virtualisierungsplattform und der Terminalserver
- Administration und Planung der Sicherheitstechnologien (Firewall, Anti-Spam, Anti-Virus, DLP, etc.)
- Betreuung des Netzwerkes (LAN, WAN, VPN)
- Administration Thin Client-Endgeräte und Telefonanlage
- Lizenz- und Patch-Management
- Pflege des Verzeichnisdienstes (Active Directory)
- Konfiguration, Aufbau und Wartung der eingesetzten Hardware
- Applikationsbetrieb
- Koordination von Fremdfirmen
- Anwendersupport
- Datensicherung
- Überwachung der Verfügbarkeit von einzelnen Systemen sowie Störungsbeseitigung

### Ihr Profil

- Abgeschlossene Ausbildung zum Fachinformatiker mit Schwerpunkt Systemintegration und/oder abgeschlossenes Studium der Informatik oder Vergleichbares; alternativ entsprechende langjährige Berufserfahrung
- Microsoft-Zertifizierung ist wünschenswert
- Idealerweise Expertenwissen in folgenden Gebieten:
  - IT-Sicherheit
  - Microsoft Windows- und Linux-Betriebssysteme
  - Microsoft Active Directory
  - Citrix XenServer und Terminal Server Technologie
  - Netzwerk: Routing, Switching, VPN, Internet- und Anwendungsprotokolle, etc. mit Schwerpunkt Cisco
  - Data Loss Prevention-DriveLock
  - NetApp Storage-Systeme
- Mehrjährige einschlägige Berufserfahrung
- Ausgeprägte Service- und Kundenorientierung
- Sorgfältige und selbständige Arbeitsweise und Leistungsbereitschaft
- Teamfähigkeit und gutes Kommunikationsvermögen

### Unser Angebot

- Abwechslungsreiche Aufgaben in einem sympathischen Team
- Gute Bezahlung nach Tarifvertrag der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft
- Zuschuss zur Betrieblichen Altersvorsorge
- Diverse Weiterbildungsmöglichkeiten
- Betriebliches Gesundheitsmanagement
- Flexible Arbeitszeitregelungen

### Haben Sie Spaß am wir?

... dann freuen wir uns auf Ihre Bewerbung unter Angabe Ihrer Gehaltsvorstellung und Verfügbarkeit.

**Baugenossenschaft »Wiederaufbau« eG**

Frau Swantje Kühn

Tel. 05 31 . 59 03-323

Bewerbung@wiederaufbau.de

© Copyright by Heise Medien.

 **heise Jobs**



## DIE Jobbörse für IT- Experten unter dem Dach von heise online

**Im neuen  
Look:**

- Frisch
- Jung
- Modern

**Finden Sie  
bei uns Ihren  
Spitzen-Job  
in der IT!**

**heisejobs.de**



Bei der **Hochschule für öffentliche Verwaltung Rheinland-Pfalz/Zentrale Verwaltungsschule Rheinland-Pfalz (HöV/ZVS) in Mayen**

sind demnächst die nachfolgend aufgeführten Stellen zu besetzen:

- **Dozentin/Dozent (m/w/d)**  
Die Lehrtätigkeit ist im Studiengang Verwaltungsinformatik (Informatik und Informationstechnik) vorgesehen.
- **Leitung IT-Service (m/w/d)**  
Die Tätigkeit umfasst die konzeptionelle Weiterentwicklung der strategischen Ausrichtung, die Fortentwicklung und technische Administration der IT-Infrastruktur sowie die Leitung des IT-Service.

Die vollständigen Ausschreibungstexte finden Sie auf der Homepage der Hochschule unter [www.hoev-rlp.de](http://www.hoev-rlp.de) unter der Rubrik Stellenausschreibungen.

Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen richten Sie bitte an die

Hochschule für öffentliche Verwaltung Rheinland-Pfalz/  
Zentrale Verwaltungsschule Rheinland-Pfalz  
St.-Veit-Straße 26 - 28  
56727 Mayen

E-Mail-Bewerbungen senden Sie bitte in einer PDF-Datei an [personal@hoev-rlp.de](mailto:personal@hoev-rlp.de).



An der Hochschule München ist an der Fakultät für Informatik und Mathematik ab dem Sommersemester 2022 oder später folgende Stelle zu besetzen:

## W2-Professur Datenbanksysteme mit Schwerpunkt skalierbare und verteilte Datenverwaltung (m/w/d)

Kennziffer: BV 0781

Erfahren Sie mehr in der detaillierten Stellenausschreibung unter: <https://stellen.hm.edu/297ry>

Bewerben Sie sich über unser Online-Portal bis zum 30.09.2021.

Wir freuen uns darauf, Sie kennenzulernen!



# 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).



Für das Haupt- und Personalamt der Stadt Marl, Abteilung Informationstechnik, suchen wir kurzfristig eine

## Sachbearbeitung IT-Service EG 10 TVöD/ A 11 LBesG NW

Nähere Einzelheiten zum Aufgabeninhalt und den Anforderungen finden Sie auf unserer Homepage unter: [www.marl.de/karriere](http://www.marl.de/karriere)



# Inserenten\*

1blu AG, Berlin .....	9
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen .....	19
CRONON GmbH, Berlin .....	33
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg .....	21
eQ-3 AG, Leer .....	47
Hetzner Online GmbH, Gunzenhausen .....	196
PricewaterhouseCoopers GmbH, Düsseldorf .....	2
SEH Computertechnik GmbH, Bielefeld .....	53
Siemens AG, Nürnberg .....	11
SienerSoft AG, Wiesbaden .....	187
Thomas Krenn AG, Freyung .....	41
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe .....	57
WORTMANN AG, Hüllhorst .....	4, 5

## Stellenanzeigen

Baugenossenschaft Wiederaufbau eG, Braunschweig .....	190
Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin, Berlin .....	189
Hochschule für angewandte Wissenschaften München, München .....	189, 191
Hochschule für öffentliche Verwaltung Rheinland-Pfalz, Mayen .....	191

Stadt Marl, Marl .....	191
Yatta Solutions GmbH, Kassel .....	189

## Veranstaltungen

IT Job kompakt	Heise Medien	12
heise adademy Videokurse	heise adademy	49, 55
heise meets	Heise Medien	59
Kotlin Konferenz	Rheinwerk, heise developer	77
Herbstcampus	iX, heise developer, dpunkt.verlag	81
Internet Security Days	eco Verband, heise Events	91
betterCode () Java	heise developer, dpunkt.verlag	165
IT Jobtag	heise jobs, Jobware	169
Webinar-Serie PO	heise academy	177
enterJS	iX, heise developer, dpunkt.verlag	186
Risiko Logfiles	heise Security	192

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen von HACKATTACK IT SECURITY GmbH, A-Seeham.

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.  
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.



**Jetzt Ticket buchen!**



## Recht für Admins – Risiko Logfiles

30. September 2021, 10 – 12 Uhr

Der richtige Umgang mit **Logdaten** stellt Admins regelmäßig vor große Unsicherheit. Denn für die **Fehler-, Sicherheits- und Angriffsanalyse** sind diese Infos einerseits unerlässlich – ihre Verarbeitung birgt andererseits aber erhebliche rechtliche Risiken, insbesondere im Bereich der DSGVO.

Das Webinar weist mit Hilfe vieler praxisnaher Beispiele den Weg, wie sich **Datenschutz** auf der einen Seite sowie die **Speicherung und Verarbeitung von Logdaten** zur Fehler-, Sicherheits- und ggf. auch Angriffsanalyse auf der anderen Seite sinnvoll vereinbaren lassen.

**Themenschwerpunkte:**

- Logfiles und Protokollierung: Technische und rechtliche Grundlagen
- Rechtliche Risiken für Admins und IT-Verantwortliche
- Erfassung, Speicherung und Analyse von Daten: Der richtige Umgang mit Logdateien
- Löschen und Löschkonzepte: Wie lange darf gespeichert werden?
- Fallbeispiel: Datenschutzgerechte forensische Ermittlungen im Unternehmen

**MEHR ERFAHREN**

[webinare.heise.de/logfiles](https://webinare.heise.de/logfiles)

# 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:** „Wahlprogramme im Digitalcheck“:

Christian Wölbart ([cwo@ct.de](mailto:cwo@ct.de)), „Der eigene Server“: Peter Siering ([ps@ct.de](mailto:ps@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))

**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 ([abr@ct.de](mailto:abr@ct.de)), Arne Grävemeyer ([agr@ct.de](mailto:agr@ct.de)), Markus Montz ([mon@ct.de](mailto:mon@ct.de)), Peter Schmitz ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de)), Kim Sartorius ([kim@ct.de](mailto:kim@ct.de)), Dr. Hans-Peter Schüller ([hps@ct.de](mailto:hps@ct.de)), Sylvester Tremmel ([syt@ct.de](mailto:syt@ct.de)), Andrea Trinkwalder ([atr@ct.de](mailto:atr@ct.de)), Dorothee Wiegand ([dwi@ct.de](mailto:dwi@ct.de)), Stefan Wischner ([swi@ct.de](mailto:swi@ct.de))

### Ressort Systeme & Sicherheit

**Leitende Redakteure:** Peter Siering ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de)), Jan Mahn ([jam@ct.de](mailto:jam@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 ([ldm@ct.de](mailto:ldm@ct.de)), Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), Alexander Königstein ([ako@ct.de](mailto:ako@ct.de)), Pina Merkert ([pmk@ct.de](mailto:pmk@ct.de)), Dennis Schirmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Jan Schüßler ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Ingo T. Storm ([it@ct.de](mailto:it@ct.de)), Keywan Tonekaboni ([ktm@ct.de](mailto:ktm@ct.de)), Axel Vahldiek ([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de))

### Ressort Hardware

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([civw@ct.de](mailto:civw@ct.de)), Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de)), Dušan Živadinović ([dz@ct.de](mailto:dz@ct.de))

**Redaktion:** Ernst Ahlers ([ea@ct.de](mailto:ea@ct.de)), Tim Gerber ([tig@ct.de](mailto:tig@ct.de)), Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)), Benjamin Kraft ([bkr@ct.de](mailto:bkr@ct.de)), Lutz Labs ([ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)), Andrijan Möcker ([amo@ct.de](mailto:amo@ct.de)), Florian Müssig ([muc@ct.de](mailto:muc@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 ([sh@ct.de](mailto:sh@ct.de)), Nico Jurrant ([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 ([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)), Stefan Portek ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de)), Christian Wölbart ([cwo@ct.de](mailto:cwo@ct.de))

**c't online:** Ulrike Kuhlmann ([Ltg., uk@ct.de](mailto:Ltg., uk@ct.de))

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Christian Wölbart ([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., rs@ct.de](mailto:Ltg., rs@ct.de)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)), Denis Fröhlich ([dfr@ct.de](mailto:dfr@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)), Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([jno@ct.de](mailto:jno@ct.de)), Wolfram Tege ([te@ct.de](mailto:te@ct.de))

**Dokumentation:** Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))

**Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 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 Ermet, Stefan Kreml, Ben Schwan ([bsc@ct.de](mailto:bsc@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti

**DTP-Produktion:** Nicole Judith Hoehne ([Ltg.](mailto:Ltg.)), Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Martin Kreft, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Dieter Wahnner, Ulrike Weis

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Börsen

**Digitale Produktion:** Melanie Becker, Anna Hager, Kevin Harte, Martin Kreft, Pascal Wissner

### Illustrationen

Jan Binkties, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schulp, Thomas Kühlenbeck, 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: 2BAE3CF6DAFFB000  
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: [sq4lccqyx4izcpkp.onion](https://sq4lccqyx4izcpkp.onion)

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schröder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),

[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 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 AUG, 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 Verfügungsrecht 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.

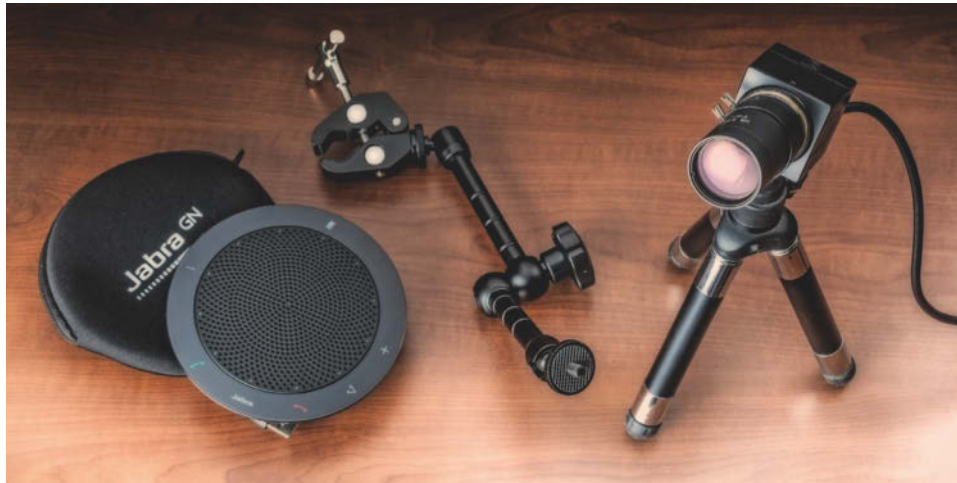
© Copyright 2021 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 



# Vorschau 20/2021

Ab 11. September im Handel und auf ct.de



## Hybride Meetings: Kameras, Lautsprecher, Softwaretricks

Aktuell arbeiten wieder mehr Menschen im Büro, während andere das Homeoffice vorziehen. Für die Zusammenarbeit benötigen sie Videokonferenztechnik, die virtuellen Zugang zu realen Meetings in der Firma gewährt. Unsere Tipps helfen bei der Auswahl.



## Grafikkarten für Workstations

Mit der neuen Chipgeneration sollen die Workstation-Grafikkarten Nvidia RTX und AMD Radeon Pro deutlich an Tempo zulegen. Zwei Nvidia- und zwei AMD-Karten drehten im Labor Drahtgittermodelle und renderten Bilder um die Wette.

## Sicherheit ganz einfach

Mit den c't-Security-Checklisten finden Sie im Handumdrehen heraus, ob Ihre Smartphones, Rechner, Online-Accounts et cetera gut vor aktuellen Hacker-Angriffen geschützt sind. Falls nicht, bessern Sie die digitalen Schutzschilde einfach mit wenigen Klicks aus.

## Support für Windows

Microsoft sichert jeder Windows-Version für einen bestimmten Zeitraum nach dem Erscheinen Support zu – und damit sind keineswegs nur die wichtigen Sicherheits-Updates gemeint. Doch was genau Microsoft wem und wie lange anbietet, unterscheidet sich je nach Version, Edition und Lizenz.

## Günstig an der Börse handeln

Neo- oder Smartphonebroker versprechen, mit ihren Trading-Apps den Wertpapierhandel simpel und für jeden nutzbar zu machen – und das zu Kampfpreisen. Wir untersuchen die Plattformen und Geschäftsmodelle solcher Broker und klären, für wen sich ihre Angebote eignen.

Noch mehr  
Heise-Know-how



c't Daten schützen 2021  
jetzt im Handel und auf  
heise-shop.de



iX 9/2021 jetzt im Handel  
und auf heise-shop.de



MIT Technology Review  
6/2021 jetzt im Handel  
und auf heise-shop.de

heise +

ct

ix

Mac&i

Make:

Technology  
Review  
Das Magazin für Innovation

ct **Fotografie**

c't-Abonnenten  
lesen bis zu  
**75%**  
günstiger

## Das digitale Abo für IT und Technik.

**Exklusives Angebot für c't-Abonnenten:**  
Sonderrabatt für Magazinabonnenten

- ✓ Zugriff auf alle Artikel von heise+
- ✓ Jeden Freitag exklusiver Newsletter der Chefredaktion
- ✓ Alle Heise-Magazine online lesen: c't, ix, Technology Review, Mac & i, Make und c't Fotografie
- ✓ 1. Monat gratis lesen – danach jederzeit kündbar

Sie möchten dieses Exklusiv-Angebot nutzen? Jetzt bestellen unter:

**heise.de/plus-testen**

✉ [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de) ☎ 0541 80009 120

Ein Angebot von: Heise Medien GmbH & Co. KG • Karl-Wiechert-Allee 10 • 30625 Hannover



# HETZNER

## NEED A PRICE HERO?

### SEPTEMBER-SETUP-SPECIAL:

Alle AX-NVMe-Server ohne Setupgebühr

# AMD

# NO SETUP



#### Dedicated Root Server AX41-NVMe

- ✓ AMD Ryzen™ 5 3600  
Simultaneous Multithreading
- ✓ 64 GB DDR4 RAM
- ✓ 2 x 512 GB NVMe SSD
- ✓ Keine Mindestvertragslaufzeit
- ✓ Standard-Setupgebühr 46,41 €

September-Setup 0 €

ab **40,46** €/Monat

#### Dedicated Root Server AX51-NVMe

- ✓ AMD Ryzen™ 7 3700X  
Simultaneous Multithreading
- ✓ 64 GB DDR4 ECC RAM
- ✓ 2 x 1 TB NVMe SSD
- ✓ Keine Mindestvertragslaufzeit
- ✓ Standard-Setupgebühr 70,21 €

September-Setup 0 €

ab **64,26** €/Monat

#### Dedicated Root Server AX61-NVMe

- ✓ AMD Ryzen™ 9 3900  
Simultaneous Multithreading
- ✓ 128 GB DDR4 ECC RAM
- ✓ 2 x 1.92 TB NVMe SSD
- ✓ Keine Mindestvertragslaufzeit
- ✓ Standard-Setupgebühr 105,91 €

September-Setup 0 €

ab **99,96** €/Monat

Das Special endet am 30. September 2021. Alle Preise inkl. 19% USt.  
Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Rechte bei den jeweiligen Herstellern.

## www.hetzner.com

© Copyright by Heise Medien.