

# **ct** magazin für computer technik

1.8.2020 **17**



**Chaos nach  
Privacy-Shield-Urteil**

Für Einsteiger, Fortgeschrittene und Profis

## **Raspi: Tipps & Tricks**

Schnell einrichten, von SSD booten, Elektronik anschließen ...

**IM  
TEST**

- Saugroboter mit Objekterkennung
- Kompakte und schnelle Notebooks
- Tablets mit Chrome OS
- Apps zur Arbeitszeiterfassung
- Ryzen-Mainboards mit B550-Chipsatz

### **10 schnelle SSDs im Test**

### **Virtuelle Vereinssitzungen**

Online-Workshops mit BigBlueButton

Nintendo Switch jailbreaken

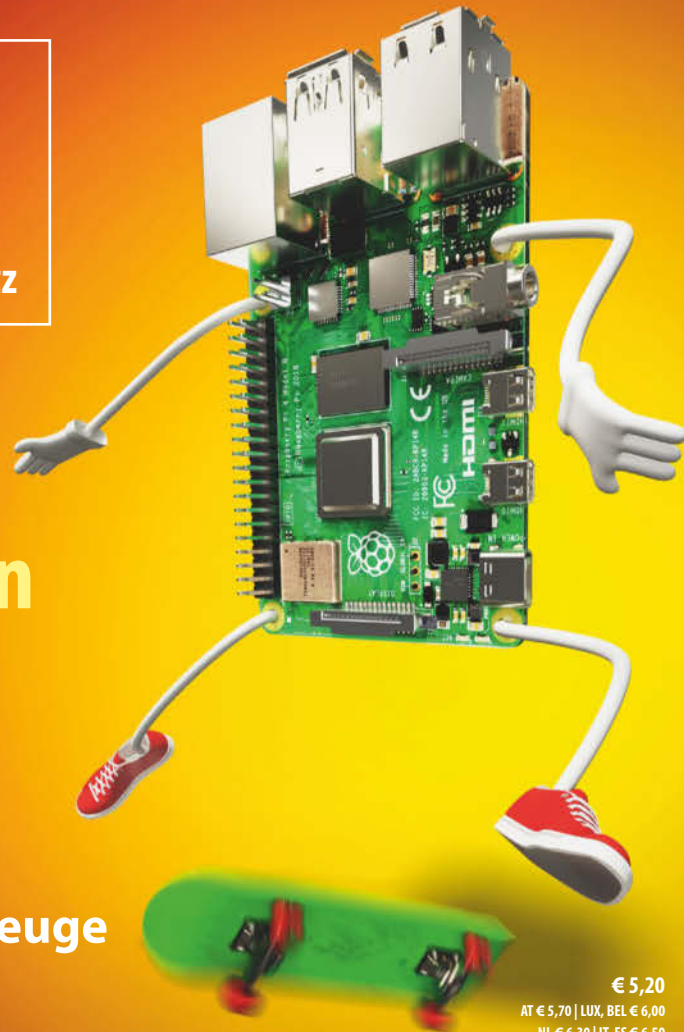
Windows verschlüsseln mit VeraCrypt

Störmuster irritieren autonome Fahrzeuge

Mobilfunk-Turbo im Praxistest

## **5G: Jetzt gehts los!**

Smartphones, Tarife, Netzausbau



€ 5,20

AT € 5,70 | LUX, BEL € 6,00

NL € 6,30 | IT, ES € 6,50

CHF 7.60 | DKK 57,00

4 199 148 405207 17

**SIEMENS**

*Ingenuity for life*

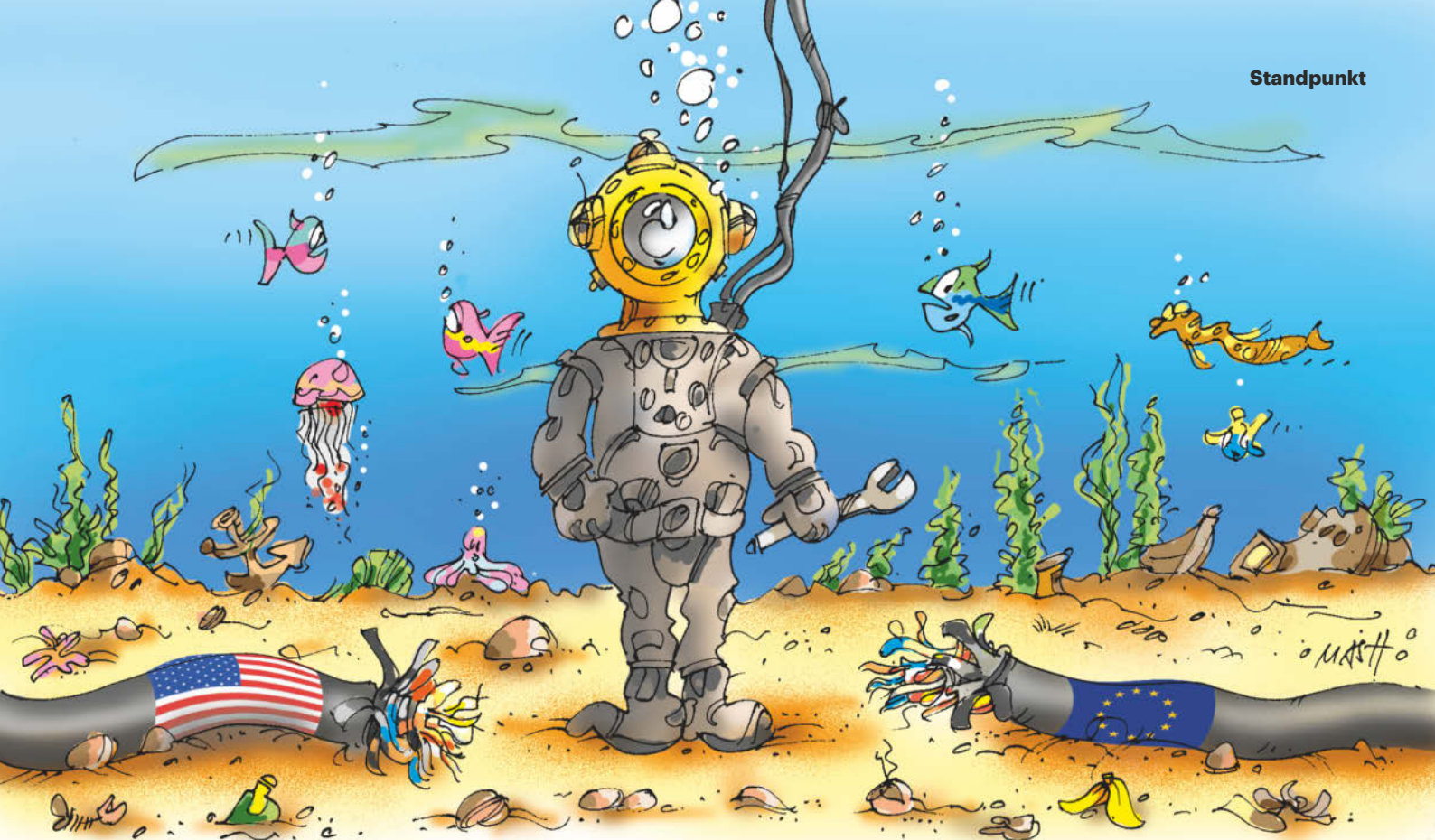
# 2 Millionen Gründe, um zu feiern



Wir feiern  
2 Millionen  
ausgelieferte  
Geräte.

Für 2 Millionen ausgelieferte  
SIMATIC Industrie PCs sagen wir  
unseren Kunden DANKE! Das sind  
2 Millionen Gründe mehr für uns,  
unser Bestes für Sie zu geben.

[siemens.de/2Mio](https://www.siemens.de/2Mio)



## Das Ende von Privacy Shield: Juristischer Kabelriss

Gewöhnlich driften die Kontinentalplatten von Nordamerika und Europa nur zwei Zentimeter pro Jahr auseinander. Am 16. Juli riss jedoch ein juristisches Erdbeben die Datenkabel durch: Der europäische Gerichtshof erklärte das Datenschutzabkommen "Privacy Shield" für unwirksam (siehe Seite 16). Die Rechtsgrundlage für Übertragungen personenbezogener Daten von Europa in die USA ist damit zerstört.

In den USA schnüffelt der Geheimdienst US-Bürgern und Ausländern im In- und Ausland hinterher. Die Erlaubnis dazu erteilte ihm die Bush-Regierung 2008 im Foreign Intelligence Surveillance Act (FISA). Egal, ob Sie auf Facebook Katzenbilder posten, über Google im Web surfen, Ihren Kalender in der Apple-Cloud synchronisieren, sich über Microsoft Teams besprechen oder Ihre Firmendatenbank bei Amazon hosten: Wenn die NSA es will, liest und hört sie mit – ohne dass Sie davon erfahren oder sich juristisch wehren könnten. In Deutschland können Sie sich hingegen immer noch beim Bundesverfassungsgericht beschweren, wenn Ihnen der BND zu neugierig wird.

In puncto Datenschutz prallen in Europa und den USA also zwei Welten aufeinander. Der Riss lässt sich nicht so einfach kaschieren, wie es 2015 nach dem Ende von "Safe Harbor" versucht wurde. FISA und DSGVO sind inkompatibel.

Wenn es Deutschland und Europa mit dem Datenschutz aber tatsächlich ernst meinen, dann müssen sie jetzt die Voraussetzungen schaffen, ihn in der Praxis durchzusetzen. Dazu braucht es Alternativen zu Betriebssystemen und Cloud-Diensten von Amazon, Apple, Google und Microsoft.

Als NATO-Mitglied hat sich Deutschland verpflichtet, bis zu zwei Prozent des Bruttoinlandsprodukts (BIP) ins Militär zu stecken. Für den Ausbau der IT sind im aktuellen Bundeshaushalt jedoch gerade einmal 0,07 Prozent des BIP eingeplant. So kommen Projekte wie Gaia-X, die für digitale Souveränität sorgen sollen, nicht schnell genug voran. Solange sich diese Prioritäten nicht ändern, taugt all das juristische Gezeter nur zum Running Gag, über den sich die NSA-Schlapphüte in ihren Abhörpausen köstlich amüsieren.



*Hartmut Gieselmann*

Hartmut Gieselmann



# TERRA MOBILE 1550

*Schickes Aluminium-Gehäuse  
und schlankes Design*

**999,-\***

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.



## Windows 10 Pro steht stellvertretend für geschäftlichen Erfolg.

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

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

## ERHÄLTlich BEI IHREM TERRA FACHHÄNDLER

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





#### TERRA MOBILE 1550

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

Artikel-Nr.: 1220633

Dockingstation  
optional



#### TERRA Dockingstation USB-C

Die USB-C Dockingstation ermöglicht den Anschluss von Peripheriegeräten wie z.B. bis zu zwei Bildschirme, Netzwerk, Lautsprecher, Maus, Tastatur.

Das TERRA MOBILE 1550 wird bei Anschluss automatisch geladen.

Anschlüsse: 3x USB 3.1, 1x USB Typ C, HDMI und Display Port, 1x LAN, Audio-in/out

Artikel-Nr.: 1480076

**149,-\***

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.

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

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

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

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

## Titelthemen

### Raspi: Tipps & Tricks

- 18 **Raspberry Pi** Die Gründe des Erfolgs
- 20 **Raspi-Grundlagen** In 15 Minuten startklar
- 22 **Raspberry Pi 4** von USB-SSD booten
- 24 **Stromversorgung** für den Raspberry Pi 4
- 26 **Elektronik** Schalter, Taster und LEDs am Raspi
- 28 **FAQ** Raspberry Pi
- 30 **Kein Ende in Sicht** Artikel und Projekte zum Raspi

### 5G: Jetzt gehts los!

- 58 **5G-Netze** Ausbau, Technik, Frequenzen
- 64 **5G-Smartphones** ab 400 Euro
- 70 **Zahlen, Daten, Fakten** 5G

### 10 schnelle SSDs im Test

- 92 **PCIe-SSDs im M.2-Format** für flotte PCs

## Aktuell

- 16 **Chaos nach Privacy-Shield-Urteil**
- 32 **c't deckt auf** Datenleck im Kulturministerium
- 33 **Angriffswelle** auf WLAN-Router
- 34 **Polizei-IT** Undichte Datenbanken
- 36 **Internet eM Client, Microsoft Teams** privat
- 38 **5G ohne Huawei** „Nicht sicherer“
- 40 **Briefe per Mail Service** von Post und 1&1
- 41 **Corona-Tracing** Papier statt QR-Code
- 42 **Android 11** Seamless Updates
- 44 **Apple** Sammelklage wegen iPhone-Drosselung
- 45 **Streamingdienst** NBC startet Peacock
- 46 **Open Source** LibreOffice 7.0, Fedora 33
- 47 **Anwendungen** Bildbearbeitung, Fontverwaltung
- 48 **Bit-Rauschen** Intels neue Sockel, AMD effizienter
- 49 **Server & Storage** E3.S-SSD, Nvidia A100
- 50 **Hardware** Sysmark 25, Ryzen 4000G
- 52 **Netze** QNAP-NAS-Update kastriert Dateisuche
- 53 **Cloud-Gaming** Hitman 3 und Sekiro bei Stadia
- 54 **Web-Tipps** Programmieren, Origami, Gedichte

## Test & Beratung

- 72 **18-TByte-Server-Festplatte** WD Gold
- 73 **Mini-Barebone-PC** Odroid H2+
- 74 **WLAN-Basis** Huawei AirEngine 5670-10
- 75 **Netzwerkspeicher** QNAP TS-453D-4G
- 76 **Mini-PC für Schaltschränke** Shuttle Edge EN01J4
- 78 **In-Ear-Headset** Creative SXFI Trio
- 80 **Spiegellose Kameras** von Fujifilm und Olympus
- 82 **43-Zoll-TV mit Fire OS** Grundig Fire TV Edition
- 84 **Smart Speaker** von der Telekom
- 86 **Kamera-App** Adobe Photoshop Camera
- 86 **Smarte Gartenlichter** Innr Smart Spot
- 87 **iPad-Tastatur** Apple Magic Keyboard (11 Zoll)
- 88 **Digital Audio Workstation** Studio One 5
- 90 **Virtuelles Whiteboard** Flinga Wall & Whiteboard
- 91 **Lebensmittel-App** Frag Ingrid
- 91 **Literaturverwaltung** JabRef 5.0
- 98 **Ryzen-Mainboards mit B550-Chipsatz**
- 104 **Kompakte und schnelle Notebooks**
- 110 **Tablets mit Chrome OS**
- 114 **Saugroboter mit Objekterkennung**
- 120 **Apps zur Arbeitszeiterfassung**

### 18 Raspi: Tipps & Tricks



Der Evergreen unter den Kleinstcomputern ist die Basis unzähliger Projekte. Sieben Artikel zeigen Ihnen, wie der Einstieg gelingt, wie der Raspberry Pi per USB bootet, wie Sie Elektronik daran anschließen und vieles mehr.



- 174 Samurai-Action-Spiel** Ghost of Tsushima  
**183 Bücher** Logodesign, Künstliche Intelligenz

## Wissen

- 126 Störmuster irritieren autonome Fahrzeuge**  
**130 Fake-Streamingdienste** zocken Nutzer ab  
**132 Handys wiederfinden** per WLAN-Ortung  
**134 Time of Flight** So funktioniert die 3D-Erkennung  
**138 Fritzbox** fernsteuern per TR-064-Protokoll  
**140 Thunderbolt 4** Spezifikation verabschiedet  
**176 E-Shops** Unterlassungsklagen gefährden Existenz

## Praxis

- 142 E-Mail** Thunderbird-Tuning  
**146 Online-Workshops mit BigBlueButton**  
**150 Microsoft Word** in den Dark Mode versetzen  
**152 Nintendo Switch jailbreaken**  
**158 Programmieren** Einstieg in Go, Teil 4  
**162 Windows verschlüsseln mit VeraCrypt**  
**166 Virtuelle Vereinssitzungen**  
**170 Let's Encrypt** TLS für Router und Firewall

## Immer in c't

- 3 Standpunkt** Das Ende von Privacy Shield  
**10 Leserforum**  
**15 Schlagseite**  
**56 Vorsicht, Kunde** innogy verpatzt DSL-Umzug  
**180 Tipps & Tricks**  
**184 Story** Urzeittiere  
**192 Inserentenverzeichnis**  
**193 Impressum**  
**194 Vorschau 18/2020**

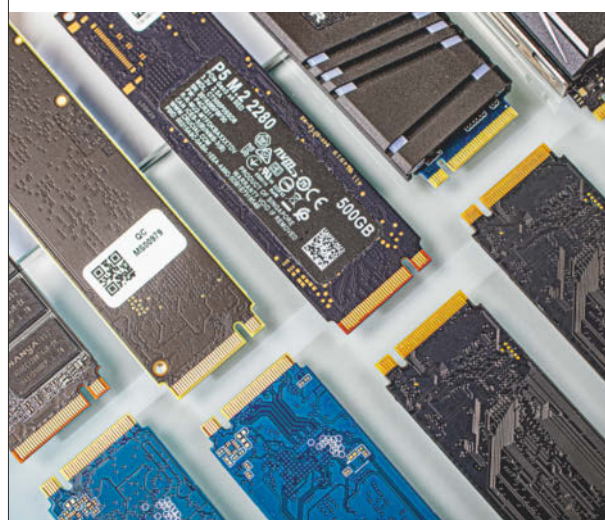
**c't Hardcore** c't Hardcore kennzeichnet im Heft besonders anspruchsvolle Artikel.

## 58 5G: Jetzt gehts los!



Der Ausbau des schnellen und sicheren 5G-Netzes schreitet vor allem in Ballungsgebieten rasant voran. Auch 4G-Nutzer profitieren davon. Passend dazu haben wir 5G-Smartphones von Huawei, LG, Motorola, Oppo und Samsung getestet.

## 92 10 schnelle SSDs im Test



Wenn irgendetwas einen PC kostengünstig auf Trab bringt, dann eine SSD, am besten mit PCIe-Anschluss. Im Test haben wir auch SSDs von Herstellern, die man bislang nicht damit in Verbindung brachte – mit überraschenden Ergebnissen.

**VOICE-ENTSCHEIDERTALK am 16. September  
von 14 bis 18 Uhr als digitale Konferenz**

# Digitales Europa – Daten, Infrastruktur und Wettbewerb

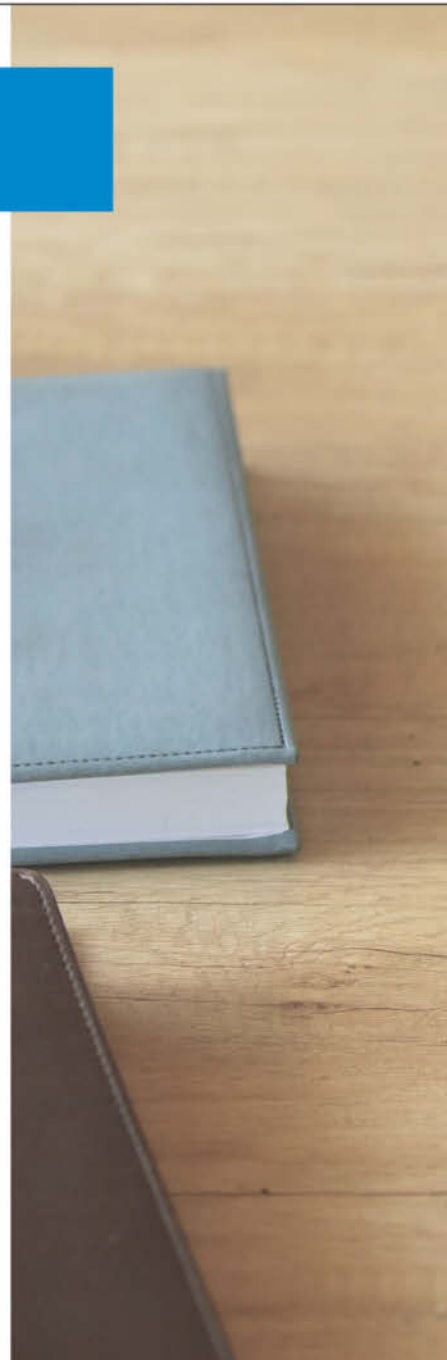
Unter dem Titel VOICE ENTSCHEIDERTALK organisieren VOICE und heise Events am 16. September von 14:00 bis 18:00 Uhr eine vierstündige digitale Konferenz. Sie setzt ihren Fokus auf die Digitalisierung Europas und steht unter dem Motto: „Digitales Europa – Daten, Infrastruktur und Wettbewerb“.

**D**ie Welt und ihre großen Wirtschaftsräume stehen nicht zuletzt durch die Corona-Krise enorm unter Druck. Für Europa ist das zugleich Herausforderung und Chance. Der mehrmonatige Shutdown hat in den meisten europäischen Ländern einerseits einen kräftigen Digitalisierungsschub vor allem in Richtung Remote Work gebracht, andererseits aber auch die Schwächen aufgedeckt. So wurde überdeutlich, dass Europa weder in Sachen digitaler Infrastruktur (zum Beispiel Cloud) noch in punkto Collaboration-Software oder Videokonferenzsystemen Boden gut machen konnte. Die Gewinner hießen einmal mehr Amazon, Microsoft, Google und der Facebook-Konzern mit seinen Plattformen Facebook, Instagram und Whatsapp.

Deshalb ist es auch in Sachen digitaler Eigenständigkeit enorm wichtig, dass Europa seine Initiativen in den Bereichen

künstliche Intelligenz, Datenstrategie und digitale Souveränität weiterverfolgt und massiv ausbaut. Sie müssen nicht nur mit umsetzbaren Inhalten gefüllt, sondern auch im alltäglichen Umgang zum Beispiel mit Cybersecurity, Daten, Wettbewerb und den großen EU-Projekten wie GAIA-X zum Leben erweckt werden.

Deshalb planen wir für den VOICE ENTSCHEIDERTALK die vier Themenblöcke **Datenstrategie, Cybersecurity, Digitale Souveränität und GAIA-X sowie offener Wettbewerb**. Dazu laden wir zum Beispiel den EU-Kommissar **Thierry Breton** ein, damit er zu dem von ihm vorgestellten Datenstrategiepapier der EU Stellung nehmen kann. Außerdem bitten wir **Juhan Lepassaar**, seit Juli 2019 Direktor der EU-Cyber-Sicherheitsagentur ENISA, sich zu den aktuellen Security-Herausforderungen auf europäischer Ebene zu äußern.







Der offene und faire Wettbewerb im IT-Markt ist auch eines der Kernthemen von **Dr. Hans-Joachim Popp**, Vorsitzender des VOICE-Präsidiums. Er hat gemeinsam mit anderen VOICE-Mitgliedern ganz konkrete Vorschläge erarbeitet, wie man auf nationaler und europäischer Ebene wieder einen offeneren Markt erreichen könnte. Diese wird er in einem kurzen Vortrag erläutern.

Neben den Vorträgen der europäischen Schwergewichte wird der VOICE ENTSCHEIDERTALK entscheidend von Ihren Diskussionsbeiträgen und Fragen leben, die Sie hoffentlich in die sicher lebhaften Themenrunden einbringen werden. Mehr Infos und die Möglichkeit zur Anmeldung finden Sie unter dem angegebenen Link.

<http://vet.voice-ev.org>

**VOICE**  
CIO Bundesverband der  
IT-Anwender e.V.

**heise**  
**Events**  
Conferences, Seminars, Workshops

## Mail vs. Messenger

Standpunkt: Messenger-Apps, c't 16/2020, S. 3

Delta Chat ist technisch gesehen ein E-Mail-Client. Allerdings sieht er aus und bedient sich wie ein Messenger. Dadurch ist der Messenger kompatibel zu jedem E-Mail-Client und kommt durch Nutzung der vorhandenen E-Mail-Infrastruktur ohne zentralen Anbieter aus.

Nils Lohse

## Verschlüsselung

E-Mail ist nicht sicher, da die Ende-zu-Ende-Verschlüsselung fehlt. Aber ehrlich gesagt: Ein Hacker interessiert sich ganz sicher nicht für einen Küchenplan :). Ansonsten empfehle ich Threema und Signal.

StephanHegner

## Datenschutz in Windows 10

Die Sicherheitsfunktionen von Windows 10, c't 16/2020, S. 20

Ich hätte es besser gefunden, wenn bei einem 13-seitigen Schwerpunktthema dem Datenschutz bei Windows wenigstens eine ganze Seite zugestanden worden wäre. Es geht ja nicht nur um das Konto und dessen Nachteile. Man stelle sich mal die Adressdatenbank vor, die Microsoft erhält, wenn zukünftig jeder sein Windows über ein Konto einrichtet – inklusive Windows-Einrichtungsmerkmalen. Es

geht zudem auch darum, dass Microsoft die Privatsphäreneinstellungen bei einem Update gerne mal ignoriert und wieder auf Standard zurücksetzt (der im Übrigen nicht DSGVO-konform ist).

M76

*Zuletzt haben wir ausführlicher über den Datenschutz unter Windows 10 in c't 26/2019 ab Seite 26 berichtet.*

Windows 10 und Datenschutz: [ct.de/yq61](https://www.heise.de/ct/de/yq61)

## Qualitätsprobleme

Microsoft baut erneut das Windows-Insider-Programm um, c't 16/2020, S. 36

Es ist traurig zuzusehen, wie die Qualität der Software von Microsoft Jahr für Jahr abnimmt. Ich kann mich nicht entsinnen, dass es früher Fehler wie zum Beispiel den Suchen-Bug auf Exchange-Servern in Outlook, beides hausinterne Produkte, gab, der über Wochen nicht gefixt wurde.

ausculto

## Datenkrake Facebook

Facebook und Google unter Beschuss von Wettbewerbsbehörden, c't 16/2020, S. 32

Es ist ja schön, dass Facebook jetzt eine Seite [www.facebook.com/off\\_facebook\\_activity](https://www.facebook.com/off_facebook_activity) betreibt. Was aber mache ich, wenn ich gar kein Facebook-Konto habe? Apps und Webseiten senden dann ja trotzdem meine Daten an Facebook. Die oben genannte Seite ist dann aber für mich gar nicht erreichbar. Und nun?

anutosho1

## Videosprechstunde unnötig

Online-Plattformen für die Videosprechstunde beim Arzt, c't 16/2020, S. 78

Kenne weit und breit niemanden, der das benutzen möchte oder es gar schon getan hätte. Hab noch von keinem real existierenden Arzt gehört, der das anbietet. Und „ohne zusätzliche Kosten“ ist wohl kaum dasselbe wie „kostenlos“. Ich zahle laut Lohnzettel monatlich eine ganze Menge Kohle an die Krankenkasse.

grutzt

## Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

## Videosprechstunde sinnvoll

Ich würde eine Videosprechstunde immer bevorzugen, wenn diese angeboten wird, statt in einem Wartezimmer zu sitzen. Wenn es etwas ist, das der Arzt sehen sollte, kann immer noch ein Präsenztermin ausgemacht werden. In echten Notfällen sollte eh die 112 gewählt und nicht der Hausarzt aufgesucht werden.

Starfire2009

## Könnte kaum schlimmer sein

Warum 80.000 Arztpraxen ihre Verbindung zur Telemedizin-Infrastruktur verloren, c't 16/2020, S. 28

Wenn man sich mal überlegt, dass es hier um höchstpersönliche Daten, Diagnosen und Therapien geht, dann wird mir schlecht. Probleme sind jahrelang bekannt. Das sind inzwischen mehr als 10 Jahre, wenn ich richtig rechne. Wer so lange bewiesen hat, dass er grundlegende Probleme entweder nicht verstanden oder erst einmal massiv falsch gelöst hat, der darf einfach nicht mehr weitermachen. Ich stelle mir nur ein Küchengerät vor, das so ein Design hätte. Es wäre vom Markt, weil es unverkäuflich wäre.

allesnurgut

## Spannung auf dem Mainboard

Mit Undervolting Stromverbrauch, Lärm und Hitze reduzieren, c't 16/2020, S. 144

Danke für den Artikel zum Undervolting. Ich habe bei mir einen Offset von -0,1 Volt hinbekommen (MSI X470 Board und Ryzen 2700X). Was viel mehr gebracht hat,

## Wir freuen uns über Post

✉ [redaktion@ct.de](mailto: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>



# Daten unter Kontrolle - Zuhause und im Büro.



## DS220+

Die sichere, private Cloud!  
Für Zuhause und kleine  
Teams.

## DS920+

Für anspruchsvolle Aufgaben von  
IT-Enthusiasten und wachsenden  
Unternehmen.

DS220+

DS920+

## Kostenlose Backup-Software

Mit Active Backup for Business (ABB) sichern Sie unbegrenzt Windows PCs, Windows Server, File Server und virtuelle Maschinen von ESXI und Hyper-V. Stellen Sie Dateien oder ganze Systeme wieder her. Und das alles ohne zusätzlichen Lizenzkosten.

## Private Cloud

Mit Synology Drive kann nun jeder Haushalt und jedes Büro seine eigene Cloud hosten. Greifen Sie von überall aus auf Ihre Daten zu, ohne diese auf den Endgeräten zwischenspeichern zu müssen. 100% Kontrolle für 0€ Abgebühren.

## Intuitive Office-Tools

Mit Synology Office erstellen und bearbeiten Sie Dokumente, Tabellen und Präsentationen effizient im Team. Die Daten werden dabei in Echtzeit synchronisiert. Mit den Apps MailPlus und Chat kommunizieren Sie sicher und unkompliziert.

[www.synology.com](http://www.synology.com) / smart. simple. reliable.

Synology kann ohne vorherige Ankündigung jederzeit Änderungen an den technischen Daten und Produktbeschreibungen vornehmen. Copyright © 2020 Synology Inc. Alle Rechte vorbehalten. ® Synology und andere Synology-Produktnamen sind geschützte Marken oder eingetragene Warenzeichen von Synology Inc. Weitere hier genannte Produkte und Firmennamen sind Warenzeichen ihrer jeweiligen Eigentümer.

war aber, die SoC-Spannung zu reduzieren. Ich habe 3200-MHz-CL14-Speicher verbaut. Bei Auswahl des entsprechenden XMP-Profiles erhöht das Board wohl die Spannung des SoC automatisch von 0,85 Volt auf 1,15 Volt. Damit steigt die Leistung des SoC (nach HWInfo) von 6,7 Watt/0,85 Volt ohne XMP auf 17 Watt/1,15 Volt mit XMP bei 3200 MHz Speichertakt. Mit Reduktion erreiche ich 8,7 Watt/0,9 Volt bei 3200 MHz. Das System scheint stabil zu laufen. Keine Abstürze, prime95 läuft anstandslos. Die Temperaturen sind deutlich geringer und damit auch die Lautstärke der Lüfter.

Stefan Brüning

## DNG statt Raw

Kostenlose Bildverwaltungsprogramme für Windows, c't 16/2020, S. 114

Danke für die kurze Übersicht. Die eierlegende Wollmilchsau gibt es wohl nicht, obwohl ich schon lange danach suche. Es bleibt eigentlich nur die sofortige Sortierung und Klassifizierung der eigenen Bilder. Später ertrinkt man im Zeitaufwand. Was ich aber schmerzlich vermisste, war wenigstens die Erwähnung des Raw-Formats DNG, besser noch, welche Programme damit umgehen können. Nur global „Raw“ aufzuführen ist ein bisschen wenig.

Mit dem Adobe DNG Konverter können fast alle proprietären Raw-Formate in den Standard DNG konvertiert und damit mit vielen Programmen weiterverarbeitet werden. Sehr viele Kameras, darunter Leica, Zeiss, Casio, Rico, Pentax teilweise und sehr viele Smartphones schreiben sowieso DNG als Raw-Format. Der Konverter wird ständig aktuell gehalten, die letzte Version 12.3 ist vom Juni dieses Jahres. Und natürlich „kann“ er auch die im Artikel erwähnte Nikon Z7.

Dr. Hans Gerd Heuser

## Innovationsfeindliches Umfeld Schule

Erfahrungen aus drei Monaten Unterricht in der Cloud, c't 15/2020, S. 126

Vielen Dank für diesen sehr erhellenden Artikel. Mich würde noch interessieren, wie solche Distanzlehr- und -lernkonzepte in Grundschulen aussehen könnten. Das dürfte sich ja etwas schwieriger darstellen. Von den Eltern zu erwarten, dass

sie das Kind während des Fernunterrichts betreuen, kann keine Lösung sein.

Das im Artikel genannte Fazit kann ich nur voll unterstützen, jedoch fehlt ein ganz wichtiger Punkt: mehr Lehrer. Derzeit werden fast alle Gymnasien mit einer Besetzung von um die 90 Prozent gefahren. In solch einem Umfeld kann man keine Innovationen umsetzen. Die Einführung der Schulclouds und die Umstellung des Unterrichts auf diese ist aber eine Innovation, und keine kleine. Dies lediglich mit dem bestehenden Kollegium umzusetzen wird zwangsläufig zu Defiziten an anderer Stelle führen.

Alexander Dexel

## Sondernummern bei 1&1

Vorsicht, Kunde: Überraschende Zusatzkosten für Telefonkonferenzen bei 1&1, c't 14/2020, S. 50

Nach dem Bericht im @ctmagazin unter anderem über meinen Fall und viele weitere Berichte hat @lund1 die gesonderte Berechnung von 5000 Festnetznummern trotz Flatrate aufgegeben – endlich!

dfett42

Mehr dazu lesen Sie im Kasten auf Seite 57.

## Ergänzungen und Berichtigungen

### Konnektoren mit Kontakt

Warum 80.000 Arztpraxen ihre Verbindung zur Telematik-Infrastruktur verloren, c't 16/2020, S. 28

Nach Redaktionsschluss gab die Gematik am 15. Juli bekannt, dass alle betroffenen Konnektoren inzwischen wieder Kontakt zur Telematik-Infrastruktur haben. Der Ausfall dauerte demnach insgesamt über acht Wochen. Zur offenen Kostenfrage erklärte die Gematik: „Die Klärung zur Regelung von Sonderfällen während der Störung treibt die Gematik zusammen mit ihren Gesprächspartnern weiterhin mit Hochdruck voran.“

### Nur mit Klemmfuß

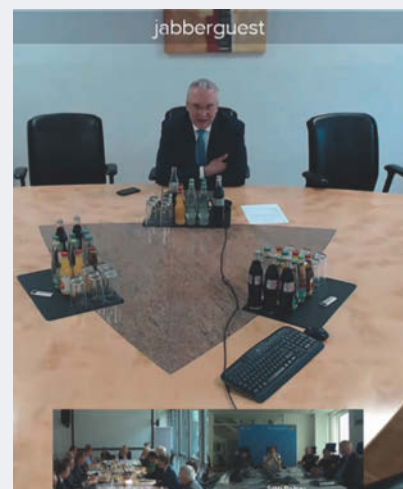
Tischhalterungen für bis zu vier Monitore, c't 15/2020, S. 110

Anders als im Text und der Tabelle angegeben, lässt sich die Monitorhalterung Arctic Z1 Gen 3 nicht per Gewindestange durch den Schreibtisch montieren, sondern ausschließlich mittels Klemmfuß.

## Ungeschützte Videokonferenzen – nachgefragt

Bayerisches Ministerium führte interne Gespräche in ungeschützten Videoräumen, c't 8/2020, S. 31

Einige Monate nach einem c't-Bericht über ungeschützte Videokonferenzen in bayerischen Ministerien hat sich das Bayerische Staatsministerium der Finanzen und für Heimat zu dem Vorfall geäußert. Vorausgegangen war eine schriftliche Anfrage mehrerer Landtagsabgeordneter der Partei Bündnis 90/Die Grünen.



An der Videokonferenz ohne Zugangsschutz nahm unter anderem der bayerische Innenminister Joachim Herrmann teil.

In der Antwort heißt es, dass aus Sicht des betroffenen Ministeriums der Schutz auch ohne PIN oder Passwort ausreichend gewesen sei. Nach der Berichterstattung in c't habe man den betroffenen Videokonferenzraum mit einer PIN geschützt und gebe seitdem Zugangsdaten erst 15 Minuten vor Konferenzbeginn an die Teilnehmer weiter. Zudem sei die Einwahl als Gast über Cisco Jabber Guest aktuell geblockt. Darüber hinaus seien alle Behörden gebeten worden zu prüfen, ob weitere Videoräume mit einer PIN geschützt werden sollen. Es seien keine Fälle bekannt, in denen sicherheitsrelevante interne Informationen über ungeschützte Videoräume abgegriffen wurden.

Im März hatte c't unbemerkt an einer nichtöffentlichen Videokonferenz des Bayerischen Staatsministeriums für Gesundheit und Pflege zur Corona-Krise teilnehmen können, die ohne Zugangsschutz zugänglich war.





### Innovation in der Gebäudetechnik

Wie kann man eine smarte Gebäudesteuerung absolut zukunftssicher machen? Antwort: Das Kommando Konzept: Jederzeit können neue Kommandos und Funktionen „erfunden“ werden, die sich nahtlos ins LCN System einfügen lassen. Bisher sind bei LCN noch nicht einmal 10% des Kommando-Adressraums ausgenutzt: enorm viel Raum für Innovationen.

Tatsächlich hat LCN hat viele Innovationen als Weltneuheiten vorgestellt, darunter viele Features in der Firmware. So kann jedes Modul 12 Messwerte verarbeiten, entauschen, mit Formeln aufbereiten um dann in zwei Analogreglern und/oder 16 Schwellwertregistern verarbeiten. Wohlgedenkt: in jedem LCN-Modul im Bus.

### LCN - Der High-End-Standard

LCN ist ein umfassendes System zur Gebäudesteuerung, Stichwort: „Smart Home“. Es ist leicht zu installieren und für ein professionelles System erstaunlich preiswert.

Es arbeitet störsticher auf einer freien Ader im normalen NYM Stromkabel. Kein extra Kabel - dadurch ist es auch bei Bestandsbauten nachrüstbar.

### Das Konzept

1. Sehr einfach installierbar: LCN unterwirft sich den VDE-Regeln: kein extra Leitungsnetz, keine getrennten Verdrahtungsräume, ... Reichweite: 1km Punkt.
2. Extrem leistungsfähig: einige der größten Gebäude in Europa sind erfolgreich mit LCN ausgestattet.
3. Funktional an der Spitze. Beispiele:
  - Lichtsteuerung auf Theaterniveau: 100 Szenen/Ausgang, dazu RGBW und Tunable White Funktionen, auch als DALI Erweiterung ...
  - Zugangskontrolle mit 7(!) Medien, u.A. Fingerprint mit zentraler Verwaltung der biometr. Daten und per App.
  - IR-Handsender miniaturisiert mit 4x4x3 Kommandos, Transponder Codes, Batterieüberwachung, Codeschloss-Funktion
  - Umfangreiche Klimaregelung, 6 Regler / Modul, Timer
  - 4-stufiges automatisches Quittungs- und Meldewesen - ein Novum weltweit
  - Auswertung von Smart Metern, Energiemanagement, ... u.v.a.m

### LCN-GT6L

Eleganter Ersatz für die heute noch üblichen, langweiligen Taster in 68er Dosen.

Mehr noch: die großen Tastenflächen machen die Bedienung beeindruckend leicht und komfortabel.

### Taster neu gedacht:

- Neues elegantes Format: 30cm x 5cm
- Einstellbare Tastenanzahl: 3-6, Höhe bis 8cm
- echtes Mineralglas, Touch sensitiv
- Tasten einzeln per Folie beschriftbar
- Taster auch als Schiebe-Dimmer nutzbar
- Lichtkranz: Corona® Wandbeleuchtung, dimmbar
- Tastenbeleuchtung dimmbar
- 6 LEDs zur Visualisierung / Tableaufunktion
- Infrarot Fernsteuerempfang
- Temperaturmessung hochgenau (0,1°C)
- Installation auf 35er Dosen oder Adapter LCN-A6835



Abbildung: LCN-GT6L (Maßstab 1:2)

**DIGITAL**

— 2020 —  
**ITJOB**SUMMIT  
by Heise

**SAVE THE DATE**

**06.10.2020 • 23.10.2020**

FINDE DEINEN  
**TRAUMJOB**  
ONLINE!

Attraktive Arbeitgeber • Lebenslaufcheck • Spannende Vorträge

Unser Partner:  Jobware

**JETZT KOSTENFREI REGISTRIEREN**  
**WWW.IT-JOB-SUMMIT.DE**





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





Bild: dpa

# Nach der Bombe

## Was das Ende des Privacy Shield für den Datenverkehr mit den USA bedeutet

**Für einen lauten Knall sorgte am 16. Juli der Europäische Gerichtshof (EuGH), als er das „Privacy Shield“-Abkommen zwischen der EU und den USA für unwirksam erklärte. Damit fällt auf einen Schlag die wichtigste Rechtsgrundlage für Datentransfers über den Atlantik weg. Experten fordern, bis auf Weiteres keine geschützten Informationen mehr in die USA zu übertragen.**

Von Joerg Heidrich

**F**ür viele war es ein Déjà-vu: Wieder einmal hat der EuGH die zentrale Regelung für Datenübermittlungen von Europa in die USA gekippt (Az. C-311/18). Wieder einmal war der Kläger der österreichische Datenschutzaktivist Max Schrems. Und wieder einmal gab Facebook den Anlass. Die Parallelen der jetzigen Entscheidung gegenüber dem Urteil zu „Safe Harbor“ aus dem Jahr 2015 (Az.: C-362/14) sind so offensichtlich wie bemerkenswert. Doch anders als 2015 könnte die jetzige Entscheidung dauerhafte Konsequenzen für den transatlantischen Informationsaustausch haben. In jedem Fall sind die Folgen schwerwiegend.

Formal hat der EuGH „den Beschluss 2016/1250 der Europäischen Kommission über die Angemessenheit des vom

EU-US-Datenschutzschild gebotenen Schutzes“ für ungültig erklärt. Dem Gerichtsbeschluss liegt die Überlegung zugrunde, dass Daten zwar innerhalb der EU ohne weitere Vorgaben frei transferiert werden dürfen. Für Staaten außerhalb der EU gilt diese Freiheit aber nicht. Es gibt eine Reihe von privilegierten Ländern, bei denen angenommen wird, dass dort ähnliche Datenschutzstandards herrschen wie im Unionsraum. Dazu gehören etwa Israel, Kanada, die Schweiz, Neuseeland oder auch Japan. Zu diesem Kreis wird nach dem Brexit wohl auch das Vereinigte Königreich zählen.

Nicht zu diesem exklusiven Kreis gehören allerdings die USA. Dort gibt es zwar in einzelnen Staaten ausgeprägte Datenschutzvorgaben, etwa in Kalifornien. Dies gilt aber nicht für das ganze Land. Um dennoch Daten übermitteln zu können, bediente man sich eines bemerkenswerten Verfahrens: Ein amerikanisches Unternehmen konnte sich in ein Verzeichnis eintragen lassen und verpflichtete sich damit, die Datenschutzrechte der europäischen Bürger angemessen zu würdigen. Dieses Verzeichnis hieß bis 2015 Safe Harbor. Nach dem ersten Urteil des EuGH 2015 folgte darauf der Privacy Shield.

### Lippenstift auf Schweinen

Allerdings war das auch schon fast die einzige Änderung. Max Schrems nannte den Vorgang damals „Putting lipstick on a pig“ – das identische Schwein, nur etwas aufgehübscht. Denn was bisweilen euphemistisch „Privacy-Shield-Zertifizierung“ genannt wurde, bestand in der Praxis im Wesentlichen daraus, dass sich ein amerikanisches Unternehmen in ein vom U. S. Department of Commerce geführtes Verzeichnis eintragen und einige Selbstverpflichtungen abnicken musste. Einen wirklichen Schutz der Daten von EU-Bürgern enthielt dagegen keines der beiden Abkommen. Diese sind und waren nahezu uneingeschränkt den Zugriffen der US-Geheimdienste und diverser Behörden ausgesetzt. Ebenso fehlt es an wirklichen Rechtsmitteln der Betroffenen gegenüber solchen Zugriffen in den USA – ein Zustand, den Datenschutzbehörden seit Jahren bemängeln.

Die Entscheidung des EUGH hat daher kaum jemanden überrascht. Das Gericht prüfte neben der DSGVO auch die Europäische Grundrechtecharta, die unter anderem die Achtung des Privat- und Familienlebens, den Schutz personenbezogener

gener Daten und das Recht auf effektiven gerichtlichen Rechtsschutz verbürgt. Das Gericht stellte fest, dass den Erfordernissen der nationalen Sicherheit der USA, des öffentlichen Interesses und der Einhaltung des amerikanischen Rechts Vorrang gegenüber den Rechten der Europäer eingeräumt wird. Hieraus ergebe sich, dass Eingriffe in die Grundrechte der Personen ermöglicht werden, deren Daten in die Vereinigten Staaten übermittelt wurden.

Insbesondere seien die auf die amerikanischen Rechtsvorschriften gestützten Überwachungsprogramme nicht auf ein zwingend erforderliches Maß beschränkt. Überhaupt sei nach Ansicht des Gerichts hinsichtlich bestimmter Überwachungsprogramme nicht einmal erkennbar, dass für die darin enthaltenen Ermächtigungen gegenüber EU-Bürgern irgendwelche Einschränkungen bestehen. Auch würden diesen betroffenen Personen keine Rechte verliehen, die sie gegenüber den amerikanischen Behörden gerichtlich durchsetzen könnten.

## Wacklige Klauseln

Neben dem Privacy Shield prüfte der EuGH in seiner Entscheidung auch die so genannten Standarddatenschutzklauseln (SDK) auf ihre Wirksamkeit. Diese stellen eine alternative Rechtsgrundlage zum transatlantischen Datenverkehr dar. Wer diese Vorgaben nutzen will, muss einige Klauseln, welche von der EU vorgegeben sind, mit seinem amerikanischen Partner vertraglich vereinbaren. Im Rahmen dieser Vertragsbestandteile wird zwischen den Partnern ein datenschutzfreundlicher Umgang mit persönlichen Informationen vereinbart. In der Praxis sind solche SDK auch beim Transfer von Daten in andere außereuropäische Länder höchst relevant, etwa nach Indien.

Bei der Prüfung kam der EuGH zu dem Ergebnis, dass die SDK weiter zulässig bleiben. Voraussetzung sei jedoch, dass die Personen, deren Daten in andere Länder übermittelt werden, ein Schutzniveau genießen müssen, „das dem in der Union durch die DSGVO im Licht der Charta garantierten Niveau der Sache nach gleichwertig ist“. Praktisch bedeutet dies, dass das Zielland geeignete Garantien, durchsetzbare Rechte und wirksame Rechtsbehelfe bieten muss.

Hier bringt der EuGH die lokalen Datenschutzbehörden im EU-Mitgliedsstaat ins Spiel. Diese hätten einen Datenexport zu verbieten, wenn sie der Auffas-

sung sind, dass die SDK im betreffenden Land nicht eingehalten werden. Kritiker bezweifeln, dass Datenschutzbehörden SDK mit amerikanischen Partnern überhaupt zulassen dürfen. Denn die Klauseln hätten keinerlei Einfluss auf übertriebene Zugriffsmöglichkeiten von US-Behörden und den fehlender Rechtsschutz. Allenfalls könnten sie technische Maßnahmen festlegen, die den Zugriff Dritter etwa durch Verschlüsselung erschweren.

Ob sich künftige Datenexporte in die USA per SDK absichern lassen, ist deshalb fraglich. Damit blieben nicht mehr viele Rechtsgrundlagen. Sehr eingeschränkt lassen sich Daten innerhalb eines Konzerns weitergeben. Als letzte Möglichkeit könnten Firmen explizite Einwilligungen jedes einzelnen Betroffenen einholen. Dazu müssten sie die Nutzer jedoch detailliert informieren, was mit ihren Daten in Übersee geplant ist und wer dort alles Zugriff hat.

## Autonomes Europa

Bemerkenswert ist, wie unterschiedlich Datenschutzbehörden auf die Entscheidung reagieren. Die britische Behörde, immerhin derzeit noch an die DSGVO gebunden, rät zu einem „keep calm and carry on“ und dazu, in Sachen Datenexport erst mal wie bisher weiterzumachen. Ulrich Kelber, der Bundesbeauftragte für den Datenschutz und die Informationsfreiheit (BfDI), sieht in dem Urteil eine Stärkung der Rechte der Bürger. Der EuGH mache deutlich, „dass internationaler Datenverkehr weiter möglich ist“. Dabei müssten aber die Grundrechte der europäischen Bürgerinnen und Bürger beachtet und „besondere Schutzmaßnahmen ergriffen“ werden.

Strenger legt die Datenschutzbeauftragte Berlins, Maja Smolczyk, das Urteil aus. Sie beschwört die digitale Eigenständigkeit Europas und fordert sämtliche Verantwortliche auf, „umgehend zu Dienstleistungen in der Europäischen Union oder in einem Land mit angemessenem Datenschutzniveau zu wechseln“. Die Zeiten seien vorbei, in denen personenbezogene Daten aus Bequemlichkeit oder Kostenersparnissen in die USA übermittelt werden könnten. Bereits übermittelte Daten müssten „zurückgeholt werden“.

Die Vertreter der deutschen Wirtschaft sind dagegen wenig angetan von der Entscheidung. Der Bitkom e. V. beklagt, dass durch dieses Urteil massive Unsicherheit entstehe, und befürchtet ein „Daten-Chaos“. Die EU sei aufgerufen, schnell



Bild: Matthias Röder/dpa

**Er hat sie gezündet: Max Schrems vom Wiener Datenschutzverein noyb bemängelte in seiner Klage unter anderem, dass europäische Nutzer gegen Datenschutzverstöße durch Geheimdienste in den USA keine Rechtsmittel einlegen können.**

für Rechtssicherheit zu sorgen und eine Datenverarbeitung in Drittländern wie den USA langfristig zu ermöglichen. Daten ausschließlich in Europa zu verarbeiten, sei einerseits technisch kaum umsetzbar und würde andererseits einen massiven Wettbewerbsnachteil für europäische Unternehmen bedeuten.

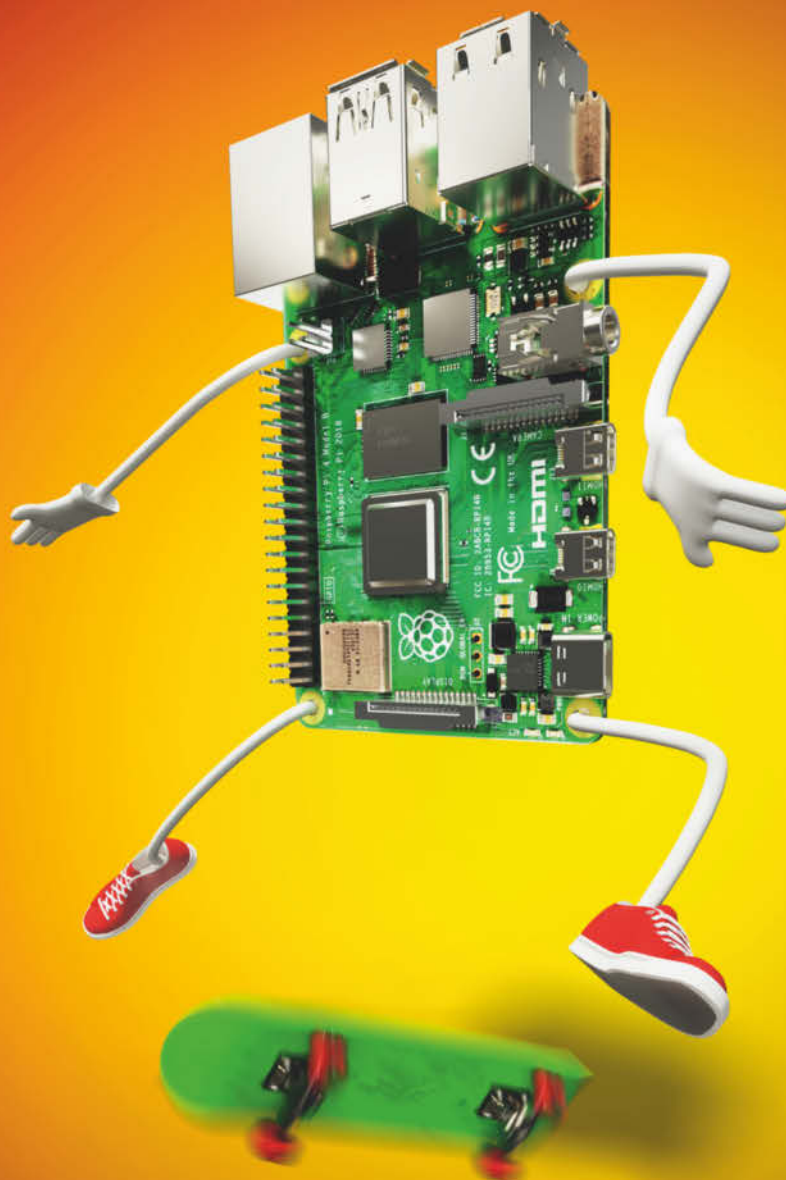
Dass es allerdings zu schnellen neuen Lösungen für den transatlantischen Datenverkehr kommt, ist derzeit unwahrscheinlich. Es ist kaum zu erwarten, dass eine Trump-Regierung den Bitten der Europäer nach mehr Datenschutz für die eigenen Bürger nachkommen wird. Ebenso wird ein Joe Biden, sollte er im November die Wahl gewinnen, die eigenen Geheimdienste und Behörden in ihren Zugriffsmöglichkeiten kaum beschneiden. Europäische Firmen und Anwender müssen sich auf einen längeren Zeitraum mit rechtlicher Ungewissheit bei der Zusammenarbeit mit US-Unternehmen einstellen. Umso wichtiger ist es, rechtssichere Alternativen voranzutreiben, die nicht auf ein Placet aus Washington angewiesen sind.

(hag@ct.de) **ct**

**Urteile: [ct.de/yszu](https://www.ct.de/yszu)**

# Himbeerfolg

Tipps und Tricks zum Raspberry Pi



<b>Der Raspberry Pi .....</b>	<b>Seite 18</b>
<b>Grundlagen zur Einrichtung .....</b>	<b>Seite 20</b>
<b>Booten von USB-SSDs .....</b>	<b>Seite 22</b>
<b>Stromversorgung .....</b>	<b>Seite 24</b>
<b>Elektronik anschließen .....</b>	<b>Seite 26</b>
<b>FAQ: Raspberry Pi .....</b>	<b>Seite 28</b>
<b>Weitere Projekte .....</b>	<b>Seite 30</b>



**Seit der Vorstellung des Raspberry Pi im Jahr 2012 hat er einen Trend losgetreten, der viele Nachahmer gefunden hat. Durch ihn sind unzählige Projekte entstanden. Ob sie eines nachbauen oder selbst etwas erfinden wollen: Mit unseren Tipps gelingt der Einstieg.**

Von Merlin Schumacher

**M**it einer 700-MHz-CPU und 256 MByte Arbeitsspeicher lockt man niemanden mehr hinter dem Ofen hervor – selbst für 35 Euro. 2012 war das noch anders. Die Raspberry Pi Foundation hatte quasi eine neue Kategorie von Computern erschaffen und einen Hit gelandet. Der Raspi sollte ein einfacher Lerncomputer werden, ähnlich den Heimcomputern der 80er-Jahre. Programmierbar mit Python, erschwinglich und flexibel. Die herausgeführten GPIO-Pins erlauben Elektronikbasteleien, die mit einem modernen PC unmöglich sind. Kurzum: eine coole und clevere Idee, um Kindern Technik näherzubringen.

### Note 1, Klassenziel verfehlt

Der Raspi ist eine tolle Erfolgsgeschichte, aber sein Ziel, ein Lerncomputer für Kinder zu sein, hat er völlig verfehlt. Während bei fast jedem Computer- oder Elektronikbastler mittlerweile drei Raspis in der Schublade liegen, findet man ihn in Schulen fast gar nicht. Das ist schade, aber auch ein Hinweis darauf, dass der Raspi mehr ist als die Summe seiner Teile. Er war nie der leistungsfähigste der Mini-PCs, nie der mit den meisten Schnittstellen. Er war immer der vernünftigste, der verlässlichste, flexibelste und der mit der aktivsten Community. Das macht ihn attraktiv und hat dafür gesorgt, dass der kleine Computer 30 Millionen Mal verkauft wurde.

Dass es immer neuere Varianten gibt, die mehr Leistung liefern, bessere Schnittstellen haben oder sich einfach nur für bestimmte Aufgaben besser eignen, liegt an diesem Erfolg. Die Community darum ist riesig und deren Projekte reichen vom

Temperatursensor bis zum Smart-Home-Datenzentrum. Der Raspi hat die Tiefsee in 6000 Metern unter dem Meeresspiegel genauso besucht wie die Internationale Raumstation.

### Mehr von allem – mit Moderation

Aus dem einen Kern mit 700 MHz sind inzwischen vier mit 1,5 GHz geworden und das RAM hat sich auf 2 GByte verachtfacht – für noch immer nur 35 Euro. Wer weitere 40 Euro drauflegt, bekommt sogar 8 GByte RAM. Für anspruchsvollere Projekte kann sich das lohnen.

Viel Kritik gab es an den langsamen Schnittstellen des Raspis. USB 2.0 und Fast-Ethernet sind schon lange nicht mehr befriedigend. Diese Kritikpunkte hat die Raspberry Pi Foundation mit der Version 4 mit rasend schnellem USB 3.0 und Gigabit-Ethernet endlich ausgeräumt. Dazu kommen 4K-Unterstützung und ein zweiter Display-Ausgang. Solche Upgrades bekommt der Raspi dann, wenn es wirtschaftlich ist, denn an den 35 Euro hält man fest.

Für alle, die sich am Markt der Einplatinencomputer auskennen, wirkt das vielleicht wie kalter Kaffee, denn ein Großteil der Konkurrenz hat solche Features gefühlt schon ewig. Stimmt auch, aber meist zu höheren Preisen und mit ärgerlichen Einschränkungen durch Hard- und Software. Mehr CPU-Leistung ist gut, aber nur, wenn der Prozessor sich nicht bei Belastung sofort drosseln muss, weil er die Wärme nicht abführen kann. Eine schnelle GPU ist schick, solange man Treiber dafür bekommt. Und so richtig sinnvoll ist ein Computer auch nur, wenn es Software und Projekte dafür gibt,

die nicht nur lieblos vom Hersteller zusammengeschludert werden. Daran, dass das beim Raspi anders ist, erkennt man ebenfalls: Er ist mehr als die Summe seiner Teile.

### Keine Angst vor fremden Welten

Wer sonst nur die sauber verpackte Welt von Fertig-PCs und -Laptops kennt, der wird sich vor den offenen Pins und Chips des Raspis vielleicht gruseln. Keine Sorge! Er beißt nicht, verpasst Ihnen keinen Schlag und ist ziemlich robust. Er will halt nur spielen.

Die Tatsache, dass auf dem Raspi meist ein Linux-System läuft, könnte Ihre Berührungängste ebenfalls vergrößern. Verständlich, denn Linux gilt – manchmal nicht zu Unrecht – als sperrig. Die Einrichtung und Bedienung eines Raspis ist aber sogar leichter als die eines Windows-PC. Die grundlegende Einrichtung des Raspberry Pi inklusive der Erzeugung einer bootfähigen SD-Karte sowie der Einrichtung von WLAN und Diensten zur Fernsteuerung erklärt der Artikel auf Seite 20. Sollte Ihnen die SD-Karte nicht genügen, können Sie den Raspi auch von einer per USB 3.0 verbundenen SSD starten lassen. Auf Seite 22 wird das erklärt. Der erste Weg zur Stromversorgung des Raspis ist üblicherweise der USB-Anschluss. Aber es geht auch anders. Nicht nur über die GPIO-Pinleiste, sondern auch Power-over-Ethernet, also per Netzkabel, kann man den kleinen versorgen (Seite 24). Apropos GPIO-Pinleiste! Im Artikel „Versuchs-Hut“ auf Seite 26 zeigen wir Ihnen, wie Sie Elektronikexperimente mit dem Raspi durchführen und diese mittels Python steuern können. Der Raspi ist ja schon länger Thema in c't, daher erreichen uns immer wieder Fragen dazu. Wir haben deshalb die häufigsten Fragen in einer FAQ auf Seite 28 gesammelt. Wenn Sie Ihren ersten Raspi am Laufen haben, mag die Frage kommen: Was nun? Kein Problem, denn Ideen für Raspi-Projekte gibt es genug. Eine kleine Auswahl von Projekten aus den letzten zwei Jahren haben wir auf Seite 30 zusammengestellt. Die Projekte reichen dabei von kinderleicht bis komplex.

Der Raspi-Zug ist noch lange nicht abgefahren. Springen Sie ruhig auf und basteln Sie mit, denn irgendwie ist der Raspberry Pi doch ein Lerncomputer geworden. Aber für alle und nicht nur für Kinder.

(mls@ct.de) **ct**

# Auf die Plätze ...

## Die ersten Schritte mit dem Raspberry Pi

**Falls Ihr Erstkontakt zu einem Raspi bislang nur daran scheitert, dass der angeblich so kompliziert einzurichten ist: Probieren Sie es ruhig mal! Die Installation ist wirklich einfach und Sie haben den Raspi bestenfalls in weniger als 15 Minuten am Start.**

Von Lutz Labs

**D**er Einstieg in die Welt des Raspi geht auch Laien schnell von der Hand. Man muss nicht groß in Konfigurationsdateien herumfuhrwerken oder komplexe Programme beherrschen. Wir zeigen, wie Sie den Raspi mit einem Betriebssystem versorgen, sein WLAN einrichten und ihn fit für die Fernsteuerung vom PC aus machen.

Einsteiger sollten sich nicht nur den Raspberry Pi zulegen, sondern am besten gleich ein Raspi-Paket. Das besteht meistens aus dem Raspi selbst (2 GByte RAM reichen für die meisten Anwendungen völlig aus) und einigem Zubehör: dem Netzteil, einem Gehäuse, einer MicroSD-Karte und einem HDMI-Kabel für den Monitoranschluss. Das HDMI-Kabel ist recht speziell, weil es auf der Raspi-Seite einen eher seltenen Micro-HDMI-Stecker hat – mit einem Adapter würde es auch klappen, aber nur mit einer der beiden HDMI-Buchsen des Raspi, denn diese liegen sehr nah beieinander. Wenn Sie planen, den Raspi über das Netzwerk zu steuern, noch eine MicroSD-Karte in Ihrem Fundus haben und auf das Gehäuse keinen Wert legen, kommen Sie günstiger weg. Das Netzteil sollte mindestens 10, besser 15 Watt leisten.

Die Mindestgröße für die MicroSD-Karte beträgt 8 GByte, mehr schadet nicht. Die Installation des Betriebssystems – im einfachsten Fall das von der Raspberry Pi Foundation bereitgestellte – erfolgt über das Schreiben des Image auf die Speicherkarte. Das erledigen Sie mit einem PC, für

den benötigen Sie also noch einen Speicherkartenleser.

Sie brauchen den Raspi nicht unbedingt mit einer eigenen Tastatur, Maus und einem Monitor versorgen. Er kann auch ganz ohne Peripherie ferngesteuert werden. Dazu später mehr.

### Raspberry Pi OS statt Raspbian

Bis vor kurzem hieß das bevorzugte Betriebssystem für den Raspberry Pi noch Raspbian, nun hat die Raspberry Pi Foundation es umbenannt: Um Verwirrungen zu vermeiden, heißt es ab sofort Raspberry Pi OS. Das Betriebssystem ist eine angepasste Variante der Linux-Distribution Debian.

Gleichzeitig hat die Foundation eine frühe Betaversion einer 64-Bit-Variante von Raspberry Pi OS veröffentlicht. Einziger Vorteil dieser Version ist, dass sie den gesamten Speicher des Raspi einem einzelnen Prozess zuordnen kann – die 32-Bit-Version beschränkt den Speicher auf 3 GByte pro Prozess. Das war bislang noch kein großes Problem, denn den Raspi gab es nur mit maximal 4 GByte RAM. Seit kurzem liefert die Foundation auch eine Version mit 8 GByte RAM. Die 1-GByte-Version wird hingegen bereits seit Monaten nicht mehr produziert.

### Varianten von Raspberry Pi OS

Die Raspberry Pi Foundation bietet das eigene Betriebssystem in drei Varianten an: als Lite-Version ohne grafischen Desktop, mit dem Desktop und einer Software-Grundausstattung und mit einer größeren Auswahl an Programmen. Zwar braucht die letztgenannte Variante rund

5,8 GByte Speicherplatz und damit mehr als das Doppelte der einfachen grafischen Version, doch ist dann in einem Rutsch alles Wesentliche dabei.

Weiterhin listet die Foundation auf ihrer Website (siehe [ct.de/y53k](https://ct.de/y53k)) noch Links zu einigen Ubuntu-Versionen sowie Distributionen für spezielle Zwecke, etwa die Multimedia-Distros LibreELEC oder das Open Source Media Center OSMC.

### Installation von Raspberry Pi OS

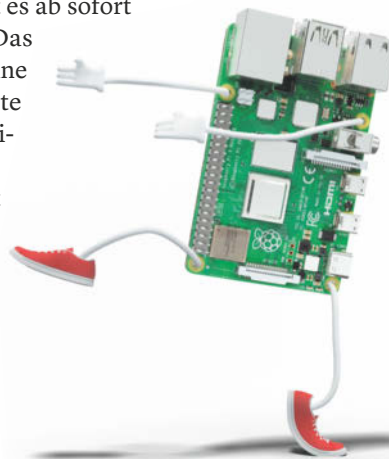
Am einfachsten gelingt die Installation mit dem Raspberry Pi Imager, den die Foundation für macOS, Ubuntu und Windows zum Download auf ihrer Website anbietet (siehe [ct.de/y53k](https://ct.de/y53k)). Natürlich klappt es auch mit anderen Imager-Apps, dann aber muss man das benötigte Image selbst herunterladen.

Legen Sie die MicroSD-Karte in den Kartenleser, schließen Sie ihn an den PC an und starten Sie den Imager.

Wählen Sie nun das gewünschte System und das richtige Laufwerk aus und klicken dann auf „write“. Nach ein paar Minuten ist das System installiert. Wenn Sie Maus, Monitor und Tastatur am Raspi angeschlossen haben, dann können Sie die MicroSD-Karte jetzt auswerfen und in den Raspi stecken.

Wenn der Raspi ohne Peripheriegeräte, also „headless“ betrieben werden soll, müssen Sie erst noch den SSH-Zugang freischalten. Dazu ziehen Sie den Kartenleser einmal ab und stecken ihn wieder an, damit das Betriebssystem die Karte neu erkennt. Dann legen Sie im Startverzeichnis eine leere Datei namens `ssh` (Kleinbuchstaben und ohne Endung) an. Windows-Nutzer legen eine beliebige neue Datei an und setzen einen Punkt hinter den Dateinamen, um den Explorer auszutricksen. Sofern der Raspi per Ethernet-Kabel ans eigene Netz angebunden ist, folgt nun der Umzug der Speicherkarte in den Raspi.

Soll er hingegen drahtlos ins Netz, müssen Sie erst noch das WLAN konfigurieren. Dazu erstellen Sie ebenfalls im Root-Verzeichnis der Karte eine Datei namens `wpa_supplicant.conf` mit folgendem Inhalt:



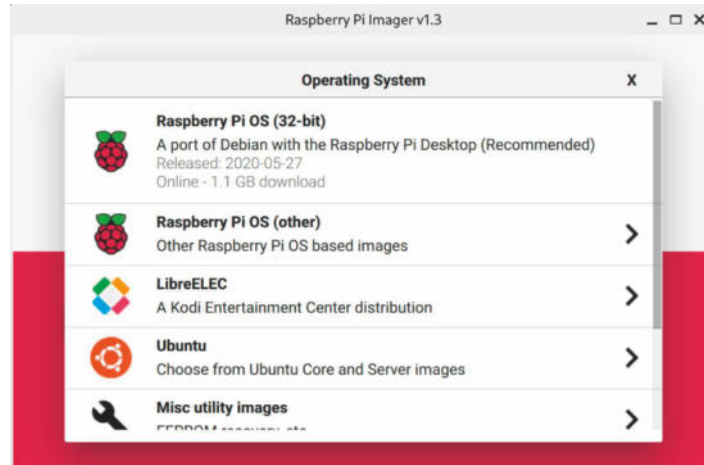
```
country=DE
ctrl_interface=DIR=/var/run/
wpa_supplicant GROUP=netdev
update_config=1
network={
    ssid="WLANNAME"
    psk="PASSWORT"
    key_mgmt=WPA-PSK
}
```

Ersetzen Sie WLANNAME durch die SSID Ihres Netzwerks und PASSWORT durch das zugehörige Passwort. Ändern Sie das zwei Zeichen lange Landeskürzel bei country, falls Sie sich nicht in Deutschland befinden. Nun stecken Sie die Karte in den Raspi und schließen das Netzteil an. Er startet damit automatisch, einen Ein-Aus-Schalter gibt es nicht. Nach rund 30 Sekunden sollte er eine IP-Adresse haben, die Sie am einfachsten über die Weboberfläche Ihres DSL-Routers ermitteln.

## Fernsteuerung

Zur Steuerung eines Raspis ohne Eingabegeräte und Bildschirm können Sie auf der Kommandozeile das Werkzeug SSH (Secure Shell) benutzen oder für eine grafische Steuerung VNC verwenden, das den gesamten Desktopinhalt des Raspis überträgt. Ein SSH-Client wird bei allen modernen Betriebssystemen mitgeliefert, einen VNC-Client müssen Sie üblicherweise nachinstallieren.

Um den VNC-Zugang auf dem Raspi einzurichten, loggen Sie sich zunächst



Der Raspberry Pi Imager macht das Aufspielen eines Betriebssystems einfach und bietet auch Alternativen zu Raspberry Pi OS an.

per SSH in den Raspi ein. Dazu rufen Sie auf einer Kommandozeile folgenden Befehl auf:

```
ssh pi@<IP des Raspberry Pi>
```

Den Raspi-Benutzernamen `pi` müssen Sie bereits über die Befehlszeile übergeben, weil Ihr System sonst Ihren PC-Benutzernamen nutzen möchte. Bestätigen Sie, dass Sie dem Gerät vertrauen, und tippen Sie anschließend das zugehörige Passwort `raspberrypi` ein. Rufen Sie nun das Raspi-Konfigurationswerkzeug auf:

```
sudo raspi-config
```

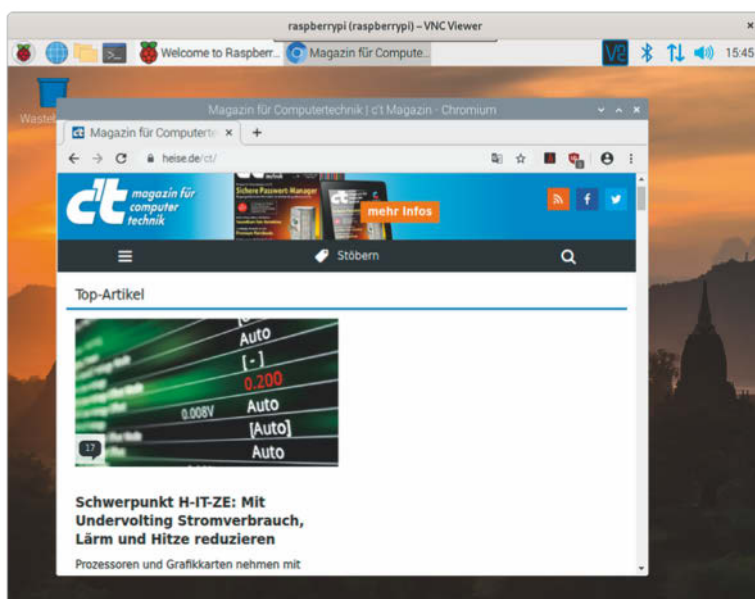
und aktivieren Sie über Punkt 5 (Interfacing Options) den VNC-Server. Wenn

kein Monitor angeschlossen ist, zeigt der Raspi aber auch über den VNC-Remote-Zugang nichts an, bevor Sie dafür nicht eine Auflösung festgelegt haben. Gehen Sie also im Hauptmenü auf Punkt 7 (Advanced Options) und dort A5 (Resolution). Wählen Sie hier nun eine passende Auflösung aus und beenden Sie das Konfigurationsprogramm. Beim Verlassen werden Sie gefragt, ob Sie den Raspi neu starten möchten: Bestätigen Sie mit „Yes“.

Für die Fernsteuerung installieren Sie auf dem PC nun einen VNC-Viewer für Ihr Betriebssystem (siehe [ct.de/y53k](http://ct.de/y53k)) und richten darin eine neue Verbindung ein. Nutzen Sie die bekannte IP-Adresse, den Benutzernamen `pi` und Passwort `raspberrypi`, als Name für die Verbindung wählen Sie etwa `Raspi`. Wenn Sie sich nun das erste Mal per VNC mit dem Raspi verbinden, sollte dessen Desktop mit der Software für die Ersteinrichtung erscheinen. Wählen Sie das passende Land, der Rest geschieht mehr oder weniger automatisch. Die Suche nach einem WLAN können Sie überspringen – Sie sind ja schon verbunden. In jedem Fall sollten Sie das Passwort für den Benutzer `pi` ändern, wie es im Assistenten angeboten wird.

Zur Sicherheit können Sie jetzt dem Raspi noch eine feste IP verpassen, damit er immer unter der gleichen Adresse erreichbar ist. Klicken Sie dazu mit der rechten Maustaste auf das WLAN-Symbol oben rechts und wählen Sie das richtige Interface aus. Nutzen Sie dann eine freie Adresse aus dem Adressbereich Ihres DSL-Routers.

Et voilà, das war's. Viel Spaß mit dem Raspi!  
([mls@ct.de](mailto:mls@ct.de)) **ct**



Raspberry Pi OS bringt alles mit, was man für die ersten Schritte mit dem Raspi braucht.

Hilfreiche Downloads: [ct.de/y53k](http://ct.de/y53k)



# MicroSD adé

## Raspberry Pi 4 von USB-SSD booten

**MicroSD-Karten mit viel Speicherplatz sind teuer, leben oft nicht lange und auch der Kartenleser des Raspi ist nicht der schnellste. Wenn Sie für eine Datenhalde ohnehin eine externe SSD oder USB-Festplatte anschließen, können Sie dort auch gleich Pi OS installieren und damit ganz auf eine SD-Karte verzichten.**

Von Mirko Dölle

**M**icroSD-Karten sind vergänglich. Das schmerzt besonders, wenn eine große Karte eines Raspis NAS aufgrund der hohen Belastung ihren Geist aufgibt. Fragt man die Hersteller, so empfehlen sie ihre besonders robusten High-Endurance-Karten für den Raspi [1] – selbstverständlich für einen ordentlichen Aufpreis und mit dem Nachteil ziemlich niedriger Datentransferraten von mitunter nicht einmal 20 MByte/s.

Zwar fehlt dem Raspi 4 ein SATA-Anschluss, eine externe SSD oder Festplatte am USB-3.0-Anschluss verwandelt ihn dennoch in eine ziemlich performante Datenhalde [2]. Es sind so Datenraten von über 300 MByte/s möglich – kein Vergleich zum internen Kartenleser, der bestenfalls 50 MByte/s schafft. Indem Sie den Raspi 4 mit einer neuen Firmware versehen, können Sie im Betrieb ganz auf die anfällige MicroSD-Karte verzichten und Pi OS direkt vom externen Laufwerk aus starten.

### Aufgebrevelt

Für das Firmware-Update benötigen Sie ein letztes Mal eine SD-Karte, auf der Sie das aktuelle Raspberry Pi OS installieren. Bei Redaktionsschluss war das die Version vom 27. Mai 2020. Booten Sie es und loggen Sie sich auf der Textkonsole ein. Anschließend aktualisieren Sie die Paketquellen und dann das Paket `rpi-eeprom-images`:

```
sudo apt update
sudo apt install rpi-eeprom-images
```

Die Firmware, die USB-Boot unterstützt, hat derzeit den Status `stable` – standardmäßig werden aber nur `critical`-Updates installiert. Bei Pi OS vom Mai 2020 müssen Sie deshalb zunächst auf den `stable`-Zweig umschalten und dann das Update einspielen:

```
sudo sed -ie s/critical/stable/ \
/etc/default/rpi-eeprom-update
sudo rpi-eeprom-update -d -f /lib/firmware/raspberrypi/bootloader/stable/pieeprom-2020-06-15.bin
```

Mit `sudo reboot` lösen Sie einen Neustart aus, der die Firmware überträgt. Ab dann sucht der Raspi auch auf externen USB-Laufwerken nach seinem Betriebssystem – vorausgesetzt, es steckt keine Karte im internen Kartenleser.

### Ausgewandert

Vor der Installation von Pi OS kontrollieren Sie zunächst mittels `lsblk` auf dem Raspi, ob das externe Laufwerk als `sda` erkannt wurde – falls nicht, müssen Sie den Device-Namen in den nachfolgenden Befehlen entsprechend anpassen. Mittels `dd` übertragen Sie im nächsten Schritt das Pi-OS-Image auf die SSD, das Sie entweder von einem anderen Rechner auf den Raspi kopiert oder von der Homepage der Raspi-Foundation heruntergeladen und entpackt haben:

```
sudo dd of=/dev/sda < *raspios*.img
```

Da Pi OS vom Mai 2020 nicht in der Lage ist, die Root-Partition auf einem externen USB-Laufwerk zu vergrößern, müssen Sie den grafischen Partitionseditor `gparted` aus dem gleichnamigen Paket nachinstallieren, um damit die Root-Partition so zu

vergrößern, dass sie den noch freien Platz ausfüllt.

Auch der Bootloader ist noch nicht darauf ausgelegt, von externen USB-Laufwerken zu starten. Deshalb müssen Sie nun noch einige Bootdateien austauschen. Die aktuelle Version finden Sie auf GitHub im Repository `raspberrypi/firmware`. Laden Sie das Repository als Zip-Datei herunter, etwa mit dem Browser unter Pi OS oder per `wget`, und entpacken Sie es mit `unzip` im Home-Verzeichnis von pi. Anschließend kopieren Sie die benötigten Dateien auf die Boot-Partition des externen Laufwerks, das automatisch unter `/media/pi/boot` eingebunden wurde:

```
cp firmware-master/boot/*.elf \
firmware-master/boot/*.dat \
/media/pi/boot
```

Anschließend fahren Sie den Raspi herunter, trennen ihn von der Stromversorgung und entfernen erst dann die MicroSD-Karte.

Bei zukünftigen Releases von Pi OS ist davon auszugehen, dass die Firmware des Raspi automatisch aktualisiert wird, der Bootloader externe Laufwerke unterstützt und Pi OS die Root-Partition selbst vergrößern kann. Dann sollte auch beseitigt sein, dass der Raspi für den ersten Start vom externen Laufwerk etliche Minuten benötigt und schließlich im „Emergency Mode“ landet. Bei Pi OS vom Mai dürfen Sie alle Fehlermeldungen während des ersten Starts ignorieren und einfach mit Enter weitermachen – Pi OS startet dann ganz normal mit der grafischen Oberfläche. Dort schließen Sie die Grundkonfiguration mit Sprach- und Tastaturauswahl ab und starten anschließend den Raspi neu. Ab dann bootet Pi OS ohne Fehlermeldungen und binnen weniger Sekunden. Schneller als von SD-Karte geht das aber nicht, denn die Initialisierung des USB-Laufwerks benötigt ein paar Sekunden. Danach kann eine SSD ihren Geschwindigkeitsvorteil aber voll ausspielen.

(mid@ct.de) 

### Literatur

- [1] Lutz Labs, Universalspeicher, MicroSD-Karten für Raspi und Smartphone, c't 12/2020, S. 54
- [2] Christof Windeck, NAS-Pi, Der Raspberry Pi 4 als NAS-Basis, c't 12/2020, S. 46

# Jederzeit und überall arbeiten

Maximale Konzentration und  
gesteigerte Produktivität

ADAPT 600-Serie

Das neue ADAPT 600 mit EPOS AI™ für ein persönliches Audioerlebnis, das hervorragende Anrufqualität sowie Stereosound und adaptive Aktive Geräuschunterdrückung (ANC) bietet. Genießen Sie eine einzigartige UC-optimierte Lösung mit einer dank Machine Learning herausragenden Mikrofonleistung. Adaptives ANC überwacht Ihre Arbeitsumgebung und gewährleistet eine angepasste Geräuschdämpfung bzw. die Unterdrückung von Windgeräuschen im Freien für konzentriertes, effizientes Arbeiten, unabhängig von der Situation.

[eposaudio.com/adapt-600](https://eposaudio.com/adapt-600)

Certified for

Microsoft  
Teams



# Mehr Himbeersaft

## Alternative Stromversorgung für den Raspberry Pi 4

**Es muss kein Steckernetzteil sein: Der Raspi 4 lässt sich auch via USB-C von einem iPad, aus dem Netzwerk oder über den GPIO-Anschluss mit Strom versorgen.**

Von Mirko Dölle

**D**er Raspberry Pi 4 ist das bislang stromhungrigste Modell der Raspi-Familie, je nach Erweiterungen und angeschlossener Peripherie sind es bis zu 15 Watt Dauerlast, die der Mini-Rechner benötigt. Diese 15 Watt sind aber keine harte Grenze. Schließt man etwa eine externe Festplatte an, kann der Strombedarf noch darüber hinaus gehen, genau wie bei kurzzeitigen Lastspitzen. Die meisten Steckernetzteile reagieren auf solche Lastspitzen mit einem kurzzeitigen Einbrechen der Versorgungsspannung, was der Raspi mit einer blinkenden oder verlöschenden roten LED und einer Drosselung der CPU quittiert – und so meist einen Absturz des Betriebssystems vermeiden kann.

Bei älteren Raspi 4 können ausgerechnet leistungsstarke USB-C-Netzteile und hochwertige USB-C-Kabel dazu führen, dass der Raspi im Zweifel gar keinen Strom bekommt. Schuld daran ist ein Schaltungsfehler in der ersten Fertigungsserie. Wie Sie solche Raspis erkennen, steht in der FAQ auf Seite 28. Einfacher ist, ein billiges USB-C-Kabel für unter 10 Euro zu benutzen, das keine integrierten Chips besitzt, oder auf das Original-Netzteil der Raspberry Pi Foundation zurückzugreifen.

### Zu kurz gekommen

Es ist aber auch möglich, den Raspi über den GPIO-Anschluss zu versorgen. Die vergleichsweise niedrige Versorgungsspannung von nominell 5 Volt sorgt allerdings

dafür, dass dünne Stromkabel zum Flaschenhals werden. Bei 3 Ampere und mehr kommt es schnell zu einem erheblichen Spannungsabfall, weshalb wir Litzen mit mindestens 0,75 mm<sup>2</sup> Leitungsquerschnitt empfehlen, damit der Raspi nicht einen Gang zurückschaltet. Mit folgendem Befehl im Terminal können Sie jederzeit nachsehen, ob es aktuell ein Versorgungsproblem gibt oder seit dem letzten Neustart gab:

```
/opt/vc/bin/vcgencmd get_throttled
```

Beim Rückgabewert, etwa 0x50000 oder 0x50005, sind nur die erste und die letzte Stelle des hexadezimalen Werts interessant – also die 5 und die 0 in 0x50000 und die 5 und die 5 in 0x50005. Die 5 an der ersten Stelle



bedeutet, dass seit dem Systemstart mindestens einmal Unterspannung auftrat und die CPU deshalb gedrosselt wurde – der Raspi also nicht genug Strom bekommen hat.

Eine zweite 5 würde bedeuten, dass die CPU aktuell gedrosselt ist und akut eine Unterspannung vorliegt – meist, weil das System gerade ausgelastet ist, weshalb auch die rote LED abgeschaltet ist oder im Takt der Belastung blinkt. Schließt man dann noch eine externe SSD oder einen stromhungrigen USB-Stick an, kann es zum Absturz des Raspis kommen. Manch-

mal bootet der Raspi auch neu, nur um erneut in eine Unterversorgung zu geraten – so entstehen Endlos-Bootschleifen, die schlimmstenfalls das Dateisystem zerstören können.

### Versorgungslücke schließen

Wenn Sie den Raspi etwa als USB-Netzwerkgerät an einem Notebook oder iPad Pro betreiben, übernehmen Notebook und iPad auch die Stromversorgung. Doch gerade ältere Notebooks sind nicht darauf ausgelegt, so hohe Ströme zu liefern – und beim iPad Pro ist das Problem, dass der Raspi den einzigen USB-Anschluss blockiert, weshalb sich das iPad nicht mehr aufladen lässt.

Abhilfe versprechen in beiden Fällen USB-C-Hubs mit Power Delivery (PD). Allerdings konnten wir keinen finden, der in allen Betriebszuständen genügend Strom für den Raspi 4 lieferte – weshalb die rote Betriebs-LED des Raspis gelegentlich blinkte oder sogar ganz aus ging.

Beim Betrieb am iPad Pro war Apples USB-C Digital AV Multiport Adapter für stolze 80 Euro noch die beste Wahl, der neben dem USB-C-Anschluss für das Netzteil noch eine HDMI- und eine USB-

A-Buchse zum Anschluss des Raspis besitzt. Mit einem USB-A-auf-C-Adapterkabel kam es beim Betrieb eines Raspis 4 nebst externer SSD nur selten zu Engpässen, Abstürze gab es keine. Beim Goobay 62111 für 50 bis 60 Euro und dem halb so schnellen, aber auch nur halb so teuren Nachfolger Goobay 62112 hingegen blinkte die Power-LED deutlich öfter, trotzdem genügte es, um absturzfrei auch eine externe SSD am Raspi zu betreiben. Da die beiden Goobay-Hubs gleich zwei USB-C-Buchsen haben, benötigen Sie kein Adapterkabel zum Anschluss des Raspis. Für ältere Laptops, die über einen USB-Port nicht genug Strom bereitstellen, gibt es zwei weitere Alternativen: ein Y-Kabel, über das der Raspi von zwei USB-Anschlüssen parallel versorgt wird, oder ein herkömmlicher USB-Hub mit genügend Leistung.

Völlig ungeeignet sind hingegen die oft als „USB-C-Splitter“ angepriesenen Adapter, mit denen man einen USB-C-Kopfhörer und ein USB-C-Ladekabel anschließen kann: Diese nutzen aus, dass bestimmte Datenleitungen des USB-C-Anschlusses zur Übertragung analoger Audiosignale verwendet werden können.



Dementsprechend sind an dem einen vermeintlichen USB-C-Anschluss nur die Pins für die Stromversorgung beschaltet und an dem anderen nur die Pins für die analogen Audiosignale herausgeführt. Schließen Sie dort statt eines Kopfhörers ein anderes USB-C-Gerät an, bekommt es meist nicht einmal Strom, keinesfalls aber eine USB-Datenverbindung.

## Abhängigkeiten

Auf den Batteriebetrieb ist der Raspi von Haus aus nicht ausgelegt, es gibt keinen Anschluss für einen Akku und somit auch keine Ladeschaltung. Diese enthält das StromPi 3 Hat von Joy-It für fast 40 Euro, zusammen mit einem Weitbereichs-Eingang für Spannungen von 6 bis 61 Volt. Gegenüber früheren Modellen kann die aktuelle Version 3 des Hat bis zu 3 Ampere Strom liefern, wie es bei voller Auslastung des Raspi 4 erforderlich ist. Ein passender 1000-mAh-Akku kostet weitere knapp 30 Euro, versorgt den Raspi aber nur für 30 bis 60 Minuten – ein doppelt so großer Akku kostet fast 50 Euro. Dementsprechend bewirbt Joy-It das StromPi 3 Hat auch als Stromversorgungseinheit für mehrere Stromquellen mit USV-Funktion. Das StromPi 3 Hat ist trotzdem erwähnenswert, weil der Hersteller statt der im Zweifel brandgefährlichen Lithium-Ionen- und Lithium-Polymer-Akkus auf Lithium-Eisenphosphat-Akkus setzt, bei denen es zu keinem „thermischen Durchgehen“ mit Selbstentzündung kommen kann.

Die Hauptprobleme beim mobilen Einsatz sind, dass der Raspi weder einen Standby-Modus kennt, in dem er nur noch wenige Milliwatt aufnimmt, noch nach dem Herunterfahren ausschaltet. Selbst nach einem `poweroff` beträgt die Leistungsaufnahme noch bis zu einem Watt. Die bewährte Methode ist, den Raspi im portablen Einsatz an eine große Powerbank anzuschließen und, nach dem Herunterfahren, das Stromkabel zu trennen. So arbeitet auch das StromPi 3 Hat: Fällt die Stromversorgung via Netzteil aus, fährt es den Raspi herunter und schaltet nach einer programmierbaren Zeit die Stromzufuhr komplett aus, um ein Tiefentladen des Akkus zu verhindern.

Beim Kauf einer neuen Powerbank sollten Sie darauf achten, dass sie gleichzeitig den Akku laden und angeschlossene Geräte versorgen kann. Das ist keineswegs selbstverständlich. Ansonsten müssten Sie den Raspi erst wieder herunterfahren und

Das PoE-Hat der Raspberry Pi Foundation ist so kompakt, dass es in die meisten Standard-Gehäuse passt. Mit nur 12,5 Watt Ausgangsleistung ist es für den Raspi 4 aber etwas unterdimensioniert, was beim Betrieb mit einer SSD zu Problemen führen kann.



an die Powerbank anschließen, bevor Sie ihn aus dem stationären Betrieb mitnehmen können.

## Stromnetz

Falls es am Installationsort keine Steckdose gibt oder Sie den USB-C-Anschluss des Raspi 4 für den Datenaustausch verwenden wollen, ist Power over Ethernet (PoE) eine interessante Alternative zum Steckernetzteil. Das setzt allerdings voraus, dass Sie einen PoE-Switch oder einen PoE-Injektor besitzen und ein PoE-Hat oder einen PoE-Adapter beim Raspi nachrüsten. Das Original-PoE-Hat der Raspberry Foundation ist mit knapp 25 Euro vergleichsweise teuer, dafür aber sehr kompakt – es dürfte in die meisten Gehäuse für den Raspi 4 und auch für den Raspi 3B+ passen. Außerdem hat es einen geregelten Lüfter für die CPU des Raspi, unter dem auch ein flacher Kühlkörper gut Platz findet. Allerdings ist es nur auf maximal 2,5 Ampere ausgelegt und es blockiert den kompletten GPIO-Anschluss, der nicht durchgeführt ist.

Im Test kam es zu einem äußerst seltsamen Phänomen im Zusammenhang mit diesem PoE-Hat: Als wir für den Artikel auf Seite 22 mittels USB-SATA-Adaptern eine SSD an den Raspi anschlossen und dann mit `fiio` die Schreib- und Lese-Datentransferrate ermitteln wollten, lieferte der Raspi nur bei den Adaptern mit UAS-Protokoll nach Abschluss des zweiten Benchmarks reproduzierbar Ein-/Ausgabe-Fehler – und zwar sowohl auf der SSD als auch auf der SD-Karte, von der wir Pi OS gebootet hatten. Nach einem Neustart funktionierte der Adapter bis zum nächsten Benchmark wieder klaglos. Versorgten wir den Raspi 4 über das Steckernetzteil der Raspi-Foundation mit Strom oder tauschten wir das PoE-Hat der Raspi-Foundation gegen das eines ande-

ren Anbieters aus, gab es dieses Problem nicht.

Unser Tipp: Sollten Sie nach der Umrüstung auf PoE über seltsame Effekte stolpern, versuchen Sie es zunächst mit einem herkömmlichen Netzteil, bevor Sie den Raspi oder irgendwelche Peripherie für defekt erklären. Auch wenn uns der Raspi keine Unterspannung anzeigte, vermuten wir, dass das die 2,5 Ampere des PoE-Hats letztlich zu wenig waren. Eine zufriedenstellende Erklärung, warum das Problem nur beim Benchmark der UAS-Adapter auftrat, nicht aber bei den mit USB-Storage-Adapttern, und warum es auch die SD-Karte des Raspi betraf, haben wir aber nicht.

## Alternativen nutzen

Andere Anbieter verkaufen ihre wenn auch deutlich klobigeren PoE-Hats für weniger als die Hälfte dessen, was die Raspi-Foundation verlangt. In herkömmliche Gehäuse passt der Raspi 4 dann nicht mehr, dafür reichen diese Hats aber meist den GPIO-Anschluss durch, sodass man zusätzliche Erweiterungsplatinen aufstecken kann. Manche Modelle haben außerdem einen Klemmenanschluss und liefern bis zu 4 Ampere Strom, sodass man damit auch kleine Pumpen oder Motoren betreiben kann.

Falls Sie den USB-C-Anschluss des Raspi 4 nicht für Datentransfers benötigen, sind externe PoE-Wandler eine weitere Alternative. Ihr Aussehen ähnelt USB-Ethernet-Adapttern, sie haben aber neben dem USB-C-Anschluss zur Stromversorgung zusätzlich einen RJ45-Stecker zum Anschluss an die Netzwerkbuchse des Raspi. Sie sind mit unter 10 Euro auch die billigste Lösung für den Fall, dass es am Installationsort des Raspis keine Steckdose für ein traditionelles Netzteil gibt und man den Raspi über das Netzwerk mit Strom versorgen muss. (mid@ct.de) **ct**

# Versuchs-Hut

## So verdrahten Sie Schalter, Taster und LEDs am Raspi

**An den Raspi können Sie Schalter und LEDs direkt anschließen – toll zum Experimentieren. Wir zeigen an einer aufsteckbaren Lochrasterplatine, was Elektronik-Neulinge beim Verdrahten beachten sollten.**

Von Pina Merkert

**A**uf dem Raspberry Pi ragen hinter der Netzwerkbuchse 40 Drahtstifte aus der Platine, auf die man Erweiterungsplatinen wie einen Hut aufstecken oder Jumperkabel direkt anstecken kann. 27 dieser Pins sind sogenannte General-Purpose-Input/Output-Pins (GPIO), also Ein- und Ausgabepins ohne von vornherein festgelegte Aufgabe. Jeden davon kann man als Ausgang konfigurieren und mit eigenen Programmen eine Spannung von 3,3 Volt anlegen oder mit Masse verbinden (GND-Pegel). Man kann sie aber auch jeweils als Eingang benutzen, sodass das eigene Programm erkennt, ob sie mit der 3,3-Volt-Spannungsversorgung oder mit Masse verbunden sind.

### Eingänge nicht in die Luft hängen!

Eingänge sollten in einer Schaltung entweder mit Masse (GND-Pin) oder mit 3,3 Volt verbunden sein. Keinesfalls dürfen Sie sie direkt mit den 5-Volt-Pins verbinden, Sie würden sonst den Raspi irreparabel beschädigen. Hängen die Eingänge ohne elektrische Verbindung in der Luft, liest der Raspi zufällig mal einen hohen oder niedrigen Pegel ein, je nachdem, ob sich auf dem Drahtstückchen ein paar Elektronen gesammelt haben oder nicht. Einen so undefinierten Pegel sollte man vermeiden.

Schließt man beispielsweise einen Taster an, stellt dieser im gedrückten Zustand eine Verbindung zu 3,3 Volt her. Ist

er allerdings nicht gedrückt, würde eine frei hängende Verbindung entstehen. Deswegen sollte man vom Pin zur Masse eine Verbindung einbauen, über die Ladungen abfließen können. Wäre diese Verbindung aber nur ein Draht, entstünde beim Drücken des Schalters ein Kurzschluss. Man verwendet deswegen sogenannte „Pull-down-Widerstände“, die den Strom begrenzen, wenn der Schalter geschlossen ist. 10 k $\Omega$  sind dafür eingetragener Wert. Über einen so großen Widerstand können nur ganz kleine Ströme fließen, die geringe Restladung beim Öffnen des Schalters fließt aber verlässlich ab.

### Prellen

Beim Schließen des mechanischen Kontakts in einem Schalter kommt es innerhalb einer kurzen Phase von weniger als einer Zehntelsekunde zu einer noch nicht vollständig geschlossenen Verbindung. Meist schwingen federnde Bleche und stellen mehrfach kurz eine Verbindung her, die sie gleich darauf wieder verlieren. Elektroniker bezeichnen dieses Hin und Her als „Prellen“.

Da der Raspi per Interrupt auf steigende und fallende Flanken an einem GPIO reagieren kann, registriert er das Prellen als mehrfaches Schalten. Gegen diese Störung kann man sowohl hardwaremäßig als auch softwareseitig vorgehen.

Zum Entprellen per Hardware lötet man beispielsweise einen Kondensator mit 0,1  $\mu$ F zwischen den Pin und GND. Der muss sich beim Einschalten erst mal aufladen, weshalb er das Potenzial beim Einschalten kurz niederhält. Beim Ausschalten entlädt er sich und hält das Potenzial für einen Moment noch hoch. Eine größere Kapazität entprellt noch sicherer, aber bei sehr großen Kondensatoren reagiert der Schalter mit einer merklichen Verzögerung. Passen Sie den Wert also ruhig an

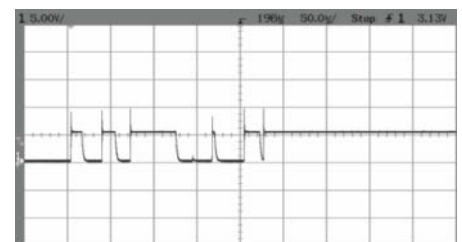
Ihren Schalter und Ihre Bedürfnisse an. Je nach Schalter verhindert das nicht jeden ungewollten Interrupt, reduziert das Hin und Her aber auf wenige Ausnahmen.

Denen kann man auch in der Software begegnen: Beispielsweise kann das Programm einen GPIO einfach nur in Zehntelsekundenabständen abfragen. Oder man fügt ein `time.sleep(0.1)` hinter der Reaktion auf ein Schalterereignis ein, um erst nach einer Zehntelsekunde wieder auf einen weiteren Interrupt zu reagieren. Im Code unter [ct.de/y1rk](http://ct.de/y1rk) haben wir ein Beispiel für ein Software-Entprellen eingefügt.

Bauteile wie LEDs haben einen recht kleinen Widerstand, weshalb auch bei 3,3 Volt vergleichsweise große Ströme fließen können. Im schlimmsten Fall geht eine LED kaputt, wenn sie direkt am GPIO hängt. Es empfiehlt sich daher, die Spannung an der LED zu reduzieren, was laut Ohm'schem Gesetz auch den Strom begrenzt. Dafür fügt man einen Vorwiderstand in den Stromkreis ein. Den perfekten Wert für den Vorwiderstand einer LED können Sie mit den Werten aus dem Datenblatt der LED berechnen. Falls Ihnen das zu mühevoll ist: 80  $\Omega$  ist ein passender Wert für alle üblichen LEDs. Finden sich keine 80  $\Omega$  in der Bastelkiste, tun es auch 100  $\Omega$ .

### Lochrasterplatine

Damit die Bastelei nicht zum Kabelverhau wird, lohnt sich schon ab wenigen Bauteilen Lochrasterplatinen. Sie halten die Bauteile an Ort und Stelle und sorgen für Übersicht. Um möglichst billig wegzukommen, reicht es, von einer größeren



Das Speicheroszilloskop zeigt, wie oft der Pegel eines prellenden Schalters wechselt. Das Hin und Her dauert bei diesem Schalter etwa 250  $\mu$ s.



Platine für weniger als einen Euro ein Raspi-großes Stück zum Experimentieren abzusägen.

Wer richtig viel Platz braucht, kann auch ein altes IDE-Flachkabel als Verbindung zu einer großen Platine nutzen. Die 40-poligen Stecker passen genau auf die Pinleiste vom Raspi. Die Litzen jüngerer UDMA-Kabel führen zwischen allen Signalkabeln allerdings eine zusätzliche Masseverbindung, sodass die Litze zu fein wird, um sie mit heimischen Mitteln zu verarbeiten. Aus einem alten Kabel kann man dafür aber mindestens drei Stecker ernten.

Wer sich mehr Bequemlichkeit erkaufen will, erwirbt eine an den Raspi angepasste Platine für 5 bis 10 Euro. Diverse Hersteller bieten leicht unterschiedliche Modelle unter Bezeichnungen wie „Raspberry Pi Prototyping HAT“ an. Sie verbinden die GPIO-Pins zu Löchern, die nicht direkt nebeneinander liegen, sodass man Bauteile dazwischen löten kann. Außerdem führen sie GND und 3,3 Volt als Streifen über die Platine, was kürzere Wege beim Verkabeln erlaubt.

## Ansteuerung mit Python

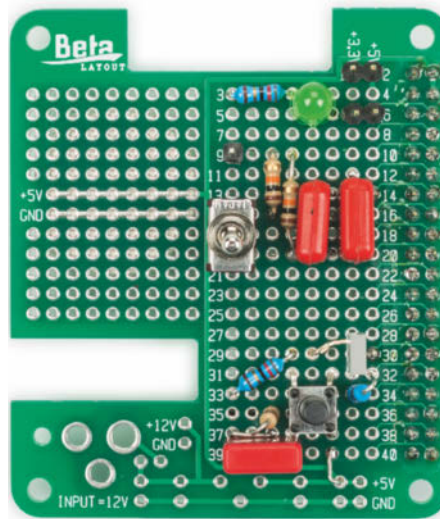
Der Bequemlichkeit zuliebe nutzen die folgenden Beispiele für die Ansteuerung Python. Dort ist die Schnittstelle zu den Pins die GPIO-Bibliothek. Ihr teilt man zunächst mit, welches Nummerierungsschema man verwendet (GPIO.BCM sind die Pin-Nummern des SoC) und welche Pins als Ein- oder Ausgänge dienen:

```
import RPi.GPIO as GPIO
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(2, GPIO.OUT,
           initial=GPIO.LOW)
GPIO.setup(22, GPIO.IN)
```

Eine Endlosschleife sorgt danach beispielsweise für eine blinkende LED:

```
import time
while True:
    GPIO.output(2, GPIO.HIGH)
    time.sleep(0.5)
    GPIO.output(2, GPIO.LOW)
    time.sleep(0.5)
```

LEDs einfach nur blinken zu lassen, sieht bei weitem nicht so schön aus wie ein weicher Wechsel der Helligkeit. Das geht erstaunlich leicht mit Pulsweitenmodulation (PWM). Der Raspi beherrscht PWM in Hardware an den Pins 12, 13, 18 und 19. An



Unser Raspi-GPIO-Testaufbau entstand auf einem Werbegeschenk eines Platinenfertigers, das dieser auf der Maker Faire in Hannover verteilte. Vergleichbare Platinen verkaufen Pimoroni und andere für circa 5 Euro.

allen anderen Pins emuliert er den Effekt durch schnelles Umschalten softwareseitig. Das Beispiel moduliert die Pulsweiten mit 50 Hz:

```
GPIO.setup(12, GPIO.OUT)
led = GPIO.PWM(12, 50) # 50Hz
while True:
    for dc in range(0, 101, 5):
        led.ChangeDutyCycle(dc)
        time.sleep(0.1)
    for dc in range(100, -1, -5):
        led.ChangeDutyCycle(dc)
        time.sleep(0.1)
```

Glättet man ein PWM-Signal mit einem Kondensator, lassen sich damit feingliedrig Spannungen zwischen 0 und 3,3 Volt einstellen. Die optimale Kapazität hängt von der Last ab, da große Ströme große Kondensatoren trotzdem schnell entladen. Generell sorgt ein größerer Kondensator für eine glattere Spannung. Falls Sie das geglättete Signal modulieren wollen, sollten Sie den Kondensator allerdings nicht zu groß wählen, weil er dann auch die Modulation glättet. Probieren Sie für Ihr Projekt einfach verschiedene Kapazitäten aus.

## Leseoptionen

Auslesen von GPIOs geht mit `GPIO.input(pinNo)`. Falls der Raspi aber noch mit anderen Berechnungen beschäftigt ist, be-

kommt er mit dieser Funktion nicht sofort mit, wenn sich das Potenzial am Pin ändert. Abhilfe schafft die Funktion `GPIO.wait_for_edge(pinNo, GPIO.RISING)`, die blockiert, bis der Raspi einen Interrupt wegen einer steigenden Flanke verarbeitet. Da das Programm dabei blockiert ist, empfiehlt es sich, eine solche Abfrage in einen eigenen Thread auszulagern (das `time.sleep(0.1)` dient dem Entprellen):

```
from threading import Thread
def ck_btn_forever():
    while True:
        GPIO.wait_for_edge(26, GPIO.RISING)
        print("Button pressed")
        time.sleep(0.1)
Thread(target=ck_btn_forever).start()
```

Stattdessen kann man die Überwachung der Bibliothek überlassen und bei einem Ereignis ein Callable ausführen, im hier folgenden Code-Ausschnitt eine `lambda`-Funktion:

```
GPIO.add_event_detect(
    22, GPIO.RISING,
    callback=lambda _: print(
        "<- Switch to the left."))
GPIO.add_event_detect(
    10, GPIO.RISING,
    callback=lambda _: print(
        "-> Switch to the right."))
```

## Serielle Schnittstellen

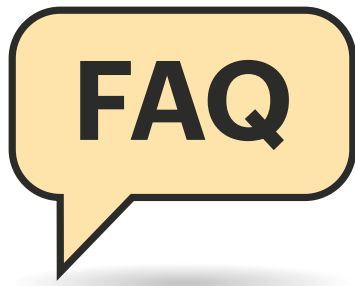
Über die PIN-Leiste des Raspi stellt der Minirechner auch zwei SPI-Schnittstellen, einen I2C-Bus und eine serielle Verbindung bereit. Komplexere Sensoren mit eigener Intelligenz bindet man über diese Schnittstellen an. An einem Bus können dabei meist Dutzende Sensoren hängen. Über I2C unterstützt der Raspi auch Chips, die noch mehr GPIO-Pins bereitstellen [1].

All diese Erweiterungen belegen nur einen Teil der GPIOs, sodass bei jedem Projekt noch Pins frei bleiben, um Modi bequem per Kippschalter umzuschalten oder mit einer Status-LED anzuzeigen, was der Raspi gerade macht. (pmk@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Pina Merkert, Mehr I/O zum Basteln, Sehr viele GPIO-Pins an Arduino, Raspi und ESP, c't 15/2020, S. 146

Beispielcode: [ct.de/y1rk](https://ct.de/y1rk)



# FAQ: Raspberry Pi

**Einsteiger wie Raspi-Profis stellen sich immer wieder Fragen zum Umgang mit dem Einplatinencomputer.**

Von Merlin Schumacher

## Spannungsversorgung und USB-C

**?** Ich habe mir einen Raspi gekauft, aber bin nicht sicher, wie viel Strom das USB-Netzteil liefern muss, damit das System stabil läuft.

**!** Je nach Modell sind die Anforderungen unterschiedlich. Kurz gefasst sind sie für einen Raspi 1, Raspi Zero (W) und Raspi 2 mit einem 2-Ampere-Netzteil auf der sicheren Seite. Für den Raspi 3 müssen es 2,5 Ampere sein und für den Raspi 4 schon 3 Ampere. Dazu kommt noch der Strombedarf für Peripherie wie Festplatten. Die Raspberry Pi Foundation pflegt eine detaillierte Liste über die nötige Spannungsversorgung und den Maximalverbrauch von USB-Peripherie. Diese finden Sie über [ct.de/y37s](http://ct.de/y37s).

**?** Ich habe gelesen, dass der USB-C-Anschluss des Raspberry Pi 4 nicht korrekt arbeitet, was ist das Problem?

**!** Die Entwickler des Raspi 4 haben bei der Elektronik für den USB-C-Anschluss einen Widerstand sparen wollen. Das führte jedoch dazu, dass es Probleme mit sogenannten „intelligenten“ USB-C-Kabeln gibt. Diese Kabel enthalten einen kleinen Controller-Chip, der Details zur Verbindung aushandelt. Bei der Schaltung des Raspi gehen diese Chips jedoch davon aus, dass es sich um ein Audio-Gerät handelt, das keinen Strom über das Kabel bezieht.

Leider kann man „dumme“ Kabel ohne Chip nicht von solchen mit Chip unterscheiden, es hilft also nur ein Versuch. Ein Indiz ist der Preis des Kabels, denn die Kabel mit Chip sind üblicherweise ein paar Euro teurer.

Häufig wird behauptet, dass der Raspi an bestimmten Netzteilen nicht funktioniert. Das ist nicht richtig. Lediglich das Kabel ist entscheidend – außer natürlich,

das Kabel ist im Netzteil integriert. Neuere Revisionen des Raspi haben das Problem nicht.

**?** Ich plane einen Raspi 4 zu kaufen, möchte aber ein Modell ohne die bekannten USB-C-Probleme. Wie unterscheide ich die Geräte?

**!** Von außen ist das schwierig. Die Verpackung verrät die korrigierte Fassung nicht. Im Allgemeinen sollten alle aktuell verkauften Raspi 4 Versionen mit der korrekten USB-C-Schaltung sein. Falls Sie planen, einen Raspi 4 mit 8 GByte RAM zu erstellen, sind Sie auf der sicheren Seite: Alle großen Raspis enthalten die korrigierte Schaltung.

Auf der Platine selbst können Sie schauen, ob sich direkt neben dem Wort „MICRO“ der Beschriftung des Micro-SD-Kartenschachts ein kleiner dreieckiger Transistor befindet. Nur die korrigierten Boards der Revision 1.2 haben den Transistor an dieser Position.

## Gehäuse, Industrie und Kühlung

**?** Brauche ich zwingend ein Gehäuse für den Betrieb eines Raspi? Kann ich den nicht einfach in ein Regal legen?

**!** Das können Sie tun. Der Raspi funktioniert problemlos auch ohne Gehäuse. Im Raspi sind zwar keine mechanischen Teile verbaut, aber es kann trotzdem sein, dass eines der Bauteile Schaden nimmt, wenn er herunterfällt. Bei Kontakt mit metallischen Gegenständen kann es außerdem zu Kurzschlüssen kommen, die den Raspi und vielleicht auch angeschlos-

sene Peripherie beschädigen. Daher ist es sinnvoll, den Raspi zum Schutz in ein Gehäuse zu packen oder zumindest so abzusichern, dass ungeschickte oder unbefugte Hände ihn nicht kaputt machen.

**?** Ich arbeite in einem kleinen Unternehmen und möchte den Raspberry Pi in einem Projekt für die Arbeit einsetzen. Ist das sinnvoll?

**!** Das kommt sehr auf die Anwendung an. Die Raspberry Pi Foundation bietet mit dem Compute Module 3+ eine spezielle Bauform für den Industrie-einsatz an. Zum Entwickeln benötigen Sie dann noch das Entwickler-Kit.

Für kleinere Projekte können Sie auch einen Raspi in normaler Bauform einsetzen. Gehäuse für den Industrie-einsatz gibt es einige.

Beachten Sie jedoch, dass solche Selbstbauprojekte möglicherweise nicht von Ihrer Versicherung oder der Ihres Arbeitgebers abgedeckt sind. Gibt es Störungen und Probleme oder kommt jemand zu Schaden, sind Sie im Zweifel alleine haftbar. Klären Sie also vorher die Umstände. Auch die Raspberry Pi Foundation haftet nicht für Schäden. Haben Sie alles Rechtliche geregelt, können Sie aber mit dem Projekt loslegen.

**?** Zum Start des Raspi 4 gab es viel Berichterstattung darüber, dass der Chip sehr heiß wird. Auch beim Raspi 3 entsteht nach meinem Eindruck viel Abwärme. Ist das normal? Sollte ich den Chip kühlen?

**!** Die Wärmeprobleme des Raspi 4 haben die Entwickler durch Firmware-Anpassungen beseitigt. Eine gewisse Menge Abwärme ist aber wie bei jedem



Prozessor normal. Der Raspi reduziert seinen Takt, wenn er zu heiß wird, geht also auch ohne Kühlkörper nicht kaputt. Außerdem nutzt er nicht nur die Oberfläche seiner CPU, sondern die gesamte Platine als Kühlkörper. Dadurch kommt einem der Raspi oft warm vor. Meist kühlt er aber schnell wieder ab, denn selten wird die CPU über lange Zeit voll ausgelastet. Wissen Sie bereits, dass der Raspi Schwerstarbeit leisten muss, lohnt sich ein Kühler, weil er dann seinen Takt nicht reduzieren muss. Gut funktionieren Gehäuse aus Aluminium, die die Wärme über ihre ganze Oberfläche abführen. Wir haben in [1] einige Kühler und Gehäuse getestet.

## Betriebssystem und Peripherie

? Ich möchte Raspberry Pi OS gern auf einem anderen Einplatinencomputer nutzen. Geht das?

! Nein. Alle Einplatinencomputer laufen mit speziell angepassten Kernen, Firmwares und Bootloadern. Daher können Sie Raspberry Pi OS nur mit dem Raspi nutzen. Alternativ bietet sich aber Armbian oder eine andere für Einplatinencomputer ausgelegte Linux-Distro an. Armbian basiert, wie Raspberry Pi OS, auf Debian und unterstützt zahlreiche Boards. Wie gut die Unterstützung ist, schwankt aber je nach Modell. Die Hintergründe dieser Problematik sind sehr komplex, wir haben sie in [2] erläutert.

? Sie haben mal von einem Projekt berichtet, dass Windows 10 auf dem Raspi 3 lauffähig macht. Gibt es das inzwischen auch für den Raspi 4?

! Es gibt einige Bestrebungen, Windows 10 auf dem Raspi 4 laufen zu lassen. Am Grundproblem hat der Raspi 4 aber nichts geändert: Windows 10 läuft untraglich langsam auf dem Einplatinencomputer und ist nicht dafür ausgelegt. Nutzen Sie Ihre Zeit für sinnvollere Dinge! Nach mehreren Stunden Arbeit und verschwenderischer Wartezeit haben Sie ein unbenutzbares Windows 10 auf Ihrem Raspi installiert. **Es lohnt sich nicht!**

? Ich habe mir einen neuen Raspberry Pi 4 gekauft, weil der alte Raspi 3 den Geist aufgegeben hat. Nach dem Einlegen

der SD-Karte will der Raspi 4 jedoch nicht booten. Was mache ich falsch?

! Vermutlich ist das Raspberry Pi OS auf Ihrer SD-Karte zu alt und es fehlt die Firmware für den Raspi 4. Falls Sie noch einen anderen Raspi haben, starten Sie diesen mit der SD-Karte und aktualisieren Sie das System auf Raspberry Pi OS Buster. Anschließend sollte der Raspi 4 davon starten können. Haben Sie keinen weiteren Raspi zur Hand, müssen Sie in den sauren Apfel beißen und das System neu installieren und die von Ihnen durchgeführten Änderungen neu einrichten.

Theoretisch könnten Sie auch versuchen, die Firmware von einer neuen SD-Karte auf die alte umzuziehen. Das birgt aber allerhand andere Probleme. Wir haben das nicht getestet und die Entwickler unterstützen den Raspi 4 erst mit Raspberry Pi OS Buster.

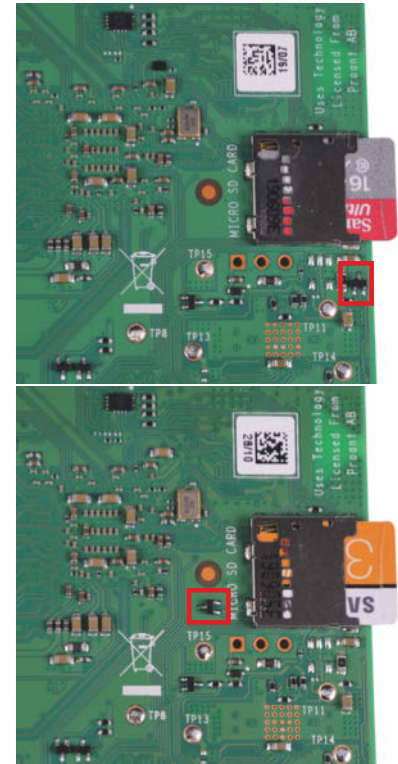
## Der Raspi und Video

? Ich möchte meinen Raspi 4 an meinem TV benutzen, um Streamingdienste wie Amazon Prime oder Netflix zu schauen. Was brauche ich dafür?

! Das Nutzen von Streamingdiensten auf dem Raspi ist nicht ganz einfach. Der beste Weg ist die Nutzung von LibreElec mit einem passenden Kodi-Add-on. Anleitungen dafür finden Sie zahlreich im Internet. Unserer Erfahrung nach ist die Nutzung aber oft hakelig. Manchmal braucht man mehrere Versuche, um ein Video zu starten, manchmal klappt es gar nicht, weil der Dienst seine Schnittstellen geändert hat, und die Suche funktioniert auch nur sehr zäh.

Darüber hinaus kann man die Inhalte über diesen Weg aufgrund von Digital Rights Management (DRM) oft nur in 720p abspielen. Das ist auf einem kleinen Monitor noch okay, aber auf dem 4K-TV unannehmlich.

Falls Streaming von Netflix & Co. die Hauptaufgabe Ihres Raspis werden sollte, lautet unsere Empfehlung daher: Sparen Sie sich das Gefummel und kaufen Sie einen Streaming-Stick. Dort bekommen Sie je nach Modell 4K-Video und HDR und eine schicke, funktionierende Oberfläche. Auf den meisten Sticks lässt sich Kodi dann auch noch zusätzlich installieren.



Ob ein Raspberry Pi 4 bereits mit einer korrekten USB-C-Schaltung daherkommt, ist mit einem Blick auf die Platine in Erfahrung gebracht. Die korrigierten Modelle (unten) haben einen Transistor (hier rot markiert) links neben dem Micro-SD-Kartenschacht.

? Kann ich mit meinem Raspi 4 Videos in 4K-Auflösung oder gar in HDR abspielen?

! Jein. Sie können mit dem Raspi 4 Videos mit HEVC/H.265 in 4K-Auflösung abspielen, aber keine, die mit H.264 komprimiert wurden. Bei letzterem Codec unterstützt er nur Full-HD. Das liegt daran, dass für das Dekodieren zwei unterschiedliche Hardwarebausteine zuständig sind. Videos in HDR sind bislang nicht möglich. Das betrifft auch Videos mit Dolby Vision oder HDR10. (m/s@ct.de)

## Literatur

- [1] Ingo T. Storm, Klüger Kühlen, Sechseinhalb Kühllösungen für den Raspberry Pi 4, c't 26/2019, S. 96
- [2] Thorsten Leemhuis, Für einander gemacht, Warum es mit Upgrades bei Android hakt, erläutert an Linux beim Raspberry Pi, c't 8/2020, S. 120
- [3] Ulrike Kuhlmann und Christof Windeck, Raspi-Anzeigen, Kompakte Touch-Displays ab 33 Euro für Raspberry Pi & Co., c't 23/2018, S. 104

Weiterführende Links: [ct.de/y37s](https://www.ct.de/y37s)

# Raspibibliothek

## Weiterführende Artikel und Projekte zum Raspi

**Ideen und Projekte, die man mit dem Raspi machen kann, gibt es wohl genug für ein ganzes Menschenleben. Ganz so viele haben wir in c't noch nicht vorgestellt, aber genug, um Ihren Spieltrieb fürs Erste zu befriedigen. Das Spektrum reicht vom Mediacyber bis hin zum Universal-Funkempfänger. Hier geben wir Ihnen einige Literaturhinweise auf Projekte aus vergangenen Ausgaben.**

Von Merlin Schumacher

**D**ie im Folgenden gelisteten Projekte stammen allesamt nur aus den vergangenen zwei Jahren. Denn länger zurückliegende bergen das Risiko von Inkompatibilitäten. Zum Beispiel funktionieren Projekte nach einem großen Update von Raspbian respektive Raspberry Pi OS nicht mehr zuverlässig. Daher empfehlen wir auch, dass Sie die Projekte mit den im Artikel verwendeten Raspis und Betriebssystemversionen einrichten und nicht mit den aktuellen.

### Hochauflösende Filme mit Kodi auf dem Raspi 4 gucken

Der Raspi macht seit jeher eine gute Figur als Mediaplayer. Mit dem Raspi 4 kommt sogar 4K-Unterstützung dazu. In diesem Artikel zeigen wir die Einrichtung der Media-Player-Software Kodi auf Basis von LibreElec und was man damit machen kann.

**4K-Unterhalter in Ausbildung, c't 23/2019, S. 24**

### Bash-Experimente mit Raspbian

Wer nur grafische Oberflächen kennt, wird mit der Kommandozeile fremdeln. Kein Wunder, denn die folgt völlig unterschiedlichen Paradigmen. Mit der Kommandozeile kann man aber auch Spaß haben und sich so leichter daran gewöhnen.

**Spaß auf Kommando, c't 5/2018, S. 142**

### Raspi als doppelte Anzeigetafel

Die beiden Bildschirmausgänge des Raspi 4 eignen sich perfekt zur Ansteuerung von Anzeigetafeln für allerhand Informationen. Mit der Digital-Signage-Lösung Pic'tur 2 können Sie wechselnde Bilder auf zwei Bildschirmen zugleich ausspielen.

**Doppelbilder, c't 23/2019, S. 28**

### c't-Raspion: Datenpetzen finden und bändigen

Fernseher, Smartphones oder IoT-Geräte – im eigenen (W)LAN treibt sich allerhand Gerät herum, von dem man nicht weiß, was es so in die Welt bläst, wenn man es nicht benutzt. Mit dem c't-Raspion können Sie herausfinden, was sie in die Ferne senden.

**So schnüffeln Sie zurück!, c't 1/2020, S. 16**

### Der Raspberry Pi 4 als NAS-Basis

Ein NAS auf Basis des Raspi ist ein Klassiker, aber wird mit dem Raspi 4 erst richtig sinnvoll. Die USB-3-Anschlüsse liefern endlich genug Geschwindigkeit, um Backups in endlicher Zeit wegzusichern. Außerdem sind Stromverbrauch und Kosten gering, wenn man ein paar Hinweise beachtet.

**NAS-Pi, c't 12/2020, S. 46**

### Statusinformationen der Fritzbox mit dem Raspi visualisieren

Eine Fritzbox liefert per API mehr Daten ab, als so mancher glaubt. Nicht nur der Online-Status, auch detaillierte Informationen über den DSL-Anschluss oder verbundene Geräte kann man abrufen.

**Fritzchens großer Bruder, c't 10/2019, S. 32**

### Bluetooth-Shell für Raspberry Pi und Raspi Zero W

Ein Raspi im Keller oder hinter dem Schrank erledigt meist unauffällig seinen Dienst. Aber vielleicht ist er irgendwann doch nicht mehr im WLAN erreichbar. Statt jetzt Tastatur und Monitor zur Feh-

lersuche heranzuschleppen können Sie mit einer kleinen Bluetooth-Hintertür Ihren Raspi per PC oder Smartphone einloggen und dem Raspi unter die Arme greifen.

**Hintertürchen, c't 1/2019, S. 186**

### Docker auf dem Raspberry Pi

Für Serverdienste sind Docker-Container schon seit Jahren das Handwerkszeug von Admins. Auf dem Raspi machen sie aber eine genauso gute Figur, denn mit Docker sind Serverdienste wie Nextcloud oder Plex mit einem Befehl hochgefahren und aktualisieren sich fast von allein. Der Artikel zeigt die ersten Schritte.

**Döckerchen, c't 2/2019, S. 148**

### Einfaches Server-Monitoring mit dem Raspberry Pi

Aufgepasst beim Serverbetrieb! Ein scheinbar funktionstüchtiger Serverdienst läuft nach der letzten Konfigurationsänderung vielleicht doch mal Amok. Mit dem Programm Nmon und einem Raspi können Sie den grundlegenden Zustand eines Servers überwachen und auf Performanceprobleme reagieren.

**Kleiner Bruder, c't 7/2019, S. 164**

### Raspi als Funkempfänger-Server

Die meisten DVB-T-Sticks sind mit der Umstellung auf DVB-T2 in der Schublade gelandet. Mit dem Raspi, einem passenden Stick und der Software RTL-SDR wird der Raspi zur flexiblen Abhörstation, denn die Sticks sind in Wahrheit universale Funkempfänger.

**Lauschposten, c't 23/2019, S. 30**

(mls@ct.de) **ct**



**WOW!  
12 DE-DOMAINS  
INKLUSIVE!**

**Aktion verlängert!**

Bestellungen werden noch bis  
31. August 2020 angenommen!

**1blu**

**Kaum zu glauben, aber wahr:  
Homepage 12**

**12 .de-Domains inklusive**

**Kostenlose SSL-Zertifikate**

- > SSL-Zertifikate von Let's Encrypt für alle Domains per Mausklick
- > 80 GB Webspace
- > 4 externe Domains
- > 500 E-Mail-Adressen
- > 80 GB E-Mail-Speicher
- > 100 aktuelle 1-Klick-Applikationen
- > 80 SSD MySQL-5-Datenbanken

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



Komfortable Online-  
Lernplattform



Datenaustausch &  
Videokonferenzen

**2,29**  
€/Monat\*

**Preis gilt dauerhaft!**

\* Preis/Monat inkl. 16% MwSt. Es fällt keine Einrichtungsgebühr an.  
Vertragslaufzeit jeweils 6 Monate, jederzeit kündbar mit einem Monat Frist zum Vertragsende.

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

# Datenleck mit Kultur

## Sicherheitslücke beim niedersächsischen Kulturministerium

**Mit einem banalen Trick konnten Unbefugte sensible Daten beim niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK) abgreifen. Die Ursache hat schon häufig zum Daten-GAU geführt und wäre vermeidbar gewesen.**

**Von Ronald Eikenberg und Jürgen Schmidt**

**G**eht es um Open Data, besteht bei vielen deutschen Behörden noch Nachholbedarf. Das niedersächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK) ist ungewollt vorgeprescht – zahlreiche Anträge auf Fördergelder waren nahezu ungeschützt einsehbar. Und damit auch Namen, Adresse, Ausweiskopien, Bankdaten und vieles mehr. Betroffen war das Portal für „Online-Antragsverfahren“, auf dem Künstler, Vereine und Museen Fördergelder oder Stipendien beantragen

Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur

Angemeldet als: ...@freenet.de

Online-Antragsverfahren im Bereich der Kulturförderung  
Sprengel-Preis für bildende Kunst:  
Reisestipendium Niedersachsen in Europa: Antrag

Ort: Braunschweig

Telefon: 0531-...

E-Mail: ...@freenet.de

Link zur eigenen Homepage: www...

Kontoinhaber: ...

IBAN: DE08-...

Bankinstitut: Volksbank

BIC: ...

Durch ein Datenleck beim niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK) waren Adressen, Kontodaten, Personalausweiskopien und vieles mehr abrufbar.

können. Die Betreiber begingen offenbar einen fatalen Fehler, der nur allzu oft zur Datenkatastrophe führt.

Um die sensiblen Daten der Antragssteller abzurufen, musste man kein begnadeter Hacker sein: Es genügte, einen Account anzulegen und eine ID-Nummer in der URL zu ändern. Der betroffene URL-Parameter trug den eindeutigen Namen „Nutzer-ID“, sein Inhalt war eine dreistellige Zahlenkombination – eine Einladung für Datendiebe. Hat man die vorgegebene Zahl geändert, lieferte der Server die sensiblen Daten eines Antragsstellers frei Haus.

### Fördergelder umleitbar

Ziemlich sicher hätte man dort auch die hinterlegten Daten, also etwa die Bankverbindung ändern können, auf die die Auszahlung erfolgen soll – das haben wir jedoch nicht ausprobiert.

Den Stein ins Rollen brachte unser Leser Falk Rismansanj, der aus Neugier den URL-Parameter veränderte und das erschreckende Resultat kaum glauben konnte. Er informierte daraufhin c't und heise Security.

Nachdem wir das Problem verifiziert hatten, nahmen wir Kontakt mit dem Ministerium auf. Das reagierte prompt und schaltete den Dienst noch am selben Tag ab. Es bemühte sich um Schadensbegrenzung und will das Antragsverfahren jetzt „durch externe Sachverständige überprüfen lassen“, erklärte Heinke Traeger vom MWK gegenüber c't und heise Security. Das hätte eigentlich vor der Inbetriebnahme erfolgen müssen, denn jetzt ist das Kind in den Brunnen gefallen. Die erhobenen Daten sind umfangreich und wertvoll – insbesondere für Cyber-Ganoven, die solche Datenbeute oft noch Jahre nach dem eigentlichen Vorfall für Betrügereien aller Art missbrauchen.

### Vermeidbarer Fehler

Besonders ärgerlich ist, wie leicht es das MWK potenziellen Datendieben gemacht hat, sich an den sensiblen Daten der An-

tragssteller zu bedienen. Durch das bloße Hochzählen von IDs in URL-Parametern sind in den vergangenen Jahren schon etliche Websites „gehackt worden“, wenn man das überhaupt so bezeichnen möchte. Die Manipulation von URL-Parametern gehört zu ersten Dingen, die jemand ausprobiert, der sich für die Sicherheit einer Website interessiert – ganz gleich aus welcher Motivation. Als Betreiber darf man sich daher nie allein darauf verlassen, dass eine ID schon nicht erraten wird. Insbesondere dann nicht, wenn sie nur drei Ziffern lang ist.

Eine mögliche Schutzmaßnahme ist der Einsatz langer, zufälliger IDs, also etwa FOE822D5DB2484112879B9D4983428F4 statt 123. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Datensammler einen solchen Zufallscode errät, ist verschwindend gering. Bei kurzen IDs muss der Server überprüfen, ob der angemeldete Nutzer berechtigt ist, den Antrag 123 abzurufen.

### Telefon statt Internet

Das Ministerium erklärte gegenüber c't und heise Security, dass es den Vorfall gemäß DSGVO an die zuständige Landesdatenschutzbeauftragte gemeldet hat und auch alle betroffenen Antragssteller über den Vorfall informieren will. Nach Erkenntnissen des MWK ist der Fall offenbar glimpflich ausgegangen, es sei eine zweistellige Anzahl Accounts betroffen. Bei Entstehung dieses Artikels war das Online-Antragsverfahren noch nicht wieder online. Wer eine Förderung beantragen möchte, muss bis auf Weiteres zum Telefonhörer greifen. (rei@ct.de) **ct**

**heise Investigativ**

**Viele c't-Investigativ-Recherchen sind nur möglich dank anonymer Informationen von Hinweisgebern.**

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

<https://heise.de/investigativ>



# Viele Router, viele Sicherheitsprobleme

## Angriffswelle auf WLAN-Router

**Die Firmware vieler WLAN-Router ist entweder veraltet oder wird nicht umgehend mit Sicherheitsupdates versorgt. Das ist riskant für Router-Besitzer, weil die Angriffe drastisch zunehmen, während viel mehr Nutzer auf sichere Router im Homeoffice angewiesen sind.**

Von Fabian A. Scherschel

**A**ktuell greifen Kriminelle viel mehr Home-Router an als je zuvor, wie aus einer Studie des Antiviren-Herstellers Trend Micro hervorgeht. Zwischen September und Dezember 2019 hat sich die Zahl fast verzehnfacht, nämlich von 23 auf 249 Millionen unberechtigte Login-Versuche. Allein im März dieses Jahres registrierte das Unternehmen fast 194 Millionen solcher Angriffe. Die Sicherheitsforscher gehen davon aus, dass mit der Verlagerung von Firmendaten in Heimnetzwerke solche Attacken für Kriminelle weit lukrativer werden.

Die aktuelle Angriffswelle führen anscheinend Profis, die Brute-Force-Verfahren skriptgesteuert anwenden, um Zugangsdaten diverser Internet-of-Things-Geräte zu knacken. Home-Router stehen auf Grund ihrer zentralen Lage im Netzwerk der Opfer im Visier der Angreifer: Der Router ist das erste Gerät des Heimnetzes, das aus dem Internet ansprechbar ist. Er eignet sich zudem als Brückenkopf für weitere Angriffe auf IoT-Geräte dahinter. Ziel der Angreifer ist es, die Geräte in ein Botnetz einzuspannen, um damit etwa DDoS-Angriffe auf Firmen-Websites zu führen.

### Firmware oft veraltet

Dass Home-Router immer mehr in den Fokus professioneller Angreifer rücken, könnte daran liegen, dass es um die Sicherheit solcher Geräte anhaltend schlecht bestellt ist. So hat zum Beispiel das Fraun-

hofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie (FKIE) die Firmware von 127 nicht näher genannten Home-Router der Hersteller Asus, AVM, D-Link, Linksys, Netgear, TP-Link und Zyxel auf Sicherheitslücken abgeklopft. Huawei-Router haben die Forscher nicht untersucht, da der Hersteller keine Firmware-Dateien auf seiner Website bereitstellt. Aus gleichem Grund hat Fraunhofer auch die verbreiteten Provider-Router nicht berücksichtigt.

Das Ergebnis dieser Teiluntersuchung ist ernüchternd: Viele Hersteller entwickeln gar keine Sicherheitsupdates für ihre Geräte, sodass Informationen über viele alte Router-Schwachstellen lange im Umlauf sind. Die Fraunhofer-Forscher hatten die Firmware der Router mittels eigener Methoden automatischen Tests unterzogen und so ermittelt, von wann der darin enthaltene Linux-Kernel stammt. Zudem haben die Forscher untersucht, ob gängige Exploit-Schutzmaßnahmen umgesetzt sind und ob Sicherheitsprobleme wie voreingestellte Passwörter vorhanden waren.

Für 22 der 127 getesteten Geräte sind seit zwei Jahren gar keine frischen Firmware-Updates erhältlich. Mehr als ein Drittel der

Gerätefirmware basiert auf Linux-Kernelversionen, die seit mindestens neun Jahren keine Sicherheitsupdates erhalten. Die Firmware eines Linksys-Geräts gründet gar auf einem knapp 18 Jahre alten Linux-Kernel. Das Bild setzt sich bei den Exploit-Abwehrmaßnahmen fort: Auch hier könnten die Hersteller viel mehr tun, um ihre Router sicherer zu machen. Immerhin schnitten die AVM-Router mit Abstand am besten ab, ASUS und Netgear konnten ebenfalls ein paar lobende Worte der Tester verbuchen.

### BSI will mehr Sicherheit

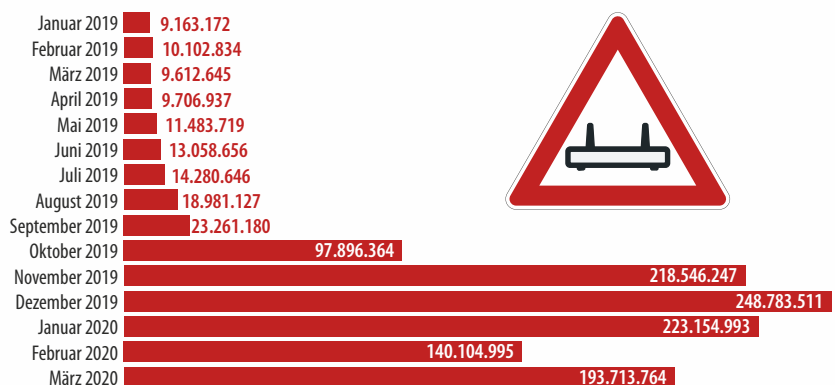
Dass die vielfältigen Sicherheitslücken in Home-Router gestopft werden müssen, hat auch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) erkannt und Anfang Juli eine neue Prüfspezifikation für Router im Endkundenbereich veröffentlicht. Auf dieser Basis sollen Hersteller, Prüfer und „andere Interessierte“ die Sicherheit von Home-Router untersuchen können. Laut BSI will man so Testergebnisse vergleichbar machen, damit das Home-Router-Angebot insgesamt sicherer wird. Anhand der neuen Prüfspezifikation lassen sich Router im Rahmen der vom BSI gegen Ende 2018 veröffentlichten technischen Richtlinie für Home-Router-Sicherheit auch zertifizieren.

Bleibt zu hoffen, dass die Prüfkriterien dazu führen, dass Kunden künftig die Sicherheit von Routern besser vergleichen können und die Sicherheit überhaupt ein wichtiges Kaufkriterium wird. (rei@ct.de) **ct**

**Sicherheitsbericht & BSI-Spezifikationen:** [ct.de/yjmp](https://www.ct.de/yjmp)

## Brute-Force-Angriffe auf Router

Laut Trend Micro nehmen Brute-Force-Angriffe auf Router seit Oktober 2019 erheblich zu. Allein im Mai 2020 hat der Antiviren-Hersteller fast 200 Millionen Attacken dieser Art gezählt.





# Missbrauch programmiert

## Datenbanken für Ermittler sind oft nicht dicht

**Die Drohmails der „NSU 2.0“ an bekannte Persönlichkeiten machen deutlich, wie leicht Innentäter heimlich Zugriff auf IT-Systeme der Polizei und damit verknüpfte Register haben. Außer Hessen sind auch andere Bundesländer betroffen.**

Von Stefan Krempf

Die Affäre um rechtsextreme, mit „NSU 2.0“ oder „SS-Obersturmbannführer“ unterzeichnete Drohschreiben an Personen des öffentlichen Lebens zieht Kreise. Mitte Juli wurde bekannt, dass der anonyme Verfasser oder die dahinterstehende Gruppe nicht nur der Berliner Kabarettistin Idil Baydar, der Frankfurter Rechtsanwältin Seda Basay-Yildiz sowie den linken Politikerinnen Martina Renner, Janine Wissler und Anne Helm einen nahen Tod prophezeit hatten. Auch taz-Kolumnistin Hengameh Yaghoobifarah, „Welt“-Autor Deniz Yücel sowie TV-Moderatorin Maybrit Illner waren auf der Liste.

Laut dem Hessischen Rundfunk hat der Verfasser in jüngsten Fällen angedeutet, „selbst Polizist zu sein“ und schon mehrere rechtsextreme Mails verschickt zu haben. Mehrere einschlägige Schreiben enthielten persönliche Informationen wie nicht öffentliche Adressen oder Verwandtschaftsbeziehungen, die aus hessischen Polizeidatenbanken abgefragt wurden. Im zwei Jahre alten, noch per Fax bewerkstelligten Fall Basay-Yildiz führte die Spur zu einem Polizeirechner im 1. Frankfurter Revier, bei späteren Vorgängen zum 3. und 4. Revier in Wiesbaden. Das dortige Innenministerium schließt ein rechtes Netzwerk in Reihen von Ermittlern nicht mehr aus.

Baydar, die über YouTube als Jilet Ayse in der Figur einer prolligen Kreuzberger Türkin und als Neuköllner Hausfrau Gerda Grischke bekannt wurde, kritisierte die Polizeiarbeit in der ARD. „Mein Leben ist nicht so, wie es vorher mal war“, beklagte die 45-Jährige. Erfahrung habe sie von der Datenabfrage erst aus der Presse: „Von der Polizei habe ich bis heute nichts gehört.“ Das Sorge nicht für Vertrauen.

Zuvor hatte die Kabarettistin erklärt, dass sie wegen Todesdrohungen schon 2019 acht Anzeigen erstattet habe. Alle Ermittlungen dazu seien eingestellt worden. Die Nachrichten hätten sie über das Onlineportal 5vor12 auf ihrem Handy erreicht, über das anonym SMS versendet werden können. „Die Plattform war bereit, die Daten herauszurücken, aber die Polizei hat das offenbar nicht einmal angefragt“, bedauerte Baydar. Die Ordnungshüter hätten sich sogar gewundert, „wie meine Nummer überhaupt öffentlich werden konnte“.

Hessen ist kein Einzelfall. Im Mai leitete die Polizei Brandenburg wegen Verdachts auf unberechtigte Datenabfragen



Die Rechtsanwältin Seda Basay-Yildiz gehörte zu den ersten Empfängerinnen von Drohnachrichten.

Disziplinarverfahren gegen zwei Polizisten ein, die dem Verein Uniter angehörten. Der wird vom Verfassungsschutz beobachtet und steht im Verdacht, Teil des rechts-extremen „Hannibal“-Netzwerks zu sein. Beiden Beamten wurden sämtliche Zugangsberechtigungen für polizeiliche Auskunftssysteme entzogen. Das LKA prüft eine mögliche strafrechtliche Relevanz.

Die brandenburgische Datenschutzbeauftragte Dagmar Hartge hatte zuvor in ihrem Tätigkeitsbericht 2019 konstatiert, dass die Polizei das erforderliche „systematische Rahmensicherheitskonzept“ etwa für das polizeiliche Vorgangsbearbeitungssystem Comvor, das Informations- und Auskunftsverfahren Polas sowie das Einsatzleitsystem Elbos „trotz wiederholter Aufforderung“ über Jahre hinweg nicht komplett vorgelegt habe.

### Spionage im Bekanntenkreis

2018 monierte Hartges Berliner Kollegin Maja Smolczyk, dass der Zugang zum dortigen Landespolizeisystem Poliks immer wieder missbraucht werde, um „Freunde, Familie, Nachbarn oder Dritte und deren Lebensumstände auszuspionieren“. Später rügte sie, dass bei der Millionen Menschen erfassenden Datenbank lange keine regelmäßige Zugriffskontrolle stattgefunden habe, sondern „nur eine Stichprobenartige und aus unserer Sicht nicht ausreichende Überprüfung“.

Der baden-württembergische Datenschutzbeauftragte Stefan Brink verhängte 2019 ein Bußgeld von 1400 Euro gegen einen Polizisten, der dienstlich erlangte personenbezogene Daten eigenmächtig für private und damit nicht gesetzeskonforme Zwecke weiterverarbeitete. Auch der Datenschutzbeauftragte von Mecklenburg-Vorpommern, Heinz Müller, verwies auf einschlägige „unerfreuliche Fälle“. So hätten Strafverfolger etwa ihre Dienststellung ausgenutzt, „um an die Kontaktdaten minderjähriger Mädchen zu gelangen“ und diesen „sexuelle Avancen“ zu machen.

Missbrauch ist programmiert. Im Alltag auf der Wache ist es gang und gäbe, dass ein Beamter sein Kennwort in einen Rechner eingibt und in den damit verknüpften Systemen arbeitet. Anwender können so – je nach Berechtigung – etwa auch das nationale Polizeisystem Inpol, Melderegister, das Schengener Informationssystem, das Ausländerzentralregister oder in Hessen ein Big-Data-Warehouse der umstrittenen US-Firma Palantir abfragen.

Bild: Boris Roessler/dpa

## Sesam, öffne dich

Für Berliner Polizisten dient ein Login in ihren „multifunktionalen Arbeitsplatz“ (MAP) laut dem Senat als „Sesam, öffne dich“ für bis zu 130 lokale, bundesweite, europäische und weltweite Datenbanken.

Wer auf der Dienststelle auf die Toilette oder unerwartet zu einem Einsatz muss, loggt sich oft nicht aus. Kollegen können so eine Sitzung kapern, ohne ihr eigenes Passwort zu verwenden. Bei protokollierten verdächtigen Abfragen wird der Kontoinhaber allenfalls als Zeuge gehört. Teils werden auch Dienststellenkennungen vergeben, die für alle auf einem Revier als Universalschlüssel fungieren. Bei Einträgen zu Ordnungskontrollen oder Aufzeichnungen wegen mündlicher Verwarnungen wird zudem meist ungenau oder gar nicht protokolliert.

Kritische Fahnder sind damit unzufrieden. Zurzeit verfügten rund 17.000 Mitarbeiter der Berliner Ordnungshüter über eine Berechtigung für Datenabfragen in Poliks, konstatierte Jörn Badendick von der



Bild: Stefan Krempel

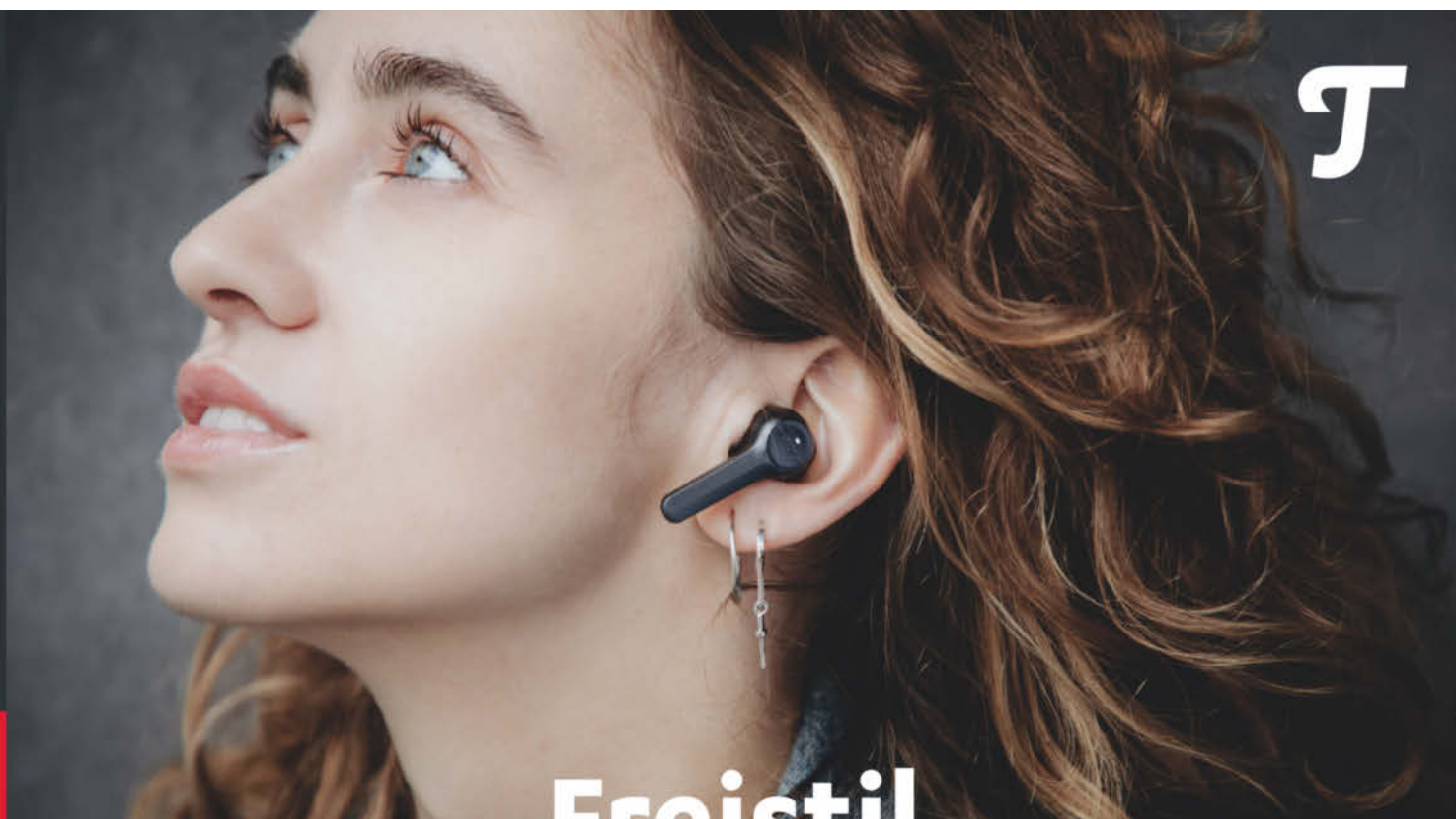
**Die Kabarettistin Idil Baydar wurde ebenfalls bedroht. Auffällig: Die Drohschreiben richteten sich fast ausschließlich an Frauen.**

Vertretung „Unabhängige in der Polizei“ jüngst bei einer Anhörung im Abgeordnetenhaus. Verstöße gegen die Regeln seien vielfach bezeugt, auch Kollegen hätten im Rahmen von Mobbing solche Vorfälle angezeigt. Die Staatsanwaltschaft habe sich aber geweigert, überhaupt zu ermitteln.

Auf massiven öffentlichen Druck hin hat der hessische Innenminister Peter

Beuth (CDU) zusammen mit dem neuen Landespolizeichef Roland Ullmann Mitte Juli ein Maßnahmenpaket vorgestellt, um die Systeme abzudichten: Zugangsberechtigungen werden demnach alle drei Wochen zurückgesetzt, Datenschutz soll in jeder Dienststelle Chefsache werden. Jeder Abfrageverstoß „wird disziplinarisch und strafrechtlich verfolgt“. Die automatische Stichprobenkontrolle zu Datenabfragen werde engmaschiger, die Passwortsicherheit erhöht.

Schon bei Abruf der Eingabemaske soll das Benutzerpasswort fällig sein. Drittfragen werden umfangreich dokumentiert, Vorgesetzte sollen täglich stichprobenartige Kontrollen durchführen. Mittelfristig ist eine Zwei-Faktor-Authentifizierung biometrisch per Fingerabdruck oder „Token“ auf dem Smartphone vorgesehen. Zudem soll eine Liste mit Personen des öffentlichen Lebens hinterlegt werden. Wer deren Daten bekommen will, braucht das Placet eines höheren Dienstgrads. (jo@ct.de) **ct**



# Freistil

Der neue AIRY TRUE WIRELESS

Gute Musik verdient guten Sound – und das zu jeder Gelegenheit. Der AIRY TRUE WIRELESS begleitet dich mit legendärem Teufel Sound den ganzen Tag lang. Denn samt dazugehörigen Ladebox schafft er eine Laufzeit von mehr als 25 Stunden. Auf welchen Musikstil fährst du ab? [teufel.de/airy-true-wireless](https://teufel.de/airy-true-wireless)

**Teufel**

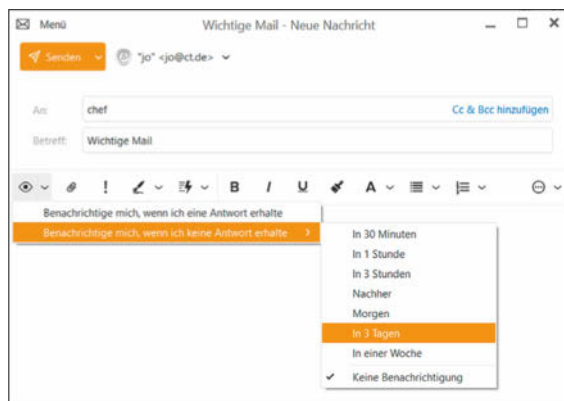
## eM Client runderneuert

Das **E-Mail-Programm** eM Client des gleichnamigen Herstellers ist in Version 8 erschienen. Viel Feintuning hat die Bedienoberfläche erhalten. So lassen sich nun zwei Fenster nebeneinander nutzen, also zum Beispiel Mail- und Kalenderansicht. Häufig genutzte Ordner kann man als Favoriten oben in der Ordnerliste platzieren, wo man schnell darauf zugreifen kann. Mit den neuen Gesten lassen sich Mails per Touch-Bedienung direkt aus der Nachrichtenliste heraus zum Beispiel löschen oder in einen Ordner verschieben.

Das Programm kann jetzt Nachrichten direkt auf IMAP- und Exchange-Servern suchen. Mit Serverregeln für Exchange- und IceWarp-Server lassen sich Mails einheitlich für alle Instanzen von eM

Client bearbeiten, wenn man das Programm auf mehreren Rechnern verwendet. Statt große Dateien als Anhänge zu versenden, kann der Anwender diese in einen Cloud-Speicher auslagern.

eM Client enthält schon seit Längerem viele weitere nützliche Funktionen, zum Beispiel PGP-Verschlüsselung, Vorlagen und eine Textbaustein-Funktion. Mails aus Fremdsprachen übersetzt das Programm auf Wunsch. Außerdem sind ein Kalender, ein Aufgabenmanager und ein Notizbuch eingebaut. Mit der abgespeckten Gratis-Version für Privatanwender darf man maximal zwei Mail-Konten verwalten. Die Vollversion des für Windows und macOS erhältlichen Programms kostet 49,95 Euro. (jo@ct.de)



Mit der Nachverfolgungsfunktion von eM Client kann sich der Nutzer daran erinnern lassen, dass eine wichtige Antwort noch nicht eingegangen ist.

## Microsoft Teams privat

Microsofts **Kommunikationssoftware** Teams bietet nun auch Funktionen für den Privatgebrauch. Dabei ist die private Version der App ähnlich aufgebaut wie ihr Pendant für die Arbeit. Damit sollen zum Beispiel Familien ihren Alltag organisieren. Aus einem Gruppenchat heraus können Familienmitglieder zum Beispiel Videochats starten, Aufgaben aus einem gemeinsamen Aufgabenstamm verteilen, Kalender verwalten, GIFs versenden und Dokumente in der Cloud speichern.

Auf Mobilgeräten kann die Teams-App den Standort freigeben, sodass Gruppenmitglieder immer sehen können, wo sich jemand aufhält. In einer Tresor-Funktion lassen sich Passwörter und andere wichtige Informationen und Dokumente speichern. Um Teams privat zu nutzen, bedarf es eines Microsoft-Kontos. Wer bereits beruflich die Teams-App für Android oder iOS einsetzt, kann das private Konto hinzufügen und innerhalb der App zwischen Konten wechseln.

Ganz generell arbeitet Microsoft am Ausbau von Teams. Das Unternehmen hat angekündigt, dass Microsoft-Partner und Entwickler zukünftig Teams-Besprechungen mit Drittanbieter-Apps und -Diensten erweitern können sollen. (jo@ct.de)

## Sonderheft „c't Daten schützen“ erschienen

Im neuen c't-Sonderheft erfahren Sie, wie US-Konzerne, allen voran Google, Ihre Daten absaugen und wie Sie dem begegnen. Checklisten helfen Ihnen dabei, den Schutz Ihrer **Privatsphäre** deutlich zu verbessern. Ein weiterer Schwerpunkt des Sonderhefts zeigt Ihnen, wie Sie Daten-Altlasten entsorgen, die sich über die Jahre vor allem in sozialen Netzwerken angesammelt haben. Außerdem erfahren Sie, wie Gesichtserkennung funktioniert und wie Sie sich dagegen wehren. Wenn Sie nun noch Ihre Daten und Kommunikation verschlüsseln, entziehen Sie sich der Beobachtung bereits wirksam. c't hilft Ihnen auch hierbei.

Die Printausgabe können Sie für 12,90 Euro im heise shop oder im Zeitschriftenhandel erwerben. Als digitale Ausgabe im PDF-Format erhalten Sie das Sonderheft

für 9,99 Euro im heise shop oder direkt in unseren Android- und iOS-Apps. Das Set aus Printausgabe und PDF erhalten Sie für 17,90 Euro portofrei im heise shop.

Unser Projekt c't-Raspion hilft Ihnen, Schnüffler zu enttarnen. Mit der kleinen Hardware-Box analysieren Sie Netzwerkverkehr und entdecken ungewollten Abfluss von privaten Daten, beispielsweise von smarten TV-Geräten oder billigen IP-Kameras. Als Käufer des Sonderhefts erhalten Sie ein Hardware-Set für den c't-Raspion in unserem Shop zum reduzierten Preis von 125 statt 157 Euro. Das Bundle aus Printausgabe und c't-Raspion Komplettpaket senden wir Ihnen portofrei für 137,90 Euro zu. (hob@ct.de)

**Bestellmöglichkeiten:** [ct.de/y2w5](http://ct.de/y2w5)







## B1 Consulting Managed Service & Support

individuell – umfassend – kundenorientiert

Neue oder bestehende Systemlandschaften stellen hohe Anforderungen an Ihr IT-Personal. Mit einem individuellen Support- und Betriebsvertrag von B1 Systems ergänzen Sie Ihr Team um die Erfahrung und das Wissen unserer über 130 festangestellten Linux- und Open-Source-Experten.

Unsere Kernthemen:

**Linux Server & Desktop · Private Cloud (OpenStack & Ceph) · Public Cloud (AWS, Azure, OTC & GCP) · Container (Docker, Kubernetes, Red Hat OpenShift, Rancher & SUSE CaaSP) · Monitoring (Icinga, Nagios & ELK) · Patch Management · Automatisierung (Ansible, Salt, Puppet & Chef) · Videokonferenzen**

Unser in Deutschland ansässiges Support- und Betriebsteam ist immer für Sie da – mit qualifizierten Reaktionszeiten ab 10 Minuten und Supportzeiten von 8x5 bis 24x7!

**Zwei Tage Linux-/Open-Source-Consulting zum Preis von einem!**  
Mail an [info@b1-systems.de](mailto:info@b1-systems.de) und Aktionscode **CT2020** angeben\*!

\*Aktionscode einmal pro Unternehmen einlösbar



**B1 Systems GmbH - Ihr Linux-Partner**

Linux/Open Source Consulting, Training, Managed Service & Support

ROCKOLDING · KÖLN · BERLIN · DRESDEN

[www.b1-systems.de](http://www.b1-systems.de) · [info@b1-systems.de](mailto:info@b1-systems.de)

# „Weniger Auswahl, weniger Wettbewerb“

## Huawei-Manager David Wang über den Streit mit den USA und Smartphones ohne Google

**Ein Huawei-Bann würde das 5G-Netz nicht sicherer, sondern unsicherer machen, argumentiert der Deutschland-Vize des chinesischen Konzerns im c't-Interview.**

**Von Jürgen Rink und Christian Wölbart**

**c't:** Herr Wang, nach einem Kompletterbot in Australien hat nun auch Großbritannien entschieden, nach 2027 keine Huawei-Technik in seinen 5G-Netzen zu erlauben. Verlieren Sie den Kampf um das Vertrauen Ihrer Kunden?

**David Wang:** Die Diskussion um Netzwerksicherheit wurde von bestimmten Politikern vergiftet, die eigene Ziele verfolgen, mit einer Mentalität, die an den Kalten Krieg erinnert. Das führt nicht zu mehr Sicherheit. Im Gegenteil. Wenn Länder uns rauswerfen, gibt es dort weniger Auswahl, weniger Wettbewerb. Und weniger Anreiz für die verbleibenden Anbieter, gute und sichere Produkte zu entwickeln.

**Deutschland hat sich noch nicht entschieden. Wie sehen Sie die Diskussion hierzulande?**

Die Bundesregierung will klare Sicherheitskriterien für alle Anbieter festlegen. Das ist der richtige Weg. So sorgt man für fairen Wettbewerb und mehr Sicherheit.

**Die Bundesregierung will nicht nur Kriterien festlegen, sondern voraussichtlich auch eine „Vertrauenswürdigkeitserklärung“ von Anbietern wie Huawei verlangen. Werden Sie die abgeben?**

Ja, das werden wir. Ich möchte daran erinnern, dass wir solche Versprechen schon immer abgegeben haben, und zwar gegenüber unseren Kunden wie der Deutschen Telekom. Unsere Produkte werden von den Kunden auch entsprechend geprüft. Neu ist nur, dass das jetzt auch ein Thema für die Politik ist. Übrigens wäre Spionage bereits jetzt rechtswidrig, auch ohne die geplanten zusätzlichen Regeln.

**Technik kann allerdings auch ohne Wissen des Herstellers missbraucht werden, wie die Enthüllungen von Edward Snowden gezeigt haben.**

Wir haben eine absolut weiße Weste in den 170 Ländern, in denen unsere Produkte eingesetzt werden. Heißt das, dass die Produkte zu einhundert Prozent sicher sind? Das kann niemand wissen. Auch ein kugelsicheres Auto bietet keine perfekte Sicherheit. Aber wir unternehmen alles, was in unserer Macht steht.

**Absolute Sicherheit gibt es nirgends, da sind wir uns einig. Jedoch haben in China die Regierung und die Geheimdienste mehr Macht als in anderen Ländern und könnten Huawei als trojanisches Pferd verwenden.**

Solche Anschuldigungen hören wir seit zehn Jahren aus den USA. Bislang wurde kein einziger Beweis präsentiert. Geht es den USA also wirklich um Sicherheit – oder eher um politische Ziele? Die USA gehen

gegen uns vor, weil wir bei 5G technisch führend sind. Übrigens gibt das chinesische Recht dem Staat keine extraterritorialen Befugnisse. Die Geheimdienste der „Five Eyes“-Staaten um die USA und Großbritannien hingegen konzentrieren sich auf Auslandsspionage. Wer ist also die wahre Bedrohung für die weltweite Informationssicherheit?

**Zurück zu Deutschland: In Berlin kurst die Aussage, der 5G-Netzausbau würde ohne Huawei-Technik zwei Jahre**

**länger dauern, weil Huawei billiger ist als die Konkurrenz. Würden Sie das unterschreiben?**

Unsere Produkte sind nicht billig in der Anschaffung. Sie sind kompakter, leichter zu installieren und benötigen weniger Strom. Deswegen haben

wir einen hohen Marktanteil. Wenn Netzbetreiber plötzlich auf uns verzichten sollen, kostet das Zeit. Das ist ungefähr so, wie wenn man bei Tempo 150 die Reifen wechseln muss. Ob das mit den zwei Jahren Verzögerung stimmt, können aber nur die Netzbetreiber sagen.

**Deutschland gilt schon länger als Entwicklungsland, was die digitale Infrastruktur angeht. Wie könnten wir aus Ihrer Sicht aufholen, auch im Vergleich zu China?**

Der Begriff Entwicklungsland ist fehl am Platz. Deutschland hat eines der besten Kupfernetze der Welt. Es ist absolut sinn-



voll, diese teure Infrastruktur optimal auszureizen. Glasfaser ist natürlich besser, aber das kann man nicht über Nacht ausbauen. Das ist eine langfristige Aufgabe. Gut ist, dass die Bundesregierung dafür ein Budget bereitstellt. In ländlichen Gegenden ist der Ausbau oft wirtschaftlich mittelfristig nicht rentabel, das muss man als gesellschaftliche Aufgabe sehen. Auch die chinesische Regierung hat den Netzbetreibern Anreize für den Ausbau auf dem Land gegeben.

**Wir möchten mit Ihnen auch über Ihr Smartphone-Geschäft sprechen. Wie hat sich der von den USA erzwungene Verzicht auf die Google-Dienste auf den Verkauf von Huawei-Smartphones in Deutschland ausgewirkt?**

Ich kann keine konkreten Zahlen nennen, aber die Auswirkungen waren ziemlich groß. Die Verbraucher sind die Google-Dienste gewohnt, nicht jeder möchte bislang darauf verzichten. Trotzdem ist die Resonanz des Marktes auf unsere neuen Smartphones viel besser, als wir erwartet hatten. Wir dachten, alle würden uns den Rücken zukehren. Aber es gibt eine Gruppe von Kunden, die sehr loyal zu Huawei und seinen Produkten stehen.

**Wie sehen denn zum Beispiel die Verkaufszahlen Ihres High-End-Modells P40 aus, im Vergleich zum Vorgänger, der noch die Google-Dienste hatte?**

Ich habe keine genauen Zahlen, weil das P40 noch nicht lange auf dem Markt ist. Aber sie liegen auf jeden Fall oberhalb unserer Erwartungen.

David Wang ist seit April 2018 stellvertretender Leiter der deutschen Huawei-Niederlassung. Der Ökonom arbeitet schon seit 1998 für den chinesischen Netzerkäufer und Smartphone-Hersteller. Im Lauf seiner Karriere war er unter anderem für Australien und Neuseeland, für die Vereinigten Arabischen Emirate sowie für die weltweiten Regierungsbeziehungen zuständig.



Bild: Huawei

**Sie installieren nun gezwungenermaßen Ihre eigenen Huawei Mobile Services anstelle der Google-Dienste. Wäre das nicht eine Chance, stärker auf Datenschutz und Open Source zu setzen? Gerade das vermissen viele Kunden bei Google.**

Sicherheit und Datenschutz gehören bereits jetzt zu unseren Vorteilen. Wir lassen unsere Software vom Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik untersuchen. Wir werden das noch stärker ausbauen.

**Huawei hat auch ein Betriebssystem namens Harmony OS angekündigt. Wird das nur eine weitere Android-**

**Variante oder ein System nicht nur für Smartphones?**

Android ist hauptsächlich für Smartphones und Tablets gedacht. Harmony OS wird ein neues System für die vernetzte Zukunft. Da geht es um Smartphones, Wearables, Autos ... Solche Produkte laufen im Moment alle mit unterschiedlichen Betriebssystemen. Wir glauben, dass eine gemeinsame Plattform am besten ist. Genau darum geht es bei Harmony OS. Wenn Sie in Zukunft eine Videokonferenz machen, nutzen Sie Ihren Fernseher als Display, Ihre Uhr als Mikrofon und Ihren Smart Speaker als Lautsprecher, und im Auto können Sie nahtlos weiterreden. Das ist aus unserer Sicht die Zukunft. (jow@ct.de) **ct**

**NEU**

**dongleserver Pro™**

**dongleserver ProMAX™**

■ Made in Germany

## Die nächste Dongleserver-Generation

### Netzwerkweit auf USB-Dongles zugreifen

#### Ihre Vorteile

- Erweitertes Monitoring inkl. Logging (syslog-ng) und Benachrichtigungsfunktion
- USB-Dongle Zugriff mit Passwörtern schützen (frei definierbare Gültigkeitsdauer)
- Zukunftssichere USB 3.0 SuperSpeed Ports
- Ideal für serverbasierte und virtualisierte Umgebungen
- Für alle gängigen Betriebssysteme
- Service<sup>plus</sup> – Garantieverlängerung und Vorab-Austausch
- Kostenlose Updates und weltweiter Support

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



# Brief-Vorschau

## Deutsche Post und 1&1 stellen neuen Service vor

**Morgens schon wissen, was im Laufe des Tages im Briefkasten landen wird – das ist die Idee hinter einem Briefankündigungsdienst für GMX- und Web.de-Kunden, den 1&1 Mail & Media kostenlos anbietet.**

Von Dorothee Wiegand

Der Ankündigungsservice steht künftig rund 34 Millionen Nutzern der 1&1-Töchter GMX und Web.de zur Verfügung, das sind laut 1&1 etwa 50 Prozent aller Internetnutzer in Deutschland. Möglich wird das Angebot durch eine Kooperation mit der Deutschen Post, die die dafür nötigen Fotos der Sendungen bereitstellt. Diese Fotos werden ohnehin beim automatisierten Sortieren der Briefpost im Postzentrum erstellt, erklärt Klaus Ehrnsperger, Leiter des Geschäftsbereichs Produktmanagement Briefkommunikation/E-Post bei der Deutschen Post.

Aktuell befördert die Post etwa 55 Millionen Briefe täglich. In den 82 Brief-

zentren bundesweit werden dabei alle maschinensortierbaren, adressierten Sendungen automatisch fotografiert, um daraus per OCR die Zustelladresse zu extrahieren.

### Sichere Abwicklung

Bevor ein GMX- oder Web.de-Kunde den neuen Service nutzen kann, muss seine Identität als Postkunde samt seiner Postanschrift mit der Identität als E-Mail-Provider-Kunde zusammengeführt werden. Der Service-Nutzer in spe fordert dazu zunächst einen TAN-Brief an und erhält daraufhin auf elektronischem Weg seine aktuell bei der Post gespeicherte Anschrift sowie seine beim Provider hinterlegten E-Mail-Daten. Diese kann der Kunde prüfen, bei Bedarf korrigieren und dann bestätigen. Anschließend erhält er per Briefpost einen 12-stelligen Code, den er unter [gmx.net/brief](http://gmx.net/brief) oder [deutschepost.de/brief](http://deutschepost.de/brief) ankuendigung eintippt, um sich für den Benachrichtigungsservice anzumelden.

Alle beteiligten Rechenzentren stehen in Deutschland und unterliegen damit den deutschen Datenschutzbestimmungen und der DSGVO. Die Datenübertragung zwi-

schen der deutschen Post und GMX erfolgt laut Anbieter durchgehend TLS-verschlüsselt. Spezielle Identifikationsprotokolle und weitere Sicherheitsmechanismen würden zum Schutz vor Man-in-the-Middle-Attacken eingesetzt, so Ehrnsperger. Nutzer können auf Wunsch kostenfrei eine Zwei-Faktor-Authentifizierung aktivieren. Die Bilddateien der fotografierten Sendungen werden nach der Zustellung aus den Systemen der Deutschen Post gelöscht.

### Zukunftspläne

Die Anbieter möchten ihren Service schrittweise weiter ausbauen. So sollen ab 2021 auch digitale Kopien der Briefinhalte per Mail zugestellt werden. Das ist allerdings nur unter der Voraussetzung möglich, dass der Versender der Post diesen Inhalt digital zur Verfügung stellt. Um dabei die gesetzlichen Vorschriften des Post- und Telekommunikationsgeheimnisses („Briefgeheimnis“) einzuhalten, gilt bei der Briefankündigung ebenso wie bei der geplanten digitalen Übermittlung von Sendungsinhalten, dass nur Sendungen von Empfängern verarbeitet werden, die der Deutschen Post den ausdrücklichen Auftrag dazu erteilt haben. 1&1 plant, die Sortier-, Archivierungs- und Antwortfunktionen der Web.de- und GMX-Mail-Clients so zu erweitern, dass die Nutzer damit ab 2021 auch ihre Briefpost organisieren und bearbeiten können. Zusätzlich ist laut Anbieter eine Termin-Erinnerung geplant. (dwi@ct.de) 

Der Briefankündigungsservice verspricht an Empfänger eines klassischen Briefs vorab per Mail ein Foto vom Umschlag der Sendung.

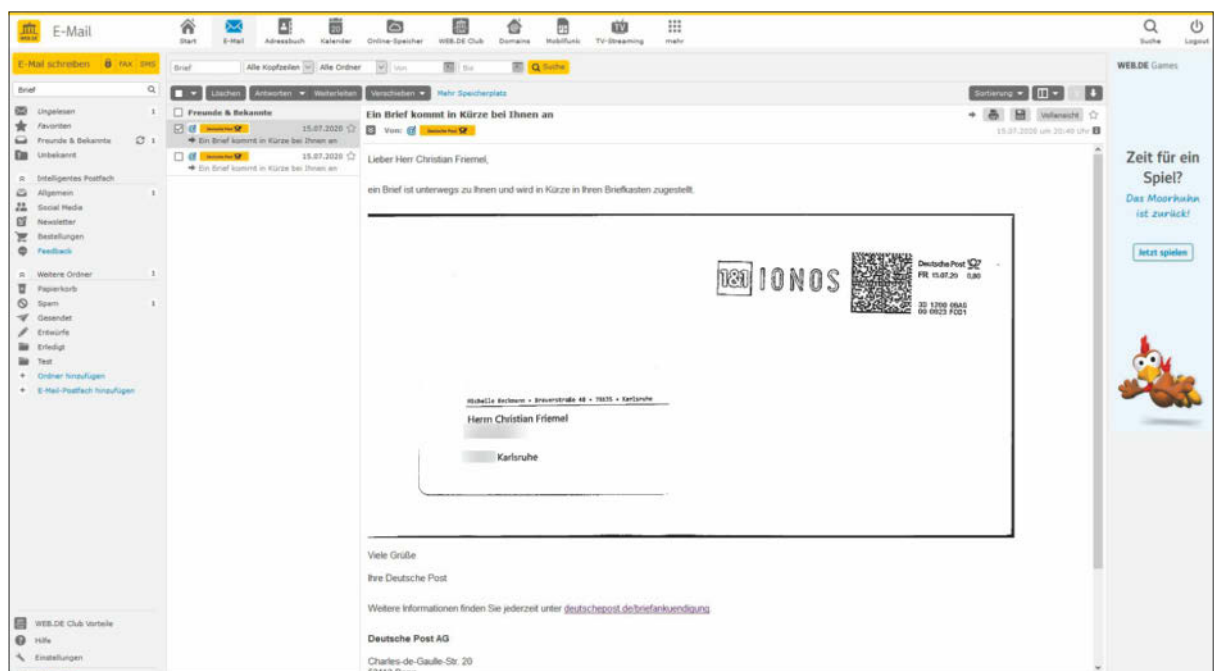


Bild: 1&1 Mail & Media GmbH



Bild: Tceilia Fabiano/LaPresse/AP/dpa

Um die Daten auszulesen, benötigt das Restaurant einen Scanner sowie eine kostenpflichtige Version der App „Herein!“. Der Dienst sei laut Anbieter konform zur DSGVO, da alle Daten lokal auf den Scangeräten verbleiben. Bei Nachfragen vom Gesundheitsamt lassen sich die Daten in eine Excel-Tabelle exportieren, ausdrucken und dem Amt übergeben.

Alternativ lassen sich QR-Codes inzwischen auch mit anderen Diensten wie beispielsweise WhatsApp erzeugen. Selbst das Registrierkassensystem von OktoPOS hat eine solche Kundenregistrierung per QR-Code ins Portfolio aufgenommen.

### Unklare Rechtsgrundlage

Eine andere Variante der digitalen Datenerfassung bietet die App Safelyvisit an. Dabei erstellt der Ladenbesitzer einen QR-Code, den Gäste beim Betreten scannen. Anschließend gelangen sie auf eine Webseite, auf der sie ihre Daten hinterlassen. Der Wirt bekommt die Daten der Gäste erst, wenn er sie wegen einer bekannt gewordenen Infektion anfordert. Der in den USA beheimatete Hersteller 360 Virtual Experts betont, dass er die Daten DSGVO-konform auf deutschen Servern speichert. Nach dem Scheitern des Datenschutzabkommens Privacy Shield mit den USA (siehe S. 16) ist allerdings unklar, ob die Rechtsgrundlage zur Datenspeicherung weiterhin existiert.

Im Gespräch mit c't zeigte sich die niedersächsische Datenschutzbeauftragte Barbara Thiel aufgeschlossen gegenüber technischen Lösungen. Sie stellte allerdings klar, dass die Erfassung auf Papier mit weniger datenschutzrechtlichen Risiken verbunden ist: „Bei Papierlisten ist kein Dienstleister beteiligt, die Daten werden nicht digital gesendet oder gespeichert.“ Eine App zur Erfassung der Kontaktdaten müsse die Anforderungen der DSGVO erfüllen. Dies erfordere umfangreiche technische und organisatorische Maßnahmen, sagte Thiel. Sie verwies auf einen Fall aus der Schweiz, bei dem die Daten aus einer App namens „Foratable“ nahezu frei im Internet abrufbar waren – über die Eingabe einer URL.

Da nicht jeder Gast ein Smartphone hat, müssen Restaurants neben einer App stets Kontaktzettel bereithalten. Die nötige doppelte Datenhaltung, fehlende digitale Schnittstellen der Gesundheitsämter und Unsicherheiten beim Datenschutz setzen der Verbreitung von Apps zur Kontaktsammlung enge Grenzen.

(hag@ct.de) **ct**

# Papier statt QR-Code

## Warum die elektronische Sammlung von Kundendaten in Restaurants zum Chaos führt

**Restaurantbesucher müssen ihre Kontaktdaten auf Zetteln hinterlegen. Findige Entwickler wollen das per App vereinfachen. Doch Gesundheitsämter und Datenschützer warnen vor Problemen.**

Von Eva-Maria Weiß

**K**aum gibt es die Pflicht für Gastronomen, Kontaktdaten ihrer Gäste zu erfassen, schreit es aus dem Entwickler-Wald: There's an App for that! Doch es ist nicht bloß eine App, es sind zahlreiche Versuche, technisch besonders einfache Lösungen zu finden. Doch die Gesundheitsämter sind darauf gar nicht ausgerichtet und die niedersächsische Datenschutzbeauftragte Barbara Thiel sieht mehr Risiken als Vorteile.

Zu den Daten, die Restaurantinhaber, aber auch Massagepraxen und andere Betriebe sammeln müssen, gehören der Name des Gastes, der Zeitpunkt des Betretens und Verlassens der Einrichtung sowie die Telefonnummer oder Adresse.

Gibt ein Infizierter an, in einem Restaurant gewesen zu sein, fordert das Gesundheitsamt die Daten der Gäste an, die zur selben Zeit dort speisten. Weil Gesundheitsämter wie in der Region Hannover oft keinerlei Schnittstellen zum elektronischen Datenaustausch vorsehen, sammeln sie die Informationen in der Regel auf Papier ein. Etwaige Infektionsketten sollen so nachvollzogen und unterbrochen werden.

Die Erhebung ist in Niedersachsen und vielen anderen Bundesländern in einer Verordnung festgelegt und damit verpflichtend. Aus Datenschutzgründen müssen die Wirte alle Informationen nach spätestens vier Wochen vernichten. Gäste dürfen zudem nicht einsehen können, wer die anderen Besucher sind.

### Lokale Datenhaltung

Die meisten Apps, die den Prozess automatisieren, erzeugen QR-Codes. Mal ist es der Wirt, der diese von den Gästen scannt, mal scannt der Gast einen Code und loggt sich auf einer Webseite ein. Die App „Herein!“ ist etwa explizit dazu da, dass Menschen ihre geforderten Kontaktdaten in einen QR-Code umwandeln und beim Restaurantbesuch scannen lassen.

# Update für Updates

## Google erklärt Fortschritte bei Android-Updates

**Die Smartphone-Hersteller liefern Android-Updates nur zögerlich. Laut Google soll das bei Android 10 aber schon deutlich besser funktioniert haben als zuvor, und Android 11 soll weitere Fortschritte bringen, unter anderem „Generic Kernel Images“ des Linux-Kerns. Doch einen Aspekt geht Google weiterhin nicht an.**

Von Jörg Wirtgen

Android 10 lief fünf Monate nach dem Start schon auf 100 Millionen Smartphones und Tablets, was 28 Prozent schneller passiert sei als bei Android 9, wie Google im Developer Blog bekannt gibt. Als Grund dafür sieht Google vor allem Project Treble und das OEM Developer Preview Program. Auch mit Android 11 will Google an der Updatefähigkeit arbeiten, beispielsweise mit den „Generic Kernel Images“ und einem verbesserten Seamless Update.

Mit Project Treble ist eine Aufteilung der Firmware in einen hardwareabhängigen und einen herstellerabhängigen Teil

gemeint. Der Hardware-Teil kann mehrere Updates lang stabil bleiben, und der Hersteller-Teil dürfte auf mehreren Geräten des Herstellers funktionieren. Beides verringert den Aufwand für Updates auf Herstellerseite. Schon die Updates bei Android 9 habe man damit um den Faktor 2,5 beschleunigt, sagt Google. Inzwischen muss jedes mit Google-Diensten ausgelieferte Android-Gerät Treble-fähig sein.

Auf der Basis von Treble bekommen Komponenten-, Geräte- und App-Hersteller nun im Developer Program früher Zugriff auf neue Android-Versionen, und zwar in der Form eines Generic System Image mit einem Android ohne Herstelleranpassungen. Damit können alle Beteiligten ihre Apps, Treiber und Systemkomponenten schneller an neue Android-Versionen anpassen. Das hat laut Google den Updateprozess um den Faktor 1,5 verbessert, wobei Google unscharf bleibt, worauf sich diese 1,5 bezieht.

### Erhöhte Sicherheit

Eine weitere Maßnahme beschleunigt nicht die Updates, aber erhöht die Betriebssicherheit von Geräten ohne Updates. Im Project Mainline gliedert Google

immer mehr Komponenten von Android in Bibliotheken aus. Die stecken dann nicht mehr fest in der Firmware, sondern bekommen Updates über den Google Play Store, ohne dass der Gerätehersteller tätig werden muss.

Auch weitere Dienste für Apps sind derart ausgelagert. Google erwähnt Dienste zur Authentifizierung für Push-Nachrichten und das „Exposure Notification API“, das für die Corona-Apps zum Einsatz kommt.

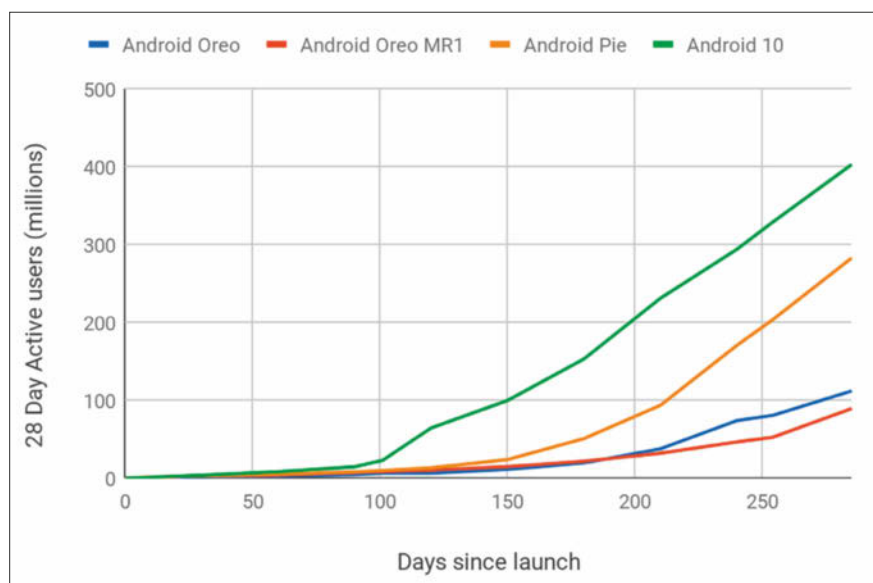
Der Nachteil ist, dass so diejenigen Android-Geräte abgehängt sind, die ohne Google-Dienste laufen. Das sind nicht nur Smartphones mit Custom-ROMs, beispielsweise mit /e/, sondern inzwischen auch die Smartphones und Tablets von Huawei, die aufgrund eines US-Embargos von den Google-Diensten abgeschnitten sind.

### Android 11 macht weiter

Das im Herbst erscheinende Android 11 [1] verstärkt diese Bemühungen: Für 13 Geräte gibt es inzwischen OEM Developer Previews. Neun zusätzliche Dienste hat Google ausgelagert, darunter Tethering, ein Neural Network API, die Debug-Anbindung adb und der oft von Bugs geplagte Media Provider. Insgesamt bekommen nun 21 Android-Komponenten ihre Updates per Play Store.

Neu ist GKI, das „Generic Kernel Image“: Mehr und mehr Android-Code soll in das GKI wandern, das zwischen allen Android-Geräten austauschbar ist. Zum Einsatz soll ein Linux-Kernel mit sechsjährigem Langzeitsupport kommen – wobei die Übernahme der LTS-Kernels in Android auch schon seit ein paar Jahren im Gespräch ist.

Die Seamless Updates will Google in Android 11 verbessern. Diese Technik verringert die Wartezeit aufs Einspielen eines heruntergeladenen Firmware-Updates. Dazu legt der Hersteller zwei Systempartitionen an, sodass der Nutzer die laufende Partition weiter nutzt, während das Update auf die passive Partition installiert wird. So verbleibt als Wartezeit nur deren erster Bootvorgang. Nachteil dieser Seamless Updates ist, dass das Betriebssystem doppelten Platz benötigt. Android 11 soll eine verbesserte Variante namens Virtual A/B bringen, die vermutlich dadurch Platz spart, dass identische Dateien nur einmal auf dem Flash liegen. Details erarbeitet Google gerade mit seinen OEM-Partnern. Zukünftig sollen alle Android-Geräte mit



Android 10 erreicht schneller mehr Nutzer als die bisherigen Android-Versionen.



Virtual A/B als einzigem Update-Mechanismus laufen.

### Was weiter fehlt

Bei den Android-Updates fährt Google zweigleisig: Zum einen soll es den Geräteherstellern so einfach wie möglich gemacht werden, Firmware-Updates zu erstellen (Project Treble, GKI, Developer Previews), und den Nutzern dann, sie auch einzuspielen (Virtual A/B). Zum anderen soll ein Android-Gerät, für das der Hersteller keine Updates liefert, unter weniger Nachteilen leiden und mehr Sicherheitsupdates bekommen (Project Mainline).

Was Google weiterhin offenbar nicht in Betracht zieht, ist eine Updatefähigkeit ganz ohne Mitspielen der Gerätehersteller – so wie es bei Windows und x86-Linux der Fall ist. Die Gründe dafür mögen vielfältig sein: Gerade bei den ARM-Prozessoren der Smartphones ist die Kernelentwicklung komplexer als bei x86 [2]. Aber Google gibt so den Geräteherstellern die

Möglichkeit, ihre eigene Software auf den Geräten unterzubringen und somit ihre Marke zu stärken. Zudem bürdet es die Arbeit, die Treiber auch für die exotischste Hardware aufzutreiben, denjenigen auf, die die Gewinne am Verkauf dieser Hardware eingestrichen haben: den Herstellern. Leidtragender bei Nichterfüllung bleibt allerdings der Nutzer.

Offener und schneller im Umgang mit Updates ist Google weiterhin nur bei eigener Hardware – und will dann auch selbst das Geld vom Nutzer haben. Und bei Android One – wo dann die Markensichtbarkeit des Herstellers geringer ist und für Google immerhin eine größere eigene Sichtbarkeit abspringt. (jow@ct.de) **ct**



Die eigenen Smartphones der Pixel-Reihe versorgt Google gut mit Android-Updates, doch viele Hersteller lassen ihre Kunden im Regen stehen.

### Literatur

- [1] Stefan Porteck, *Schöne Träume*, Google veröffentlicht Beta 1 von Android 11 – neue Funktionen für Pixel-Telefone, c't 14/2020, S. 40
- [2] Thorsten Leemhuis, *Für einander gemacht*, Warum es mit Upgrades bei Android hakt, erläutert an Linux beim Raspberry Pi, c't 8/2020, S. 120

PocketBook



## Der erste E-Reader, der Farbe bekennt

- Beleuchteter 6" E-Ink-Kaleido™ Color-Touchscreen
- Bluetooth zur kabellosen Nutzung der Audiofunktionen
- Kompakt und ultraleicht für ein komfortables Leseerlebnis jederzeit und überall



Neu auf dem Markt: der **PocketBook Color**. Beim Kauf eines Gerätes in unserem Onlineshop erhalten Sie vom **01.08. bis 14.08.2020** einen Rabatt von **15 %**. Bitte nutzen Sie dafür den Gutscheincode **CT2020**. Dieses Angebot gilt, solange der Vorrat reicht.

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

# Späte Buße

## Sammelklage wegen iPhone-Drosselung: Apple hat die Entschädigung zusammengekratzt

**Nachdem Apple bereits 2016 eine undokumentierte Leistungsdrossel zum Schutz von iPhones vor altersschwachen Akkus eingeführt hatte, können Kunden in den USA nun Entschädigungen beantragen. Das gibt Verbraucherschützern in der EU Auftrieb.**

Von Dušan Živadinović

Auch vier Jahre nach der Einführung der heimlichen Drosselung von iPhone-Prozessoren schweigt Apple zu den genauen Gründen. Im Winter 2015/2016 war vielen Nutzern aufgefallen, dass sich ihr iPhone selbst bei gut gefülltem Akku abschaltete und ohne Netzteil nicht mehr startete.

Das Problem trat besonders häufig in kühler Umgebung auf: iPhones, die man etwa bei einem Winterspaziergang mitführte, versagten den Dienst ohne Vorwarnung selbst in der Hosen- oder Jackentasche. In der Folge führte Apple iOS 10.2.1 ein und milderte diese Probleme deutlich, ohne aber wörtlich auf die Maßnahmen einzugehen oder auch nur Probleme bei der Stromversorgung einzugestehen.

So hatten erst Benchmarkvergleiche von Nutzern ans Licht gebracht, wie das Update wirkte: Wenn das Betriebssystem eine ungenügende Stromversorgung diagnostizierte, drosselte es die iPhone-CPU, um den Strombedarf zu senken und so das unvermittelte Abschalten zu verhindern. Manche untersuchten iPhone-6s-Exemplare liefen mit iOS 10.2.1 durchgehend gedrosselt, bis man den Akku erneuerte. Danach schnitten sie in Benchmarks wieder so gut wie gewohnt ab. Dasselbe Verhalten zeigten iPhone-7-Exemplare mit iOS 11.2.

### Heimlichtuerei

Die verheimlichten Änderungen hatten für Apple Folgen: Ende Dezember 2017 warfen Kunden dem Konzern in den USA

in zwei Sammelklagen eine „undokumentierte Drosselung von iPhone-Prozessoren“ vor. Zu den Anschuldigungen zählten Vertragsbruch, Besitzstörung und „täuschende, unmoralische und unethische“ Praktiken. Apple habe Kunden grundlos dazu gebracht, neue und teurere iPhones zu kaufen, obwohl neue Akkus die weitere Verwendung der alten iPhones ermöglicht hätten.

Apple rechtfertigte sich damit, bei bestimmten Modellen mit iOS-Updates eine Funktion eingeführt zu haben, um „plötzliche Leistungsspitzen“ zu glätten und so zu verhindern, dass sich „das Gerät unter diesen Umständen abschaltet“. Der Grund sei, dass Lithium-Ionen-Akkus durch „Kälte, Alterung und bei geringer Ladung“ keine hohen Ströme mehr liefern könnten. Die Rechtfertigung erscheint schwach, denn dieses Problem – das plötzliche unerwartete Abschalten bei hoher Stromlast – wiesen das iPhone 5 und ältere Modelle nicht auf. Andererseits setzt Apple auch in iPhone 8 und jüngeren Modellen durchaus eine solche Drossel ein. Diese ist allerdings dokumentiert und abschaltbar.

Anfang März 2020 hatte der Konzern schließlich einem Vergleich zugestimmt,

in welchem er zwar ausdrücklich keine Schuld einräumte, aber immerhin weitere „beschwerliche und teure Rechtsstreitigkeiten“ vermeiden wollte. Es sollte aber weitere vier Monate dauern, bis Apple die Entschädigungssumme Mitte Juli 2020 bereitstellte: Es sind 310 bis 500 Millionen US-Dollar. Die tatsächliche Summe hängt von der Anzahl der Antragssteller ab, die noch nicht feststeht.

### Kleiner Triumph

Unterm Strich erscheint das Ergebnis nur wie ein kleiner Sieg: Pro Nutzer sollen nicht mehr als 25 US-Dollar tröpfeln (rund 22,50 Euro). Ansprüche können US-amerikanische Bürger sowie Inhaber von Greencards geltend machen, die vor dem 21. Dezember 2017 im Besitz eines iPhone 6, 6 Plus, 6s, 6s Plus oder SE gewesen sind, das mit iOS ab 10.2.1 lief. Gleiches gilt für iPhone 7 und 7 Plus mit iOS ab 11.2 (siehe [ct.de/yupa](http://ct.de/yupa)). Die Antragsfrist endet am 6. Oktober 2020.

Weitere Zahlungsverpflichtungen drohen Apple nun in Europa. Die Verbraucherschützer Deco-Proteste (Portugal), AltroConsumo (Italien), OCU (Spanien) und Test Aankoop (Belgien) verlangen, dass Apple jeden Betroffenen mit 60 Euro entschädigt. Auch die brasilianische Organisation Proteste engagiert sich für eine Entschädigung. In Frankreich musste Apple wegen der Leistungsdrosselung bereits 25 Millionen Euro Strafe zahlen.

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

**Apple Device Performance Litigation:**  
[ct.de/yupa](http://ct.de/yupa)

Hinweise auf marode Akkus und eine optionale Drosselung der CPU hätten Nutzer womöglich als einen nützlichen Service empfunden. Stattdessen verärgerte Apple seine Kunden mit einer automatischen, heimlichen Drosselung.





# Der späte Vogel

## Videostreamingdienst von NBC Universal in den USA gestartet

**Mit „Peacock“ ist seit Mitte Juli ein weiterer Flatrate-Videostreamingdienst in den USA verfügbar. Der Medienkonzern dahinter fährt einiges auf, dennoch werden nicht alle Erwartungen erfüllt.**

Von Nico Jurran

Beim Namen des jüngsten Sprosses in der Familie der Abo-Videodienste muss man ein wenig um die Ecke denken: „Peacock“ bedeutet auf Deutsch „Pfau“ – und der ist im Logo des Betreibers NBC Universal zu finden.

Darüber, ob Nutzer außerhalb der USA diesem Gedankengang folgen können, muss sich der Dienst erst einmal nicht den Kopf zerbrechen: Eine internationale Expansion ist bislang nicht angekündigt. Aktuell bietet der Dienst daher auch vor allem englische Sprachfassungen an, meist mit optionalen Untertiteln. Daneben gibt es eine „Latino“-Sektion mit Titeln in spanischer Sprache.

Das Angebot des Dienstes setzt sich aus zahlreichen Filmen von Universal, Dreamworks und anderen Partnerstudios sowie bekannten NBC-Serien zusammen. Hinzu kommen Talkshows, Nachrichten und Dokus. Neben dem Einzelabruf gibt es etliche Themenkanäle, die Inhalte rund um die Uhr linear streamen. Live-Sport, unter anderem Fußballspiele der britischen Premier League, komplettiert das Angebot.

Wie andere Abo-Dienste bietet auch Peacock sogenannte „Originals“, versteht darunter aber neben Eigenproduktionen ebenso Inhalte, für die der Dienst exklusive Rechte hält – etwa die BBC-Serie „The Capture“. SciFi-Fans dürfen sich über die Serien-Verfilmung von Huxleys „Brave New World“ freuen, Fans der Serie „Psych“ über einen neuen Film und Kinder über eine neue Staffel von „Curious George“. Zum Start gab es neun Originals, wegen Corona dürfte der Nachschub in den kommenden Wochen aber etwas ins Stocken geraten.

Das inhaltlich eingeschränkte Basisangebot ist voll werbefinanziert, Abogebühren fallen hier nicht an. Mit dem „Premium“-Paket für 4,99 US-Dollar im Monat bekommt man vollen Zugriff, muss aber weiterhin Werbung ertragen.

Erst bei der „Premium Plus“-Fassung für monatlich 9,99 US-Dollar entfällt diese.

Auch als Premium-Plus-Kunde bekommt man bei Peacock – im Unterschied zu Apple TV+, Disney+ und Netflix – aber weder 4K-Auflösung mit dynamischem HDR-Bild noch Dolby-Atmos-Ton. Stattdessen sind HD-Auflösung und 5.1-Ton das Höchste der Gefühle.

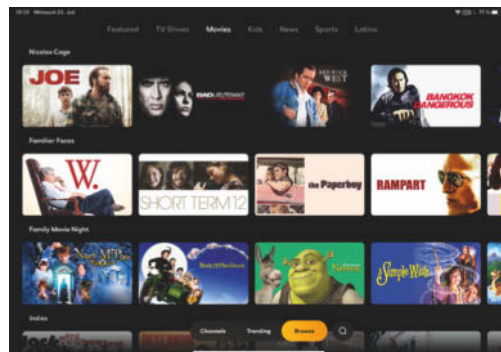
Nicht nur das erinnert an Warners Ende Mai in den USA gestarteten Dienst „HBO Max“ (siehe c't 14/2020, S. 44). Wie dort fehlen Amazons Fire TVs ebenso wie die Player von Roku in der Liste der unterstützten Wiedergabegeräte – obwohl diese Plattformen alleine rund 70 Prozent der in den USA installierten Streaming-Player ausmachen. Android (auch in TVs), Chromecast und Apple-Geräte sind aber an Board.

Schließlich kennt Peacock im Unterschied zu Netflix und Disney+ bislang keine Profile für einzelne Mitglieder des Haushalts. Amazon Video führt diese aber auch gerade erst ein.

### Fazit

Peacock fährt jede Menge Content auf – und dennoch fragt man sich, wozu ein neuer Dienst nötig war. Zumal bei der Darreichung noch Luft nach oben ist. Einige US-Shows und vor allem die Übertragung der Premier League dürften aber auch bei manchem deutschen Nutzer Begehrlichkeiten wecken. Da verwundert es nicht, dass Peacock sich angestrengt, Zugriffe über VPNs zu blockieren – nicht immer mit Erfolg.

(nij@ct.de) ct



Vorbildlich: Peacock bietet nach unserem Kenntnisstand als bislang einziger Dienst eine eigene Kategorie für Filme mit Nicolas Cage.



## SCORPION 10X

### High-Brightness Tablet für Outdoor-Einsätze

- ✓ IP65 Staub- und Wasserschutz
- ✓ Betriebstemp.: -10° ~ 50°C
- ✓ Sturzsicherheit aus bis zu 1,2 Metern Fallhöhe (MIL-STD-810G)
- ✓ Kratzfestes Gorilla-Glas
- ✓ Austauschbarer Akku
- ✓ Windows oder Android



**SUNLIGHT READABLE**  
 10.1 ZOLL DISPLAY  
 bis zu 1000 cd/m² Helligkeit



+49 8142 47284-76  
 scorpion@bressner.de  
 www.scorpion-rugged.de



# LibreOffice 7.0: Verzicht auf „Personal Edition“

**Die kommende Version der freien Bürosoftware verbessert Performance und viele Details.**

Der Zusatz „Personal Edition“ beim Release Candidate von LibreOffice 7.0 sorgte in der Community für Irritationen. Die Document Foundation macht jetzt einen Rückzieher, verzichtet auf das Branding und will den Marketingplan noch mal einer Prüfung unterziehen. Dieser sah bisher vor, zwischen einer Personal- und einer Enterprise-Version der freien Bürosoftware zu unterscheiden. Damit sollten Firmen auf LibreOffice basierende Unternehmenslösungen wie Collabora Online schmackhaft gemacht werden. Die Hoffnung der Stiftung war, dass Firmen eher auf die kostenpflichtigen Produkte setzen und so die nachhaltige Finanzierung der LibreOffice-Entwicklung sichergestellt ist. Die schlecht kommunizierte Änderung führte aber zu lautstarker Kritik in der Community. Die Document Foundation betonte, LibreOffice sei auch in Zukunft frei, kostenlos und ohne Einschränkungen erhältlich. In die Überprüfung der Pläne soll die Community nun stärker einbezogen werden.

Die inhaltlichen Änderungen an LibreOffice 7.0 umfassen vor allem Fehler-

korrekturen und Performance-Verbesserungen. Dafür sorgt bei der Windows-Version der Wechsel von OpenGL zu Vulkan und der Grafikbibliothek Skia. Die macOS-Version erhält ein neues Icon-Theme, das den Gestaltungsrichtlinien von Apple folgt. Überarbeitet wurden die Filter für Microsoft-Office-Dokumentformate docx, xlsx und pptx. Da Adobe Flash eingestellt, fliegt auch der Code für den SWF-Export aus LibreOffice heraus. LibreOffice unterstützt jetzt semitransparente Schrift und führende

Nullen bei Listen und Seitennummerierungen. Die Symbole in der Galerie wurden überarbeitet; weitere Motive sind als Erweiterungen erhältlich. Für Freunde exzentrischer Party-Poster gibt es in Fontwork (vergleichbar mit Wordart) neue Formen und Schrifttypen. Noch experimentell sind ein Werkzeug, das Dokumente auf Barrierefreiheit prüft, sowie der Export in das barrierefreie Format PDF/UA. LibreOffice 7.0 soll turnusgemäß in der ersten August-Woche erscheinen. (ktn@ct.de)



In der Vorabversion war LibreOffice 7.0 als für den persönlichen Gebrauch vorgesehen markiert.

## Fedora 33 setzt auf Btrfs

Die von Red Hat gesponserte Linux-Distribution Fedora will künftig bei den Desktopvarianten **Btrfs als Standard-Dateisystem** verwenden. Das Fedora Engineering Steering Committee (FESCo) nahm einen entsprechenden Vorschlag an. Vorgesehen ist der Umstieg für die kommende Version 33, die im Herbst turnusgemäß erscheint.



Sollten bis dahin Probleme auftauchen, ist eine Verschiebung nicht ausgeschlossen. Btrfs verfügt von sich aus über zahlreiche Funktionen wie RAID, Snapshots, datenträgerübergreifende Partitionen und Subvolumes. Dadurch ist die Nutzung von zusätzlichen Techniken wie LVM (Logical Volume Manager) überflüssig. openSUSE nutzt Btrfs schon länger, um eine Rollback-Funktion für Updates anzubieten.

Red Hat selbst hatte in seinem Enterprise Linux (RHEL) Btrfs 2017 fallengelassen und setzt stattdessen auf XFS in Kombination mit der Storage-Management-Software Stratis. Red-Hat-Entwickler haben die aktuelle Version Stratis 2.1 ebenfalls zur Aufnahme in Fedora 33 vorgeschlagen. Canonical arbeitet wiederum an der Integration von „ZFS on Linux“ in Ubuntu. (ktn@ct.de)

## Ubuntu ohne Paketstatistik

Canonical will künftig auf die Übertragung der **Liste aller installierten Pakete** verzichten. Das Paket popularity-contest soll nicht mehr standardmäßig installiert werden, schrieb Ubuntu-Entwickler Michael Hudson Doyle im Forum der Linux-Distribution. Die Software überträgt bei entsprechender Konfiguration regelmäßig anonym eine Liste der am meisten genutzten Anwendungen an die Ubuntu-Entwickler. Die Funktion soll eigentlich bei der Entscheidung helfen, welche Software in Ubuntu standardmäßig installiert wird und welche Pakete mit dem Installations-Image mitgeliefert werden. Doch laut Hudson war das Paket bereits seit Ubuntu 18.04 LTS defekt und soll jetzt entfernt werden. (ktn@ct.de)

# MainType 10.0 mit dunkler Oberfläche

**Das Fontverwaltungsprogramm MainType kommt in Version 10 wahlweise mit einer dunklen Bedienoberfläche. In der „Sample“-Palette lassen sich diverse Layout-Eigenschaften des OpenType-Formats zusammenklicken.**

Die Oberfläche von MainType ist seit eh und je im klassischen hellen Windows-Look gehalten. Seit Version 10 unterstützt sie hochauflösende Monitore und bringt eine dunkle Oberfläche mit. Die Paletten des Programms lassen sich andocken, verstecken oder frei schwebend positionieren.

In einer Rasteransicht zeigt MainType die Glyphen einzelner Unicode-Blöcke an.

Einzelne Zeichen lassen sich in die Zwischenablage kopieren oder an die Sample-Palette übergeben. Dort kann man verschiedene Layout-Eigenschaften über Checkboxes aktivieren und anhand eines wählbaren Vorschautextes anzeigen lassen, beispielsweise Ligaturen, Kapitälchen oder Color-Fonts.

In der programmeigenen Datenbank kann man nun Notizen zu einzelnen Fonts hinterlegen und außerdem Schriften bewerten sowie mit Schlagwörtern versehen. In einer Vergleichsansicht stellt MainType die Eigenschaften von bis zu fünf Schriftarten tabellarisch gegenüber, beispielsweise Schriftfamilie und -stil, Dateityp, Gewicht, Laufwerte, Kerning und Anzahl der

Glyphen. Die Druckfunktion bringt vordefinierte Layouts für Listings, Glyphentabelle oder Fontinformation mit.

MainType ist im Unterschied zu servergestützten Programmen wie FontExplorer und Suitcase Fusion eine reine Einzelplatzlösung. Ordner auf der lokalen Festplatte oder im Netzwerk lassen sich allerdings mit der MainType-Bibliothek synchronisieren und so im Team nutzen.

Das Windows-Programm MainType gibt es in einer kostenlosen Variante für den Privatgebrauch, die bis zu 2500 Font-Dateien verwaltet. Die Standardversion für 49 Euro verwaltet bis zu 10.000 Schriften; MainType Professional kostet 79 Euro und ist nicht limitiert. (akr@ct.de)

## Fotosuche für Luminar 4.3

Die **KI-gestützte Bildbearbeitung** Luminar von Skylum bearbeitet Porträts oder ersetzt den Himmel in Landschaftsaufnahmen mit Methoden maschinellen Lernens. Sie bringt in Version 4.3 ein Suchwerkzeug mit. Auch Nutzer von Luminar 3 sollen die Funktion mit dem nächsten Update erhalten. Das Tool befindet sich in der Menüleiste des Programms und erlaubt die Suche nach Name, Ordner, Datum oder Dateiformat.

Luminar 4.3 soll Raw-Dateien schneller öffnen als zuvor. Die Werkzeuge von Luminar beanspruchen laut Hersteller nun weniger Arbeitsspeicher und reagieren daher beim Bewegen von Schieberegler

schneller. Bild-Looks soll das Programm jetzt schneller anzeigen können. Fährt man mit der Maus über ein Vorschaubild, überträgt es das Resultat im Hauptfenster direkt auf das aktive Foto.

Der KI-Filter „AI Augmented Sky“ tauscht den Himmel aus und positioniert auf Wunsch ein Space Shuttle im Bild. Das Werkzeug Zuschneiden & Rotieren befindet sich jetzt in der rechten Leiste unter Objektivkorrektur und ist dadurch leichter zugänglich. Fotografen können ihre Bilder nun aus dem Programm heraus auf der Foto-Sharing-

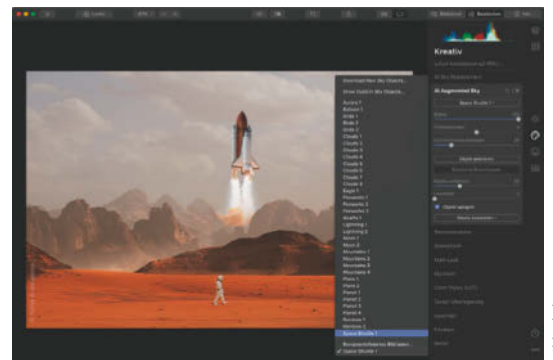


Bild: Skylum

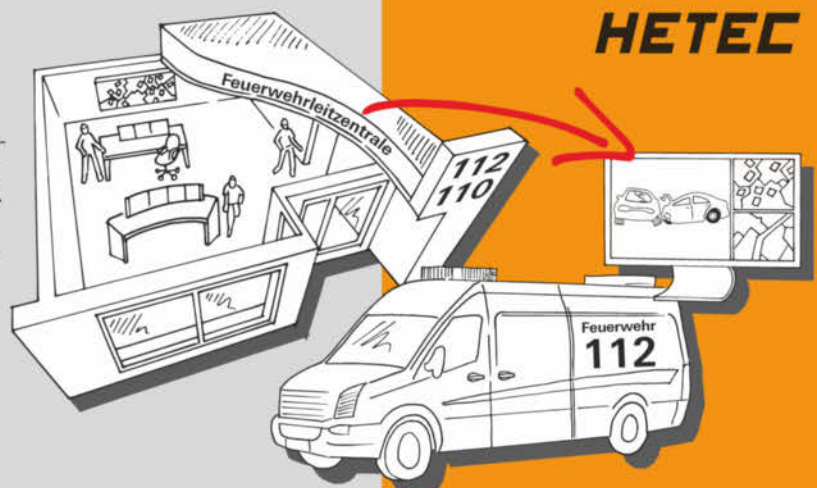
**Skylum Luminar 4.3 ersetzt den Himmel auf Wunsch durch ein startendes Weltraumgefährt.**

Plattform 500px veröffentlichen. Luminar 4 läuft unter Windows sowie macOS und kostet 89 Euro. (akr@ct.de)

## Wir bringen alles zusammen. MultiViewer V-Switch quad XP

**Einsatzszenario:** Die gesammelten Informationen über einen Einsatzfall (z.B. Massenkarambolage auf Autobahn) werden von der integrierten Leitstelle an die Einsatzfahrzeuge per Funk übermittelt. In den alarmierten Fahrzeugen werden die Daten auf Rechner gesammelt und über Multiviewer auf einen Monitor dargestellt.

**Vorteil:** Alle aktuellen Informationen sind für alle sofort verfügbar und werden platzsparend auf einem Monitor übersichtlich präsentiert.



Tel. +49 (0) 89 89 43 67 0  
info@hetec.de – www.hetec.de



# Bit-Rauschen

**Intel sockelt wieder mal um und AMD ist effizienter als ... AMD**

**Bei Intel läuft es immer noch nicht rund, AMD übertrifft sich selbst und Graphcore hat die zweite Generation seiner KI-Chips fertig.**

Von Carsten Spille

**E**ndlose Verzögerungen bei der ambitionierten Chipfertigung mit 10 Nanometer schmalen Strukturen haben Intel ein ums andere Mal Spott und Häme eingebracht – insbesondere, nachdem Konkurrent AMD mit der Chipschmiede TSMC seit mehr als einem Jahr bereits 7-Nanometer-Silizium in großen Mengen liefert. Allein, der Profitabilität von Intel hat das bisher nicht geschadet, ein Rekordquartal nach dem anderen vermeldete der Hersteller.

Doch an der Börse nimmt man die Verzögerungen sehr wohl zur Kenntnis und die Finanzauguren, die einiges aus den Prozessor-Innereien herauslesen wollen, sind inzwischen zu dem Schluss gekommen, dass die Grafikchip-Firma Nvidia vielleicht mehr Potenzial als Intel haben könnte. Zumindest lässt sich das aus der Marktkapitalisierung, also dem Börsenwert der Firmen, herausdeuten. Dort hatte Intel (222 Milliarden Euro) zuletzt arg mit Nvidia (219 Mrd. Euro) um den Titel des (US-)Chip-Konzerns mit dem höchsten Börsenwert zu kämpfen und ist zeitweise sogar ins Hintertreffen geraten.

Deutlich über beiden thront jedoch die taiwanische Schmiede TSMC mit um-

gerechnet circa 306 Mrd. Euro Börsenwert und natürlich auch das fantastillionenschwere Apple (real ca. 1,48 Billionen Euro), deren selbstentwickelte Chips trotz kommender Umstellung der Macs auf die ARM-Architektur nur einen Bruchteil des Geschäfts ausmachen.

## AMD übertrifft sich selbst

Vor sechs Jahren steckte sich AMD das Ziel, bis 2020 die damals miserable Energieeffizienz seiner Notebook-Prozessoren um Faktor 25 zu steigern und nannte das 25x20-Initiative (gesprochen 25-by-20). Mit der Veröffentlichung des Ryzen 7 4800H habe man dieses Ziel deutlich (um mehr als ein Viertel) übertroffen, feierte sich AMD nun selbst.

Immerhin, der 4800H erreicht im zugrunde gelegten 50:50-Mix aus Cinebench R15 und 3DMark 11 Performance bei gleichem Leistungsbudget von 35 Watt die fünffache Leistung des AMD FX-7600P aus dem Jahr 2014, der als Basis für die Messung dient. Um die Energieeffizienz zu bestimmen, verrechnet AMD sehr kreativ die Performance unter getrennter CPU- und Grafiklast mit dem typischen Jahresstromverbrauch nach Maßgabe des Energy-Star-Konsortiums. Der wird allerdings anteilig im ausgeschalteten, Schlaf-, Short-Idle- sowie Long-Idle-Modus, aber nicht unter Last gemessen und beträgt beim 4800H nur noch ein Sechstel (16 Prozent) der Messbasis. Immerhin.

Nach dem Gemunkel im Bit-Rauschen der Ausgabe 12/2020 bestätigte Intel nun wohl eher unabsichtlich, dass für

die kommenden Alder-Lake-S-Prozessoren wieder einmal eine neue Fassung fällig wird. Jedenfalls war ein Entwickler-Dokument für das nötige „Gen5 VR Test Tool“ eindeutig mit LGA1700 und ADL-S – Alder Lake S also – beschriftet. Der Rocket-Lake-Nachfolger soll demnach nominell 500 Extra-Kontakte im Vergleich zur aktuellen LGA1200-Plattform haben, die für Comet Lake und wohl auch noch für Rocket Lake genügt. Für den (vielleicht) ersten mit 10-Nanometer-Strukturen massengefertigten Intel-Desktop-Prozessor steht dann auch USB 4 und eventuell auch schon schneller DDR5-RAM auf dem Plan, dessen Spezifikation jüngst von der JEDEC verabschiedet wurde.

## Graphcore KI-Chip

Kaum auf dem Markt, wird Nvidias Ampere A100-Allzweckbeschleuniger bereits von spezialisierten KI-Chips ins Visier genommen. Die britische Firma Graphcore, unter der Technik-Ägide des Icera- und STMicro-Urgesteins Simon Knowles, entwickelt bereits die zweite Generation seiner Colossus-Chips. Der Mk2 GC200 ist mit 59 Milliarden Transistoren auf 823 Quadratmillimetern Fläche etwas komplexer, aber etwas kleiner als Nvidias A100 (54 Mrd., 826 mm<sup>2</sup>) – kein Wunder bei 900 MByte extradihtem SRAM als lokalem Zwischenspeicher. Und er ist rein auf KI-Anwendungen ausgelegt.

Graphcore will mit den 1472 „Intelligent Processing Unit“-Kernen (im Grunde massiv-parallele FP32-FMACs) 62,5 TFlops FP32- und 250 Tops INT8-Performance erreichen und damit achtmal so schnell sein wie die Chips der ersten Generation. Vier der IPU's kommen als MC2000 – gebaut von Dell EMC – auf ein 1HE-Rackeinschub und das gesamte System soll bis zu 64.000 Chips skalieren. Microsoft ist mit der Azure-Cloud einer der namhaften Graphcore-Partner.

## Neues vom Taskmanager

Nach Pong (siehe Bit-Rauschen in c't 16/2020) gab es Neues vom Taskmgr-Hexer Max Holt: Der erste Level des Shooters Doom aus dem Jahre 1993 war in den Auslastungs-Blautönen der 1792 Prozessorkerne (inklusive Hyper-Threading) eines 32-Sockel-Xeon-Systems zu sehen. Als nächstes möchte Holt wohl die Frage „Will it run Crysis?“ beantworten – ob das bei so wenigen „Pixeln“ auch einen hohen Wiedererkennungswert hat? (csp@ct.de) **ct**

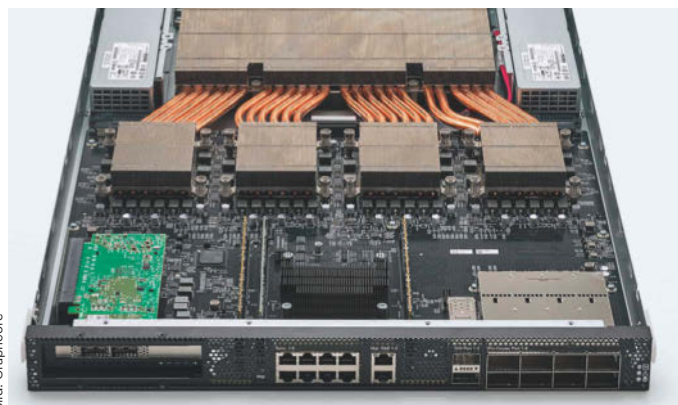


Bild: Graphcore

Mit vier Graphcore Colossus Mk2 GC200 soll das MC2000-Racksystem bereits 1 PetaOps (nicht Flops) KI-Performance, also INT8-Durchsatz, erreichen.



## Kioxia zeigt E3.S-SSD als Prototyp

Die neuen SSD-Formfaktoren E1 und E3 sollen den Platz in Server-Racks möglichst gut ausnutzen. E1-SSDs und -Racks sind bereits verfügbar; nicht aber die **breiteren E3-SSDs**. Kioxia hat nun einen E3.S-Prototypen gezeigt, der die Technik der haus-eigenen PCIe-4.0-SSD CM6 nutzt.



Bild: Kioxia

48 E3-SSDs passen in ein Server-Rack mit 2 HE. Die Kapazität des Maximalausbaus ist noch unbekannt.

E3-SSDs sind 3 Zoll beziehungsweise 7,6 Zentimeter hoch, es gibt sie als E3.S (Short, 10,5 cm lang) und E3.L (Long, 14,2 cm). Der Vorteil der E3-SSDs gegenüber klassischen 2,5-Zoll-Versionen soll in der besseren Kühlung liegen, die eine höhere Leistung erlaubt. Kioxia verspricht dann auch für die E3-Version annähernd 35 Prozent mehr Performance im Vergleich zum 2,5-Zoll-Modell, das mit maximal 6,9 GByte/s und 1,4 Millionen IOPS spezifiziert ist. Der Standard E3 sieht zudem nicht nur die Verwendung von PCIe 5.0 vor, sondern auch bis zu acht PCIe-Lanes; die maximale Geschwindigkeit könnte also noch deutlich steigen.

In ein Rack-Gehäuse mit 7,6 Zentimeter Höhe (2 HE, Höheneinheiten) passen bis zu 48 solcher E3-SSDs. Zu Preisen, maximaler Kapazität und Verfügbarkeit hat sich Kioxia noch nicht geäußert. (ll@ct.de)

## SSD in Wafer-Form

Kioxia hat auf einem Entwicklerforum die Idee ins Spiel gebracht, durch eine radikale Abkehr von der heute üblichen SSD-Produktionsmethode verschiedene Arbeitsschritte und damit wohl auch Geld zu sparen: Statt den Wafer nach der Produktion in viele kleine Teile zu zerschneiden und die Dies in einzelne Gehäuse zu verpacken, könnte der Wafer gleich selbst als SSD dienen.

Diese **Wafer-Level-SSD** müsste natürlich ebenfalls mit diversen Konnektoren versehen werden, um die einzelnen NAND-Dies anzusprechen. Eins der Probleme: Übliche Wafer haben einen Durchmesser von 30 Zentimetern, solche SSDs wären also nur für Servergehäuse geeignet.

Ein Kioxia-NAND-Wafer dürfte rund 700 Dies mit jeweils 512 GBit fassen. Daraus ergibt sich eine Kapazität von rund 45 TByte. Um mit den Wafer-SSDs die gleiche Kapazität zu erreichen wie mit den langen Ruler-SSDs von Intel (512 TByte: 16 TByte pro SSD und 32 SSDs pro Rack), müsste man in einem kurzen 1U-Gehäuse mindestens 10 davon übereinander stapeln; in sehr lange Racks könnten auch drei Stapel passen. Durch die parallele Ansteuerung vieler Dies dürfte die Performance gegenüber Einzel-SSDs steigen, Kioxia sprach von Millionen von IOPS.

Ob aber aus dieser Idee jemals ein fertiges Produkt wird, ist bislang vollkommen unklar. Denn vielleicht ist es doch keine gute Idee, das Runde immer ins Eckige zu tun. (ll@ct.de)

## KI-Beschleuniger Nvidia A100 per Google-Cloud

Google nimmt als erster Cloud-Provider Nvidias neue A100-Beschleuniger in sein Portfolio auf und macht deren Rechenleistung portionierbar **als Cloud-Instanz** verfügbar. Außer der Machine-Learning-Klientenzahlen auch Nutzer aus dem High-Performance-Computing zur Zielgruppe. Anders als in Nvidias DGX-Systemen werden die A100-Chips hier mit Intels Cascade-Lake-Xeon-Prozessoren kombiniert und nicht mit AMDs Epyc-CPU.

Den Einstieg bildet bei Google die A2-Konfiguration „a2-highgpu-1G“ mit einem A100-Beschleuniger, 12 virtuellen CPU-Kernen, 85 GByte RAM, 24 GBit/s schnellem Netzwerk und bis zu 3 TByte lokalem SSD-Speicherplatz. Nach oben hin gibt es in der „a2-megagpu-16G“ 16 per NVLink verbundene Nvidia A100 zusammen mit 96 CPU-Kernen, 1,36 TByte RAM und 100 GBit/s schnellem Netz. Preise nennt Google aktuell noch nicht. (csp@ct.de)

www.webhostone.de



- ✓ Mehrfach ausgezeichnete Service
- ✓ Zertifizierte Sicherheit
- ✓ Servicestandort Deutschland

MANAGED  
DOCKER

Ab 79,00 €\*  


MIT DOCKER IHRE  
APPLIKATIONEN  
SCHNELLER AN DEN  
START BRINGEN:

EINSATZBEREIT  
VORBEREITET UND  
FLEXIBEL EINSETZBAR

Neugierig?  
QR-Code  
Scannen und  
die Einrichtungs-  
gebühr  
für unsere  
Managed Server  
bis zum  
31.12.2020  
sparen!  
Aktionscode:  
CTAktion20



Alles aus der Welt  
des Hostings  
Alles für Ihren  
Webauftritt!

Unsere Server-Administratoren haben  
jahrelange Erfahrung im Linux- und  
Windowsbereich.  
Wir passen unseren Service auf Ihre  
persönlichen Bedürfnisse an.

WINDOWS  
BUSINESS  
SERVER  
Preis auf Anfrage

IHRE PERSÖNLICHE  
HOCHSICHERE  
PRIVATE-CLOUD.

MANAGED  
LINUX  
SERVER  
Ab 79,00 €\*  


KRAFTVOLLE SERVER  
FÜR ANSPRUCHSVOLLE  
PROJEKTE.

\*Preis pro Monat, inkl. der gesetzlichen MwSt., zzgl. Einrichtung

## c't wirkt: RAM-Verschlüsselung für Lenovo-PCs

Eine Spezialfunktion der Pro-Versionen der AMD-Ryzen-Prozessoren ist die transparente Vollverschlüsselung des Arbeitsspeichers: **Transparent Secure Memory Encryption (TSME)**. AMD nennt TSME auch Memory Guard. Lenovo nutzte diese Funktion beim hauseigenen Ryzen-Pro-Rechner ThinkCentre M75s-1 mit Ryzen 5 Pro 3400G oder Ryzen 3 Pro 3200G bisher jedoch nicht, wie uns ein c't-Leser mitteilte. Nach Rücksprache mit Lenovo hat die Firma nun nachgebessert: Das BIOS-Update M2CKT36A (siehe [ct.de/yxf2](https://ct.de/yxf2)) rüstet eine TSME-Option nach.

Eine Möglichkeit zur sicheren Prüfung, ob TSME aktiv ist, kennen wir derzeit aber nicht und auch AMD konnte uns dazu keine Hinweise geben. Bei den HP-Rechnern EliteDesk 705 G5 mit AMD Ryzen Pro ist TSME nach Firmenangaben

stets aktiv und nicht abschaltbar. TSME schützt den PC nur vor einer sehr speziellen Attacke, dem sogenannten Kaltstartangriff (Cold Boot Attack). Der Angreifer oder Computerforensiker benötigt dabei physischen Zugriff auf den laufenden PC, in dessen RAM er wichtige Informationen wie Passwörter oder Schlüssel etwa für die BitLocker-Verschlüsselung der Festplatte vermutet. Um den RAM-Inhalt zu extrahieren, führt man einen harten Reset aus und bootet ein speziell präpariertes Betriebssystem. Oder man kühlt das Speichermodul, entnimmt es und setzt es in einen anderen PC ein, um es dort auszulesen. Eine andere Methode, um RAM-Daten auszulesen, ist das „Belauschen“ des Speicherbus mit einem 64-kanaligen Logikanalysator für Multi-Gigahertz-Signale. (ciw@ct.de)

## Office-Benchmark Sysmark 25

Das Industriekonsortium BAPCo hat die 25. Ausgabe der **Benchmark-Suite** Sysmark veröffentlicht – die bisherige Jahreszahl im Namen ist dabei der Versionsnummer 25 gewichen. Die Software ermittelt die Performance von (Büro-)Rechnern bei typischen Alltagsanwendungen wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und Websurfen, aber auch bei Videoschnitt und Bildbearbeitung. Dazu verwendet sie im Unterschied zu vielen anderen Benchmarks reale Anwendungen wie Microsoft Office 2019, Adobe Photoshop, WinZip 24 und Google Chrome 81. Sysmark 25 soll Installation und Durchlauf schneller als bisher absolvieren. Das kostenpflichtige Programm (ab 1000 US-Dollar) erfordert eine CPU von 2015 oder neuer, 8 GByte RAM sowie 25 GByte Festplattenplatz. (chh@ct.de)

## Ryzen 4000G: Allround-CPU's mit bis zu 8 Kernen für Komplett-PCs

**Die Kombiprozessoren mit moderner Zen-2-Architektur und Vega-Grafik eignen sich gleichermaßen für Allround- und Office-Rechner. Allerdings beliefert AMD damit vorerst nur große PC-Hersteller.**

Für Notebooks sind die Ryzen-4000U/H-CPU's mit bis zu acht Zen-2-Kernen und integrierter Grafik schon seit einigen Monaten im Handel. Nun folgen für stationäre Rechner die AM4-Varianten der Serie Ryzen 4000G. Für Consumer-Rechner gibt es insgesamt sechs in 7-Nanometer-Technik gefertigte Prozessoren, wobei AMD den Quad-, Hexa- und Octa-Core jeweils in einer 35- und 65-Watt-Variante anbietet.

Das Spitzenmodell Ryzen 7 4700G tritt mit dem Vollausbau des monolithischen Renoir-Chips an: Die acht Kerne dürfen auf bis zu 4,4 GHz hochtakten. Im c't-Labor erreichte die CPU im Rendering-Benchmark Cinebench R20 4844 Punkte. Die Vega-Grafik besteht aus 512 Shader-Kernen, die mit bis zu 2,1 GHz laufen. Das sind erheblich weniger als bei den 12-Nanometer-Vorgängern wie dem

Quad-Core Ryzen 5 3400G mit bisher 704 Shader Kernen. Dank deutlich gesteigerter Taktfrequenzen soll die 3D-Performance der Ryzen 4000G dennoch höher liegen.

Für Business-PCs offeriert AMD die Prozessorserie Ryzen Pro 4000G, bei der zusätzlich Speicherverschlüsselung aktiv ist. Der Chiphersteller garantiert für diese CPU's mindestens 24 Monate Verfügbarkeit. Zudem lassen sich Rechner mit Ryzen Pro aus der Ferne administrieren, entweder per Microsoft Endpoint

Manager oder mit Software, die nach dem DASH-Standard (Desktop and mobile Architecture for System Hardware) arbeitet.

Sowohl für Privatanutzer als auch für Firmen bietet AMD außerdem billige Athlon-3000-Prozessoren mit vier statt bisher zwei Kernen an. Dabei kommen aber ältere Chips mit Zen+-Architektur zum Einsatz. Zu einem späteren Zeitpunkt soll es die Ryzen 4000G auch als Retail-Varianten im Einzelhandel geben. (chh@ct.de)

### Kombiprozessoren Ryzen 4000G „Renoir“, 7 nm, AM4

Prozessor	Kerne	Takt / Turbo	GPU-Shader / -Takt	TDP
Ryzen 7 4700G / Pro 4750G	8+SMT	3,6 / 4,4 GHz	512 / 2,1 GHz	65 W
Ryzen 7 4700GE / Pro 4750GE	8+SMT	3,1 / 4,3 GHz	512 / 2,0 GHz	35 W
Ryzen 5 4600G / Pro 4650G	6+SMT	3,7 / 4,2 GHz	448 / 1,9 GHz	65 W
Ryzen 5 4600GE / Pro 4650GE	6+SMT	3,3 / 4,2 GHz	448 / 1,9 GHz	35 W
Ryzen 3 4300G / Pro 4350G	4+SMT	3,8 / 4,0 GHz	384 / 1,7 GHz	65 W
Ryzen 3 4300GE / Pro 4350GE	4+SMT	3,5 / 4,0 GHz	384 / 1,7 GHz	35 W
<b>Athlon 3000 „Picasso“, 12 nm, AM4</b>				
Athlon Gold 3150G / Pro 3150G	4	3,5 / 3,9 GHz	192 / 1,1 GHz	65 W
Athlon Gold 3150GE / Pro 3150GE	4	3,3 / 3,8 GHz	192 / 1,1 GHz	35 W
Athlon Silver 3050GE / Pro 3125GE	2+SMT	3,4 GHz	192 / 1,1 GHz	35 W
TDP: Thermal Design Power				



# Ryzen Threadripper Pro für High-End-Workstations

Die Prozessoren der Serie Ryzen Threadripper boten schon bisher mit 64 CPU-Kernen enorm viel Rechenleistung. Die zugehörige TRX40-Plattform war jedoch auf 64 PCIe-4.0-Lanes und vier Speicherkanäle für 256 GByte ungepufferten RAM beschränkt. Um die Anforderungen von Designern, der Finanzwirtschaft und wissenschaftlichen Simulationen besser zu befriedigen, hat AMD zusätzlich CPUs der Serie Threadripper Pro und die zugehörige **Plattform WRX80** vorgestellt.

Letztere bietet acht DDR4-Speicherkanäle und kann nun auch mit Registered- und (3DS-)LR-DIMMs umgehen. Das erlaubt einen maximalen RAM-Ausbau von 2 TByte, mit den derzeit erhältlichen 128-GByte-RDIMMs sind 1 TByte möglich. Weiterhin verdoppelt sich die

Zahl der PCI-Express-4.0-Lanes von 64 auf 128.

Alle vier Threadripper Pro haben eine Thermal Design Power von 280 Watt. Das Topmodell 3995WX mit 64 CPU-Kernen taktet nominal mit 2,7 GHz (Turbo: 4,2 GHz). Der 32-Kerner 3975WX arbeitet mit 3,5 GHz (Turbo: 4,2 GHz). Zudem gibt es im Unterschied zur TRX40-Plattform CPUs mit 12 und 16 Kernen für Anwendungen, die nicht von immensen vielen Kernen, aber von hoher Taktfrequenz profitieren. Dazu zählen der Threadripper Pro 3955WX (16 Kerne, 3,9/4,3 GHz) und der 3945WX (12 Kerne, 4,0/4,3 GHz).

AMD beliefert vorerst exklusiv Lenovo. Der PC-Hersteller baut die CPUs in die Workstation Lenovo ThinkStation P620 ein, die mit bis zu vier Grafikkarten erhält-



**Vorerst exklusiv für Lenovo:**  
Die Ryzen Threadripper Pro sind der Workstation ThinkStation P620 vorbehalten.

lich ist. Erst im Dezember soll es die Threadripper Pro auch im Einzelhandel geben. (chh@ct.de)

## Anzeige

### Effiziente Lösungen in besonderen Zeiten

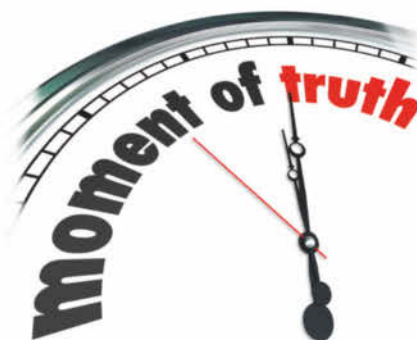
**Thunder-IT und Dell Technologies – eine starke Partnerschaft im Sinne des Kunden**

Gerade unter verschärften ökonomischen Bedingungen stehen IT-Anbieter vor enormen Herausforderungen. Im oft zitierten „Moment of truth“ beweist sich, ob Kompetenz und Kundennähe wirklich Bestand haben. Hier überzeugen Thunder-IT und Dell Technologies mit Top-Verfügbarkeit und echtem Mehrwert.

Kunden profitieren von der exzellenten Supply Chain und der Marktführerschaft von Dell Technologies in den Bereichen Digital Workplace sowie Data Center Business. In Kombination mit innovativen Lösungskonzepten von Thunder-IT ergibt sich ein einzigartiges Leistungspaket aus einer Hand – von der Konzeption bis zur Implementierung.

#### Kompetenz mit einer Extraportion Herzblut

Jochen Rübler, Geschäftsführer von Thunder-IT, und John Sobol, Sales Manager bei Dell Technologies, arbeiten seit acht Jahren zusammen. Sie vereinen die Erfahrung eines Global Players mit



**„Unter dem Credo 'Right now it's time to shine' arbeiten wir mit Thunder-IT in den aktuellen COVID-19-Zeiten noch intensiver zusammen. Wir können uns aufeinander verlassen. Und der Kunde auf uns.“**

John Sobol, Sales Manager Global Strategic Accounts, Dell Technologies

den Stärken eines Systemhauses. Jeder Auftraggeber ist so individuell wie seine Bedürfnisse, denen man mit Leidenschaft begegnet. Dabei sind Aufgabenstellungen fernab gängiger Standards die größte Motivation.

#### Gelebte Partnerschaft – für den Erfolg des Kunden

Die über Jahre gewachsene Zusammenarbeit bestätigt sich in angespannten Zeiten mehr denn je. Thunder-IT gehört heute als Titanium Partner zu den zehn größten deutschen Channel Partnern von Dell Technologies. Gemeinsam steht man für höchste Flexibilität und Kundennähe. Auftraggeber profitieren von nachhaltiger Investitions- und Planungssicherheit. Dabei wird Loyalität großgeschrieben – zueinander ebenso wie dem Kunden gegenüber, der auf dieses Verständnis gelebter Partnerschaft vertrauen kann. [www.thunder-it.com](http://www.thunder-it.com)

**THUNDER-IT**  
EXCELLENT IN HARD- AND SOFTWARE TRADING

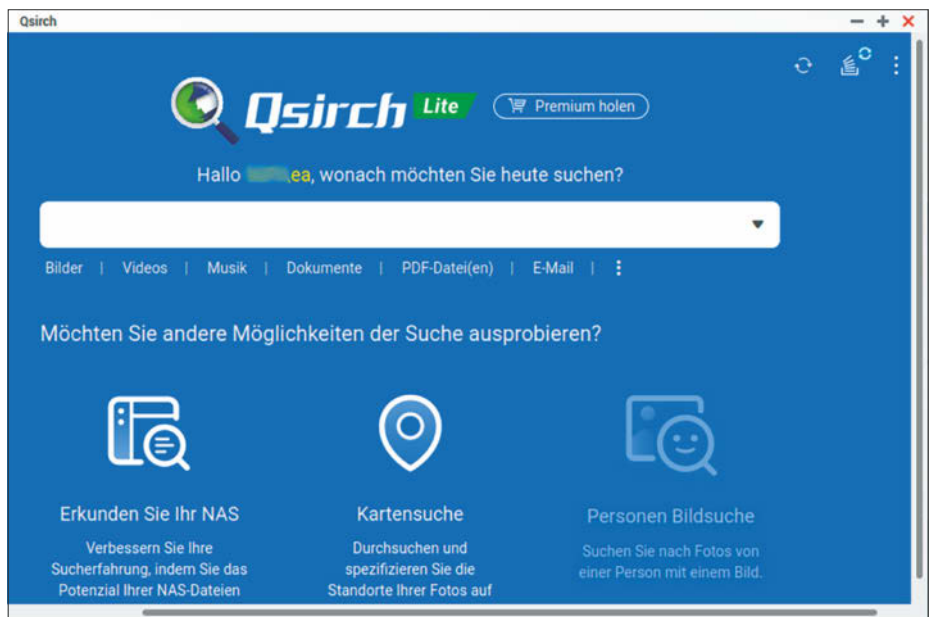


## QNAP-NAS: Update kastriert Dateisuche

QNAP ist bekannt dafür, sich manche Funktionserweiterungen seiner Netzwerkspeicher (NAS) extra bezahlen zu lassen. So kostet beispielsweise der ex-FAT-Treiber zum Zugriff auf so formatierte externe USB-Laufwerke einmalig 4 US-Dollar. Bei seiner Suchfunktion Qsirch leistet sich der taiwanische Hersteller nun eine Dreistigkeit: Wer arglos von Version 4.x updatet, verliert einen Teil der Funktionen, denn **Qsirch 5.0 wird als Lite-Version installiert**. Diese unterstützt nur noch maximal drei Filter pro Dateityp, was bei komplexen Suchen über einen großen Dateibestand nicht ausreicht, um die Ergebnisliste auf ein handhabbares Maß zu reduzieren. Das trifft beispielsweise Fotografen, die ihr Bildarchiv anhand bestimmter Parameter durchforsten wollen.

Die im neu installierten Add-on angebotene „Premium“-Version erlaubt wie früher, mehr als drei Filter zu kombinieren. Sie bringt auch neue Funktionen mit, zum Beispiel eine Personensuche in Bildern oder das Archivieren von Suchergebnissen. Dafür wäre eine einmalige Gebühr wohl einzusehen. Doch QNAP fordert für die **Qsirch-5-Vollversion 30 US-Dollar im Monat**.

Die durch das Update kommende Einschränkung wird im knappen Changelog nicht erwähnt. Wer bei „Premium users can now ...“ nicht argwöhnisch wird und



Das Update des Qsirch-Add-ons auf Version 5 beschneidet die Suche nach Dateien in QNAPs Netzwerkspeichern. Wer die Funktionalität der früheren Version braucht, soll nun eine monatliche Gebühr zahlen.

updatet, verliert. Wie der c't-Leser Michael Wittmann herausgefunden hat, steht die letzte 4er-Version von Qsirch für x86-NAS noch zum Download bereit (ct.de/yf9w); sie lässt sich nach Löschen des 5er-Pakets manuell im App-Center des NAS installieren. Dann muss das NAS den Datenbestand

zwar neu indizieren, aber das kostet nur etwas Zeit. Auch für andere Prozessor-Plattformen sollte sich der Download-Link zu den 4er-Qsirch-Versionen anhand der Beispiele mit etwas Recherche in QNAPs Online-App-Center zusammenbauen lassen. (ea@ct.de)

## Gigabit-Modem für G.fast und VDSL

Der Netzwerkhersteller Draytek hat sein Modem-Portfolio um ein universelles Modell für den Internetanschluss über die Telefonleitung ergänzt: Das Vigor166 versteht außer den G.fast-Profilen 106a und 106b auch die VDSL-Profile 8, 12, 17a und 35b (Supervectoring). So können Internet-



Das VDSL/G.fast-Modem Draytek Vigor166 bindet Breitband-Router mit zu 1 GBit/s Datenrate ans Internet an.

nutzer es weiter einsetzen, wenn ihr Provider von VDSL auf G.fast umstellt. Das kommt beispielsweise dann vor, wenn eine VDSL-Infrastruktur durch Fiber-to-the-Building (FTTB) mit Glasfaser bis ins Gebäude ersetzt wird.

G.fast erreicht mit den 106-MHz-Profilen abhängig von der Leitungslänge und -güte maximal 1 GBit/s Datenrate, die variabel für Down- und Upstream aufgeteilt werden kann. Das Modem hat zwei Gigabit-Ethernet-Anschlüsse und läuft ab Werk als transparente Bridge für nachgeschaltete Router; optional kann man es selbst als einfachen Router konfigurieren. Die Leistungsaufnahme des Modems soll höchstens 7,5 Watt erreichen. Das Vigor166 ist ab sofort für 129 Euro (UVP) erhältlich. (amo@ct.de)

### Kurz & knapp: Netze

Nokia baut **5G-Campusnetze** mit dem neuen 5G-Packetcore ab sofort auch **im Stand-alone-Modus**. Bisherige 5G-Installationen basierten noch auf einem LTE/4G-Kernnetz.

D-Link liefert hierzulande seine ersten **WLAN-Router mit Wi-Fi 6** aus: Der DIR-X1860 für 121 Euro (UVP) erreicht mit zweimal zwei MIMO-Streams einen Summendurchsatz von 1800 MBit/s brutto (600+1200 MBit/s auf 2,4 und 5 GHz), der mit 116 Euro nur 5 Euro billigere DIR-X1560 kommt auf 1500 MBit/s (300+1200 MBit/s).

# Cloud-Gaming: Google baut das Spieleangebot für Stadia aus

Google gibt seinen **Cloud-Gaming-Dienst Stadia** nicht so leicht auf und hat angekündigt, das immer noch recht dünne Spieleangebot weiter auszubauen. Trotz holprigem Start im vergangenen Jahr investiert der Internetkonzern also weiter in das Produkt. Viele versprochene Stadia-Features, die zum Launch noch fehlten, wurden mittlerweile aber nachgereicht.

Künftig sollen unter anderem die aktuellen Teile der Hitman-Reihe auf Stadia spielbar sein. Ab dem Herbst wird das Schwert-Spektakel Sekiro: Shadows Die

Twice aus 2019 das Stadia-Portfolio erweitern. Das für 2021 angekündigte Hitman 3 soll ebenfalls für Stadia verfügbar sein. Google hat darüber hinaus mehrere Entwicklerstudios angeheuert, um Spiele exklusiv für Stadia zu entwickeln.

Seit Anfang April ist eine Version von Stadia ohne monatliche Gebühren verfügbar, dafür müssen die Spiele einzeln erworben werden. Für die Pro-Variante werden 10 Euro im Monat fällig, dafür kommen jeden Monat neue Games zur ohne Aufpreis spielbaren Bibliothek hinzu.

(lmd@ct.de)

## Kurz & knapp: Spiele

Hideo Kojimas **Death Stranding** ist seit dem 14. Juli 2020 auch für PC im Handel und bei Steam und im Epic Games Store für rund 60 Euro erhältlich. Die PC-Version bringt neue Features und exklusive PC-Spieleinhalte.

Das Dschungel-Survival-Game **Green Hell** lässt sich jetzt nicht mehr nur im Single Player, sondern auch gemeinsam mit Freunden im Story-Modus spielen. 40 neue Steam-Achievements sollen für Langzeitmotivation sorgen.

Aufgrund der coronabedingt höheren Nachfrage soll Sony die geplanten Stückzahlen seiner kommenden Spielkonsole **Playstation 5** nach oben korrigiert haben. Von neun bis zehn Millionen Exemplaren ist Medienberichten zufolge die Rede – deutlich mehr als die ursprünglich geplanten fünf Millionen.

Googles mobiles Spieleabo **Play Pass** soll bald auch in Deutschland starten. Für 5 Euro monatlich stehen über 500 Android-Spiele bereit, für ein Jahresabo sollen 30 Euro fällig werden.



Bild: Google



## Gute Aussichten für Fotobegeisterte.

**Sparen Sie 35% im Abo und sammeln wertvolles Know-how:**

- **2 Ausgaben** kompaktes Profiwissen für 14,60 € (Preis in DE)
- **Workshops und Tutorials**
- **Tests und Vergleiche** aktueller Geräte



**Geschenk nach Wahl**

**Jetzt bestellen:**

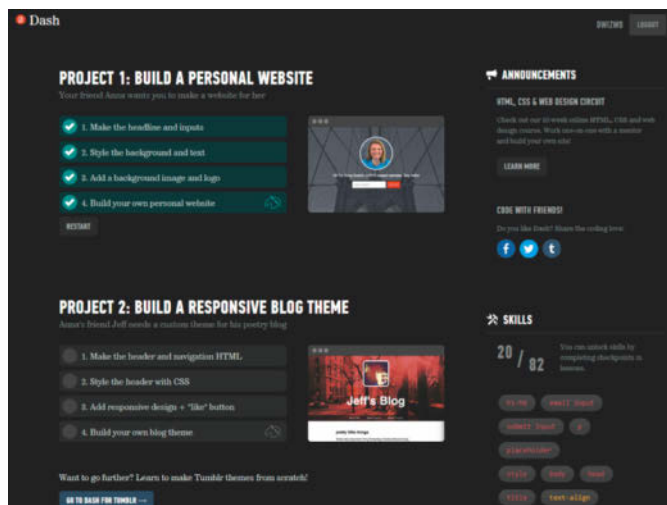
**ct-foto.de/miniabo**

# Coden gratis ausprobieren

[generalassemb.ly/get/dash-learn-to-code](http://generalassemb.ly/get/dash-learn-to-code)

Der US-amerikanische Schulungsanbieter General Assembly startete 2011 als Co-Working-Space. Mittlerweile hat das Unternehmen, das 2018 vom Personaldienstleister Adecco gekauft wurde, eine ganze Reihe von Niederlassungen. Die angebotenen Onlinekurse überzeugen mit ihrem klugen didaktischen Konzept. Teilnehmer arbeiten im Browser, wo sie oben links in einer Art Präsentation die Unterrichtsinhalte sehen. Darunter befindet sich ein Code-Editor und rechts daneben eine Darstellung dessen, was der soeben eingetippte Code bewirkt.

Die meisten Kurse kosten ordentlich Geld. Fünf Projekte lassen sich nach einer Registrierung mit Name und E-Mail-Adresse dagegen kostenlos absolvieren. Sie bringen interessierten Anfängern die Grundlagen von HTML5, CSS und JavaScript näher. Wer sich auf **Dash by General Assembly** anmeldet, findet die fünf aufeinander aufbauenden Mini-Kurse anschließend in der Projektübersicht. Im ersten Kurs geht es darum, für die fiktive Kundin Anna eine simple Webseite zu erstellen. Im zweiten Kurs wünscht sich Annas Freund Jeff ein responsives Design für sein Blog. Im fünften Kurs bauen die Teilnehmer schließlich ein kleines Spiel, wobei alle bisher erworbenen CSS- und JavaScript-Kenntnisse zum Einsatz kommen. (dwi@ct.de)



## Falten und falten lassen

<http://apps.amandaghassaei.com/OrigamiSimulator>

<http://github.com/amandaghassaei/OrigamiSimulator>

Mit der japanischen Kunst des Papierfaltens lässt sich ein – naja: mehr oder weniger – zweidimensionales Blatt Papier in ein dreidimensionales Kunstwerk verwandeln: Wer Origami beherrscht, faltet ruck-zuck einen Frosch oder einen Vogel und mit etwas Geduld auch weit komplexere Gebilde. Der **Origami Simulator** stellt diesen Übergang von 2D zu 3D anschaulich auf dem Bildschirm dar. Besucher betätigen dazu einfach den „Fold Percent“-Schiebereglar. Wer tiefer ins Thema einsteigen möchte, wechselt von der einfachen Ansicht



zu den Advanced Options, über die sich viele Parameter für die Darstellung und den Ablauf von Simulationen einstellen lassen.

Der Origami Simulator stammt von Amanda Ghassaei, die im Creative Intelligence Lab von Adobe in San Francisco arbeitet. Sie hat den **Simulator-Code auf GitHub** veröffentlicht und zusammen mit den Co-Autoren Erik D. Demaine und Neil Gershenfeld die Mathematik hinter dem Simulator in einem wissenschaftlichen Papier mit dem Titel „Fast, Interactive Origami Simulation using GPU Computation“ beschrieben. Ein Klick auf „About“ führt zum Link zu diesem PDF sowie zu weiteren Informationen zum Projekt. (dwi@ct.de)

## Gedichte multimedial genießen

[lyrikline.org/de](http://lyrikline.org/de)

Aus Anlass des ersten Welttags der Poesie im Jahr 2000 startete die damalige Berliner literaturWERKstatt die Website **Lyrikline**. 2016 erhielt das Projekt den Grimme Online Award in der Kategorie „Kultur und Unterhaltung“. Die Betreiber haben sich mittlerweile in „Haus der Poesie“ umbenannt und auf der Website findet man aktuell 13.074 Gedichte von 1455 Lyrikern in 88 Sprachen sowie 19.874 Übersetzungen.

Menschen, denen diese Kunstform eher fremd ist, können auf einen großen rosa Knopf klicken, um ein Zufallsgedicht abzurufen. Für Poesieliebhaber ist die Seite eine wahre Fundgrube: Es gibt verfilmte Gedichte, Videoporträts von Dichtern, ein Blog und Playlisten. Der Fundus an Werken lässt sich nach Autoren, Titeln und Sprachen durchsuchen. Falls das gesuchte Gedicht vorhanden ist, so präsentiert die Seite es samt Audio-datei, dazu meist Übersetzungen in andere Sprachen. Es ist ein besonderes Erlebnis, ein fremdsprachiges Gedicht vom Künstler selbst vorgetragen zu hören und dabei die deutsche Übersetzung mitzulesen. (dwi@ct.de)

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





**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.**





# Zurückgezogen

DSL-Anbieter innogy verpatzt Umzug

**Wer umzieht, hat Anspruch darauf, dass ihn der bisherige Anbieter in der neuen Wohnung ebenfalls mit Internetanschluss versorgt. Wird dabei gepfuscht, kann das den Kunden wochenlang ins digitale Aus kicken.**

Von Tim Gerber

**D**en Umzug seiner Familie in eine Wohnung zwei Straßen weiter hatte Marcus B. gut vorbereitet. Bereits am 9. März bat er seinen Internet-Provider, die E.ON-Tochter innogy Telnor GmbH, seinen DSL-Anschluss an der neuen Adresse bereitzustellen. Am 17. März erkundigte er sich telefonisch nach einem Termin für die Umschaltung. Dazu müsse er erst eine Meldebestätigung vorlegen, verlangte das Unternehmen. Marcus B. lieferte diese noch am selben Tage.

Einen Termin für die Umschaltung erhielt er erst am 23. April nach mehreren telefonischen Anfragen: Am 14. Mai, zwischen 8 und 12 Uhr erfolge die Umstellung. Zu dieser Zeit müsse jemand am neuen Anschlussort präsent sein, hieß es. Einen Tag später informierte Marcus B. noch eine E-Mail, dass die Hardware an ihn verschickt worden sei. Von neuer Hardware war aber bisher gar keine Rede gewesen.

Am genannten Termin waren drei Mitglieder der Familie B. im Hause, aber nichts geschah. Um 11:48 Uhr erhielt Marcus B. die Mitteilung, dass der Techniker notwendige Arbeiten nicht habe durchführen können. Ab etwa 12:30 Uhr funktionierte überraschenderweise der DSL-Anschluss. Der neue schnelle Internet-Zugang freute vor allem die beiden im Home-Schooling befindlichen Kinder.

## Heile Welt

Für den Kunden wäre die Welt nun in Ordnung gewesen, aber nicht für seinen Provider. Am 3.6.2020 schrieb Innogy an Marcus B. eine E-Mail, dass seine Hilfe vonnöten sei. Er solle einen neuen Termin vereinbaren, zu dem der Anschluss geschaltet werden solle. Mehrfach erinnerte Marcus B. den Provider daran, dass sein Anschluss doch bereits funktioniere. Auch tauchte der neue Anschluss ab Mitte März in seinem Kunden-Account bei innogy auf. Allerdings blieb der bisherige Anschluss dort weiterhin bestehen, sodass es aussah, als habe der Kunde zwei Verträge. Auch darauf wies

Marcus B. den Provider hin und machte mehrfach deutlich, dass er freilich nicht für zwei Verträge zahlen werde.

Bei einem dieser Telefonate am 15. Juni riet ihm die Mitarbeiterin, den Vertrag der alten Wohnung formal zu kündigen, damit sein Account bereinigt werden könne. Das tat Marcus B. dann auch am selben Tage mit eindeutigem Bezug zu seiner alten Adresse. Zwei Tage später, am 17. Juni, war sein Internet-Anschluss in der neuen Wohnung tot. Nichts ging mehr. Ärgerlich vor allem für die beiden Kinder, die nun von den digitalen Lernangeboten weitgehend abgeschnitten waren.

Sofort wandte sich Marcus B. an den Kundenservice von innogy. Doch auf seine ausführliche E-Mail mit Darstellung des gesamten Verlaufs vom 18. Juni erhielt er lediglich eine automatische Eingangsbestätigung. Sonst tat sich nichts, der Internet-Anschluss, der zuvor einen Monat lang reibungslos funktioniert hatte, blieb tot.

Am 22. Juni wandte sich Marcus B. verzweifelt an die c't-Redaktion und bat um Hilfe. Wir versuchten am 24. Juni, bei innogy anzufragen. Doch erwiesen sich unsere Versuche, einen Presseansprech-

partner bei innogy zu finden, als schwierig. Eine telefonische Nachfrage ergab, dass es einen solchen nicht gäbe und die Geschäftsleitung telefonisch nicht erreichbar sei. Erst der Umweg über die

Pressestelle des Mutterkonzerns E.ON führte dazu, dass uns am 25. Juni per E-Mail eine Prüfung des Falles zugesichert wurde. Bereits am Nachmittag teilte uns eine innogy-Sprecherin mit, dass es sich um eine „Verkettung unglücklicher Umstände“ gehandelt habe.

Der Umzug des Kunden habe ja gut funktioniert, aber an der neuen Adresse habe die Telekom Hand anlegen und die letzte Meile freischalten müssen. Dies sei auch am 14. Mai 2020 erfolgreich erfolgt. Leider sei aus bisher nicht geklärten Gründen bei der Telekom und bei innogy Telnets der Eindruck entstanden, dass die Schaltung nicht funktioniert habe. innogy Telnets wollte daraufhin eine Terminverschiebung über eine automatische Schnittstelle vereinbaren, schilderte die Sprecherin, leider habe dieser Vorgang nicht korrekt funktioniert. Die Telekom habe deshalb angenommen, innogy Telnets reagiere nicht, und habe die Leitung am 17. Juni in einem Standardprozess abgeschaltet. innogy Telnets habe jetzt

eine neue Leitung bestellt. Leider dauere dies nun 14 Tage, da dabei Standardzeiten eingehalten werden müssen, auf die innogy Telnets keinen Einfluss habe.

## Vertane Zeit

Etwa zur gleichen Zeit meldete sich ein Mitarbeiter von innogy bei Marcus B. und stellte ihm die Wiederinbetriebnahme seines Anschlusses in zwei Wochen, also am 9. Juli, in Aussicht. Zudem solle er eine Gutachten in Höhe von drei Monatsbeiträgen erhalten. Die weiteren zwei Wochen Wartezeit waren für Marcus B. und insbesondere seine beiden Schulkinder sehr ärgerlich. Wir fragten deshalb bei innogy nach, warum man die Wiedereinschaltung der Leitung denn nicht schon nach dem ersten Hinweis des Kunden angestoßen habe.

Der Verlauf der Sache sei auch für innogy äußerst unbefriedigend und das Qualitätsmanagement werde sich darum kümmern, antwortete die innogy-Sprecherin am 26. Juni. Marcus B. informierte uns bereits am 7. Juli, dass sein Anschluss seit dem 6. Juli schon wieder funktionierte. Am 9. Juli sei dann tatsächlich noch ein Techniker aufgetaucht und habe sich mit einem fachmännischen Blick auf die Fritzbox des Kunden vergewissert, dass der Anschluss funktioniert. (tig@ct.de) **ct**

**VOR  
SICHT  
KUNDE!**

## Vorsicht, Kunde-Bericht zeigt Wirkung

In Ausgabe 14 (S. 50) hatten wir von überraschenden Zusatzkosten für Flatrate-Kunden von 1&1 berichtet. Seit Jahren schon berechnet der Anbieter trotz Telefon-Flatrate für bestimmte Rufnummern von Service- und Konferenzdiensten extra Gebühren. Für den Kunden ist das völlig intransparent, weil die betroffenen Nummern ganz gewöhnliche Ortsnetz-Vorwahlen haben. Zudem ändert sich die Liste ständig. Aufgefallen war das, weil im Zuge des Corona-Lockdowns Telefonkonferenzen häufiger genutzt wurden.

Die Pressestelle des Unternehmens hatte während unserer Recherche zugesagt, auch weiteren Kunden die Gebühr auf Anfrage zu erlassen. Offenbar haben sich die Anfragen dort gehäuft, jedenfalls teilte uns die Pressestelle am 16. Juli auf Anfrage Folgendes mit:

„1&1 wird ab sofort (16. Juli) sogenannten Service- und Konferenzdiensten, die über eine gewöhnliche Festnetzrufnum-

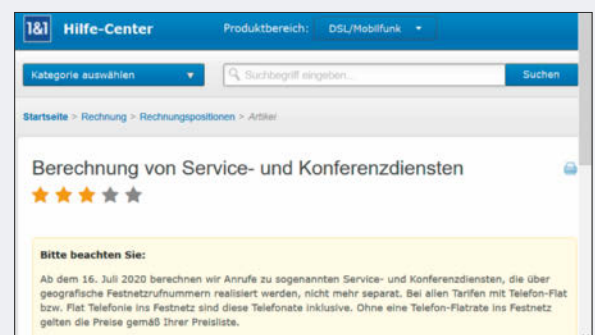
mer erreichbar sind, nicht mehr separat abrechnen. Die Leistungen für diese Dienste sind künftig in der 1&1 Telefon-Flatrate enthalten. Darüber informieren wir unsere Kunden im 1&1 Hilfe-Center, in unseren Allgemeinen Geschäftsbedingungen und in den jeweiligen Tarifdetails der DSL- und Mobilfunk-Tarife.

Während der Corona-Pandemie in den vergangenen Monaten wurden vor allem Konferenzdienste durch Homeoffice

vermehrt genutzt. Diesem veränderten Nutzungsverhalten unserer Kunden tragen wir Rechnung, damit Ihnen in Zukunft keine Zusatzkosten entstehen.

Falls Kunden während des Corona-bedingten Shutdowns im Homeoffice von der bisherigen Regelung außerordentlich betroffen waren, können sie sich gerne an unseren Kundenservice wenden. Dort werden wir uns in jedem Einzelfall um eine Lösung bemühen.“

**Auf seiner Webseite informiert 1&1 über den Verzicht auf Gebühren für Telefonkonferenzen über Nummern im Ortsnetz ab Mitte Juli. Wer vorher größere Beträge auf der Rechnung hatte, kann sich zwecks Erlass an den Kundenservice wenden.**





# Datenrenn- strecke 5G

Schneller Mobilfunk für alle



**5G-Netze in Deutschland ..... Seite 58**  
**5G-Smartphones um 500 Euro ..... Seite 64**

## Innerhalb weniger Wochen hat sich das Bild der 5G-Versorgung dramatisch verbessert. Wo vorher nur einzelne Sendemasten winzige 5G-Inseln versorgten, ist seit Juli rund die Hälfte der Bevölkerung abgedeckt – und der Netzausbau geht zügig weiter. Auch 4G-Nutzer profitieren vom Ausbau des Netzes.

Von Urs Mansmann

**D**ie Telekom hatte ihren PR-Coup sorgfältig vorbereitet: Am 17. Juni gingen 12.000 neue 5G-Antennen in Betrieb. Auf einen Schlag konnte jeder fünfte Einwohner das 5G-Netz der Telekom nutzen. Vorher bestand die 5G-Versorgung bei der Telekom aus einigen über ganz Deutschland verstreuten Pilotanlagen. Und der Ausbau geht zügig weiter, Mitte Juli nahm die Telekom einen weiteren Schwung 5G-Basisstationen in Betrieb.

Zwar klaffen im 5G-Netz immer noch erhebliche Lücken, aber immerhin erkennt man auch auf niedrigster Zoomstufe der Deutschlandkarte noch große zusammenhängende Versorgungsgebiete, unter anderem die Autobahn Berlin-Hamburg. Die Telekom legt dabei keine Pause ein: Noch im Juli sollte die 5G-Versorgungsquote auf rund 50 Prozent der Bevölkerung steigen, also auf 40 Millionen Einwohner.

Mitbewerber Vodafone hängt deutlich hinterher. Bis Ende des Jahres sollen mit 8000 Antennen gerade einmal 10 Millionen Einwohner versorgt sein; die Telekom peilt für diesen Zeitpunkt bereits die fünffache Anzahl an Antennen an. Auf der Deutschlandkarte muss man die 5G-Versorgungsgebiete bei Vodafone immer noch suchen. Die versorgten Inseln werden allmählich größer, wachsen aber noch nicht zu einem wirklichen Netz zusammen.

Düster sieht es bei Telefónica mit 5G aus: Dort arbeitet man mit dem Schlagwort „5G ready“, kann also noch nicht liefern. Das Unternehmen steht wegen nicht erfüllter Genehmigungsaufgaben unter Druck, das 4G-Netz nachzubessern. Womöglich konzentrieren sich die Maßnahmen deshalb zunächst einmal darauf, die bestehenden Netze zu ertüchtigen.

Der vierte 5G-Netzbetreiber 1&1 Drillisch, der ebenfalls Frequenzen erstei-

gert hatte, hat mit dem Netzausbau noch gar nicht begonnen. Wann die erste 5G-Basisstation ans Netz geht, ist nicht bekannt.

Der 5G-Ausbau erfolgt im ersten Schritt nur dort, wo bereits Netzabdeckung vorhanden ist. Bereits vorhandene Mobilfunkzellen werden mit 5G nachgerüstet. Wo neue Gebiete erschlossen werden, etwa wenn in einem Dorf ein neuer Sendemast aufgebaut wird, um ein Funkloch zu schließen, wird 5G künftig wohl gleich mitinstalliert werden, aber eben stets nur zusätzlich zu den vorhandenen Netzwerktechniken 2G und 4G.

### Neue Technik

5G ist eine konsequente Weiterentwicklung des 4G-Netzes, das künftige Anforderungen bewältigen soll. Die Zahl der Mobilfunkgeräte – Stichwort Internet der Dinge – soll in den kommenden Jahren massiv zunehmen. Der neue Funkstandard kommt damit gut zurecht. Bis zu eine Million Ge-

räte pro Quadratkilometer kann 5G gleichzeitig versorgen, 100-mal so viel wie 4G.

5G-Verbindungen können wahlweise auf maximale Stromsparsamkeit oder maximalen Datendurchsatz getrimmt werden. Das Netz taugt damit sehr gut für Anwendungen wie Sensoren, die nur gelegentlich Kleinstmengen an Daten übertragen und möglichst wenig Strom verbrauchen sollen. Aber es lässt sich eben genauso gut für Videokameras einsetzen, die hochauflösende Streams in Echtzeit ins Netz stellen.

5G liefert dabei nicht nur höhere Datenraten, sondern auch noch eine niedrigere Latenz. Angepeilt ist eine Antwortzeit von einer Millisekunde für die Funkstrecke, derzeit geben das die Netze aber noch nicht her. Realistisch sind 10 Millisekunden, was aber die Vorgänger bereits deutlich unterbietet. LTE kommt typischerweise auf 10 bis 40, UMTS gar auf 100 bis 150 Millisekunden.

Bislang läuft der Upstream, also die Senderichtung vom Mobilgerät zum Netz, immer noch mit 4G. Die jetzt verkauften Geräte sind aber für 5G gerüstet und können das nutzen, sobald die Anbieter ihre Netze ertüchtigt haben. Die nötigen Umbauten im Netz betreffen dabei weniger die Funkverbindung, sondern das Kernnetz und dessen Architektur, also Verarbeitung und Transport der Daten im dahinterliegenden Glasfasernetz.

Um die Vorteile der kurzen Latenzen voll auszuspielen, darf der Datenweg vom Handheld zum Server nicht zu lang werden. Mit Edge-Computing ziehen die Anwendungen in die 5G-Basisstationen ein. Inte-



Bild: Vodafone

Für das Band n78 müssen zusätzliche Antennen montiert werden, meist haben sie die Form eines flachen Quaders.





Bild: Telekom/Marc-Steffen Unger

Die geringe Latenz von 5G ermöglicht auch Spiele oder andere VR- und AR-Anwendungen in Echtzeit.

ressant ist das nicht nur für Industrieanwendungen, also beispielsweise die Echtzeitsteuerung von Produktionsrobotern, Drohnen oder Baumaschinen, sondern auch für Privatkunden. Prädestiniert für Edge-Computing sind beispielsweise AR- oder VR-Anwendungen, bei denen es auf eine möglichst geringe Verzögerung ankommt. Mittel- bis langfristig könnten die Basisstationen aber auch beispielsweise aufwendige Berechnungen übernehmen, um die Prozessoren von Smartphones zu entlasten, deren Leistung damit zu optimieren und ihren Stromverbrauch zu senken.

Das alles ist noch Zukunftsmusik, noch sind wenige 5G-Geräte im Einsatz, noch ist unklar, welche Berechnungen ausgelagert werden sollen, noch ist das Netz im Aufbau – aber die technischen Grundlagen sind gelegt. Im ersten Schritt liefert 5G bereits spürbar mehr Leistung als 4G, insbesondere solange nur wenige Kunden 5G nutzen und die Basisstationen deshalb quasi im Leerlauf arbeiten.

Wie Mobilfunkkunden die neuen Möglichkeiten nutzen, wenn das Netz erst einmal gut verfügbar ist, sieht man in Südkorea, wo rund um 5G innerhalb von nur zwei Jahren eine florierende Spieleindustrie entstanden ist. So etwas wird in Deutschland, wo neue Technik oft nur zögernd angenommen wird und Spiele eher kritisch beäugt werden, wohl nicht so schnell entstehen, aber auf mittlere Frist könnte 5G die Mobilfunknutzung auch hierzulande grundlegend verändern.

## Neue Geräte

Das 5G-Netz ist nicht nur für Smartphones interessant, sondern auch für Tablets, Notebooks und – wo es keine vernünftigen Breitbandanschlüsse gibt – auch für die

Vernetzung des Haushalts. Allerdings ist die Geräteauswahl noch sehr dünn. 5G-Sticks für das Notebook beispielsweise sucht man vergebens, Tablets mit 5G-Zugang sind gerade erst angekündigt.

Abhilfe schaffen ortsfeste oder mobile 5G-Router, die zwischen 5G und WLAN vermitteln. Viele Provider haben solche Geräte im Angebot. Weitere Modelle, die im Laufe des Jahres auf den Markt kommen, sind bereits angekündigt.

Solche Geräte lassen sich auch dort einsetzen, wo das Signal schwach ist: Der bereits verfügbare Gigacube 5G von Vodafone hat einen externen Antennenanschluss. Mit dem Einsatz einer fachmännisch angeschlossenen und sauber ausgerichteten Außenantenne lassen sich funktentechnisch kleine Wunder bewirken.

Allerdings sollte man sich von den angegebenen Datenraten nicht blenden lassen. Die richtig schnellen 5G-Netze im Band n78 sind bislang nur an wenigen Orten verfügbar. Gerade da, wo die Breitbandanschlüsse lahmen, gibt es eben auch mit 5G oft nur eine Grundversorgung mit maximal rund 100 MBit/s.

## Frequenzen und Bänder

In Deutschland werden für 5G derzeit vier unterschiedliche Frequenzbereiche genutzt: die Bänder n1, n3, n7 und n78. Die Bandnummern entsprechen denen für LTE, die 5G-Nutzung wird durch das vorangestellte „n“ für NR (New Radio) gekennzeichnet.

Für die bestehenden 2G-, 3G- und 4G-Netze werden weitere Bänder verwendet, die möglicherweise in einigen Jahren auch für 5G zum Einsatz kommen könnten. Bereits seit vielen Jahren sind alle Frequenzzuweisungen in Deutschland technologieneutral, die Unternehmen

können also selbst entscheiden, welchen Mobilfunkstandard sie auf welcher Frequenz nutzen.

Gerade zum Start einer neuen Netztechnik ist es wichtig zu wissen, welcher Netzbetreiber auf welchen Bändern funkt, denn die meisten Geräte der ersten Generation beherrschen nicht alle Bänder. Smartphones, die für den amerikanischen oder asiatischen Markt entwickelt sind, nutzen oft ganz andere Frequenzbereiche als im europäischen Markt. Das liegt daran, dass die internationale Fernmeldeverwaltung ITU die Welt in drei Zonen aufgeteilt hat. Insbesondere in der Region 2, also Nord- und Südamerika, unterscheiden sich die Frequenzzuweisungen erheblich vom Rest der Welt, auch wenn es Überschneidungen gibt, beispielsweise im weltweit genutzten Band 1 oder der globalen Freigabe vieler Kanäle für WLAN. Aber auch sonst sind Frequenznutzungspläne selbst in der EU immer noch Sache der Nationalstaaten, auch wenn sich die Mitgliedsländer in den letzten Jahren dabei sehr eng abstimmen.

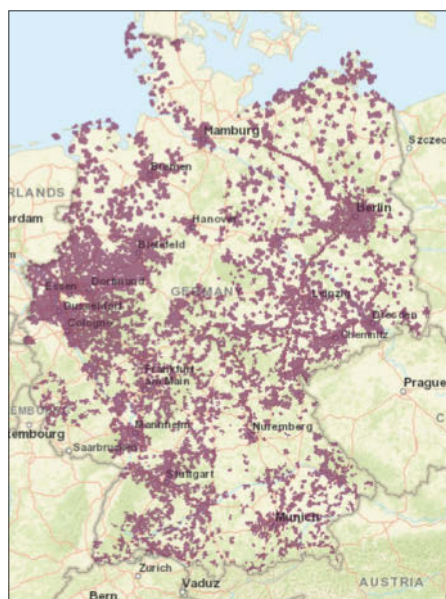
Der Leistungsträger in den 5G-Netzen ist hierzulande das Band n78 bei 3,6 GHz. Voriges Jahr haben die Telekom und Vodafone je 90, Telefónica 70 und 1&1 Drillisch 50 MHz breite Bänder aus dem Spektrum ersteigert. Anders als die meisten bisherigen Zuweisungen besteht das 3,6-GHz-Band nicht aus gepaarten Frequenzen, also getrennten Bändern für Sende- und Empfangsrichtung (FDD, Frequency Division Duplex), sondern aus einem gemeinsamen Band für Sende- und Empfangsbetrieb (TDD, Time Division Duplex).

Bei einer Bandbreite von 90 MHz lässt sich, eine stabile Verbindung mit guten Signalen vorausgesetzt, eine Datenrate von rund 1 GBit/s erreichen. Bei der hohen Frequenz machen sich Hindernisse aller-

## Frequenzzuweisungen für Mobilfunk in Deutschland

Frequenz [MHz]	Bandbezeichnung	Nutzung	Modus	Bemerkungen
700	28/n28	4G, 5G (ehem. DVB-T)	FDD	DSS
800	20	4G	FDD	
900	8	2G, 4G	FDD	
1500	32	4G	Simplex	nur Downstream
1800	3/n3	4G, 5G (2G auslaufend)	FDD	DSS
2100	1/n1	4G, 5G (3G auslaufend)	FDD	DSS
2600	7	4G	FDD	
3600	n78	5G	TDD	





Die Telekom hat ihr 5G-Netz in der Fläche bereits ordentlich ausgebaut. In den kommenden Monaten sollen noch zahlreiche weitere Antennen ans Netz gehen.

dings sehr stark bemerkbar und beeinträchtigen die Funkverbindung. Mauern beispielsweise, die auf 700, 800 oder 900 MHz noch problemlos durchdrungen werden, erweisen sich auf 3,6 GHz oft als undurchdringbar. Da mit steigender Frequenz auch die Streckendämpfung zunimmt, fallen die Funkzellen auf 3,6 GHz zudem spürbar kleiner aus als auf 1800 oder 700 MHz.

Auf 1800 und 700 MHz steht erheblich weniger Spektrum bereit, die Funkzellen können deshalb deutlich weniger Daten übertragen, typischerweise um die 100 MBit/s pro 10 MHz belegtem Spektrum. Die Zellen fallen dafür deutlich größer aus als bei 3,6 GHz. An freien Standorten kann eine 700-MHz-Zelle einen Radius von drei bis vier Kilometern abdecken. Außerdem verbessert sich der Empfang in Gebäuden bei niedrigerer Frequenz.

In Deutschland noch nicht zugewiesen sind Bänder aus dem mmWave-Spektrum, den sogenannten Millimeterwellen. Sie gehören nach der Definition zu einem neuen Frequenzbereich (Frequency Range 2, FR2). Millimeterwellen beginnen per Definition eigentlich erst bei 30 GHz, die möglichen künftigen 5G-Bänder jenseits von 6 GHz werden aber unter diesem Schlagwort zusammengefasst.

mmWave-Bänder umfassen sehr große Frequenzbereiche von hunderten bis tausenden MHz. Sie zeichnen sich

durch extrem hohe erzielbare Datenraten bei gleichzeitig sehr niedriger Reichweite und sehr hoher Empfindlichkeit gegenüber Hindernissen aus. Bei Frequenzen um 30 GHz und darüber reicht es schon aus, das Gerät beispielsweise mit der Hand zu bedecken, um das Empfangssignal spürbar zu dämpfen.

Die Frequenzbänder des FR2 sind nur für den Downstream vorgesehen. Sie könnten dort zum Einsatz kommen, wo auf kleiner Fläche sehr hoher Bedarf für Datendurchsatz besteht, etwa in Fußballstadien, Messehallen oder Flughäfen.

Für den Upstream sind die Bänder uninteressant: Mobile und miniaturisierte Sender für derart hohe Frequenzen wären nicht nur teuer und aufwendig in der Herstellung, sondern würden auch mögliche Gesundheitsrisiken bergen. Die Absorptionsrate solcher Wellen sehr geringer Länge in Gewebe ist sehr hoch und die freiwerdende Wärme konzentriert sich auf sehr kleine und teilweise besonders sensible Bereiche des menschlichen Körpers.

In der Basisstation ist der Einsatz indessen unbedenklich: Schon eine Entfernung von wenigen Metern zur Basisstation, beispielsweise zu einer Hallendecke, senkt die Signalpegel durch die hohe Freiraumdämpfung auf ein unkritisches Maß ab.

## Geteiltes Spektrum

Mit Dynamic Spectrum Sharing (DSS) ist die gleichzeitige Nutzung eines Frequenz-

bereichs für 4G und 5G möglich, die Aufteilung wird je nach Bedarf in Sekundenbruchteilen verändert. In Deutschland wird diese Technik von der Telekom und Vodafone bereits eingesetzt, allerdings ausschließlich auf den Bändern, in denen Up- und Downstream getrennt sind. Die zusätzlichen Kapazitäten, die jetzt für 5G aufgebaut werden, verbessern also auch die Versorgung für 4G-Kunden.

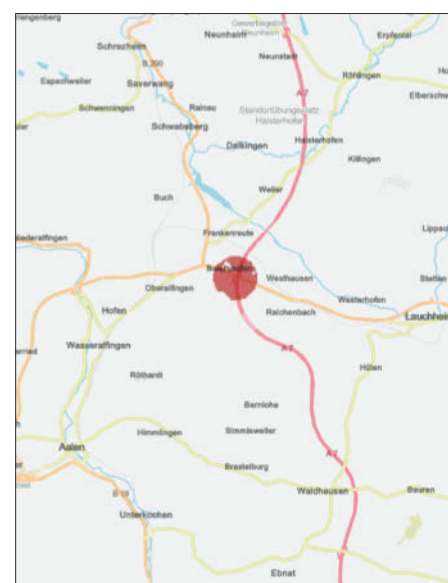
Theoretisch wäre auch im 3,6-GHz-Band mit seinem Zeitschlitzverfahren (TDD) eine geteilte Nutzung durch DSS möglich, allerdings würde eine solche Konfiguration die Leistung der Funkzellen senken. Im Alleingang geht das allerdings nicht: Sende- und Empfangsbetrieb im 3,6-GHz-Band müssen in frequenzmäßig oder räumlich benachbarten Netzen stets synchron laufen. An den Landesgrenzen sind also auch internationale Absprachen erforderlich. Die Zeitschlitzte, in denen die Basisstation sendet, die Schutzzeiten zur Übergabe und die Zeiten, in denen die Mobilgeräte senden, die sogenannte Frame Structure, müssen überall gleich sein. Ist das nicht gegeben, stören sich benachbarte Basisstationen und Mobilteile gegenseitig.

## Netzausbau

Vodafone und die Telekom gehen ganz unterschiedlich an den 5G-Netzausbau heran. Bei der Telekom liegt der Schwerpunkt im Band 1, also 2100 MHz. Das bestehende 3G-Netz auf 2100 MHz wird



Vodafone weist auf seiner Netzkarte zahlreiche 5G-Standorte aus ...



... hinter denen sich bisweilen nur eine einzige 5G-Funkzelle verbirgt.



Bild: Vodafone

**Der Gigacube 5G ermöglicht eine leistungsfähige Heimvernetzung per Mobilfunk. Allerdings sind die Kosten deutlich höher als für einen Festnetzanschluss.**

durch 5G ergänzt. Der Vorteil für die Telekom ist, dass sie damit relativ schnell starten kann. Schon vor Jahren sind die konventionellen Basisstationen bei allen Netzbetreibern nach und nach durch Single RAN ersetzt worden, die alle für die Basisstation nötigen Komponenten zusammenfassen und alle gängigen Mobilfunktechnologien von 2G bis 5G beherrschen. Um eine Zelle von 3G auf 5G umzustellen, muss lediglich die Konfiguration in der Software geändert werden.

Insgesamt verfügt die Telekom in diesem Spektrum über 20 MHz. 10 davon hat sie vorzeitig von Telefónica übernommen, die Übergabe wäre eigentlich erst zum kommenden Jahreswechsel fällig gewesen. Die Zuweisung für 3G hat man halbiert, 15 der 20 MHz in Band 1 gehen bereits jetzt an 5G.

Anders geht Vodafone die Sache an: Dort konzentriert man sich in der Fläche zunächst auf den Bau des Basisnetzes auf 700 MHz, um eine möglichst gute Abdeckung in bereits versorgten Gebieten zu erreichen. Wo ein höherer Bedarf besteht, werden zusätzlich Zellen auf 1800 und 3600 MHz in Betrieb genommen. Das Unternehmen will die Abdeckung insbesondere in ländlichen Bereichen ausbauen, weil es sich durch die dort vielerorts mangelhafte DSL- und Kabel-Infrastruktur einen hohen Bedarf für schnelle Mobilfunkzugänge ausrechnet. Mit dem 5G-Router Gigacube fürs Heimnetz bietet Vodafone auch gleich die passende Hardware dafür an.

700 MHz dient dabei nicht nur der besseren Versorgung in ländlichen Bereichen, sondern kommt auch in Städten zum Einsatz. Dort geht es weniger um die Grundversorgung in der Fläche, sondern um die höhere Eindringtiefe in Gebäuden.

### Basisstationen

Die Basisstationen auf 3,6 GHz sind üblicherweise mit sogenannten Gruppenantennen ausgerüstet. Typischerweise 32 oder 64 Strahler sind bei diesen gleichmäßig auf einer quadratischen oder rechteckigen Fläche angeordnet. Durch eine Ansteuerung mit einer Phasendifferenz lässt sich das Richtdiagramm verändern. Mit diesem Beamforming lässt sich beispielsweise eine Gegenstelle mit schlechtem Empfang aus dem Rauschen kratzen, ein Bereich mit besonders hoher Nachfrage besser ausleuchten oder der Versorgungsbereich in vertikaler Richtung ausweiten, beispielsweise um von einem Hochhausdach in steilem Winkel nach unten eine Straßenschlucht auszuleuchten.

Der Einsatz zahlreicher Antennen bedeutet aber nicht nur ein variables Richtdiagramm, sondern ermöglicht auch den Einsatz von Massive MIMO (Multiple Input Multiple Output). Die dadurch entstehenden Mehrfachverbindungen sorgen nicht nur für eine stabilere Datenübertragung, sondern erhöhen die Kapazität der Funkzelle insgesamt. Erhöht sich die Zahl der Nutzer in einer Zelle, steigt dann auch die verfügbare Kapazität – allerdings hat dieser Effekt Grenzen. Eine Verdopplung

der Nutzerzahlen führt nicht auch zu einer Verdopplung des möglichen Datendurchsatzes.

Die Vorgänge sind hochkomplex und die Netzbetreiber sammeln Erfahrungen mit dem Betrieb in der Praxis. Durch Software-Updates und Feinabstimmungen der Zelle und der Funkabdeckung wird die Leistungsfähigkeit der Basisstationen im Laufe von Monaten und Jahren vermutlich immer besser werden.

Insgesamt beträgt die maximale Sendeleistung von 5G-Basisstationen in der Regel um die 200 Watt. Diese wird aber sehr selten wirklich ausgeschöpft, denn es wird stets nur so viel Leistung wie nötig eingesetzt, und die Regelung ist dynamisch. In fast allen Fällen wird die maximale mögliche Leistung von vorneherein auf einen niedrigeren Wert begrenzt, um benachbarte Zellen nicht zu stören, oft auf 40 Watt und weniger. Je kleiner die Zellen werden, desto geringer fällt die erforderliche Sendeleistung aus, mit fortschreitendem Netzausbau sinkt die Sendeleistung der einzelnen Stationen also tendenziell.

Für jede Basisstation muss eine sogenannte Standortbescheinigung bei der Bundesnetzagentur erteilt werden, die sicherstellt, dass die Grenzwerte zum Schutz von Personen in elektromagnetischen Feldern eingehalten werden. Im Antrag wird der Worst Case durchgerechnet, inklusive der möglichen Antennengewinne durch Beamforming. Da Basisstationen mit hoher Sendeleistung typischerweise hoch und frei angebracht sind, werden die vom Gesetzgeber ohnehin sicherheitshalber sehr niedrig veranschlagten Grenzwerte meist noch deutlich unterschritten.

Für die Mobilfunknutzer sind die Ausstrahlungen des eigenen Geräts die mit Abstand stärksten Felder, denen sie ausgesetzt sind. Von den 200 Watt einer 50 oder 100 Meter entfernten Basisstation kommt beim Anwender deutlich weniger Sendeleistung an, als von den 200 Milliwatt des Geräts, das direkt vor ihm auf dem Tisch liegt oder gar am Ohr gehalten wird. Die tatsächlich eingesetzte Sendeleistung ist aber auch am Smartphone meist stark reduziert, weil immer dichter ausgebaute Netze immer weniger Sendeleistung erfordern.

Bürgerinitiativen, die aus Angst vor vermeintlich gefährlicher Strahlung 5G-Antennen lieber an den Ortsrand verbannt sehen wollen, machen einen strategischen Fehler, weil damit die Verbindungen



schlechter werden und die erforderliche Sendeleistung sogar noch steigt. Je mehr Basisstationen vorhanden sind und je kürzer die zu überbrückenden Distanzen werden, desto geringer wird die erforderliche Sendeleistung sowohl auf Seite der Basisstationen als auch auf Seite der Mobilfunkgeräte.

## Boost für die Infrastruktur

Moderne Mobilfunknetze sind ein Motor für den Ausbau von Glasfasernetzen. Die Backbone-Anbindung von Basisstationen, die auf 5G aufgerüstet werden, muss in vielen Fällen ertüchtigt werden. Standorte werden in aller Regel nicht mit Rundstrahlantennen ausgestattet, sondern mit typischerweise drei Sektorstrahlern. Eine voll aufgerüstete Basisstation, die auf 3,6 GHz und anderen Bändern 4G und 5G anbietet, benötigt eine Glasfaserverbindung mit 10 GBit/s, um optimale Datentransferraten anbieten zu können.

Anders sieht es bei Stationen aus, die die deutlich schmalen Bänder bei 2,1, 1,8 und 0,7 GHz versorgen. In vielen Fällen reicht eine Richtfunkverbindung, deren Technik sich in den vergangenen Jahren auch weiterentwickelt hat und leistungsfähiger geworden ist.

Standorte mit bestehender 4G-Versorgung können den zusätzlichen Datenverkehr oft über eine bestehende Richtfunkstrecke schultern, wenn diese gegebenenfalls ertüchtigt worden ist. Mittel- bis langfristig kommen die Provider aber nicht um einen Ausbau ihrer Glasfaserstrecken bis zu den Basisstationen herum. Treiber sind dabei nicht nur technische, sondern auch wirtschaftliche Erwägungen: Glasfaserstrecken sind in der Errichtung teuer und im Betrieb billig, bei Richtfunkstrecken ist es andersherum.

## Das Ende von UMTS (3G)

Das veraltete 3G-Netz wird ab Mitte kommenden Jahres bei allen Netzbetreibern außer Betrieb gehen. Die dadurch freiwerdenden Frequenzen werden für 4G und 5G genutzt, was die Leistungsfähigkeit des Netzes noch einmal erhöht. Je nach Quelle wickelt das 3G-Netz derzeit nur noch ungefähr 3 bis 5 Prozent des gesamten Datenverkehrs ab. Die meisten Netzbetreiber und Service Provider haben ihre alten 3G-Tarife umgestellt und ermöglichen auch Altkunden die Nutzung des 4G-Netzes ohne Vertragsumstellung.

Alte 3G-Geräte lassen sich in Deutschland nach der Abschaltung des 3G-Netzes

nur noch zum Telefonieren im 2G-Netz einsetzen. Ein solches Gerät sollten Sie sich auch gebraucht zum Schnäppchenpreis nicht mehr andrehen lassen. Für Internetverbindungen sind die permanent überlasteten Datenverbindungen im 2G-Netz komplett unbrauchbar. Wenn Sie ein neues Gerät beschaffen, könnten Sie ja gleich zu einem 5G-Gerät greifen, eine Auswahl finden Sie ab Seite 64.

Um das verbliebene 2G-Netz nicht mit zu vielen Telefonaten zu belasten, gibt Vodafone Voice over LTE (VoLTE) nun auch für Prepaid-Kunden frei. Das allerdings beherrschen nicht alle Geräte. Oft muss die Funktion manuell im Standard- oder Service-Menü freigeschaltet werden, bei einigen Modellen, etwa dem Oneplus 5, sind dafür noch weitergehende Maßnahmen erforderlich.

Das 2G-Netz wird uns noch etliche Jahre erhalten bleiben. Es dient weiterhin als Telefonie-Rückfallebene für Geräte, die kein VoLTE oder Vo5G beherrschen, und als Mobilfunkanbindung für zahlreiche ältere Machine-to-Machine-Anwendungen (M2M), beispielsweise für Sensoren oder zur Standortübermittlung von Fahrzeugen.

## Fazit

Das 5G-Netz bringt Mobilfunknutzern einen deutlich spürbaren Performance-Schub durch höhere Datenraten und geringere Latenz. Wer noch nicht in neue Geräte und teurere Tarife investieren mag, profitiert trotzdem vom Netzausbau, denn viele der zusätzlich für 5G geschaffenen Kapazitäten lassen sich auch mit 4G-Geräten nutzen.

Das größte Problem sind derzeit die Geräte. Viele von ihnen lassen sich immer noch nicht in allen in Deutschland eingesetzten Frequenzbändern benutzen (siehe S. 60). Je nach Netzbetreiber patzt das eine oder andere Gerät im einen oder anderen Frequenzbereich. Wer kann, sollte eine Neubeschaffung deshalb noch ein Jahr hinauszögern, dann dürften diese Kinderkrankheiten askuriert sein.

Wer 5G schon heute nutzen will, muss den richtigen Netzbetreiber und den richtigen Tarif wählen. Der Unterschied im Netzausbau ist derzeit noch erheblich. Weit in Führung liegt die Telekom, deren Vorsprung wird Vodafone wohl so bald nicht aufholen können. Telefónica ist bislang noch nicht einmal mit 5G gestartet.

(uma@ct.de) 

## 5G-Tarife

Für die Nutzung des 5G-Netzes braucht man nicht nur ein geeignetes Endgerät, sondern auch einen passenden Tarif. In Deutschland ist gerade erst das 4G-Netz für alle Mobilfunkkunden freigegeben worden. All die Jahre vorher mussten sich Kunden mit bestimmten Tarifen mit dem deutlich langsameren und schlechter versorgten 3G-Netz herumärgern. Jetzt müssen viele Kunden auf das 5G-Netz warten, wenn sie nicht Tarif oder Netzbetreiber wechseln wollen.

Die Telekom liegt nicht nur beim 5G-Netzausbau in Führung, sondern auch bei den 5G-Tarifen. Alle aktuellen Laufzeittarife bieten bereits 5G ohne Aufpreis, Prepaid-Kunden können das neue Netz für 3 Euro im Monat hinzubuchen. In Altverträgen ist möglicherweise ein Wechsel in einen Tarif mit 5G erforderlich.

Bei Vodafone kommen bislang nur Kunden mit Laufzeitvertrag in den Genuss von 5G. Prepaid-Kunden müssen noch warten. Bei O2 gibt es gar kein 5G-Angebot.

Düster sieht es derzeit noch bei den virtuellen Netzbetreibern (MVNO) und den Service Providern aus, auch wenn sie das Telekom- oder Vodafone-Netz nutzen. Diese haben gerade erst uneingeschränkten Zugriff auf das 4G-Netz bekommen, weil 3G abgeschaltet wird. Wann sie ihren Kunden auch 5G-Zugänge anbieten können, ist bislang unklar.

Wo ein schnelles Mobilfunknetz vorhanden ist, kann es sogar als Ersatz für einen Festnetzanschluss dienen. Vorteil für 5G-Nutzer ist die spürbar größere Datenrate des Zugangs im Vergleich zu 4G, die in mit 3,6 GHz versorgten Gegenden durchaus mit den schnellsten Breitbandanschlüssen per TV-Kabel mithalten kann und DSL-Anschlüsse locker schlägt.

Allerdings sind die Kosten für eine Flatrate relativ hoch; Unbegrenztes mobiles Surfen schlägt bei der Telekom und Vodafone mit monatlich 80 bis 85 Euro zu Buche, ist also mehr als doppelt so teuer wie ein schneller Festnetzanschluss.





# 5G im Fünferpack

## 5G-Smartphones von Huawei, LG, Motorola, Oppo und Samsung

**Der schnelle und zukunftsichere Mobilfunkstandard 5G findet seinen Weg in die Smartphone-Mittelklasse. Im Test von fünf Geräten zeigen sich dabei allerdings noch viele große und kleine Probleme – und zwei Totalausfälle.**

Von Robin Brand und Steffen Herget

**D**er 5G-Standard soll nichts Geringeres schaffen, als die nächste digitale Revolution anzuschieben. Damit das gelingen kann, muss der neue Funkstandard allerdings erst einmal im Alltag der Menschen ankommen. Dazu sind nicht nur die entsprechenden Netze nötig, die sich derzeit im Aufbau befinden – siehe der vorige Artikel auf Seite 58 –, sondern auch passende Endgeräte. 5G-Smartphones gibt es seit rund einem Jahr zu kaufen, die ersten Modelle waren jedoch allesamt in der Preisklasse um 1000 Euro angesiedelt. Das ist zu viel für den Durchbruch im Massenmarkt.

Mittlerweile findet die neue Technik ihren Weg in die Preisbereiche um 500 Euro. Das ist einerseits gut für die Kunden, die nun weniger Geld in die Hand nehmen müssen, um bei 5G dabei zu sein. Andererseits profitieren auch die Hersteller davon, denn in der Mittelklasse wird der Löwenanteil der Geräte verkauft. Wer hier schon 5G anbieten kann, ist der Konkurrenz einen Schritt voraus.

Zu den Herstellern, die bereits früh auf 5G gesetzt haben, zählen Samsung und Huawei, die mit dem Galaxy A90 und dem P40 Lite in diesem Vergleich mitspielen. LG versucht mit dem neuen Modell Velvet, das Schiff nach turbulenten Jahren mit sinkenden Marktanteilen wieder in ruhigere Fahrwasser zu steuern. Bei Motorola geht das Edge auf Kundenfang in der Mittelklasse. Noch recht neu in Deutschland ist der chinesische Hersteller Oppo, in

dessen Sortiment das Find X2 Lite den Einstieg in 5G darstellt. Vor Redaktionsschluss haben unter anderem Motorola, Nokia, OnePlus, Xiaomi und ZTE weitere 5G-Smartphones ab 350 Euro angekündigt. Da diese uns nicht rechtzeitig erreicht haben, finden sie in diesem Test keine Berücksichtigung.

### Technische Unterschiede bei 5G

Die Hürden für die Smartphone-Hersteller, 5G-kompatible Chipsets und Modems einzubauen, werden mit dem Fortschritt der Technik immer kleiner. Das ist durchaus wörtlich zu nehmen, denn 5G macht weitere Antennen ebenso nötig wie neue Funkmodule, die in den ersten Generationen noch separat vom eigentlichen System on a Chip (SoC) sind. Wer einmal einen Blick ins Innenleben eines modernen Smartphones geworfen hat, weiß: Dort geht es richtig eng zu.

Nur konsequent, dass die ersten 5G-Smartphones große Telefone sind, die zudem hier und da ein wenig dicker sind als die Konkurrenz ohne 5G. Das liegt auch am Akku, denn 5G verbraucht im Handy etwas mehr Strom als LTE, weshalb die Hersteller starke Akkus verwenden.

Die fünf Smartphones in diesem Vergleich haben drei verschiedene Chipsets an Bord. Der Qualcomm Snapdragon 855 mitsamt dem Modem X50 ist nicht mehr ganz aktuell. Dem Samsung Galaxy A90 verhilft der 2019er-Topchipsatz in diesem Vergleich dennoch zu den Bestmarken im Benchmark-Vergleich. Neuer ist der Snapdragon 765G, der speziell für die gehobene Mittelklasse konzipiert wurde und ein integriertes 5G-Modem besitzt. Anders als der noch leistungsstärkere Snapdragon 865 unterstützt der 765G keinen LPDDR5-RAM, sondern nur LPDDR4X. Drei Smartphones in unserem Testfeld haben den Snapdragon 765G an Bord: LG Velvet, Motorola Edge und Oppo Find X2 Lite.

Huawei geht andere Wege und entwickelt seine Prozessoren selbst. Im P40

Lite verwendet der chinesische Hersteller einen Kirin 820. Dessen Leistung ist in den üblichen Benchmarks in etwa auf einer Höhe mit dem Snapdragon 765G und damit ein Stück unter dem Snapdragon 855 angesiedelt. Das 5G-Modem ist im Chip integriert.

## 5G auf dem Smartphone – warum eigentlich?

5G hat auf dem Papier messbare Vorteile gegenüber den älteren Funkstandards. Der auf den ersten Blick wichtigste: Die Geschwindigkeit im Up- und Downstream ist um ein Vielfaches höher. Im Test mit den Mittelklasse-Smartphones in verschiedenen 5G-Zellen in Berlin zu unterschiedlichen Zeiten haben wir mit bis zu 783 MBit/s Daten heruntergeladen. Beim Upload ging es hoch auf bis zu 126 MBit/s. Solche Geschwindigkeiten erreichen nur die allerwenigsten Kabel- oder VDSL-Anschlüsse zu Hause, von Mobilfunk ganz zu schweigen. In den LTE-Messungen erreichten die fünf Smartphones im Downstream meist zwischen 35 und 50 MBit/s, im Upstream selten mehr als 10 MBit/s.

Aber bringt so ein Highspeed-Zugang am Smartphone merkliche Vorteile, vor allem bei günstigeren Smartphones? Tatsächlich ist bei normalen Dingen wie Surfen im Browser, Video- und Musik-Streaming oder Spielen kaum ein Unterschied zwischen 5G-Netz und LTE-Verbindung zu merken. Das liegt auch daran, dass viele Apps und Inhalte für die mobile Nutzung passend komprimiert sind und noch gar nicht von mehr Speed profitieren. Dass ein Netflix-Film fürs Schauen unterwegs im 5G-Netz binnen ein, zwei Sekunden heruntergeladen ist, beeindruckt aber doch.

## Ein weiterer Weg ins Netz

Zu den Pluspunkten von 5G zählt zudem die geringe Latenz – theoretisch. Im Praxistest lag diese allerdings im Durchschnitt bei knapp 15 Millisekunden und war damit keineswegs schneller als im LTE-Netz. Im Gegenteil, bei Kontrollmessungen lag die Latenz mit 4G ab und an sogar knapp darunter bei 10 bis 12 Millisekunden. Das spricht dafür, dass noch immer kein „echtes“ 5G zum Einsatz kommt, sondern der neue Funkstandard als zusätzlicher Payload-Kanal verwendet wird. Die Kontrollverbindung findet nach wie vor über LTE statt. Vereinfacht gesprochen: Der Aufbau der Verbindung erfolgt über 4G, die Datenübertragung dann über 5G.

Einen greifbaren Vorteil hat man als 5G-Pionier allerdings: Die Funkzellen sind derzeit noch weitgehend leer, da es kaum passende Endgeräte und Tarife in der Bevölkerung gibt. Wenn die 3G- und 4G-Netze an einem Standort, an dem auch 5G vorhanden ist, stark ausgelastet sind, kann das dazu führen, dass ein 5G-Smartphone eine ultraschnelle Verbindung hat, während der Rest überhaupt nicht mehr ins Netz kommt. Das erinnert an die erste Zeit mit LTE, als 4G noch ein Luxus war. Hat die Masse der Nutzer nur 3G und 4G zur Verfügung, ist 5G eben noch ein zusätzlicher Weg ins Netz, den man sich derzeit kaum mit anderen teilen muss. Wer sich häufig in Gegenden mit 5G bewegt und zwingend auf einen jederzeit verfügbaren Mobilfunkzugang angewiesen ist, sollte das bedenken.

## Der Teufel steckt im Detail

Einfach die 5G-SIM in das Smartphone stecken und den Datenturbo genießen – das wäre schön, entspricht aber nicht der momentanen Realität. Das hängt vor allem mit den Smartphones, aber auch mit den Angeboten der Provider zusammen.

Beispiel Telekom: Der Bonner Anbieter betreibt derzeit das größte 5G-Netz in Deutschland, zuletzt wurde es durch die Integration des n1-Bandes (2100 MHz, bisher von UMTS/HSPA genutzt) deutlich ausgeweitet. Das sieht auf der Karte mit der Netzabdeckung gut aus, nur sind es eigentlich zwei Netze statt einem. Problem dabei: Keines der fünf Handys in diesem Vergleich unterstützt 5G über n1 bereits, einzig das weit weniger ausgebaute, dafür viel schnellere n78-Band (3500 MHz, aus der Versteigerung 2019) ist momentan nutzbar. Das Galaxy A90 bietet n1 auch künftig nicht an, zudem muss die Kundschaft sich vor dem Kauf für das Telekom- oder Vodafone-Modell entscheiden – das A90 gibt es in zwei unterschiedlichen Varianten. Das Find X2 Lite bekommt n1 per Update voraussichtlich Ende September, wenn Oppo den eigenen Zeitplan einhält. Das P40 Lite unterstützt technisch bereits n1, aber noch nicht im Zusammenspiel mit dem Netz der Telekom.

Diese drei Handys funken aber wenigstens im n78-Band. Das Motorola Edge und das LG Velvet können derzeit nicht einmal das. Die Hersteller bewerben bei diesen beiden Modellen 5G-Konnektivität, liefern diese in der Praxis aber nicht. Das Edge soll, so Motorola auf Nachfrage, „im Laufe dieses Jahres“ das 5G-Update erhalten. Man habe, so begründete ein Unternehmenssprecher, das Smart-

phone „so zukunftsicher wie möglich machen wollen“. Die erhebliche Einschränkung, dass 5G derzeit nicht auf dem Gerät funktioniert, geschweige denn, wann genau das Update eingespielt wird, sucht man auf der Produktseite vergeblich.

Auch bei LG haben wir nachgefragt, warum sich das Velvet nicht ins 5G-Netz einbucht. Die Kombination aus Firmware und SIM ist das Problem: Der Hersteller erklärt, man habe die Software zusammen mit O2 und 1&1 entwickelt, da diese das Velvet ins Sortiment aufgenommen hätten. Telekom und Vodafone hätten sich dagegen entschieden, das Velvet zu verkaufen, weshalb „das Telefon nicht mit dem 5G-Netz dieser beiden Betreiber funktioniert“. Damit funktioniert es nun allerdings erst einmal überhaupt nicht im 5G-Netz, da weder O2 noch 1&1 schon eine für den Endkunden nutzbare 5G-Infrastruktur haben. Auch LG zeigt auf der Produktseite keine Warnung für Kunden, die das Gerät ohne SIM-Lock im freien Handel kaufen möchten, dass das Smartphone 5G nicht im Telekom- oder Vodafone-Netz beherrscht.

Das erinnert an die Einführung von LTE in den ersten Smartphones. Damals versuchten Hersteller und Provider, die Kunden bei der Netzwahl einzuschränken und die Smartphones – und damit die Kunden – im eigenen Netz zu halten. Das Ende ist bekannt: Mit der steigenden Verbreitung von LTE fielen diese kundenunfreundlichen Schranken innerhalb von wenigen Monaten. Das ist auch bei – zukünftigen – 5G-Smartphones zu erwarten.



Nur zwei der fünf 5G-Smartphones bieten Dual-SIM, das Oppo Find X2 Lite nicht einmal eine Speichererweiterung.



## Huawei P40 Lite 5G

Das P40 Lite schleppt als ein aktuelles Huawei-Smartphone eine massive Hypothek mit sich herum: die fehlenden Google-Dienste. Das schränkt die Nutzbarkeit des Smartphones durch die App-Auswahl und mangelnde Unterstützung von vielen bekannten Diensten stark ein, selbst wenn es in der Huawei App Gallery und in alternativen App-Stores für viele Dinge mittlerweile Ausweichmöglichkeiten gibt. Das sollte allen Käufern der aktuellen Huawei-Smartphones bewusst sein.

Die Tatsache, dass Huawei keine Google-Dienste mehr anbietet, hat im Prinzip keine Auswirkungen auf die Sicherheitspatches von Android. Diese Updates sind Teil des Android Open Source Project. Allerdings hängt das P40 Lite zum Redaktionsschluss für diesen Artikel noch auf dem Stand von Mai 2020 fest und hinkt damit dem aktuellen Stand zwei Monate hinterher. Bei den Topmodellen ist Huawei mit den Patches schneller.

Abseits der fehlenden Google-Dienste ist das P40 Lite ein gut ausgestattetes und ansehnliches Smartphone. Der Kirin-820-Prozessor hat eine mehr als solide Performance zu bieten und macht auch bei Spielen eine ordentliche Figur – sofern die ohne Google-Dienste laufen. Die vier Kameras auf der Rückseite machen Bilder mit bis zu 64 Megapixel. Die Speicherausstattung ist mit 6 GByte RAM und 128 GByte Flash vollkommen ausreichend. Für die Speichererweiterung ist eine NM-Card von Huawei nötig, eine handelsübliche microSD-Karte passt nicht.

Das Display hat eine ordentliche Helligkeit und stellt Farben naturgetreu dar. Die Kontraste sind allerdings nicht ganz so ausgeprägt wie bei einem OLED-Display, die Blickwinkelstabilität ist weniger gut, die Ausleuchtung nicht ganz so gleichmäßig.

- ↑ schnellste 5G-Performance im Vergleich
- ↓ kein Google
- ↓ kein OLED
- Preis: 400 Euro

## Die Akkulaufzeit ist kein großes Problem

5G auf Smartphones eilt der zweifelhafte Ruf voraus, ein echter Akku-Killer zu sein und die Laufzeit drastisch zu verkürzen. Dieses Problem wird mit fortschreitender Technik allerdings geringer. Im Vergleichstest haben wir die drei Smartphones von Huawei, Oppo und Samsung, die bereits in 5G funken können, einen 90 Minuten langen Film von YouTube streamen lassen, zunächst im 5G-Netz, dann über LTE, jeweils mit einer Displayhelligkeit von 200 cd/m².

Das Galaxy A90 mit dem 5G-Chip der ersten Stunde opfert für diese anderthalb Stunden 5G-Streaming 14 Prozent Akku-



## LG Velvet

Alles auf null: Angesichts roter Zahlen in der Smartphone-Sparte und weiter sinkender Marktanteile versucht es LG mit einer ganz neuen Modellreihe. Anstatt eines neuen G- oder V-Modells präsentieren die Südkoreaner mit dem Velvet ein schickes Oberklasse-Gerät. Das in die Länge gezogene Display im 20,5:9-Format erinnert an aktuelle Sony-Geräte. Auf der Vorderseite wie auch auf der Rückseite sind die Kanten leicht abgerundet, so bleibt das Smartphone trotz 6,8 Zoll Bildschirmdiagonale einigermaßen schmal und liegt gut in der Hand. Obwohl LG das Velvet mit 5G bewirbt, funkt dieses nur im (noch nicht ausgebauten) O2- und 1&1-Netz auf den neuen Funkstandard.

Von der Masse hebt es sich ab dank einer Hülle, die es um einen zweiten Bildschirm erweitert. Schon zuvor hatte LG unter anderem beim G8X (c't 25/2019, S. 116) mit einer Displayhülle experimentiert – und die Erfahrung macht sich in einer intuitiven Umsetzung im Bedienkonzept bemerkbar. Wer bestimmte Apps gerne in Kombination öffnet, kann diese sich gleich parallel öffnen und auf die Bildschirme verteilen lassen. Auch bei nur einer geöffneten App haben die zwei Screens Vorteile, zum Beispiel bei mehreren aktiven Tabs im Browser. Im Unterschied zu Faltphones hat die Hülle den Vorteil, dass man das zweite Display nur anklipst, wenn man es braucht. Zusätzlich unterstützt das LG Velvet Stift-eingabe. Sowohl Stift als auch Displayhülle kosten extra.

Auf ein überbordendes Kameraareal auf der Rückseite verzichtet LG; nur die Hauptkamera ragt leicht aus der Gehäuserückseite heraus. Ein optisches Tele sucht man vergeblich, die Kombination aus weitwinkliger Hauptkamera, Ultraweitwinkel und Tiefensensor fotografiert auf dem Niveau der Oberklasse-Konkurrenz. Dank IP68-Zertifizierung übersteht das LG Velvet auch ein Wasserbad; auch dass es sich drahtlos laden lässt (mit bis zu 9 Watt), hebt es von den Konkurrenten im Testfeld ab.

- ↑ Stiftunterstützung
- ↑ zweites Display als Zubehör
- ↓ nur im O2- und 1&1-Netz 5G-fähig
- Preis: 600 Euro

kapazität. Unter LTE sind es nur 10 Prozent. Das P40 Lite verbraucht in diesem Test im 5G-Netz 11 Prozent, über LTE 9 Prozent. Beim Find X2 Lite gibt es keinen Unterschied zwischen den beiden Netzen, 90 Minuten YouTube verbrauchen stets 11 Prozent Akku. Die betagte Chip-Plattform bei Samsung reduziert die 5G-Laufzeit also um 30 Prozent, beim Kirin sind es noch fast 20 Prozent. Erst der Snapdragon 765G scheint 4G und 5G gleich zu behandeln.

Unterschiede gibt es allerdings bei den Aufladegeschwindigkeiten der verschiedenen Hersteller. Besonders schnell schaufeln das Find X2 Lite und das P40 Lite den Akku wieder auf 100 Pro-





### Motorola Edge

Das Motorola Edge geht mit einem Nachteil aus unserem Vergleich: 5G funktioniert noch gar nicht, das Smartphone wartet hierfür noch auf ein Update. Das soll im Laufe des Jahres erscheinen. Aussagen über die Geschwindigkeit der Datenverbindung und die Auswirkungen auf die Akkulaufzeit können wir hierzu also nicht liefern. Dass Motorola schon seit dem Verkaufsstart im Mai das Edge als „das perfekte 5G-Smartphone“ auf seiner Homepage bewirbt, obwohl dieses zentrale Feature erst Monate später nachgeschoben wird, ist nicht die feine englische Art.

Kommen wird 5G aber sicher, und für diese Preisklasse bietet das Edge ein gutes Gesamtpaket. Das stark um die Längsseiten gebogene Display ist ein Hingucker, wirkliche Vorteile bringt der auffällige Bildschirm aber nicht. Die Performance des Snapdragon 765G ist im Alltag mehr als ausreichend. Die Dreifach-Kamera mit Ultraweitwinkel- sowie Teleobjektiv hat als Herzstück einen 64-Megapixel-Sensor, der in vielen Situationen sehr ansehnliche Ergebnisse liefert.

Eine sehr gute Leistung bietet der Akku im Edge, der in unseren Tests länger durchhält als bei vielen anderen Smartphones. Das dürfte dem Smartphone auch im 5G-Betrieb zugute kommen. Das Netzteil unterstützt schnelles Laden mit bis zu 18 Watt über USB-C. Drahtloses Laden über Qi ist nicht möglich.

Motorola verwendet Android 10 in einer weitgehend unveränderten Optik und stattet das Betriebssystem mit einigen praktischen Möglichkeiten zur Gestensteuerung aus. Bei den Sicherheitsupdates hängt das Edge meist etwa einen Monat den schnellsten Konkurrenten hinterher.

Mit einem Straßenpreis von 570 Euro ist das Edge eines der teuersten Geräte im Vergleich. Mit dem 400 Euro teuren Moto G 5G Plus bekommt es bald ein jüngerer Geschwisterlein.

↑ starker Akku  
 ↑ gute Triple-Cam  
 ↓ noch kein 5G  
 Preis: 570 Euro



### Oppo Find X2 Lite

Ein 5G-Smartphone, das auch tatsächlich im 5G-Netz funkt: eine Selbstverständlichkeit, sollte man meinen. Aber aufgrund der Patzer unter anderem von LG und Motorola ist dieses Verhalten des Oppo Find X2 Lite tatsächlich eine Erwähnung wert. Ebenfalls positiv: Ob das Gerät im 5G- oder 4G-Netz eingebucht war, hatte im Test keine Auswirkungen auf die Akkulaufzeit. Das war in unserem jüngsten Test mit High-End-Geräten noch anders gewesen (c't 9/2020, S. 108). Auch ansonsten sind die Laufzeiten des Oppo ordentlich. In weniger als einer Stunde ist der Akku befüllt.

Das OLED-Panel strahlt mit 526 cd/m<sup>2</sup> hell genug, um auch in der Sonne ablesbar zu bleiben – mit 6,4 Zoll ist es das kleinste im Testfeld. Wirklich klein ist das aber längst nicht, zum Vergleich: Vor rund zwei Jahren gehörte das Samsung Galaxy Note 9 mit ebendieser Bildschirmdiagonale noch zu den größten Smartphones.

Oppo liefert das Find X2 Lite mit Color OS 7 aus, einer angepassten Bedienoberfläche von Android 10. Die Änderungen sind überwiegend kosmetischer Natur. Verschiedene Design-Sets verändern den Stil der App-Icons. Häufig verwendete Apps oder Funktionen lassen sich in einer Seitenleiste hinterlegen, die wahlweise am linken oder rechten Rand wartet und mit einem Wisch in Richtung Bildschirmmitte aufgerufen wird. Ähnliche Lösungen haben Huawei, Samsung und Sony in ihre Bedienoberflächen implementiert.

Im Unterschied zu seinen teureren Schwestermodellen Find X2 und Find X2 Pro ist das Lite nicht im Android-Enterprise-Recommended-Programm gelistet, was drei Jahre lang Sicherheitspatches mindestens alle 90 Tage verspricht. Beim Find X2 Lite bleibt also abzuwarten, wie lange es der Hersteller mit Updates versorgen wird.

↑ funkt tatsächlich im 5G-Netz  
 ↑ schnell geladen  
 ↑ gutes Display  
 Preis: 470 Euro

zent. Schade unterdessen: Drahtlose Aufladung über Qi hat fast kein 5G-Smartphone in dieser Preisklasse, im Test lädt einzig das LG Velvet auch ohne Kabel.

### Typisch Oberklasse

Standardware ist der Rest der Ausstattung: Die Benchmark-Tests und die Nutzung im Alltag ergeben zusammen ein gutes Bild über die Leistungsfähigkeit der Smartphones. Allesamt haben sie eine mehr als ausreichende Leistung für alle Einsatzzwecke. Sowohl der Snapdragon 765G als auch der Snapdragon 855 und der Kirin 820 kommen mit allen Apps sowie modernen Spielen klar. Nutzer des

P40 Lite müssen dabei mit der Einschränkung leben, dass manche Spiele wie Asphalt 8 ohne die Google-Dienste auf dem Smartphone nicht laufen. Genügend Power ist allerdings vorhanden.

Die 5G-Technik geht teilweise zu Lasten der Dual-SIM-Möglichkeit. Käufer des Samsung, Oppo und LG müssen auf den zweiten SIM-Slot verzichten. Der interne Speicher der Smartphones, der bei allen Modellen 128 GByte groß ist, lässt sich nur beim Find X2 nicht per Speicherkarte erweitern. Erfreulich ist, dass in der Mittelklasse der Trend zum Verzicht auf die Kopfhörerbuchse noch nicht so weit vorangeschritten ist wie unter High-End-Geräten. Im Testfeld verzichtet einzig Samsung beim






## Samsung Galaxy A90

Das Galaxy A90 ist ein Smartphone aus dem Vorjahr und zählt damit zu den ersten 5G-Modellen auf dem Markt. Das merkt man bei der Kombination aus Prozessor und Modem. Der Snapdragon 855 war der High-End-Prozessor 2019 und hat jede Menge Power. Er ist in der Performance den aktuellen Mittelklasse-Smartphones überlegen. Das X50-Modem, das erste 5G-Modem von Qualcomm für Smartphones überhaupt, ist gar schon zwei Jahre alt und hinkt der Konkurrenz ein wenig hinterher. Die Befürchtung, dass der „alte“ Prozessor und das 5G-Modem die Laufzeit halbieren, wie das etwa beim S20 Ultra der Fall war, hat sich im Test nicht bestätigt – aber um rund ein Drittel brach die Laufzeit ein.

Bei den klassischen Smartphone-Kernkompetenzen ist das Galaxy A90 auch 2020 noch voll auf der Höhe. Das OLED-Display bietet strahlende Farben und knackige Kontraste. Die Kamera auf der Rückseite macht schöne Bilder bei gutem Licht und hat einen brauchbaren Nachtmodus. Sie besitzt neben dem normalen Objektiv ein Weitwinkel und eine Linse für Tiefeninformationen. Ein Tele-Objektiv hat das Galaxy A90 nicht. Die One-UI-Oberfläche von Samsung ist ausgereift und bietet viele Möglichkeiten, die Optik anzupassen. Der Speicher ist per microSD-Karte erweiterbar. Der Akku schafft einen ganzen Tag ohne Probleme, ohne 5G-Nutzung zählt er zu den stärksten in diesem Vergleich.

Ein Smartphone zu kaufen, das aus dem Vorjahr stammt, birgt aber auch Risiken, und zwar vor allem bei der Software. Das Galaxy A90 läuft zwar bereits auf Android 10, kam aber noch mit Android 9 auf den Markt. Wie viele große Updates da noch kommen werden, ist fraglich. Immerhin: Die monatlichen Sicherheitspatches liefert Samsung flott, wenn auch meist einige Tage später als bei den Top-Modellen aus. Ende 2021 dürfte damit aber Schluss sein.

 **Top Display**  
 **starker Prozessor**  
 **langsames 5G**  
**Preis: 500 Euro**

A90 auf eine 3,5-mm-Klinkenbuchse. An allen anderen Smartphones lässt sich ein kabelgebundener Kopfhörer direkt betreiben, beim A90 tuts ein USB-C-Adapter.

## Kamera-Einerlei

Ähnlich homogen ist das Feld in Sachen Kamera: Neben einer weitwinkligen Hauptkamera mit 48 (LG, Oppo und Samsung) respektive 64 Megapixeln (Huawei und Motorola) sitzt jeweils

eine Ultra-Weitwinkelkamera auf der Rückseite. Einzig das Motorola hat zudem ein zweifaches optisches Tele. Die zusätzlichen Tiefensensoren der anderen Geräte bieten in der Praxis kaum einen Mehrwert. Immerhin: Die dritte Kamera (von vier) des Huawei lässt sich für Makroaufnahmen direkt ansteuern.

Die Abbildungsqualität aller Smartphones liegt eng beieinander. Bei guten Lichtverhältnissen bilden die Hauptkameras die Motive smartphonetypisch mit kräftigen Farben ab. Recht kalt ist das Samsung abgestimmt, eher warm das Oppo. Dazwischen liegt das Motorola mit unspektakulärer, aber natürlicher Farbabstimmung.

Im Labor zeigen LG Velvet und Huawei P40 Lite Schärfeartefakte. Das Samsung A90 glättet stark während auf den Motiven des Motorola Edge schon bei 1100 Lux Rauschen auszumachen ist. Eine Schwäche teilen P40, Velvet und A90: Dunkle Farben saufen ab.

Bei guten Lichtverhältnissen hinterlässt das Motorola den besten Gesamteindruck – wobei sich die Ergebnisse nur um Nuancen unterscheiden. Bei abnehmendem Licht hingegen schießt das Huawei P40 Lite bei 5 Lux im Labor die hellsten und detailreichsten Fotos. Das A90 und Find X2 Lite dagegen glätten jegliche Details weg, und die Fotos des Velvet und des Edge geraten stark bläulich. Bei noch weniger Licht, 0,5 Lux im Labor, bringt keines der Smartphones noch brauchbare Fotos zustande – anders als so manche High-End-Modelle, die allerdings auch fast doppelt so viel kosten.

Zumindest bei gutem Licht sind die Ultra-Weitwinkel eine nette Spielerei. Die Abbildungsqualität reicht bei Weitem nicht an die der Hauptkameras heran. Einen Schriftzug auf unserem Testchart beispielsweise bildete einzig das Motorola so gerade lesbar ab. Auf dem Smartphone-Display betrachtet macht das aber nichts.

## OLED sticht LCD

Apropos Display: Diese sind auch in der 500-Euro-Klasse mittlerweile fast durch die Bank OLEDs, im Testfeld verwendet einzig Huawei für das P40 Lite ein LCD. Entsprechend weniger kräftig und kontrastreich als die Konkurrenz stellt dieses die Inhalte dar. Mit maximal 430 cd/m<sup>2</sup> bildet es auch in Sachen Helligkeit das Schlusslicht. In der Sonne reicht das gerade noch, auf dem mit maximal 617 cd/m<sup>2</sup> strahlenden Display des Edge liest es sich aber deutlich angenehmer. Zudem ist das Panel des Edge das einzige mit 90 Hz – das sorgt für eine flüssigere Darstellung von Scrollbewegungen. Die Kanten des Motorola-Smartphones wiederum sehen zwar spektakulär aus, bringen aber keinen Vorteil. Im Gegenteil provozierten sie im Test die ein oder andere Fehlbedienung und machen das Smartphone sehr empfindlich bei Stürzen. Ausreichend scharf sind die 1080p-Displays allesamt – und groß genug ebenso. Unter 6,4 Zoll geht nichts. Damit ist das Oppo noch einigermaßen hosenentaschentauglich. Das große LG mit 6,8 Zoll Schirm ragt aus kleineren Taschen gerne mal heraus.

## Fazit

Der Vergleich zeigt, dass die Smartphone-Mittelklasse bei 5G zwar schon mitspielt, aber nur mit Einschränkungen. Das n1-Band unterstützt keines der fünf getesteten Modelle, zwei haben gar noch überhaupt kein funktionierendes 5G zu bieten, obwohl die Hersteller schon damit werben – ein Unding.

5G in einem Smartphone für 500 Euro ist momentan noch kein Muss, im Gegenteil. Während in der teuren Luxusklasse der

neue Funkstandard langsam, aber sicher zur Norm werden wird und auch erwartet werden darf – alleine schon in Sachen Zukunftssicherheit –, sollte man in der Mittelklasse überlegen, ob man für ein Feature einen Aufpreis zahlt, das noch kaum richtig nutzbar ist.

Gute Smartphones ohne 5G gibt es schließlich in dieser Preisklasse zur Genüge. Dazu zählen beispielsweise Googles Pixel 4 und Pixel 4 XL, die mittlerweile für deutlich unter 600 Euro angeboten werden. Auch Xiaomi hat mit dem Mi Note 10 ein gutes Gesamtpaket ohne 5G im Sortiment. Das

Samsung Galaxy S10 liegt mittlerweile ebenso in dieser Preisklasse wie das Huawei P30 Pro und einige weitere Highend-Smartphones des vergangenen Jahres. Newcomer wie Realme mit dem 6 Pro sind hier ebenfalls zu nennen. Wer sich im Preisbereich rund um 500 Euro nicht auf 5G festlegt, hat demnach eine deutlich größere Auswahl.

Positiv fällt auf, dass die Auswirkungen von 5G auf die Akkulaufzeit geringer werden. Wer einen Film über den neuen Datenturbo streamt, muss danach nicht sofort das Ladegerät herauskramen. Mit fortschreitender Technik dürften die

negativen Effekte von 5G in dieser Hinsicht weiter schwinden. Die Datenraten sind in den „echten“ 5G-Zellen mit n78-Band bereits rasend schnell, die Ping-Zeiten durch die Kopplung mit LTE noch nicht auf dem technisch möglichen Niveau.

Oppo hat mit dem Find X2 Lite in Sachen Gesamtpaket viel zu bieten: Der Snapdragon 765G hat das stromsparende 5G-Modem, das n1-Band soll im September hinzu kommen. Die Akkuladung geht besonders schnell, und mit 6,4-Zoll-Display ist es das kompakteste der fünf Smartphones. (sht@ct.de) **ct**

## Laufzeiten & Benchmarks

Modell	Geekbench Single-Core [Punkte]	Geekbench Multi-Core [Punkte]	GFXBench Manhattan 3.0 Onscreen [Punkte]	GFXBench Manhattan 3.0 Offscreen [Punkte]	Web-Surfen (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	Video (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	3D-Spiel (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	Stream (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	Ladezeit auf 50 % / 100 % [min]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	
Huawei P40 Lite 5G	3000	9375	53	64	14,5	14,2	– <sup>2</sup>	13,6	17 / 56
LG Velvet	2815	7691	48	55	14,3	17,6	12,6	16,2	39 / 108
Motorola Edge	2718	7570	48	50	13,2	16,2	13,4	17,4	42 / 88
Oppo Find X2 Lite	2903	7531	50	56	14,8	18,3	14	17,7	21 / 55
Samsung Galaxy A90	3431	11044	60	97	15	19,7	13,3	19,9	29 / 90

<sup>1</sup> Laufzeittest bei 200 cd/m<sup>2</sup> <sup>2</sup> keine Messung, da Google Play Spiele nicht verfügbar

## Android-Smartphones

Modell	Huawei P40 Lite 5G	LG Velvet	Motorola Edge	Oppo Find X2 Lite	Samsung Galaxy A90
Betriebssystem / Sicherheitspatch	Android 10 / Mai 2020	Android 10 / Juni 2020	Android 10 / Juni 2020	Android 10 / Juni 2020	Android 10 / Juni 2020
Prozessor (Kerne) / Grafik	Huawei Kirin 820 (1 × 2,4 GHz, 3 × 2,2 GHz, 4 × 1,8 GHz) / ARM Mali-G57	Qualcomm Snapdragon 765G (1 × 2,4 GHz, 1 × 2,2 GHz, 6 × 1,8 GHz) / Adreno 620	Qualcomm Snapdragon 765G (1 × 2,4 GHz, 1 × 2,2 GHz, 6 × 1,8 GHz) / Adreno 620	Qualcomm Snapdragon 765G (1 × 2,4 GHz, 1 × 2,2 GHz, 6 × 1,8 GHz) / Adreno 620	Qualcomm Snapdragon 855 (1 × 2,8 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Adreno 640
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher	6 GByte / 128 GByte (105 GByte) / ✓ (NM-Card)	6 GByte / 128 GByte (101 GByte) / ✓ (MicroSD)	6 GByte / 128 GByte (113 GByte) / ✓ (MicroSD)	8 GByte / 128 GByte (106 GByte) / –	6 GByte / 128 GByte (106 GByte) / ✓ (MicroSD)
WLAN / 5 GHz / Dual-Band	Wi-Fi 5 / ✓ / ✓	Wi-Fi 5 / ✓ / ✓	Wi-Fi 5 / ✓ / ✓	Wi-Fi 5 / ✓ / ✓	Wi-Fi 5 / ✓ / ✓
Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbestimmung	5.1 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Galileo, QZSS	5.1 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Galileo	5.1 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	5.1 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	5.0 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
Fingerabdrucksensor / Status-LED	✓ (im Powerbutton) / –	✓ (im Display) / –	✓ (im Display) / –	✓ (im Display) / –	✓ (im Display) / –
5G Band n1/n28/n77/n78/n260/n261	✓/✓/✓/✓/–/–	(✓/✓/–/✓/–/–) <sup>1</sup>	(✓/✓/–/✓/–/–) <sup>2</sup>	✓/✓/–/✓/–/–	–/–/–/✓/–/–
LTE-Band 1/3/7/8/20/28/32	✓/✓/✓/✓/✓/✓/–	✓/✓/✓/✓/✓/✓/✓	✓/✓/✓/✓/✓/✓/✓	✓/✓/✓/✓/✓/✓/–	✓/✓/✓/✓/✓/✓/–
Dual-SIM / eSIM	✓ / –	– / –	✓ / –	– / –	– / –
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	3900 mAh / – / –	4300 mAh / – / ✓	4500 mAh / – / –	4025 mAh / – / –	4500 mAh / – / –
USB-Anschluss / OTG / Kopfhörerbuchse	Typ-C (2.0) / ✓ / ✓	Typ-C (3.1) / ✓ / ✓	Typ-C (2.0) / ✓ / ✓	Typ-C (2.0) / ✓ / ✓	Typ-C (3.1) / ✓ / –
Abmessungen (H × B × T), Gewicht / Schutzart	16,2 cm × 7,5 cm × 1 cm, 192 g / –	16,7 cm × 7,4 cm × 0,9 cm, 180 g / IP68	16,2 cm × 7,1 cm × 1 cm, 181 g / –	16 cm × 7,4 cm × 0,9 cm, 182 g / –	16,5 cm × 7,6 cm × 0,9 cm, 207 g / –
<b>Kameras</b>					
Kameraauflösung / Blende / OIS	64 MP / f/1,8 / –	48 MP / f/1,8 / –	64 MP / f/1,8 / –	64 MP / f/1,7 / –	48 MP / f/2 / –
Ultra-Weitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS	8 MP / f/2,4 / –	8 MP / f/2,2 / –	16 MP / f/2,2 / –	8 MP / f/2,2 / –	8 MP / f/2,2 / –
Telekamera Auflösung / Blende / Art	–	–	8 MP / f/2,4 / Zweifach	–	–
Frontkamera Auflösung / Blende	16 MP / f/2	16 MP / f/1,9	25 MP / f/2	32 MP / f/2	20 MP / f/2
<b>Display</b>					
Diagonale / Auflösung (Pixeldichte)	6,5" LCD / 2400 × 1080 Pixel (406 dpi)	6,8" OLED / 2460 × 1080 Pixel (396 dpi)	6,7" OLED / 2340 × 1080 Pixel (386 dpi)	6,4" OLED / 2400 × 1080 Pixel (409 dpi)	6,7" OLED / 2400 × 1080 Pixel (391 dpi)
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	0,9 ... 425 cd/m <sup>2</sup> / 91 %	2,3 ... 486 cd/m <sup>2</sup> / 96 %	2,2 ... 625 cd/m <sup>2</sup> / 93 %	2,4 ... 484 cd/m <sup>2</sup> / 93 %	1,9 ... 446 cd/m <sup>2</sup> / 92 %
Preis	400 €	600 €	570 €	470 €	500 €

<sup>1</sup> nur im Netz von O2 und 1&1 <sup>2</sup> wird per Update nachgeliefert ✓ vorhanden – nicht vorhanden



# Zahlen, Daten, Fakten

## Der Mobilfunkstandard 5G

**D**er neue Mobilfunkstandard 5G wirft seine Schatten voraus. Die sind schon recht kurz, denn in etlichen Ländern laufen bereits die ersten Zellen mit der neuen Technik, aber von einer großflächigen Abdeckung ist man in Deutschland noch weit entfernt. Die meisten Menschen hierzulande setzen ihre Hoffnung eher auf eine bessere Netzabdeckung als auf mehr Tempo. Welche neuen Nutzungen 5G durch die geringeren Lauf-

zeitverzögerungen (Latenzen) außerdem schaffen soll, ist noch wenig bekannt, dabei wird 5G weiterreichende Folgen haben als die Einführung von UMTS und LTE.

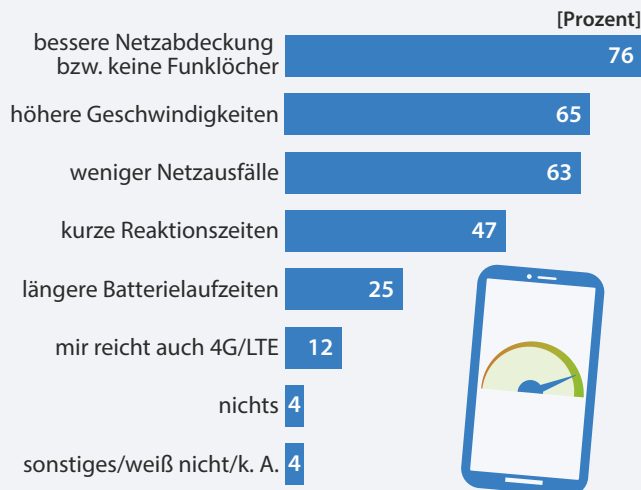
In Deutschland sind Mobilfunkkunden über alles gesehen bezüglich 5G wenig erwartungsfroh und nicht sehr wechselwillig. Mehr Geld wollen die wenigsten für das neue Netz zahlen, obwohl sie wesentlich größere Datenmengen über die Mobilnetze austauschen. (mil@ct.de) **ct**

### Bauhandwerk

Die geringere Latenz von 5G-Signalen ermöglicht das Fernsteuern von Kränen und Baggern, um so Unfallrisiken zu vermindern.

### ► Was erwartet man von 5G?

... mehr Tempo steht – obwohl erwartbar – nicht so im Vordergrund wie die Hoffnung auf weniger Funklöcher.<sup>1</sup>



### ► Was bringt 5G?

#### Smart Home

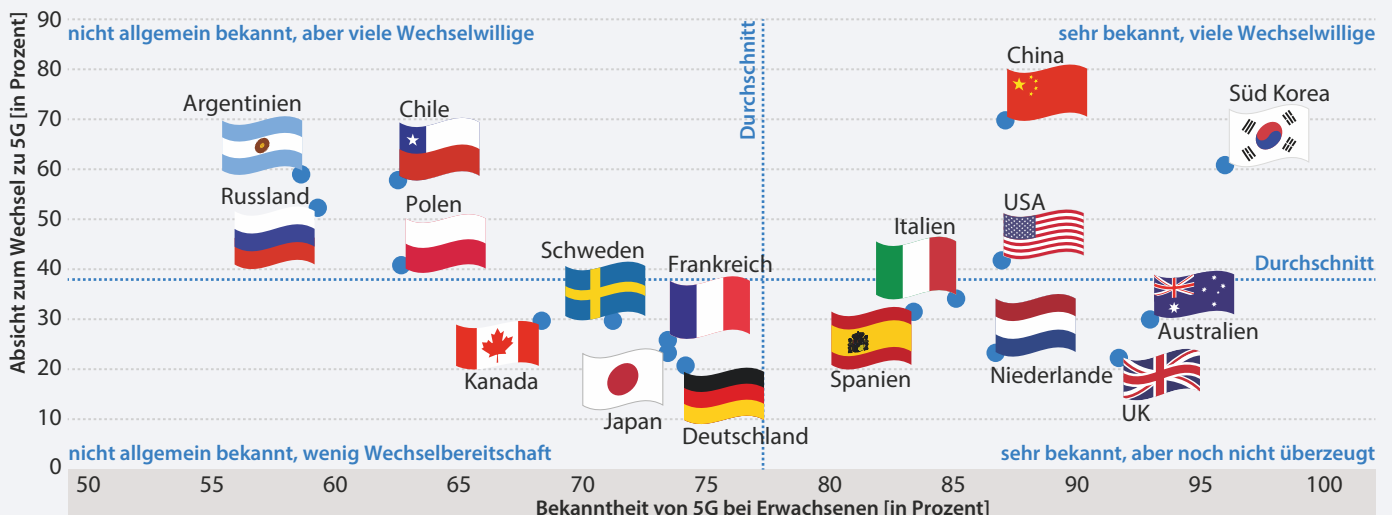
Hausgeräte mit IoT-Technik kommunizieren stabiler, schneller und direkt untereinander.

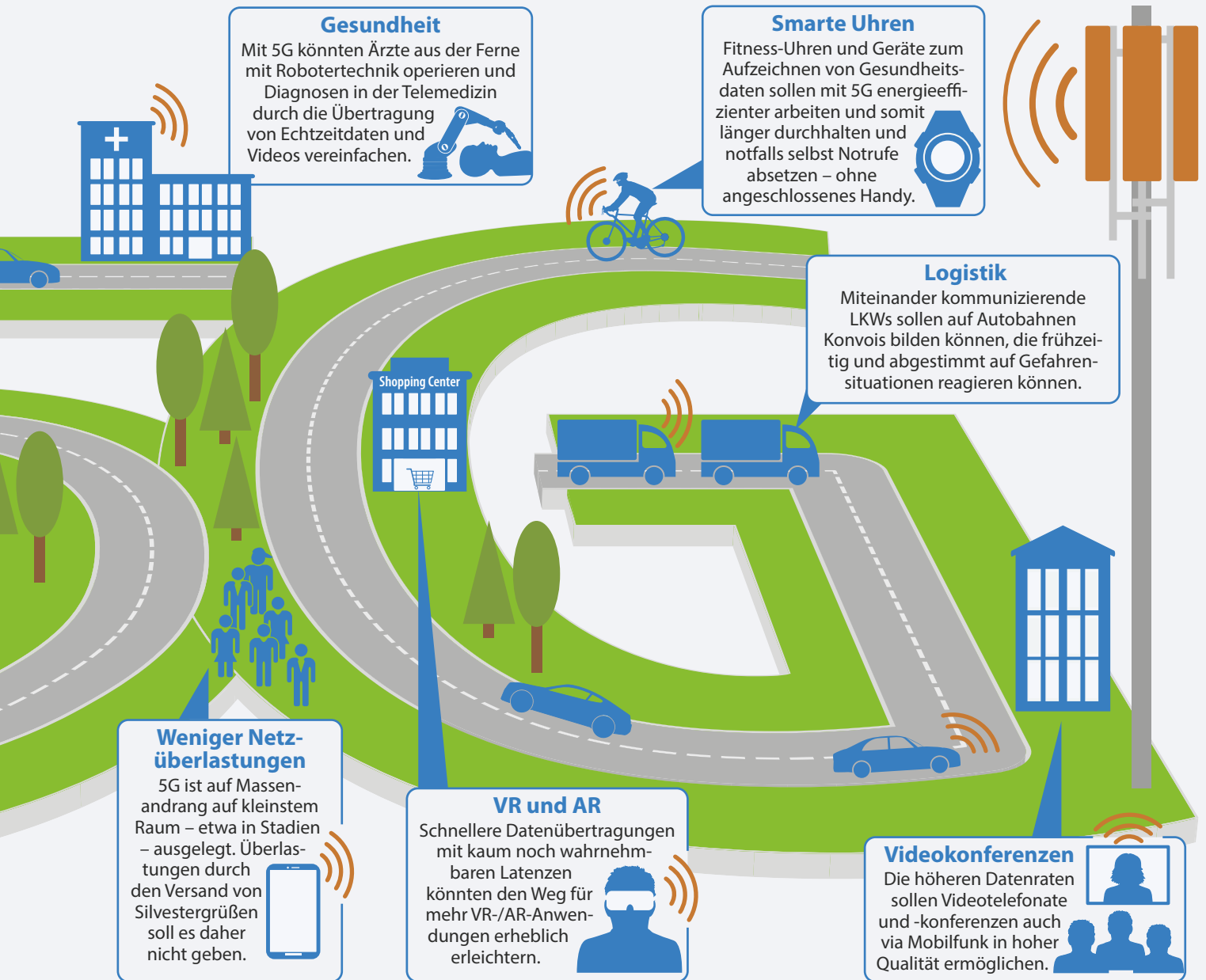
#### Autonome Fahrzeuge

Geringe Latenzen bei 5G und Echtzeitdaten sollen selbsttätig fahrende Autos sicherer machen. Sie werden auch untereinander Daten austauschen, etwa beim Überholen oder bei Hindernissen.

### ► Wie 5G-freudig sind Menschen in verschiedenen Nationen?

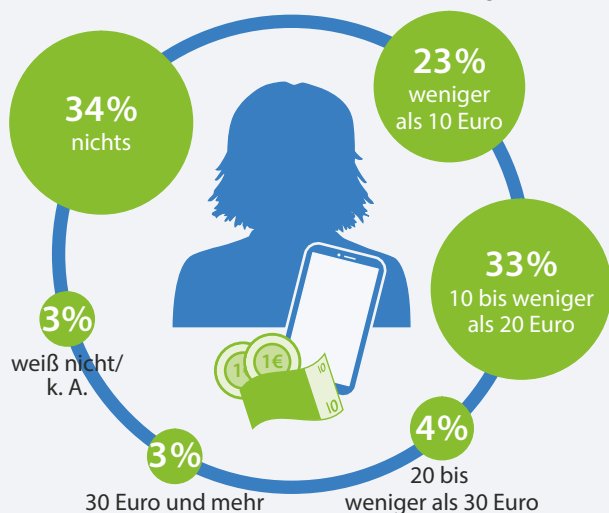
... in Deutschland und Europa allgemein nicht sehr, in Asien ist das Interesse größer, ebenso in den USA.<sup>2</sup>





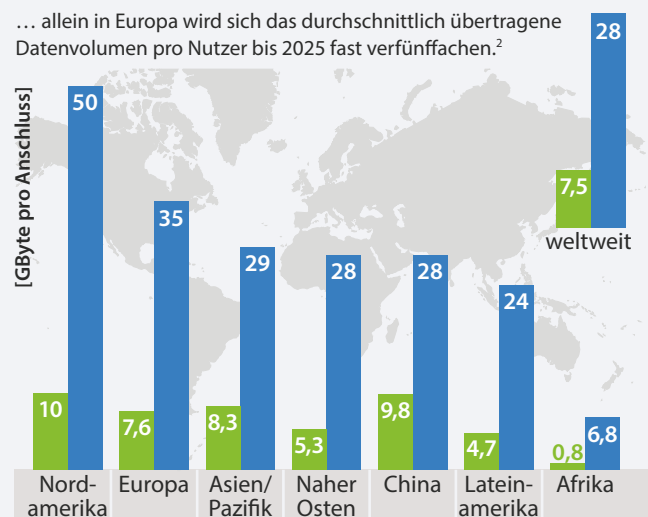
## ► Darf ein 5G-Tarif teurer sein?

... ein Drittel der Kunden in Deutschland will nicht mehr für 5G ausgeben. Mehr als 20 Euro monatlich zusätzlich ist für sehr wenige vorstellbar.<sup>3</sup>



## ► Wie stark wird der mobile Datenverkehr zunehmen?

... allein in Europa wird sich das durchschnittlich übertragene Datenvolumen pro Nutzer bis 2025 fast verfünffachen.<sup>2</sup>



# Energiestoß

## WD Gold: Festplatte mit 18 TByte Speicherkapazität

**Western Digital poliert die konventionelle Festplattentechnik etwas auf und kann damit einmal mehr die Datendichte auf den Scheiben erhöhen. Satte 18 TByte passen damit in das aktuelle Modell der WD Gold.**

Von Lutz Labs

Schaut man in die Roadmaps der Festplattenhersteller, stehen dort Kürzel wie HAMR und MAMR, Heat beziehungsweise Microwave Assisted Magnetic Recording. Mit diesen Verfahren wollen die Hersteller Festplatten mit bis zu 50 TByte Kapazität bauen, natürlich in den gleichen Gehäusegrößen wie heute. Seagate forscht schon seit vielen Jahren an HAMR, während Western Digital (WD) und Toshiba für die nächste Zukunft eher MAMR einsetzen wollten.

Im Rahmen der Entwicklung ist den WD-Forschern nach eigenen Angaben aber ein weit einfacheres Verfahren eingefallen, das nun erst einmal zum Einsatz kommt: Energy Enhanced PMR, kurz ePMR. PMR steht wie gehabt für Perpendicular Magnetic Recording, eine Technik, die seit rund 15 Jahren im Einsatz ist. ePMR taugt zwar wahrscheinlich nur für Laufwerke mit maximal 30 TByte, hat jedoch aktuell einen gewaltigen Vorteil: Während für HAMR- und MAMR-Schei-

ben ein anderes Magnetmaterial notwendig ist, arbeitet ePMR mit den bereits verfügbaren Magnetscheiben – das verkleinert nicht nur den Entwicklungsaufwand, sondern senkt auch die Fertigungskosten.

### Zusätzlicher Energiestoß

Im Januar hatte WD zwei neue Festplatten angekündigt, eine mit 18, eine mit 20 TByte. Diese sollten mit dem neuen Aufzeichnungsverfahren arbeiten, Details dazu gab WD aber erst jetzt bekannt. Bislang führt demnach die ungleichmäßige Sättigung der Schreibköpfe zu einem inkonsistenten Magnetfeld auf den Medien, was zu Verzerrungen bei den Schreibströmen führt – Techniker kennen das als Jitter.

Bei ePMR liegt während des gesamten Schreibvorgangs ein zusätzlicher Strom am Hauptpol des Schreibkopfes an. Das damit zusätzlich erzeugte Magnetfeld soll zu einer gleichmäßigeren Magnetisierung führen und den Jitter verringern. Damit lasse sich, so WD, der Abstand zwischen den geschriebenen Bits minimieren.

Ein geringerer Bit-Abstand führt zu einer höheren Flächendichte und damit zu einer höheren Kapazität. Die Datendichte beträgt beim 18-TByte-Modell nun 1022 GBit pro Quadratzoll, mit dem nicht für alle Zwecke geeigneten Aufzeichnungsverfahren Shingled Magnetic Recording (SMR) soll sie auf 1160 GBit pro Quadratzoll steigen. Diese Technik verwendet WD in der angekündigten 20-TByte-Festplatte, die später in diesem Jahr auf den Markt kommen soll.

Um die nun noch einmal etwas schmalen Spuren besser zu treffen, setzt WD in den neuen Modellen einen Triple Stage Actuator ein. Dieser Kopfträger enthält zwei Gelenke; damit lassen sich die Köpfe schneller und genauer über den Spuren positionieren.

Bei hochkapazitiven Festplatten heute üblich ist zudem die Verwendung von neun Magnetscheiben, die sich in einem

heliumgefüllten Gehäuse drehen. WD baut bereits die dritte Generation dieser Gehäuse. Trotz vieler Befürchtungen ist bislang von einer erhöhten Ausfallrate durch entweichendes Gas nichts bekannt.

### Test der WD Gold

Im Leerlauf nimmt die WD Gold 6 Watt auf, im Betrieb sind es knapp 8 Watt. Einen signifikanten Unterschied zu einem klassischen PMR-Laufwerk mit etwas kleinerer Kapazität gibt es nicht, die zusätzliche Energie für die ePMR-Aufzeichnung dürfte also im Bereich weniger Milliwatt liegen und praktisch keine Auswirkungen auf Stromverbrauch oder Erwärmung haben. Die Maximaltemperatur des Laufwerks lag bei unseren Messungen bei 46 °C, ein üblicher Wert für eine heliumgefüllte Festplatte.

Beim Schreiben großer Dateien kamen wir auf eine Übertragungsrate von 255 MByte/s, beim Lesen sogar auf 262 MByte/s. Beim Zugriff auf zufällige Adressen erreichten wir beim Lesen maximal 650 IOPS; die schnellere Kopfpositionierung schlägt sich nicht in höheren IOPS-Werten nieder.

Die WD Gold ist eine Server-Festplatte, die für den Einsatz in Rechenzentren entwickelt wurde. Mit rund 33 Euro pro TByte ist sie kaum teurer als vergleichbare Laufwerke. Fraglich ist, ob Seagate und Toshiba nun Laufwerke mit ähnlicher Technik auf den Markt bringen oder doch gleich auf HAMR oder MAMR setzen – diese dürften aufgrund der komplizierteren Technik bei vergleichbarer Kapazität erst einmal teurer sein. (ll@ct.de) **ct**

### WD Gold

Server-Festplatte mit 18 TByte	
Hersteller	Western Digital, <a href="http://www.wdc.com">www.wdc.com</a>
Typenbezeichnung	WD181KRYZ
Von Windows erkannte Kapazität	16764 GByte
Straßenpreis	590 €

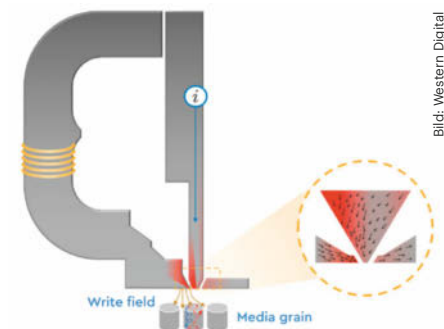


Bild: Western Digital

Etwas zusätzliche Energie soll eine gleichmäßigere Magnetisierung ermöglichen. Damit erreicht WD eine höhere Flächendichte.



# Bastel-Barebone

## Hardkernel Odroid-H2+ mit Celeron J4115 und Dual-2,5-Gbit-LAN



**Hardkernel schickt die Plus-Revision seines x86-Einplatinencomputers mit beschleunigtem LAN an den Start.**

Von Benjamin Kraft

Für Bastler war schon der ungeplusste Vorgänger Odroid-H2 [1] eine spannende Plattform, nicht zuletzt wegen der vielfältigen Anschlüsse, die auch beim neuen Modell wieder dabei sind. Die Hardware hat Hardkernel nur sanft aktualisiert und den Atom-Celeron J4105 durch den gleich schnellen Celeron J4115 ersetzt. Laut Intel soll der Prozessor maximal 8 GByte RAM verwalten können; im Test lief das System auch mit zwei 16-GByte-SO-DIMMs reibungslos. Secure Boot und CSM kennt das UEFI-BIOS nicht.

Die integrierte Grafikeinheit unterstützt die schwachen CPU-Kerne beim Dekodieren von Videoformaten wie VP9, H.264 und H.265, womit der Odroid-H2+ als Medien-Hub taugt. Der Surround-Ton kommt via HDMI oder als optisches Digitalsignal aus der Toslink-Buchse. Per DisplayPort und HDMI steuert die GPU zwei 4K-Displays mit bis zu 60 Hz an.

Zum Lieferumfang gehört nur die RTC-Batterie; Netzteil (13 Euro) und Kabel für die proprietären SATA-Stromanschlüsse (5 Euro) muss man bei der Bestellung zusätzlich ordern, SSD und RAM sowieso. Inzwischen bietet der Hersteller für die von 20 auf 24 Kontakte gewachsene Pfostensteckerleiste ein optionales HDMI-CEC-Modul an.

Die zwei Netzwerkbuchsen schleudern Daten mit 2,5 Gbit/s durchs Ethernet. Windows 10 (Version 2004) bringt passende LAN-Treiber mit, volle Geschwindigkeit gibt es aber erst mit den aktuellen Herstellertreibern. Bei Ubuntu 20.04 LTS muss man sie mithilfe eines USB-LAN-Adapters aus dem Internet nachinstallieren.

Das schnelle LAN qualifiziert den Odroid-H2+ für Netzwerkaufgaben mit

Eilzustellung, etwa als Grundlage für ein Selbstbau-NAS. Die zuliefernden Festplatten finden an zwei SATA-Ports Anschluss, auf der Bordunterseite im M.2-Steckplatz zusätzlich eine NVMe-SSD im Format 2280. Dass der M.2-Slot nur mit vier PCIe-2.0-Lanes angebunden ist, fällt nicht ins Gewicht; bis zu 1,8 GByte/s reichen für die angepeilten Einsatzzwecke locker aus.

Auch wenn Raspi & Co. deutlich günstiger sind, können Intel-CPU als NAS-Herzstück einen Trumpf ausspielen und Daten mittels AES-NI-Befehlssatz rasant ver- und entschlüsseln. Das ist für den Zugriff auf verschlüsselte Laufwerke ebenso interessant wie für gesicherten Netzwerkverkehr per SSL (siehe Tabelle).

### Praxiswerte

Im Leerlauf brauchte der Odroid-H2+ mit einem angeschlossenen Full-HD-Monitor, 32 GByte RAM und SATA-SSD unter Windows 3,3 Watt, pro eingestecktem LAN-Kabel 0,8 Watt mehr. Mit Ubuntu 20.04 waren es ohne LAN nur 3 Watt, nachdem wir per Powertop das Link Power Management für den SATA-Port aktiviert hatten, ohne Bildschirm sogar nur 2. Bei Volllast auf allen Kernen zeigte das Leistungsmessgerät gut 16 Watt an.

Die Rechenleistung des Celeron J4115 verortet Cinebench R20 mit einem CPU-Kern knapp über dem Niveau eines AMD A4-4000 aus dem Jahr 2013. Rechnen alle vier Kerne mit, schiebt sich der J4115 vor den Desktop-Dualcore Celeron G4900 Jahrgang 2018. Unter anhaltender Volllast erwärmt sich der Kühlkörper auf knapp 60 Grad, die CPU erreicht beinahe 100 Grad und beginnt zu drosseln. Wer über längere Zeit volle Leistung abrufen will, sollte daher in ein belüftetes Gehäuse investieren.

### Fazit

Die 2,5-GbE-Ports machen den Odroid-H2+ zu einer willkommenen Weiterentwicklung des Vorgängers. Doch weil die verbesserte Ausstattung den Preis hat steigen lassen, driftet er noch mehr in die Nische: Als Streaming-Zentrale reicht ein

günstigerer Raspi, zum Surfen und Schreiben die Atom-Billigriege [2]. Als Basis für eine schnelle, verschlüsselnde und genügsame Datenschleuder im Heimnetz leistet der Odroid-H2+ gute Dienste. Oder eben als Bastelrechner. (bkr@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Christof Windeck, Netzbrettchen, Einplatinencomputer Odroid-H2 mit x86-CPU und 2 x Gigabit-Ethernet, c't 1/2019, S. 80
- [2] Benjamin Kraft, Streaming-Schreibmaschinen, Zwei Mini-PCs mit Celeron N4100 ab 200 Euro, c't 19/2018, S. 40

## Odroid H2+

Einplatinencomputer mit Intel Celeron J4115	
Hersteller	Hardkernel, <a href="http://www.hardkernel.com">www.hardkernel.com</a>
Prozessor / GPU	Intel Celeron J4115 (Gemini Lake Refresh, 4 Kerne, 1,8 / 2,5 GHz) / Intel UHD600
Gigabit-Ethernet / Soundchip / UEFI-BIOS-Version	2 x Realtek RTL8125B (2,5 Gbit/s, PCIe) / Realtek ALC662 / AMI 5.13 (27.04.2020)
Anschlüsse hinten	HDMI 2.0a, DisplayPort 1.2, 2 x LAN, 2 x USB-A 3.0, 2 x USB 2.0, 2 x Audio-Klinke, 1 x Toslink (SPDIF opt.), Stromanschluss 14 - 20 Volt
Anschlüsse unten	2 x SO-DIMM (lt. Intel max. 8 GByte DDR4-2400, 32 GByte möglich), 1 x M.2 2280 (PCIe 2.0 x4)
Anschlüsse onboard	1 x RTC-Batterie, 2 x SATA 6G, 2 x SATA-Strom (proprietär), 1 x 4-pol. Lüfter (proprietär), 1 x eMMC (proprietär), 24-pol. Pfostenstecker
Abmessungen (B x T x H)	11 cm x 11 cm x 4,7 cm
Messwerte <sup>1</sup>	
Leistungsaufnahme: Soft-off / Energie sparen / Leerlauf (ohne LAN) / Volllast CPU	0,6 / 1 / 4,1 (3,3) / 16,1 Watt
Audio-Signalqualität analog (Wiedergabe / Aufnahme)	⊕⊕ / ⊖
M.2 PCIe 2.0 schreiben / lesen <sup>2</sup>	1,4 / 1,8 GByte/s
Benchmarks	
Cinebench R20, Single- / Multithreading	160 / 591 Punkte
VeraCrypt 1.24-Update6 AES / Twofish	2,4 GByte/s / 413 MByte/s
OpenSSL AES 128 / 256	916 / 663 MByte/s
Preis	145 € zzgl. Versand

<sup>1</sup> Netzteil: FSP-Netzteil FSP065-10AABA; SSD: Samsung SSD 850 Evo (SATA), 2 x 16 GByte DDR4-2400

<sup>2</sup> mit Samsung SSD 970 Evo NVMe-SSD

⊕⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ⊖ zufriedenst. ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht



# VPN-Funker

## Instant-VPN mit Huawei's Office@Home-Basis

**Das Firmen-VPN ins Homeoffice zu bringen erfordert oft einen Technikerbesuch. Den will Huawei mit einem Access-Point zum Schnäppchenpreis ersparen.**

Von Ernst Ahlers

Die Idee hinter Huawei's Office@Home-Lösung: nicht das VPN auf jedem Endgerät konfigurieren, sondern zentral in der WLAN-Basis (Access-Point, AP). Die schickt der Firmen-Admin dem Mitarbeiter nach Hause, der sie an den heimischen Router und ans Stromnetz anschließt. Über das neu erscheinende WLAN erhalten mehrere Geräte – Notebook, PC, Smartphone – Zugriff auf das Firmennetz. Statt der VPN-Konfiguration ist nur die WLAN-Anmeldung erforderlich.

Die Konfiguration für den IPsec-Tunnel zwischen den Peers im Unternehmen und in der WLAN-Basis hinterlegt der Firmen-Admin auf einem laut Huawei in Deutschland gehosteten, DSGVO-konformen Cloud-Controller (campusservice.cloud). Dort holt sich der AP nicht nur seine VPN-Konfiguration ab, sondern auch sonstige Betriebsparameter, bei-

spielsweise den Funknetznamen und die WLAN-Verschlüsselung (WPA2-PSK oder WPA2-Enterprise).

Für das Office@Home-Angebot kooperiert Huawei mit dem Systemhaus Komsa, das den Cloud-Controller betreibt und Unterstützung leistet. Als Hardware-basis dient Huawei's AirEngine 5760-10, ein Wi-Fi-6-fähiger Access-Point.

### Netzeinbindung

An einer Fritzbox 7590, die an einem Supervectoring-DSL-Anschluss lief, klappte das Einrichten des Office@Home-AP tatsächlich so leicht wie zugesichert. Über den Controller konnten wir auch zusätzliche logische WLAN-Zellen definieren, beispielsweise, um den AP als zweite Basis fürs heimische Funknetz einzusetzen. Das ist beispielsweise dann interessant, wenn der heimische Router ein veraltetes WLAN (Wi-Fi 4) hat oder man die WLAN-Abdeckung der Wohnung mit dem AP im Arbeitszimmer verbessern möchte.

Dabei gab es aber Einschränkungen: In der Werkseinstellung begrenzte der AP den Durchsatz eines Clients bei hohem Verkehrsangebot nach 12 Sekunden auf rund 16 MBit/s. Das soll der gerechteren Bandbreitenverteilung bei vielen gleichzeitig aktiven Clients in Firmen-WLANs dienen. Die Drossel lässt sich über die

Kommandozeile (CLI) auf dem AP zwar vorübergehend ausschalten, aber leider nicht dauerhaft per Klick im Controller. Multicast-IP-TV-Streaming (Telekom MagentaTV oder andere) funktionierte auch nach Aktivieren von IGMP-Snooping und Multicast-to-Unicast-Umsetzung nicht. Beides hat Komsa an Huawei zur Verbesserung gemeldet.

Mit einem Wi-Fi-6-fähigen Notebook (c't 19/2019, S. 106) war die Datenrate auf 2,4 GHz über 20 Meter durch Wände sehr gut, im 5-GHz-Band fiel der AP aber auf zufriedenstellendes Wi-Fi-5-Niveau zurück.

Nachdem die IPsec-VPN-Verbindung hergestellt war, lieferte die Basis gegen einen Endpunkt im Komsa-Netz 39 MBit/s VPN-Durchsatz in beide Richtungen. Das liegt mit dem Vectoring-Upstream (40 MBit/s) auf Augenhöhe.

### Fazit

Mit dem Office@Home-AP liefert Huawei tatsächlich ein Instant-VPN: Viel einfacher lässt sich für den Anwender das Einrichten einer sicheren Verbindung aus dem Homeoffice ins Unternehmensnetz kaum gestalten. Da der Gerätepreis auch die Lizenz für den Cloud-Controller einschließt, können Firmen ein VPN-Schnäppchen machen, auch wenn wohl noch die Erstattung der Stromkosten hinzukommt.

Dazu muss das Unternehmen aber Hardware aus chinesischer Herkunft vertrauen, die an einer neuralgischen Stelle im Firmennetz sitzt. Das gilt freilich genauso für andere Anbieter: Beispielsweise Cisco-Switches und -Router wurden auch schon von NSA und CIA gehackt.

(ea@ct.de) **ct**

## Huawei AirEngine 5760-10

WLAN-Basis	
Hersteller	Huawei, <a href="http://www.huawei.com/de/">www.huawei.com/de/</a>
WLAN	Wi-Fi 6 (2) = IEEE 802.11ax-574/1200, simultan dualband, DFS
Bedienelemente	Default-Taster, 1 Statusleuchte
Anschlüsse	1 × RJ45 (Gigabit-Ethernet, PoE+), 1 × USB 2.0
getestete Firmware	V200R019C00SPC802
VPN-Durchsatz (DS / US)	39 / 39 MBit/s (via Supervectoring-DSL)
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m <sup>1</sup>	167 / 104-157 MBit/s
5 GHz nah / 20 m <sup>1</sup>	574 / 70-113 MBit/s
Leistungsaufnahme <sup>2</sup>	9,1 Watt (18,6 VA)
jährliche Stromkosten <sup>2</sup>	24 €
Preis	160 €

<sup>1</sup> gegen Intel AX200

<sup>2</sup> idle, primär am PoE+-Injektor gemessen, 30 Cent/kWh, gerundet



## Schnellnetz-NAS

**In den PCI-Express-Slot des Netzwerkspeichers QNAP TS-453D passt eine 10-GBit/s-Karte, die den Dateizugriff im LAN enorm beschleunigen kann.**

Das TS-453D ist die 4-Bay-Variante des in c't 15/2020 getesteten Modells TS-253D mit zwei Plattenschächten. Wie dieses hat das 453er ab Werk zwei Multigigabit-Ethernet-Ports (NBase-T), die bis zu 2,5 GBit/s erreichen (netto knapp 300 MByte/s). Mit SSDs bestückt liefert das 4-Bay-NAS mehr Durchsatz, als diese Ports weitergeben können. Damit wird die nachrüstbare NBase-T-Karte QNAP QXG-10G1T attraktiv, die im LAN mit bis zu 10 GBit/s arbeitet.

Mit der gab es jedoch Hakeleien: Starteten wir das NAS kalt, wenn nur die Karte eine LAN-Verbindung hatte, dann ließ sich das Gerät am NBase-T-Switch Zyxel XS1930-10 nicht ansprechen. Erst nach einmaligem Ab- und Anstöpseln des RJ45-Steckers funktionierte der schnelle LAN-Link. Dieses Verhalten zeigte die QXG-10G1T auch unter Windows und Linux. Am Netgear-Switch XS512EM funktionierte sie indes reibungslos.

Im ct-NAS-Benchmark (ct.de/y1su) zeigte das TS-453D mit Festplatten und SSDs in RAID-5-Konfiguration das erwartete Verhalten: Richtig hoher Durchsatz stellte sich nur mit großen Dateien ein. Beim Zugriff auf viele kleine Dateien bremsen die Latenz in den Betriebssystemfunktionen und der jedes Mal aufs Neue erforderliche Slow-Start des TCP-Stacks.

Wer dieses NAS mit Festplatten betreibt, hat keinen Grund, eine 10G-fähige Karte nachzurüsten: Der Geschwindigkeitsgewinn von gerade mal 13 Prozent (302 statt 268 MByte/s) beim Lesen großer Dateien rechtfertigt die Ausgabe nicht. An-

ders dagegen mit SSDs: Hier kletterte der maximale Durchsatz um 130 Prozent (279 MByte/s bei 2,5 GBit/s versus 637 MByte/s bei 10 GBit/s). Dank der AES-NI-Befehle im Prozessor blieb die Lesegeschwindigkeit beim Zugriff auf verschlüsselte Freigaben gleich hoch, beim Schreiben brach sie aber deutlich ein (156 statt 395 MByte/s).

Mit knapp 27 Watt Leistungsaufnahme bei drei drehenden Platten und einem 10-GBit/s-Link war das Gerät nicht übermäßig energiehungrig. Es blieb bei der Geräuscentwicklung mit 0,5 Sone gerade noch im sehr guten Bereich, gelegentliches Klackern der Platten ausgenommen. Gingen die Platten nach der einstellbaren Frist schlafen, sank die Leistungsaufnahme auf knapp 12 Watt und das NAS wurde mit 0,2 Sone fast unhörbar. Diese Werte erreicht man auch bei SSD-Bestückung.

Die Datenraten zeigen ferner, dass QNAP die SSDs im TS-453D nicht parallel ansteuert, sondern die vier Bays seriell über SATA-Multiplexer aus den beiden Ports des Prozessors bedient. Denn prinzipiell müsste ein RAID-5-Gespann aus drei SATA-SSDs etwas über 1 GByte/s liefern. Genug Leistungsreserven sollte der Celeron J4125 haben. Dennoch bringt die 10G-Karte dem TS-453D mit SSDs auch so schon einen deutlichen Leistungsschub. Wer ständig große Dateien im Netz kopiert und weniger warten will, macht mit dieser Gerätekombination nichts falsch.

(ea@ct.de)

**c't-NAS-Benchmark:** [ct.de/y1su](https://ct.de/y1su)

## QNAP TS-453D-4G

Netzwerkspeicher (NAS)		
Hersteller	QNAP, <a href="https://www.qnap.de/">https://www.qnap.de/</a>	
Bedienelemente	Ein, Reset, Copy, 7 + 2 x 2 Statusleuchten	
Anschlüsse	2 x RJ45 (2,5-Gigabit/s-Ethernet), 2 x USB 3.0, 3 x USB 2.0, HDMI 2.0	
CPU / RAM	Celeron J4125 (4 Kerne, max. 2,7 GHz) / 4 GByte DDR4 (max. 8 GByte)	
getestete Firmware	4.4.3.1354	
SMB-Durchsatz (W / R) mit	HDD: 3 x ST4000VN008	SSD: 3 x 860 Evo 1 TByte
kleine Dateien (256 KByte)	33 / 10 MByte/s	29 / 13 MByte/s
mittlere Dateien (2 MByte)	86 / 49 MByte/s	117 / 76 MByte/s
große Dateien (400 MByte)	257 / 302 MByte/s	395 / 637 MByte/s
Geräuschentwicklung <sup>1</sup>	0,5 Sone	0,2 Sone
Leistungsaufnahme <sup>1</sup>	26,8 Watt (47,8 VA)	12,2 Watt (26,9 VA)
jährliche Stromkosten <sup>1</sup>	71 €	32 €
Preis (ohne Platten)	603 € (NAS; QXG-10G1T: 94 €)	

<sup>1</sup> idle (drehende Platten, keine Zugriffe), mit NBase-T-Karte QXG-10G1T, bei Dauerbetrieb und 30 ct/kWh

## Brückenarchitekt aus Leidenschaft – Ihre Verbindung zu Thomas-Krenn



## Malte Rosenberger

Unser Held im Key Account Management

Malte legt sich für seine Kunden immer zu 100 Prozent ins Zeug und verbindet, was zusammen gehört:

Aufgaben mit den Lösungen, Kunden mit unseren Technik-Spezialisten sowie Unternehmen mit leistungsstarker Hard- und Software.

Als passionierter Brückenbauer zwischen Menschen stellt er sicher, dass Ihr Projekt erfolgreich im Ziel ankommt.

**+49 (0) 8551.9150-300**

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

**THOMAS  
KRENN®**





# Schrankrechner

## Lüfterloser Mini-PC für Schaltschränke: Shuttle Edge EN01J4

**Der Mini-PC Shuttle Edge EN01J4 ist für sparsamen Dauerbetrieb in Schaltschränken und Industriesystemen ausgelegt. Sein Prozessor ist schon älter, aber seine Spezialfunktionen lösen knifflige Probleme.**

**Von Christof Windeck**

**B**ei Industrie-PCs und Embedded Systems ticken die Uhren langsamer: In dieser Branche gilt Intels vier Jahre alter „Apollo Lake“-Prozessor im kompakten Shuttle-PC Edge EN01J4 nicht als veraltet, sondern als reif. Statt mit hoher Rechen-

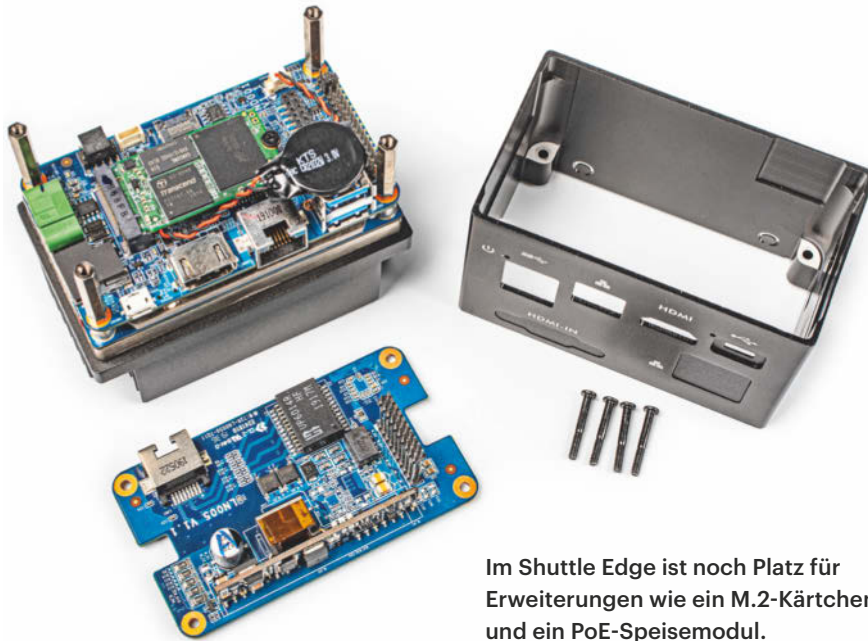
leistung punktet der 475 Euro teure EN01J4 mit anderen Qualitäten: Er kommt ohne Lüfter aus, klinkt sich auf einer sogenannten Hutschiene in Schaltschränken ein, hat fest verlötetes RAM und Massenspeicher und lässt sich auf Wunsch per Ethernet mit Strom speisen oder per LTE vernetzen. Solche Mini-Rechner nutzen Anlagenbauer beispielsweise zur Erfassung von Sensordaten, um entlegene Installationen per Mobilfunk anzubinden oder um Überwachungskameras oder ein Touch-Display zur Maschinensteuerung anzuschließen.

Die neumodische Bezeichnung „Edge“ für derlei Zwecke bezieht sich auf den „Rand“ des Internets, wo Gateways funkvernetzte IoT-Geräte mit Cloud-Rechenzentren verbinden. Der Vorteil eines

x86-Prozessors ist dabei die gewaltige Software-Auswahl: Digitale Anzeigetafeln (Digital Signage) und Computerkassen laufen oft mit Windows, Mini-Server häufig unter Linux, manche Router mit BSD. Shuttle lötet in den EN01J4 nicht zufällig den gut abgehangenen Pentium J4205 aus Intels Apollo-Lake-Generation. Zu letzterer zählen nämlich auch länger lieferbare (Embedded-)Chips wie die Atom-Baureihe E3900 für härtere Anforderungen: Shuttles Mini-PC gibt es auch als Version EN01E mit Atom x5-E3940 für -20 bis + 65 Grad Celsius Umgebungstemperatur; der EN01J4 verträgt 0 bis 50 Grad. Von den aktuellen Apollo-Lake-Nachfolgern namens Gemini Lake wie dem Pentium Silver J5040 gibt es keine Atom-Version und die lange geplanten „Elkhart Lake“-Atoms sind wegen Intels verzögerter 10-Nanometer-Fertigung noch nicht auf dem Markt. Daher kann man Spezialrechner wie den Shuttle EN01J4 nur mit älteren Intel-Prozessoren bestücken.

Der Pentium J4205 ist ein System-on-Chip (SoC) und enthält außer vier CPU-Kernen, HD-505-Grafikkern und Speicher-Controller auch sämtliche Chipsatzfunktionen. Er bindet direkt die beiden USB-3.2-Gen-1-Buchsen an sowie die MicroUSB-Buchse, den MicroSD-Kartenleser, den Realtek-Netzwerkchip und die freie M.2-Fassung im Inneren des EN01J4. RAM (8 GByte LPDDR4) und eMMC-Flash (64 GByte) sind fest aufgelötet, also ohne Steckverbinder, die anfällig für Störungen durch Korrosion und Vibration sind. Im 85 Euro billigeren EN01J3 für 390 Euro kombiniert Shuttle einen Celeron J3355 mit nur zwei Kernen mit 4 GByte RAM; die Flash-Kapazität bleibt gleich.

Die Rechenleistung ist für heutige Verhältnisse sehr bescheiden, schon ein einziger der zwei Kerne des 35-Euro-Prozessors AMD Athlon Silver 3000G rechnet um 46 Prozent schneller. Der Pentium J4205 hat aber immerhin die AES-NI-Erweiterung für flotte Verschlüsselung und der Shuttle EN01J4 arbeitet lüfterlos, wird nicht zu heiß und ist mit 2,9 Watt im Leerlauf inklusive Netzteil fast so sparsam wie ein Raspberry Pi. Mehr als 25 Watt konnten wir dem EN01J4 mit CPU-Volllast per Prime95 nicht aufnötigen, dann drosselt er auch bald auf 15 Watt, damit die CPU nicht zu heiß wird. Bei dieser praxisfernen Dauerlast erreicht der untere Teil des Kühlkörpers nach 20 Minuten



Im Shuttle Edge ist noch Platz für Erweiterungen wie ein M.2-Kärtchen und ein PoE-Speisemodul.

an ein Netzteil mit mindestens 65 statt 40 Watt.

Die seitlich eingesteckten Kabel muss man bei der Planung der Schrankbestückung berücksichtigen; mit Winkelsteckern für HDMI, Ethernet und USB lässt sich etwas Platz sparen. Einen Einschalttaster hat der EN01J4 nicht; er legt los, sobald er Energie bekommt. Er lässt sich jedoch auch schlafen legen, dann kann man ihn per Wake-on-LAN (WoL) wecken oder schließt einen Taster an einen internen Pfostenstecker an. WoL funktioniert auch nach dem „Herunterfahren“, also aus dem ACPI-Schlafmodus S5.

## Fazit

Braucht nicht jeder, erledigt aber Spezialaufgaben: Der Hutschienen-PC Shuttle EN01J4 funktioniert genau wie erwartet und hat Erweiterungsmöglichkeiten etwa für LTE und PoE, die man sonst eher selten findet. Er ist zwar nicht billig, anders als viele ähnliche Industrie-PCs aber auch einzeln im Online-Versandhandel erhältlich. (ciw@ct.de) **ct**

über 52 Grad Celsius – im unbelüfteten Schaltschrank wohl eher mehr. Unter Linux, also mit Ubuntu 20.04 LTS installiert auf einer MicroSD-Karte, lief der EN01J4 völlig problemlos und ebenso sparsam wie unter Windows.

## Ausbaufähig

In das kompakte Gehäuse mit weniger als einem halben Liter Volumen (inklusive Kühlrippen) lassen sich noch einige Erweiterungsmodule schrauben. Der M.2-Steckplatz für 4,2 Zentimeter lange Kärtchen (M.2 2242) lässt sich von SATA-6G- auf PCIe-2.0-Betrieb umschalten, sodass man eine M.2-SSD mit SATA- oder NVMe-Controller einbauen kann. Der eMMC-Speicherchip lässt sich zwar auch mit immerhin 177 MByte/s beschreiben und ist beim Lesen noch flotter, hier sind aber neben einem installierten Windows 10 nur weniger als 40 GByte frei. Für den M.2-Slot verkauft Shuttle außerdem noch passende Kärtchen mit WLAN-Adapter oder HDMI-Videograbber, letzteren aber nur in größeren Stückzahlen. Für WLAN- oder LTE-Antennen hat das Gehäuse des EN01J4 insgesamt vier vorgestanzte Ausbrüche, um Buchsen einzuschrauben. Eine Nano-SIM-Fassung fürs Modem sitzt auf der Platine.

Der EN01J4 lässt sich mit dem Zusatzmodul PD01 per Power-over-Ethernet (PoE) speisen und hat dann auch einen zweiten Ethernet-Port. Die PoE-Versorgung sollte aber 48 Volt und mindestens 0,65 Ampere liefern, also mehr als 30 Watt für kurzzeitige Lastspitzen. Der Einbau der PD01-Platine ist etwas fummelig und man muss mit je acht Schrauben und Ge-

windebolzen hantieren, außerdem ist die „fliegende“ RTC-Pufferbatterie im Weg. Mit dem Modul PSE01 wiederum mutiert der EN01J4 zur PoE-Stromquelle, etwa für Überwachungskameras am Ethernet-Kabel. Shuttle empfiehlt dann den Anschluss

## Shuttle Edge EN01J4

Schaltschrank-PC mit Intel Pentium J4205	
Hersteller	Shuttle, shuttle.eu
Prozessor	Intel Pentium J4205 (Quad-Core, 1,5 / 2,6 GHz, 10 W, Apollo Lake)
Grafik (in CPU) / RAM	Intel HD 505 / 8 GByte LPDDR4, verlötet
Anschlüsse links	1 × HDMI 1.4, 2 × USB-A 3.2 Gen 1, 1 × MicroUSB 2.0, Öffnungen für optionales PoE-LAN & HDMI-in
Anschlüsse unten	1 × MicroSD-Reader, Stromanschluss (Schraubklemme), Kensington-Lock
M.2-Slot (B-Key)	1 × M.2 2242 für SSD oder LTE-Modem, WLAN-Kit WLN-M (36 €)
Gigabit Ethernet	Realtek RTL8111 (PCIe)
WLAN	– (optional via M.2-Karte, 4 Ausbrüche für Antennen(-buchsen) am Gehäuse)
eMMC-Flash	Kingston eMMC64G-TA28, 64 GByte
Trusted Platform Module	fTPM 2.0 (Intel-CSME-Firmware)
BIOS-Version	1.01 vom 26.12.2019
Abmessungen Gehäuse	5,5 cm × 8,9 cm × 9,3 cm (ohne Stecker)
Stromversorgung	12–19 Volt (40 / 65 Watt) über 2-pol. Buchse oder PoE-Adapter, Netzteil optional
mitgeliefertes Zubehör	Klammer f. Hutschiene (DIN-Rail), VESA-100-Montagekit, Schraubklemme & Hohlsteckeradapter für Stromversorgung
optional Power-over-Ethernet (PoE)	Adapter PD01 zum Einspeisen (79 €), PSE01 (71 €) als Ausgang
optionale Erweiterungen	LTE-Antennen (52 €), Nano-SIM-Reader onboard), WLAN, HDMI-Eingang
Messwerte (Full-HD-Display, USB-Tastatur/-Maus, Windows 10 oder Ubuntu 20.04 LTS, 19-Volt-Netzteil von FSP)	
Cinebench R15 (R20) Single- / Multithreading	51 / 166 (118 / 241) Punkte
eMMC-SSD schreiben / lesen	177 / 290 MByte/s (3700 / 5300 IOPS)
NVMe-SSD schreiben / lesen	652 / 845 MByte/s (M.2-Slot hat nur PCIe 2.0 x2)
USB-A 3.2 Gen 1 schreiben / lesen	461 / 457 MByte/s
MicroSD-Reader schreiben / lesen	21 / 79 MByte/s
Linux: openssl aes-cbc-128, 1-KByte-Blöcke	655 MByte/s (ohne Option -evp 100 MByte/s)
Leistungsaufnahme Soft-off / Energie sparen	0,6 / 0,7 W (inklusive Netzteil)
Leerlauf ohne / mit LAN / Vollast CPU / CPU + GPU	2,9 / 3,2 / 14 / 25 (15) W (inklusive Netzteil)
Leistungsaufnahme Leerlauf unter Linux	2,9 W (inklusive Netzteil)
UHD-Display an HDMI / Wake on LAN	✓ (30 Hz) / ✓
Geräusch	⊕⊕
Preis Testgerät / Garantie	475 € / 2 Jahre
✓ funktioniert / vorhanden — nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht	



Bild: Creative Technology

# Surround-Stöpsel

## In-Ear-Headset Creative SXFI Trio mit biometrischem Rundumklang

**Creative Technology bewirbt seine In-Ear-Kopfhörer SXFI Trio mit einem individuell auf den Nutzer abgestimmten Surround-Sound. Das klingt innovativ – Grund genug, sich das Headset genauer anzuhören.**

Von Hartmut Gieselmann

Surround-Kopfhörer nutzen normalerweise ein Standardmodell für die Form von Kopf und Ohren, um deren Auswirkungen auf den Klang zu berechnen, der von vorn, hinten oder der Seite eintrifft. Entscheidend für den Klangeindruck sind jedoch individuelle Abweichungen der Nutzer. Teure Laborsysteme messen dazu den Schall direkt am Trommelfell von Probanden. Für sein In-Ear-Headset nutzt Creative Technology eine einfachere Methode namens SXFI: Per Smartphone-App fotografieren Nutzer ihr Gesicht und beide Ohren. Anhand der Bilder passt die App Parameter der Klangsimulation an und speichert sie in den Kopfhörern. Dort

wechseln Anwender per Knopfdruck zwischen normaler Wiedergabe und Surround-Modus, die App muss dazu nicht laufen.

Die In-Ears SXFI Trio nehmen über ein etwa 1,20 Meter langes Kabel per USB-C Verbindung zu Smartphones und PCs auf. Ein Adapter auf USB-A liegt bei, iPhone-Nutzer benötigen einen zusätzlichen Lightning-Adapter. Die In-Ears simulieren als Standard-Audiogerät ohne zusätzliche Treiber eine 7.1-Anlage mit bis zu 32 Bit und 96 kHz. Das im Kabel integrierte Mikrofon wird ebenfalls mit bis zu 96 kHz abgetastet. Dank des transparenten Klangs lässt sich damit gut telefonieren, wenn auch die Aufnahmen für professionelle Ansprüche etwas zu laut rauschen. Die Rundlauf-Latenz blieb im Test unter 5 Millisekunden, was selbst Profimusiker zufriedenstellt.

In unseren Ohren saßen die Stöpsel bequem, allenfalls störte die am etwas steifen Kabel baumelnde Fernbedienung. Ohne Rundumklangsimulation spielen die In-Ears kräftig und präzise auf – egal, ob wir sie mit einer Stereo-Quelle, 5.1 oder 7.1 fütterten. Bässe und Höhen wurden gut aufeinander abgestimmt, ohne zu zischeln oder zu wummern. Mitten weisen im

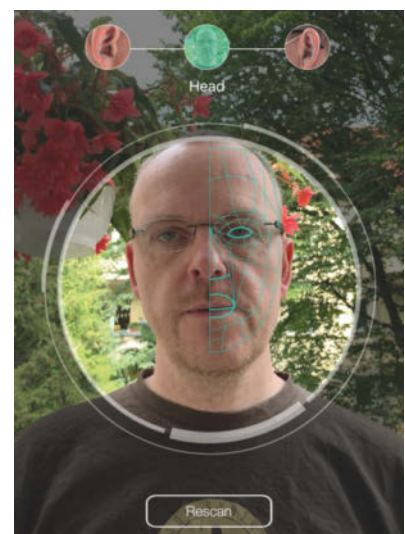
Vergleich zu neutralen Kopfhörern wie dem Sennheiser HD-600 kein allzu großes Loch auf, sodass Musik von Hip-Hop bis Klassik, Filme und Spiele gut klingen.

### Schmerzgrenze

Bei maximaler Lautstärke zeigte unser Messgerät beim SXFI Trio (Firmware 2.10.06) einen um etwa 11 Dezibel höheren Schalldruckpegel an als bei den AirPods Pro von Apple, die sich an den EU-Vorgaben der EN-60950 zum Gehörschutz orientieren. Die empfundene Lautstärke ist also mehr als doppelt so hoch. Während sich andere Kopfhörer an Mobilgeräten gefahrlos voll aufdrehen lassen, erreichten die SXFI Trio bereits bei Dreiviertel die Schmerzgrenze. Um Gehörschäden zu vermeiden, sollten Sie Musik unbedingt vor dem Einsetzen starten und die Lautstärke herunterdrehen.

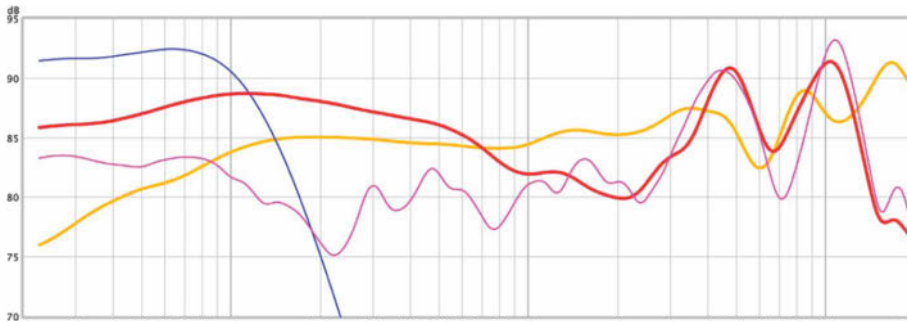
Wenn wir an der Fernbedienung zum SXFI-Modus umschalteten, knackten die In-Ears zuweilen schmerzhaft. Laut Hersteller soll der Surround-Modus ein „7.1-High-End-Lautsprechersystem“ in einem „professionellen Studio“ simulieren. Im Test klang der SXFI-Modus jedoch eher nach billigen Brüllwürfeln im Badezimmer. Mitten und Tiefen sackten ab und klangen stark verfärbt. Höhen schepperten unangenehm. Die Im-Kopf-Ortung verschwand zwar, vordere und hintere Lautsprecher konnten wir akustisch jedoch nicht differenzieren.

Dabei machte es kaum einen Unterschied, ob wir das voreingestellte Surround-Profil oder eine individuelle Mes-



**Zur individuellen Anpassung des Audio-Profils sammelt die SXFI-App biometrische Gesichtsdaten.**





Im Standardmodus (rot) überzeugen die SXFI Trio mit ausgewogenen Bässen und Höhen. Der LFE-Kanal (blau) ist um 4,5 dB angehoben. Im SXFI-Modus brechen Bass und Mitten kräftig ein (pink). Zum Vergleich der neutrale Sennheiser HD-600 (gelb).

geforderten Erlaubnis zur Weitergabe an Dritte keinen Gebrauch zu machen.

### Fazit

Die Hardware kann sich durchaus hören lassen: Gemessen am Preis von 130 Euro klingen die solide verarbeiteten SXFI Trio überraschend gut und ausgewogen. Die verwaschene Rundumklang-Simulation überzeugte uns hingegen nicht. Aufgrund der dürftigen Datenschutzerklärung und der fehlenden Klangverbesserung raten wir vom Einsatz der SXFI-App ab. Um Gehörschäden zu vermeiden, sollte der Hersteller dringend die maximale Lautstärke per Firmware verringern und auftretende Knackser beim Umschalten des SXFI-Modus beheben. (hag@ct.de) **ct**

### Creative SXFI Trio

USB-In-Ear-Headset mit Surround-Sound	
Hersteller	Creative Technology Ltd., de.creative.com
Anschluss	USB-C (bis 7.1, 32 Bit, 96 kHz), Adapter auf USB-A
Software	SXFI-App für Android und iOS ( <b>kostenlos</b> )
Preis	circa 130 €

ONLINE

## Microsoft Teams in der Praxis

Grundlagen, Funktionen, Praxistipps für den Unternehmenseinsatz

17. September 2020, 9 – 13 Uhr

Microsoft Teams ist das am schnellsten wachsende Tool für kollaboratives Arbeiten. In diesem Webinar lernen Sie, was Teams alles bietet, wie Sie Ihre Prozesse damit effektiv organisieren und wie Sie Ihre Mitarbeiter dabei richtig einbinden. Lassen Sie sich von einem zertifizierten Experten beraten und bekommen Sie Antworten auf Ihre Fragen – ganz entspannt vom eigenen Schreibtisch aus.

Sichern Sie sich 1 von 50 Spartickets für nur 129,00 Euro!

[www.heise-onlinekonferenzen.de/microsoft-teams](http://www.heise-onlinekonferenzen.de/microsoft-teams)

# Topmoderne Retrokameras

## Fujifilm X-T4 vs. Olympus OM-D E-M1 III

**Für knapp unter 2000 Euro bietet die gehobene Mittelklasse spiegelloser Systemkameras spezielle Funktionen für Astrofotografie oder Slow-Motion-Video und die Anmutung klassischer Vintage-Apparate. Die Zielgruppe sind erfahrene Hobbyfotografen.**

**Von Christine Bruns  
und Sophia Zimmermann**

**F**ujifilm X-T4 und Olympus OM-D E-M1 III heißen die neuen Topmodelle der spiegellosen Mittelklasse. Für 1800 Euro bieten sie nicht nur schicke Gehäuse, sondern auch moderne Technik. Die X-T4 verfügt nun über einen internen Bildstabilisator und einen leistungsfähigen 2200-mAh-Akku. Wir schafften im Test mit einer Akkuladung über 2000 Fotos inklusive Serienbildern, Slow-Motion- und HDR-Aufnahmen. Die Olympus E-M1 III brachte es während unseres Tests inklusive Langzeitbelichtungen nur auf gut 700 Fotos. Sie punktet hingegen mit speziellem Autofokus und Langzeitbelichtungstechnik für Astrofotografen.

Spitzenreiter sind X-T4 und E-M1 III bei der Serienbildgeschwindigkeit, die selbst Profi-Kameras wie der Canon EOS-1D X Mark III und der Sony A9 III in nichts nachsteht. Fujifilm trimmt seine Spiegellose mit AF/AE-Tracking und mechanischem Verschluss auf 15 Bilder pro Sekunde. Mithilfe des elektronischen Verschlusses sind sogar 30 Bilder pro Sekunde möglich. Sie kann die Bilder aber nicht so schnell wegschreiben. Bei 30 Bildern pro Sekunde gibt sie nach zwei bis drei Sekunden auf oder reduziert die Aufnahmerate drastisch. Die E-M1 Mark III kommt auf 18 Bilder pro Sekunde mit AF/AE-Tracking – ohne schafft sie 60 Bilder pro Sekunde.

### Handhabung

Die X-T4 ist hochwertig verarbeitet und mit allen Fujifilm-typischen Rädchen zur Wahl von ISO-Wert, Belichtungszeit und -korrektur sowie Aufnahmemodi ausgestattet. Nichts wackelt, die Abdeckungen sitzen straff und die Bedienelemente bringen einen guten Grip mit. Die Blende wird wie gewohnt am Objektiv eingestellt. Der neue USB-C-Anschluss ermöglicht das Laden des Akkus per Kabel.

Das neue schwenk- und neigbare Display ersetzt den Kippmonitor. Die Kamera ist damit Selfie-fähig. Wenn man den Touch-AF mit dem Finger nutzt, aktiviert sich so nicht mehr der Sensor für den Sucher. Beim Vorgängermodell deaktivierte man regelmäßig den Bildschirm. Der Monitor lässt sich nach innen klappen, damit er beim Transport nicht verkratzt. Die Mechanik scheint robust und verlässlich.

Der interne 5-Achsen-Bildstabilisator soll bis zu 6,5 Blendenstufen ausgleichen und mit der Stabilisierungsfunktion passender Objektive zusammenarbeiten. Im Test konnten wir bis zu einer fünfzehntel Sekunde noch scharfe Motive aus der

Hand aufnehmen. Der optimierte Autofokus soll auch bei schlechten Lichtverhältnissen noch zuverlässig scharfstellen und bei bewegten Motiven nachführen. Letzteres funktionierte im Test mit Gesicht- und Augenerkennung auch bei wenig Licht sehr gut.

Die X-T4 lässt sich wahlweise zur Videokamera umschalten. Dafür hat Fujifilm den unteren Ring des rechten Doppelfunktionsrades in einen Schalter von Still auf Movie umgebaut. Die neue Super-Slow-Motion mit 240 Bildern pro Sekunde in Full HD macht wirklich Spaß.

Der Body der Olympus OM-D E-M1 III liegt hervorragend in den Händen. Er ist ebenfalls hochwertig verarbeitet, selbst der schwenkbare Monitor rastet beim Zuklappen leicht ins Gehäuse ein und kommt vertrauensvoll robust daher. Die Regenschauer im Testzeitraum nahm die Kamera gelassen hin. Im spiegellosen Universum hat die E-M1 III mit dem Four-Thirds-Chip den kleinsten Sensor und der verharzt seit Jahren bei einer Auflösung von 20 Megapixeln.

Nahezu jede Funktion findet auf dem Gehäuse eine Entsprechung. Das Moduswahlrad kennt weder Artfilter noch Vollautomatik. Stattdessen spendiert Olympus mehr Platz für konfigurierbare Benutzereinstellungen (C1 bis C4). Dem weitverzweigten Menü merkt man an, was für einen enormen Funktionsumfang der Hersteller untergebracht hat.

Die Kamera beherrscht umfassende Langzeitbelichtungsoptionen, die sich komfortabel bedienen lassen. In der Langzeitbelichtungsvariante „Live Composite“ können Sie den Verschluss bis zu 6 Stunden offen lassen, ohne dass sich die Be-



Die dritte Generation der Olympus OM-D E-M1 unterscheidet sich äußerlich praktisch nicht von der Vorgängerin. Das ist eine gute Nachricht, denn ihr Bedienkonzept war gelungen.



lichtung des Hintergrunds ändert, denn die Kamera kombiniert hierzu mehrere Serienaufnahmen und verrechnet sie zu einem korrekt belichteten Foto. Praktisch ist das beispielsweise für Aufnahmen von Feuerwerk oder Sternspuren.

Olympus traut seinem Autofokus-System zu, Sterne zu erkennen und automatisch scharf zu stellen. Allerdings heißt es warten, denn der Sternenhimmel-AF verrichtet seine Arbeit nur äußerst gemächlich. Sonst stellt die E-M1 III äußerst flott scharf. Im Labor ermittelten wir eine Auslöseverzögerung mit Autofokus von 0,16 Sekunden. Besonders gefallen hat uns, dass der Autofokus bei Verfolgungsaufgaben eine visuelle Rückmeldung gibt, sobald er das Objekt doch einmal verloren hat.

## Bildkritik

Der Dynamikumfang beider Kameras lässt keinen Nachteil für den kleineren Four-Thirds-Sensor der Olympus erkennen. Die E-M1 III lag bei niedrigster Empfindlichkeit mit einem Bestwert von 13,5 Blendenstufen sogar vor der X-T4.

Beim Rauschverhalten lag die Fujifilm-Spiegellose bei höheren Empfindlichkeiten leicht vorne. Beide Kameras schneiden hier auf hohem Niveau ab. So starten sie bei niedrigstem ISO-Wert mit einem Visual Noise von 1. Der Visual Noise (VN) ordnet das subjektiv empfundene Rauschen ein. Werte bis 0,8 stehen dabei für weitgehende Rauschfreiheit. Werte bis 2 deuten auf ein kaum störendes Rauschen hin, während Werte bis 3 einen mäßig und Werte über 3 einen deutlich störenden Rauscheindruck anzeigen. Die E-M1 III steigt erst bei ISO 3200 auf einen Wert von 2. Die X-T4 erreicht diesen sogar erst bei ISO 6400 und bleibt anders als die Konkurrentin auch bei ISO 12.800 noch unter 3.

Deutlich schlägt sich dies auch in der Auflösungsmessung nieder, bei der die E-M1 III mit 20 Megapixeln bereits auf einem niedrigeren Level als die X-T4 mit 26 Megapixeln starten muss. Während sie bis ISO 3200 in vergleichbarem Maß verlieren, bricht die E-M1 III dann ab ISO 6400 stärker ein. Etwa 15 Prozent weniger Linienpaare pro Bildhöhe konnten wir hier im Vergleich zu ISO 100 ermitteln. Bei der X-T4 waren es lediglich sechs Prozent weniger.

Bei niedrigster Empfindlichkeit liefern beide Kameras plastische, detailreiche Fotos. Die Olympus-Bilder wirken dabei deutlich kontrastreicher, die Fujifilm-Aufnahmen natürlicher. Tatsächlich

Die Fujifilm X-T4 bringt ein schwenkbares Display mit. In der unteren Etage des Funktionswählers rechts bringt der Hersteller den Umschalter zwischen Foto und Video unter.



erhält die X-T4 diesen natürlichen Bildeindruck bis in hohe Bereiche wie ISO 6400. Bei der Olympus erscheinen feine Strukturen verwaschen und verrechnet. Eindrucksvoller könnte der APS-C-Sensor der Fujifilm seine Überlegenheit gegenüber dem Four-Thirds-Chip der Olympus-Kamera kaum beweisen.

## Fazit

Die Kameras der gehobenen Mittelklasse stehen im Wettbewerb zu den immer günstigeren Vollformatmodellen. Olympus packt daher spannende Features in seine Kameras. Die OM-D E-M1 III wendet sich an Astrofotografen. Leichte Bedienung und Sternenauffokus treffen sicher auf

dankbare Abnehmer. Allerdings liefert der Sensor seine besten Ergebnisse bei gutem Licht und niedrigem ISO-Wert.

Mit der X-T4 rückt Fujifilm in der gehobenen Mittelklasse auf das aktuelle technische Niveau, ohne mit Funktionen zu geizen, aber auch ohne Übertreibung. Für Profis ist die Kamera eine gute Immer-dabei-Variante, für Amateure ein verlässliches Arbeitsgerät. Alles in allem bietet sie hinsichtlich Ausstattung und Handhabung ein nicht perfektes, aber gelungenes Gesamtpaket. (akr@ct.de) **ct**

*Einen ausführlichen Test dieser Kameras lesen Sie in c't Fotografie 4/2020.*

## Spiegellose Systemkameras

Modell	Fujifilm X-T4	Olympus OM-D E-M1 III
Sensorgroße / -typ	23,5 × 15,6 mm (APS-C) / X-Trans CMOS 4	17,3 × 13,0 mm (Four-Thirds) / Live MOS
Sensoraufösungen	6240 × 4160 (3:2) / 26,1 Megapixel	5184 × 3888 (4:3) / 20,4 Megapixel
Pixelgröße	3,77 µm	3,34 µm
Lichtempfindlichkeit	ISO 160 - 12800 (erweiterbar auf ISO 80 - 51200)	ISO 100 - 25600
Bildstabilisator	5-Achsen (IBIS) und objektivseitig	5-Achsen (IBIS) und objektivseitig
Autofokus	Hybrid, 425 Messfelder	Hybrid, 121 Messfelder
Verschlusszeit	1/8000 / 30 s (mech.), 1/32000 / 30 s (el.), Bulb	1/8000 / 60 s (mech.), 1/32000 / 60 s (el.), Bulb
Serienaufnahme	15 B/s (mech.), 20 B/s bzw. 30 B/s (Crop 1,25) (el.)	18 B/s (mech.), 60 B/s (el. ohne AF)
Sucherauflösung / Vergrößerung	1600 × 768 Bildpunkte (OLED) / 0,75×	1024 × 768 Bildpunkte (OLED) / 0,74×
Displayauflösung / Diagonale	900 × 600 Bildpunkte (LCD) / 7,6 cm (3.0")	720 × 480 Bildpunkte (LCD) / 7,6 cm (3.0")
beweglich / Touch	neig- und schwenkbar / ✓	neig- und schwenkbar / ✓
Videoformat	MPEG-4 H.264/AVC (MOV, MP4)	MPEG-4 H.264/AVC (MOV)
Max. Auflösung / Bildrate	4096 × 2160 (17:9) / 240 B/s (Full HD)	4096 × 2160 (24p, 17:9) / 120 B/s
Speicherkarten	2 × SD/SDHC/SDXC (UHS-I/II)	2 × SD/SDHC/SDXC (UHS-II)
Objektivbajonett	Fujifilm X, Crop-Faktor 1.5	Micro-Four-Thirds, Crop-Faktor 2.0
Bodymaße (B × H × T) / Gewicht	135 mm × 93 mm × 64 mm / 607 g	134,1 mm × 91 mm × 69 mm / 580 g
Anschlüsse	USB-C (USB 3.2 Gen1), Mikro-HDMI (Typ D), Mikrofon, Kopfhörer	USB 3.0 (Typ C, Ladefunktion), Mikro-HDMI (Typ D), Mikrofon, Kopfhörer, Zubehörschuh
Wireless	WLAN 802.11b/g/n, Bluetooth 4.2 LE	WLAN 802.11a/b/g/n/ac, Bluetooth 4.2 LE
Preis	1800 €	1800 €





# Feuer-Fernseher

## Grundig-TV mit Fire-TV-Oberfläche

**Mit Amazons Fire TV Stick macht man alte Fernseher fit für Netflix & Co. Bei den Geräten aus Grundigs Fire TV Edition ist der Stick quasi schon eingebaut. Damit soll das Live-TV- und Streaming-Erlebnis zum perfekten TV-Vergnügen verschmelzen.**

Von Sven Hansen

Fernsehgewohnheiten ändern sich – weg von linearem Fernsehen hin zu Streaming-Inhalten von Abo-Diensten, Mediatheken und YouTube. Doch statt einem „Entweder-oder“ steht vielen Kunden eher der Sinn nach einem „Sowohl-als-auch“. Pimpt man sein TV-Gerät mit einem HDMI-Stick, kann dieser allerdings nicht auf den TV-Tuner zugreifen. Selbst auf aktuellen Smart TVs wirkt die Integration von Live-TV-Inhalten und Netz-Content selten wie aus einem Guss.

Damit soll nun Schluss sein. Grundig nutzt Amazons Fire OS erstmals als Betriebssystem für ein Smart TV. Um einen Fernseher komplett übernehmen zu

können, fehlt dem auf Amazons Nachrüstlösungen eingesetzten OS auf Android-Basis nicht viel. Zum einen geht es um die Einbindung des Live-TVs via DVB-T2, -S2 oder -C. Zum anderen muss die gesamte Steuerung des TVs (Ersteinrichtung, Kanalverwaltung und sämtliche TV-Einstellungen) über die Fire-OS-Oberfläche erfolgen.

In Europa bietet Grundig in seiner Fire TV Edition eine ganze Palette von TV-Geräten an – angefangen vom 32-Zoll-LCD bis hoch zum 65-Zoll-OLED. Wir interessieren uns vor allem für die Integration der Oberfläche und schlugen beim Grundig Vision 7 mit 43 Zoll Diagonale zu, der mit einem Straßenpreis von 280 Euro recht günstig ist. Bei der Ausstattung kann man nicht meckern: 4K-LCD-Display, Bluetooth-Sprachfernbedienung, 3 HDMI-Eingänge, WLAN und ein Triple-Tuner.

Der Fernseher ist ordentlich verarbeitet, angesichts des Einstiegspreises allerdings keine Design-Ikone und wirkt mit 6,5 Zentimeter Tiefe nicht besonders filigran. Immerhin ist eine VESA-Verschraubung für eine Wandhalterung vorhanden, die mitgelieferten Plastikfüße können dann in der Verpackung bleiben. In puncto Bild-

qualität haben wir bei dem Preis nicht viel erwartet – und wurden überrascht.

### Ersteinrichtung

Der Fernseher lässt sich ohne Konto und Online-Verbindung in Betrieb setzen, der schnelle Kanalsuchlauf mit vorgefertigter Senderliste spült via DVB-S2 in nur 20 Sekunden 565 Free-TV-Sender in die Kanalliste. Diese lassen sich über die Fernbedienung bequem sortieren – wären es nur nicht so viele. Immerhin ordnet der Fernseher die gängigen Sender anhand einer kuratierten Kanalliste auf die vorderen Plätze. Darüber hinaus kann man die Flut an Kanälen mit einer Favoritenliste etwas bändigen.

Ein Fernseher mit Amazon-OS? Eine Zwangsregistrierung hätte man da eigentlich erwartet. Tatsächlich kommt man bei der Fire TV Edition auch ohne Amazon-Konto aus – wenn auch mit deutlich eingeschränktem Funktionsumfang: Der Fernseher taugt dann nur zum Anschauen von Live-TV, die Fire-TV-Oberfläche ist kaum befüllt. In der Karussellansicht finden sich nur die Live-TV-Option, die drei HDMI-Quellen und der Mediaplayer. Letzterer erlaubt das Abspielen von Musik, Fotos oder Videos, die man über einen Massenspeicher per USB zuführt.

Zum Leben erweckt die Oberfläche, wenn man den Fernseher per WLAN oder Ethernet mit dem Netz verbindet und ein Amazon-Konto hinterlegt. Sie entspricht nun 1:1 der eines Fire TV Sticks, wobei die per DVB zugeführten Fernsehprogramme unter dem „Live“-Tab zu finden sind.

### Bedienung

Wer schon mit dem Fire-TV-Stick Erfahrungen gesammelt hat, wird sich auf der Fernbedienung der Fire TV Edition sofort zu Hause fühlen. Sie entspricht sowohl von der Anordnung der wichtigsten Steuerelemente als auch von ihrer hohen Verarbeitungsqualität der Fire-TV-Remote. Erweitert wurde sie zum einen um den Fernbereich: Neben einem Ziffernblock finden sich die hierfür üblichen Farb-Code-Tasten und Knöpfe für den Videotext. Zum anderen gibt es vier Direktwahltasten, die zu den VoD-Diensten Netflix, Prime, DAZN und TVnow führen.

Die Fernbedienung ist mit einem Mikrofon ausgestattet. Durch Drücken der entsprechenden Taste kann man Amazons Sprachassistentin Alexa aufrufen und die üblichen Funktionen nutzen. Grundig bietet in der Serie auch TV-Geräte mit

Fernfeldmikrofonen, bei denen Alexa auf direkten Zuruf reagiert.

Die Senderliste umfasst die bei DVB-S2 und -C eingespeisten Radioprogramme. Auch sie lassen sich in der Favoritenliste abspeichern, werden allerdings nicht von den TV-Programmen getrennt. Prinzipiell kann man mit dem Fernseher zumindest Radio hören und währenddessen die Diashow des personalisierten Bildschirmschoners genießen.

Auch der TV-Teil lässt sich per Sprache kontrollieren, so kann man via Alexa den Wunschkanal starten – einfacher geht es oft durch Drücken der richtigen Zahlentaste auf dem Nummernblock der Fernbedienung. Was fehlt, ist die Konfigurationsmöglichkeit der Startseite. Hier werden zwar auch die zuletzt angeschauten TV-Sender gleichwertig neben der zuletzt geschauten Netflix-Serie eingeblendet. Fest angelegte Favoriten wie bei Googles Fernseh-OS Android TV wären besser.

Im Live-TV-Bereich findet man auch eine übersichtliche EPG-Ansicht aller Kanäle. Es fehlen allerdings die bei anderen TVs üblichen Aufnahme- oder Time-shift-Funktionen. Einige Sender machen letzteres durch entsprechende HbbTV-Angebote wett – so bieten viele öffentlich-rechtliche Sender eine Replay-Funktion, mit der man Sendungen über die Mediatheken frisch zugespielt bekommt, falls man den Anfang verpasst hat.

Die Streaming-Funktionen entsprechen 1:1 denen eines üblichen Fire-TV-Gerätes. Der integrierte App-Store mit prall gefüllten Regalen erlaubt den Zugriff auf gängige Video-Dienste, Musikdienste wie Spotify und Tidal oder Games.

Das TV-Menü erreicht man durch langes Drücken der Home-Taste. Es wird seitlich eingeblendet, erlaubt das Wechseln zu einem der drei HDMI-Eingänge oder öffnet die Bild- und Toneinstellungen. Die

**Auf der mitgelieferten Fernbedienung finden sich spezielle Tasten zur Steuerung des Live-TVs.**



Bildeinstellung werden dabei für jede Quelle einzeln abgelegt.

Das LC-Display nutzt ein Panel mit blickwinkelstabiler IPS-Technik, weshalb Gesichter auf dem TV-Schirm auch beim Blick von der Seite eine gesunde Hautfarbe behalten. Der statische Kontrast liegt mit 880:1 im akzeptablen Bereich, die Grundfarben decken exakt den sRGB-Farbraum beziehungsweise den Videofarbraum REC 709 ab. Zwar unterstützt das TV die Wiedergabe von HDR-Inhalten, ihm mangelt es jedoch an Farbsättigung und Spitzenleuchtdichte, um wirklich knackige, farbstarke Bilder zu erzeugen.

Gemessen haben wir das Display in der Werkseinstellung mit deaktivierten Bildoptimierungen. Darin ist das Bild arg kühl abgestimmt, der Weißpunkt ist deutlich ins Blaue verschoben.

## Unter der Haube

Im getestete Modell 43UHDDEGA arbeitet eine Quadcore-CPU mit 1,4 GHz (ARM Cortex A55). Der Arbeitsspeicher ist mit 2 GByte größer ausgelegt als der des aktuellen Fire TV 4K. Die Grafikeinheit (Mali 470 MP) hat genug Power, um die Bedienoberfläche flüssig zu animieren. Für anspruchsvolle 3D-Titel wie EAs Real Racing 3 ist der Grundig-Fernseher allerdings zu schwach.

Ein Flaschenhals ist der mit 4 GByte recht knapp bemessene interne Speicher – Amazons Fire TV Cube hat 16 GByte an Bord. Der Speicher ließ sich im Test aller-

dings ohne Probleme durch einen externen USB-Stick erweitern.

Spannend: Unter den Fire-OS-Geräten scheinen die Fernseher zusammen mit Amazons Fire TV Cube der zweiten Generation momentan die Vorreiter zu sein. Die Fire-OS-Version 7.1.2.2 unseres Testgerätes nutzt als Basis ein Android 9 (Pie), während der aktuelle Stick 4K von Amazon derzeit noch auf einem Android-7-System aufbaut.

## Fazit

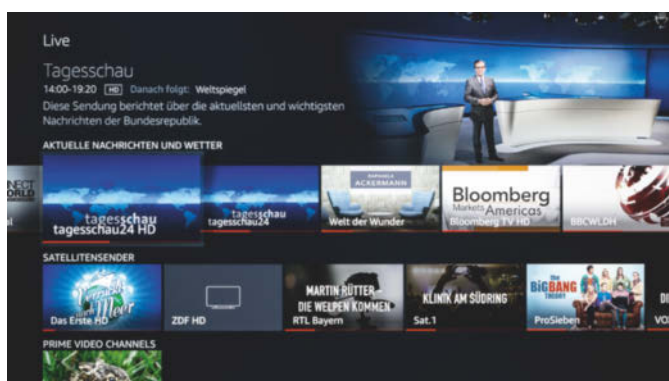
Klassenziel erreicht. Mit der Fire TV Edition gelingt es Amazon mit Grundig als Partner tatsächlich, neues und altes TV-Erlebnis unter einer Oberfläche nahtlos zu vereinen. Wer sich vom klassischen TV nähert, wird vielleicht mit der etwas überladenen Karussell-Bedienung von Fire OS hadern. Auch eine Direktwahltaste fürs TV-Erlebnis wäre eine gute Idee gewesen. Immerhin garantiert der Nummernblock der Fernbedienung, dass auch klassische „Zifferndrucker“ an ihr Wunschprogramm gelangen.

Wer schon ein Fire-TV-Gerät unter den Fingern hatte, kann sich über die gelungene Integration des klassischen TV-Angebots freuen. Zwar lässt sich dies auch per Amazons Fire-Sticks über Dienstleister wie Waipu nachschieben, doch das Angebot via DVB ist reichhaltiger und im Falle des Satelliten-TVs auch ohne monatliche Gebühren zu haben. (sha@ct.de) **ct**

## Grundig Fire TV Edition 43 VLX 70x0

Smart TV mit Fire OS	
Hersteller	Grundig, <a href="http://www.grundig.de">www.grundig.de</a>
Betriebssystem	Fire OS 7.2.1.2
CPU	Quadcore Mstar ARM Cortex A55, 1,4 GHz
Tuner	DVB-C, DVB-T2, DVB-S2
Anschlüsse	3 x HDMI, 2 x USB, CI+, IR, Toslink
Lieferumfang	TV, Standfüße, Sprachfernbedienung
Kommunikation	Ethernet, WiFi 5, Bluetooth 5.0
Display	43 Zoll UHD IPS (LG), 3840 x 2160 Pixel
<p>Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rötliche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten, im Idealfall wäre das gesamte Bild pink.</p> <p>winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand</p> <p>0 200 400 600</p>	
Preis	280 €

**Die Live-TV-Inhalte verschmelzen in der Bedienoberfläche komplett mit Angeboten von Streaming-Diensten.**





# Hallo Magexa

## Telekom Smart Speaker mit Sprachdienst Magenta

**Auf den Smart Speakern der Telekom kommt mit „Hallo Magenta“ erstmals der eigene Sprachassistent zu Wort. Doch die „deutsche Alexa“ kann beim Thema Datenschutz nicht voll überzeugen.**

Von Berti Kolbow-Lehnradt

Die Telekom will der Dominanz von Alexa, Google Assistant und Siri mit „Hallo Magenta“ entgegenreten. Der Sprachdienst soll neben einer Steuerung der hauseigenen Angebote für Telefonie, Fernsehen und Smart Home die übliche digitale Alltagshilfe bieten. Dabei setzt das Unternehmen zwar ebenso auf eine Signalverarbeitung in der Cloud, will sich aber mit einem hohen Datenschutzanspruch von US-Alternativen absetzen.

Dass deren Sprachplattformen noch überlegen sind, erkennt die Telekom notgedrungen an. Daher lässt sich Marktführerin Alexa auf den smarten Telekom-Lautsprechern ebenfalls nutzen, und das sogar parallel zum Magenta-Sprachdienst.

Wir testeten den seit September 2019 erhältlichen Telekom Smart Speaker (100 Euro) sowie die seit Kurzem verfügbare kleinere Version Smart Speaker Mini (50 Euro). Beide stecken in weißen oder schwarzen Gehäusen, die 10 Zentimeter durchmessen. Das Original ist 11 Zentimeter, das Mini-Modell 4,5 Zentimeter hoch. Bei der günstigen Variante muss der Käufer auf einen Textilüberzug verzichten und bekommt eine Deckplatte mit vier konventionellen Sensortasten. Der großen Version bleiben Touchgesten vorbehalten, die etwa erlauben, durch Wischen die Lautstärke zu ändern.

Während im großen Modell zwei 42-Millimeter-Lautsprecher den (Stereo-) Ton angeben, muss der Mini mit einen

40-Millimeter-Treiber auskommen. Beide lauschen mit jeweils vier Mikrofonen, kommen per WLAN ins Netz, lassen sich lokal per Bluetooth bespielen und übergeben Audio-Signale bei Bedarf mit einem Klinckenkabel an externe Lautsprecher.

Mit der kostenlos erhältlichen App namens „Hallo Magenta“ macht man beide Speaker startklar. Sie simuliert einen Chatbot, der in Sprechblasen durch die Prozedur führt. Zuerst loggt man sich mit einem Cloud-Konto bei der Telekom ein oder registriert eines. Dann stellt man mit Bluetooth den Kontakt zum Smart Speaker her und verbindet ihn mit dem WLAN. Eine freiwillige Standortfreigabe zwecks lokaler Wetterdaten, Uhrzeit und Radiosender beendet das Setup.

### Ein Fall für zwei

Nun meldet sich automatisch die recht angenehme, weibliche Kunststimme des Telekom-Sprachdienstes und nimmt nach der Signalphrase „Hallo Magenta“ Befehle an. Sie wirkt nicht ganz so natürlich wie die von Alexa, eine männliche Variante lässt sich ebenfalls einstellen. Über den Sprachdienst notiert man Einkäufe und To-dos, lässt sie sich vorlesen oder sieht sie per App ein. Drängt die Zeit, stellt der Sprachdienst Timer und Wecker.

Ferner übersetzt Magenta von Deutsch nach Englisch, verrät die Wetteraussichten und Uhrzeit, sucht nach Antworten bei Wikipedia und vertreibt Langeweile mit Mini-Spielen. Ins laufende Programm von 1400 Radiostationen klinkt man sich mit dem vorinstallierten Skill von Radioplayer ein. Eine News-Übersicht bietet die „Tagesschau in 100 Sekunden“. Befehle und Anfragen verstand Magenta bei Stichproben meist korrekt. Probleme gab es im Test mit dem Fußballergebnisdienst TorAlarm und dem Geburtstagsabfrage-Skill. Insgesamt bleibt die Bandbreite an Funktionen allerdings weit hinter dem zurück, was man von Alexa kennt.

Das scheint auch der Telekom klar zu sein. Über die Magenta-App lassen sich die Speaker daher mit Amazon-Zugangsdaten verknüpfen und danach auch mit Alexa nutzen. Bis auf das Einbinden in Multiroom-Setups bieten sie danach praktisch alles, was man von Amazon- oder kompatiblen Smart Speakern kennt.

Sind beide Sprachdienste aktiviert, kann man sie in beliebigem Wechsel nutzen. Mit Magenta einen Radio-Stream zu starten und mit Alexa zu beenden, ist kein Problem. Wer gerade spricht, erkennt man neben der



Stimme anhand eines in Hallo-Magenta-Magenta oder Alexa-Blau leuchtenden LED-Rings rund um die Deckplatte.

## Magenta ohne Musik

Wie nötig die Öffnung zum Amazon-System ist, zeigt sich beim Thema Musik-Streaming. Per Magenta-Sprachbefehl lässt sich kein Musiktitel abspielen, weil die Telekom keinen Abo-Dienst einbindet. Als Notbehelf können Spotify-Nutzer Songs via „Connect“-Funktion vom Smartphone an die Smart Speaker durchschleifen, und diese dann mit „Hallo Magenta“-Kommando pausieren, fortsetzen sowie lauter und leiser stellen.

Auf dem Mini-Speaker ist Audio-Streaming wegen des kraftlosen Basses allerdings nur empfehlenswert, wenn er mittentbetonte Sprachbeiträge und Pop-Songs spielt – oder am Audio-Ausgang einem leistungsstärkeren Lautsprecher übergibt. Der größere Telekom-Speaker macht von Haus deutlich mehr Spaß, weil er mehr Bass liefert und insgesamt voller klingt – vor allem im Klangprofil dynamisch.

## Fernsprechen und -sehen

Ein wenig Boden gut machen kann Hallo Magenta auf den Smart Speakern mit speziellen Sprachbefehlen für das vernetzte Zuhause oder die Mediensteuerung. Sie sind in der App aktivierbar.

Sowohl bei Magenta SmartHome wie auch bei MagentaTV geht nichts ohne Laufzeitvertrag beim rosa Riesen. Danach kann der Sprachdienst smarte Leuchten oder Heizkörperthermostate regulieren, die mit der Telekom-Schaltzentrale Home Base verbunden sind. Das klappte im Test mit Hallo Magenta reibungslos, funktioniert aber mit Alexa auf beliebigen kompatiblen Lautsprechern schon länger.

Exklusiv ist das Zusammenspiel mit dem IP-Fernsehangebot MagentaTV, das auf keine andere smarte Quasselstrippe hört. Magenta-Sprachbefehle schalteten im Test einen Telekom-Receiver vom Typ MR 400 ein und aus, änderten die Lautstärke, wechselten Sender und suchten nach Inhalten. Nur vorinstallierte Apps ließen sich nicht starten.

Beide Speaker lassen sich als Freisprechanlage für die Festnetztelefonie nutzen, indem sie via DECT auf eine Basisstation zugreifen. Zu weit sollte man sich von den Mikrofonen nicht entfernen, damit der Gesprächspartner alles unangestrengt versteht. Insgesamt fiel die Sprachqualität besser aus als im Test des eben-

falls DECT-fähigen Gigaset Smart Speakers L800HX.

## Neugieriger als erwartet

Der Slogan „Datenschutz made by Deutsche Telekom“ suggeriert mehr Privatsphäre als bei den US-Wettbewerbern. Tatsächlich speichert auch die Telekom alle Spracheingaben – nur eben nach EU-Recht. Zudem lässt sie Nutzer den Gesprächsverlauf prominent im Hauptmenü der App einsehen und löschen. Das weckt Vertrauen, den die Telekom aber an anderer Stelle verspielt.

So signalisieren beim größeren Speaker nur dann Signaltöne Start und Ende einer Sprachaufnahme, wenn der Nutzer diese Funktion händisch aktiviert. Tut er das nicht und übersieht den LED-Ring, entgeht ihm eventuell, dass das Gerät versehentlich Gespräche aufzeichnet. Das passiert Sprachassistenten, wenn sie Geräusche mit der Aktivierungssphrase verwechseln. Beim Mini ist die Signalton-Option nicht verfügbar. Ein Update soll sie bis „voraussichtlich Ende Juli“ nachliefern, versicherte die Telekom auf c't-Anfrage. Warum Signaltöne nicht standardmäßig aktiv sind, beantwortete sie nicht.

Gesprächsmitschnitten, die beim Aufspüren von Programmfehlern helfen, muss der Nutzer ausdrücklich widersprechen. Sonst dürfen menschliche Redakteure sie 90 Tage lang anhören. Für diese Opt-out-Praxis standen die großen Sprachdienst-Anbieter in der Kritik – die Telekom hat daraus offenbar nicht gelernt. So erfordert das Abwählen von Mitschnitten zum Beginn des App-Setups, Kleingedrucktes zu begreifen und ein Untermenü zu öffnen. In der Praxis dürften die meisten Nutzer kapitulieren und stattdessen einfach den „Zustimmen“-Button wählen. In dem Fall lassen sich vorhandene Mitschnitte erst beim Löschen des Gesprächsverlaufs entfernen und neue Aufnahmen nur in den Tiefen der App kategorisch ausschließen. Eine Löschoption per Sprachbefehl, wie sie Amazon bei Alexa jüngst nachgelegt hat, ist nicht vorhanden.

## Fazit

Der Magenta-Sprachdienst kann noch wenig und integriert erst eine Handvoll Skills. Mit der Musikkwiedergabe von Abo-Diensten fehlt eine für die Produktkategorie zentrale Funktion. Wie wenig man der Alexa-Alternative aus Deutschland zutraut, zeigt sich schon in der Integration des Amazon-Sprachdienstes.



Exklusive Sprachbefehle für das IP-Fernsehangebot MagentaTV sind bisher der einzige echte Mehrwert des Magenta-Sprachdienstes auf den ersten smarten Lautsprechern der Telekom.

Der vermeintlich hohe Schutz der Privatsphäre bleibt ein müdes Werbeversprechen, solange Nutzer Fehlaktivierungen nicht standardmäßig durch Signaltöne bemerken können und Gesprächsanalysen durch Telekom-Beschäftigte aktiv widersprechen müssen. Dass die Telekom die Daten nach EU-Recht verarbeitet, scheint da nur ein schwacher Trost zu sein.

Beim derzeitigen Stand macht Hallo Magenta einiges anders, aber nicht viel besser als Alexa. Mit den exklusiven Sprachbefehlen für MagentaTV sind die Telekom Smart Speaker nur für wenige Nutzer interessant. Sollte die Telekom plötzlich die Lust an ihrem Sprachdienst verlieren, bleibt einem zumindest ein Echo-Klon „designed in Germany“.

(sha@ct.de) **ct**

## Telekom Smart Speaker / Smart Speaker Mini

Smarte Lautsprecher mit Hallo Magenta	
Hersteller	Deutsche Telekom, <a href="http://www.telekom.de">www.telekom.de</a>
Konnektivität	Wi-Fi 5 (2,4 & 5 GHz), BT 4.1, DECT, 3,5 mm Klinke
App	Hallo Magenta (iOS, Android)
Preis	100 € / 50 € (Mini)



## Instant-Effekte

**Die Kamera-App Adobe Photoshop Camera legt schicke Filter über den Live-Sucher: Sternenhimmel und Sonnenschein im Hintergrund, Poparteffekte, Porträtoptimierung und vieles mehr.**

Üblicherweise kümmert sich Adobe um alle Arbeitsschritte nach der Aufnahme eines Fotos. Die Kamera-App Adobe Photoshop Camera setzt früher an und fasst einfach Aufnahmen und Bildbearbeitung in einem Arbeitsschritt zusammen. Die App steht kostenlos für Android und iOS zur Verfügung, läuft aber nur auf halbwegs aktuellen Geräten. Das iPhone 5 und das Samsung Galaxy S8 sind beispielsweise raus.

Bei Adobe Photoshop Camera geht es nicht um Belichtungszeit, Blendenöffnung und ISO-Wert. Die Gestaltungsmöglichkeiten klassischer Fotografie sind auf dem Smartphone aufgrund der Minioptiken eh begrenzt. Stattdessen wendet die App Bildbearbeitungsmethoden künstlicher Intelligenz auf das Live-Signal des Kamerasensors an. Dazu dienen sogenannte Linsen, von denen die App bereits eine Handvoll mitbringt. Insgesamt knapp 20 Linsen stehen im angebundenen Shop kostenlos zum Download zur Verfügung.

Um Linsen herunterzuladen, benötigt die App eine Internetverbindung. Außerdem greift sie auf die künstliche Intelligenz des Cloud-Diensts Adobe Sensei zu.

So erkennt sie ein aufgenommenes Gesicht und wechselt in die Porträt-Linse. Fünf verschiedene Einstellungen tauchen das Foto in hautschmeichlerisch-warme Farben und zeichnen den Hintergrund warm, als wäre das Bild mit einer lichtstarken 85-mm-Festbrennweite entstanden und nicht mit winziger Smartphone-Optik.

In Landschaftsaufnahmen erkennt Adobe Photoshop Camera den Himmel, der sich mit der Linse „Blauer Himmel“ um einen von sieben passenden, sonnig-blauen Hintergründen austauschen lässt. „Interstellar“ ersetzt den Hintergrund durch verschiedene Sternenhimmel, „Träumerei“ durch fantasievolle bis psychedelische Grafiken wie aufsteigende Raketen.

Die Kunstvoll-Linse setzt Fotos in acht verschiedene Gemäldetypen um, sodass diese Linse im Alleingang das kreative Spektrum der KI-Kunst-App Prisma abdeckt. „Essen“ optimiert den Schnappschuss vom Kantine-Lunch für Social-Media. Eine Linse, die nach der Popsängerin Billy Eilish benannt ist, lässt deren charakteristische Ampelmännchen als Partikeleffekt regnen. „XXL“ lässt Eis am Stiel wie Bäume aus der Landschaft wachsen.

Mit einem Druck auf den Auslöser ist das Bild fertig. Vor dem Export kann man verschiedene Seitenverhältnisse wählen, unter anderem für Instagram optimierte. Außerdem bietet Photoshop Camera eine Auto-Bildoptimierung sowie einige Regler der Lightroom-Grundeinstellungen wie Belichtung, Kontrast, Schatten, Lichter, Sättigung, Dynamik und Klarheit. Die Bilder gibt die App auf Wunsch direkt an Facebook, Instagram, Lightroom CC, WhatsApp oder andere Apps weiter.

Adobe Photoshop Camera ist sehr einfach zu bedienen und hat die derzeit innovativsten und vielseitigsten Foto-Effekte zu bieten. Das offene Linsenkonzept lässt hoffen, dass es auch so bleibt. Die kostenlose App hat vielleicht wenig Nutzwert, ist aber ein schönes Spielzeug und macht einfach Spaß. (akr@ct.de)

## Adobe Photoshop Camera 1.0

Kamera-App mit Live-Effekten	
Hersteller	Adobe, adobe.com/de
Systemanforderungen	iPhone ab 6s (iOS ab 12); Pixel ab 3/XL, Samsung ab S9/S9+, Samsung Note ab 9, One Plus ab 6/6T (Android ab 9)
Preis	kostenlos (In-App-Käufe möglich)



## Smarte Gartenlichter

**Mit Innrs smarten Außenleuchten lassen sich Balkon oder Garten auch im Dunkeln mit automatisierten Farbszenen hübsch in Szene setzen.**

Für Daheimgebliebene bietet Lichtspezialist Innr gleich zwei neue Produkte für den Außenbereich an: ein Set aus drei „Smart Spot Colour“ und den LED-Schlauch „Flex Light Colour“, den es in einer 2- und 4-Meter-Version gibt. Ersteres Set kann man getrost im Regen stehen lassen (IP65), letzteres ist mit der Schutzklasse IP67 sogar als Poolbeleuchtung zu gebrauchen.

Die RGB-Deko-Spots werden mit Erdspießen geliefert oder lassen sich fest verschrauben. Mit den mitgelieferten Kabeln kann man sie bis zu 10 Meter voneinander entfernt platzieren, sie werden über den Controller allerdings immer als Gruppe angesprochen. Der LED-Streifen ist um 90 Grad gekippt in einem dicken Silikon-schlauch verpackt. Das trübe Material streut so stark, dass keine einzelnen LEDs zu erkennen sind und ein schicker Neonröhreneffekt entsteht. Mit im Lieferumfang sind praktische Metallklammern, mit denen man den Schlauch sicher befestigen kann.

Beide Sets werden per ZigBee 3.0 angesprochen, man braucht also eine Bridge wie die von Innr, um sie zu steuern. Wer die Sprachsteuerung über Alexa oder Google Home nutzen möchte, muss allerdings zu einer Hue-Bridge greifen. (sha@ct.de)

## Smart Spot / Flex Light Colour

Gartenlichter	
Hersteller	Innr, www.innr.com
Kommunikation	ZigBee 3.0
Lichtstrom	230 Lumen (je Spot) / 1100 Lumen (4 Meter)
Preis	100 € / 140 €





## Magie in den Fingern

**Das Magic Keyboard macht vieles anders als andere Zubehörtastaturen für das iPad. Es kostet allerdings ein Vermögen.**

Das Magic Keyboard ist zugleich Schutzhülle, Tastatur und Halterung fürs iPad Pro. Für die 11-Zoll-Version, die mit dem iPad Pro der ersten und zweiten Generation läuft, legt man rund 330 Euro hin. Fürs iPad pro der dritten und vierten Generation mit 12,9-Zoll-Display sind 388 Euro fällt – und damit fast so viel wie für ein Einstiegs-Notebook.

Die Anschaffung lohnt sich für Vielschreiber, denn sie wertet das iPad zu einem Arbeitspferd auf, auf dem sich auch längere Texte wie gewohnt blind tippen lassen – mit taktiler Rückmeldung für die Finger, anders als bei einer Bildschirmstastatur. Ein rechteckiges Trackpad unterhalb der Tastatur fungiert als Mausersatz, erspart somit das Wischen auf dem Touchscreen.

Beim Auspacken fällt sofort das hohe Gewicht auf: In der 11-Zoll-Variante wiegt das Magic Keyboard 603 Gramm, sehr viel mehr als das iPad. So fühlt sich das Tablet mit angedockter Tastatur dann auch an wie ein Ultrabook. Für eine gemütliche Surf-Session auf dem Sofa nimmt man die Tastatur besser ab, das ist komfortabler.

Das Magic Keyboard ist so wenig erklärungsbedürftig wie eine Hose: Man muss nur das iPad Pro an die magnetische Klapphülle führen, sodass die Kameras des Tablets in die entsprechende Aussparung passen. Drei winzige Stifte auf der Klappe stellen die Verbindung mit Kontaktfleichen am Tablet her – die Tastatur

wird also nicht wie andere per Bluetooth verbunden, sodass man sofort lostippen kann. Der Neigungswinkel des angedockten iPad lässt sich mit einem Kippgelenk regeln und mit einem weiteren lässt sich die Tastatur ganz zuklappen.

Die Tastatur hat keinen eigenen Akku, ihren Energiebedarf deckt sie aus dem iPad-Akku. Mit der Tastatur leerte sich dadurch der Akku in je zwei Stunden vergleichbarer Aktivitäten (Schreiben und Lesen, je zur Hälfte) um fünf Prozentpunkte mehr als ohne Tastatur. Ob die Tastenbeleuchtung dabei eingeschaltet war und ob das Trackpad mehr oder weniger genutzt wurde, spielte dabei kaum eine Rolle. Bei einigen ausgelieferten Tastaturen mit einem höheren Mehrverbrauch scheinen Hardwaremängel die Ursache zu sein. Die USB-C-Buchse an der linken Seite der Tastatur soll den Strom zum Laden des iPads durchleiten. Beim Testen fiel allerdings auf, dass in diesem Fall das iPad mit weniger Ladestrom beschickt wird als beim direkten Anschluss des Ladesteckers ans iPad. Anders als die USB-C-Buchse am iPad lässt sich zudem kein Zubehör am Ladeanschluss des Magic Keyboards verwenden.

Die leichtgängigen Tasten haben einen präzisen Hub von nur rund 1 Millimeter. Sie wackeln nicht – im Gegensatz zu Tasten auf Rubberdome-Basis. Das Layout entspricht grob der beim MacBook, natürlich ohne die beim iPad obsoletere Reihe der Funktionstasten. Die Buchstaben- und Zifferntasten sind normalgroß und lassen sich in mehreren Helligkeitsstufen beleuchten. Einige Tasten sind aber ungewohnt schmal, etwa „R“, „+“ und „#“. Gut: Einige Kurzbefehle, etwa zum Speichern eines Screenshots, funktionieren wie beim Mac mit der Befehlstaste.

Insgesamt ist das Magic Keyboard auch mit Blick auf die oft mehrjährige Nutzungsdauer eines iPads ein Gewinn für Vieltipper. Preisgünstigere Alternativen sind die Apple Smart Folio (ab 194 Euro) oder die Logitech Slim Folio (ab 120 Euro).

(mil@ct.de)

## Apple Magic Keyboard (11 Zoll)

iPad-Tastatur	
Hersteller	Apple, <a href="http://www.apple.de">www.apple.de</a>
Gewicht	603 g
Tasten	65, kein Ziffernblock
Funktionen	Trackpad, USB-C-Buchse zum Laden des iPad
Preis	330 €

## Per Anhalter durchs Code-Universum!

Moderne Programmiersprachen verstehen und richtig anwenden

Auch als eBook erhältlich



### ix Special: Moderne Programmiersprachen

Der neue ix Special 2020 nimmt Sie mit auf eine Reise durch die Welt der modernen Softwareentwicklung. Lernen Sie eine Vielzahl aktueller Programmiersprachen kennen: Von den C-Nachfolgern Go und Rust über funktionale Sprachen wie Haskell und Elixir bis zu den Java-Alternativen Kotlin und Clojure. R ist die Sprache der Wahl für Data Science, WebAssembly ein neuer Ansatz zur Entwicklung performanter Web-Apps. Und Quantencomputer versprechen, die Softwareentwicklung zu revolutionieren.

Auch digital erhältlich!  
[shop.heise.de/ix-ps](http://shop.heise.de/ix-ps)

NEU

14,90 € >

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise shop

[shop.heise.de/ix-ps](http://shop.heise.de/ix-ps)





# Alleinunterhalter

## Was Studio One 5 anderen Musikprogrammen voraus hat

**Moderne Musikproduktionen sind äußerst komplex. Presonus packt in Studio One 5 innovative neue Funktionen und sorgt dafür, dass Musiker vom Arrangement bis zum fertigen Master nicht die Übersicht verlieren. Das freut nicht nur Einsteiger, sondern auch Profis, die zügig arbeiten wollen.**

Von Hartmut Gieselmann

Der Vorgänger Studio One 4 überzeugte uns bereits im Vergleichstest von Einsteigerprogrammen zur Musikproduktion [1]. Die günstige Artist-Version konnte jedoch keine externen Plug-ins im VST- oder AU-Format laden. Im neuen Studio One 5 hat Presonus diese Beschränkung aufgehoben. Für 95 Euro findet man derzeit wohl keine andere Digital Audio Workstation (DAW), die bei einem derartig hohen Funktionsumfang ähnlich leicht zu bedienen ist.

Wer die Musikproduktion vertiefen oder von seiner aktuellen DAW umsteigen will, für den lohnt sich ein Blick auf die Professional-Version, die wir hier genauer beleuchten. Um sie einzusetzen, müssen Sie das große Moped nicht unbedingt für rund 380 Euro kaufen. Mit Sphere bietet Presonus neuerdings ein monatlich kündbares Abo für 13,40 Euro pro Monat an. Es enthält neben der Software weitere Add-ons, Plug-ins und Instrumentbibliotheken nebst Video-Tutorials und Cloud-Funktionen zum Austausch von Projekten. Angesichts des Umfangs ist das ein echter Preisbrecher. Die ersten Kurse zu Kompressoren und Equalizern vermitteln Einsteigern fundierte Grundlagen. Doch nicht nur Einsteiger sollten einen Blick wagen, sondern auch Profis, wenn sie bei ihrer altgedienten DAW Funktionen vermissen oder häufig die Übersicht verlieren.

### Mächtiger Mixer

Studio One 5 gehört wie Cubase, Pro Tools und Reaper zu den DAWs mit linear verlaufenden Arrangements. Im Unterschied dazu erlauben Programme wie Ableton Live und Bitwig Studio, Samples und Loops im Arrangement live dynamisch zu wechseln. Das ist besonders praktisch für elektronische Dance-Projekte und Hip-Hop. Allerdings bieten die Mixer von Ableton und Bitwig deutlich weniger Möglichkeiten als die der linearen DAWs.

Der Mixer ist das Prunkstück von Studio One 5. Spezialitäten wie verschachtelte Gruppen und VCA-Fader beherrscht er schon länger. Neu hinzu gekommen sind Mixer-Szenen: Über Schnappschüsse lassen sich verschiedene Einstellungen und geladene Plug-ins ablegen und während der Wiedergabe auf Knopfdruck umschalten. So vergleichen Sie verschiedene Versionen eines Mixes im Handumdrehen, ohne neue Projektdaten zu laden. Wer das einmal ausprobiert hat, möchte es nicht mehr missen.

Als weitere, schon länger verfügbare Besonderheit ahmt der Mixer über sogenannte Mix FX analoge Mischpulte nach. Ein Plug-in steuert zentral das Übersprechverhalten, die analogen Verzerrungen und das Bauteilrauschen jedes einzelnen Kanals im Mixer. Dadurch wirkt der Mix runder und einzelne Spuren verschweißen besser miteinander. Neben dem integrier-

**Studio One 5 stellt die komplette Musikproduktion übersichtlich in einem Fenster dar.**

ten Standard-Mix-FX lohnt der Kauf des CTC-1 Pro Console Shaper für 83 Euro im Online-Shop von Presonus, der drei weitere analoge Mischpulte simuliert. Im Sphere-Abo ist er bereits enthalten.

### Schnelle Editierungen

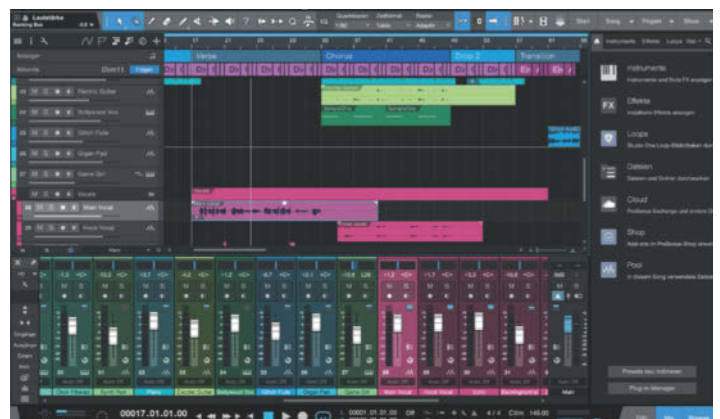
Als eine der wenigen DAWs unterstützt Studio One die Programmierschnittstelle ARA 2. Sie bindet Melodyne 5 zur Korrektur falsch gesungener Töne oder schlecht gestimmter Instrumente ein [2]. ARA 2 erlaubt eine nahtlose Bearbeitung, ohne die Spuren erst langwierig in Melodyne zu übertragen. Die Essential-Version von Melodyne zur Korrektur einstimmiger Gesangsaufnahmen ist in Studio One 5 bereits integriert, die größeren Melodyne-Pakete erlauben sogar mehrstimmige Anpassungen und lassen sich nachrüsten.

MIDI-Spuren stellt Studio One 5 nun mit echten Noten dar. Gegenüber der Piano-Roll kann das die Übersicht enorm verbessern. Wer mit Notenblättern arbeitet, kann komplexe Passagen schneller erfassen und ändern. Eine Druckfunktion hat Presonus noch nicht implementiert. Stattdessen liefert es im Sphere-Abo seine Notations-Software Notion 6 mit, die Projekte von Studio One übernimmt.

Besitzer eines iPad können Studio One schon länger mit der kostenlosen App „Studio One Remote“ fernsteuern. Die App vereinfacht vor allem die Bedienung des Mixers. Im Vergleich zur iPad-Steuerung von Logic Pro X fehlen allerdings Spielhilfen für die virtuellen Instrumente oder eine Anzeige des Online-Handbuchs.

### Instrumente und Effekte

Bei der Bestückung mit virtuellen Instrumenten hinkt Studio One manch anderer DAW hinterher. Das mitgelieferte Drum-Modul Impact, die beiden Synthesizer Mai Tai und Mojito, der eingebaute Sampler



und die Sample-Instrumente decken jedoch den Grundbedarf weitgehend ab und lassen sich übersichtlich bedienen. Sphere-Abonnenten können sich dazu die ganze Festplatte mit gesampelten Instrumenten vollpacken.

Deutlich vereinfacht wurde die Anbindung von Hardware-Synthesizern. Studio One 5 steuert diese per MIDI mit MPE und richtet automatisch einen passenden Aux-Kanal zur Aufnahme des Audiosignals ein. Eine zusätzliche Latenzkorrektur, wie sie beispielsweise Ableton Live oder Bitwig Studio erlauben, ist leider nicht vorgesehen.

Bei den Effekten konzentrierte sich Presonus auf einen Hausputz der Bedienoberflächen. Wie wichtig so etwas ist, wissen nicht zuletzt Nutzer von Logic Pro X, das noch immer einzelne Plug-ins aus den Nuller-Jahren mitschleppt, die sich kaum noch vernünftig bedienen lassen. Das mitgelieferte Arsenal deckt alle wichtigen Produktionsbereiche in guter Qualität ab. Heraus stechen die exzellente Gitarren-Amp-Simulation Ampire sowie das Leslie-Kabinett namens Rotor. Pegelanzeigen unterstützen das K-Metering und LUFS-Messungen – leider noch immer keine Selbstverständlichkeit in DAWs.

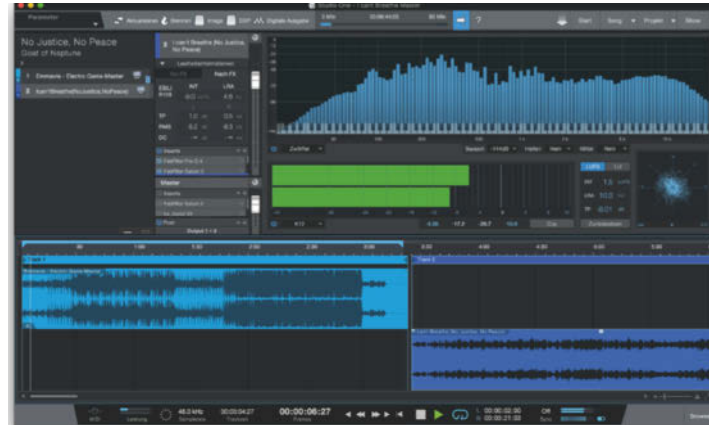
## Hohe Effizienz

Um zu prüfen, wie gut Studio One Ressourcen des Rechners ausnutzt, portierten wir ein Stück mit etwa 30 Audiospuren aus Ableton Live. Dort hatte der Mixer aufgrund der Effekt-Plug-ins auf einem aktuellen Macbook Pro Schwierigkeiten, das komplette Arrangement stotterfrei abzuspielen – selbst mit großen Sample-Puffern und eingefrorenen Spuren. Studio One gelang die Wiedergabe mit den gleichen Plug-ins hingegen einwandfrei, ohne dass die Bedienung träge wurde.

Verantwortlich mag das Puffer-Management von Studio One sein, das selbst bei moderaten Puffergrößen von 256 Samples Aussetzer weitgehend unterdrückt. Allerdings kapselt Studio One externe Plug-ins nicht in einer Sandbox, wie es etwa Bitwig Studio macht. Im Test riss ein einzelner Plug-in-Absturz die ganze DAW mit herunter. Daten verloren wir nicht.

Besonders praktisch ist die integrierte Mastering-Sektion. Speichert man einen Mix ab, lädt Studio One den Summenmix automatisch in eine Mastering-Umgebung auf der Projektseite. Integrierte Analyser zeigen nicht nur Frequenzverläufe an (besonders gut funktioniert die neue Halbton-Aufteilung), sondern berechnet die

**Die Projektansicht vereinfacht das Mastern kompletter Alben. Änderungen im Mix übernimmt Studio One automatisch.**



Lautheit eines Mixes in LUFS deutlich schneller als in Echtzeit. Dadurch finden Sie die richtigen Einstellungen des Limiters deutlich schneller. Wer während des Mastering den Mix ändern will, wechselt einfach ins Mix-Projekt. Studio One erneuert die Master-Datei automatisch, sodass Sie sich nicht um Versionen und Dateien kümmern müssen.

Fertige Songs lassen sich digital mit Metadaten exportieren oder als DDP-Datei für eine komplette CD ans Presswerk schicken. Derart komfortabel klappt das bei keiner anderen uns bekannten DAW. Der neue „Listen Bus“ bindet Korrekturprogramme wie Sonarworks oder Toneboosters Morphet leider nur beim Mix im Song-Modus ein. Den Master-Projekten fehlt er.

Wer seine Songs aus Studio One live aufführen möchte, der kann einzelne Backing-Tracks und Software-Instrumente nun auch auf einer neuen Show-Seite zusammenstellen. Dort legen Sie eine Set-Liste an, definieren für jeden Song Wiedergabespuren und Makros für Parameter, die Sie live kontrollieren möchten. Die Bedienoberfläche der Show-Seite ist gegenüber der DAW-Ansicht reduziert. Im Vergleich zu Mainstage von Apple punktet Studio One hier mit der direkten Anbindung an die DAW, bringt jedoch bei Weitem nicht so viele virtuelle Instrumente und Effekte mit.

## Fazit

Mit Studio One 5 und dem Sphere-Abo macht Presonus einen gewaltigen Schritt nach vorn. Das Update ist allen bisherigen Studio-One-Nutzern wärmstens zu empfehlen. Für Einsteiger ist die Software ideal, da sie sich sehr übersichtlich sowohl auf einem als auch auf mehreren Monitoren bedienen lässt, ohne sich in aufpoppenden Fenstern zu verzetteln.

Nutzer anderer DAWs sollten sich insbesondere die Möglichkeiten des Mixers ansehen. Durch die Simulation analoger Mischpulte schweißt er Spuren besser zusammen als andere DAWs. Und dank der effizienten Ressourcen-Ausnutzung laufen auf Studio One selbst größere Arrangements noch rund, die in anderen DAWs stottern. Besonders praktisch ist der direkte Übergang zum Mastering-Bereich, der dank der schnellen Lautheitserkennung die Arbeit beschleunigt.

In puncto virtuelle Instrumente und Steuerung von Hardware-Synthesizern ist Studio One nicht so gut bestückt wie etwa Logic Pro X, Reason, Ableton Live oder Bitwig Studio. Deshalb kann es durchaus sinnvoll sein, Songs in diesen Programmen zu entwerfen und die Spuren anschließend zum Mixen und Mastern in Studio One zu übertragen. Aufgrund der tollen Integration von Melodyne gelingen Gesangskorrekturen schneller als in anderen DAWs ohne ARA 2. Dank der guten, bislang leider nur auf Englisch vorliegenden Online-Dokumentation und vieler Tutorial-Videos arbeiten sich Umsteiger in ein bis zwei Tagen ein. (hag@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Hartmut Gieselmann, Kleine Hitfabriken, Sechs DAWs unter 100 Euro zum Einstieg in die Musikproduktion, c't 12/2020, S. 108
- [2] Hartmut Gieselmann, Jeder Ton ein Treffer, Wie Melodyne 5 schiefen Gesang korrigiert, c't 15/2020, S. 86

## Presonus Studio One 5

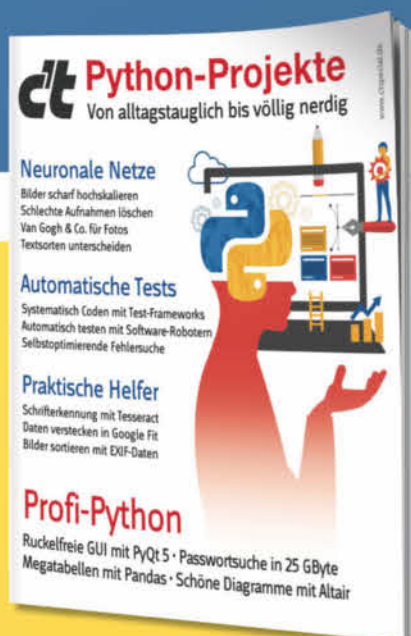
Digital Audio Workstation zur Musikproduktion	
Hersteller	Presonus, <a href="http://www.presonus.com">www.presonus.com</a>
Systeme	Windows ab 10, macOS ab 10.13
Preise	Prime: kostenlos, Artist: circa 95 €, Professional: circa 380 €/ Upgrade 150 € (5 parallele Installationen), Presonus-Sphere-Abo: 13,40 €/Monat



NEU

Auch  
Heft + PDF  
erhältlich mit  
29 % Rabatt

# Einfach loslegen mit Python



„Learning by Doing“ ist das Motto der Neuauflage des unverzichtbaren c't Sonderheftes – vollständig überarbeitet und aktualisiert, darüber hinaus mit komplett neuen Beiträgen auf 150 Seiten. Stürzen Sie sich in die Python-Projekte für alle Schwierigkeitsgrade – dabei lernen Sie ganz automatisch. Vom blutigen Anfänger bis zum Berufsprogrammierer findet jeder passende Projekte für sich, die ganz nebenbei auch konkrete Probleme lösen.“

[shop.heise.de/ct-python20](http://shop.heise.de/ct-python20)

14,90 € >



## Web-Whiteboard

**Unter dem Namen Flinga stellt der finnische Anbieter Nordtouch zwei Webdienste für die Arbeit im Team zur Verfügung. Damit lässt sich ganz fix ein Stimmungsbild einholen und gemeinsam an Ideen herumtüteln.**

Mit Flinga Whiteboard können mehrere Personen – auch aus der Distanz oder zeitversetzt – gemeinsam eine Art Mindmap erstellen. Das zweite Tool heißt Flinga Wall und eignet sich dazu, die Teammitglieder über Vorschläge abstimmen zu lassen. In beiden Fällen muss sich lediglich der Organisator registrieren. Alle anderen Teilnehmer können die Website mit dem virtuellen Whiteboard oder der Abstimmung aufrufen, ohne sich registriert zu haben. Wer mit einem Smartphone teilnimmt, scannt dazu am besten den von Flinga bereitgestellten QR-Code. Alternativ kann man die Webseite des Anbieters aufsuchen und dort den Session-Code eintippen oder den gesamten Link zur Session im Browser eingeben.

Wir haben beide Tools mit einem Windows-10-PC, einem Surface-Notebook mit Windows 10 sowie einem Android-Smartphone getestet. Auf allen Geräten und sowohl mit Chrome wie auch mit Firefox gelang die Nutzung problemlos. Lediglich die Touch-Funktion des Notebooks brachte das Flinga-Whiteboard immer wieder aus dem Takt: Nach jedem Tipp auf den Bildschirm verschwanden sämtliche Elemente des Boards aus dem Sichtfeld.

Flinga Wall ist das digitale Pendant zur Pinnwand, an die man farbige Post-its mit einzelnen Wörtern oder kurzen Texten heftet. Diese Sammlung kann man sich als Liste oder als nebeneinander angeordnete

Quadrate anzeigen lassen. Falls der Organisator es erlaubt, können die Teilnehmer Likes für die virtuellen Post-its verteilen. Praktisch: Alle Informationen an der Pinnwand lassen sich im Excel-Format XLSX exportieren. Die resultierende Tabelle enthält für jedes Item einen Zeitstempel, den darauf notierten Text sowie die Anzahl der Likes.

Flinga Whiteboard bietet umfangreichere Möglichkeiten: Man kann Texte in drei Größen auf einer freien Fläche platzieren, außerdem Personensymbole, Kreise und Quadrate, die sich mit Text beschriften oder mit einem Link versehen lassen. Schiebt man zwei Elemente übereinander und wartet einen Moment, so richtet Flinga eine Verknüpfung zwischen beiden ein. Es gibt eine Stiftfunktion mit sechs Farben und drei Strichstärken sowie die Möglichkeit, eigene Bilder hochzuladen.

Alle Einstellungen verbergen sich in einem Seitenstreifen, den man am linken Rand der Arbeitsfläche einblendet. Die Teilnehmer sehen hier den Zugangscode sowie Knöpfe zum Datenexport und zum Verlassen der Session. Der Organisator kann dort auch die Teilnehmerrechte festlegen; dazu stehen vier Stufen zur Verfügung. In einem Untermenü namens „Session Settings“ kann er die Zahl der verfügbaren Farben und Formen einschränken und die vergebenen Likes löschen.

Flinga darf für nichtkommerzielle Zwecke in einer Basisversion kostenlos genutzt werden. Registrierte Anwender können damit maximal fünf Sessions anlegen; bevor eine weitere dazukommen kann, muss man eine der bestehenden löschen. Die beiden unkomplizierten Werkzeuge für die Teamkommunikation eignen sich – auch im Rahmen einer Videokonferenz – prima zum Brainstorming oder um ein Meinungsbild abzufragen. (dwi@ct.de)

## Flinga Whiteboard / Flinga Wall

Werkzeuge für die Teamkommunikation	
Anbieter	Nordtouch Ltd., <a href="http://www.nordtouch.fi">www.nordtouch.fi</a>
Systemanforderungen	Browser und Internetzugang
Preis	Basis-Version <b>kostenlos</b>





## Ingridenzen

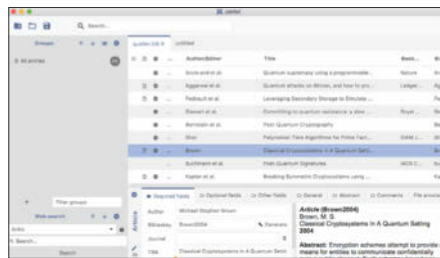
**Die Mobil-App „Frag Ingrid“ bewertet hunderte Nahrungsmittel für Menschen mit bestimmten Lebensmittel-unverträglichkeiten.**

Die App kennt die Inhaltsstoffe alltäglicher Speisen wie Eigelb, Weizenbier oder diverse Apfelsorten, ausgesprochener Exoten wie Kamelmilch und außerdem viele Zusatzstoffe mit E-Nummern. Anhand der Inhaltsstoffe bewertet sie, ob diese Stoffe bei Menschen mit diversen Zucker-Intoleranzen, Reizdarm oder Zöliakie Probleme bereiten könnten. Speziell für die Unverträglichkeiten von Fructose und Histamin unterscheidet die Software zudem zwischen der Karenzphase – also der Zeit, in der man seinen Darm rigoros entgiften will – und den weniger strengen Anforderungen für die Zeit danach. Die Angaben stammen primär aus dem Web-Portal des Ernährungsbiologen Michael Zechmann.

Man kann problematische Nahrungsmittel als Liste anzeigen lassen oder aufs Geratewohl in der Datenbank stöbern. Jeder Eintrag enthält eine farblich markierte Bewertung anhand der Inhaltsstoffe, außerdem kann man seine persönliche Reaktion auf dieses Lebensmittel notieren. Diese Angabe fließt anonym in eine Community-Bewertung ein. Die prozentualen Werte, wie viele Ingrid-Nutzer ein Nahrungsmittel gut oder schlecht vertragen, bekommt man als Tortendiagramm zu sehen. Auch wenn man sich nicht blind auf die Bewertungen verlassen sollte, hilft die Ingrid-App Anwendern, problematische Substanzen in ihrer Ernährung zu meiden. (hps@ct.de)

## Frag Ingrid

Nahrungsmittel-Bewertung	
Anbieter	Michael Zechmann
Systemvoraus.	Android ab 5.0, iOS ab 12.0
Preis	kostenlos (Werbeeinblendungen vorbehalten) oder 3,99 €



## Zitathelfer

**Die freie Literaturverwaltung JabRef 5.0 wartet mit einer überarbeiteten Bedienoberfläche und einem Browser-Plug-in auf.**

JabRef erleichtert korrektes Zitieren in wissenschaftlichen Arbeiten. Das Programm archiviert, importiert, exportiert und verwaltet Referenzen. Durch das Bib-Tex-Format ist JabRef besonders für LaTeX-Nutzer interessant. Die in Java geschriebene Open-Source-Software läuft auf Linux, macOS oder Windows. Die aktuelle Version bringt eine Java-Runtime mit, setzt also keine Java-Installation mehr voraus. Das neue gleichnamige Browser-Plug-in, ehemals bekannt unter dem Namen „JabFox“, erleichtert das Hinzufügen von neuen Referenzen aus dem Browser heraus.

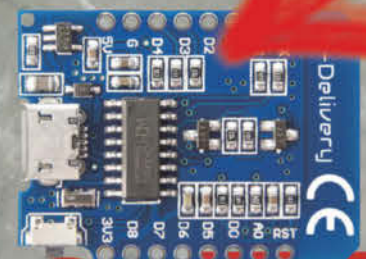
Die überarbeitete Bedienoberfläche gewinnt durch zahlreiche Vereinfachungen an Übersichtlichkeit. So lassen sich Referenzen durch Farbuweisungen überschaubarer in Gruppen einteilen und sind auf dem Hauptbildschirm visuell unterscheidbar. Obendrein erlaubt die neue Version individuelle Anpassungen des Hauptbildschirms und bringt einen Dark-Mode mit.

Die Entwickler räumen derzeit allerdings auch ein, dass die neue Version bei manchen Funktionen zurückfällt: So erfasst die globale Suche nur das aktuelle Projekt und findet eingetippte Begriffe nicht in allen verfügbaren Projekten. Den Vergleich mit der kostenpflichtigen Literaturverwaltung von Citavi muss JabRef nicht scheuen. Besonders Studenten, die mit LaTeX arbeiten, sind mit JabRef gut bedient. (Wilhelm Drehling/ps@ct.de)

## JabRef 5.0

Literaturverwaltung	
Bezugsquelle	www.fosshub.com/JabRef.html
Plattformen	Linux, macOS, Windows
Preis	kostenlos (MIT-Lizenz)

## mit dem Node-RED Special von Make!



NEU

inkl. D1 Mini

### Make Special: Node-RED

Für Einsteiger ohne tiefergehende Programmierkenntnisse bietet **Node-RED** die ideale Lösung. Man verknüpft fertige grafische Bausteine zu einem „Flow“ und kann so komplexe Anwendungen für **IoT und Smart Home** entwerfen. Im neuen **Make Node-RED Special** bietet die deutsche Make-Redaktion Anfängern und Fortgeschrittenen einen leichten Einstieg in die Programmierung von Smart Homes. Das Heft wird **portofrei inklusive eines ESP8266 D1 Mini mit WLAN** geliefert!

[shop.heise.de/ma-nodered](http://shop.heise.de/ma-nodered)

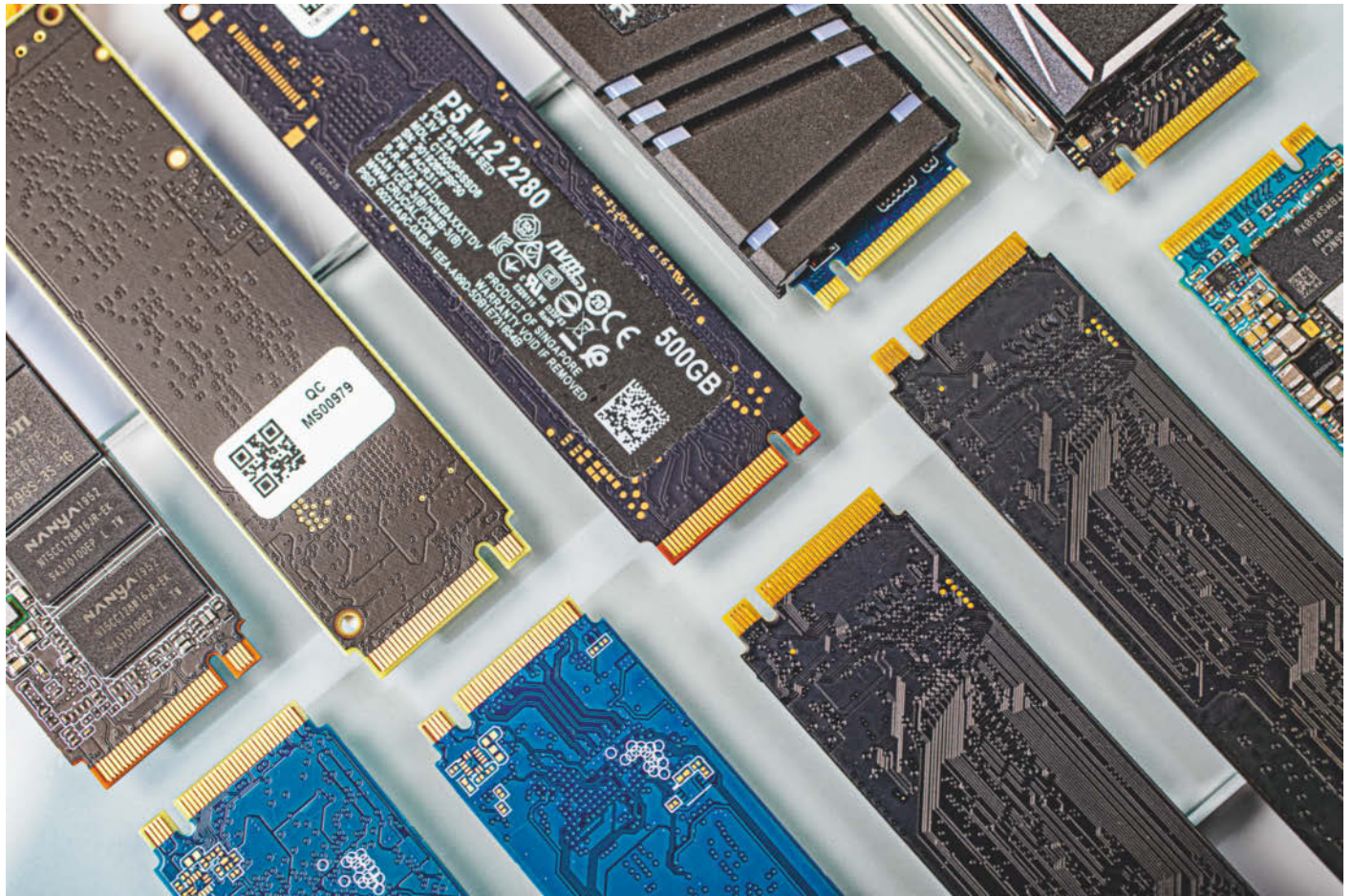
24,95 € >

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise shop

[shop.heise.de/ma-nodered](http://shop.heise.de/ma-nodered) >





# Turbokarten

## PCIe-SSDs als PC-Beschleuniger

**Wer sich heute einen Rechner zusammenstellt, wird als Massenspeicher wohl eine SSD einplanen, am besten eine flotte PCIe-SSD. Zehn neue Modelle haben wir im Test.**

Von Lutz Labs

**W**ährend die SATA-Schnittstelle seit Jahren bei maximal 560 MByte/s herumdümpelt, steigt die Geschwindigkeit bei PCI-Express-SSDs mit NVMe-Protokoll immer weiter an: Der weit verbreitete Standard PCIe 3.0 überträgt pro Lane knapp 1 GByte/s, bei vier Lanes also

etwas weniger als 4 GByte/s. PCIe 4.0 verdoppelt das Tempo auf deutlich über 7 GByte/s.

Doch SSDs mit PCIe 4.0 sind noch recht selten, ebenso wie dafür geeignete (AMD-Ryzen-)Systeme. Die SSDs in diesem Test arbeiten allesamt noch mit PCIe 3.0. Dabei sind die Crucial-Modelle P2 und P5, Delock M.2 SSD PCIe, Emtec X300 SSD Power Pro, Kingston KC2500, Kioxia Exceria Plus, Leven JPR600 und die Patriot-SSDs Viper P300 und VPR100. Von der P300 haben wir sogar zwei verschiedene: die Europa- und die US-Version, welche sich vor allem durch den SSD-Controller unterscheiden.

Delock hat eigentlich schon seit Jahren SSDs im Programm, allerdings bislang

ausschließlich Industrieversionen – die M.2 SSD PCIe ist das erste „Consumer“-Modell dieses Herstellers für Privatleute. Bislang in Deutschland nahezu unbekannt sind die SSD-Hersteller Emtec und Leven. Kioxia hingegen ist nur ein neuer Name, kein unbekannter Hersteller: Das Unternehmen hieß nach der Abspaltung von der Muttergesellschaft Toshiba zunächst Toshiba Memory, der neue Name Kioxia soll vor allem Verwechslungen mit Toshiba verhindern.

### Flash-Speicher

Der Markt für Flash-Speicher ist recht übersichtlich: Samsung ist unangefochtener Marktführer, die weiteren Teilnehmer sind Kioxia/Western Digital,

SK Hynix, Intel und Micron. Der chinesische Newcomer YMTC tritt auf dem Weltmarkt bislang kaum in Erscheinung – das soll sich nach Einschätzung einiger Analysten jedoch Ende 2020 ändern, wenn YMTC die Massenfertigung von 128-Lagen-Flash aufnimmt. Damit einhergehend sollen auch die Preise wieder einmal etwas fallen.

Alle Hersteller setzen seit geraumer Zeit auf mehrlagiges NAND-Flash. Das spart nicht nur Produktionskosten: Nur so lassen sich die heute verlangten Speicherkapazitäten überhaupt noch auf die kleinen M.2-Platinen quetschen. Spätestens im zweiten Halbjahr werden alle Hersteller NAND-Flash mit mehr als 100 Lagen produzieren. Insgesamt dauert die Entwicklung dieser Flash-Generation nach der Einschätzung von Marktforschern jedoch länger als die früherer Generationen. Nichtsdestotrotz plant etwa SK Hynix bereits Flash-Speicher mit mehr als 500 Lagen – allerdings ohne dafür ein Datum zu nennen.

Zur Kapazitätserhöhung nutzen die Hersteller nicht nur das Stapeln einzelner Flash-Zellen, sie quetschen auch immer mehr Bits in jede Zelle: Statt nur einem Bit (SLC, Single Level Cell) speichert eine Zelle heute drei oder vier. Im Prinzip ist das pure Analogtechnik: Der Controller prüft beim Auslesen einer 1-bittigen Zelle lediglich, ob die Spannung ober- oder unterhalb der halben Zellspannung liegt. Beim nächsten Schritt, der Multi Level Cell (MLC) mit 2 Bit, muss der Controller jedes einzelne Viertel unterscheiden können – dafür steigt die Kapazität der Zelle auf das Doppelte ( $2^2$  Zustände). Beim folgenden

Schritt (Triple Level Cell, TLC) unterscheidet der Controller 8 Spannungsniveaus, bei QLC-Speicher (Quadruple Level Cell) sind es dann 16.

Das Speichern von mehreren Bits in einer Zelle dient vor allem der Kostensenkung – Flash-Speicher ist so billig wie nie. Aber es gibt auch Nachteile: Während sich eine SLC-Zelle bis zu 100.000-mal löschen und dann neu beschreiben lässt, klappt das bei einer MLC-Zelle nur noch rund 10.000-mal. TLC- und erst recht QLC-Speicher sind noch einmal deutlich weniger haltbar; QLC-Speicher hält wahrscheinlich nur einige hundert Schreibvorgänge aus. Verbesserte Korrekturmechanismen und die gigantische Zahl an Speicherzellen verhelfen aber auch solchen Speichermedien zu einer für viele Zwecke ausreichenden Lebensdauer. Unsere Testmuster arbeiten allesamt mit TLC-Flash.

### Schreibschwächen vermeiden

Die sinkende Haltbarkeit (Endurance) ist nicht der einzige Nachteil mehrbittiger Flash-Zellen. Mit steigender Speicherfähigkeit dauert auch das Schreiben der Informationen immer länger. Dagegen setzen die Hersteller einen sogenannten SLC-Cache: Ein Teil der Speicherzellen wird in einen schnelleren 1-Bit-Modus geschaltet. Je größer dieser SLC-Cache ist, desto länger können die SSDs die Schreibleistung auf einem hohen Niveau halten. Hat die SSD nichts mehr zu tun, verschiebt der Controller die Daten in die langsameren TLC- oder QLC-Zellen. Meistens schalten die Hersteller einen kleinen festen Teil des Gesamtspeichers sowie einen vom freien Speicherplatz abhängigen Teil

in den SLC-Modus. Angaben dazu machen nur wenige Hersteller.

Ein weiterer Nachteil ist die abnehmende Fähigkeit der Zellen, die Informationen auch ohne Stromzufuhr über lange Zeit zu erhalten. Auch hier halten die Hersteller mit immer ausgefeilteren Korrektur-Codes dagegen. In der Praxis spielt dieses Problem wohl nur eine untergeordnete Rolle – uns sind jedenfalls keine Fälle bekannt, bei denen SSDs nach mehreren Monaten ohne Betriebsspannung tatsächlich Daten verloren. Leider zeigen die Hersteller bislang mit konkreten Angaben zur „Retention Time“.

### SSD-Controller

Welchen Einfluss der SSD-Controller auf die Leistung einer SSD hat, sieht man bei den beiden P300-Modellen von Patriot: Das Europa-Modell ist mit einem SMI-Controller bestückt, das US-Modell mit einem Phison – nach Angaben des Unternehmens darf die SSD mit SMI-Controller nicht in den USA vertrieben werden. Laut Datenblatt unterscheiden sich die beiden Versionen wenig, nur beim sequenziellen Schreiben soll die EU-Version rund 100 MByte/s schneller sein.

Wir haben beim Schreiben sogar einen Unterschied von rund 150 MByte/s festgestellt. Dazu aber gesellen sich weitere Differenzen: Beim Lesen ist das EU-Modell mehr als 300 MByte/s schneller, das US-Modell hingegen punktet beim Zugriff auf zufällige Adressen – wenn auch nicht bei allen Messungen. Unterschiede bestehen jedoch nicht nur bei synthetischen Benchmarks, sondern auch bei den Anwendungsbenchmarks aus der PCMark-10-

## PCI-Express-SSDs in M.2-Bauform – Benchmarks und Leistungsaufnahme

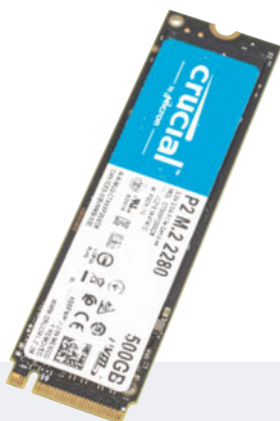
	seq. Transferraten schreiben/lesen <sup>1</sup> [MByte/s]	IOPS lesen QD=1 / 32 / 256 <sup>2</sup>	IOPS schreiben QD=1 / 32 / 256 <sup>2</sup>	PCMark 10 System Drive / Drive Consistency [Punkte]	Leistungsaufnahme <sup>3</sup> [W]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◄ besser
Crucial P2	2385/2665	12641/176817/231923	37734/271062/283156	239/972	3,2/4,7/4,5
Crucial P5	3099/3542	13436/284731/423813	31505/300311/507910	624/1947	3,5/8,2/7,3
Delock M.2 SSD PCIe	1710/2066	15254/215704/233278	35968/193169/108290	368/1676	3,2/5,3/5,8
Emtec X300 SSD Power Pro	2303/2202	12653/216143/228868	40561/236504/256343	204/714	3,4/2,4/3
Kingston KC2500	2562/3518	14945/224340/334544	38142/273683/322549	973/2084	3,4/7,5/7,3
Kioxia Exceria Plus	3151/3478	12633/253211/687282	38394/337445/754557	870/1762	3,2/8,2/8,5
Leven JPR600	2444/3507	16150/250589/335225	38281/279960/319681	693/1702	3,7/6,6/9,1
Patriot Viper P300	1692/2067	15499/216383/233534	36397/193520/109550	358/1692	3,5/4,5/1
Patriot Viper P300 US-Version	1541/1726	12584/234907/312579	40063/196697/212174	241/1092	3,5/1,5/2
Patriot VPR100	2271/3479	12409/235869/359827	39538/327219/508229	624/1598	3,2/7,7/6,5

<sup>1</sup> gemessen mit Iometer, Blockgröße 128 KByte

<sup>2</sup> gemessen mit Iometer, Blockgröße 4 KByte, Messungen mit 8 GByte großer Datei

<sup>3</sup> idle / lesen / schreiben





## Crucial P2

Crucial P2 – das klingt so, als ob diese SSD der Nachfolger der Crucial P1 wäre. Dem ist aber nicht so: Die P1 bleibt weiterhin im Programm und die P2 arbeitet anders als die P1 nicht mit dem eher langsamen QLC-Speicher, sondern mit TLC-Flash.

Beim Lesen großer Dateien fällt sie aus der Reihe: Mit rund 2,7 GByte/s reiht sie sich weder bei den Spitzenreitern noch in der Gruppe der SSDs ein, die hier lediglich rund 2 GByte/s schaffen. Bemerkenswert ist zudem die recht geringe Leistungsaufnahme im Betrieb.

- ↑ günstig
- ↑ lange Garantiefrist
- ↑ geringe Leistungsaufnahme



## Crucial P5

Crucial nutzt bei der P5 ausschließlich Komponenten der Muttergesellschaft Micron, selbst der Controller ist eine Eigenentwicklung – das kannte man bislang nur von Samsung-SSDs. Damit erreicht die P5 die schnellsten Schreibraten in diesem Test, lediglich die mit deutlich mehr Flash-Bausteinen bestückte Exceria Plus kann hier noch mithalten.

Wie bei schnellen SSDs üblich, liegt aber auch die Leistungsaufnahme dann höher: Mehr als 8 Watt gönnt sich die P5 beim Schreiben, für Notebooks ist sie damit weniger geeignet.

- ↑ lange Garantiefrist
- ↑ schnell beim Schreiben
- ↓ hohe Leistungsaufnahme



## Delock M.2 SSD PCIe

Delock greift bei seiner ersten PCIe-SSD nicht gleich nach den Sternen, mit dem Silicon-Motion-Controller SM2263XT reiht sich die M.2 SSD PCIe im Mittelfeld ein: Rund 2 GByte/s beim Lesen und Schreiben, beim Lesen zufälliger Adressen nicht einmal 250.000 IOPS – da gibt es schnellere SSDs.

Anders als die meisten anderen PCIe-SSDs bricht die IOPS-Leistung beim Schreiben auf zufällige Adressen bei höheren Anfragetiefen ein, bei 256 gleichzeitigen Anfragen sind es gerade noch etwas mehr als 100.000 IOPS – das schafft auch eine gute SATA-SSD. Mit deutlich über 100 Euro ist die SSD für die gebotene Leistung zu teuer.

- ↑ gute Eignung als Systemlaufwerk
- ↓ teuer
- ↓ kurze Garantiefrist

Suite: Beim Full System Drive Benchmark und auch beim Drive Performance Consistency Test erreicht das EU-Modell rund 50 Prozent höhere Werte. Da es dazu auch noch deutlich günstiger ist, fällt die Empfehlung gegen die US-Version nicht schwer.

Das NVMe-Protokoll erlaubt sehr viel mehr gleichzeitige Anfragen an eine SSD als das AHCI-Protokoll, welches fast nur bei SATA-SSD verwendet wird. Mehrere zehntausend gleichzeitige Befehle sind möglich, AHCI erlaubt maximal 32. Auf unterschiedliche „Queue Depth“ (QD) reagieren SSD-Controller unterschiedlich. Generell lässt sich die maximale Performance bei zufälligen Zugriffen (gemessen in IOPS) erst mit vielen parallelen Anfra-

gen ausschöpfen; im Test arbeiten wir auch mit einer Queue Depth von 256. Das kommt bei typischen Desktopanwendungen jedoch praktisch nie vor, nach Untersuchungen von Intel liegt die typische Queue Depth bei Desktop-PCs zwischen 1 und 2.

Auf vielen SSDs findet sich zudem ein Baustein mit schnellem DRAM als Puffer (Cache), 1 GByte pro TByte Speicherkapazität sind üblich. Inzwischen gibt es jedoch auch SSD-Controller, die ohne DRAM auskommen. Diese nutzen einen Teil des PC-Hauptspeichers, um dort Informationen für die Zuordnung der logischen Adressen zu den physikalischen Adressen der Flash-Zellen abzulegen. Vor allem bei günstigeren SSDs findet man solche

Controller, etwa den Phison E13T bei der Crucial P2.

## RGB-Beleuchtung

Der Trend zur steuerbaren Beleuchtung von PC-Komponenten macht auch vor SSDs nicht halt. In diesem Test ist wieder einmal eine SSD vertreten, die automatisch in verschiedenen Farben leuchtet. Mit Software-Hilfe lässt sich auch ein individuelles Muster einstellen; wir haben im Test die zu unserem Mainboard passende Aura-App von Asus benutzt.

Damit gelang es jedoch zunächst nicht, die SSD-Beleuchtung der Viper VPR100 komplett abzuschalten. Die SSD nahm zwar den zugehörigen Befehl entgegen, leuchtete danach aber in ihrem



Ihre Entscheidungshilfe bei der Lösungsauswahl:

# PUR IT Operations

Anwender haben entschieden, wer die besten Anbieter von IT-Management-Lösungen sind und welche Dienstleister im IT-Servicedesk einen guten Job machen.

Folgende Kategorien standen zur Auswahl:

-  **IT-Servicedesk (Software-Lösung)**
-  **IT-Servicedesk (Managed Service)**
-  **Client Lifecycle Management**
-  **Software Asset & License Management**
-  **Netzwerk Management & Monitoring**



Über 1.400 Entscheider sind dem Aufruf zur Anbieterbewertung gefolgt. Unter dem Motto „Anwender beraten Anwender“ sind die Ergebnisse des Professional User Rating – IT Operations 2020 jetzt verfügbar.

## IT Operations



- Prüfen Sie, welcher Anbieter zu Ihnen passt.
- Vergleichen Sie Ihre Anforderungen an die IT-Management-Lösungen mit den Bewertungen der Anwender.
- Sichern Sie Ihre Investitionsentscheidung mit den Ergebnissen des Benchmarkbands ab.
- Erfahren Sie, warum **Aagon, Allgeier BSH, baramundi, FCS Fair Computer Systems, LANCOM, Matrix42 und OMEGA Software** von den Anwendern zu den Champions ihrer Lösungskategorie gekürt wurden.

Informationen zum Benchmarkprojekt und dem Bezug des jeweiligen Benchmarkbands erhalten Sie über

[www.techconsult.de/pur-itops-2020](http://www.techconsult.de/pur-itops-2020)





### Emtec X300 SSD Power Pro

Emtec gehört zu den weniger bekannten Elektronikherstellern aus Deutschland. Neben SSDs und Speicherkarten hat das Unternehmen etwa auch USB-Hubs und Powerbanks im Programm.

Die X300 SSD Power Pro stammt aus der ersten PCIe-SSD-Serie der BASF-Tochter. Geschwindigkeitsrekorde sind noch nicht drin, aber beim Energiemanagement haben die Entwickler gute Arbeit geleistet: Sowohl im Idle-Zustand als auch beim Lesen und Schreiben gibt sich die X300 sehr sparsam. Beim Drive Performance Consistency Test des PCMark 10 belegt sie jedoch den letzten Platz.

- ↑ lange Garantifrist
- ↑ geringe Leistungsaufnahme
- ↓ keine konsistente Ausdauer



### Kingston KC2500

Kingston nutzt bei seiner KC2500 die gleichen Komponenten wie beim Vorgänger KC2000 – die leichten Leistungssteigerungen dürften auf Optimierungen in der Firmware zurückzuführen sein. Damit erreicht die KC2500 nun 3,5 GByte/s beim Lesen, beim Schreiben sind es knapp 2,6 GByte/s. Beim Zugriff auf zufällige Adressen liegt die KC2500 mit mehr als 300.000 IOPS im guten Mittelfeld.

Der PCMark 10 bescheinigt der KC2500 zudem sehr hohe Werte für die Eignung als Systemlaufwerk und die Performance unter Last. Damit eignet sich die SSD durchaus auch für den Einsatz in einer Workstation.

- ↑ lange Garantifrist
- ↓ hohe Leistungsaufnahme
- ↓ teuer



### Kioxia Exceria Plus

Nicht nur der Name Kioxia ist noch etwas ungewohnt, auch die Produktbezeichnung Exceria könnte verwirrend sein: So heißen nicht nur viele SSDs des Unternehmens, sondern auch einige Speicherkarten – wenn auch alle mit verschiedenen Zusätzen. Unsere Exceria Plus gehört zur SSD-Oberklasse.

3,5 GByte/s beim Lesen sequenzieller Daten stehen mehr als 3,1 GByte/s beim Schreiben gegenüber. Bei den IOPS-Zahlen sticht die Exceria Plus in diesem Test ganz oben heraus. Beides liegt zumindest zum Teil jedoch auch daran, dass unser 2-TByte-Muster auf mehr Flash-Chips parallel zugreifen kann als die anderen Kandidaten.

- ↑ lange Garantifrist
- ↑ sehr schnell
- ↓ hohe Leistungsaufnahme

Standard-Muster. Erst nachdem wir einmalig die von Patriot bereitgestellte RGB-Software für Windows genutzt hatten, ließ sich die RGB-Beleuchtung auch mit der Aura-Software abschalten.

### Leistungsaufnahme

Im Ruhemodus nehmen unsere Testmuster zwischen 3 und 3,7 Watt auf. Das ist deutlich mehr als bei SATA-SSDs, die sich mit weniger als einem Watt zufriedengeben. Zudem unterstützt fast jede SATA-SSD das Stromsparen über das Link Power Management (LPM), mit dem die Leistungsaufnahme auf unter 0,1 Watt sinkt.

Grundsätzlich können auch NVMe-SSDs Energiesparfunktionen nutzen, die die Leistungsaufnahme im Leerlauf auf deutlich unter 1 Watt reduzieren. Das zeigt

sich bei Notebooks mit NVMe-SSDs. Doch sowohl die SSD als auch das BIOS des Host-Systems müssen dabei mitspielen; zudem schreibt die NVMe-Spezifikation die Schlafmodi nicht verpflichtend vor. Unsere Testmuster sind auch deshalb so leistungshungrig, weil unser Testaufbau tiefe Schlafmodi nicht unterstützt.

### Fazit

Schaut man nur auf die Übertragungsleistungen, dann liegt die Kioxia-SSD vorn – wir nehmen sie aus diesem Fazit dennoch heraus. Denn die hier getestete 2-TByte-Version kann Zugriffe besser parallelisieren als die anderen Kandidaten – die 500-GByte-Version liegt laut Datenblatt auf einem deutlich niedrigeren Niveau.

Dennoch gilt: Wer viel mit großen Dateien hantiert, wird mit einer schnelle-

ren SSD schneller fertig. In die engere Wahl kommen daher die Crucial P5, die Kingston KC2500 und die Leven JPR600, gefolgt von der Crucial P2 und der Emtec X300 SSD Power Pro. Mit nicht mehr zeitgemäßen Schreibleistungen unter 2 GByte/s setzen sich die Delock M.2 SSD PCIe sowie die beiden Patriot-P300-Modelle ans Ende.

Bei den Praxis-Benchmarks ergibt sich ein ähnliches Bild, wenn auch mit einer Überraschung: Als System-SSD eignen sich demnach vor allem die KC2500 und die P2, gefolgt von der JPR600, der P300 (EU) und der M.2 SSD PCIe. Die Newcomer in diesem Test – M.2 SSD PCIe, X300 SSD Power Pro und JPR600 – können also in einzelnen Disziplinen durchaus mit der etablierten Konkurrenz mithalten.

(ll@ct.de) ct





### Leven JPR600

Die Leven JPR600 tauchte vor einigen Wochen im Heise-Preisvergleich auf – daher haben wir sie in diesen Test aufgenommen. Zum Redaktionschluss aber war die SSD mit 500 GByte in Deutschland nicht mehr lieferbar, nur größere Versionen mit 1 und 2 TByte.

Bei den Übertragungsleistungen muss sich die JPR600 vor der etablierten Konkurrenz nicht verstecken: Mit rund 3,5 beziehungsweise 2,5 GByte/s beim sequenziellen Lesen und Schreiben liegt sie im oberen Mittelfeld, ebenso wie mit ihren IOPS-Leistungen.

- 👉 lange Garantiefrist
- 👉 gute Eignung als Systemlaufwerk
- 👎 schlecht lieferbar



### Patriot P300

Die P300 gibt es in zwei Versionen, die sich nur durch die Buchstaben US in der Typenbezeichnung unterscheiden. Beim Kauf muss man daher aufpassen, denn die US-Version ist nicht nur teurer, sondern auch deutlich langsamer.

Während die EU-Version bei sequenziellen Übertragungen etwas schneller ist, punktet die US-Version bei vielen gleichzeitigen Anfragen bei Zugriffen auf zufällige Adressen. Hier bricht die EU-Version von knapp 200.000 IOPS bei QD=32 auf etwas mehr als 100.000 IOPS bei QD=256 ein.

- 👉 günstig (EU-Version)
- 👎 Verwechslungsgefahr EU-US-Version
- 👎 eher langsam



### Patriot Viper VPR100

Die Viper VPR100 kommt beim Lesen mit knapp 3,5 GByte/s recht nahe an die Grenze der PCIe-3.0-x4-Schnittstelle, beim Schreiben ist noch deutlich Luft. Patriot warnt im Kleingedruckten des Datenblatts vor Leistungseinbußen von bis zu 30 Prozent bei der Nutzung der RGB-Beleuchtung – das können wir so nicht bestätigen.

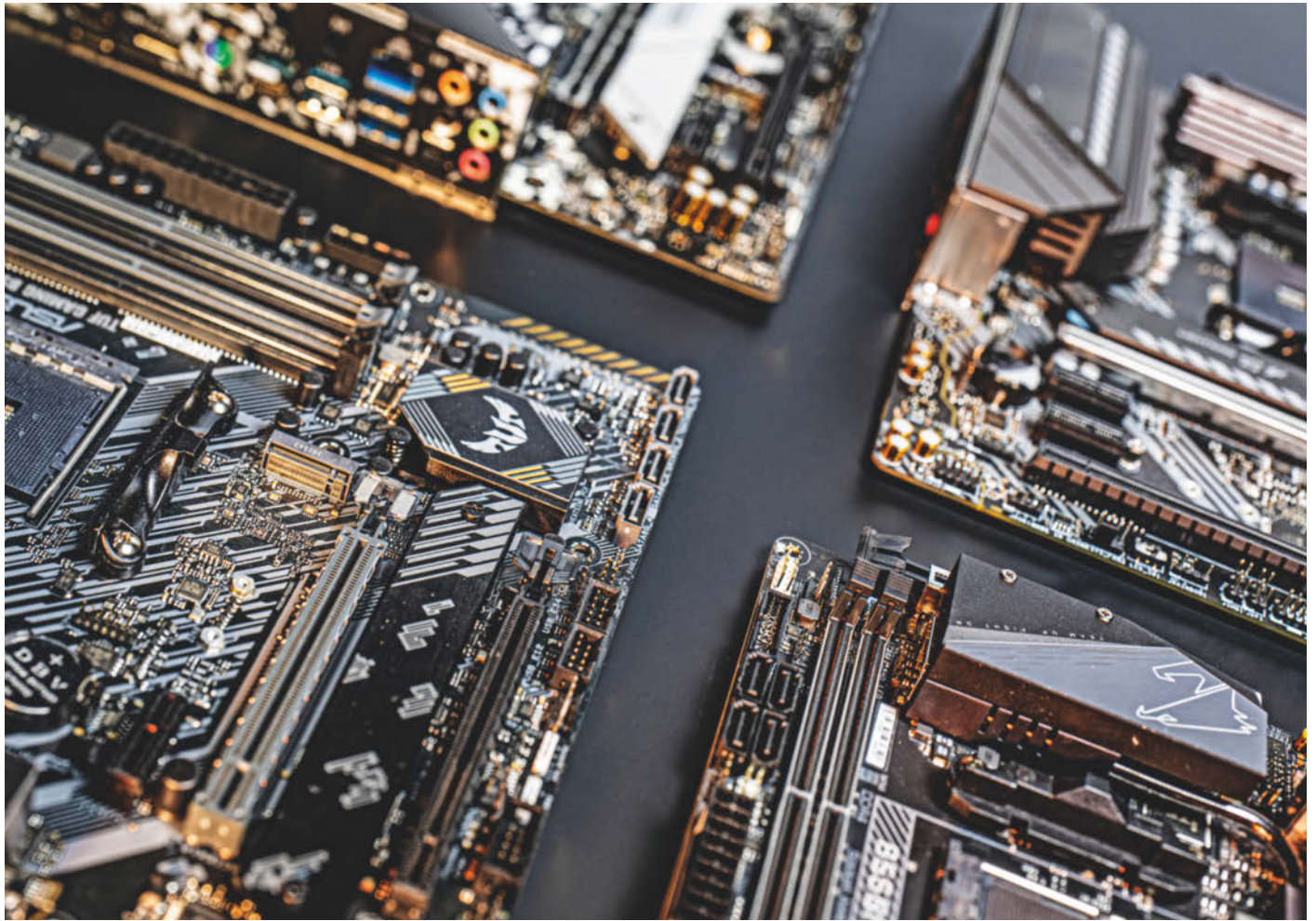
Im Leerlauf lag die Temperatur sowohl mit voller Helligkeit als auch ohne Beleuchtung bei rund 40 °C, das mag in einem engen Gehäuse jedoch anders sein. Beim Schreiben nahm die VPR100 auch ohne LED-Beleuchtung knapp 8 Watt auf; für Notebooks ist sie auch aufgrund des Kühlkörpers nicht geeignet.

- 👉 lange Garantiefrist
- 👎 hohe Leistungsaufnahme
- 👎 teuer

## PCI-Express-SSDs in M.2-Bauform (PCIe 3.0 x4, NVMe)

Modell	P2	P5	M.2 SSD PCIe	X300 SSD Power Pro	KC2500	Exceria Plus	JPR600	Viper P300	Viper P300 US-Version	VPR100
Hersteller	Crucial	Crucial	Delock	Emtec	Kingston	Kioxia	Leven	Patriot	Patriot	Patriot
Bezeichnung	CT500P2SSD8	CT500PSSD8	54080	ECSSD512GX300	SKC2500M8/500G	LRD10Z500GG8	JPR600-512GB	P300P512GM28	P300P512GM28US	VPR100-512GM28H
Kapazität laut Hersteller <sup>1</sup>	500 GByte	500 GByte	512 GByte	512 GByte	500 GByte	2 TByte	512 GByte	512 GByte	512 GByte	512 GByte
von Windows erkannte Kapazität	466 GByte	466 GByte	477 GByte	477 GByte	466 GByte	1863 GByte	477 GByte	477 GByte	477 GByte	477 GByte
Endurance <sup>2</sup>	300 TByte	300 TByte	k.A.	k.A.	300 TByte	800 TByte	k.A.	160 TByte	160 TByte	800 TByte
Schreiblast pro Tag <sup>2</sup>	164 GByte	164 GByte	k.A.	k.A.	164 GByte	438 GByte	k.A.	146 GByte	146 GByte	438 GByte
jährl. Ausfallwahrscheinlichkeit <sup>2</sup>	0,58 %	0,49 %	0,87 %	0,44 %	0,44 %	0,58 %	0,58 %	k.A.	k.A.	k.A.
Garantie	5 Jahre	5 Jahre	2 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	5 Jahre
Preis pro Gigabyte	14,4 Cent	19,1 Cent	23,5 Cent	18,5 Cent	22,3 Cent	17,9 Cent	18,9 Cent	15,1 Cent	20,1 Cent	21,2 Cent
Straßenpreis	67 €	89 €	112 €	88 €	104 €	333 €	90 €	72 €	96 €	101 €
weitere erhältliche Kapazitäten	250 GByte (49 €), 1 TByte (140 €)	250 GByte (71 €), 1 TByte (195 €), 2 TByte (417 €)	128 GByte (45 €), 256 GByte (70 €), 1 TByte (201 €)	128 GByte (33 €), 256 GByte (49 €)	250 GByte (61 €), 1 TByte (185 €), 2 TByte (408 €)	500 GByte (89 €), 1 TByte (168 €)	1 TByte (182 €), 2 TByte (300 €)	256 GByte (49 €), 1 TByte (117 €)	256 GByte (42 €), 1 TByte (155 €)	256 GByte (65 €), 1 TByte (172 €), 2 TByte (335 €)

<sup>1</sup> Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1.000.000.000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte = 1.073.741.824 Byte, die angezeigte Kapazität ist daher kleiner. <sup>2</sup> Herstellerangaben k. A. keine Angabe



# Geräuschloses Update

## Ryzen-Mainboards mit B550-Chipsatz für schnelle SSDs und Netzwerke

**PCI Express 4.0 ist ab sofort nicht mehr nur High-End-Mainboards vorbehalten. B550-Boards für Ryzen-3000-Prozessoren bieten dies ebenso wie USB 3.2 und schnelles Ethernet bei gleichzeitig überschaubarer Leistungsaufnahme.**

Von Christian Hirsch

**G**ut Ding will Weile haben. Erst ein Jahr nach Vorstellung der dritten Generation der Ryzen-Prozessoren bringt AMD den B550-Chipsatz, der PCI Express 4.0 auf preiswerteren Boards ermöglicht und im Unterschied zum High-End-Chip X570 ohne Lüfter auskommt.

Für den Test haben wir vier AM4-Mainboards mit dem neuen Chipsatz ausgewählt. Das Asrock B550M Steel Legend, Asus TUF Gaming B550M-Plus (Wi-Fi), Gigabyte B550I Aorus Pro AX und MSI MAG B550M Mortar kosten zwischen 145 und 190 Euro. Mit Ausnahme des kompakten Mini-ITX-Boards von Gigabyte sind

die Boards im Micro-ATX-Format gefertigt und nehmen vier DDR4-Speichermodule sowie zwei Grafikkarten und zwei M.2-SSDs auf. Zudem tragen sie hochwertige Audio-Chips und NBase-T-Netzwerk-Controller mit 2,5 GBit/s.

Günstigere B550-Hauptplatinen für unter 100 Euro sind derzeit noch Mangelware. Die Hardware-Branche hat noch immer mit den Produktionsausfällen und den Transportengpässen durch die Corona-Pandemie zu kämpfen, was sich auf die Preise auswirkt.

Mit dem B550-Chipsatz lassen sich endlich alle Funktionen der Ryzen-3000-



Prozessoren auch auf preiswerten Mainboards nutzen. Bisher war man für PCI Express 4.0 auf teure und energiehungrige Boards mit dem High-End-Chipsatz X570 angewiesen, der zeitgleich mit den Ryzen 3000 im Sommer 2019 erschien. Für günstigere Systeme blieb deshalb lediglich der inzwischen zwei Jahre alte B450-Chipsatz, der selbst nur PCIe-2.0-Ports bereitstellt.

## PCI Express doppelt so schnell

Der B550 sortiert sich aus Sicht der technischen Eigenschaften zwischen dem B450 und dem X570 ein. Die am Prozessor angebotenen PCIe-Lanes für die Grafikkarte und eine M.2-SSD arbeiten im PCIe-4.0-Modus und damit doppelt so schnell wie bei B450-Mainboards. Bei einer NVMe-SSD mit vier Lanes wächst der maximal mögliche Durchsatz beispielsweise von 4 auf 8 GByte/s. Allerdings gilt das nur für die Ryzen 3000 „Matisse“. Die kürzlich angekündigten Ryzen 4000G „Renoir“ mit integrierter Vega-Grafik können lediglich PCI Express 3.0.

Der B550-Chipsatz selbst ist im Unterschied zum X570 weiterhin per PCIe 3.0 an den Prozessor angebunden. In diesem Modus arbeiten nun auch die bis zu 10 Lanes, die der Chipsatz bereitstellt. Beim Vorgänger B450 kommt noch das betagte PCI Express 2.0 zum Einsatz, weshalb dort SSDs am zweiten M.2-Slot auf 2 GByte/s ausgebremst werden. Zudem stellt dieser maximal 8 statt 10 PCIe-Lanes bereit.

Allerdings wirkt die PCIe-3.0-x4-Anbindung zum Prozessor weiterhin als Flaschenhals, was wir in der Praxis nachweisen konnten: Wir erreichten mit einer NVMe-SSD am Chipsatz eine Transfer rate von 3,1 GByte/s. Zusätzlich haben wir eine schnelle USB-3.2-Gen-2-SSD angeschlossen, die rund 1 GByte/s schafft. Der Durchsatz der M.2-SSD fiel dadurch auf 2,1 GByte/s zurück. Die kumulierte Geschwindigkeit beider SSDs betrug lediglich 3,2 GByte/s. Es empfiehlt sich daher, eine einzelne M.2-SSD bei B550-Mainboards in den am Prozessor angebotenen M.2-Slot einzubauen und nicht in den Steckplatz vom Chipsatz. Beim X570-Chipsatz gibt es dieses Problem in dieser Form nicht, denn dort laufen alle Lanes und die Anbindung zur CPU im PCIe-4.0-Modus.

Bei den USB-Ports gab es zum B450 keine Änderung: Hier bleibt mit 2 × USB

3.2 Gen 2 (Superspeed 10 GBit/s), 2 × USB 3.2 Gen 1 (Superspeed 5 GBit/s) und 6 × USB 2.0 alles beim Alten. Vier weitere 10-GBit/s-Ports liefert der Prozessor.

Wohl um parallel zum Verkaufsstart der Ryzen 3000 im Sommer 2019 einen PCIe-4.0-tauglichen Chipsatz parat zu haben, verwendet AMD für den X570 den gleichen Chip wie für das I/O-Die der Ryzen-3000-CPU's [1]. Der B550 stammt wie der Vorgänger B450 hingegen vom taiwanischen Zulieferer Asmedia. Er benötigt weniger Energie und kommt deshalb ohne Lüfter aus.

## Vorübergehend abwärtskompatibel

Bei der Ankündigung des B550-Chipsatzes Anfang Mai hatte AMD klargestellt, dass auf den Mainboards nur Prozessoren mit den Architekturen Zen 2 und Zen 3 laufen werden. Derzeit trafe das lediglich auf die Ryzen 3000 „Matisse“ zu, aber zum Beispiel nicht auf die Kombiprozessoren Ryzen 3000G „Picasso“ mit Vega-Grafik. Deren CPU-Kerne verwenden anders, als es die Bezeichnung vermuten lässt, noch die ältere Architektur Zen+, die auch in den Ryzen 2000 „Pinnacle Ridge“ ohne GPU zum Einsatz kommt.

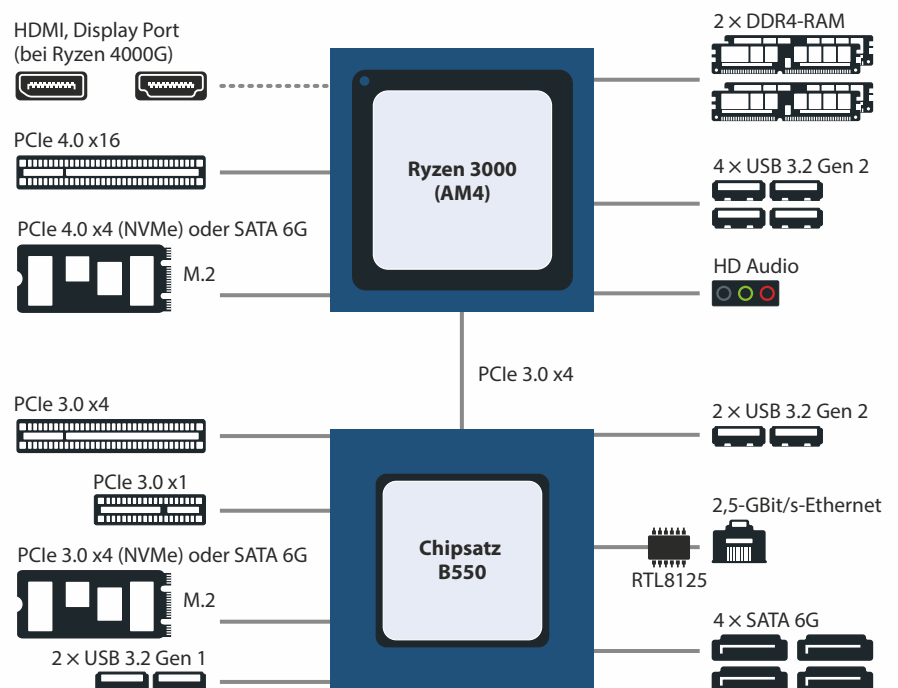
Die Zen-2-Kombiprozessoren für Desktop-PCs Ryzen 4000G „Renoir“ hat AMD erst kurz vor Redaktionsschluss angekündigt (siehe Seite 50). Das führt zu der verqueren Situation, dass sich die Grafikausgänge der B550-Boards zumindest in der Anfangszeit nicht nutzen ließen.

Jetzt folgt das unerwartete Aber: Rein interessehalber haben wir einmal die 50 Euro günstige Kombi-CPU Athlon 3000G in eines der B550-Boards gesteckt, um zu schauen, was passiert. Statt eines dunklen Bildschirms begrüßte uns jedoch die BIOS-Bootausgabe und anschließend der Windows-Desktop. Das klappte bei allen vier B550-Boards und nicht nur mit dem Athlon, sondern auch mit dem Ryzen 5 3400G.

Von einem Mainboard-Hersteller erfuhr wir, dass in den 32 MByte großen Flash-Chips für das BIOS momentan ausreichend Platz vorhanden ist, um auch die jeweils rund 3 MByte großen AGESA-Firmware-Blöcke älterer Prozessorgenerationen dort unterzubringen. Deshalb laufen derzeit auch Ryzen-Prozessoren wie Ryzen 1000 „Summit Ridge“, Ryzen 2000 „Pinnacle Ridge“, Ryzen 2000G „Raven Ridge“ und Ryzen 3000G „Picasso“ auf B550-Mainboards. Seitens AMD und der

## Typische Konfiguration eines B550-Boards

Die Board-Hersteller können die SATA- und PCIe-Leitungen von Prozessor und Chipsatz relativ flexibel verteilen. Alle PCI-Express-Lanes des B550 arbeiten nun im PCIe-3.0-Modus.





Boardhersteller gibt es dafür jedoch keinerlei Unterstützung bei Fehlern und Problemen. Zudem kann bei jeder künftigen BIOS-Version Schluss sein, die Kompatibilität zu kommenden CPU-Generationen herstellt wie beispielsweise Ryzen 4000 „Vermeer“ mit Zen-3-Kernen.

## BIOS-Update ohne CPU

Die lange Lebensdauer der AM4-Fassung ist Segen und Fluch zugleich, wie sich an diesem Beispiel zeigt. Obwohl die Prozessoren physisch passen, hängt es allein von der Firmware ab, ob diese laufen. So liegen die Mainboards oft längere Zeit bei den (Zwischen-)Händlern und haben deshalb teils Monate alte BIOS-Versionen. Kauft man dann solch ein Board zusammen mit einem Prozessor einer gerade neu erschienenen CPU-Generation, startet das System nicht. Zum Flashen einer aktualisierten Firmware bräuchte man dann vorübergehend einen älteren unterstützten AM4-Prozessor. Um das zu vermeiden, haben Asus, Gigabyte und MSI die getesteten B550-Boards mit einer BIOS-Flashback-Funktion ausgerüstet.

Damit lässt sich die Firmware auch ohne Prozessor und RAM aktualisieren, das Board muss dafür lediglich am Netzteil angeschlossen sein. Die BIOS-Datei kopiert man auf einen FAT32-formatierten USB-Stick und steckt diesen an einen speziell markierten Port an der I/O-Blende. Den Update-Vorgang stößt man dann über einen benachbarten Taster an. Dem Asrock B550M Steel Legend fehlt leider diese praktische Funktion. Sie ist auch nützlich, wenn das Update im BIOS-Setup oder unter Windows fehlgeschlagen ist.



Auf dem Mini-ITX-Board von Gigabyte geht es so eng zu, dass der Hersteller einen der Lüfteranschlüsse per Adapterkabel herausführt.

## Im Power-Limit

Für den Test haben wir die B550-Mainboards mit dem Zwölfkern Ryzen 9 3900XT (105 Watt TDP), 16 GByte DDR4-3200, einer SATA-6G-SSD und einer Grafikkarte vom Typ GeForce GT 1030 bestückt. Letztere treibt den Energiebedarf des Gesamtsystems um etwa 8 Watt nach oben im Vergleich zu einer CPU mit integrierter Grafik.

Im Unterschied zu den meisten Intel-Mainboards halten bei der AM4-Plattform alle Boards die Power-Limit-Vorgaben von AMD ein. Allerdings dürfen Ryzen-Prozessoren mit 65 Watt Thermal Design Power dauerhaft bis zu 88 Watt schlucken. Dieser auch als Package Power Tracking (PPT) bezeichnete Wert beträgt bei 95-Watt-CPU 128 Watt und bei Prozessoren mit 105 Watt TDP wie dem von uns verwendeten Ryzen 9 3900 XT satte 142 Watt.

Weil die Boards die AMD-Vorgaben einhalten, unterscheidet sich die Leistungsaufnahme bei CPU-Vollast nur geringfügig. Bei ruhendem Windows-Desktop liegt sie ebenfalls dicht beieinander, weil die Ausstattung der getesteten Boards recht ähnlich sind. Im Vergleich zu Mainboards mit dem Vorgänger-Chipsatz B450 benötigen die B550-Boards trotz besserer Ausstattung nicht mehr Energie.

Auf allen vier Mainboards sitzt der Netzwerkchip Realtek RTL8125, der mit NBase-T-Technik bis zu 2,5 GBit/s überträgt. In der Praxis haben wir auf allen vier Mainboards einen Durchsatz von mindestens 2,35 GBit/s gemessen, was umgerechnet rund 290 MByte/s entspricht. Wer bereits einen passenden Switch oder Router im Netzwerk verwendet, sollte deshalb auch die Gegenstellen mit schnellen Laufwerken ausstatten: Gängige Festplatten schaffen dieses Tempo nicht.

Einen Kritikpunkt haben wir jedoch bei allen Mainboards. Die Hersteller liefern die Treiber und Zusatzprogramme immer noch auf DVD mit, obwohl in den meisten modernen PCs kein optisches Laufwerk mehr eingebaut ist. Ein USB-Stick wäre praktischer.

## Linux mit Nachholbedarf

Zusätzlich zu Windows 10 haben wir den Boards auch unter Ubuntu 20.04 auf den Zahn gefühlt. Bei den Transfargeschwindigkeiten der Schnittstellen gab es keine Abweichungen. Die Leerlaufleistungsaufnahme lag jedoch 2 bis 4 Watt über den Windows-Werten und ließ sich auch mit



## Asrock B550M Steel Legend

Asrock richtet sich mit dem Micro-ATX-Mainboard B550M Steel Legend an PC-Gamer, die zusätzlich zu den derzeit üblichen Basisfunktionen einige Extras wünschen. Es ist mit 2,5-GBit/s-LAN, sechs SATA-6G-Ports sowie dem hochwertigen Audiochip ALC1200 ausgestattet. Für die Stromversorgung übertakteter Prozessoren gibt es zusätzlich zum 8-poligen ATX12-Volt-Stecker noch einen weiteren 4-poligen Anschluss.

Der an der CPU angebundene M.2-Slot sitzt unterhalb des PEG-Steckplatzes. Da kann es bei schnellen PCIe-4.0-SSDs mit hoch aufragendem Kühlkörper und Dual-Slot-Grafikkarten eng werden.

Der zweite M.2-2280-Steckplatz hängt über nur zwei PCI-3.0-Lanes am B550-Chipsatz und limitiert deshalb die SSD-Transferrate in der Praxis auf 1,7 GByte/s. Ist er in Benutzung, fallen die SATA-Ports 5 und 6 weg und umgekehrt. Optional lässt sich ein WLAN-Modul in den freien M.2-2230-Slot einbauen. Für die Antennenbuchsen hat Asrock in der I/O-Blende des B550M Steel Legend bereits die passenden Bohrungen vorgenommen. Die I/O-Blende ist flexibel befestigt und erleichtert dadurch den Einbau des Boards.

Im Soft-off- und Suspend-to-RAM-Zustand (S3 und S5) schluckt das Asrock-Board mehr als doppelt so viel Energie wie die anderen drei getesteten B550-Boards. Die vier blauen USB-Buchsen in der I/O-Blende teilen sich über den Hub-Chip Asmedia ASM1074 einen USB-5-GBit/s-Port des Chipsatzes.

- 👆 6 SATA-Ports
- 👆 flexible I/O-Blende
- 👇 hoher Energiebedarf in S3 und S5

NEU

# So bleiben Ihre Daten im Netz sicher und privat

Auch als  
Heft + PDF  
erhältlich mit  
22 % Rabatt



AKTION! c't-Raspion-Set 30 Euro günstiger: Entlarvt Datenspione im Haushalt!

## c't **Daten schützen**

So bleiben Ihre Daten im Netz sicher und privat

### Privatsphäre sichern

Social Media aufräumen • Spuren in Fotos verwischen  
Daten richtig anonymisieren

### Spione enttarnen

c't-Raspion einrichten  
Datenlecks im Haushalt identifizieren

### Verfolger abschütteln

Inkognito im Netz • Tracking aushebeln  
Google entkommen • Maulkorb für Windows

### Daten verschlüsseln

Sicher mailen mit PGP und S/MIME  
Dateien & System mit Bitlocker und VeraCrypt sichern

### Die 13 wichtigsten

## Privacy-Checklisten

Mehr Schutz für PC, Smartphone, Homeoffice & Social Media



11523



### c't Daten schützen

Halten Sie Schnüffler fern und Ihre privaten Daten sicher mit dem neuen c't-Sonderheft Daten schützen 2020! Privacy-Checklisten geben Hinweise für mehr Schutz in Ihrem Netz-Alltag und das nötige Rüstzeug um Tracking auszuhebeln, Google zu entkommen und Windows einen Maulkorb zu verpassen. Dazu: mit dem c't-Raspion-Projekt Spione enttarnen!

[shop.heise.de/ct-datenschutz20](https://shop.heise.de/ct-datenschutz20)

Einzelheft  
für nur

12,90 € >

 **heise shop**

[shop.heise.de/ct-datenschutz20](https://shop.heise.de/ct-datenschutz20) >

> Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.





### Asus TUF Gaming B550M-Plus (Wi-Fi)

Asus bewirbt die Serie „TUF Gaming“ als besonders langlebig. So sollen beim TUF Gaming B550M-Plus (Wi-Fi) die externen Anschlüsse beispielsweise besser vor Korrosion in salzhaltiger Luft geschützt sein. Für den Show-Effekt auf LAN-Partys sitzen in der Nähe des Chipsatzes RGB-LEDs, die das Board beleuchten.

Als sinnvolles Extra ist es mit einem WLAN-Modul mit dem Wi-Fi-6-Chip AX200 von Intel ausgestattet. Auf 20 Metern Entfernung erreicht das Board eine Transferrate von 237 MBit/s. Das ist für Wi-Fi 6 mit zwei Streams ein durchschnittlicher Wert. Steckt im PCIe-x1-Slot eine Erweiterungskarte, erhält der untere PEG-Slot nur noch zwei statt vier PCIe-3.0-Lanes vom Chipsatz. Dafür gibt es aber keinerlei Einschränkungen bei der Bestückung der M.2- und SATA-Steckplätze.

Vom Einschalten bis zum Windows-Desktop benötigt das Asus TUF Gaming B550M-Plus (Wi-Fi) lediglich 13 Sekunden und war damit einige Sekunden schneller als die anderen B550-Boards. Bei den Schnittstellengeschwindigkeiten und der Leistungsaufnahme gab es in unseren Tests im positiven Sinne keine Auffälligkeiten.

Legt man auf einen geringen Geräuschpegel im Leerlauf wert, sollte man beim Bau eines Systems 3-Pin-Gehäuselüfter meiden. Diese laufen bei aktuellen Asus-Board mindestens mit 8,2 Volt und damit schneller als notwendig.

- ↑ bootet schnell
- ↑ WLAN mit Wi-Fi 6
- ↑ BIOS-Flashback



### Gigabyte B550I Aorus Pro AX

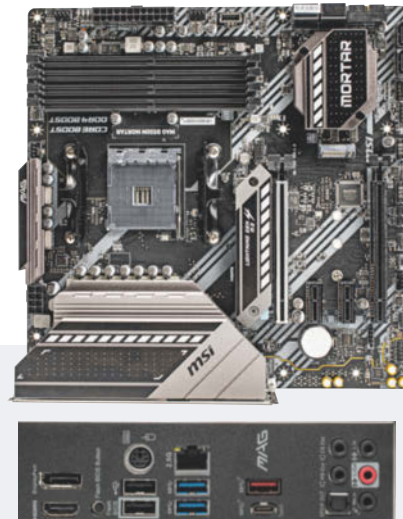
Aus dem Testfeld sticht das Gigabyte B550I Aorus Pro AX etwas heraus. Zum einen handelt es sich um ein Board im Mini-ITX-Format, was den Einbau in kompakte PC-Gehäuse erlaubt. Zum anderen ist es eines von der Handvoll AM4-Mainboards mit drei digitalen Monitorausgängen. Es kann zwei HDMI-2.0-Displays und einen DisplayPort-1.4-Monitor gleichzeitig ansteuern. Mangels CPU konnten wir dies aber noch nicht mit den neuen Ryzen-4000G-Kombiprozessoren testen.

Aus Platzgründen hat Gigabyte einen der beiden M.2-Steckplätze auf die Unterseite des B550I Aorus Pro AX gepackt. Wie knapp es auf dem Board zugeht, zeigt sich auch beim zweiten Gehäuselüfteranschluss: Statt an einen üblichen Pfostenstecker schließt man den Ventilator über ein Adapterkabel an einen proprietären Anschluss an.

Der analoge Audioausgang liefert hervorragende Dynamik von 122 Dezibel, wenn in der Audio-Oberfläche die Headphone Power auf Level 3 eingestellt ist.

Über ein Wi-Fi-6-Drahtlosnetzwerk überträgt das Mainboard auf 20 Metern Entfernung Daten mit bis zu 256 MBit/s und ist damit trotz identischem WLAN-Controller etwas schneller als das Asus-Board. Das Gigabyte B550I Aorus Pro AX kostet rund 30 Euro mehr als die anderen Boards. Das liegt am aufwendigeren Platinenlayout mit acht Schichten.

- ↑ drei Display-Anschlüsse
- ↑ WLAN mit Wi-Fi 6
- ↑ hohe Audioqualität



### MSI MAG B550M Mortar

Bei ruhendem Windows-Desktop ist das MSI MAG B550M Mortar etwa 2 Watt sparsamer als die Konkurrenz. Dennoch bietet es mit 2,5-Gbit/s-Ethernet, sechs SATA-Ports und zwei M.2-Slots eine vergleichbar umfangreiche Ausstattung. Der am Chipsatz angebundene, untere Steckplatz funktioniert nur mit PCI-Express-SSDs, denn die beiden zwischen SATA 6G und PCIe 3.0 umschaltbaren Leitungen des B550 ordnet MSI fest den SATA-Anschlüssen zu. Steckt eine SSD in diesem M.2-Slot, steht der untere PEG-Slot nicht mehr zur Verfügung, weil dessen PCIe-Lanes dafür angezapft werden.

Obwohl die Ryzen 3000 laut Spezifikation mit DDR4-3200 umgehen könnte, steuert das MAG B550M Mortar mit der BIOS-Version 1.0 JEDEC-konforme Module mit dieser Geschwindigkeitsklasse und 1,2 Volt Spannung von Crucial und Kingston lediglich mit DDR4-2666 an. HyperX-Module mit XMP-Profil von DDR4-3200 liefern mit dem korrekten Tempo, aber erst nach dem Update auf das Beta-BIOS 1.18 stabil.

Alle vier USB-Ports an der Rückseite hängen am USB-Controller des I/O-Die im Prozessor und arbeiten deshalb im Superspeed-10-Gbit/s-Modus, obwohl MSI den beiden dunkelblau eingefärbten Typ-A-Buchsen laut Datenblatt lediglich 5 Gbit/s zubilligt. Als einziges der getesteten Mainboards hat der Hersteller eine geschirmte Buchse für einen USB-C-Frontanschluss aufgelötet.

- ↑ sparsam
- ↑ USB-C-Frontanschluss
- ↓ Probleme mit DDR4-3200



Powertop-Optimierungen für die Energie-sparzustände nur geringfügig verbessern.

Ein großer Knackpunkt beim aktuellen Ubuntu ist die Unterstützung für den Realtek-Netzwerkchip mit 2,5 GBit/s. Dieser ist bei dieser Distribution noch nicht im Kernel enthalten, weshalb man das notwendige Kernel-Modul von Hand kompilieren und einbinden muss. Das hat aber den Nachteil, dass nach jedem Kernel-Update das Netzwerk erst funktioniert, wenn man das Modul erneut eingebunden hat.

Zudem benötigt man dafür bei den B550-Boards von Asrock und MSI einen zweiten Rechner mit funktionierendem Internet. Beim Asus TUF Gaming B550M-Plus (WI-FI) und Gigabyte B550I Aorus Pro AX gibt es als Alternative zumindest

WLAN. Der Wi-Fi-6-Chip AX200 funktionierte unter Ubuntu 20.04 ohne Probleme.

### Fazit

Der B550-Chipsatz ist eine gelungene Ablösung des leicht betagten B450. Vor allem NVMe-SSDs lassen sich deutlich schneller anbinden, ohne dass wie beim energiehungrigeren X570 ein zusätzlicher Mini-Lüfter auf den Boards notwendig ist.

Die getesteten B550-Mainboards gehören zwar nicht zu den günstigsten Modellen, bieten aber Extras wie schnelles Ethernet mit 2,5 GBit/s sowie Wi-Fi 6 beim Asus TUF Gaming B550M-Plus (WI-FI) und Gigabyte B550I Aorus Pro AX. Damit eignen sie sich für den Bau eines bezahlbaren Allround-PCs, ohne Kompromisse

bei den Funktionen eingehen zu müssen. Zudem taugen die Boards ebenso für einen leistungsstarken Gaming-PC mit bis zu 16 CPU-Kernen und einer High-End-Grafikkarte. Im Test fiel lediglich das MSI MAG B550M Mortar wegen der mangelhaften Speicherunterstützung negativ auf.

Wer ein preiswertes Ryzen-System zusammenbauen möchte, sollte sich noch einige Wochen gedulden. Dann kommen Mainboards mit billigen A520-Chipsatz in den Handel. (chh@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Christian Hirsch, Voll auf die Zwölf, Ryzen 9 3900X und Ryzen 7 3700X mit PCI Express 4.0, c't 16/2019, S. 16

## Ryzen-3000-Mainboards mit B550-Chipsatz

Hersteller, Modell	Asrock B550M Steel Legend	Asus TUF Gaming B550M-Plus (WI-FI)	Gigabyte B550I Aorus Pro AX	MSI MAG B550M Mortar
CPU-Fassung / Chipsatz	AM4 / B550	AM4 / B550	AM4 / B550	AM4 / B550
Format (Abmessungen)	Micro-ATX (24,5 cm × 24,5 cm)	Micro-ATX (24,5 cm × 24,5 cm)	Mini-ITX (17 cm × 17 cm)	Micro-ATX (24,5 cm × 24,5 cm)
Chipsatz-SATA-6G	6	4	4	6
LAN-Chip(s) (Eigenschaften)	RTL8125BG (PCIe, 2,5 GBit/s)	RTL8125B (PCIe, 2,5 GBit/s)	RTL8125B (PCIe, 2,5 GBit/s)	RTL8125B (PCIe, 2,5 GBit/s)
WLAN-Chip(s) (Eigenschaften)	—	AX200 (PCIe, 802.11ax, 2,4 GBit/s)	AX200 (PCIe, 802.11ax, 2,4 GBit/s)	—
Audio-Chip (Eigenschaften)	RTL1200 (HDA)	RTL1200 (HDA)	RTL1220-VB (HDA)	RTL1200 (HDA)
USB-Chip (Eigenschaften)	ASM1074 (Hub, 4 × USB 3.0)	—	—	—
Fehlerdiagnose / Piepser	4 LEDs / —	4 LEDs / —	— / —	4 LEDs / —
Speicher-Slots / max. RAM	4 / 128 GByte	4 / 128 GByte	2 / 64 GByte	4 / 128 GByte
Erweiterungs-Slots	2 × PEG (1 × PCIe 4.0 x16, 1 × PCIe 3.0 x4), 1 × PCIe 3.0 x1	2 × PEG (1 × PCIe 4.0 x16, 1 × PCIe 3.0 x4), 1 × PCIe 3.0 x1	1 × PEG (1 × PCIe 4.0 x16)	2 × PEG (1 × PCIe 4.0 x16, 1 × PCIe 3.0 x4), 2 × PCIe 3.0 x1
M.2-Slots (Anbindung)	1 × 2230 (PCIe 3.0 x1), 2 × 2280 (1 × PCIe 4.0 x4, 1 PCIe 3.0 x2)	1 × 22110/80/60/42 (PCIe 3.0 x4), 1 × 2280/60/42 (PCIe 4.0 x4)	2 × 2280/60 (1 × PCIe 4.0 x4, 1 × PCIe 3.0 x4)	2 × 2280/60/42 (1 × PCIe 4.0 x4, 1 × PCIe 3.0 x4)
interne Anschlüsse	6 × SATA 6G, 2 × USB 3.0 Typ A <sup>1</sup> , 2 × USB 2.0 <sup>1</sup> , 1 × HD-Audio, 4 × RGB-LED, TPM	4 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A <sup>1</sup> , 2 × USB 2.0 <sup>1</sup> , 1 × RS-232, 1 × HD-Audio, 3 × RGB-LED	4 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A <sup>1</sup> , 1 × USB 2.0 <sup>1</sup> , 1 × HD-Audio, 2 × RGB-LED, TPM	6 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A <sup>1</sup> , 1 × USB 3.2 Typ C, 2 × USB 2.0 <sup>1</sup> , 1 × HD-Audio, 3 × RGB-LED, TPM
Lüfteranschlüsse	2 × CPU (4-Pin), 4 × Gehäuse (4-Pin)	2 × CPU (4-Pin), 2 × Gehäuse (4-Pin)	1 × CPU (4-Pin), 2 × Gehäuse (4-Pin)	1 × CPU (4-Pin), 1 × Wasserkühlung (4-Pin), 3 × Gehäuse (4-Pin)
ATX-Anschlussfeld	1 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.4, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF out optisch, 1 × USB-A (10 GBit/s), 1 × USB-C (10 GBit/s), 4 × USB-A (5 GBit/s), 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2	1 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.4, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF out optisch, 1 × USB-A (10 GBit/s), 1 × USB-C (10 GBit/s), 4 × USB-A (5 GBit/s), 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2	2 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.4, 3 × analog Audio, 1 × USB-A (10 GBit/s), 1 × USB-C (10 GBit/s), 4 × USB-A (5 GBit/s), 1 × LAN	1 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.4, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF out optisch, 3 × USB-A (10 GBit/s), 1 × USB-C (10 GBit/s), 2 × USB 2.0, 1 × LAN
Lieferumfang	2 × SATA-Kabel, Treiber-DVD	2 × SATA-Kabel, I/O-Blende, Treiber-DVD, WLAN-Antenne	2 × SATA-Kabel, Treiber-DVD, WLAN-Antenne	2 × SATA-Kabel, Treiber-DVD
<b>Elektrische Leistungsaufnahme und Datentransfer-Messungen</b>				
Soft-Off (mit ErP) / Energie sparen / Leerlauf / Vollast	3,7 W (0,3 W) / 3,9 W / 29 W / 192 W	1,4 W (0,4 W) / 1,8 W / 29 W / 184 W	1,3 W (0,2 W) / 1,6 W / 28 W / 176 W	1,1 W (0,3 W) / 1,9 W / 26 W / 174 W
USB (10 GBit/s) / USB (5 GBit/s): Lesen (Schreiben)	1090 (1090) / 436 (417) MByte/s	981 (1021) / 443 (421) MByte/s	980 (1021) / 443 (420) MByte/s	1034 (967) / 467 (467) MByte/s
LAN: Empfangen (Senden)	296 (298) MByte/s	297 (298) MByte/s	297 (298) MByte/s	297 (298) MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20 m)	—	237 / 105 MBit/s	256 / 174 MBit/s	—
<b>Funktionstests</b>				
Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Wake on LAN: Standby / Soft-off	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-off)	✓ / ✓ (— <sup>2</sup> )	✓ / ✓ (— <sup>2</sup> )	✓ / ✓ (— <sup>2</sup> )	✓ / ✓ (— <sup>2</sup> )
Bootedauer bis Login	18 s	13 s	15 s	16 s
analog Mehrkanalton (Art) / 2. Audiostrom	✓ (7.1) / ✓ <sup>2</sup>	✓ (7.1) / ✓	✓ (7.1) / ✓	✓ (7.1) / ✓
analog Audio: Wiedergabe / Aufnahme	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ○
Lüfterregelung: CPU-Lüfter / Gehäuselüfter 3-Pin / 4-Pin	0 ... 100 % / 0 ... 12 V / 0 ... 100 %	20 ... 100 % / 8,2 ... 12 V / 20 ... 100 %	0 ... 100 % / 1,6 ... 12 V / 0 ... 100 %	0 ... 100 % / 0 ... 12 V / 0 ... 100 %
Preis / Garantie	145 € / 36 Monate	155 € / 36 Monate	190 € / 36 Monate	150 € / 36 Monate
<sup>1</sup> je zwei Ports pro Stiftheiste	<sup>2</sup> funktioniert nicht	✓ funktioniert	— nicht vorhanden	⊕⊕ sehr gut
			⊕ gut	○ zufriedenstellend
			⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht



# Schnell und mobil

## Vier kompakte Premium-Notebooks mit schnellen Prozessoren

**Bei Mobilprozessoren geht die Performance-Krone derzeit an AMD, doch bisher gibt es erst wenige wertige Ryzen-4000-Notebooks. Zwei davon stellen wir der versammelten Intel-Konkurrenz gegenüber.**

**Von Florian Müssig**

**K**ompakte und leichte Premium-Notebooks gibt es mittlerweile zuhauf; wir haben in vergangenen Ausgaben bereits mehr als ein Dutzend aktueller Exemplare vorgestellt [1, 2]. In allen kommen jedoch Intel-Prozessoren der zehnten Core-i-Generation zum Einsatz. Diese sind bei der Performance inzwischen nur noch zweite Wahl: AMDs Ryzen 4000 ist schneller.

Jetzt kommen die ersten AMD-Notebooks auf den Markt, die damals gut ins Testfeld gepasst hätten: Das HP Envy x360 13 (ay0) ist ein Hybrid-Notebook mit 360-Grad-Scharnieren, das Lenovo Yoga Slim 7 (14ARE05) trotz der Yoga-Bezeichnung hingegen ein normales Notebook. Im leichten Asus ZenBook 13 (UX325JA) steckt hingegen ebenso wie in Dells teuerstem Business-Notebook Latitude 9510 ein Intel-Prozessor.

### AMD-Dilemma

AMDs plötzliche Dominanz hinsichtlich CPU-Rechenleistung offenbart ein Dilemma für Kunden und Notebook-Hersteller: Als letztere vor über 18 Monaten mit der Entwicklung der jetzt erhältlichen Gerätegeneration begonnen haben, war für sie weder ersichtlich, wie gravierend Intels Fertigungsprobleme bei 10-Nanometer-

Chips werden würden, noch, wie gut AMDs Ryzen-4000-CPUs sich wirklich schlagen würden. Stattdessen folgte die Entwicklung von etablierten Mustern aus der Zeit, in der AMD Intel nicht das Wasser reichen konnte: Von Flaggschiff-Notebooks wie Dell XPS 13, HP Elite Dragonfly, Lenovo ThinkPad X1 Carbon und so weiter bis ins Niedrigpreissegment setzte man auf Intel, während man AMD in weitaus weniger Systemen und bestenfalls für die gehobene Mittelklasse berücksichtigte. Somit klafft nun eine Lücke zwischen dem, was versierte Kunden kaufen wollen, und dem, was die Hersteller anbieten können.

Dass jetzt endlich wertige AMD-Notebooks zu Preisen um 1000 Euro erscheinen, hängt mit der restlichen Ausstattung zusammen: Es handelt sich dabei um eben jene eigentlich für das mittlere Marktsegment entwickelten Notebooks, aber in



Vollausstattung mit großen SSDs und viel Arbeitsspeicher. Es gibt in der Ryzen-Welt aber weder ultraleichte Notebooks mit einem Gewicht unter einem Kilogramm noch welche mit Bildschirmformaten abseits von 16:9. Manches Intel-Notebook kostet wegen solcher Besonderheiten gerne mal 1400 Euro und mehr – trotz magerer 256er-SSD und nur 8 GByte Arbeitsspeicher.

Umgekehrt bedeutet dies, dass man nicht besonders viel Geld ausgeben muss, wenn man viel Rechenleistung benötigt. Die beiden AMD-Notebooks HP Envy x360 13 (ay0) und Lenovo Yoga Slim 7 (14ARE05) sind sowohl im hiesigen Testfeld als auch im Vergleich zur versammelten Intel-Konkurrenz der vergangenen Vergleichstests mit die günstigsten Geräte und setzen sich mit 2600 Punkten im Cinebench R20 klar an die Spitze. Das ist sogar ein noch höheres Ergebnis als das des Acer Swift 3 [3]. In allen dreien steckt der Achtkern-Prozessor Ryzen 7 4700U, also noch nicht einmal das schnellste AMD-Prozessormodell – das Topmodell Ryzen 7 4800U mit aktiviertem SMT konnten wir allerdings immer noch nicht in freier Wildbahn sichten.

Intel hat dem in der zehnten Core-i-Generation nichts entgegenzusetzen. Es gibt zwar Hexa-Cores statt den gängigen Quad-Cores, doch man kann sie nur in



Asus baut ins ZenBook 13 (UX325JA) keine Klinkenbuchse mehr ein, sondern legt einen USB-C-Audio-Adapter bei.

wenigen Notebooks tatsächlich kaufen. Selbst dann ist der Performance-Rückstand deutlich: In kompakten Gaming-Notebooks mit besonders starkem Kühlsystem sind maximal 2200 Punkte drin [4], während der Sechskerner im hier getesteten Dell Latitude 9510 lediglich rund 2000 Punkte schafft.

Weil die Hexa-Cores im je nach Sichtweise arg betagten oder besonders ausgereiften 14-Nanometer-Prozess vom Band laufen – mit 10 Nanometer Strukturbreite verkauft Intel nur Quad-Cores –, verbrauchen ihre Transistoren vergleichsweise viel Energie. Das stellt hohe Ansprüche an das Kühlsystem. Tatsächlich bricht die Performance beim Dell-Notebook stark

ein, wenn das Notebook warmgelaufen ist: Mitunter haben wir dann nur noch rund 1500 Punkte gemessen und damit nicht mehr als beim 10-Nanometer-Vierkerner Core i7-1065G7 im Asus ZenBook 13. Letzteres ist ein 13,3-Zöller, der weniger Bauraum bietet als der 15-Zöller Latitude 9510. Die Gehäusegröße sagt also nicht automatisch etwas über die Leistungsfähigkeit eines Kühlsystems aus.

## Bildschirme

Apropos 15-Zöller: Die Größenangabe ist beim Latitude 9510 tatsächlich als 15,0 Zoll zu verstehen, denn Dell verwendet ein kompakteres Panel als die sonst gängigen mit 15,6 Zoll. Zusammen mit den schlan-

## Premium-Notebooks

Model	CPU (Kerne) / GPU	Gewicht [kg]	Lautstärke (Idle / Last) [Sone]	Laufzeit (Last / Idle) [h]	Cinebench R20 (n CPU)	3DMark (Time Spy)
		◀ besser	◀ besser	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Asus ZenBook 13 (UX325JA)	i7-1065G7 (4) / Iris Plus	1,12	< 0,1/1,1	3,4/27,8	1526	911
Dell Latitude 9510	i7-10810U (6) / UHD	1,51	< 0,1/1,1	2,6/18,1	2023	454
HP Envy x360 13 (ay0)	R7 4700U (8) / Vega 7	1,25	< 0,1/1,4	2,3/14,8	2600	1184
Lenovo Yoga Slim 7 (14ARE05)	R7 4700U (8) / Vega 7	1,42	< 0,1/1,7	2,7/23,6	2617	1166
zum Vergleich						
Acer Swift 3 (SF313-52) [1]	i5-1035G4 (4) / Iris Plus	1,15	< 0,1/0,6	2,5/23,6	1157	659
Acer Swift 3 (SF314-42) [3]	R7 4700U (8) / Vega 7	1,2	< 0,1/0,3	2,8/15,7	2424	1092
Apple MacBook Air (2020) [1]	i7-1060NG7 (4) / Iris Plus	1,29	< 0,1/2,2	2,7/18,7	974	569
Apple MacBook Pro 13" (2020) [2]	i5-1038NG7 (4) / Iris Plus	1,4	< 0,1/2,8	1,9/21,5	1808	923
Asus ExpertBook B9 (B9450FA) [1]	i7-10510U (4) / UHD	0,99	< 0,1/1,8	3,9/34,1	1191	445
Dell XPS 13 (9300) [1]	i7-1065G7 (4) / Iris Plus	1,19	< 0,1/1,2	4,1/17,7	1674	857
Dynabook Portégé X30L-G [1]	i7-10510U (4) / UHD	0,83	< 0,1/1,1	2,7/19,0	1299	475
Huawei MateBook 13 (2020) [2]	i5-10210U (4) / UHD	1,31	< 0,1/1,0	1,8/15,8	1413	480
Huawei MateBook X Pro (2020) [1]	i7-10510U (4) / MX250	1,33	< 0,1/2,0	2,2/17,2	1235	937
Lenovo ThinkPad X1 Carbon (G8) [2]	i5-10210U (4) / UHD	1,12	< 0,1/0,8	4,0/24,9	1664	482
LG Gram 14 [2]	i5-1035G7 (4) / Iris Plus	0,98	< 0,1/0,5	3,7/23,8	1073	569
Microsoft Surface Book 3 13,5" [2]	i7-1065G7 (4) / GTX 1650	1,65	< 0,1/0,5	2,1/13,5	1218	3130
MSI Prestige 14 [4]	i7-10710U (6) / GTX 1650	1,26	< 0,1/3,4	1,1/10,3	2267	2921
Samsung Galaxy Book Flex 13" [2]	i5-1035G4 (4) / Iris Plus	1,16	< 0,1/0,4	3,1/25,8	1153	536
Samsung Galaxy Book Ion 13" [2]	i5-10210U (4) / UHD	0,98	< 0,1/0,6	3,1/33,7	1163	438



## Asus ZenBook 13 (UX325JA)

Beim ZenBook 13 (UX325JA) ist Asus ein toller Spagat gelungen: Das leichte Notebook wiegt mit 1,1 Kilogramm zwar etwas mehr als so manches extreme Federgewicht, doch dafür bekommt man auch eine (für Intel-Verhältnisse) hohe CPU-Performance – gute Kühlsysteme schlagen nun mal aufs Gewicht durch. Diese begehrenswerte Kombination schaffen nur wenige andere Notebooks wie Dells XPS 13 (9300) [1] und Lenovos ThinkPad X1 Carbon [2]. Mit fast 28 Stunden Akkulaufzeit hält das ZenBook aber länger durch als die beiden prominenteren Konkurrenten – und kostet gleichzeitig weniger.

Leider muss man Abstriche bei der beleuchteten Tastatur machen. Zwar gibt es an Tastenhub und Anschlag nichts auszusetzen, doch das arg schmale Tastenraster erfordert viel Übung, bis Texte flüssig ohne Vertipper aus den Fingern laufen – erst recht, wenn man zwischendurch auch noch auf einer normal großen Desktop-Tastatur tippt. Hinzu kommen Layout-Sünden wie die einzeilige Enter-Taste oder der ebensolche Cursorblock; die dedizierten Tasten für Pos1/Ende/Bild-Auf/-Ab sind hingegen willkommen. Die Belegung der Funktionstastenreihe lässt sich im Betrieb mittels Fn+Esc umschalten. Das große Touchpad verwandelt sich über einen Druck in der oberen rechten Ecke in einen Ziffernblock – fürs Ausrechnen im Taschenrechner reicht das, beim Eingeben längerer Excel-Zahlenkolonnen vermisst man allerdings echte Tasten.

Das ZenBook 13 (UX325JA) bietet zwei Thunderbolt-fähige USB-C-Buchsen, eine USB-A-Buchse, einen Kartenleser und einen HDMI-Ausgang, aber kein Ethernet und keine analoge Klinkebuchse. Stattdessen liegt ein USB-C-auf-Klinke-Adapter im Karton. Die Messwerte in der Tabelle beziehen sich auf diesen und nicht auf den integrierten Realtek-Codec, der nur für die internen Lautsprecher zuständig ist.

Die getestete 1400-Euro-Konfiguration ist die einzige mit 16 GByte RAM; in günstigeren Modellen ab 1000 Euro findet man außer i5-Vierkernern und kleineren SSDs nur halb so viel Arbeitsspeicher. Er ist aufgelötet und kann somit nicht nachträglich erweitert werden.

- ↑ leicht
- ↑ lange Laufzeit
- ↓ gequetschtes Tastenraster
- ↓ keine Klinkebuchse



## Dell Latitude 9510

Das Latitude 9510 ist das erste Notebook der neuen Latitude-9000-Reihe, die oberhalb der etablierten Business-Notebook-Serien angesiedelt ist – und noch mehr kostet. Wie bei edlen Consumer-Notebooks gibt es hier schickes Design, eine ordentliche Tastatur, einen Helligkeitssensor zur automatischen Regulierung der Bildschirmhelligkeit, ein Vollmetallgehäuse und gute Lautsprecher, während Admins nicht auf vPro-Fernwartungsfunktionen verzichten müssen. Mit SmartCard-Leser und integriertem LTE-Modem sind auch weitere klassentypische Ausstattungsmerkmale vorhanden – eine LAN-Buchse allerdings nicht. Außer einem Schieber, der die Hello-taugliche Webcam abdeckt, hat Dell einen Näherungssensor im Bildschirmrahmen integriert, der das Notebook sperrt oder schlafen schickt, wenn man sich entfernt – und aufweckt, sobald man sich wieder davor setzt.

Während man Business-Notebooks in der Regel auch als interessierter Privatkunde kaufen kann, wenn man etwa Wert auf eine lange Herstellergarantie mit bis zu 5 Jahren Vor-Ort-Service legt, sieht es beim Latitude 9510 anders aus: Im Fachhandel war das Notebook bei Redaktionsschluss noch nicht erhältlich und in Dells Webshop nur mit Core-i5-Vierkernern. Laut Dell ist dies Absicht: Man fokussiere sich zunächst auf den Direktvertrieb an Geschäftskunden. Nur letztere können deshalb derzeit Ausstattungsvarianten mit dem Sechskernprozessor Core i7-10810U kaufen.

Es gibt aber auch etliche andere Optionen für Firmenkunden. So liegt die von uns gemessene und an sich gute Akkulaufzeit von 18 Stunden unter Dells Versprechen von bis zu 30 Stunden, weil im Testgerät ein 52-Wh-Akku eingebaut war und nicht das 88-Wh-Modell. Ist letzterer gewünscht, muss man im Gegenzug wegen Bauraumbeschränkungen auf den SmartCard-Schacht verzichten. Wer schnelles Akku-Laden will, muss als Zubehör das 90-Watt-Netzteil wählen; mit 65-Watt-Netzteil wie beim Testgerät dauert das Betanken vergleichsweise lange.

Wahlweise lässt sich das Latitude 9510 als 2-in-1 getaufte Hybrid-Variante mit 360-Grad-Scharnieren und Touchscreen bestellen. Während Hybrid-Modelle sonst trotz ähnlichen Notebook-Namens häufig völlig andere Geräte sind, handelt es sich beim Latitude 9510 2-in-1 tatsächlich um dieselbe Basis mit Touchscreen statt mattem Panel und anderen Scharnieren. Die Messergebnisse gelten deshalb auch für die Hybrid-Variante.

- ↑ lange Laufzeit
- ↑ integriertes LTE
- ↓ viele Optionen nur für Geschäftskunden
- ↓ sehr teuer



## HP Envy x360 13 (ay0)

Das Envy x360 13 (ay0) bringt weniger als 1,3 Kilogramm auf die Waage und gehört damit zu den leichtesten Notebooks mit AMD-Prozessor. Darüber freut man sich nicht nur beim Transport: Als Hybrid-Notebook lässt es sich mit vollständig umgeklapptem Deckel wie ein Tablet auf dem Arm halten und nutzen – da fällt anders als bei der Ablage auf Schreibtisch oder Schoß jedes zusätzliche Gramm ins Gewicht.

Die Gehäuseflanken sind so schmal, dass die beiden USB-Buchsen im klassischen USB-A-Format nur noch mit ausklappbarem „Kiefer“ realisiert werden konnten. Steckt man USB-Sticks ein, die dicker als der Stecker sind, dann wird das Notebook aufgebockt, was Buchse und Stick mechanisch belastet – besser also, man nimmt das Notebook kurzfristig auf den Schoß oder besorgt sich ein kurzes Verlängerungskabel. Die USB-C-Buchse ist dockingfähig; im Karton liegt allerdings ein Netzteil mit kleinem Rundstecker.

Die beleuchtete Tastatur gefällt mit dedizierten Tasten für Pos1/Ende/Bild-Auf/-Ab, doch die einzeilige Enter-Taste und der ebensolche Cursor-Block erfordern Übung. HP hat den Fingerabdruckleser in die unterste Tastaturzeile integriert, wodurch eine Taste weggefallen ist: </> gibt es deshalb nur als Tastenkombinationen. Den Mauszeiger steuert man mittels Touchpad oder Touchscreen, Stifteingabe ist nicht vorgesehen.

Anders als die Envy-13-Notebooks ohne Hybrid-Bauweise gibt es das hier getestete Envy x360 13 ausschließlich mit Ryzen-Prozessoren. Alle Ryzen-4000-Modelle haben Typenbezeichnungen, die mit ay0 beginnen; parallel erhältliche ar0-Konfigurationen stammen aus der Vorgängergeneration mit den älteren und langsameren Ryzen-3000-Prozessoren. Unser 1000-Euro-Modell entspricht mit Achtkern-CPU Ryzen 7 4700U, 16 GByte Arbeitsspeicher und 512er-SSD bereits fast dem Vollausbau; eine nahezu baugleiche Variante mit 1-TByte-SSD kostet knapp 100 Euro mehr. Die Preise beginnen mit 8 GByte RAM bei rund 800 Euro in zwei Varianten mit dem Vierkern Ryzen 3 4300U und 512er-SSD oder dem Sechskern Ryzen 5 4500U und einer 256-GByte-SSD. Der Arbeitsspeicher ist aufgelötet und somit nicht erweiterbar, andere Bildschirmauflösungen stehen nicht zur Wahl. Schade: Statt zukunftssicherem Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax) ist überall nur ein Wi-Fi-5-taugliches WLAN-Modul (IEEE 802.11ac) integriert.

- ↑ leicht
- ↑ hohe Rechenleistung
- ↓ 16:9-Bildschirm, obwohl Hybrid-Gerät
- ↓ kein Wi-Fi 6



## Lenovo Yoga Slim 7 (14ARE05)

Als AMD zu Jahresbeginn seine Ryzen-4000-Prozessoren präsentiert hat, war das Yoga Slim 7 das Vorzeigegerät. Doch erst jetzt, rund ein halbes Jahr später, kann man das 14-Zoll-Notebook tatsächlich kaufen. Je nach Ausstattung sind zwischen 800 und 1050 Euro fällig. Das Testgerät stellt das Maximum dar, als Minimum sieht Lenovo einen Ryzen-5-Sechskern, 8 GByte RAM und eine 512er-SSD vor. Anders als ursprünglich angekündigt ist bislang keine Konfiguration mit dem CPU-Topmodell Ryzen 7 4800U darunter, welches dank SMT sechzehn Threads gleichzeitig abarbeiten könnte. Das ist allerdings Jammern auf hohem Niveau, schließlich stellt bereits der SMT-lose Ryzen 7 4700U alles in den Schatten, was Intel derzeit anbietet.

Dass AMD das Yoga Slim 7 prominent ausgewählt hat, hängt mit wichtigen Entscheidungen zusammen, die Lenovos Entwickler gefällt haben: Es hat sowohl ein energieeffizientes Panel als auch stromsparenden LPDDR4-Speicher. Besonders letzteren findet man üblicherweise nur in viel teureren Intel-Notebooks. Die Komponentenwahl hilft, den Energieverbrauch zu drücken: Wir haben knapp 24 Stunden Laufzeit gemessen – das ist ein bislang unerreichter Wert bei AMD-Notebooks. Mit 1,4 Kilogramm schleppt man mehr Gewicht herum als bei Intel-Langläufern, die jedoch gut und gerne das Doppelte kosten.

Neben zwei dockingtauglichen USB-C-Buchsen bietet das Yoga Slim 7 einen normalgroßen HDMI-Ausgang und zwei herkömmliche USB-A-Buchsen. Der microSD-Kartenleser enttäuscht, bremst er flotte Kärtchen doch auf USB-2.0-Geschwindigkeit aus. Die Acrylglasscheibe vor dem Bildschirm soll schick aussehen, führt aber wegen der Spiegelung eher zu Nutzerfrust an Sonnentagen – und es gibt auch keine Touchbedienung.

Die beleuchtete Tastatur überzeugt bis auf den einzeiligen Cursortastenblock; die Belegung der F-Tasten lässt sich mittels Fn+Esc im Betrieb umschalten. Links und rechts der Tastatur findet man die zum Nutzer gerichteten Lautsprecher mit ordentlichem Klang. Die Webcam im Bildschirmrahmen erlaubt biometrisches Einloggen über Windows Hello; ein Fingerabdruckleser ist nicht an Bord – obwohl der an der rechten Seite platzierte, große Einschalter danach aussieht.

- ↑ hohe Rechenleistung
- ↑ lange Laufzeit
- ↓ lahmer Kartenleser
- ↓ spiegelnder Bildschirm





Der Rumpf des HP Envy x360 13 (ay0) ist dermaßen flach, dass die USB-A-Buchsen nur mit ausklappbarem „Unterkiefer“ realisiert werden konnten.

ken Bildschirmrändern sorgt das laut Werbeaussagen zu Gehäuseabmessungen wie bei einem 14-Zöller, doch der Vergleich hinkt: Dell meint ältere 14-Zoll-Notebooks mit dickeren Bildschirmrändern und nicht aktuelle Vertreter wie das im Testfeld vertretene Lenovo Yoga Slim 7.

Das Latitude-Panel hat trotz der ungewöhnlichen Abmessungen das übliche Seitenverhältnis von 16:9. Das ist schade, denn andere Geräte nutzen neuartige Bildschirmformate zum Umstieg auf arbeitsfreundlicheres 16:10 – mit der 2020er-Generation der XPS-Baureihe gehört Dell sogar selbst zu den 16:10-Vorreitern. Auch die drei anderen Kandidaten kommen mit 16:9-Panels daher, sodass man vergleichsweise viel scrollen muss.

Beim HP Envy x360 13 (ay0) rächt sich das 16:9-Panel allerdings doppelt: Als Hybrid-Notebook mit 360-Grad-Scharnieren ist das Gerät darauf ausgelegt, auch mal als Tablet genutzt zu werden. Hält man es dabei hochkant, um Webseiten bequem lesen zu können, muss man im Gegenzug mit sehr wenig Bildschirmbreite klarkommen – mitunter muss man seitlich scrollen. Nicht von ungefähr haben sich bei Tablets die Seitenverhältnisse 3:2 und 4:3 etabliert, die weitaus näher an einem Quadrat liegen.

## Schnittstellen

Alle vier Kandidaten haben USB-C-Buchsen, die außer USB-Daten auch Display-Port-Signale liefern und Strom entgegennehmen, sodass Docking über ein Kabel möglich ist. Besonders flotte Thunderbolt-Datentransfers bieten nur die beiden

Intel-Systeme – das dürfte sich bei AMD-Notebooks erst ändern, wenn USB 4 im Chipsatz angekommen ist (siehe auch S. 140). Alle vier bringen MicroSD-Kartenleser mit, doch nur der von Dell liest rasante UFS-II-Kärtchen mit voller Geschwindigkeit aus.

Dell baut zusätzliche Sensoren in den Bildschirmrahmen, die die Hello-taugliche Webcam ergänzt; biometrisches Einloggen ist grundsätzlich bei allen Kandidaten möglich. Auch anderer Komfort ist durchgängig gegeben – etwa beleuchtete Tastaturen, ausreichend Laufzeit für einen Arbeitstag ohne Netzteil oder Lüfter, die bei geringer Rechenlast unhörbar leise bleiben.

## Fazit

AMDs Ryzen-4000-Prozessoren ziehen Intels Core-i-CPU's der zehnten Generation bei der Performance die Butter vom

Brot und erlauben zugleich lange Laufzeiten: Lenovos Yoga Slim 7 (14ARE05) mit dem Achtkerner Ryzen 7 4700U schafft fast 24 Stunden ohne Netzteil. Die Umsetzung obliegt allerdings den Notebook-Herstellern, die das Potenzial nutzen und energieeffiziente Komponenten verwenden müssen: HPs ähnlich teures Envy x360 13 kommt mangels LPDDR-Speicher und anderen Optimierungen wie einem besonders großen Akku „nur“ auf knapp 15 Stunden.

Beide gehören zu den wenigen AMD-Notebooks, die überhaupt die 1000-Euro-Marke erreichen, während Notebooks mit Intel-CPU's auch gerne mal das Doppelte kosten. Das 1400-Euro-Notebook Asus ZenBook 13 (UX325JA) liefert deshalb ein stimmiges Gesamtbild mit noch längerer Laufzeit und weniger Gewicht als das Yoga – und zudem gibt es einen matten Bildschirm. Beim noch teureren Business-Notebook Dell Latitude 9510 stehen Geschäftskunden unzählige Optionen von LTE über Akkukapazität bis langem Garantiezeitraum zur Wahl. Wir hoffen inständig, dass die Notebook-Hersteller derzeit an ähnlichen Edel-Geräten mit AMD-Prozessoren werkeln, die dann 2021 auf den Markt kommen.

(mue@ct.de) 

## Literatur

- [1] Florian Müssig, Edle Mobilisten, Sechs kompakte und leichte Premium-Notebooks im Vergleich, c't 11/2020, S. 92
- [2] Florian Müssig, Edel und mobil, Sieben kompakte und leichte Premium-Notebooks im Vergleich, c't 15/2020, S. 90
- [3] Florian Müssig, Leistungssprung, Acer-Notebook Swift 3 mit AMD Ryzen 4000U, c't 12/2020, S. 82
- [4] Florian Müssig, Mobiles Sixpack, MSI-Notebook Prestige 14 mit Sechskern-Prozessor Core i7-10710U, c't 8/2020, S. 78



Im Bildschirmrahmen des Dell Latitude 9510 befindet sich außer einer Hello-tauglichen Webcam auch ein Näherungssensor, der das Notebook automatisch sperrt, wenn man aufsteht und wegläuft.

## Premium-Notebooks: Daten und Testergebnisse

Modell	Asus ZenBook 13 (UX325JA)	Dell Latitude 9510	HP Envy x360 13 (ay0)	Lenovo Yoga Slim 7 (14ARE05)
getestete Konfiguration	AH019T	6R8RW33	ay037ng	82A20008GE
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil, Hülle, USB-C-auf-Audio-Adapter	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>				
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / L / – / ✓ (✓)	– / – / L / – / ✓ (✓)	– / – / – / – / ✓ (–)	– / – / L / – / ✓ (✓)
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 1 × R / 2 × L (2 × Typ C) / –	– / 1 × R / 2 × L (2 × Typ C) / –	– / 1 × L, 1 × R / 1 × L (1 × Typ C) / –	– / 2 × R / 2 × L (2 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (MicroSD) / – / –	L (MicroSD) / – / –	R (MicroSD) / R / –	R (MicroSD) / – / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
<b>Ausstattung</b>				
Display	Sharp LQ133M1JW40: 13,3 Zoll / 33,7 cm, 1920 × 1080, 16:9, 166 dpi, 23 ... 359 cd/m², matt	AUO B150HAN: 15 Zoll / 38 cm, 1920 × 1080, 16:9, 147 dpi, 32 ... 362 cd/m², matt	BOE 089D: 13,3 Zoll / 33,7 cm, 1920 × 1080, 16:9, 166 dpi, 17 ... 313 cd/m², spiegelnd	AUO B140HAN06.8: 14 Zoll / 35,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 157 dpi, 10 ... 304 cd/m², spiegelnd
Prozessor	Intel Core i7-1065G7 (4 Kerne mit SMT), 1,3 GHz (Turbo bis 3,9 GHz), 4 × 512 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache	Intel Core i7-10810U (6 Kerne mit SMT), 1,1 GHz (Turbo bis 4,9 GHz), 6 × 256 KByte L2-, 12 MByte L3-Cache	AMD Ryzen 7 4700U (8 Kerne), 2 GHz (Turbo bis 4,1 GHz), 8 × 512 KByte L2-, 2 × 4096 KByte L3-Cache	AMD Ryzen 7 4700U (8 Kerne), 2 GHz (Turbo bis 4,1 GHz), 8 × 512 KByte L2-, 2 × 4096 KByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte LPDDR4X-3733 / Intel Ice-Lake-U	16 GByte LPDDR3-2133 / Intel Comet-Lake-U	16 GByte DDR4-3200 / AMD Renoir-SoC	16 GByte LPDDR4X-4267 / AMD Renoir-SoC
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel Iris Plus (vom Hauptspeicher) / –	int.: Intel UHD (vom Hauptspeicher) / –	int.: AMD Radeon Vega 7 (vom Hauptspeicher) / –	int.: AMD Radeon Vega 7 (vom Hauptspeicher) / –
Sound	HDA: Realtek ALC294	HDA: Intel Smart Sound	HDA: Realtek ALC245	HDA: Realtek ALC287
LAN / WLAN	– / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)	– / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)	– / PCIe: Realtek RTL8822CE (Wi-Fi 5, 2 Streams)	– / PCIe: Intel AX200 (Wi-Fi 6, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)	USB: Qualcomm Snapdragon X20 LTE / USB: Intel (Microsoft)	– / USB: Realtek (Microsoft)	– / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruck-leser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Dell ControlVault	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Synaptics	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Intel 660p (1024 GByte) / –	SSD: SKHynix BC511 (512 GByte) / –	SSD: WDC SN520 (512 GByte) / –	SSD: Samsung PM981a (1024 GByte) / –
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>				
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	67 Wh Lithium-Ionen / – / –	52 Wh Lithium-Ionen / – / –	52 Wh Lithium-Ionen / – / –	65 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	65 W, 216 g, 6,3 cm × 6,3 cm × 2,9 cm, Steckernetzteil	65 W, 289 g, 9,9 cm × 6,5 cm × 2 cm, Kleeblattstecker	65 W, 294 g, 9,7 cm × 5,3 cm × 2,1 cm, Kleeblattstecker	65 W, 300 g, 8,8 cm × 5 cm × 2,2 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,12 kg / 30,4 cm × 20,4 cm / 1,6 cm	1,51 kg / 34 cm × 21,4 cm / 1,8 ... 2 cm	1,25 kg / 30,6 cm × 19,5 cm / 1,6 ... 1,7 cm	1,42 kg / 32 cm × 20,7 cm / 1,5 ... 1,9 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,1 cm / 19 mm × 16 mm	1,3 cm / 19 mm × 18 mm	1,1 cm / 19 mm × 18,5 mm	1,2 cm / 19 mm × 18 mm
<b>Leistungsaufnahme</b>				
Suspend / ausgeschaltet	0,6 W / 0,4 W	0,7 W / 0,5 W	0,8 W / 0,4 W	0,8 W / 0,4 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max	0,6 W / 3,5 W / 5,3 W	1,8 W / 3,2 W / 4,7 W	0,8 W / 4,7 W / 6,9 W	0,8 W / 6,2 W / 8 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	52 W / 11 W / 36 W	68 W / 12 W / 32 W	50 W / 14 W / 42 W	46 W / 15 W / 42 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	60 W / 0,58	68 W / 0,58	68 W / 0,56	66 W / 0,58
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>				
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	27,8 h / 11,6 h / 3,4 h	18,1 h / 8,4 h / 2,6 h	14,8 h / 7,3 h / 2,3 h	23,6 h / 10,5 h / 2,7 h
Ladestand / Laufzeit nach 1h Laden	73 % / 20,3 h	54 % / 9,8 h	74 % / 11 h	54 % / 12,7 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 1,1 Sone	< 0,1 Sone / 1,1 Sone	< 0,1 Sone / 1,4 Sone	< 0,1 Sone / 1,7 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	1817 / 1720 MByte/s	1863 / 1023 MByte/s	1552 / 1248 MByte/s	3333 / 2882 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	97.431 / 104.256	83.809 / 83.602	95.462 / 84.600	123.180 / 105.695
Leserate SD-Karte	65 MByte/s	261 MByte/s	73 MByte/s	32 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	27 / 16 MByte/s / ✓	32 / 16 MByte/s / ✓	31 / 15 MByte/s / ✓	21 / 13 MByte/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 103 dBA	⊕ / 98 dBA	⊕⊕ / 103 dBA	⊕⊕ / 100 dBA
Cinebench R20 Rendering (1 / n CPU)	461 / 1526 Punkte	411 / 2023 Punkte	462 / 2600 Punkte	469 / 2617 Punkte
3DMark: Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	9314 / 9515 / 2670 / 911 / – Punkte	5014 / 4999 / 1089 / 454 / – Punkte	13077 / 11.704 / 3274 / 1184 / – Punkte	13.830 / 11.867 / 3266 / 1166 / – Punkte
<b>Bewertung</b>				
Laufzeit	⊕⊕	⊕	○	⊕⊕
Rechenleistung Büro / 3D-Spiele	⊕ / ⊖	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊖
Display / Geräuschentwicklung	○ / ⊕	○ / ⊕	○ / ○	○ / ○
<b>Preis und Garantie</b>				
Straßenpreis Testkonfiguration	1400 €	2600 €	1000 €	1050 €
Garantie	2 Jahre	3 Jahre	2 Jahre	2 Jahre
✓ vorhanden    – nicht vorhanden    k. A. keine Angabe    ⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht				
USB 3.0: 5 GBit/s (USB 3.2 Gen 1), USB 3.1: 10 GBit/s (USB 3.2 Gen 2)				



# Dienstbare Geister

## Tablets mit gewissem Extra

**Das Notebook-Betriebssystem Chrome OS macht sich auch auf Tablets breit. Zwei Vertreter haben unsere Aufmerksamkeit erregt: ein besonders robustes und eines mit andockbarer Tastatur.**

**Von Stefan Porteck**

**D**er Tablet-Markt wird mittlerweile von iPads dominiert. Android-Geräte verbuchen dagegen kaum noch große Marktanteile. Es scheint fast so, als habe Google selbst das Interesse an den Geräten verloren – seit der Nexus-Linie hat das Unter-

nehmen keine eigenen Tablets mehr im Angebot. Hinzu kommt, dass sich App-Entwickler ebenfalls kaum für Android-Tablets begeistern können. Die Folge: Wenige Apps sind auf die großen Displays optimiert und insgesamt fällt das Angebot an guten Tablet-Apps im Vergleich zu iPads geringer aus. Seit einiger Zeit zeichnet sich aber eine Trendwende ab: Viele Hardwarehersteller haben Android zwar den Rücken gekehrt, bleiben aber dem Google-Ökosystem treu und bringen stattdessen Tablets mit Chrome OS auf den Markt.

Zwei solche Kandidaten warten mit Besonderheiten auf, weshalb wir sie ins Testlaborgeholt haben: Das Asus CT100PA soll vor allem beim Lernen und mobilen Arbeiten eine gute Figur machen. Damit

es tägliche Transporte übersteht, hat Asus es als Ruggedized-Gerät konzipiert – also als besonders unempfindlich gegen Stöße oder Stürze. Darüber hinaus hat es einen Stift, der bei Nichtbenutzung bündig im unteren Rahmen steckt. Eine Tastatur ist nicht dabei, es lassen sich aber beliebige Bluetooth-Tastaturen koppeln.

Lenovo versucht hingegen mit dem CT-X636F den Spagat zwischen Tablet und Mini-Notebook. Zum Lieferumfang gehört eine Tastatur, die sich magnetisch ans Tablet anheftet, und eine Schutzhülle, die beim Schreiben mit der Tastatur als Displayständer fungiert.

### Ungewohnt, aber vertraut

Eigentlich ist Chrome OS als Notebook-Betriebssystem gedacht. Doch viele Chromebooks haben ein 180-Grad-Scharnier und lassen sich mit eingeklappter Tastatur wie ein Tablet per Touchscreen nutzen. Dafür schaltet Chrome OS automatisch in einen Tablet-Mode. In genau diesem Modus befindet sich unser Asus-Testgerät immer und das Lenovo-Tablet, sobald man die Tastatur abnimmt.

Im Vergleich zu Android zeigen sich einige Unterschiede im Look-and-Feel, das hier und da an Apples iPad OS erinnert: So gibt es keine aufrufbare App-Übersicht. Stattdessen platziert Chrome OS alle Apps auf den Homescreens. Wer Ordnung halten will, gruppiert sie sich in Ordnern. Auf Widgets auf dem Homescreen muss man dagegen verzichten. Gleiches gilt für den Google Assistant, der es in der deutschen Version bislang noch nicht auf Chrome-OS-Geräte geschafft hat – unverständlichlicherweise.

Die Gestensteuerung orientiert sich an Android. Ein Tipp auf das Home-Symbol beendet bei beiden Geräten die laufende App. Einen Wisch vom linken Bildrand in den Screen interpretiert das Betriebssystem als Zurück-Geste. Ungewohnt ist indes, dass alle gestarteten Apps aktiv in der Taskleiste am unteren Bildrand bleiben. Solange keine Tastatur angeschlossen oder per Bluetooth gekoppelt ist, fehlt den Apps ein Button zum Schließen des Fensters und die Taskleiste füllt sich mehr und mehr. Deshalb ist man von Zeit zu Zeit gezwungen, die Apps über das Recent-App-Menü, das man durch einen Wisch nach oben erreicht, oder durch einen langen Fingertipp auf das App-Icon in der Taskleiste manuell zu beenden.

Die Systemeinstellungen sind bei beiden Chrome-OS-Tablets deutlich auf-








## Asus CT100PA

Das Asus CT100PA wartet mit einer rutschfesten Gehäuserückseite und einem an den Ecken gummierten Bumper auf. So soll es laut Hersteller stärkere Stöße und ein Herunterfallen aus knapp 80 Zentimetern schadlos überstehen. Darüber hinaus ist es für den Einsatz in bei einer Umgebungstemperatur von 0 bis 40 Grad Celsius spezifiziert. Durch seine Widerstandsfähigkeit soll es sich vor allem als Lern-Tablet für Kinder eignen. Im unteren Display-Rahmen steckt ein Stift, der sowohl bei der Bildbearbeitung als auch beim handschriftlichen Verfassen kurzer Notizen gute Dienste leistet, was das Tablet nicht nur für Kinder, sondern für Studenten interessant macht.

Das Tablet unterscheidet zwar nicht zwischen verschiedenen Druckstufen und der Stift hat keine Druckspitze, doch das Aufpolieren von Fotos, etwa mit der App Snapseed, machte mit dem Stift mehr Spaß und gelang präziser als mit Fingergesten. Beim Schreiben erkennt Chrome OS jedoch immer nur einzelne Wörter, was einen zu Pausen zwingt und keinen Schreibfluss ermöglicht. Als halbwegs brauchbare Abhilfe schreibt man seine Texte in ein Bild-Memo der Google-Notiz-App und lässt anschließend den gesamten Text erkennen und umwandeln. Das knapp 10 Zoll (25 Zentimeter Bildschirmdiagonale) große IPS-Display löst mit 2048 × 1536 Bildpunkten (4:3) sehr fein auf und zeichnet sich durch eine sehr geringe Winkelabhängigkeit aus. IPS-typisch ist der Kontrast mit rund 900:1 unter dem eines OLED-Displays, trotzdem wirkt die Darstellung knackig und der sRGB Farbraum stellt Motive natürlich dar.

Ab Werk ist das Asus-Tablet nur mit 32 GByte Flash-Speicher ausgestattet. Entweder nutzt man deshalb konsequent die Cloud-Speicherung oder erweitert den Speicher mit einer SD-Karte. Der SoC von Rockchip verfügt über sechs ARM-Kerne mit einer maximalen Taktfrequenz von 2 GHz. Laut unseren Benchmarks liegt es damit etwa auf dem Niveau von Mittelklasse-Smartphones. Wenn wir mehrere Apps parallel laufen ließen, kam die CPU mitunter an ihre Grenzen, was sich durch leichte Ruckler bei Fensteranimationen zeigte. In der Praxis reichte die Rechenleistung aber zum komfortablen Arbeiten, für grafisch wenig anspruchsvolle Spiele und auch für die flüssige Wiedergabe von Full-HD-Videos aus. Die Akkulaufzeit lag je nach Anwendungen zwischen 5 und 14 Stunden – bei ziemlich hellen 200 cd/m². Verringert man die Leuchtdichte, sind längere Laufzeiten möglich.

-  **sehr robust**
  -  **etwas geringere Laufzeit**
  -  **gelegentliche Ruckler**
- Preis: 420 Euro**






## Lenovo CT-X636F

Tablet und Notebook in einem – und das ohne Flip-Scharnier. So lautet die Idee des Chromebook Duet CT-X636F von Lenovo. Das Tablet selbst liegt mit seinem geringen Gewicht und dem schmalen Displayrahmen gut in der Hand. Das IPS-Display mit einer Diagonalen von 10,1 Zoll (rund 25 Zentimeter) hat eine Auflösung von 1920 × 1200 Bildpunkten (16:10). Gemessen an der IPS-Technik erreicht es mit rund 1200:1 einen hohen Kontrast. Die Winkelabhängigkeit ist dabei erwartungsgemäß so gering, dass sie im Alltag praktisch keine Rolle spielt.

Das CT-X636F ist mit 64 GByte und 128 GByte Flash-Speicher erhältlich. Da das Tablet keinen SD-Karten-Slot besitzt, greift man besser zur größeren Variante, um auf Nummer sicher zu gehen. Keine Auswahl gibt es beim MediaTek SoC: An Bord ist ein Acht-Kern-Prozessor mit maximal 2,2 GHz Taktfrequenz. Damit lief es in unseren Tests etwas flotter als das Asus-Tablet. Bei den Grafik-Benchmarks GFXBench und 3DMark lag es jeweils deutlich vor dem Asus-Tablet (siehe Tabelle). Da Android-Apps unter Chrome OS nicht nativ laufen, sondern in einer virtuellen Zwischenschicht, sind diese Werte mit Vorsicht zu genießen, da die reale Prozessorleistung in Wirklichkeit höher ist, als die Benchmarks widerspiegeln. Für aufwendige 3D-Spiele sind aber weder das Asus-Tablet noch das Lenovo-Gerät die erste Wahl. Bei alltäglichen Anwendungen zeigten sich keine Ruckler oder andere Anzeichen, dass dem Lenovo gerade die Puste ausgeht.

Als Mini-Notebook machte das CT-X636F eine gute Figur. Zum Lieferumfang gehört eine mit Stoff bespannte Schutzhülle, die magnetisch an der Metallrückseite des Tablets andockt. Zwei solide, mittig platzierte Scharniere halten das Display aufgeklappt in einer aufrechten, leicht geneigten Position. Die mitgelieferte Tastatur verbindet sich ebenfalls magnetisch mit dem Tablet. Tastendrucke überträgt sie nicht per Funk, sondern über vier Pogo-Pins.

Sobald man sich an die geringe Tastengröße gewöhnt hat, lässt sich dank des ordentlichen Druckpunktes und des völlig ausreichenden Tastenhubes komfortabel darauf schreiben. Das Touchpad arbeitet präzise und verfügt offenbar über eine Handballenerkennung. In unseren Tests kam es nicht vor, dass beim Schreiben mit aufgelegter Hand der Mauszeiger wahllos im Text herumsprang, wie es bei manchen billigen Bluetooth-Tastaturen gelegentlich passiert. Einziger Wermutstropfen: Lenovo hat auf beleuchtete Tasten verzichtet.

-  **umfangreiche Ausstattung**
  -  **mit Hülle und Tastatur etwas schwer**
  -  **unbeleuchtete Tastatur**
- Preis: 330 Euro**

geräumter als unter Android – wichtige Funktionen sind meist mit zwei Fingertipps erreicht. Das setzt Chrome OS jedoch überwiegend durch das Beschneiden etlicher Optionen um. So lässt sich zwar die Display-Helligkeit mit einem Schieberegler anpassen, ein Schalter für die automatische Helligkeitsanpassung ans Umgebungslicht fehlt dem Betriebssystem aber. Auch lässt sich nur festlegen, ob sich das Display bei Nichtbenutzung ausschalten soll, man kann aber nicht einstellen, nach welcher Zeitspanne das passiert.

## Erfreulich einheitlich und flexibel

Dafür räumt Chrome OS generell und somit auch auf unseren Testkandidaten ein nerviges Manko von Android aus: verzögerte Updates. Bei Chrome OS ist es nicht vorgesehen, dass die Hersteller das Betriebssystem an eigene Vorstellungen anpassen oder mit Bloatware zumüllen. Das System verhält sich somit auf jedem Gerät in Sachen Bedienung und Funktionsumfang identisch. Die Updates erscheinen nahezu im Monatszyklus und werden direkt von Google automatisch auf die Endgeräte gepusht. Auch unsere Testkandidaten sind mit Version 83 beide auf dem aktuellen Stand. Und das wird auch so bleiben. Die Support-Zeiten sind bei Chrome OS mittlerweile signifikant länger als bei Android und betragen nach Einführung einer neuen Systemarchitektur mehrere Jahre: Das Asus-Tablet wird noch bis 2023 unterstützt, beim Lenovo endet der Support im Jahr 2028 – davon können Besitzer eines Android-Tablet nur träumen.

Durch die starke Optimierung und die andere Systemarchitektur als Android verhält sich das Betriebssystem auf beiden Testkandidaten flink und nagt dabei wenig am Akku. Nach dem Einschalten braucht es bei beiden Geräten rund fünf Sekunden, bis sie einsatzbereit sind, und auch die Laufzeiten mit bis zu vierzehn Stunden können sich sehen lassen.

Da Google das Betriebssystem vollständig kontrolliert, klappt auch die Integration ins hauseigene Ökosystem besser. Das äußert sich durch kleine, aber praktische Features wie etwa das automatische Anmelden auf dem Startbildschirm, indem man einfach sein verknüpftes Android-Smartphone entsperrt. Auch das Backup und die Einrichtung klappen vorbildlich. Wer bereits ein Chromebook besessen hat, gibt lediglich seine Gmail-

Adresse nebst Passwort ein. Nach weniger als fünf Minuten waren unsere beiden Testkandidaten vollständig eingerichtet – inklusive aller Apps und der App-Anordnung in der Schnellstartleiste und auf den Homescreens.


Apropos Apps: Anfangs als reines Online-Betriebssystem mit Web-Apps entwickelt, zählt Chrome OS mittlerweile zu den flexibelsten Mobil-Betriebssystemen. Auf unseren Testkandidaten lassen sich im Chrome-Webstore Apps für den Browser installieren. Sie brauchen wenig Platz und laufen sehr flott. Falls sich dort die gewünschte Anwendung nicht findet, greift man auf Android-Apps zurück. Und wer liebgezwonnene Desktop-Anwendungen nicht missen will, installiert sie in der Linux-Umgebung, die beide Testkandidaten mitbringen und nahtlos ins System integrieren.

## Fazit

Beide Tablets liefern solide Hardware zum Preis eines Mittelklasse-Smartphones. Auch ihre Leistung entspricht dem Durchschnitt: Fürs Arbeiten, Videostreaming und Casual-Gaming reicht ihre Rechenpower locker aus, bei aufwendigen 3D-Spielen

zeigen sich dagegen Ruckler. Das Lenovo-Tablet hat bei der Leistung von Prozessor und Akku leicht die Nase vorn.

Das Asus-Tablet eignet sich mit seinem unempfindlichen Gehäuse und dem mitgelieferten Stylus gleichermaßen als Dattel- und Lern-Tablet für Kinder sowie als praktischer Notizblock auf Terminen oder in der Uni. Auch Bildbearbeitung macht mit dem Stift deutlich mehr Spaß und liefert präzisere Ergebnisse als mit dem Finger. Bislang gibt es jedoch noch nicht besonders viele Apps, die Handschrift in Text umwandeln, weshalb sich das Tablet nicht perfekt dafür eignet, längere Mitschriften zu digitalisieren – das ist aber ein grundsätzliches Problem von Chrome OS beziehungsweise Android und nicht des Asus-Tablets.

Dem Lenovo gelingt der Spagat zwischen Tablet und Chromebook gut. Der 16:9-Screen reicht im Bett zum Netflixen genauso aus wie zum Schreiben von Texten und zum Surfen. Ohne Zubehör ist das Tablet leicht und angenehm zu halten, mit Hülle und Tastatur bringt es rund 800 Gramm auf die Waage und ist damit immer noch leichter als ein herkömmliches Notebook. (spo@ct.de) 

## Tablets mit Chrome OS

Modell	CT100PA	CT-X636F
Hersteller	Asus	Lenovo
Lieferumfang	Netzteil, Stylus	Netzteil, Schutzhülle m. Ständerfunktion, Tastatur
Betriebssystem / Version	Chrome OS / 83.0.4103.119 (32 Bit)	Chrome OS / 83.0.4103.119 (32 Bit)
Prozessor / Kerne / Takt / Grafik	Rockchip RK3399 (ARM Cortex-A72, Cortex-A53) / 2 × 2 GHz, 4 × 1,6 GHz / Mali-T864	MediaTek MT6771 Helio P60T (ARM Cortex-A72, Cortex-A53) / 8 × 2 GHz / Mali-G72MP3
RAM / Flash-Speicher	4 GByte / 32 GByte	4 GByte / 128 GByte
Kartenleser	✓	–
WLAN / Dual-Band / alle 5 GHz-Bänder	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓ / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓ / ✓
Bluetooth / NFC / GPS	4.2 / – / –	4.2 / – / –
Akku / austauschbar / Schnellladung	7113 mAh / – / ✓	7180 mAh / – / ✓
Kamera-Auflösung Fotos / Video	2592 × 1944 / 1920 × 1080	3264 × 2448 / 1920 × 1080
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	1600 × 1200 / 1280 × 960	1600 × 1200 / 1280 × 960
Schnittstellen	USB-C (Ver. 3.1), Klinke	USB-C (Ver. 2.0), Klinke
Abmessungen (B × H × T) / Gewicht	17,2 cm × 23,9 cm × 1 cm / 506 g	15,4 cm × 23,4 cm × 0,73 cm / 450 g
Besonderheiten	Ruggedized, spezifiziert nach MIL-STD-810G	–
<b>Display-Messung</b>		
Technik / Größe (Diagonale)	IPS-LCD / 19,7 cm × 14,8 cm (9,7 Zoll)	IPS-LCD / 21,6 cm × 13,5 cm (10,1 Zoll)
Auflösung / Seitenverhältnis	2048 × 1536 / 4:3	1920 × 1200 / 16:10
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	2,2–326 cd/m² / 89,7 %	4–395 cd/m² / 80,8 %
Kontrast / Farbraum	912:1 / sRGB	1210:1 / sRGB
<b>Laufzeit, Leistung, Preise</b>		
Laufzeit (200 cd/m²) Videowiedergabe / Spielen / Surfen WLAN	4,5 h / 7,7 h / 13 h	6,5 h / 8,5 h / 14,5 h
GFXBench 3.0 Manhattan onscreen	11 fps	18 fps
3DMark Ice Storm Unlimited	17946	20071
Varianten	–	64 GByte Speicher (330 €)
Garantie	2 Jahre	2 Jahre
Preis	420 €	341 €
✓ vorhanden – nicht vorhanden		



# EGAL WO... SPACE FASZINIERT!

## DAS IST SPACE

Vollgepackt mit informativen Artikeln und atemberaubenden Fotos berichtet Space über die Technik der Weltraumfahrt, ebenso wie über Astronomie und kosmische Phänomene.



## Testen Sie 2x Space mit 30% Rabatt!

Nur 11,90 €\* statt 17,00 €\* im Handel!

Zusätzlich digital als PDF im Kundenaccount verfügbar.

Jetzt bestellen unter:

**[www.amedia.de/space-mini](http://www.amedia.de/space-mini)**

☎ 0541 80 009 126 ✉ [space-abo@amedia.de](mailto:space-abo@amedia.de)

✉ eMedia Leserservice, Postfach 24 69, 49014 Osnabrück

\*Preise in Deutschland.





# Alles im Blick

## Saugroboter mit intelligenter Objekterkennung

**Saugbots umfahren größere Hindernisse zwar automatisch, aber Kabel, Schnürsenkel oder Bauklötze stellen sie vor Probleme. Der Super-Gau sind Hinterlassenschaften von Haustieren, die die Bots unappetitlich in den Teppich und die eigenen Bürsten einmassieren. Die Saugroboter unseres Tests sollen solche Dinge erkennen.**

Von Stefan Porteck

Mit ihren Laser-Distanz-Sensoren (Lidar) finden sich moderne Staubsauger in Häusern und Wohnungen gut zurecht: Sie unterscheiden einzelne Räume und legen in ihren Apps einen Grundriss der

Wohnung respektive der Etage an. Damit gerüstet fahren auch unsere Testkandidaten Deboot Ozmo T8 AIVI von Ecovacs und der Roborock S6 MaxV ab der zweiten Reinigung sehr gezielt jeden Raum nacheinander in parallelen Bahnen ab. Zudem detektieren ihre Lidar-Sensoren große Möbel wie Betten, Schränke und Sofas. Für kleine Gegenstände, beispielsweise Blumentöpfe oder Stuhlbeine, haben sie in der Frontstoßstange Infrarotsensoren. Ist ein Hindernis zu klein oder zu flach, stupsen die Bots es in den manchen Fällen doch an – aber üblicherweise nur leicht. Dabei lösen mechanische Kontakte in den gefederten Stoßstangen aus, sodass die Bots spätestens dann die Richtung wechseln.

Herkömmliche Saugbots sind nur mit Lidar- und IR-Sensoren ausgestattet, was im Alltag einige Probleme mitbringt: Kleine und leichte Dinge werden aufgesaugt,

verschoben, umgeworfen oder heruntergerissen. Doch selbst wenn grundsätzlich alles aufräumt ist, droht die Gefahr, dass manche „Hindernisse“ in Abwesenheit oder ohne Kenntnis des Besitzers entstehen. Wohl jeder Haustierbesitzer kennt wohl das Problem, dass auch dem besterzogenen Hund oder der reinlichsten Katze mal ein Malheur passiert.

Das Horrorszenario, dass der Bot auf Haustierkot trifft, ist laut diversen Beiträgen in Webforen und unzähligen YouTube-Videos keine Seltenheit. Beim Bot ist dann eine sehr umfangreiche Reinigung und meist der Austausch der beweglichen Teile nötig, was kostspielig und definitiv unangenehm ist. Weicher Kot wird zudem auf Fliesen und Laminat verteilt und oftmals in Teppiche regelrecht einmassiert, sodass sich die Verschmutzung und deren Geruch nicht mehr entfernen lassen.

Unsere beiden Testkandidaten versprechen, dass diese Probleme nun der Vergangenheit angehören. Bei beiden steckt in der Front eine Kamera, die beim Reinigen den Fahrweg überwacht. Mittels Bilderkennung und künstlicher Intelligenz erspähen die Sauger Hindernisse, die den IR- und Lidar-Sensoren durch die Lappen gegangen sind.

## Wachsames Auge

Um zu testen, ob das wirklich zuverlässig funktioniert, haben wir die Wohnung für unseren Test mit zusätzlichen Hindernissen präpariert. Dabei mussten sie Batterien, USB- und Netzteil-Kabel, Socken, Schuhe mit offenen Schnürsenkeln und Hundekot erkennen. Obgleich wir bei c't den Dingen sehr akribisch auf den Grund gehen, haben wir bei letzterem auf eine Scherzartikel-Attrappe aus Kunststoff zurückgegriffen.

So gut die Idee mit der Objekterkennung auch klingt, in der Praxis boten die Bots von Ecovacs und Roborock keine Garantie für unfallfreies Saugen. Das liegt unter anderem an der Vielzahl der Formen, Farben und Größen verschiedener Hindernisse. Die Programmierer der Bots mussten deshalb wohl zwangsläufig einen Mittelweg zwischen Vorsicht und Gründlichkeit finden: Ein Sauger, der einen Bogen um verschüttetes Kaffeepulver macht, weil er Tierkot wittert, wird seine Besitzer auch nicht zufriedenstellen.

Am zuverlässigsten erkannten beide Bots herumstehende Schuhe, auf dem Boden liegende USB-Kabel und den Hundehaufen. Doch während der S6 diesen mit respektablen Abstand begegnete, wagte sich der T8 AIVI beim Ziehen seiner Bahnen in einem Fall so dicht heran, dass die Seitenbürste den Haufen streifte – im realen Leben wäre das schon eine Sauerei gewesen. Auch andere Hindernisse pasierte der T8 AIVI stets ein wenig dichter als der S6 MaxV. An Batterien und Legosteinen scheiterten dagegen beide Bots gleichermaßen: Die Bots schoben sie einfach wahllos und unbemerkt durch die Wohnung. Dafür erkannte der S6 MaxV auch flache Sockel etwa von Stehlampen oder Ventilatoren. Wir hatten zudem erwartet, dass die Sauger auch die Metallstreben von Schwingstühlen und Wäscheständen erkennen. Aber in unseren Tests fuhren beide Bots auf die Streben, hingen halb in der Luft und mussten sich merklich bemühen, wieder festen Boden unter die Räder zu bekommen. Insgesamt

endete der Hindernisparcours mit einem leichten Vorteil für den S6 MaxV von Roborock.

Der T8 AIVI verbuchte einen Vorteil bezüglich der Nachreinigung. Nach der Rückkehr ins Dock bot seine App uns an, dass der T8 diese Stellen gezielt nachreingt, wenn wir die Gegenstände wegräumen – praktisch und naheliegend. Doch die Ecovacs-Entwickler haben die Idee nicht ganz zu Ende gedacht. Bei unserem Test versperrten wir den Zugang zu einem Bereich zwischen Bett und Wand mit dem Ladekabel eines Smartphones. Bei der Nachreinigung saugte der Bot zwar an der Stelle, wo das Kabel lag, kam aber nicht auf die Idee, die nun zugänglichen zwei Quadratmeter ebenfalls zu reinigen. Das ist aber allemal besser als beim S6 MaxV, der nach dem Saugen zurück auf sein Dock fuhr und die Sache damit für abgeschlossen hielt.

## Es saugt und wischt der Heinzelmann

Mit ihren rotierenden Bürsten und der Saugereinheit eignen sich die Roboter gut, um Staub und losen Schmutz auf Hartböden und Teppich aufzunehmen. Bei eingetrockneten Flecken verschütteter Getränke oder von Soßenspritzern müssen sie – wie jeder Staubsauger – passen. Für solche Fälle habe beide Testkandidaten eine Wischfunktion. Der S6 MaxV hat einen Tank (280 ml), der dauerhaft am Bot montiert bleibt. Zum Wischen befüllt man ihn und klickt an der Unterseite die Grundplatte mit dem Mopp ein. Eine kleine Pumpe benetzt ihn mit Wasser. Die Wassermenge lässt sich in der App einstellen.

Prinzipbedingt kann das Wischen eines Bots nicht mit manuellem Wischen oder dedizierten Wischrobotern mithalten: Ihre Tücher sind zu klein, das Tankvolumen zu gering, genauso wie ihr Anpressdruck. Um dieses Manko auszugleichen, liegen dem T8 AIVI zwei Tanks bei. Der Standardtank (220 ml) funktioniert wie bei den Vorgängermodellen. Der zweite Tank (200 ml) hat an der Unterseite eine bewegliche Mechanik und einen eingebauten Motor. Beim Wischen vibriert der Mopp einige Millimeter hin und her und da der Tank etwas schwerer ist, liegt er auch fester auf dem Boden auf.

Obgleich beide Bots eine Teppicherkennung besitzen und dort die Saugleistung automatisch erhöhen, fahren sie auch mit montiertem Mopp auf Teppiche und bleiben dort in der Regel wegen des Widerstands stecken. Vorm Wischen muss man deshalb in der App eine No-go-Area einzeichnen, damit die Bots einen Bogen darum machen. Einzelne Räume mit Teppichboden schließt man in der App komplett aus.

Beide Bots hinterlegen in ihren Apps eine Karte der Wohnung beziehungsweise der Etage und erkennen automatisch unterschiedliche Räume. Sollte das nicht perfekt klappen, lassen sich die Raumgrenzen manuell anpassen. Darüber hinaus erlauben die Apps das Einzeichnen von Bereichen, die einer schnellen Sofortreinigung unterzogen werden sollen.

Der Roborock S6MaxV wechselt die Ausrichtung der Reinigungsbahnen je nach der Geometrie des Raumes bei Bedarf zwischen längs und quer, um stets möglichst lange Bahnen mit wenigen



Der Bot von Ecovacs hat einen Tank, dessen Motor den Wischmopp für eine gründlichere Reinigung vibrieren lässt.



## Ecovacs Deebot T8 AIVI

Die Bots von Ecovacs sind traditionell mit einem guten Wischmodul ausgestattet. In der App kann man die Wassermenge einstellen und – sehr clever – No-go-Areas einrichten, die nur bei montiertem Wischmopp ausgelassen werden, beim Saugen aber nicht. Darüber hinaus gehört ein schwererer und mit einem Vibrationsmotor ausgestatteter Tank zum Lieferumfang. Die schnellen Bewegungen des Mopps entfernen auch eingetrocknete Flecken, die vom passiven Mopp nur angelöst werden.

Die Navigation gelingt ebenfalls gut: Der T8 AIVI fand sich in unseren Tests sicher zurecht, erstellte exakte Raumgrenzen und ließ keine Bereiche aus. Er ging jedoch etwas häufiger, aber sanft mit Möbeln auf Tuchfühlung. Zudem unterfuhr er Sofas und Kommoden, unter die nur der Bot selbst, nicht aber seine mittig angebrachte Lidar-Einheit passt. Er fuhr sich dabei zwar nicht fest, stieß aber wiederholt mit der Radareinheit an die Möbelkante.

Die Objekterkennung funktionierte schlechter als beim Roborock. So wurden Standfüße von Lampen oder Ventilatoren nicht erkannt und die korrekt detektierten Hindernisse manchmal so eng umfahren, dass eine der beiden Seitenbürsten sie berührten. Die Erkennung und Umfahrung könnte Ecovacs aber mit einem Firmware-Update verbessern.

Die Lamellen für den Luftaustritt sind so angebracht, dass sie seitlich über den Boden pusten. Die meisten anderen Saugroboter befördern die Abluft eher nach oben gerichtet hinaus. Sofern der Boden nur leicht verschmutzt ist, stellt das kein Problem dar. Hat man aber beispielsweise Kaffeepulver verschüttet oder Zugluft hat Wollmäuse unterm Bett hervorgekehrt, bläst der T8 AIVI losen Staub mitunter eher im Raum umher, statt ihn aufzusaugen.

Sehr gut gefallen hat uns dagegen der Staubbehälter. Man muss ihn nicht mit spitzen Fingern herauspfeimeln, sondern greift ihn einfach am Haltegriff. Der Behälter lässt sich zudem über einen mechanischen Knopf öffnen, worauf der Staub in den Mülleimer fällt, ohne dass man sich die Finger schmutzig macht. Ein weiteres durchdachtes Detail sind ein Staubvlies und eine dünne Schaumstoffmatte, die dafür sorgen, dass sich der eigentliche Staubfilter weniger zusetzt. Das hält die Saugleistung länger hoch und erleichtert die Reinigung des Filters.

- 👍 guter Wischtank und Staubbehälter
- 👎 etwas teurer
- 👎 fährt heikle Hindernisse manchmal zu dicht an



## Roborock S6 MaxV

Der S6 MaxV6 zeichnet sich durch eine sehr gute Orientierung aus: Nach der ersten Fahrt hatte er einen sauberen Grundriss erstellt und auch die Raumgrenzen so angelegt, dass keine Nacharbeit nötig war. Im Alltag fährt er zunächst die Ränder des jeweiligen Raumes ab und anschließend die Mitte. Verwinkelte Ecken und Stühle mit flachen Querstreben bereiten ihm keine Probleme: In unseren Tests fand er aus allen Ecken, in die er sich zwängte, auch selbstständig wieder heraus.

Fixe Hindernisse wie Möbel oder Wände erkannte er in den allermeisten Fällen rechtzeitig mittels Lidar- und IR-Sensoren, sodass er sie sehr selten berührte. Falls doch, war der Kontakt so sanft, dass man keine zerkratzten Möbel befürchten muss. Gut gefiel uns, dass der S6 MaxV grundsätzlich nicht unter Sofas, Kommoden oder hängende WCs fährt, bei denen die Durchfahrthöhe nicht ausreicht. Kabel, Kot, Schuhe und viele Sockel erkannte der S6 MaxV mithilfe seiner Kamera – diese Hindernisse wurden berührungslos umfahren.

Während der Reinigung fiel uns von der Tonalität angenehmes Betriebsgeräusch auf – obgleich er minimal lauter ist als der Mitbewerber. Das geht übrigens nicht zu Lasten der Sauberkeit. Im Vergleich zu anderen Saugbots erreicht er auf Hartböden eine gute und auf Teppich eine befriedigende Reinigungsleistung. Die Akkukapazität reicht für rund 180 Minuten, was einer Wohnungs- oder Etagegröße von 180 Quadratmetern entspricht – dieser Wert kann je nach Bodenbelag, Anzahl der Hindernisse und der Raumgeometrie spürbar variieren.

Wer sich mehr wünscht, montiert den Wischmopp. Wie schon der S5 Max besitzt auch der S6 mit 280 Milliliter Volumen einen deutlich größeren Tank als andere Roborock-Modelle. Zudem lässt sich die Durchflussmenge nun in der App verstellen. Das erlaubt es beispielsweise, das Bad nasser zu reinigen als empfindlicheres Laminat.

Wer ob der Kamera Bedenken wegen des Datenschutzes hegt, deaktiviert die Objekterkennung und klebt optional die Kamera ab. Zudem erlaubt der S6 MaxV auch eine ausreichende Nutzung ganz ohne App und Cloud, da er sich manuell starten und stoppen lässt sowie auf Knopfdruck eine Spot-Reinigung durchführt.

- 👍 gute Orientierung
- 👎 begrenzte Objekterkennung
- 👎 etwas fummelig zu leerender Staubbehälter



Wendemanövern zu fahren. Der T8 von Ecovacs fährt hingegen stets in Längsbahnen ausgehend von seiner Ladestation.

## Datenschutz

Wenn man die Bots ohne App und zugehörige Hersteller-Cloud nutzen will, muss man auf alle Komfort-Features wie Einzelraumreinigung, Zeitsteuerung und Sperrzonen verzichten. Die Bedienung an den Geräten selbst ist sehr eingeschränkt. So findet sich am Ecovacs T8 nur ein Button, der den Bot alle Räume reinigen lässt und eine laufende Reinigung pausiert. Der Roborock S6MaxV hat wenigstens noch einen Knopf, der ihn zurück zur Ladestation fahren lässt, und einen Knopf, der eine lokale Spot-Reinigung startet – man muss den Bot dann vorher an die gewünschte Stelle tragen.

Wegen der eingebauten Kameras kommt dem Thema Datenschutz bei unseren Testkandidaten eine größere Rolle zu: Sowohl Ecovacs als auch Roborock versprechen in ihren Datenschutzbestimmungen, dass das von den Bots angefertigte Bildmaterial zu keinem Zeitpunkt die Geräte verlässt und die Objekterkennung ausschließlich im Speicher des Sauger erfolgt.

Um das zu überprüfen, haben wir den Netzwerkverkehr der Geräte während der Reinigung überwacht. Während einer manuell gestarteten Reinigung baute der Ecovacs-Bot zunächst gar keine Internetverbindung auf. Erst nachdem wir den Fortschritt in der App kontrollierten, tröpfelten einige Kilobyte von und nach Ecovacs-Servern durch die Leitung – zu wenig für brauchbares Bildmaterial. Der S6MaxV von Roborock pingt auch gelegentlich im Standby nach Hause. Offenbar um seine Uhr mit einem Zeitserver abzugleichen. Auch bei ihm reichte die Datenmenge nicht für das Versenden von Fotos oder gar Videos.

Doch keine Regel ohne Ausnahme: Der T8 AIVI hat ein Feature, das es ermöglicht, ihn als ferngesteuerte Webcam zu nutzen – quasi wie ein Überwachungsroboter auf Rädern. Diese Funktion ist ab Werk nicht eingeschaltet. Will man sie in der App aktivieren, erscheint ein weiterer Datenschutzhinweis und der Nutzer muss eine Sicherheits-PIN festlegen, ohne deren Eingabe sich die Überwachung nicht starten lässt.

Schaut man später von unterwegs daheim nach dem Rechten, sendet der Bot die Live-Aufnahme über die Server des Herstellers an die Smartphone-App des Nutzers. Ecovacs versichert, dass es sich

dabei ausschließlich um Server in der EU handelt und der Videostream nur durchgereicht und niemals gespeichert wird. In diesem Punkt muss man dem Hersteller vertrauen oder andernfalls die Überwachungsfunktion einfach nicht aktivieren.

## Fazit

Die Saugleistung beider Bots auf Hartböden ist gut – mit leichtem Vorteil für den Roborock. Auf Teppichen reinigen sie akzeptabel. Hier liegt aber der Ecovacs leicht vorne. Beim Wischen hat der Roborock S6MaxV mit seinem aktiven Tank nun zu dem Bot von Ecovacs aufgeholt. Der legt mit dem vibrierenden Wischmopp wiederum eins drauf und bleibt somit weiter an der Spitze.

Die Orientierung und Raumerkennung ist bei beiden Bots auf hohem Niveau, mit leichtem Vorteil für Roborock. Die Objekterkennung klappte bei Roborock ebenfalls etwas besser. Doch den Vorteil verschenkt er teilweise, da blockierte Bereiche nach dem Wegräumen nicht wie vom Ecovacs automatisch erneut angefahren werden. Grundsätzlich hat die Erkennung bei beiden Geräten noch Luft nach oben und befreit die Nutzer derzeit nicht davon, die Wohnung saugrobotersicher zu machen. Wer aber Hunde oder Katzen besitzt und die sprichwörtliche Realität von „Shit happens“ vermeiden will, für den können sich die beiden Geräte mit Kamera und Objekterkennung trotz Mehrpreis lohnen.

(spo@ct.de) **ct**

## Saugroboter mit Objekterkennung

	Deboot Ozmo T8 AIVI	S6 MaxV
Hersteller	Ecovacs	Roborock
<b>Lieferumfang</b>		
doppelt mitgelieferte Verschleißteile	Seitenbürsten, Filter, Wischtuch	Wischtuch, Filter, Seitenbürste
Sonstiges	Tank mit Vibrationsmotor, Wischreinigungsmittel, Reinigungswerkzeug	Reinigungswerkzeug, Staubtücher
<b>Technische Daten</b>		
Abmessungen (L × B × H)	35 cm × 35 cm × 10 cm	35 cm × 35 cm × 9,7 cm
Gewicht	3,5 kg	3,6 kg
Laufzeit <sup>1</sup>	ca. 180 Minuten	ca. 180 Minuten
Bürstenbreite / Staubbehälter / Tank	16,5 cm / 420 ml / 220 ml	16,5 cm / 460 ml / 280 ml
Lautstärke	56,6 db(A)	58,8 db(A)
<b>Ausstattung</b>		
Tragegriff	–	–
Raumerkennung	Lidar, Kamera	Lidar, Kamera
Absturzsensoren	✓	✓
Front- / Seitensensoren	✓ / ✓	✓ / ✓
Teppich- / Schmutzerkennung	✓ / –	✓ / –
Magnetband / Leuchttürme	– / –	✓ / –
Reinigungskarte / mehrere Grundrisse/Etagen	✓ / ✓	✓ / ✓
Spot-Reinigung	✓	✓
Reinigungsbereiche in der App wählbar / ausschließbar / Einzelraumreinigung	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Reinigungsmittel zum Wischen	✓	–
Seitenbürste	✓ (links und rechts)	✓
Bodenbürste / Gummiwalze	1 (kombiniert)	1 (kombiniert)
Wischmopp	✓	✓
<b>Konnektivität</b>		
WLAN	2,4 GHz	2,4 GHz
Cloud / ohne Cloud nutzbar	✓ / nur Grundfunktionen	✓ / nur Grundfunktionen
virtuelle Fernbedienung	–	✓
Amazon Alexa / Google Assistant	✓ / ✓	✓ / ✓
<b>Bewertung</b>		
Orientierung / Raumabdeckung	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕⊕
Umgang Hindernissen	⊕	⊕⊕
Reinigung Hartboden	○	⊕
Reinigung Teppich	⊕	○
Geschwindigkeit / Laufzeit / Geräusch	○ / ⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕ / ⊕⊕
Bedienung (App / Gerät)	⊕ / ○	⊕ / ⊕
Straßenpreis	740 €	600 €
✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend		<sup>1</sup> Herstellerangabe

# 2x Mac & i mit 35 % Rabatt testen + Geschenk nach Wahl!

## Mac & i – Das Magazin rund um Apple

- Tipps & Workshops
- Hard- & Softwaretipps
- Apps und Zubehör

Für nur 14,40 € statt 21,80 €.

Inklusive Mac-Fachbuch oder Bluetooth-Lautsprecher von Blaupunkt.



Jetzt bestellen:

[www.mac-and-i.de/miniabo](http://www.mac-and-i.de/miniabo)



leserservice@heise.de



0541 80 009 120

Mac & i. Das Apple-Magazin von c't.



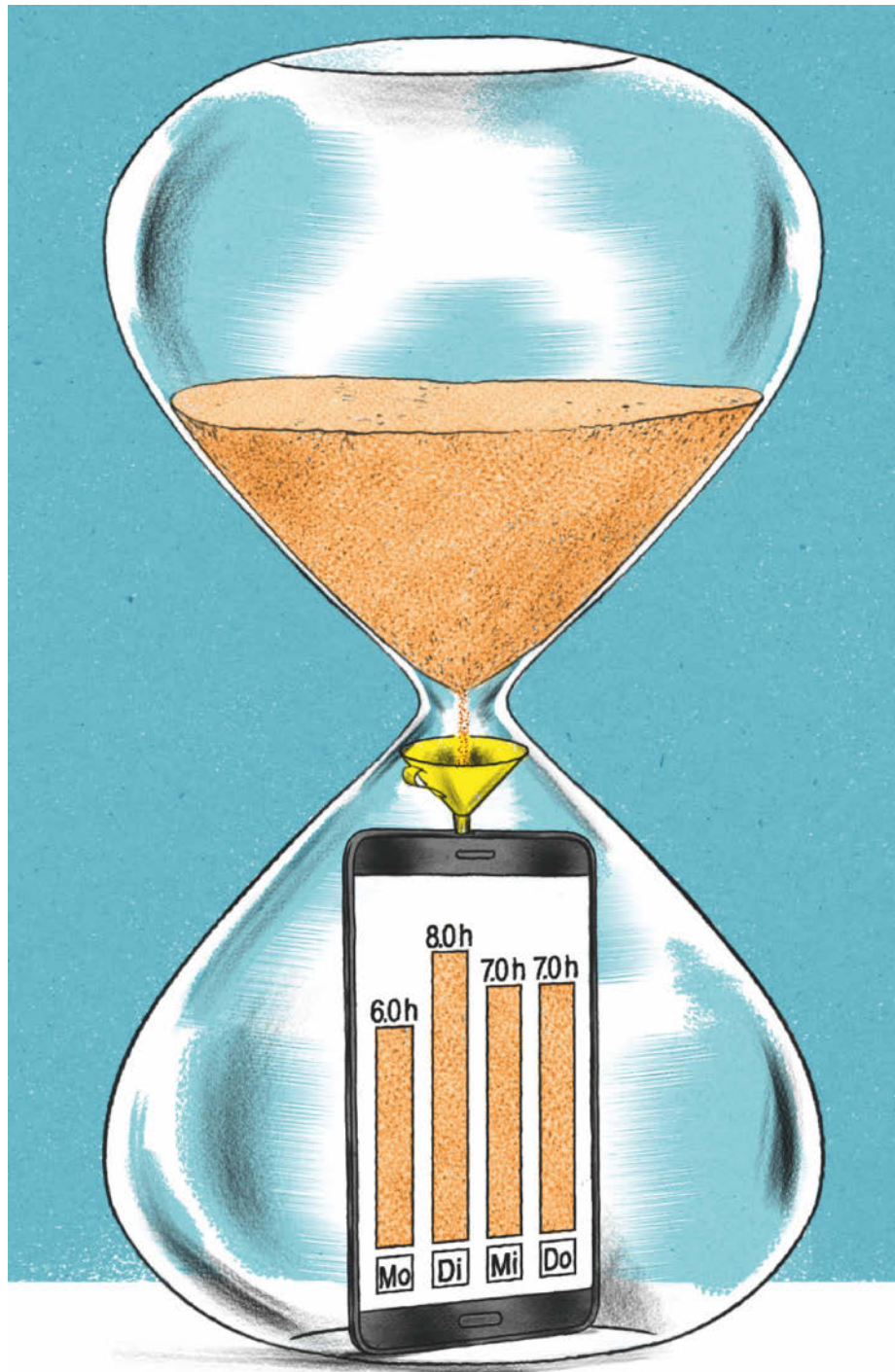


# IMMER AUF AUGENHÖHE

***Mac & i***

Mac & i. Das Apple-Magazin von c't.





**Wer seinem Chef oder Auftraggebern Auskunft über seine Zeit an unterschiedlichen Arbeitsplätzen geben muss, erledigt das am besten mit dem Smartphone. Passende Apps dafür gibt es reichlich; für die Auswahl bieten sich solche mit einer kostenlosen Basisversion an.**

**Von Hans-Peter Schüller**

**B**ei einer App mit einem Namen à la „virtuelle Stechuhr“ könnte man denken, sie leistet nicht mehr als der altbekannte Lochkartenstanzer neben einem Fabrikator. Doch die Funktionen gehen weit über das bloße Notieren von Kommen- und Gehen-Zeiten hinaus. Die konkreten Aufgaben lassen sich für zwei unterschiedliche Rollen umreißen: Die hier vorgestellte Software hilft vor allem Projektarbeitern und Freiberuflern, ihren Zeitaufwand zu dokumentieren. Andere Apps decken vornehmlich die Bedürfnisse von Betrieben ab und kommen für den persönlichen Gebrauch nicht in Betracht.

Mit persönlichen Apps notieren zum Beispiel Projektarbeiter und Freiberufler auf einem Endgerät wie einem Smartphone, wann und wie lange sie sich mit dieser und jener Aufgabe beschäftigt haben. Weil sich Details am besten im Probeeinsatz bewerten lassen, haben wir uns auf Apps beschränkt, die sich vor dem Kauf von Pro-Version oder Zusatzfunktionen als Basisversionen kostenlos testen lassen – in vielen Fällen genügen die vollkommen und man benötigt gar keine Upgrades. Getestet haben wir die Android-Apps „Gleco Time Tracker“, „Stempeluhr II“ und „Zeiterfassung“ von DynamicG sowie die iOS-Apps „atWork“, „Automatische Stempeluhr“, „myTime“, „myWork“ und „Stechuhr X“. Das Programm „WorkingHours“ gibt es für Android, iOS und Windows. Wir haben es unter Android und iOS getestet; die Desktopversion für Windows ließ sich aus Microsofts App-Store nicht herunterladen.

Persönliche Apps müssen in der Regel mehrere Zeitabschnitte pro Arbeitstag festhalten, die mitunter zu unterschiedlichen Tätigkeiten für separate Projekte gehören. Die Aufzeichnungen dieser Apps taugen in der Regel nicht als Beweismittel gegenüber einem Arbeitgeber, und wenn man die summierten Zeiten einem Auftraggeber in Rechnung stellt, muss der

# Job ab – Zeit läuft!

**Neun Apps zur Erfassung von Arbeitszeiten**

schon darauf vertrauen, dass der Anwender nur korrekte Zeiten eingetragen hat.

Vor diesem Hintergrund ist es okay, wenn man die Arbeitszeiten in der App auch nachtragen kann. Bei den meisten Anwendungen bietet sich zwar ein Stoppuhrmodus an, bei dem man für die gerade angewählte Tätigkeit einfach auf Start, Stopp oder Pause tippt, um die Aktivität in Echtzeit zu dokumentieren. In jeder der getesteten Apps können Sie Anfangs- und Endzeiten später oder im Voraus auch von Hand eintragen; bei myTime geht das sogar nur so.

## Stempelkarte drahtlos

Ein Sonderfall ergibt sich, wenn eine App zum Ein- und Ausloggen auf die Kommunikation mit NFC-Tags setzt. Zum Beispiel mit der „automatischen Stempeluhr“ und mit „Stempeluhr II“ kann man – ein dafür taugliches Smartphone vorausgesetzt – NFC-Tags gemäß der Mifare-Spezifikation programmieren. Diese funktionieren dann als Tokens, mit denen sich der Besitzer an der App ein- und ausloggt. Firmen können mit diesem Ansatz und gesonderter Software eine Zeiterfassung für mehrere Arbeitnehmer organisieren, von denen jeder sein eigenes Tag erhält. In einem anderen Szenario erzeugt man mehrere Tags und bringt diese fest an verschiedenen Arbeitsplätzen an. Dann können zum Beispiel Techniker, die routinemäßig eine Reihe von Servicepunkten aufsuchen müssen, mit App und Smartphone schlüssig nachweisen, dass sie ihren Verpflichtungen nachgekommen sind.

Viele Anwender müssen den Zeitaufwand für mehrere Projekte separat erfassen. Selbst wenn man sich über Stunden an derselben Aufgabe abarbeitet, kann man eine eingeschobene Pause am einfachsten als solche eingeben, ohne die Zeiterfassung erst anzuhalten und dann neu zu starten. Manche Apps erledigen das auf Wunsch automatisch zu einer festgelegten Zeit oder per Knopfdruck für eine voreingestellte Pausendauer. Die Software zieht die Pausenzeit später automatisch ab und der Anwender kann zumindest darlegen, dass er womöglich vorgeschriebene Pausenzeiten eingehalten hat.

Mit zusätzlichen Informationen nimmt manche Software sogar eine Lohnabrechnung vorweg, wenn sie nämlich je nach Situation des Benutzers auch Angaben für die wöchentliche Soll-Arbeitszeit, Überstundenzuschläge, Urlaubskontingent und Stundensatz berücksichtigt. Für

Lohnberechnungen ist zudem wichtig, ob sich für Ausfalltage relevante Begründungen wie Krankheit, Überstundenausgleich oder Sonderurlaub anführen lassen. Die Ergebnisse einer solchen Auswertung sind zwar nicht verbindlich, schließlich macht man dabei quasi die Rechnung ohne den Wirt. Aber sie geben einen Anhaltspunkt, und wer als Selbstständiger seine eigenen Rechnungen schreibt, kann diese Daten unmittelbar verwerten.

Erstaunlicherweise kennt sich keine der getesteten Apps auf Anhieb mit gesetzlichen Feiertagen aus. Deshalb muss man Feiertagsarbeit, wenn sie nicht ohnehin auf ein Wochenende fällt, von Hand markieren. Nur die Pro-Ausgabe von Stempeluhr II importiert auf Wunsch die Feiertage des maßgeblichen Bundeslands – für diese Ausnahme sind sieben Euro Kaufpreis gut angelegt.

## Zeit ist Geld

Feste Preise für standardisierte Arbeiten wie etwa den Ölwechsel in einer Kfz-Werkstatt werden oft auf Basis von Zehntel-Arbeitsstunden kalkuliert. Wer mit solchen Einheiten rechnet, sollte darauf achten, dass er Arbeitszeiten mit seiner Software auch in dezimalen Stunden, also zum Beispiel 1,7 Stunden statt 1 Stunde 42 Minuten berechnen kann.

Für Handwerker ist es außerdem nützlich, wenn sie sich über sogenannte Geofencing-Funktionen für jeden Zeitschnitt zusätzlich den Arbeitsort notieren

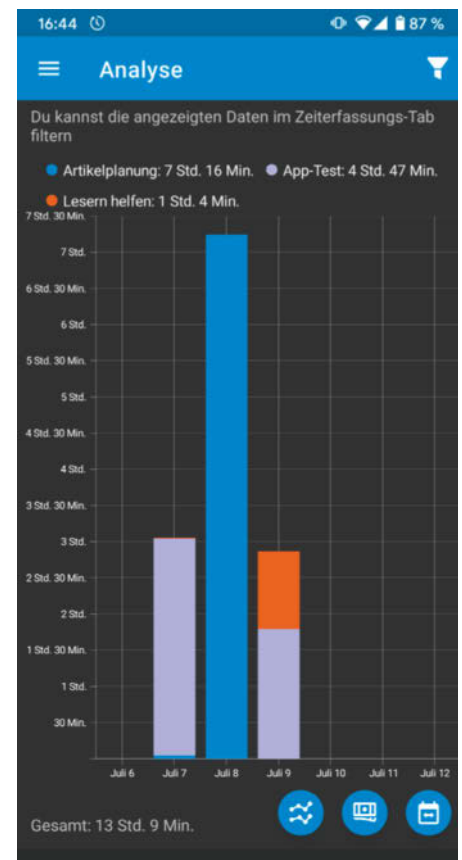


Erfasste Arbeitszeiten erscheinen etwa bei der App „myTime“ in einer aufklappbaren Kalenderansicht.

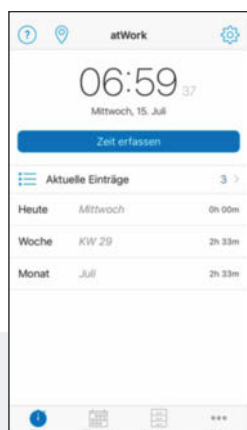
und sich womöglich gar einen Stundenzettel ausstellen und abzeichnen lassen können. Das ist bei einigen Apps nur über die Installation von Zusatzmodulen möglich. Auf jeden Fall erleichtert die Standortbestimmung etwa mit der App „Zeiterfassung“ von DynamicG oder mit der „automatischen Stempeluhr“ Bauhandwerkern die Zuordnung von Arbeitszeiten zu separaten Aufträgen.

## Datenverwertung

Die hier vorgestellten Apps sind in erster Linie für Einzelanwender gedacht. Deshalb kommen sie ohne Identifikation des Anwenders aus und im Prinzip auch ohne Datenexport. Sie verwalten die aufgenommenen Daten ausschließlich im lokalen Gerätespeicher. Damit sind sie relativ sicher vor Schnüfflern und außerdem immun gegen Unterbrechungen im Internetkontakt. Erwartungsgemäß fanden wir auch keine Verdachtsmomente in den Datenschutzerklärungen der Entwickler – nur dass die Policy für „Stechuhr X“ bei unserem Test gerade nicht im App-Store zugänglich war.



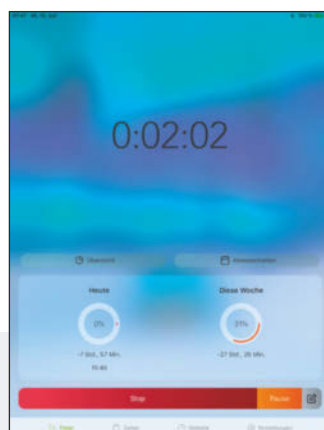
Die Arbeitszeiten für verschiedene Aktivitäten kommen bei „WorkingHours“ besonders prägnant zum Ausdruck.



## atWork

Der Fokus dieser iOS-App liegt auf der Projektzeiterfassung. Nach dem Aufruf zeigt sie als Erstes eine Übersicht der aktuellen sowie der am Tag, in der Woche und im Monat abgeschlossenen Zeiterfassungen. Mit einem Tipp auf „Zeit erfassen“ öffnen Sie eine Abfragemaske für Beginn und Ende, Stunden-satz, Zuschlag, Verdienst, Kunden, Projekt- und Aufgabenbeschreibung sowie für anwenderdefinierte Zusatzattribute. Dann läuft die Zeit sofort los oder Sie tragen Anfangs- und Endzeit von Hand ein; die Begleitdaten fügen Sie nachträglich hinzu. Die Seite „aktuelle Einträge“ informiert über die noch nicht beendeten Erfassungen. Diese können Sie jederzeit anhalten oder reaktivieren. Ein Eintrag fließt aber erst in die Summierung ein, wenn Sie die Aktivität ausdrücklich beenden. Das ist sehr praktisch, wenn Sie viele Aufgaben gleichzeitig bearbeiten und später abrechnen möchten.

- 👍 praktisch für Projektabrechnungen
- 👍 viele Angaben erfassbar
- 👎 mäßig prägnante Übersicht



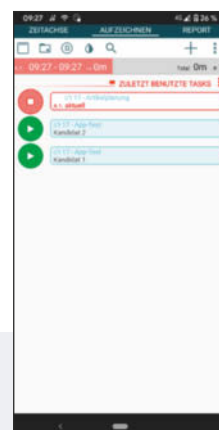
## Automatische Stempeluhr

Die farbenfrohe automatische Stempeluhr für iOS meldet sich gleich nach dem Aufruf mit der „Timer“-Ansicht, das ist ein Dashboard mit einer großformatigen Stoppuhranzeige der Arbeitszeit, Widgets für den Tages- und Wochenzeitsaldo sowie Start-/Stopp- und Pause-Schaltflächen.

Die „Zeiten“-Ansicht rekapituliert eine wählbare Kalenderwoche, in der man für jeden Tag nachträgliche Einträge vornehmen kann. Diese enthalten entweder Anfang und Ende der Arbeitszeit oder Angaben zur Abwesenheit. Warum es zur Abwesenheit kommt, erläutert der Anwender durch einen selbstdefinierten Abwesenheitstyp, also etwa Urlaub oder Stau auf dem Arbeitsweg. Für die Arbeitszeit können Sie einfach den Eintrag vom Vortag kopieren, per Fingertipp eine vorkonfigurierte Pause einfügen oder in einem Wochenplan nachschlagen, an welchen Tagen überhaupt Arbeitszeit vorgesehen ist.

Die „Statistik“-Ansicht zeigt eine prägnante, aber wenig anpassungsfähige Balkengrafik zur wöchentlichen Arbeitszeit in einem Monat.

- 👍 ansprechende Oberfläche
- 👍 Feiertage importierbar
- 👎 keine vordefinierte Abwesenheit



## Gleeo Time Tracker

Diese Android-App konfrontiert Anwender mit Anzeige- und Eingabeelementen für eine komplexe Aufgabenstruktur. Sie verwaltet viele Domänen mit jeweils mehreren Projekten, von denen jedes wiederum mehrere Tasks umfassen kann. Sie können Arbeitszeit gleichzeitig mehreren Tasks zurechnen, die aber jede zu einer anderen Domäne gehören müssen. Die App zeigt alle Aufgaben gemeinsam oder gefiltert nach Domänen in einer gedrängten Übersicht an, wo Sie mit einem Fingertipp bequem die Zeiterfassung für eine Aufgabe starten oder beenden. Die Prozeduren, eine neue Domäne, Aufgabe oder ein neues Projekt anzulegen oder deren Zuordnungen zu ändern, sind dagegen uneinheitlich und in den Hilfe-Tipps nicht ausreichend erklärt. Außerdem sind die Bedienelemente zumindest auf einem Smartphone-Display so eng gedrängt, dass man sich schwertut, immer die richtige Schaltfläche zu treffen.

Mit zusätzlichen Attributen für die Aufgaben, etwa zur Festlegung von Tätigkeitsschlüsseln oder Stundensätzen, mit zahlreichen Formatoptionen für exportierte Berichte und der kostenpflichtigen Option, Gleeo-Apps mit Ende-zu-Ende-Verschlüsselung auf mehreren Geräten zu synchronisieren, ist diese Software ein mächtiges Werkzeug für Projektteams und Anwender mit vielen separaten Projekten; sie erfordert aber einige Zeit zur Eingewöhnung.

- 👍 tiefe Projektgliederung
- 👍 informative Anzeigen
- 👎 komplexe Bedienführung

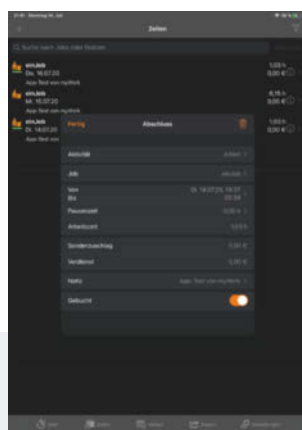




## myTime

Wer seine Arbeitszeit dokumentieren will, ohne für jeden Kontextwechsel eine Stoppuhr zu betätigen, sollte einen Blick auf myTime werfen. Mit dieser iOS-App notieren Sie Anfang und Ende aller Arbeitszeiten von Hand – womöglich lange nachträglich oder im Voraus. Das geht zwar auch mit anderen Apps, aber nur myTime erleichtert dabei die Orientierung, indem es sehr übersichtliche Monatsaufstellungen wenigstens mit markierten Wochenenden zeigt. Abgesehen vom fehlenden Hinweis auf Feiertage gibt die App viele Handreichungen für bequeme Eingaben. Dazu zählen Default-Werte für Anfang, Ende und Pausenlänge bei festen Arbeitszeiten ebenso wie die einfache Markierung etwa von Urlaubs- und Krankheits-tagen oder Überstundenausgleich. Die automatische Summierung der monatlichen Über- und Unterstunden gelingt auch bei der Aufteilung auf mehrere Jobs. Zweckmäßig für Werkstattbetriebe, die Arbeitseinheiten in Zehntelstunden kalkulieren: Mit myTime lassen sich Arbeitszeiten auch als dezimale Stundenangaben angeben.

- 👍 gute Bedienführung
- 👍 viele Angaben erfassbar
- 👎 kein Stoppuhrmodus



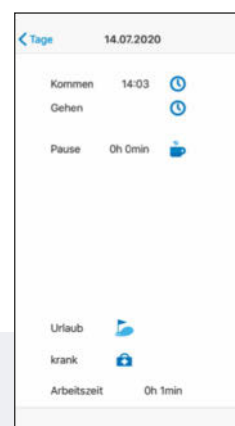
## myWork

Die App myWork für iOS ab Version 13 verwaltet in der kostenlosen Version sehr komfortabel die Daten für einen Job. Schon bevor Sie die tägliche Zeiterfassung im Stoppuhrmodus starten oder von Hand Einträge machen, zeigt sie eine kompakte Zeit- und Verdienstaufstellung mit samt Angaben zu Soll- und Überstunden.

Sofern das verwendete Gerät einen GPS-Empfänger enthält, loggt die Software den Anwender auf Wunsch automatisch ein und aus, sobald er am Arbeitsplatz eintrifft oder diesen verlässt. Außerdem synchronisiert sich myWork über die iCloud auf mehreren Geräten, sodass Sie die erfassten Daten auch auf einem anderen Gerät betrachten können.

Die Pro-Version differenziert erfasste Zeiten in zahlreiche Kategorien von ausbezahlten Überstunden bis zum Sonderurlaub wegen Umzug. Diese Ausführung bietet außerdem reichhaltige Formatoptionen für den Datenexport.

- 👍 komfortable Eingaben
- 👍 viele Zusatzfunktionen
- 👎 Gratisversion stark eingeschränkt



## Stechuhr X

Noch einfacher als mit dieser iOS-App können wir uns die Erfassung der Arbeitszeit nicht vorstellen. Die App kommt mit einer einzigen, sehr überschaubaren Eingabemaske aus, in der ein Fingertipp genügt, um die virtuelle Stechuhr loslaufen zu lassen. Mit zwei weiteren Tipps schieben Sie eine Pause ein und bestimmen deren Länge; nach diesem Zeitraum wird die Arbeitszeit automatisch weiter gezählt. Ebenfalls mit einem einzigen Tipp starten Sie die Eingabe von Krankheits- oder Urlaubszeit und tragen dann nur noch deren Länge ein. Das alles bezieht sich standardmäßig auf den aktuellen Tag; um Daten für einen anderen Termin einzugeben, tippen Sie auf das Uhr-Symbol neben der jeweiligen Schaltfläche und wählen diesen Termin aus.

Der Preis für die einfache Bedienung liegt in den sehr begrenzten Funktionen dieser App. Weder differenziert sie zwischen unterschiedlichen Tätigkeiten, noch gibt sie Gelegenheit, Kommentare oder andere Begleitinformationen festzuhalten, die über das Attribut „Krankheit“ oder „Urlaub“ hinausgehen. Ein Umstieg auf die kostenpflichtige Edition „Stechuhr XT“ gelingt zwar sehr leicht. Doch außer dem Umgang mit mehreren Jobs und besseren Exportmöglichkeiten ändert er nicht viel an den anderen Einschränkungen.

- 👍 äußerst eingängige Bedienung
- 👎 kaum differenzierbare Zeittypen
- 👎 rudimentäre Auswertung



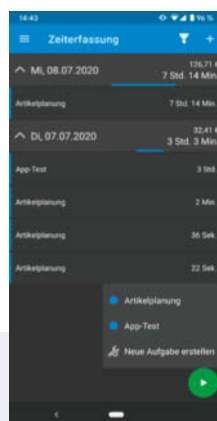
## Stempeluhr II

Arbeitnehmer erfassen ihre täglichen Arbeits-, Krankheits- und Urlaubszeiten über die Eingabemaske „Arbeitstag“ – standardmäßig als Arbeitszeit für den aktuellen Tag, alternativ auch nachträglich oder im Voraus für beliebige Tage. Per Menü lässt sich der Eintrag statt als reguläre Arbeitszeit als Wochenend- oder Feiertagsarbeit, Gleittag, Krankheitszeit, ganzer oder halber Urlaubstag definieren. So können Sie jede Besonderheit leicht erfassen, zumal sich mehrtägige Krankheits- und Urlaubszeiten über eine gesonderte Maske auch als Block eintragen lassen.

Mit der Android-App können Sie auf einem NFC-tauglichen Smartphone Mifare-Tags beschreiben und dann zum bequemen Ein- und Ausstempeln nutzen, indem Sie das Gerät in deren Nähe bringen. Dieser Komfort dürfte aber die Querelen kaum ausgleichen, die aus den leicht auftretenden Fehlbuchungen resultieren.

Die App nimmt nämlich keinerlei Prüfung der Eingaben vor. Wer etwa den aktuellen Tag versehentlich mehrfach einträgt, erhält dazu weder eine Warnung, noch erkennt die App das als Doppelbuchung. So kommen womöglich sogar mehr als 24 Arbeitsstunden pro Tag zusammen, die man nachträglich nicht einmal löschen kann.

- ↑ eingängige Bedienführung
- ↓ spartanische Auswertungen
- ↓ kein Schutz vor Fehleingaben

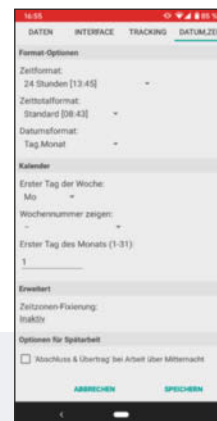


## WorkingHours

Die App von Timo Partl gibt es als einzige im Test auch als Windows-App, die sich über OneDrive auf mehreren Geräten synchronisieren kann. Auf Mobilgeräten installiert sie sich als 7-Tage-Testversion der Pro-Edition, nach deren Ablauf blendet sie Werbung ein. Die Software zeigt nach dem Start eine Liste mit den summierten Zeiten, die man an jedem Tag des eingestellten Zeitfensters mit den notierten Aufgaben zugebracht hat. Mit maximal zwei Fingertipps wählen Sie eine Aufgabe und starten oder beenden die zugehörige Arbeitszeiterfassung. Neue Aufgaben lassen sich nicht so intuitiv anlegen. Zwar öffnet sich beim Tipp auf den Plus-Button eine Maske für den Namen, manuell notierte Arbeitszeiten und Zusatzinformationen. Aber dass man für eine neue Aufgabe noch zusätzlich eine Aufgabe notieren soll und dann auch noch Tags als Filterkriterien, sorgt für Irritation. Als Lohn für die Mühe bietet die App grafische Aufstellungen, in denen sie für ein wählbares Zeitfenster anzeigt, wie viel Zeit oder Kosten für jede Aufgabe angefallen sind.

In der kostenpflichtigen Pro-Version lassen sich die Analysen als Excel- oder Textdateien exportieren, außerdem kann man darin auch Pausenzeiten vorgeben.

- ↑ einsteigsfreundlich
- ↑ informative Auswertungen
- ↓ Bedienführung optimierbar



## Zeiterfassung (DynamicG)

Die Android-App vom Hersteller DynamicG ist für Angestellte optimiert. Die ersten Aktionen, die man nach dem Start angeboten bekommt, heißen etwa „Jetzt Einstempeln“ oder „Ausstempeln“. Über „Vorlage“ buchen Sie mit einem Tipp zum Beispiel eine Standard-Pause ab jetzt oder von 12 Uhr bis 12 Uhr 30. Auch eigene Vorlagen mit anderen Eckdaten sind einstellbar.

Auskünfte erteilt die App zumeist tabellarisch, berücksichtigt dafür aber – soweit eingestellt – tägliche Soll-Arbeitszeiten, verschiedene Aufgaben mit eigenen Stundensätzen und ein Urlaubskonto. Die Software kann mit Arbeitsschichten über Mitternacht hinaus umgehen und berücksichtigt auch Eingaben aus einer ungewohnten Zeitzone – etwa bei Dienstreisen ins Ausland. Mit einer Geofencing-Funktion kann sie Anwender beim Erreichen und Verlassen des Arbeitsplatzes automatisch ein- und ausstempeln. Sogar tägliche Einnahmen an Trinkgeldern lassen sich erfassen. Überraschenderweise hat die App keine Schnittstelle zum Kalender und differenziert nicht zwischen Arbeitstagen, Wochenenden und Feiertagen. Die dennoch sehr mächtigen Funktionen gehen allerdings einher mit einem Bündel von Einstell-Optionen, die den Umgang mit der App recht bürokratisch gestalten.

- ↑ sehr mächtig
- ↓ trockene Bedienführung
- ↓ kein Kalenderzugriff

Trotzdem kann auch diesen Anwendungen ein Backup der unersetzlichen Daten nicht schaden. Die Apps lösen diese Aufgabe unterschiedlich, wie in der Tabelle unten nachzulesen ist. Die Dokumentation von „atWork“ weist vorsichtshalber darauf hin, dass die Backup-Dateien unverschlüsselt und ohne Passwortschutz auf dem Cloud-Speicher des Anwenders abgelegt werden und bei versehentlicher Weitergabe für jedermann lesbar sind. Das gilt nach unseren Beobachtungen auch für die anderen Apps. Abgelegt werden jeweils kryptische Datenbank-Dateien, die ein Interessent mit etwas Datenbank-Know-how aber leicht interpretieren kann.


Die Apps „Gleeco Time Tracker“, „WorkingHours“ und die „Zeiterfassung“ von DynamicG ergänzen die tabellarische Auskunft mit prägnanten Grafiken.

Der tabellarische Datenexport für die Weiterverarbeitung ist bei den meisten Apps nur gegen Aufpreis möglich, dafür aber oft mit umfangreichen Formatoptionen. Wer in erster Linie die Anforderungen seines Arbeitgebers erfüllen muss, sollte aber statt unserer Testkandidaten lieber eine spezielle App aussuchen, die mit der Firmen-Zeiterfassung kooperiert.

### Fazit

Wer vor allem viele Projekte abrechnen muss, ist gut bedient mit dem „Gleeco Time Tracker“ für Android, wenn er sich mit dessen Bedienung anfreunden kann. Leichterem Zugang vermitteln „WorkingHours“ und unter iOS ganz besonders „Stechuhr X“ und die „automatische Stempeluhr“. Letztere punktet außerdem ebenso wie „atWork“ und die „Zeiterfassung“ von DynamicG durch die Fähigkeit

zum Geofencing. Alle vier empfehlen sich damit zum Beispiel für Bauhandwerker. „myTime“ für iOS hat zwar als einzige App im Test keinen Stoppuhrmodus, liefert dafür aber sehr gute Monatsübersichten. „myWork“ lockt mit vielfältigen Zusatzinformationen für Arbeits- und Ausfallzeiten sowie sehr anpassungsfähigen Ausgabetabellen, bietet aber nur einen kleinen Auszug davon in der Basisversion. Mit den genannten Schwerpunkten erwiesen sich alle Apps als hilfreiche Werkzeuge, nur bei „Stempeluhr II“ ist etwas Vorsicht angebracht, um unsinnige Fehleingaben zu vermeiden.

Unterm Strich taugen alle Apps schon in den kostenlosen Ausführungen. Zusatzfunktionen, etwa für den Datenexport oder den Umgang mit Ausfalltagen oder Überstunden können Sie für kleines Geld bei den meisten Apps zukaufen. (hps@ct.de) 

## Zeiterfassung

Name	atWork	Automatische Stempeluhr	Gleeco Time Tracker	myTime	myWork	Stechuhr X	Stempeluhr II	WorkingHours	Zeiterfassung
Hersteller	Sergeij Steinbach	Tobias Zimmermann	Gridvision Engineering	Heiner Gerdas	Marcel Russ	Tim Wilbrink	Mathias Lenkeit	Timo Partl	DynamicG
Plattformen	iOS 9.0	iOS 12.0	Android 4.0	iOS 11.0	iOS 13.0	iOS 10.0	Android	Windows 10, Android 6.0, iOS 12.0	Android (keine einheitliche Mindestversion)
primäre Zielgruppe	Projektarbeiter, Arbeitnehmer	Arbeitnehmer, Werkstattarbeiter, Bauhandwerker	Arbeitnehmer und Projektteams	Arbeitnehmer, Werkstattarbeiter	Arbeitnehmer	Arbeitnehmer	Arbeitnehmer	Selbstständige	Arbeitnehmer, Bauhandwerker
<b>Eingabe</b>									
Stoppuhr / man. Einträge	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Zeitauflösung	Minuten	Sekunden, Stunden dezimal	Minuten	Minuten, Stunden dezimal	Minuten	Minuten	Minuten, Stunden dezimal	Sekunden	Minuten
mehrere Jobs / Projekte	✓	–	✓	✓	✓	✓ <sup>1</sup>	✓ (2 Jobs)	✓	✓
voreinstellb. Arbeitszeiten	–	✓	–	✓	✓	✓	✓	–	✓
Feiertage	✓ <sup>1</sup>	✓	–	✓	✓ <sup>1</sup>	✓ <sup>1</sup>	✓	–	–
Ausfalltage	✓ <sup>1</sup>	✓	–	✓	✓ <sup>1</sup>	✓	✓	–	–
Überstunden-Summe	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	–	✓
Urlaubskontingent	–	–	–	✓	✓ <sup>1</sup>	–	✓	–	–
Kommentare	✓	✓	✓	✓	✓	✓ <sup>1</sup>	✓	✓	✓
<b>Wiedergabe</b>									
Auswertungen	tabellarisch	tabellarisch	grafisch (Display), tabellarisch	tabellarisch	tabellarisch	tabellarisch	tabellarisch	grafisch (Display), tabellarisch	vereinzelt grafisch (Display), tabellarisch
Exportformate	Excel, Numbers, PDF <sup>1</sup>	Excel, PDF <sup>1</sup>	CSV	CSV, PDF <sup>1</sup>	CSV, PDF <sup>1</sup>	CSV	Excel, PDF	Excel, CSV <sup>1</sup>	Excel, PDF, HTML
Backup	lokal, via E-Mail oder iCloud	via AirDrop	via SD-Karte oder Google Cloud	– (nur als Export <sup>1</sup> )	via iCloud	lokal oder via iCloud <sup>1</sup>	lokal	lokal oder via OneDrive, Google Drive, Dropbox oder WebDAV <sup>1</sup>	via SD-Karte, Google Drive, Dropbox oder Cloud
Besonderheiten	Geofencing <sup>1</sup> , lokalisiert in viele Sprachen	NFC-Unterstützung (iOS 13), Geofencing, Feiertag-Import <sup>1</sup>	mehrere Aktivitäten simultan erfassbar, Ende-zu-Ende-synchronisierbar über mehrere Geräte <sup>1</sup>		iCloud-Sync	Export via Dropbox <sup>1</sup>	NFC-Unterstützung	Geofencing <sup>1</sup> , Cloud-Sync <sup>1</sup> , NFC-Unterstützung, Stundensätze, werbefinanziert	Multi-Device-Sync, Geofencing, Google-Kalender-Sync <sup>1</sup>
<b>Bewertungen</b>									
Bedienführung	⊕	⊕⊕	⊖	⊕	⊕	⊕⊕	○	○	○
Zeiterfassung	⊕	⊕	⊕⊕	⊕	○	○	⊕	⊕	⊕
Auswertungen	⊖	○	⊕	○	⊕	⊖	○	⊕	○
Preis	gratis (alle Sonderfunktionen: 5,49 €)	gratis (Pro-Version: 6,99 €)	gratis (2,50 €/Monat für die Sync-Funktion)	gratis (Pro-Version: 3,49 €)	gratis (Vollversion: 5,49 €)	gratis (Stechuhr XT: 1,99 €)	gratis	gratis (Pro-Version Android: 3,59 €, iOS: 4,99 €)	gratis (Pro-Version: 3,69 €)
<sup>1</sup> kostenpflichtig	⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden		



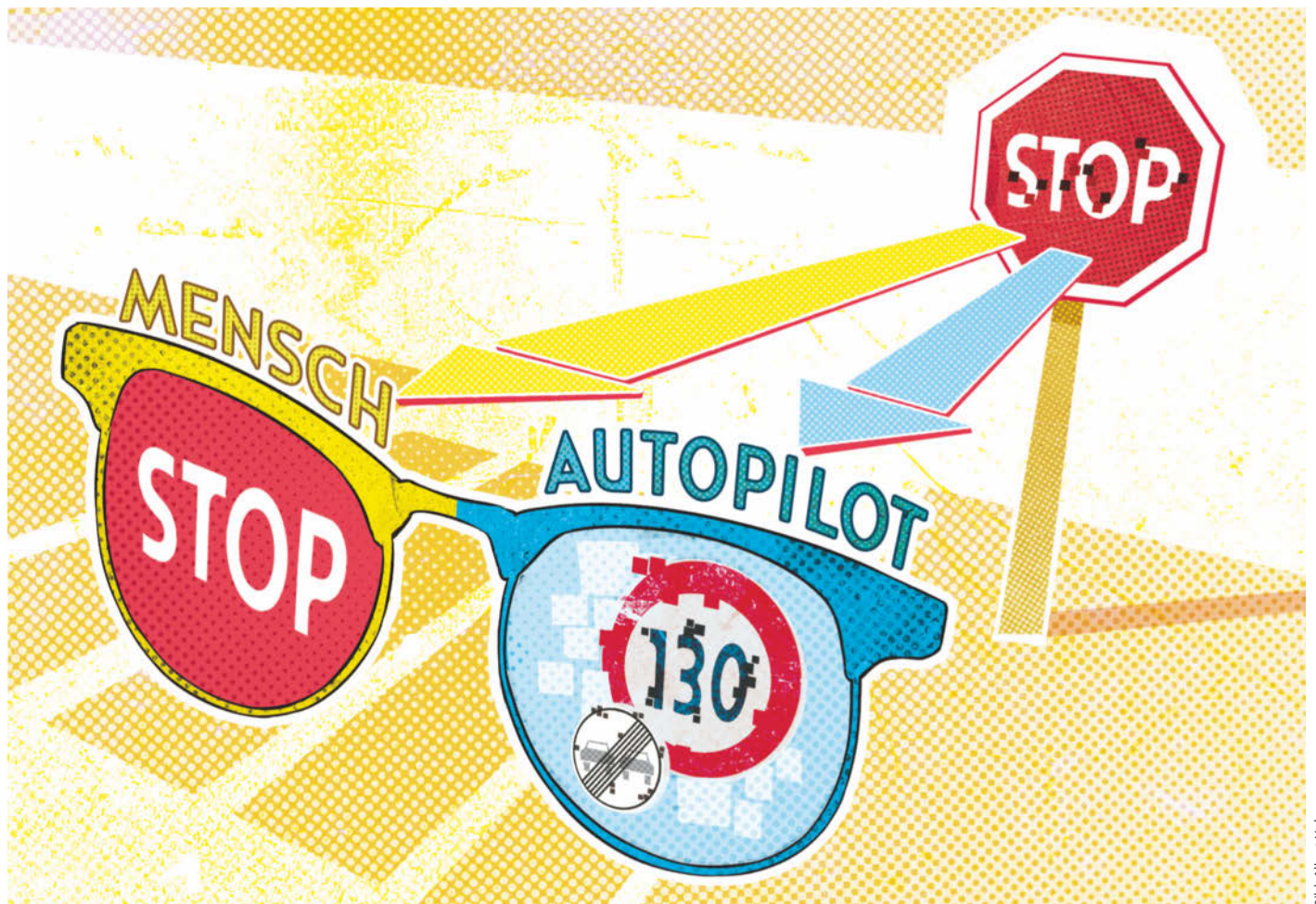


Bild: Albert Hulm

# Autos sehen Gespenster

## Pixelmuster irritieren die KI autonomer Fahrzeuge

**KI-Bilderkenner lassen sich durch künstliche Muster in die Irre führen. Ebenso können kleine Aufkleber im Verkehrsbild verhindern, dass autonome Autos die Bewegung anderer Fahrzeuge erkennen oder diese überhaupt wahrnehmen.**

Von Arne Grävemeyer

Ob bei der automatischen Sortierung von Fotos auf dem Smartphone oder bei der Personensuche in Facebook: Bilderkenner-KIs treffen eine Vorauswahl oder markieren bekannte Gesichter. Das ist praktisch und manchmal auch lustig, wenn die Software etwa ein Poster an der Wand in den Fokus nimmt oder ein paar Falten im Sofakissen für ein Gesicht hält.

Doch Fehler in der Bilderkennung sind kein Spaß mehr, wenn sie einem autonomen Fahrzeug im Straßenverkehr unterlaufen. Forscher der Uni Tübingen haben in Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für intelligente Systeme nachgewiesen, dass selbst ein kleiner Aufkleber im Straßenbild die Bewegungsschätzung von KI-Systemen irritieren kann. Busse oder Fahrradfahrer scheinen dann aus Sicht des selbstfahrenden Autos in genau entgegengesetzter Richtung unterwegs zu sein. Diese Attacke ist besonders tückisch, weil Menschen derartige Aufkleber am Straßenrand gar nicht sonderlich auffallen. Ihre zerstörerische Wirkung sieht man ihnen nicht an.

### Was sieht die KI?

Bereits 2013 beschrieben erste wissenschaftliche Arbeiten derlei Angriffe durch

kaum wahrnehmbare Pixelmanipulationen im Bild. Diese Störmuster führen eine künstliche Intelligenz auf eine falsche Fährte. Zahlreiche Beispiele für die sogenannten Adversarial Attacks sind seitdem veröffentlicht worden, zum Beispiel unterschiedlichste Natur- und Technikaufnahmen, die eine bestimmte KI nach unmerklichen Anpassungen sämtlich als Vogel Strauß klassifiziert [1].

Was viele Forscher zunächst für eine Kuriosität eines bestimmten zur Bilderkennung eingesetzten neuronalen Netzes oder einer speziellen Netzarchitektur hielten, entpuppte sich als ein strukturelles Problem. „Es ist nun einmal so, dass neuronale Netze Eigenschaften in Bildern erkennen und für die Klassifikation nutzen, die der Mensch kaum oder gar nicht wahrnimmt“, erklärt Dr. Wieland Brendel, KI-Experte am Bethge Lab der Uni Tübingen.

gen. Andererseits entwickeln sie kein tiefes Verständnis einer Szene, wie ein Mensch, der üblicherweise ein Tier oder einen Gegenstand auch aus unterschiedlichen Blickwinkeln an seiner äußeren Form erkennt.

„Ein KI-Klassifikator hat keine Vorstellung davon, was ein Hund ist“, sagt auch Professor Aleksander Madry vom MIT in Cambridge, Massachusetts. Das zugrunde liegende neuronale Netz hat in der Trainingsphase lediglich gelernt, eingehende Pixeln Daten mehr oder weniger korrekt nach „Hund“ oder „Katze“ zu sortieren. Dazu hat es in der Trainingsphase Pixelmuster entdeckt, die sich als ausschlaggebend herausgestellt haben. In diesem Sinne unterstreicht Madry, dass die bedeutungslos erscheinenden Pixelveränderungen nicht wirklich ohne Bedeutung sind. Nach seinen Untersuchungen kann ein neuronales Netz, das nur diese Änderungsmuster als Trainingsdaten erhält, anschließend seinerseits Hunde und Katzen fast ebenso gut unterscheiden wie der ursprüngliche Klassifikator. Und wieder weiß der Mensch eigentlich nicht, wie die KI das macht; aber das wusste er beim ursprünglichen Klassifikator auch schon nicht.

Neuronale Netze werden erst dann nützlich, wenn sie mit Millionen von Neuronen und Synapsen-Verbindungen die Eingabedaten gewichten. Zudem funktionieren sie besonders gut, wenn sie zahlreiche Schichten an Neuronen übereinander stapeln und die Schichten sich jeweils Daten vorverarbeiten und Muster extrahieren. Für Menschen ist diese Komplexität im Einzelnen nicht überschaubar. Zwar sind die Verarbeitungsschritte dabei einzeln nachvollziehbar, aber: „Es ist, als betrachte man ein Fortran-Programm mit Millionen Codezeilen, ohne Kommentierung oder verdeutlichende Struktur und mit unvorhersehbaren Sprungbefehlen in jeder Zeile“, versucht Brendel einen Vergleich. Was passiert, ist zwar Schritt für Schritt nachvollziehbar, aber der menschlichen Intuition nicht zugänglich.

In einer eigenen Forschungsarbeit hat Brendel mit Kollegen gezeigt, dass eine KI ein Objekt auf einem Foto eher an seiner Oberflächentextur erkennt als an seiner äußeren Form [2]. Ebenso konnten die Tübinger Forscher belegen, dass ein Klassifikator Bilder auch dann noch gut zuordnet, wenn diese zuvor zerschnitten und in beliebiger Reihenfolge wieder zusammengesetzt worden sind. Solche Mosaik-

erkennen Menschen nur mit Mühe oder gar nicht. Für ein Convolutional Neural Network (CNN) mit seinen Faltungsebenen ist es dagegen fast egal, an welcher Stelle sich ein bestimmter Bildinhalt befindet. Ein Auge wird als Auge erkannt, egal ob es links oben oder rechts unten zu sehen ist. Dichte Haare auf dem Rücken bedeuten ebenso Fell wie auch am Bein. Die Bildklassifikation gelingt daher bei einem Mosaik aus falsch zusammengesetzten Ausschnitten nahezu genauso gut wie mit dem unzerschnittenen Originalbild.

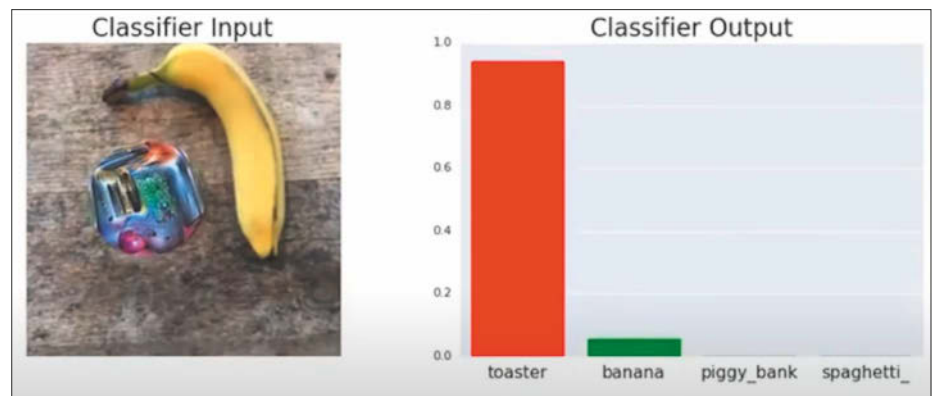
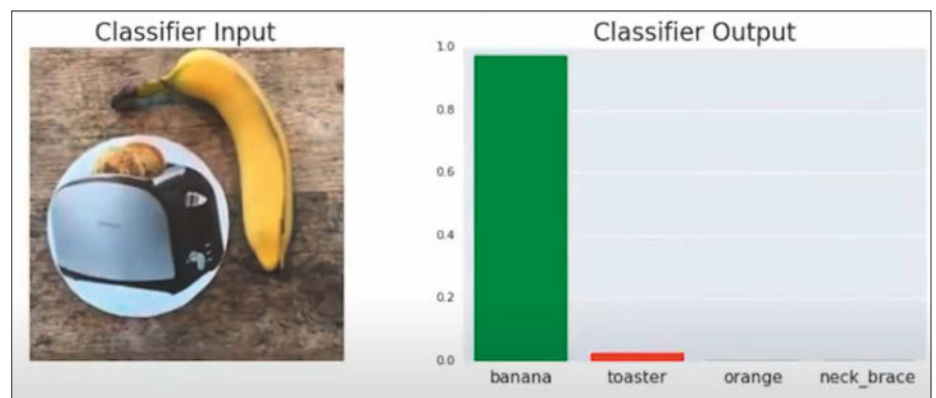
Dieses Verhalten führt aber auch dazu, dass eine Collage voller Nasen mit Bestimmtheit als „Gesicht“ erkannt wird. Eine Nase ist ein Indiz für ein Gesicht, viele Nasen deuten sehr stark auf ein Gesicht hin. Das Fazit der Forscher: Die KI sieht ganz anders als der Mensch und es ist noch ein weiter Weg, ihr Weltwissen und eine objektbezogene Sichtweise beizubringen.

### Physische Attacken

Dass sich tiefe neuronale Netze aufgrund ihrer Oberflächlichkeit auch ganz gezielt

in der physischen Welt manipulieren lassen, zeigte beispielsweise Ivan Evtimov von der University of Washington 2018 an Beispielen gezinkter Stoppschilder [3]. Viele Verkehrsschilder an den Straßen sind verdreckt, beschmiert oder beklebt. Autofahrer stören sich daran in der Regel nicht, solange sie die Zeichen noch korrekt zuordnen können. Mit wenigen Abwandlungen in Form von Aufklebern oder aufgemalten Zeichen gelang es den Forschern allerdings, Verkehrszeichen-Erkennen radikal zu täuschen. Zuvor hatten die untersuchten KIs alle Schilder auf dem LISA Traffic Sign Dataset erkannt, eine in den USA maßgebliche Sammlung von Verkehrsszenen und Videos des Laboratory for Intelligent & Safe Automobiles.

Die Täuschungen gelangen im Labor zu 100 Prozent. Wurden die manipulierten Stoppschilder vom Wagen aufgenommen, interpretierten die Klassifikatoren ihren Inhalt immer noch zu fast 85 Prozent falsch und sahen stattdessen ein Tempolimit von 45 Meilen pro Stunde. Das Tückische: Die Manipulationen an den Verkehrsschildern blieben immer noch



Nicht ein Foto von einem Toaster irritiert den Klassifikator (oben), sondern ein unrealistisches Pixelmuster, das für die KI wichtige Merkmale eines Toasters zeigt (unten).





Bild: Ivan Evimov

Ein Stoppschild trägt harmlos wirkende Aufkleber, aber KI-Klassifikatoren missinterpretieren das Zeichen damit als „Tempo 45“.

unter der Wahrnehmungsschwelle der meisten menschlichen Fahrer. Sie bemerkten die Veränderungen erst gar nicht und konnten auch nicht ahnen, welchen fundamentalen Unterschied die kleinen Markierungen für die KI darstellen. Im Szenario der Forscher erschien ein Stoppschild für ein Fahrassistenzsystem oder ein autonomes Fahrzeug wie ein Tempolimit. Im Ernstfall macht eine solche Manipulation den Unterschied zwischen Anhalten und Gas geben. Die Täuschung gelang auf unterschiedlichste Entfernungen und unter verschiedenen Betrachtungswinkeln.

Die physische Attacke bildet eine reale Gefahr für das autonome Fahren. Forscher gehen davon aus, dass die nicht-physischen Attacken, also die Bildmanipulationen mit direktem Zugriff auf den Bildspeicher, eher eine theoretische Gefahr darstellen. „Ein Hacker, der einem Fahrzeug manipulierte Bilddaten vorgaukeln kann, muss dazu bereits tiefen Zugang zum System haben. Er könnte wahrscheinlich ebenso gut direkt Gas- und Bremspedal ansprechen“, verdeutlicht Dr.-Ing. Andreas Geiger am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme (MPI-IS) und zudem Professor an der Universität Tübingen. Die Real-World-Attacke über Aufkleber und physische Markierungen ist indirekter und prinzipiell schwerer zu konzipieren. Sie muss robust sein gegenüber zahlreichen Unwägbarkeiten wie den Einflüssen der Linse bei der Aufnahme oder dem Rauschen des Bildsensors. Aber wenn die Attacke funktioniert, dann erfordert sie nicht mehr als einen unscheinbaren Aufkleber am Straßenrand. Damit ist diese Art der Manipulation geeignet, das autonome Fahren nach aktuellem Stand der Technik infrage zu stellen.

## Optischer Fluss

Erst im vergangenen Jahr hat ein Team am MPI-IS gezeigt, dass derartige Störmuster im Eingangsbild einer KI nicht nur die Bilderkennung, sondern auch die Bewegungsschätzung autonomer Autos irritieren [4]. Dazu genügte den Forschern einfach ein ausgedruckter Aufkleber, der gerade einmal ein Prozent oder weniger der gesamten Fläche des Eingangsbildes ausmachte.

Für die Bewegungsschätzung berechnen KI-Klassifikatoren den optischen Fluss, indem sie die Änderungen zwischen zwei Eingangsbildern ermitteln. Auch bei diesen Klassifikatoren handelt es sich um neuronale Netze, die nach dem Training mit Millionen Bildpaaren gelernt haben, die Bewegung einzelner Bildobjekte einzuschätzen. Die Max-Planck-Forscher nahmen nun verschiedene derartige Optical-Flow-Algorithmen und prüften deren Ergebnisse mit Bildpaaren, in die sie zunächst digital mittig einen kleinen Aufkleber eingefügt hatten. Ihre Zielsetzung: Sie wollten die Pixel darauf derart modifizieren, dass er möglichst die erkannten Bewegungsvektoren in ihr Gegenteil umkehrt. Damit sollte der Algorithmus also eine Vorwärtsbewegung als ein Zurückweichen fehlinterpretieren, ein Fahrzeug auf Kollisionskurs als ein sich entfernendes abhaken. „Derart überraschende Effekte lassen sich möglicherweise finden, wenn man Muster einsetzt, die in der Realität niemals vorkommen und die daher sicher nie mit den Trainingsdaten der KI gelernt worden sind“, schildert Geiger.

Um die Pixelgestaltung des Aufklebers schrittweise zu optimieren, wendeten die Wissenschaftler mit Backpropagation ein automatisiertes Gradientenabstiegsverfahren ein, das üblicherweise zum Einsatz kommt, um neuronale Netze zu trainieren. Da der Aufkleber in den verschiedensten Verkehrssituationen funktionieren sollte, mussten für jede seiner Anpassungen die verschiedensten Verkehrsszenen durchexerziert werden. Dafür verwendeten die Tübinger den KITTI-Datensatz des Karlsruher Instituts für Technologie für das Training autonomer Fahrzeuge.



Bild: Ranjan et al.



Eine Verkehrsszene mit Auto und Fahrrad: Im optischen Fluss sind beide klar zu erkennen.



Bild: Ranjan et al.



Angesichts einer Attacke mit einem Aufkleber gelingt die Bewegungsschätzung nicht mehr.



Der Ansatz funktionierte, es entstanden zunächst virtuelle Aufkleber (Patches), die die Berechnung des optischen Flusses in fünf verbreiteten neuronalen Netzen störten. Dabei waren die Fehler bei Netzen mit der älteren Encoder-Decoder-Architektur sehr ausgeprägt, während sich Algorithmen aus der jüngeren Klasse der Spatial-Pyramid-Architektur weniger stark beeinflussen ließen.

„Unser Verfahren war für Encoder-Decoder-Architekturen so erfolgreich, dass wir noch weiter gehen konnten. Wir platzierten unsere Patches an beliebiger Stelle im Bildausschnitt und sie funktionierten trotzdem“, berichtet Geiger. Es ließ sich sogar ein Patch generieren, der für alle Algorithmen aus dieser Klasse funktionierte. Am Ende stand ein Patch, der in allen denkbaren Verkehrssituationen die Flussvektoren der Bewegungsschätzung umkehrte. Und obwohl er maximal ein Prozent der Bildfläche ausfüllte, wirkte er sich auf mehr als 50 Prozent der Gesamtszene aus. Größere Patches richteten sogar ein noch größeres Chaos an.

### Das Pixelmuster als Ausdruck

Schließlich druckten die Tübinger ihre Störmuster aus und platzierten sie in einer realen Verkehrsszene. Es zeigte sich, dass selbst Aufnahmen des ausgedruckten Aufklebers die Optical-Flow-Algorithmen irritierten. An einer Hauswand oder einem Straßenschild platziert, störte der Aufkleber, sobald er in das Sichtfeld geriet, die Bewegungsschätzung für den größten Teil des Bildausschnitts. Als Aufkleber auf der Heckscheibe eines vorausfahrenden Autos könnte das Pixelmuster die Berechnung von Bewegungsrichtungen anderer Verkehrsteilnehmer über einen längeren Zeitraum vollständig durcheinander bringen.

Letztlich hat der entwickelte Algorithmus zum Finden einer Attacke nur wenige Stunden gerechnet und dabei das Störmuster so optimiert, dass es die Berechnung des optischen Flusses massiv durcheinander brachte. Dass ein und derselbe Patch für verschiedene Klassifikatoren zugleich Störungen verursachte, wenn auch in unterschiedlicher Stärke, war für die Forscher eine Überraschung. Inzwischen haben sie die Automobilhersteller über ihre Ergebnisse informiert, um vor der Gefahr derartiger Angriffe zu warnen.

Ob diese Art von Angriffen für künftige autonome Fahrzeuge tatsächlich bedrohlich sind, ist für die Forscher schwer einzuschätzen. Die Forscher hatten den

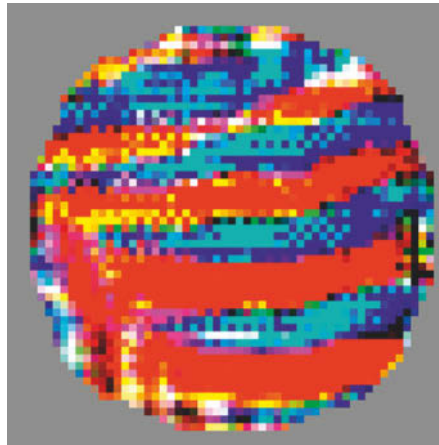


Bild: Ranjan et al.

**Ein künstliches Muster, das als Aufkleber am Straßenrand nur ein Prozent des Sichtfeldes ausmacht, könnte autonome Fahrzeuge stark irritieren.**

Vorteil, dass sie die Interna der untersuchten Optical-Flow-KIs genau kannten. Die Automobilindustrie lässt sich bezüglich ihrer Algorithmen nicht in die Karten schauen.

### Schutzmaßnahmen gesucht

Wenn ein Hersteller einmal ein autonomes Fahrzeug baut und auf den Markt bringt, dann wird dessen KI voraussichtlich in Hardware kodiert sein, vermutet Geiger. Um das Fahrzeug als Gesamtsystem zu analysieren und eine Attacke auf dessen Steuerungssystem zu entwickeln, müsste ein Angreifer den Wagen in einer Verkehrssituation beobachten, also ihn beispielsweise vor eine Ampel stellen und ausprobieren, bei welchen Abwandlungen die Ampel noch richtig erkannt wird und wann nicht mehr. Derlei Angriffe gelten als extrem aufwendig.

Ein einfacherer Weg wäre ähnlich der Arbeit der Tübinger Forscher eine Transferattacke. Man erzeugt eine generalisierbare Attacke auf einen marktgängigen Algorithmus und hofft damit auch ein konkretes Fahrzeugsystem zu irritieren. Eine grundsätzliche Sicherheit gegen solche Angriffe besteht derzeit nicht.

Es gibt aber Ansätze, autonome Fahrzeugsysteme abzusichern. Redundanz ist ein Zauberwort: Erkennt ein System ein Straßenschild, so kann es diese Information mit hinterlegten Straßenkarten abgleichen. Tempo 100 statt eines erwarteten Stoppschilds? Das wäre ein Widerspruch, auf den der Bordcomputer reagieren kann. Und ob die Fahrbahn frei ist,

überprüfen im besten Fall zugleich das Kamerasystem, ein Radar und ein Lidar. Auch heutige Fahrassistenzsysteme wie etwa ein Notbremsassistent setzen bereits auf verschiedene Sensorsysteme.

Eine weitere Schutzfunktion wäre die Erweiterung der KI um mehr Wissen, was in der realen Welt möglich ist und was nicht. Beispielsweise ließen sich genau die Algorithmen am stärksten stören, die den optischen Fluss einzig anhand zweidimensionaler Bilder bestimmen. Schon Algorithmen in Spatial-Pyramid-Architektur, die ihre Berechnungen auf mehrere Bildauflösungen stützen, reagierten robuster. Eine These ist daher, dass Algorithmen weniger störanfällig reagieren, je stärker sie die Welt modellieren.

Dass die Pyramid-Spatial-Architekturen der Weisheit letzter Schluss sind, erwartet Geiger jedoch nicht. Es sei durchaus möglich, dass auch für sie noch eine funktionierende Störmusterattacke gefunden werde. Bisher seien die praktischen Erfolge mit KI-Systemen der Theorie sehr schnell vorausgelaufen. Meldungen von schnellen und guten Klassifikationsergebnissen überstürzten sich und autonomes Fahren scheint schon bald möglich, wenn nur das 5G-Netz ausgebaut wird. „Aber diese Erfolge bedeuten eben nicht, dass man die Entscheidungswege in neuronalen Netzen verstanden hat“, warnt Geiger.

Das Sicherste wäre es, wenn Bilderkenner und Optical-Flow-KIs die Welt in Zukunft ähnlich sehen würden wie der Mensch. Auch dann wären sie noch zu täuschen, etwa durch einen Tempo-100-Aufkleber auf einem Stoppschild – aber das wäre dann nicht so heimtückisch wie die aktuellen Angriffskonzepte und Menschen könnten einen solchen Täuschungsversuch leicht erkennen. (agr@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Szegedy, Zaremba, Sutskever, Bruna, Erhan, Goodfellow und Fergus: Intriguing properties of neural networks. ICLR, 2014: <https://arxiv.org/abs/1312.6199>
- [2] Geirhos, Rubisch, Michaelis, Bethge, Wichmann und Brendel: ImageNet-trained CNNs are biased towards texture; increasing shape bias improves accuracy and robustness, ICLR, 2019: <https://arxiv.org/abs/1811.12231v2>
- [3] Evtimov, Eyckhoff, Fernandes, Li, Rahmati, Xiao, Prakash, Kohno und Song: Robust Physical-World Attacks on Deep Learning Models, CVPR, 2018: <https://arxiv.org/abs/1707.08945>
- [4] Ranjan, Janai, Geiger, Black: Attacking Optical Flow, ICCV, 2019: <https://arxiv.org/pdf/1910.10053>

Weitere Infos: [ct.de/y83s](https://ct.de/y83s)

# Fake-Shop 2.0

## Wie gefälschte Streaming-Dienste ihre Nutzer abzocken

**Portale wie „nurflix.de“ kassieren knapp 400 Euro von Nutzern – ohne jede Gegenleistung. Die Abzock-Masche läuft seit über zwei Jahren ungestört, weil Ermittler nicht an die Hintermänner herankommen.**

Von Christian Wölbart

Hakan U. dachte sich nichts dabei, als er sich Anfang April auf „nurflix.de“ registrierte. Die Seite bot Kinofilme als Stream an und wirkte seriös. Nachdem er seine Daten eingetippt hatte, erschien statt „James Bond 007 – Skyfall“ allerdings nur eine Fehlermeldung. U. klickte sich weiter durchs Netz und vergaß die Seite wieder.

Zehn Tage später erhielt der 44-jährige Hannoveraner jedoch eine Mail von Nurflix. „Ihre 5-Tage-Testphase ist abgelaufen!“ U. müsse nun binnen drei Tagen eine Jahresgebühr in Höhe von 395,88 Euro überweisen. Zahle er nicht, schalte man ein Inkassobüro ein. U. kündigte sofort per Mail. Die Kündigung sei nicht

fristgerecht erfolgt, antwortete ein Mitarbeiter umgehend. U. fühlte sich ertappt – und überwies das Geld. Erst einige Tage später wurde ihm klar, dass er einem Betrug aufgesessen war, und erstattete Anzeige bei der Polizei.

Wer sich mit etablierten Streaming-Diensten wie Netflix auskennt, würde wohl nie einem unbekannten Anbieter wie Nurflix vertrauen. Doch die Abzock-Masche ist erfolgreich: „Die Beschwerden über vermeintliche Streaming-Portale reißen nicht ab“, meldete der Bundesverband der Verbraucherzentralen im Juni. Man habe den Behörden bereits mehr als 200 betrügerische Seiten gemeldet, außer nurflix.de zum Beispiel megaflix.de, noxplay.de und voxstream.de.

Auf den meisten dieser Abzockseiten bekommen Nutzer auch nach Registrierung nichts zu sehen. Es seien „offensichtlich gar keine Filme oder Serien zum Abruf vorhanden“, schreibt der Bundesverband der Verbraucherzentralen. Im Netz finden sich auch Berichte, laut denen in Einzelfällen Filme gestreamt wurden. Doch selbst dann wären die Rechnungen mangels korrekter Aufklärung der „Kunden“ unberechtigt.

Doch warum fallen dann so viele auf die Masche herein? Eine Rolle spielt, dass die Portale seriöser wirken als Fake-Shops früherer Jahre. Sie enthalten in der Regel ein Impressum und diverse Rechtstexte. Das Design wirkt modern, Rechtschreibfehler findet man kaum.

### Freche YouTube-Videos

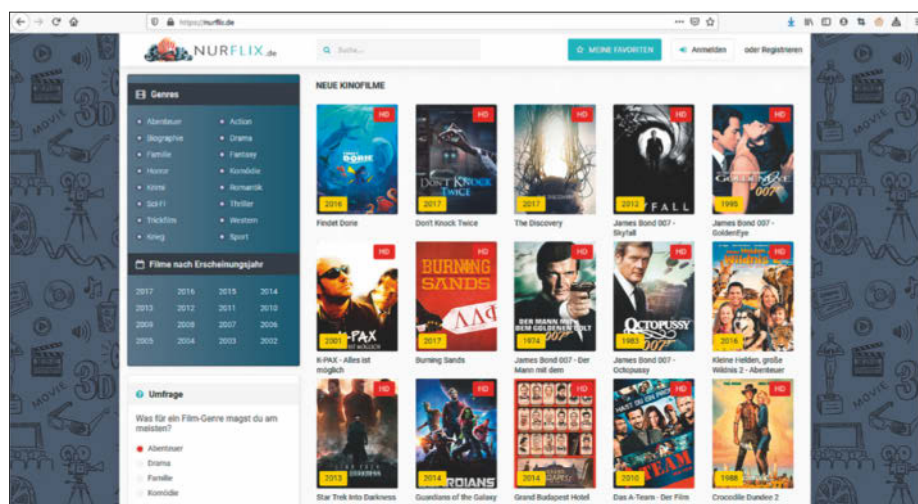
Hinzu kommen ein paar besonders perfide Tricks. Die Betreiber lotsen Nutzer zu einem Registrierungsformular, in dem keine Rede von Kosten ist. Außerdem versenden sie keine Vertragsbestätigungen per Mail. Später präsentieren sie jedoch ein Registrierungsformular mit klaren Kostenhinweisen – das soll den Opfern suggerieren, sie hätten nicht aufgepasst. Auf Nurflix.de zum Beispiel findet man das erste Formular unter /registrierung, das zweite unter /join.

Außerdem fälschen die Betrüger Webseiten von Inkassobüros. Diese Seiten sehen auf den ersten Blick ebenfalls seriös aus und werden in den Mails mit Zahlungsaufforderungen verlinkt. Zur Masche gehören auch YouTube-Videos mit Titeln wie „NurFlix.de – Rechnungen bezahlen?“. Darin gibt sich ein Mann, offenbar im Auftrag der Kriminellen, als Verbraucherschützer aus und erklärt, warum Nutzer angeblich zahlungspflichtig seien.

In ihren Zahlungsaufforderungen listen die Portalbetreiber alles auf, was sie über den Nutzer wissen: Adresse und Telefonnummer aus dem Anmeldeformular, aber auch automatisch erfasste Daten wie Browser und Betriebssystem. Laut den Verbraucherzentralen wurden Opfer sogar angerufen. Alles zusammen ergibt eine Drohkulisse, die unerfahrene Nutzer einschüchtert. „Ich wollte auf keinen Fall in Schwierigkeiten kommen“, sagt Hakan U. gegenüber c’t. Also sei er den Anweisungen gefolgt und habe die geforderten 395,88 Euro auf ein Konto bei einer britischen Bank überwiesen.

### Unkoordinierte Ermittlungen

Laut den Verbraucherzentralen läuft die Streaming-Masche schon seit Ende 2017. In mehr als zwei Jahren haben die Behörden es nicht geschafft, das Treiben zu beenden. Ein Grund: Bei solchen Online-Betrügereien verteilen sich die Opfer auf das ganze Bundesgebiet. In jedem Fall geht es nur um eine geringe Summe. Anstelle von Cybercrime-Spezialisten ermitteln deshalb in der Regel lokale Polizeibehörden. Zahlreiche Ermittler von



Aktuelle Abzock-Seiten wie nurflix.de sind schwerer zu enttarnen als Fake-Shops früherer Jahre.



Flensburg bis Oberstdorf gehen gegen dieselbe Tätergruppe vor, ohne zusammenzuarbeiten.

Viele dieser unkoordinierten Ermittlungen werden schnell wieder aufgegeben. U. zum Beispiel erhielt Anfang Juli einen Brief von der Staatsanwaltschaft Hannover. Das Verfahren sei eingestellt worden, „weil es nicht möglich ist, einen Täter zu ermitteln“. Man habe kein Rechtshilfeersuchen an Großbritannien gestellt, wohin U. sein Geld überwiesen hatte, weil die britischen Behörden „bekanntlich erst ab weit höheren Schadensbeträgen tätig (mindestens 5000 Euro)“ würden, heißt es in dem Brief.

### Abgeschirmte Hintermänner

Aber auch spezialisierte Fahnder haben gegen Fake-Shops und Fake-Streaming-Portale kein leichtes Spiel, wie Volker Peters, Cybercrime-Ermittlungsführer beim LKA Niedersachsen, im Gespräch mit c't erläuterte. Seriöse Hosters würden betrügerische Seiten nach Hinweisen von Behörden zwar in der Regel schnell abschalten, „manchmal binnen weniger Minuten“. Doch in vielen Fällen gingen die Inhalte auf einem anderen Server schnell wieder online. Um die Masche zu beenden, müsse man deshalb die Verantwortlichen identifizieren.

Doch genau das sei extrem schwierig. „Die Hintermänner schirmen sich ab“, sagte Peters. Bei Hostern registrierten sie sich in der Regel mit geklauten Identitäten, die Servermiete zahlten sie über Finanzagenten oder geknackte Konten. Mit ihren Konto-Strohmännern und Webentwicklern kommunizierten sie in der Regel konsequent Ende-zu-Ende-verschlüsselt oder über SIM-Karten ausländischer Provider.

## Abzock-Seiten erkennen

Fake-Shops und gefälschte Streaming-Dienste sind nicht mehr so leicht zu erkennen wie noch vor ein paar Jahren. Viele Betrüger verwenden mittlerweile .de-Domains und SSL-Zertifikate. Auch der Inhalt der meisten Fake-Seiten wirkt auf den ersten Blick seriös. Typischerweise findet man auch ein Impressum samt Firmenname, eine Datenschutzerklärung und Nutzungsbedingungen.

Um die Fake-Seiten zu enttarnen, muss man genauer hinsehen. Alarmsignale sind auffällig niedrige Preise und promi-



**Dreister Trick:** Auf YouTube gibt sich dieser Mann als Verbraucherschützer aus, und erklärt, man müsse die Rechnung von Nurflix bezahlen.

Einen Ansatzpunkt sieht Peters in der Analyse der Verbindungsdaten der Server. So könne man unter Umständen herausfinden, von welchen IP-Adressen wann welche Inhalte hochgeladen wurden. Dafür seien in der Regel jedoch langwierige Rechtshilfeersuchen bei ausländischen Behörden nötig. Und: „Täter wählen für ihre Aktivitäten oft Länder aus, in denen Daten nur in geringem Umfang gespeichert werden.“ Außerdem verwendeten viele Täter Anonymisierungsdienste wie Tor.

Die Erfolgsaussichten gegen die Fake-Streaming-Bande bezeichnet Peters

deshalb als „kurzfristig eher gering“. Seine Behörde setzt deshalb auch darauf, Nutzer im Internet aufzuklären.

### Denic prüft Personendaten nicht

Der Cybercrime-Experte verweist außerdem darauf, dass viele Fake-Seiten .de-Domains verwenden. „Das wird von vielen Nutzern erfahrungsgemäß als Anzeichen für Seriosität angesehen.“ Allerdings kann jedermann auch aus dem Ausland schnell eine solche Domain anmelden. Und die deutsche Registrierungsstelle Denic prüft nicht, ob die persönlichen Daten des Anmelders stimmen.

In anderen Ländern wie Dänemark, der Schweiz oder den Niederlanden werde die Identität von Anmeldern strenger geprüft, so Peters. „Bei dänischen Domains spielt das Feld der Fake-Shops und Fake-Streaming-Seiten beispielsweise praktisch keine Rolle.“

Die Denic sieht jedoch keine Möglichkeit, Identitäten künftig strenger zu überprüfen. Eine elektronische „Echtzeitprüfung“ sei mangels geeigneter offizieller Datenbanken nicht möglich, erklärte eine Sprecherin. Und eine Prüfung auf andere Weise würde sich „günstigstenfalls über Wochen, ungünstigstenfalls über Monate hinziehen“.

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



# Umgekehrte WLAN-Ortung

## Verlorene oder gestohlene Smartphones per WLAN finden

**Wenn der Griff nach dem Smartphone in Hosen- oder Handtasche ins Leere führt, ist das Suchportal des Herstellers meist die letzte Hoffnung. Doch was, wenn die Ortung einen 200-Meter-Radius, einen Wohnblock oder ein großes Einkaufszentrum anzeigt? Umgekehrte WLAN-Ortung mit mobilen WLAN-Basen kann der Retter in der Not sein.**

Von Andrijan Möcker

Schaut so aus, als hätte jemand mein verdammtes iPhone geklaut“, war die erste Nachricht, die ich an einem Donnerstagsmorgen im Juni von einer Freundin bekam. Gedankenverloren hatte sie es an der Kasse im Supermarkt in den Einkaufskorb gelegt und diesen wie üblich zurückgestellt. Zehn Minuten und ein Eis an der Diele nebenan später bemerkte sie den Verlust, aber das Gerät war weg – jemand hatte es gefunden und eingesteckt, statt es abzugeben.

Doch anders als so oft bei Diebstählen oder Unterschlagungen, hatte die Person das Gerät nicht abgeschaltet: Apples Ortungsdienst „Wo ist?“ zeigte das Gerät 1,2 Kilometer entfernt vom Supermarkt in einem Wohnblock in der Hannoveraner Innenstadt – inklusive 90-Meter-Radius um den grünen Punkt. Toll, über 60 Wohnungen, drei Kneipen, vier Läden und ein Restaurant. Ein Gerät in diesem Radius zu suchen, ist in der Innenstadt aussichtslos und der unehrliche Finder ignorierte Anrufe und Nachrichten auf dem Display.

### Umgekehrte WLAN-Ortung

Satellitennavigationssysteme (GNSS) funktionieren im Innenraum nur selten

brauchbar, da die sowieso schon schwachen Signale zwischen 1,2 und 1,6 GHz von Bauten stark gedämpft werden. Die angezeigte Position war wohl eine WLAN-Ortung. Das Smartphone scannt dabei die Umgebung nach Netzen und schickt die empfangenen BSSIDs, die einzigartigen MAC-Adressen der Access-Points, an eine Datenbank im Internet. Die verrät dem Telefon eine mit der MAC-Adresse verbundene ungefähre Position. Sie kann beispielsweise von einem anderen Smartphone mit GNSS-Empfang oder einem Google-Street-View-Auto in Reichweite gespeichert worden sein. Welche WLANs das Gerät sieht, verraten die Suchdienste aber nicht, sodass eine eigene Internet-Recherche oder WLAN-Suche vor Ort entfällt – eine ungenaue Position ist also für die Suche des Geräts nutzlos.

Glücklicherweise fiel mir ein, dass man den Spieß auch umdrehen kann: Ist das WLAN-Modul des Smartphones eingeschaltet, hören moderne Geräte ständig die Umgebung nach den periodischen Bekanntmachungen (Beacons) von WLAN-

Access-Points ab und versuchen, sich zu verbinden, wenn der Netzname (SSID) und die Verschlüsselung mit einem gespeicherten WLAN-Profil übereinstimmt. Verbindet sich das unfreiwillig deplatzierte Gerät dann mit dem Netz, muss es zwangsläufig in der Nähe sein und kann mithilfe einer Richtantenne oder fernausgelösten Tönen gefunden werden. Schon einmal hatte ich so einem Freund sein Smartphone wieder beschafft, nachdem dieser es auf einer Fahrradtour in einem Funkloch verloren hatte.

### Peilequipment

Prinzipiell genügt jeder normale Router oder Access-Point mit Client-Liste im Webinterface für die Suche. Damit sich das verlorene Mobilgerät verbinden kann, müssen nur SSID, Verschlüsselungsstandard und Schlüssel eines darauf gespeicherten WLAN-Profiles eingestellt werden – beispielsweise das des Heimrouters. Ein Akku zum Mobilbetrieb ist aber unumgänglich, da man sonst bei der Suche zu eingeschränkt ist. Drängt die Zeit bereits, greifen Sie am besten zu einem LTE-Mobilrouter, umgangssprachlich auch „Mifi“ oder „LTE Hotspot“ genannt. Sie kosten zwischen 30 und 100 Euro und sind hauptsächlich in Elektronikläden, oft aber auch im Mobilfunksortiment an der Kasse von Lebensmitteldiscountern zu haben. Die IP-Adresse des Geräts und das Passwort des Webinterfaces stehen meist in der Anleitung. Die Freifeldreichweite von Mobilroutern ist vergleichsweise gering (20 bis 50 Meter), sodass sich das Smartphone, sobald es in der Clientliste auftaucht, meist auch in Hörweite befindet.



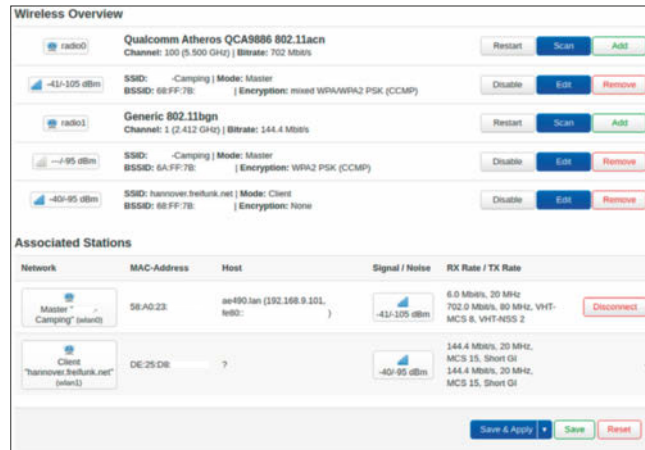
Per WR841ND-Router mit weiter Richtantenne auf dem Dach eines Autos kann man einen Häuserblock oder eine große Freifläche absuchen.

Ist das Kind noch nicht in den Brunnen gefallen, kann man sich deutlich besser auf die Peilung eines deplatzierten Geräts vorbereiten: Viele Client-Listen zeigen die Signalstärke der verbundenen Geräte gar nicht oder nur mit ungenauen Symbolen an. Im quelloffenen Routerbetriebssystem OpenWrt ist das anders; die Liste zeigt die Signalstärke in Dezibel-Milli watt (dBm) an und aktualisiert diese, auch ohne dass die Seite dazu neu geladen werden muss – perfekt, um ein Gerät anzupeilen. Unerfahrene Nutzer sollten dabei im Hinterkopf behalten, dass der Empfangswert in der Regel ein Minus als Vorzeichen hat. -55 dBm ist also eine höhere Empfangsstärke als -80 dBm.

Router für OpenWrt gibt es zuhauf und zum Peilen genügt ein älteres Modell, das aufgrund seines kleinen Speichers (4 MByte Flash/32 MByte RAM) nur noch von OpenWrt 18.06 unterstützt wird. Günstige Kandidaten erhält man unter anderem von TP-Link, beispielsweise den WR841ND oder den WR740ND. Achten Sie jedoch darauf, ein Modell mit RP-SMA-Antennenbuchse zu kaufen – bei TP-Link erkennbar am Modellsuffix „D“ für „detachable“ („abnehmbar“). Wer etwas Neues möchte, das nicht bis zum Einsatz herumliegt, findet bei GL.iNet kleine USB-gespeiste Router inklusive RP-SMA-Antennenanschluss und OpenWrt-Betriebssystem.

## Zubehör

Externe Richtantennen können die Richtungsbestimmung beim Peilen deutlich erleichtern – vorausgesetzt, der Router hat eine Antennenbuchse: Statt einer horizontalen 360°-Abstrahlung, wie die meisten mitgelieferten Rundstrahlantennen, haben Richtantennen einen vergleichsweise kleinen Öffnungswinkel, beispielsweise 45° horizontal und 50° vertikal, in dem sie den Großteil der Leistung abstrahlen und empfangen. Dementsprechend ändert sich die Signalstärke merklich, wenn die Antenne dem angepeilten Gerät zu- oder abgewandt wird. In der Praxis ist es sinnvoll, eine weite (+100°) und eine schmale (-55°) Richtantenne zu haben, um den Suchradius zunächst eingrenzen und dann das Gerät anpeilen zu können. Alfas AP-M04 und die baugleiche Logilink WL0098 sind Beispiele für günstige weite Richtantennen. WLAN-Yagi-Antennen eignen sich gut als präzise Peilantennen. Sie sind auch im Mobilfunkbereich beliebt, wo SMA statt RP-SMA als Verbinder einge-



setzt wird. Achten Sie also darauf, eine Antenne mit dem korrekten RP-SMA-Stecker und einem kurzem Kabel zu kaufen. Das Smartphone, Tablet oder Notebook zum Anzeigen des OpenWrt-Webinterfaces verliert durch eine Richtantenne übrigens nicht seine Verbindung, denn auch Richtantennen strahlen geringfügig zur Seite und nach hinten ab.

Wenn der auserkorene Router nicht eh schon per USB mit Spannung versorgt wird, muss seine Energieversorgung noch mobil gemacht werden. Das geht am einfachsten mit einem Spannungswandler, der aus den 5 Volt einer USB-Powerbank 9 oder 12 Volt für den angeschlossenen Router macht. Fertige Adapter inklusive üblichem 5,5-x-2,1-Millimeter-Hohlstecker gibt es für 5 bis 15 Euro zu kaufen (ct.de/yzxb). Achten Sie darauf, dass der Hohlstecker zu Ihrem Router passt und der Adapter genug Strom liefert. Liefert letzterer 100 bis 300 Milliampere weniger als das Netzteil, können Sie dennoch gefahrlos zuschlagen – WLAN mit einigen wenigen Clients fordert kaum Leistung vom Router.

Etwas Malerkrepp, um den Router bei einer größeren Suche auf ein Fahrzeugdach kleben zu können, sollte ebenfalls Teil der Ausrüstung sein. Es hinterlässt in der Regel keine Rückstände, haftet aber gut genug, um den Router bei langsamer Fahrt auf dem Dach zu halten.

## Kurz vor knapp

Einen Großteil der beschriebenen Ausrüstung hatte ich an dem Tag, als das Smartphone verloren ging, leider nicht zu bieten. Der Verlust des Telefons auf der Radtour war bereits fünf Jahre her und seitdem hatte mich niemand in meinem näheren Umfeld um Hilfe bei der Suche eines Mo-

OpenWrt ermöglicht einem, unkompliziert Geräte anzupeilen: Die Wireless-Übersicht zeigt die Signalstärke aller verbundenen WLAN-Geräte an und aktualisiert diese automatisch.

bilgeräts gebeten. Das Equipment war also nur spontan zusammengekratzt und nicht durchdacht. Eine Fahrt um den verdächtigen Häuserblock mit einem rundstrahlenden WR841N auf dem Fahrzeugdach, versorgt aus einem 12-Volt-Wechselrichter, brachte keine erhoffte Verbindung.

Am Ende rettete die spontane Möglichkeit, das Gebäude zu betreten, auf dem der grüne Punkt mit 90-Meter-Radius zu sehen war, das Telefon. Am oberen Ende des Treppenhauses tauchte das iPhone in der Client-Liste meines LTE-Mobilrouters auf. Der über Apples „Wo ist?“ abgespielte Signalton verriet uns in nahezu letzter Minute die Wohnung, in der das Gerät lag – laut Webportal verblieben noch 5 Prozent Akkukapazität. Das häufige Orten und Abspielen des Signaltons während der Suche hatte viel Strom verbraucht. Die Person gab gegenüber der herbeigerufenen Polizei sofort zu, das Gerät mitgenommen zu haben und behauptete, es später hätte abgeben zu wollen. Das war unser Glück, denn der Akku war beim Eintreffen des Streifenwagens bereits leer. Fünf Minuten später hatte die rechtmäßige Besitzerin das Gerät zurück.

Ein verlorenes, gestohlenen oder unterschlagenes Smartphone wiederzufinden, ist immer Glückssache, doch mit der richtigen Technik kann man seine Chancen verbessern. In meinem Schrank wartet deshalb jetzt durchdachte und erprobte Ausrüstung auf das nächste unfreiwillig deplatzierte Gerät. Die 30 bis 60 Euro für das Equipment hat man schnell wieder raus – spätestens, wenn der Geholfene beim nächsten Umzug oder einer Renovierung mit anpackt. (amo@ct.de) **ct**

**Antennen & Adapter:** [ct.de/yzxb](http://ct.de/yzxb)

# Tiefenseher

## So funktioniert die 3D-Erkennung per Time of Flight

**3D-Sensoren stecken im Smartphone, im Auto und im autonomen Roboter. Sind Genauigkeit und Schnelligkeit gefordert, greifen Entwickler meist zu Time-of-Flight-Kameras.**

Von Ulrike Kuhlmann

Um Objekte, Gesichter oder potenzielle Hindernisse zu erkennen, benötigen Mobilgeräte, Fahrzeuge und Roboter ein dreidimensionales Abbild ihrer Umgebung. Solche Tiefenbilder lassen sich mit dem passiven Stereoverfahren erzeugen, das ähnlich wie das menschliche Sehen mit zwei Augen beziehungsweise Kameras funktioniert. Aktive Stereoverfahren projizieren ein Muster und werten entweder die Stereobilder mit zwei Kameras aus oder ermitteln Störungen des Musters durch Objekte im reflektierten Bild; hierfür benötigen sie nur eine Kamera, das kalibrierte Muster ersetzt die zweite. Dieses Prinzip steckt zum Beispiel hinter vielen RealSense-Sensoren von Intel. Beide Stereoverfahren ermitteln die Distanz zu einem Objekt per Triangulation. Bei Time of Flight (ToF) wertet man dagegen die Laufzeit der Lichtstrahlen aus, um Abstände zu errechnen.

### ToF-Messprinzip

Das sinngemäß mit „Lichtlaufzeitverfahren“ übersetzte Time of Flight funktioniert bestechend einfach: Ein Infrarot-Laser- oder -LED-Lichtstrahl wird auf ein Objekt gerichtet, an dessen Oberfläche reflektiert und in einem dicht neben der Lichtquelle sitzenden Sensor wieder aufgefangen. Die Zeit, die das Licht zum Objekt und wieder zurück benötigt, ist direkt proportional zur Entfernung des Objekts. Über die Lichtgeschwindigkeit lässt sich auf diese Weise sehr einfach der Abstand zu Objekten ermitteln und damit eine Tiefenkarte der Umgebung erstellen.

Der Rechenaufwand für das ToF-Verfahren ist gering, die Genauigkeit hoch, die Messung erfolgt in Echtzeit, ist weitgehend unempfindlich gegenüber Störlicht und sowohl für sehr kleine als auch für sehr große Distanzen nutzbar. Das unterscheidet ToF wesentlich von den Stereo-Verfahren. So scheitert das passive 3D mit zwei Kameras beispielsweise an homogenen Texturen (etwa weißen Wänden) und funktioniert nicht in dunkler Umgebung, weil dann keine Referenzpunkte erkannt werden. Die strukturierte Lichtprojektion des aktiven 3D wird bei sehr großen Distanzen zu weit aufgefächert, was zu ungenauen Ergebnissen bei der Triangulation führt; auch helles Sonnenlicht beeinträchtigt diese Messvariante.

### Moduliert oder gepulst

Man kann für ToF kohärentes oder gepulstes Licht verwenden. Kohärentes Laserlicht moduliert man typischerweise mit einer festen Frequenz im Megahertz-Bereich.

Mit kurzen Lichtimpulsen lässt sich eine feine örtliche Auflösung weit entfernter Objekte erzielen, da sich ihre Reflexionen weniger stark überdecken.

Bei der Impulsmethode sendet ein Laser mehrmals pro Sekunde einen Lichtpuls definierter Länge  $t_p$ . Gleichzeitig sammelt ein Sensor das reflektierte

Licht ein, setzt es in elektrische Ladung um und unterscheidet dabei zwischen dem Licht, das noch während des Pulses am Sensor ankommt, und dem

Anteil, der erst danach eintrifft. Aus dem Verhältnis dieser beiden Ladungsbeziehungsweise Lichtmengen wird dann die Laufzeit des Pulses  $\Delta t$ , und über die Lichtgeschwindigkeit  $c$  die Distanz zum beleuchteten Objekt berechnet.

Da der Lichtimpuls den Weg in Lichtgeschwindigkeit ( $c = 3 \cdot 10^8$  m/s) zwei Mal zurücklegen muss, entspricht eine Laufzeit von 6,67 Nanosekunden einem Abstand von einem Meter. Für Messentfernungen bis 4,50 Meter muss der gesende-



## 3D-Verfahren für Tiefenbilder

3D-Verfahren	Stereo Vision	Strukturiertes Licht	Time of Flight
Reaktionszeit	mittel	langsam	schnell
Messgenauigkeit	gering	hoch	mittel
Tiefenauflösung	abhängig von Objekttextur	abhängig vom projizierten Muster	abhängig von Modulationsfrequenz bzw. Impulslänge
Reichweite	begrenzt	variabel	variabel
Energiebedarf	gering	mittel	steigt mit der Reichweite
In heller Umgebung	gut	schlecht	gut
In dunkler Umgebung	schlecht	gut	gut
Modulgröße	klein	mittel	steigt mit der Reichweite
Materialkosten	gering	hoch	mittel
Software-Komplexität	hoch	mittel	gering
Anwendungsgebiete			
Gaming	–	–	✓
3D-Tiefenkarten	–	✓	✓
Augmented Reality	✓	–	✓
Gestensteuerung	–	–	✓
Identifikation	–	✓	✓
3D-Video	✓	–	–
– ungenutzt    ✓ geeignet			



te Impuls mindestens 30 Nanosekunden lang sein.

$$d = c/2 \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = t_p \cdot [Q_2 / (Q_1 + Q_2)]$$

Bei der indirekten ToF-Messung mit periodisch moduliertem Laserlicht entsteht durch die Entfernung, die das Licht zum Objekt und zurück überwindet, eine Phasenverschiebung zwischen dem gesendeten und dem reflektierten Signal. Das am Sensor ankommende Signal wird vier Mal pro Modulationsperiode jeweils um 90 Grad versetzt abgetastet ( $C1 = 0^\circ$ ,  $C3 = 90^\circ$ ,  $C2 = 180^\circ$ ,  $C4 = 270^\circ$ ). Hierdurch lässt sich das modulierte Signal eindeutig rekonstruieren. Die jeweilige Ladungs- beziehungsweise Lichtmenge wird über den Teil der Modulationsperiode integriert.

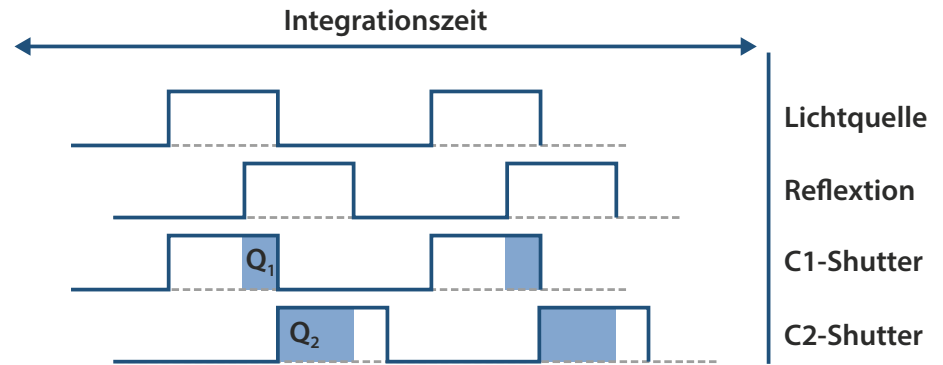
$$d = c/2f_m \cdot \varphi/2\pi = c/4\pi f_m \cdot \varphi$$

$$\varphi = \arctan [(Q_3 - Q_4) / (Q_2 - Q_1)]$$

Wie bei der Messung mit Lichtpulsen wird dabei über mehrere Perioden akkumuliert, um den Signal-Rausch-Abstand zu erhöhen. Das Umgebungslicht lässt sich durch spektrale Filter am Sensor eliminieren, die nur die Wellenlänge des modulierten Lichts durchlassen. Das gelingt besonders gut, wenn es sich bei der Messlichtquelle um einen monochromen Laser handelt. Insgesamt ist die Distanzermittlung mit moduliertem Licht sehr robust gegenüber hellem Umgebungslicht und anderen Störquellen.

Die maximale Messdistanz hängt von der Akkumulationszeit, also der Belichtungszeit ab: Da von weit entfernten Objekten nur wenig reflektierte Photonen am Sensor ankommen, muss dieser länger sammeln, um zuverlässige Werte liefern zu können. Außerdem ist die mögliche Messentfernung bei modulierten Lichtquellen umgekehrt proportional zur Modulationsfrequenz  $f_m$ . Würde man die Modulationsfrequenz für größere Entfernungen einfach verringern, ginge das jedoch auf Kosten der Gesamtgenauigkeit. Deshalb nutzen ToF-Systeme häufig Multi-Frequenz-Techniken mit unterschiedlichen Modulationsfrequenzen beziehungsweise unterschiedlich langen Impulsen für Nahfeldmessungen und weit entfernte Distanzen. Auf diese Weise sind Distanzmessungen von wenigen Zentimetern bis einige hundert Metern mit einer relativen Genauigkeit von 0,1 Prozent möglich.

Da die optische Leistungsdichte des Laserlichts auf kürzeren Distanzen zu-



**ToF-Impulsmethode:** Der Laufzeitunterschied zwischen dem gesendeten und dem reflektierten Signal wird anhand der Lichtmenge ermittelt, die beim Senden ( $Q_1$ ) und in der Lücke direkt nach dem Senden ( $Q_2$ ) am Sensor ankommt. Er ist proportional zur Entfernung des beleuchteten Objekts.

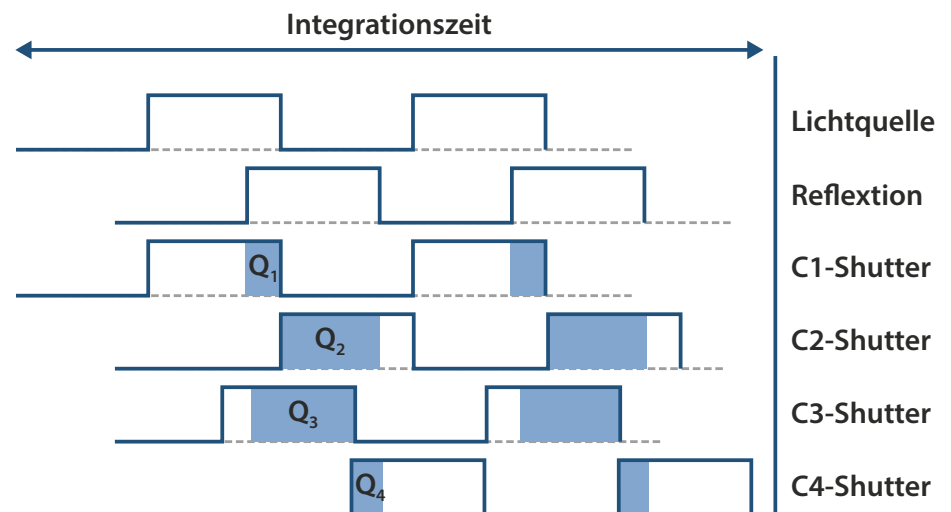
nimmt, steigt zugleich die Genauigkeit der Messung. Das kommt Navigationsanwendungen zugute, bei denen man ja umso exaktere Werte braucht, je näher man dem gesuchten Ziel kommt. Sind mehrere ToF-Systeme im Einsatz, lässt sich das jeweils gewünschte Signal anhand leicht unterschiedlicher Modulationsfrequenzen herausfiltern. Alternativ werden die Systeme per Zeitmultiplex so angesteuert, dass immer nur ein Modul aktiv ist.

### ToF-Kameras in Mobilgeräten

Ein ToF-Modul besteht prinzipiell aus der Lichtquelle und dem Sensor inklusive nötiger Linsen, auf der Rückseite der Mini-platine sitzt das ASIC für die Signalaus-

wertung. In kompakten Geräten wie Smartphones nutzt man als Lichtquelle kleine Chips, auf denen zigtausend Infrarot-Laserdioden untergebracht sind. Diese leuchten die Szenerie gleichzeitig aus, das reflektierte Licht gelangt über Linsen auf die Sensorpixel, wird dort in elektrische Energie gewandelt und im ASIC sogleich die Entfernungen berechnet. So kann das ToF-Modul in Echtzeit ein Tiefenbild der Umgebung erstellen.

Meist kommen Halbleiterdioden zum Zuge, deren Licht den Baustein senkrecht zu dessen Oberfläche verlässt. Diese VCSEL (vertical-cavity surface emitting laser) erlauben kompaktere Module als übliche kantenemittierende Laserdioden.



**ToF-Modulationsmethode:** Bei der Entfernungsmessung mit moduliertem Laserlicht werden vier jeweils um 90 Grad verschobene Samples ( $Q_1$  bis  $Q_4$ ) in jeder Modulationsperiode ausgewertet. Die Entfernung  $d$  ist proportional zur Phasenverschiebung  $\varphi$  zwischen dem gesendeten und dem reflektierten Lichtstrahl.



Ein typisches ToF-Kameramodul fürs Smartphone, hier von LG Innotek.

Weil Lichtquelle und Sensor sehr dicht beieinander sitzen, entstehen auch keine Abschattungen. Die jeweilige Bildauflösung hängt von der Anzahl der LEDs und der Sensoraufklärung ab.

Pionier im Bereich der Mobilgeräte mit ToF-Kamera war Huawei: Dessen P30 nutzt den ToF-Sensor, um mit dem Smartphone geschossene Fotos zu verbessern. Dabei können etwa nahe Objekte gezielt im Bild hervorgehoben werden, während der Hintergrund in einem künstlichen Bokeh verschwindet. Auch das iPhone 12 soll eine ToF-Kamera bekommen. Apple will sie Gerüchten zufolge nicht nutzen, um FaceID zu optimieren, sondern für künftige Augmented-Reality-Anwendungen und wohl auch, um Porträtfotos zu verbessern.

Für FaceID nutzt Apple das eingangs erwähnte 3D-Verfahren mit strukturtem Licht: Eine Punktwolke wird auf die Umgebung beziehungsweise auf das Gesicht projiziert und anhand der Verzerrungen im reflektierten Bild die Tiefenkarte errechnet. Dieser wird das Infrarotbild einer 2D-Kamera überlagert und die daraus errechnete mathematische Darstellung mit den hinterlegten Gesichtsdaten verglichen. Dass FaceID zuweilen an Gesichtern scheitert – etwa an denen schwarzer Frauen –, liegt nicht an einer zu ungenauen 3D-Erfassung, sondern an unzureichenden Algorithmen für die Auswertung der Kameradaten, etwa wenn das 2D-Bild anhand der (vermeintlich weißen) Hautfarbe segmentiert wurde.

## LIDAR fürs Auto

Die ToF-Technik wird außer in Smartphones auch im Medizinbereich, bei Digital Signage, für Gesundheits- und Fitnessanwendungen, Videospiele, AR und VR, in Robotern, beim Militär und nicht zuletzt im Automobil eingesetzt.

Sowohl im Bereich der Robotik als auch im Auto geht es darum, Muster zu erkennen und Kollisionen zu vermeiden. Während autonome Haushaltsroboter mit kleinen ToF-Modulen wie im Smartphone klarkommen könnten, braucht es für smarte Autos deutlich leistungstärkere Lichtquellen. Deshalb nutzt man hier keine integrierten Chips mit vielen winzigen Laserdioden darauf, sondern diskrete, extrem helle GaN-Laserdioden (Galliumnitrid), deren Strahl mechanisch gelenkt wird.



Anstelle kleiner ICs mit Hunderten von winzigen LEDs nutzen LIDAR-Kameras im Auto leuchtstarke Laser-LED-Bau-  
steine wie das SPL DP90 von Osram.

Die LIDAR genannten Systeme (Light Detection and Ranging) arbeiten ähnlich wie ein Radar, basieren aber auf dem ToF-Prinzip: Die Laserdiode sendet kurze Lichtimpulse aus, die von einer Optik über die Szenerie gelenkt werden. Je schmaler diese Impulse sind, umso höher ist die Kameraauflösung. Dabei muss zugleich der Diodenstrom erhöht werden, denn andernfalls sinkt die Reichweite. Deshalb fließen in LIDAR-Systemen im Extremfall Impulsströme von einigen hundert Ampere mit Impulsbreiten zwischen 1 und 800 Nanosekunden.

## Mehrkanal-Systeme

In LIDAR-Systemen fürs Auto steckt häufig ein Mehrkanal-Laser mit einzeln ansteuerbaren Diodensegmenten: Kurzstanz-Laser mit Impulslängen von wenigen Nanosekunden und Laser für große Entfernungen wie bei Autobahnfahrten, die bis zu 800 Nanosekunden lange Impulse erzeugen. Der Laserstrahl wird dabei mit einem rotierenden Spiegel horizontal über große Winkelbereiche ausgelenkt, in der Vertikalen sind es dagegen oft nur wenige Grad; stattdessen nutzen die Hersteller hier mehrere Kanäle und vergrößern so den vertikalen Einblickwinkel und damit das sogenannte Field of View (FoV).

Das MEMS (Micro-Electro-Mechanical System), das den Lichtstrahl im LIDAR-System auslenkt, soll künftig weiter miniaturisiert werden. Einen interessanten Ansatz stellte hier das Start-up Lumotive vor: Statt mit einem mechanischen Spiegel will es den Strahl mit einer Flüssigkristallschicht auslenken, deren Brechungsindex elektrisch einstellbar ist [1]. Damit entfielen jegliche Mechanik und ToF-Systeme in Fahrzeugen ließen sich noch kompakter realisieren. Lumotive verspricht zudem größere Öffnungswinkel und höhere Reichweiten gegenüber Systemen mit rotierendem Spiegeln.

Autonome Fahrzeuge sollen in Zukunft per LIDAR durch die Landschaft gesteuert werden. In modernen Autos sorgt LIDAR beziehungsweise ToF schon jetzt dafür, dass diese gebührenden Abstand wahren, die Spur halten und wenn nötig automatisch bremsen.

(uk@ct.de) 

## Literatur

- [1] Dušan Živadinović: Autonome Autos: Lidar ohne rotierenden Spiegel, c't 15/2020, S. 35

# Erfolgreich online

Online-Marketing-Seminare  
für Unternehmer

**Jetzt  
kostenfrei  
anmelden!**

Nutzen Sie als Unternehmer unser Seminarangebot, um sich im Internet erfolgreich von Ihren Wettbewerbern abzusetzen. Sie profitieren von neuestem Expertenwissen, der Erfahrung von Profis aus der Praxis und individuellen Tipps für Ihr Online-Marketing.

**Weil Online-Wissen unbezahlbar ist.**

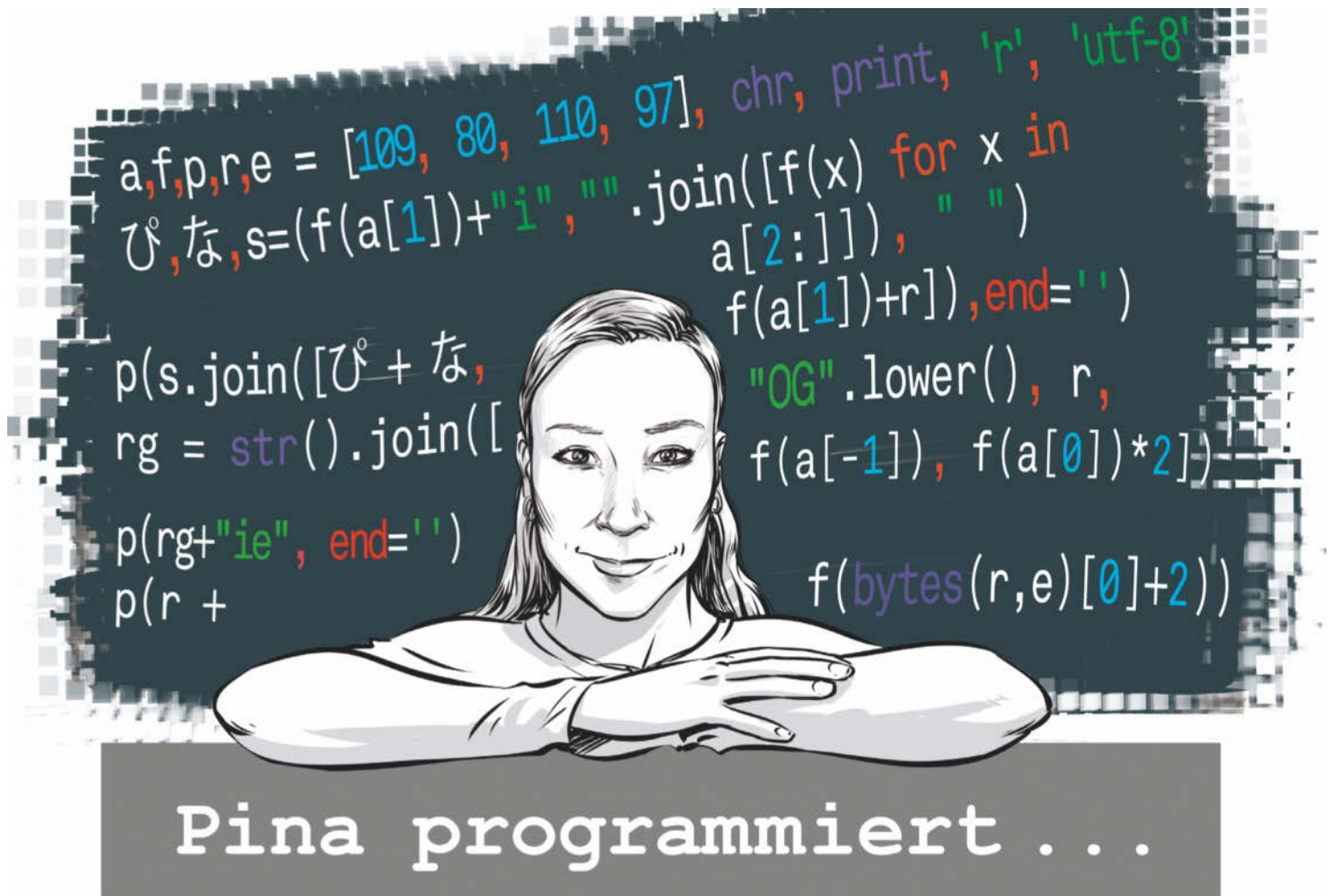
Seminarthemen und Termine finden Sie auf [www.internet-seminare.com](http://www.internet-seminare.com)  
oder rufen Sie uns an: Telefon 040 800 80 1506.

**Erfolgreiches  
Marketing  
vor Ort.**



# Fritz-Erinnerungen

## Erinnerungen per Telefon mit Fritzconnection



**Über das TR-064-Protokoll kann man der Fritzbox übers Netzwerk Befehle geben. Dank der Python-Bibliothek fritzconnection wird die Fritzbox-Fernsteuerung per Skript zum Spaziergang. Zum Beispiel kann die Fritzbox einen Rundruf absetzen, wenn der Videoschnitt beendet ist.**

**Von Pina Merkert**

Nach dem Videoschnitt beginnt das Warten. Das ist beim Rendern im Videoschnittprogramm Kdenlive nicht anders als bei anderen. Während der Rechner Bilder durch den Videoencoder schiebt, bietet sich eine Pause abseits vom Bildschirm an, da der Computer beim Rendern nicht mehr sonderlich flüssig reagiert. Die Zwangspause muss aber nicht länger werden als nötig. Deswegen wäre es schön, der angestrenzte Rechner würde hörbar Bescheid geben, sobald er mit dem Rendern und Speichern fertig ist.

Klingeln im ganzen Haus die Telefone, ist das ein gut hörbares Signal. Andri-Jan Möcker hatte für ein c't-Bastelprojekt mit einem WLAN-fähigen ESP8266-Mikrocontroller an der Türklingel mal gezeigt, wie dieser über das TR-064-Protokoll der Fritzbox Bescheid gibt, damit die per Rundruf alle Telefone klingeln lässt [1]. Das Schöne daran: Die Telefone klingeln beim Rundruf mit einem anderen Ton als bei richtigen Anrufen, sodass man das Signal als Benachrichtigung erkennt und nicht verwirrt „Hallo, wer ist da?“ ins nächste Telefon fragt.

## 139

# USB-Vollausbau



## Spezifikation zu Thunderbolt 4 verabschiedet



**Thunderbolt 4 verschärft technische Anforderungen und räumt mit dem Bezeichnungs- und Fähigkeitenchaos rund um USB 4 auf.**

Von Florian Müssig

Die rasante Schnittstelle Thunderbolt bekommt Ende 2020 ein Update. Die Erhöhung der Versionsnummer von 3 auf 4 mag trivial erscheinen, ist es nach den Entwicklungen in jüngerer Vergangenheit aber nicht: Intel als treibende Kraft hinter Thunderbolt hatte das technische Grundgerüst schließlich an das Standardisierungsgremium USB-IF übergeben, welches darauf aufbauend USB 4 spezifiziert hat [1]. Thunderbolt 4 bringt anders als vergangene Versionssprünge deshalb auch keine neue Geschwindigkeitsstufe mit sich, sondern sorgt vielmehr für entwirrenden Feinschliff.

Zum besseren Verständnis muss man etwas tiefer in USB 4 eintauchen. Dank der Technikspende beherrscht USB 4 zwar wie Thunderbolt Datentransfermodi mit bis zu 40 GBit/s, doch diese Geschwindigkeitsstufe ist nicht zwingend erforderlich: Für USB-4-Konformität reicht es, wenn Daten mit 20 GBit/s fließen. Letzteres ist die Datenrate, die mit USB 3.2 eingeführt wurde und dort auf die Bezeichnungen SuperSpeed 20 beziehungsweise Gen 2x2

hört. Wie von USB 3.x bekannt, ist bei USB 4 optional eine USB-C-Stromversorgung mit bis zu 100 Watt (Power Delivery, USB-PD) sowie die Ausgabe von DisplayPort-Videosignalen (DP-Alt-Mode) möglich. Auch das von Thunderbolt geerbte Durchreichen von PCI-Express-Verbindungen ist bei USB 4 zwar vorgesehen, aber wiederum nicht vorgeschrieben.

Thunderbolt 4 räumt mit dem Chaos auf, indem es alle optionalen USB-4-Funktionen verpflichtend macht. Damit aber nicht genug: Während der DP-Alt-Modus von USB lediglich vorsieht, dass überhaupt ein Monitorsignal aus der USB-C-Buchse kommt, schreibt die Thunderbolt-4-Spezifikation zwingend vor, dass man zwei 4K-Monitore gleichzeitig ansteuern kann oder alternativ einen 8K-Monitor. Theoretisch ist das auch schon mit Thunderbolt 3 möglich, doch verpflichtend ist dort nur ein 4K-Monitor. Mit Thunderbolt 4 müssen zudem die vollen 32 GBit/s von vier PCIe-3.0-Lanes möglich sein, während für Thunderbolt-3-Konformität 16 GBit/s ausreichen (PCIe 3.0 x2 oder PCIe 2.0 x4).

### Verkabelung

Die meisten bereits vorhandenen Thunderbolt-3-Kabel sollen sich für Thunderbolt 4 weiterbenutzen lassen. Es wird aber auch neue Kabel mit Thunderbolt-4-Logo geben, damit die neuen Features garantiert funktionieren und die vollständige Kompatibilität zu USB 4 sichergestellt ist. Zunächst sind elektrische Kabel bis zwei

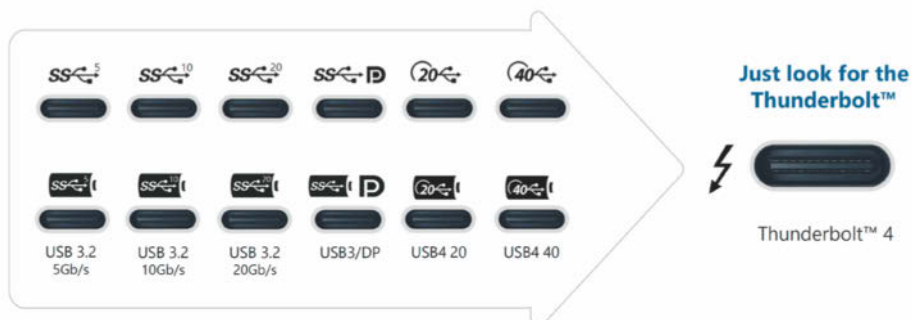
Metern Länge vorgesehen, die zudem als vollbeschaltete USB-C-Kabel die besten ihrer Art darstellen – der USB-C-Standard lässt schließlich sogar Kabel zu, die nur USB-2.0-Signale führen. 2021 sollen optische Kabel folgen, die alle Thunderbolt-4-Funktionen bieten und Distanzen bis 50 Meter überbrücken.

Thunderbolt 4 erbt eine praktische Funktion aus der USB-Welt: Zusätzlich zum bekannten Daisy-Chaining, also der Verkettung von Thunderbolt-Geräten, erlaubt Thunderbolt 4 erstmals Hubs mit mehreren Thunderbolt-Ausgängen – offiziell Multi-Port-Docks genannt.

Zum Start von Thunderbolt 4 bringt Intel drei Thunderbolt-4-Controller, damit OEMs jetzt mit der Entwicklung solcher Hardware loslegen können: JHL8540 und JHL8340 sind Host-Controller und JHL8440 ist ein Device-Controller. Die ersten damit bestückten Systeme sollen Ende des Jahres auf den Markt kommen, denn Intels nächste (und elfte) Core-i-Generation mit dem Codenamen Tiger Lake enthält einen Thunderbolt-4-Controller. Acer hat als erster Hersteller bereits ein solches Notebook in Aussicht gestellt, nämlich das 2020er-Modell des Swift 5.

### Für AMD, Apple, Intel ...

Intel betonte bei der Vorstellung, dass Thunderbolt 4 keine reine Intel-Schnittstelle sei. Das Unternehmen habe in der Vergangenheit bereits AMD-Mainboards zertifiziert und werde dies weiterhin tun. Auch Apples kürzlich angekündigter Umstieg auf hauseigene ARM-Prozessoren sei kein Showstopper: Wenn Apple in solchen Systemen weiterhin auf Thunderbolt setzen will, spricht laut Intel nichts dagegen. Dies hat Apple kurz darauf bestätigt: Macs mit ARM-Prozessoren werden wie bisherige x86-Macs Thunderbolt unterstützen. (mue@ct.de)



Statt unzähliger Kombinationen, die der USB-4-Standard zulässt, sind bei Thunderbolt 4 immer sämtliche dort vorgesehenen Funktionen möglich.

### Literatur

- [1] Florian Müssig, USB, die Vierte, Spezifikation für USB 4 finalisiert, c't 20/2019, S. 26



# Neue Cyberangriffe –

Wie können Unternehmen sich  
schützen – Kritische Infrastrukturen &  
Industrie 4.0 im Fokus

**27. August 2020, 9 – 16 Uhr**

Neben der Notwendigkeit von Cyberabwehrmaßnahmen werden auf dieser Online-Konferenz auch verschiedene Konzepte und Vorgehensweisen zur Sicherung der unternehmensinternen IT- und Prozessnetze dargelegt.

## AUSZUG AUS DEM PROGRAMM:

// Schutz vor Cyberangriffen im Energienetz – was ist erforderlich?  
Dr. Tobias Pletzer, Schleswig-Holstein Netz AG

// Was tun, wenn's brennt? Anatomie einer Datenschutzkatastrophe  
Joerg Heidrich, Heise Medien

// Blockchain sicher gestalten – die Perspektive des BSI  
Christian Berghoff, BS

// Der Mythos vom geschlossenen Netz  
Christian Schlehuber, Deutsche Bahn AG

// Lösungsansätze zum Aufbau resilienter  
Sicherheitsarchitekturen im Prozessnetz-Umfeld  
Martin Baumgartner, Fortinet

Preis: 159,00 Euro

In Kooperation mit



Partner



**PDVSYSTEME**  
stressfreie IT



**SoSafe**  
Cyber Security Awareness

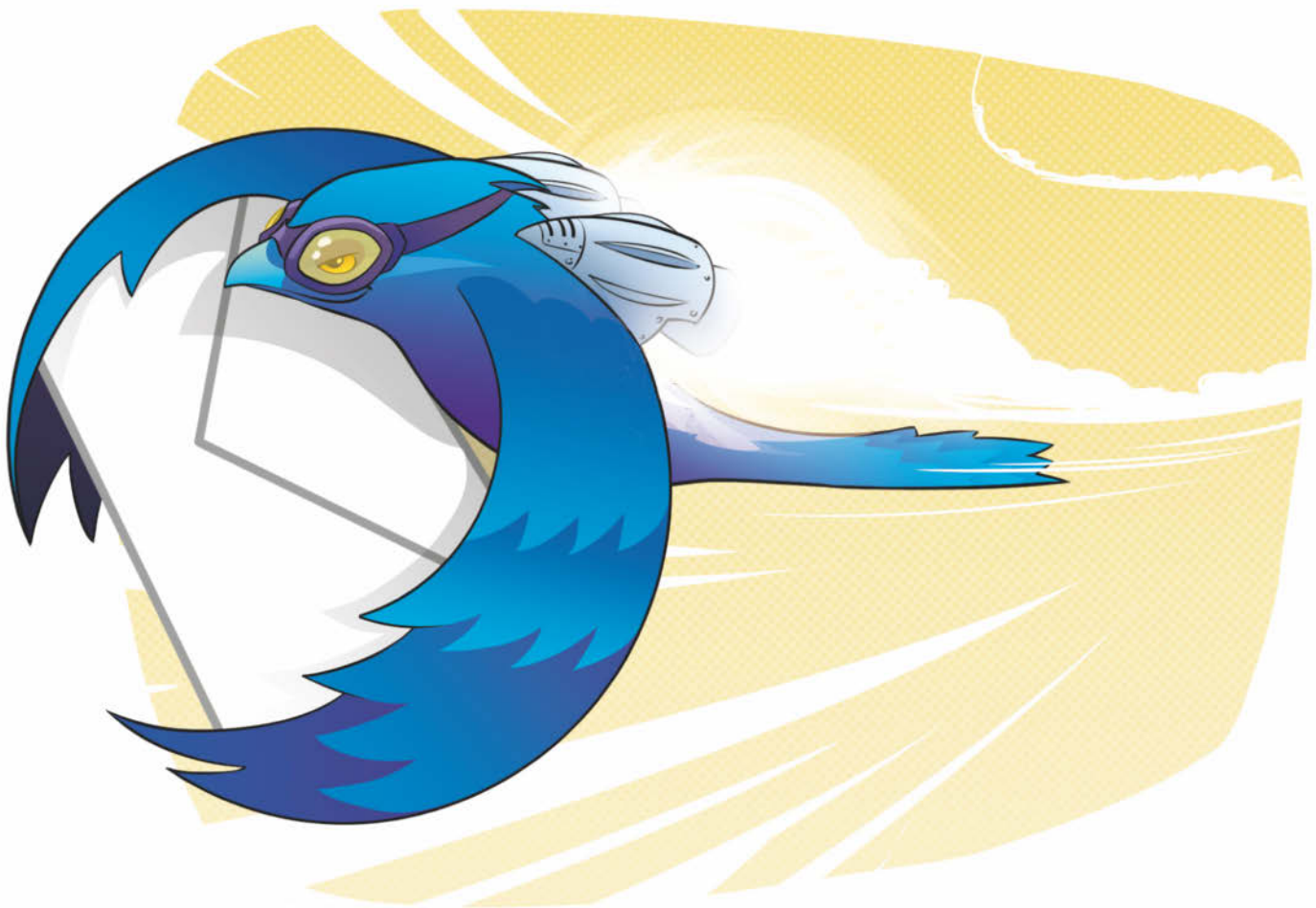


Bild: Albert Hulm

# Donnervogel-Tuning

## So holen Sie mehr aus Thunderbird heraus

**Einige Standardeinstellungen bremsen den beliebten Mailer Thunderbird unnötig aus. Mit unseren Tipps und Tricks machen Sie dem Client Beine und erleichtern sich die tägliche Arbeit.**

**Von Holger Bleich**

**B**eim E-Mail-Programm bestimmt der Gewöhnungseffekt das Verhalten: Wenn es keinen wirklich gravierenden Grund gibt, wechseln Nutzer nur sehr ungern ihren Client. Und in keinem anderen Land haben sich so viele Menschen für den quelloffenen und kostenlosen Thunderbird entschieden wie in Deutschland. Nach Angaben von Philipp Kewisch, dem Vor-

sitzenden des Thunderbird Councils, zählt Mozilla derzeit weltweit rund 30 Millionen aktive Installationen, allein fünf Millionen davon hierzulande – Tendenz steigend.

Keine Statistiken gibt es dazu, wie viele Nutzer den Mailer jahrelang mit den Voreinstellungen anwenden, mit denen er auf den Rechner kam. Es dürften viele sein, und das ist schade. Denn die größte Stärke der über lange Jahre gereiften Mail-Software liegt in ihrer Flexibilität. Sie lässt sich je nach Gusto auf Tempo oder Komfort trimmen und in nahezu jede Umgebung einpassen. Wer sie mit der Tastatur statt mit Mausclicks bedient, kann noch schneller agieren. Fehlt etwas, findet sich oft ein passendes Add-on, mit dem Thunderbird um die gewünschte Funktion ergänzt wird.

Im Folgenden gehen wir von einem installierten Mailer mit eingerichteten

IMAP-Konten aus. Erprobt haben wir die folgenden Tipps und Empfehlungen an Thunderbird 68.10, der letzten Version vor der 78er-Serie.

Thunderbird 78.0 ist zwar Mitte Juli erschienen, wird aber nicht über stille Auto-Updates vertrieben, weil er noch experimentelle Komponenten enthält. Erst Version 78.2 kommt laut Roadmap der neu gegründeten MZLA Technologies Corporation, die nun für das Projekt verantwortlich ist, im Herbst automatisch. An den von uns beschriebenen Optionen wird sich aber ohnehin wenig ändern, wie die jüngsten Betaversionen von Thunderbird 78 nahelegen.

### Profile und Identitäten

Installiert sich Thunderbird erstmalig, legt er alle nutzerspezifischen Informationen, also etwa gespeicherte E-Mails und Ein-



stellungen, in einem Default-Profilordner ab. Unter Windows ist das /Thunderbird/Profiles/xxxxxxx.default/, unter macOS ~/Library/Thunderbird/Profiles/xxxxxxx.default, unter Linux ~/.thunderbird/xxxxxxx.default/. Das Default-Profil ist gleichbedeutend mit dem Nutzer. Der Vorteil: Wenn Sie den Profilmanager starten, können Sie weitere, voneinander abgeschottete Nutzer anlegen.

Möchten Sie Ihre Daten sichern, etwa für einen Rechnerumzug, sichern Sie einfach das Profilverzeichnis und importieren es via Profilmanager in eine neue Thunderbird-Installation – fertig. Sie aktivieren den Profilmanager, indem Sie Thunderbird über eine Konsole des Betriebssystems unter Angabe des kompletten Pfads mit der Option `-profilemanager` starten. Unter Windows genügt es, auf „Start“ und „Ausführen“ zu klicken und `thunderbird.exe -profilemanager` einzugeben. Sie sehen, dass anfangs nur das Profil „default“ existiert. Deaktivieren Sie das Kästchen „Gewähltes Profil beim Start ohne Nachfrage verwenden“ und legen Sie ein neues Profil an. Beim nächsten Start von Thunderbird können Sie wählen, welches Nutzerprofil der Mailer verwendet.

Bisweilen verwechseln Nutzer die Profile mit „Identitäten“. Identitäten sind aber etwas gänzlich anderes und beziehen sich nur auf ein Mail-Konto in Thunderbird. Einer Identität weisen Sie beispielsweise Ihren Namen, eine Mail-Adresse, die Firma oder Organisation, die Mail-Signatur und die Reply-to-Adresse zu. Haben Sie mehrere Identitäten angelegt, können Sie jede Nachricht unter einer dieser Rollen verfassen. So kann beispielsweise jemand, der in einem kleineren Unternehmen mehrere Aufgaben wahrnimmt, verschiedene Identitäten voneinander trennen, und etwa für E-Mails aus den Bereichen Verkauf, Buchhaltung und Kundenservice unterschiedliche Signaturen verwenden.

Diese Rollen legen Sie in den Konteneinstellungen mit Klick auf „Weitere Identitäten...“ an. Beim Anlegen einer neuen E-Mail nutzt Thunderbird weiterhin die Standardidentität. Sie wählen hier eine andere, indem Sie im „Von“-Feld auf den Pfeil am rechten Rand klicken. Wenn Sie auf eine Nachricht antworten oder eine Nachricht weiterleiten, ermittelt Thunderbird den Empfänger der Nachricht und wählt, falls verfügbar, die Identität, die der Originalautor verwendet hat, als er Ihnen die Nachricht geschickt hat.

## Mehr Speed

Das Tempo von Thunderbird wird – außer von der lokalen Hardware – wesentlich von zwei Faktoren bestimmt: der Speichernutzung und dem Übertragungsvolumen (damit auch von der Internet-Anbindung). Auf beide Faktoren können Sie in den Einstellungen Einfluss nehmen. Je gefüllter die IMAP-Ordner sind und je größer das Mail-Aufkommen ist, umso mehr fallen sie ins Gewicht.

Der Start von Thunderbird kann mit Default-Einstellungen bei vielen zu synchronisierenden Ordnern zur nervigen Geduldssprobe werden. Standardmäßig macht Thunderbird nämlich einen kompletten Abgleich mit den IMAP-Konten. Der Mailer holt sich die Mails aus sämtlichen Ordnern und indiziert den Volltext für seine globale Suchdatenbank. Das alles kann dazu führen, dass das Programm für Minuten fast unbenutzbar wird. Dem helfen Sie ab, indem Sie Schranken setzen.

Standardmäßig lädt Thunderbird Kopien aller Mails inklusive Anhänge herunter. Sind Sie immer online, ist das nicht nötig. Deaktivieren Sie dieses „Offline-Lesen“, holt sich der Mailer nur die Header-Zeilen vom IMAP-Server, was lokal Speicherplatz spart und die Performance erheblich erhöht. Sie können den Offline-Modus ordnerweise abschalten, indem Sie in der Ordnerliste auf den Ordner rechtsklicken und im sich öffnenden Menü für die Synchronisationseigenschaften das Häkchen „Offline lesen“ entfernen. Oder Sie entfernen das Häkchen in den Konteneinstellungen unter „Synchronisation & Speicherplatz“ im

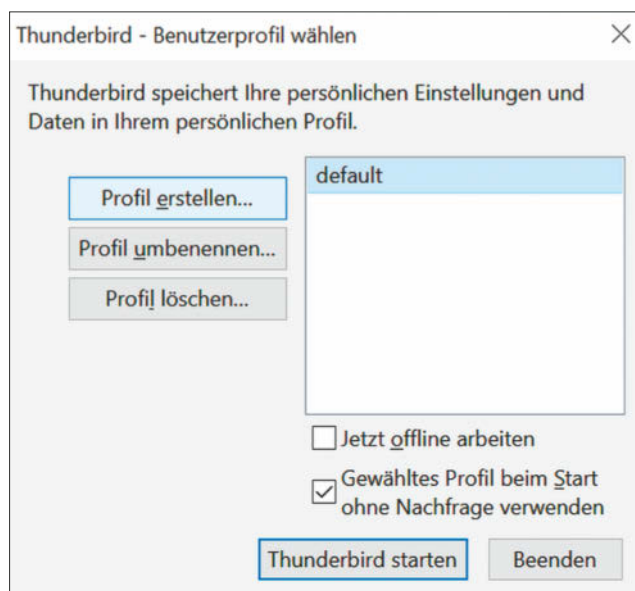
Menüpunkt zur „Nachrichten-Synchronisation“.

Praktischerweise können Sie die Offline-Funktion auch begrenzen. Die Möglichkeit dazu findet sich im selben Dialog unter „Speicherplatz“. Dort legen Sie beispielsweise fest, dass der Offline-Modus nur für E-Mails der letzten 30 oder 60 Tage gilt. Oder Sie bestimmen, dass Anhänge nicht mit heruntergeladen werden sollen. Sehr vorsichtig sollten Sie mit der Option „Nachrichten endgültig löschen“ umgehen: Wenn Sie zeitliche Limits setzen, verschwinden ältere Mails auf Nimmerwiedersehen, sowohl in Thunderbird als auch auf dem IMAP-Server.

Viel CPU-Power schluckt die Indexierung für die globale Suche, die per Voreinstellung für sämtliche Ordner in allen Konten aktiviert ist. Wenn Sie die globale Suche über Ordner und Konten hinweg eher selten nutzen, sollten Sie prall gefüllte Ordner ausnehmen, um Performance zu gewinnen. Dazu klicken Sie in der Konten-/Ordnerliste auf der linken Seite mit der rechten Taste auf den Ordner und entfernen im Reiter „Allgemein“ das entsprechende Häkchen.

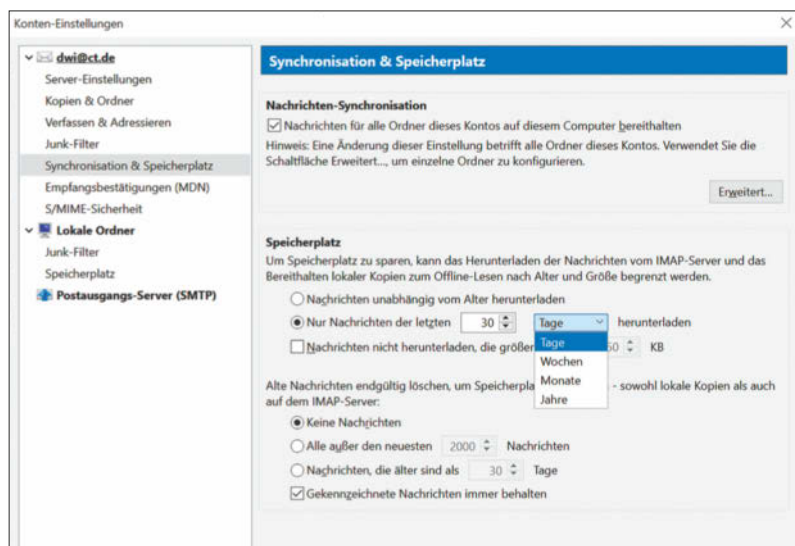
## Formatfragen

Ein Schwachpunkt von Thunderbird ist seine veraltete Art, Mails zu speichern. Er nutzt das Dateiformat mbox, bei dem sämtliche einlaufenden Nachrichten eines Ordners im Volltext fortlaufend in eine einzige riesige Datei geschrieben werden. Löscht der Nutzer Mails, erhalten diese in der Datei lediglich ein Flag. Das hat zur Folge, dass mbox-Dateien riesige, schwer



Startet man Thunderbird mit der Option `-profilemanager`, lassen sich weitere Nutzer des Clients anlegen.





In den Konteneinstellungen lässt sich der Offline-Modus zeitlich oder größenmäßig einschränken, was Platz spart und das Tempo erhöht.

zu verwaltende Ausmaße annehmen und noch dazu fehleranfällig sind.

Diese Dateien sollten Sie ab und an ausmisten lassen. In Mozilla-Sprech heißt das „komprimieren“. Bei diesem Vorgang repariert Thunderbird Inkonsistenzen und entfernt Mails tatsächlich aus der mbox-Datei, die mit dem „gelöscht“-Flag versehen wurden. Die Option dazu finden Sie, wenn Sie in der Konten-/Ordnerliste im Kontextmenü (rechte Maustaste) auf „Komprimieren“ klicken. Auch diese Maßnahme sorgt für mehr Speed.

Nebenbei: Schon lange möchten die Entwickler auf das zeitgemäße Speicherformat maildir umsteigen, das beispielsweise die Linux-Clients KMail und Evolution längst nutzen. Im maildir-Konzept wird jede E-Mail in einer eigenen Datei gespeichert. Das Format ist bereits in Thunderbird 68 implementiert, aber aufgrund vieler Bugs noch nicht voreingestellt. Auch in Version 78 wird mbox noch Standard bleiben, aber ein Wechsel ist mit Hochdruck von den Entwicklern angepeilt.

## Ordnung schaffen

Wird Thunderbird installiert, bildet er die gesamte Ordnerstruktur des IMAP-Postfachs ab. Er synchronisiert also jeden Ordner, auch wenn dieser nicht gebraucht wird. Das kostet unnötig Zeit, Speicher, Bandbreite und Übersichtlichkeit. Welche Ordner synchronisiert werden sollen, können Sie bestimmen, indem Sie auf den Stamm des Kontos rechtsklicken und im Kontextmenü „Abonnieren...“ wählen.

Wenn Sie über mehrere Wege auf Ihre Postfächer zugreifen – etwa per Weboberfläche, mobil und mit dem Desktop-Client, dann dürften Sie mehrere Ordner für denselben Zweck vorfinden, etwa „gesendet“, „Sent Items“ oder „Sent Messages“. Es existiert leider keine standardisierte Nomenklatur. In den Konteneinstellungen finden Sie die Speicherorte für Mail-Entwürfe, Sendekopien und den Papierkorb. Dort können Sie unter „Kopien & Ordner“ festlegen, welchen Ordner Thunderbird zu welchen Zweck nutzen soll. Ausnahme: Die Einstellungen zum Papierkorb finden Sie unter den „Server-Einstellungen“ in den Konteneinstellungen.

Falls Ihr Postfach-Provider einen gut funktionierenden Spam-Filter einsetzt, sollten Sie auf den in der Voreinstellung aktiven Filter von Thunderbird verzichten. Der selbstlernende Algorithmus analysiert

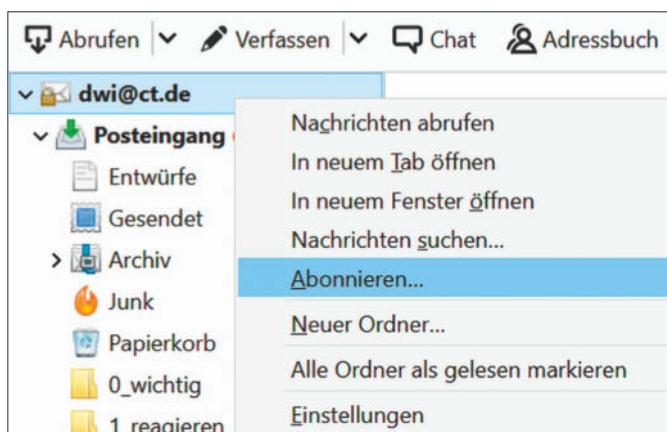
jede eingehende E-Mail und verbrät dafür Rechenpower. Unter „Junk-Filter“ in den Konteneinstellungen lässt er sich pro Konto konfigurieren und auch deaktivieren.

## Add-ons verleihen Flügel

Mit Add-ons erweitern Sie Thunderbird meist kostenlos um weitere Fähigkeiten. Vorsicht: Seit Version 60 wird der Mailer allmählich auf das Add-on-Format Webextension umgestellt. Thunderbird 68 beherrscht noch das bisherige Format, die kommende Version 78.2 wird es nicht mehr nutzen. Die meisten Entwickler haben reagiert und auf Webextensions umgestellt. Sie sollten keine Add-ons mehr installieren, die noch auf der alten Schnittstelle beruhen, um böse Überraschungen nach dem nächsten Update zu vermeiden. In Mozillas Add-on-Store (über die Einstellungen zu erreichen) weisen Warnschilder prominent auf Inkompatibilitäten hin.

Die beliebte Erweiterung Enigmail, die Thunderbird E-Mail-Verschlüsselung mit OpenPGP beibringt, integrieren die Entwickler derzeit direkt in den Client. Enigmail wird also bald überflüssig, die Weiterentwicklung eingestellt. Bereits Version 78 enthält OpenPGP experimentell, wenn auch noch abgeschaltet. Laut MZLA-Plan wird der gesamte PGP-Part samt Schlüsselverwaltung und GnuPG ab Thunderbird 78.2 per Voreinstellung aktiv sein. Bis dahin sollten Sie sich gedulden und weiterhin Enigmail nutzen.

Im Folgenden empfehlen wir einige Add-ons, die wir in der täglichen Arbeit mit Thunderbird als besonders nützlich empfinden. Bitte installieren Sie diese Add-ons direkt aus dem Thunderbird-Store heraus, nicht aus unbekannter Quelle. In der Vergangenheit sind in freier Wildbahn des



Lediglich einzelne Ordner zu abonnieren, die dann synchronisiert werden, spart Zeit und Speicher und sorgt für Übersicht.

Öfteren Add-ons aufgetaucht, die versteckte, schädliche Aktivitäten ausgeführt haben. Wenn Sie weitere Tipps zu nützlichen Add-ons haben, senden Sie sie gerne an den Autoren (Mail-Adresse am Ende des Artikels). Wir werden die besten davon in einer der kommenden Ausgaben in eine FAQ zu Thunderbird einfließen lassen.

Wer viele Mails mit ähnlichen Texten verfassen muss, wird ein Textbaustein-System schätzen. Mit **Quicktext** können Sie Templates basteln und Bausteine fertigen, die Standard-Antworten auf Nachrichten beschleunigen. **Signature Switch** wechselt außerdem zwischen verschiedenen Mail-Signaturen, ohne dass Sie separate Identitäten anlegen müssen. Mit **Mail Redirect** leiten Sie Mails an andere Empfänger um, ohne die Header-Informationen zu verändern.

Thunderbird sortiert den Orderbaum stets alphabetisch, was nicht immer praktisch ist. Mit dem Add-on **Manually sort folders** überstimmen Sie den Client und können die Reihenfolge beliebig wählen. **QuickFolders** hilft bei der Arbeit mit vielen Ordnern und Unterverzeichnissen. Das Tool erweitert Thunderbird um eine horizontale Leiste, in der der Anwender häufig verwendete Ordner in Tabs verlinken kann.

Für die Arbeit mit Akten ist eine Wiedervorlage Standard. Mail-Clients, die für den geschäftlichen Alltag konzipiert sind (etwa Outlook), bilden diese Funktion fürs Postfach ab. Mit **mailmindr** rüsten Sie auch in Thunderbird eine Wiedervorlage nach. Das Tool lässt sich mit Tasten-Shortcuts steuern und erinnert nach einer von Ihnen festgelegten Zeitspanne an Mails, die noch auf Bearbeitung warten. Die „Zero-Inbox“-Funktion entfernt Mails aus der Inbox und schiebt sie später als ungelesen markiert wieder zurück.

## Vorsicht vorm Maschinenraum

Wem all die Optionen und Erweiterungen noch nicht genügen, der kann sich direkt in den Maschinenraum von Thunderbird begeben: Unter „Erweitert“ in den globalen Einstellungen findet sich der unscheinbare Knopf „Konfiguration bearbeiten...“. Drückt man ihn, erscheint aus gutem Grund eine Warnung, denn hier gelangt man zum `about:config`-Editor, in dem jede einzelne Einstellung des Mailers über Variablen händisch geändert werden kann. Wer sich nicht *sehr* gut auskennt, sollte lieber davon absehen. In aller Regel ist ein Eingriff auch nicht nötig, wenn Sie unsere Tipps beherzigen. (hob@ct.de) **ct**

## Tastenkombinationen in Thunderbird

Bei häufig ausgeführten Arbeitsschritten bietet es sich an, mit der Tastatur zu arbeiten. Hier eine Zusammenstellung der wichtigsten Funktionen, die sich mit Tasten-Shortcuts steuern lassen.



### E-Mails verfassen

Strg + N	Neue E-Mail erstellen
Strg + R	Nur dem Absender antworten
Strg + Umschalt + R	Allen antworten
Strg + L	E-Mail weiterleiten
Strg + Eingabe	E-Mail sofort senden
Strg + Umschalt + P	Rechtschreibprüfung
Strg + Umschalt + A	Datei anhängen

### E-Mails empfangen und lesen

F5	Neue E-Mails für aktuelles Konto abrufen
Umschalt + F5	Neue E-Mails für alle Konten abrufen
Strg + Umschalt + O	E-Mail in Thread anzeigen
→	Thread aufklappen
←	Thread zuklappen
*	Alle Threads aufklappen
\	Alle Threads zuklappen

### E-Mails organisieren

Strg + P	E-Mail drucken
Strg + S	E-Mail in Datei speichern
Strg + U	E-Mail-Quelltext anzeigen
Strg + Umschalt + A	Thread auswählen
A	E-Mail archivieren
Entf	Löschen (E-Mail, Ordner, Anhang oder Text)
Umschalt + Entf	Löschen ohne Papierkorb
F2	Ordner umbenennen
M	E-Mail als gelesen/ungelesen markieren
R	Thread als gelesen markieren
J	E-Mail als Spam markieren
Umschalt + J	E-Mail als kein Spam markieren
S	E-Mail mit Stern versehen
Strg + K	Globale Suche in allen Konten
Strg + Umschalt + K	Schnellsuche in aktuellem Ordner

### Navigieren in Thunderbird

F	Nächste E-Mail
B	Vorherige E-Mail
N	Nächste ungelesene E-Mail
P	Vorherige ungelesene E-Mail
Tab	Wechsel in Fenstern
Strg + Tab	Nächster Tab
Strg + Umschalt + Tab	Vorheriger Tab
Strg + Umschalt + B	Adressbuch
F8	Nachrichtenvorschau ein- und ausblenden

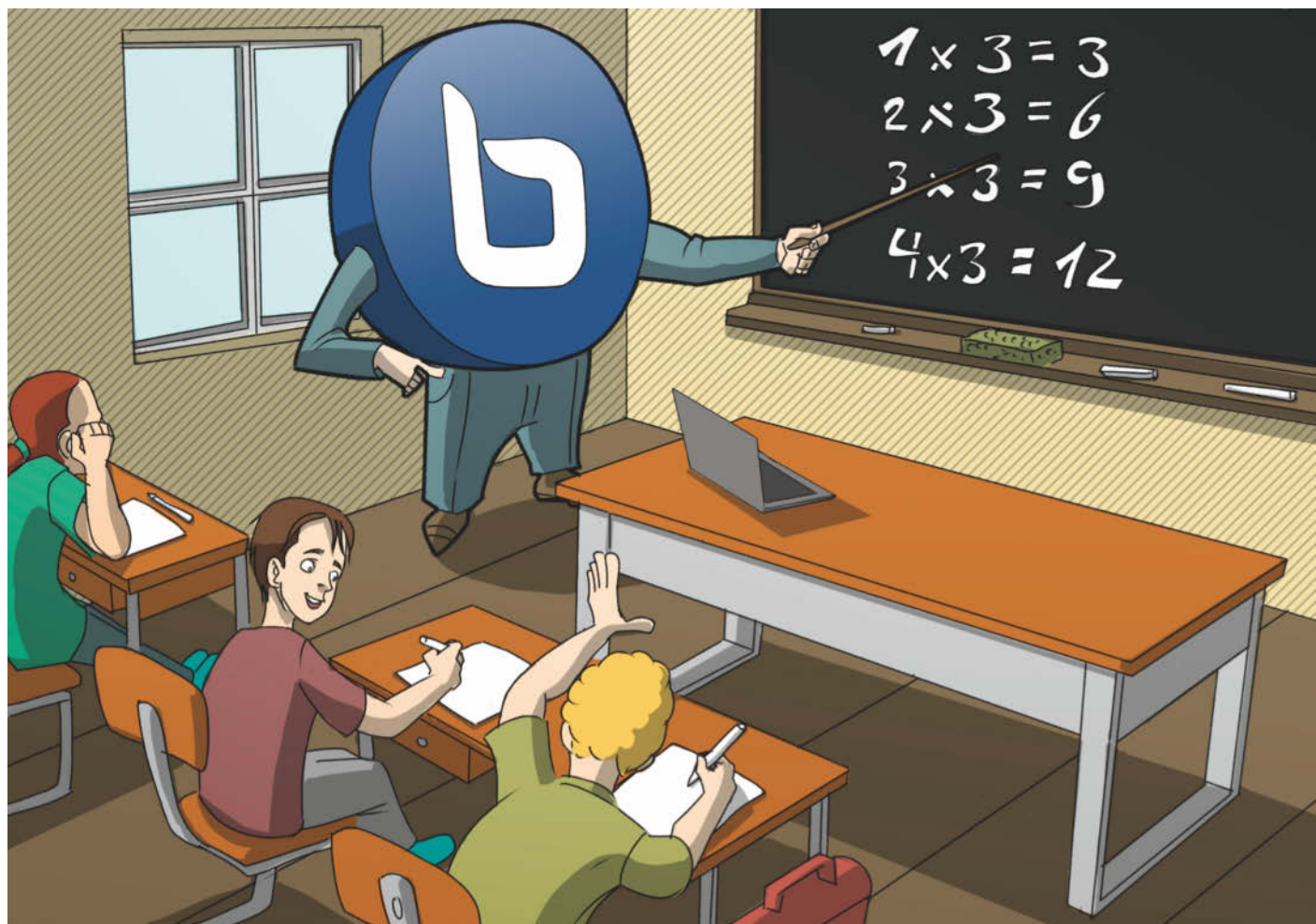


Bild: Thorsten Hübner

# Lernen mit dem blauen Knopf

## Mit BigBlueButton Videokonferenzen und virtuelle Workshops durchführen

**Die Open-Source-Lernplattform BigBlueButton stellt virtuelle Räume für Videochats und Online-Seminare zur Verfügung, die Teilnehmer schalten sich per Browser zu. Die Software ist in einer halben Stunde auf einem Server unter eigener Kontrolle eingerichtet.**

Von Kim Sartorius

Auch wenn die Schulen langsam wieder öffnen und die Unis vereinzelt Präsenzveranstaltungen planen: Viele Professoren und Lehrer unterrichten noch aus dem Homeoffice. An der Ostfalia, Hochschule für angewandte Wissenschaften, finden dieses Semester sogar Prüfungen online statt. Studierende des Online-Studiengangs Medieninformatik schreiben Klausuren mit eingeschalteter Webcam und Mikrophon im Online-Portal oder stellen sich mündlichen Prüfungen via Adobe Connect. Für die Lehre per Videokonferenz braucht es Programme, die mit hohen Teilnehmerzahlen klarkommen

und leicht zu bedienen sind. 2007 entwickelten Studenten der Carleton University in Ottawa den ersten Testkandidaten des Open-Source-Programms BigBlueButton (BBB). Dieses eignet sich nicht nur für Lehrveranstaltungen, sondern auch für Vereine und Organisationen, die ihre Treffen online abhalten. Neben einem gemeinsamen Videochat bietet die Software Breakout-Räume, in denen sich Teilnehmer in kleinen Gruppen treffen und besprechen können sowie Whiteboards fürs gemeinsame Brainstorming. Bis zu 150 Teilnehmer sollen BBB gleichzeitig nutzen können. Der Hersteller empfiehlt,



eine Zahl von 100 Personen nicht zu überschreiten.

## Los gehts!

Man kann BBB händisch auf einem eigenen Server Schritt für Schritt installieren, die Entwickler haben aber ein Skript gebastelt, das auf einem frisch aufgesetzten Server in weniger als 30 Minuten durchläuft. Dafür braucht es einen 64-Bit-Ubuntu-16.04-Server mit einem Linux-Kernel ab Version 4, mindestens 8 GByte RAM und 4 CPU-Kernen. Der Server sollte wegen der hohen Anforderungen an die Bandbreite idealerweise im Rechenzentrum stehen und nicht hinter einem DSL-Router. Die TCP-Ports 80 und 443 sowie die UDP-Ports 16384 bis 32768 müssen erreichbar sein. Achtung: es ist nicht Ubuntu ab Version 16.04 gemeint. Die Hersteller weisen darauf hin, dass der BBB-Server für die schnelle Installation genau 16.04 als OS-Version braucht. Port 80 darf zudem von keiner andere Anwendung genutzt werden. Um Mikrofone, Webcams und Bildschirme über „Web Real-Time Communications“ (WebRTC) teilen zu können, muss der Server übers Internet erreichbar sein und über einen „Fully Qualified Domain Name“ (FQDN) und ein gültiges SSL-Zertifikat verfügen. Anderenfalls lässt sich BBB nicht über HTTPS aufrufen, was für Browser ein Sicherheitsrisiko darstellt. Wer möchte, überlässt es BBB, ein SSL/TLS-Zertifikat zu installieren. Als Bandbreite empfiehlt das Entwicklerteam serverseitig 1 GBit pro Sekunde für Up- und Downstream. Weniger als 100 MBit pro Sekunde kann zu Audio- und Videoproblemen führen.

Sind alle Voraussetzungen erfüllt, loggen Sie sich als root auf Ihrem Server ein und führen folgendes Kommando aus:

```
wget -qO- https://ubuntu.
bigbluebutton.org/bbb-install.sh
| bash -s -- -v xenial-22
-s bbb.example.com
-e info@example.com -w -g
```

Mit der Optionen -s holt das Installationskript Ihnen ein 4096-Bit-SSL-Zertifikat von Let's Encrypt und sorgt dafür, dass BBB dieses auch nutzt. „bbb.example.com“ und „info@example.com“ ersetzen Sie durch Ihren Hostnamen und Ihre E-Mail-Adresse. Das Skript bbb-install.sh enthält außerdem einen Cronjob, der das Zertifikat regelmäßig erneuert. Um das für das Einrichten von Nutzern empfeh-

lenswerte Greenlight als Frontend gleich mit zu installieren, fügen Sie die Option -g hinzu. Bei unserem Test war das System nach 20 Minuten einsatzbereit. Dank Greenlight können Sie anschließend die URL Ihres Servers im Browser eingeben und landen auf der Startseite der BBB-Instanz. Als Nächstes empfiehlt es sich, einen Admin-Account anzulegen. Mit diesem kontrollieren Sie unter anderem, wie sich Benutzer auf der Webseite registrieren. Das Kommando, um einen Admin-Account im Greenlight-Verzeichnis anzulegen, lautet:

```
docker exec greenlight-v2 bundle
exec rake admin:create
```

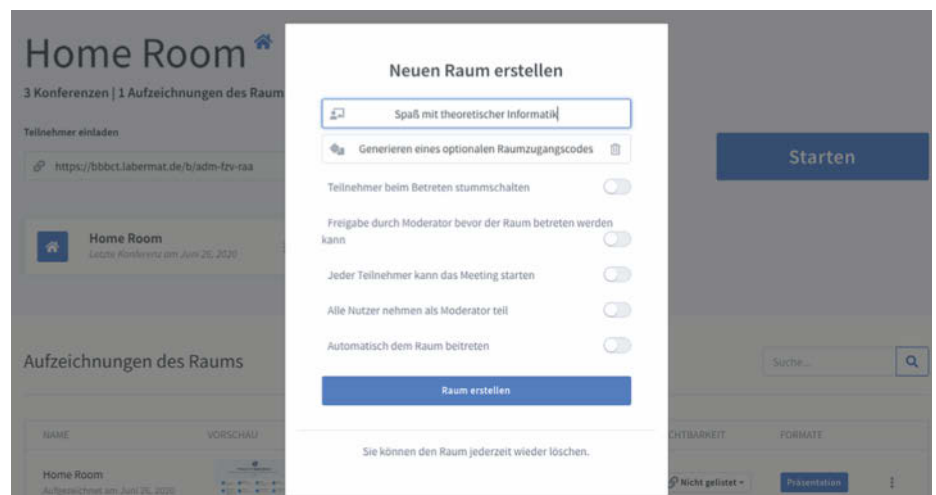
Jetzt ist BBB startklar und Sie können Teilnehmer per Link in Ihre Videokonferenz einladen.

## Kein rechtefreier Raum

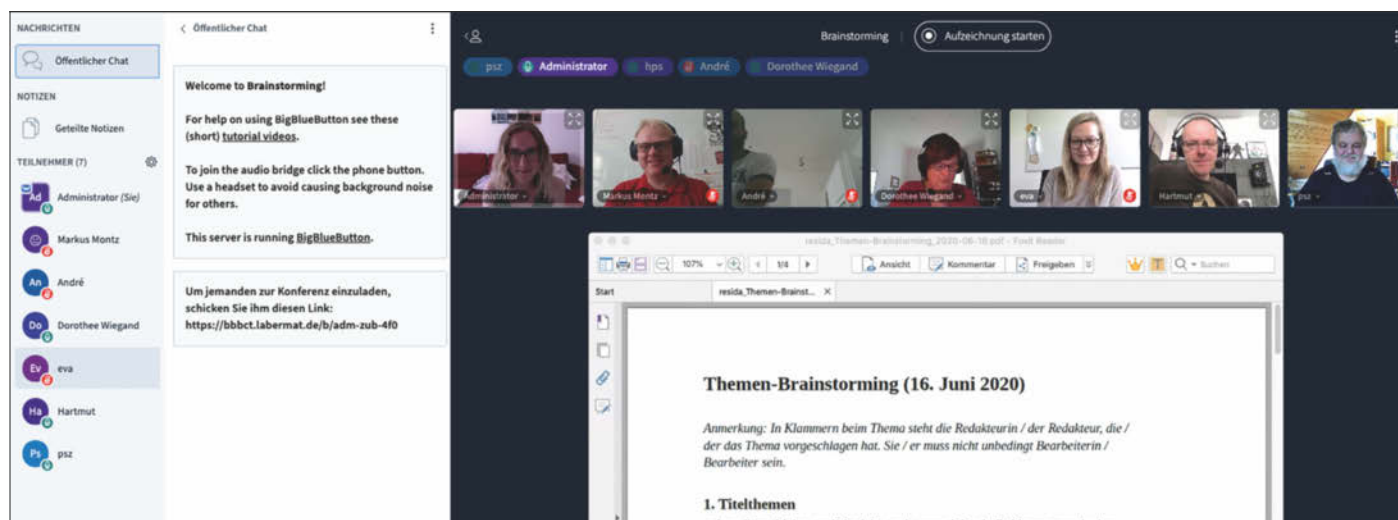
Videokonferenzen finden bei BBB in Räumen statt. Diese legen Sie über „Raum erstellen“ auf der Startseite an. In einem Pop-up-Fenster benennen Sie den Raum, generieren einen Zugangscode und treffen Voreinstellungen für die Teilnehmer – etwa, ob jeder einfach so den Raum betreten kann oder ob eine Freigabe durch den Moderator erforderlich ist. Für jeden neuen Raum generiert BBB einen Link, den Sie an Schüler, Studenten oder Vereinsmitglieder zwecks Teilnahme weitergeben. Durch einen Klick auf „Starten“ betreten Sie den Raum. BBB fragt, ob Sie mit eingeschaltetem Mikrofon teilnehmen oder nur zuhören wollen. In ersterem Fall testet das System Ihre Audio-Einstellun-

gen. Es empfiehlt sich, die Mikrofon-Option immer erst einmal einzuschalten, da man dies während der Konferenz nur nachholen kann, indem man den Raum verlässt und erneut betritt. Stummschalten lässt sich das Mikrofon jederzeit. Durch einen Klick auf das Kamerasymbol schalten Sie Ihre Webcam ein. BBB fragt dann, ob Sie die Freigabe erteilen wollen und welche Webcam Sie benutzen möchten. Eigene Hintergründe für Videokonferenzen gibt es in BBB nicht, Sie können aber virtuelle Webcams wie Snap Camera [1] oder OBS Studio [2] verwenden.

In einem BBB-Raum stehen folgende Stufen auf der Karriereleiter offen: Ein Teilnehmer hat die Rechte eines Zuschauers, der zusieht, was der Präsentator auf seinem geteilten Bildschirm ablieft. Um aufzusteigen, braucht es die Unterstützung eines Moderators oder Admins, der den Teilnehmer zum Moderator macht. In dieser Position steht es ihm frei, sich selbst zum Präsentator zu erheben – der Bildschirm gehört dann ihm und er kann Präsentationen zeigen und bearbeiten. Wie im Show-Business üblich, ist der Ruhm meistens nicht von Dauer, nämlich dann, wenn Sie als Administrator entscheiden, ihm die Präsentatorrechte zu entziehen. Dann kann der Teilnehmer nur noch im Chat auf sich aufmerksam machen. Welche Rolle man innehat, ist an der geometrischen Form erkennbar, die einen repräsentiert. Moderatoren haben rechteckige Icons, Teilnehmer sind als Kreise dargestellt. Wenn Sie zum ersten Mal Ihren Bildschirm teilen, müssen Sie Ihrem Browser die Freigabe gestatten. In unserem Test hat das



Als Administrator von BBB können Sie den Raum mit einem Passwort schützen und bestimmen, wie die Teilnehmer den Raum betreten.



In BigBlueButton tauschen sich Teilnehmer im öffentlichen oder privaten Chat aus, arbeiten zusammen auf dem Whiteboard oder besprechen sich in Breakout-Räumen.

mit den von BBB empfohlenen Browsern Safari, Firefox und Chrome problemlos funktioniert.

Es gibt noch weitere Optionen, um die Rechte der Teilnehmer einzuschränken. Als Administrator bestimmen Sie etwa, wer chatten darf oder das Mikrofon und die Webcam freigibt. Gerät die Videokonferenz einmal außer Kontrolle, können Sie auch alle Teilnehmer gleichzeitig ruhigstellen. Damit es nicht soweit kommt, bieten Breakout-Räume die Möglichkeit, die Teilnehmer in separate Räume aufzuteilen. Per Drag & Drop ziehen Sie dafür die Teilnehmer in die Räume oder erlauben ihnen, sich selbst aufzuteilen. Man kann das System auch auswürfeln lassen, wer zusammenkommt. Die Breakout-Räume geben Lernenden die Möglichkeit, sich in kleineren Gruppen auszutauschen und bieten eine Abwechslung zum Frontalunterricht.

## Was geht und was stört

Dem Präsentator stehen Werkzeuge zur Verfügung, um Präsentationen zu bearbeiten, Umfragen zu erstellen und externe Videos zu teilen. Zudem gibt es einen öffentlichen Chat und die Möglichkeit, andere privat anzuschreiben. Wer sich zu Wort melden oder seine Verwirrung über den vermittelten Stoff ausdrücken möchte, ändert seinen Status in „Hand heben“ beziehungsweise „verwirrt“. Auf dem Whiteboard können einzelne oder mehrere Teilnehmer zusammenarbeiten. Mit Text, Formen und Farben lässt sich in Präsentationen Wichtiges hervorheben oder gemeinsam brainstormen.

Die Konferenzen lassen sich aufnehmen und per Link verschicken. Es ist aber nicht möglich, die Aufzeichnungen herunterzuladen und zu schneiden. Das erschwert es Professoren, ihre Vorlesungen in einzelne Themenabschnitte zu unterteilen und den Studierenden zur Verfügung zu stellen. Diese müssen dann durch Vor- und Zurückspulen in mehrstündigen Aufzeichnungen nach dem Themenbereich suchen, den sie noch einmal hören möchten. Nervig ist außerdem, dass man bei jedem Betreten des Raums erneut der Mikrofonnutzung zustimmen muss und dass der Chat nicht über Autoscrollen verfügt. Wenn man Text auf die Folien schreibt, lässt dieser sich weder nachträglich editieren, noch kann man das gesamte Whiteboard herunterladen. Fürs Protokollieren empfiehlt es sich daher, stattdessen in einem Editor mitzuschreiben und diesen per „Bildschirm teilen“ mit den anderen Teilnehmern zu teilen.

## Eine Frage der Bandbreite

Um die eigene Installation zu testen, empfehlen die Hersteller, die Konferenz über mehrere Browser-Tabs zu betreten. Fünf Personen, die jeweils eigene Tabs im Browser öffnen, können so schnell 10, 20 und mehr Nutzer simulieren. Schalten Sie dabei besser das Mikro stumm, sonst entstehen Rückkopplungen. Die FAQ von BBB gibt Tipps, wie man die benötigte Bandbreite anhand der zu erwartenden Teilnehmeranzahl und der Kamera-Auflösung berechnet (siehe ct.de/y6rf).

Um Bandbreite zu schonen, sollte man folgende Hinweise beachten: Je mehr

Videos gleichzeitig streamen, desto höher ist der Verbrauch. Eine LAN-Verbindung ist stabiler als eine Teilnahme über WLAN. Den Bildschirm zu teilen verbraucht am meisten Bandbreite – Folien teilen und der Austausch im Chat wirken sich dagegen kaum aus. Den Erfahrungen des Veranstaltungsanbieters heise Events zufolge – wie c’t Teil der Heise Medien GmbH – gelingen Treffen mit 20 Teilnehmern mit gleichzeitig aktiver Webcam stabil. Nur vereinzelt kam es zu Bildproblemen. Auch verschiedene Bildungseinrichtungen in Deutschland berichten, dass sie Veranstaltungen mit bis zu 30 Personen problemlos durchführen.

## Für wen BBB in Frage kommt

BBB eignet sich prima für virtuelle Workshops oder Vereinssitzungen – besonders wenn man diese auf dem eigenen Server laufen lassen will. Durch Funktionen wie das Whiteboard und die Breakout-Räume liegt BBBs besondere Stärke im Bereich Lehre für Unis und Schulen. Auch Spieleabende und Familientreffen in BBB sind möglich, hier greift man aber besser auf Jitsi zurück [3].

(kim@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Kim Sartorius, AR-Schnapschuss, Effekte erstellen mit Lens Studio, c’t 14/2020, S. 144
- [2] Liane M. Dubowy, Schöner Hintergrund, Virtuelle Webcam für Videokonferenzen mit OBS Studio, c’t 12/2020, S. 168
- [3] Jahn Mahn, Videokonferenz nach Maß, Jitsi Meet personalisieren, c’t 12/2020, S. 132

Weitere Infos: [ct.de/y6rf](https://ct.de/y6rf)

Es gibt **10** Arten von Menschen.  
iX-Leser und die anderen.



**Jetzt Mini-Abo testen:**  
3 Hefte + Bluetooth-Tastatur  
nur 16,50 €

[www.ix.de/testen](http://www.ix.de/testen)



[www.ix.de/testen](http://www.ix.de/testen)



49 (0)541 800 09 120



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



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIK



# Die dunkle Seite

## Vollständiger Dark Mode in Microsoft Word

**Es gibt zwar einen Dark Mode im aktuellen Microsoft Office, Textseiten in Word bleiben dabei jedoch grellweiß. Mit ein paar Handgriffen lassen sie sich aber doch abdunkeln.**

Von Stefan Wischner

Microsoft Office ignoriert zwar wie die allermeisten Windows-Anwendungen den Dark Mode von Windows 10 („Einstellungen/Personalisierung/Farben“), bietet aber Abonnenten von Microsoft 365 (vormals Office 365) ein eigenes dunkles Oberflächen-Design. Für den aktuell genutzten Rechner aktivieren Sie es in einem beliebigen Office-Programm unter „Datei/Optionen/Allgemein“. Im Abschnitt „Microsoft Office-Kopie personalisieren“ wählen Sie unter „Office-Design“ den Eintrag „Schwarz“ aus.

Soll das Design automatisch auf allen Rechnern geändert werden, auf denen Office mit Ihrem Microsoft-Konto verbunden ist, nehmen Sie die Einstellung an anderer Stelle vor: Wählen Sie hierzu „Datei/Konto“. Sie finden die Auswahl der Office-Designs im linken Bereich bei den Kontodaten. Um ein einzelnes Gerät aus der Design-Synchronisierung auszunehmen, stellen Sie auf dem betroffenen Rechner das gewünschte Design unter „Datei/Optionen/Allgemein“ ein und setzen dazu das Häkchen bei „Immer diese Werte verwenden, unabhängig von der Anmeldung bei Office“.

Leider haben die Microsoft-Entwickler den Dark Mode bei Word nicht konsequent umgesetzt. Zwar färbt das schwarze Office-Design die Bedienelemente und den Fensterhintergrund dunkel ein; Beschriftungen und Symbole werden hell. Jedoch bleiben etliche Dialogboxen (zum Beispiel die für das Absatzformat) hell. Schlimmer noch: Das Dokument wird weiterhin mit schwarzem Text auf weißem Grund dargestellt und der Textbereich bleibt damit unangenehm grell.

### Methode 1: Seitenhintergrund schwärzen

Ein Weg, das zu verhindern und einen echten Dark Mode zu erreichen, ist das Ändern der Seitenhintergrundfarbe. Das müssen Sie allerdings in jedem Dokument separat tun. Die Einstellung finden Sie im Menü „Entwurf“. Klicken Sie rechts im Abschnitt „Seitenhintergrund“ auf „Seitenfarbe“. Das Office-Design heißt zwar „Schwarz“, die Oberfläche ist aber eher dunkelgrau. Um den Textseiten die gleiche Färbung zu geben, wählen Sie aus der zweiten Spalte im Designfarben-Auswahlfeld die Farbe „Schwarz, Text 1, heller 15%“.

Die Textfarbe müssen (und sollten) Sie nicht ändern; sie wechselt bei einem dunklen Seitenhintergrund automatisch zu Weiß. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass im verwendeten Absatzformat als Schriftfarbe „Automatisch“ gewählt ist.

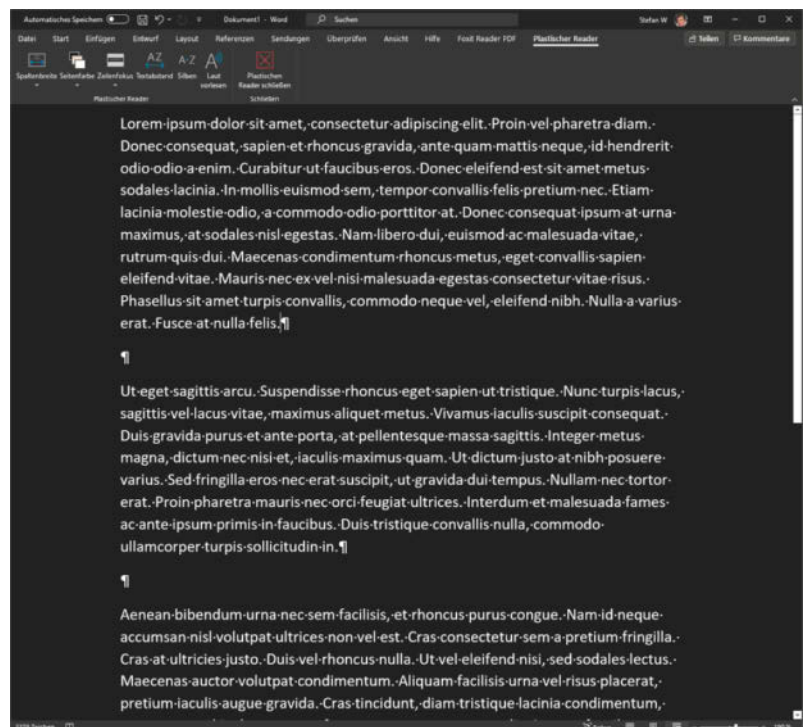
Die gezeigte Methode hat einen großen Nachteil: Die dunkle Hintergrundfarbe der Seite ist Bestandteil des Seitenlay-

outs und wird in der jeweiligen Datei gespeichert. Gibt man das Dokument weiter, wird es dem Empfänger ebenfalls mit einem dunklen Hintergrund und hellem Text angezeigt. Das gilt auch für andere Textverarbeitungen, die Word-Dokumente lesen können, zum Beispiel TextMaker oder Libre Office Writer. Sie müssten also vor der Weitergabe daran denken, die Seitenfarbe wieder auf Weiß zurückzusetzen.

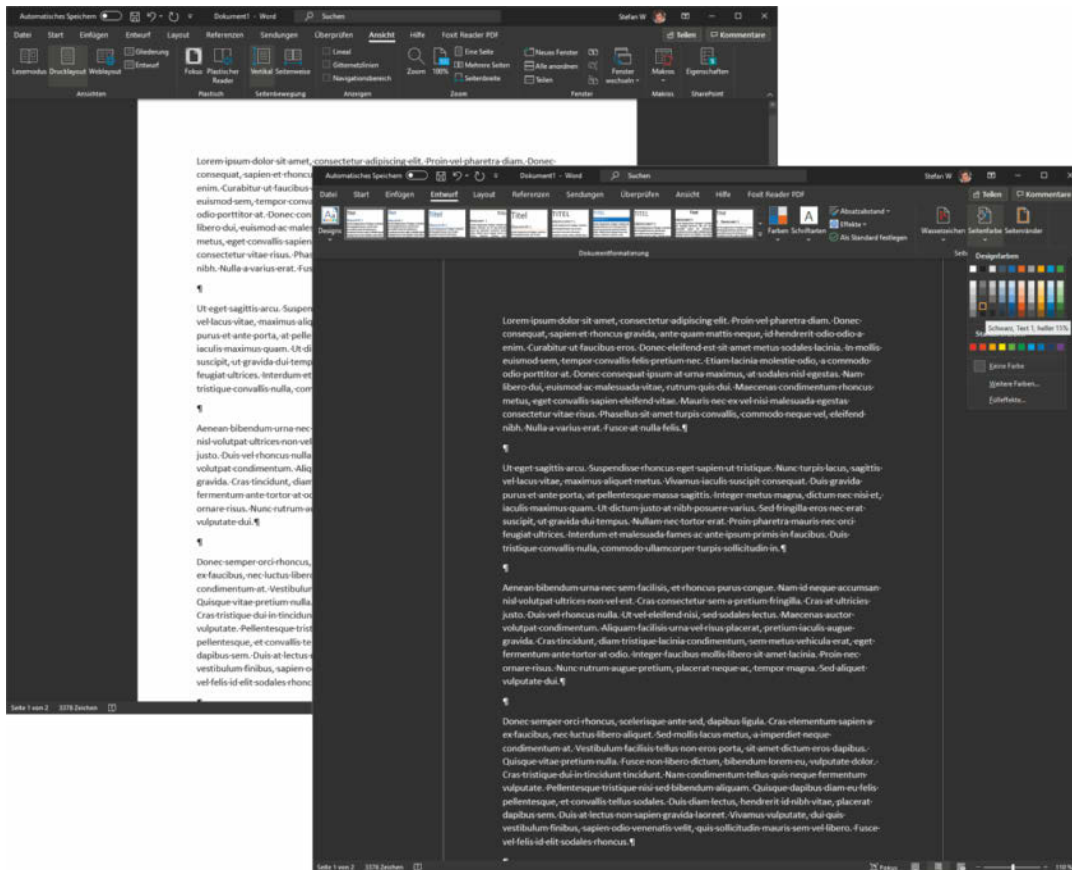
Immerhin: Zumindest unter Word besteht keine Gefahr, dass Sie oder der Empfänger das Dokument invers ausdrucken. Es gibt nämlich eine Einstellung, die das verhindert und die standardmäßig aktiv ist: Unter „Datei/Optionen/Anzeige“ sollte das Häkchen bei „Hintergrundfarben und -bilder drucken“ nicht gesetzt sein. Ist diese Einstellung falsch, würde das schon bei der Seitenvorschau im Druckdialog auffallen. Aber Vorsicht: Libre Office Writer und TextMaker bieten eine solche Option nicht. Hiermit würde das Dokument so ausgedruckt werden, wie es der Bildschirm anzeigt, also Weiß auf Schwarz.

### Methode 2: Plastischer Reader

Ein anderer Weg zu einem echten Dark Mode führt über den „Plastischen Reader“. Dieser Darstellungsmodus ist dazu gedacht, Nutzern mit Lese-, Lern- oder Sehschwächen zu helfen. Word kann in



Der Modus „Plastischer Reader“ bietet Lesehilfen für Seh- und Lernschwache, lässt sich aber auch einfach als Dark Mode nutzen.



Das optionale dunkle Design von Microsoft Word lässt den Textbereich grellweiß. Für einen echten Dark Mode können Sie den Seitenhintergrund ändern.

diesem Modus zum Beispiel Texte vorlesen oder Wörter durch Bilder symbolisieren. Auch wenn man diese Hilfen nicht braucht, kann man den plastischen Reader als Dark Mode nutzen. Anders als der Name vermuten lässt, versetzt der Plastische Reader Word nicht etwa in einen Nur-Lesen-Modus, sondern erlaubt das nahezu uneingeschränkte Bearbeiten des Textes.

Diesen Modus aktivieren Sie über „Ansicht/Plastischer Reader“. Die Textdarstellung mutet zunächst etwas seltsam an: Alle Buchstaben stehen zu weit auseinander und Wörter sind unter Umständen in ihre Silben zerlegt. Das sind die besagten Lesehilfen, die sich aber ganz einfach abschalten lassen: Im Modus „Plastischer Reader“ ist eine zusätzliche Symbolleiste mit nur wenigen Funktionen aktiv. Klicken Sie dort auf „Textabstand“ und „Silben“, sodass beide Schaltflächen nicht mehr mit einer helleren Markierung hinterlegt sind. Das normalisiert die Textdarstellung und wird auch als Voreinstellung gespeichert. Für eine invertierte Darstellung klicken Sie im Sondermenü „Plastischer Reader“ (nicht wie zuvor unter „Entwurf“) auf „Seitenfarbe“ und wählen entweder Schwarz aus der gebotenen Auswahlpalette oder ein zur übrigen Word-Oberfläche passendes Dunkelgrau über „Weitere Farben“. Mit der Schaltfläche „Spaltenbreite“ wählen

Sie die Zeilenlängen zwischen vier Voreinstellungen aus. Das ändert nur die Darstellung auf dem Monitor und beeinflusst nicht die tatsächlichen Druckseitenränder. Die angezeigte Schriftgröße passen Sie mit Strg+Mausrad oder mit dem Schieberegler rechts unten an.

Ein Vorteil dieser Methode gegenüber dem Ändern des Seitenhintergrundes: Der Plastische Reader beeinflusst nur die Bildschirmdarstellung, nicht aber die Textdatei. Diese wird im Originaldesign gespeichert, also normalerweise Schwarz auf Weiß. Der Nachteil: Zwar werden die meisten Formatierungen korrekt dargestellt, aber nicht alle. Das betrifft zum Beispiel das Seitenformat (Druckränder), Tabellen und Spaltensatz. Sie können jederzeit in die normale Ansicht zurückwechseln. Dazu klicken Sie entweder erneut auf „Ansicht/Plastischer Reader“ oder auf „Plastischen Reader schließen“ im Zusatzmenü „Plastischer Reader“.

## Ablenkungsfrei schreiben

Auf der Wunschliste vieler Texter steht neben einer dunklen Bedienoberfläche auch ein ablenkungsfreier Modus. Dabei werden nahezu alle Bedienelemente und Menüs ausgeblendet und es verbleibt nur der Text auf dem Bildschirm. Auch Word bietet so eine Einstellung. Sie heißt „Fokus“ und lässt sich per Klick auf die

gleichnamige Schaltfläche im Menü „Ansicht“ ein- und ausschalten. Alternativ funktioniert auch ein Klick auf das Fokussymbol in der Statuszeile rechts unten. Die Fokus-Ansicht funktioniert in Verbindung mit beiden hier gezeigten Dark-Mode-Einstellungen, also sowohl bei Änderung der Seitenfarbe als auch im Plastischen Reader.

Die in der Fokusansicht vielleicht noch störenden vertikalen und horizontalen Zeilenlineale lassen sich einfach ausblenden. Dazu entfernen Sie das Häkchen bei „Anzeigen/Ansicht/Lineal“. Übrig bleibt dann nur eine Kopfzeile mit drei Punkten als Titel und den Schaltflächen für das Schließen und Verlassen des Vollbildmodus. Möchten Sie wieder zur Normalansicht wechseln, drücken Sie die Esc-Taste.

Um an die Menüs und Symbolleisten zu kommen, müssen Sie nur den Mauszeiger an den oberen Bildschirmrand bewegen. Ein Klick in den Textbereich blendet das Menüband wieder aus.

## Fazit

Eine vollständig dunkle Arbeitsumgebung erreichen Sie in Microsoft Word derzeit nur auf Umwegen, mit denen Sie sich ein paar Nachteile einhandeln. Es steht zu hoffen, dass Microsoft in einem kommenden Update einen echten Dark Mode liefert, wie ihn Outlook bereits hat. (swi@ct.de) **ct**



# 398 Gramm Gehacktes, bitte!

## Alternative Firmware auf Nintendos Switch installieren

**Mit einer Custom-Firmware bringen Sie Ihrer Switch neue Tricks bei. Eine aktive Homebrew-Community bohrt die Spielkonsole derzeit ordentlich auf: Retro-Emulatoren, Streaming von PC-Spielen und Untertaken für längere Laufzeiten sind nur einige Beispiele. Hier gibt es die Anleitung und Tipps für spannende Homebrew-Apps.**

Von Kjell Norton

**S**elten war eine Konsole in so kurzer Zeit so erfolgreich wie Nintendos Switch – und selten wurde eine Konsole so schnell gehackt wie die Hybrid-Konsole. Kaum länger als ein Jahr hat es ge-

dauert, bis eine Schwachstelle im Boot-ROM des verwendeten Tegra-X1-Chips publik wurde. Das ist der Ansatzpunkt für eine Custom-Firmware (CFW).

Nach der Installation einer CFW können Sie von Hobbyprogrammierern entwickelte Apps wie Emulatoren von Retro-Spielkonsolen starten. Außerdem gibt es jede Menge Tools, etwa um Spielstände zu managen oder die Prozessortaktfrequenz zu ändern, um unterwegs eine höhere Laufzeit herauszukitzeln oder zu Hause mit der Konsole im Dock flüssiger zu spielen. Um eins gleich vorwegzunehmen: Mit unserer Anleitung kann die Switch keine illegalen Kopien von Spielen starten. Im Folgenden beschreiben wir die Installation der Open-Source-CFW Atmosphère.



### Requisiten

Bevor es losgeht, muss Ihnen klar sein, dass das Hacken der Konsole auf eigene Gefahr geschieht! Das Risiko, die Konsole permanent zu beschädigen, ist bei genauer Beachtung dieser Anleitung zwar gering, aber dennoch vorhanden. Außerdem sollten Sie im Hinterkopf behalten, dass Nintendo gehackte Switch-Konsolen erkennen und von allen Onlinediensten sperren kann. Ist das der Fall, können Sie mit der Konsole nie wieder online gegen Freunde spielen, Updates für Spiele herunterladen oder Titel im E-Shop kaufen!

Die Ausgangsbasis für Homebrew-Anwendungen schafft der „Fusée Gelée“-Exploit. Er ist nicht permanent und Sie müssen ihn bei jedem Kaltstart der Konsole



erneut ausführen. Geschieht dies nicht, bootet die Spielkonsole mit dem regulären System. Um den Exploit auszuführen, benötigen Sie einen PC.

Um loszulegen, müssen Sie eine mit dem Exploit kompatible Switch-Konsole besitzen. Nur die erste der mittlerweile drei Hardware-Revisionen ist anfällig für den Fusée-Gelée-Exploit. Neuere Modelle inklusive der Switch Lite bleiben zum jetzigen Zeitpunkt außen vor. Nintendo hat mit abgesicherter Hardware auf die Schwachstelle reagiert.

Um herauszufinden, ob Ihr Exemplar kompatibel ist, geben Sie die am unteren Rand der Konsole zu findende Seriennummer auf der Website [ismyswitchpatched.com](http://ismyswitchpatched.com) ein. Anhand der Nummer erkennt die Website die Hardware-Revision und teilt Ihnen mit, ob sie für den Exploit anfällig ist oder nicht.

Als Nächstes benötigen Sie ein Werkzeug, um die Konsole in den Recovery-Modus (RCM) zu versetzen. Diesen Zustand lösen Sie über den „Tegra Home Button“ aus, der bei der Switch-Konsole allerdings nicht direkt erreichbar ist. Nintendo hat ihn zu Diagnosezwecken in der rechten Joy-Con-Schiene versteckt. Brücken Sie die Kontakte 1 und 10, gilt der Home Button als gedrückt. Doch Vorsicht: Wir raten davon ab, die im Netz verbreitete Büroklammer-Methode anzuwenden. Das Risiko von verbogenen Kontakten und Kurzschlüssen ist damit sehr hoch. Im schlimmsten Fall beschädigen Sie die Konsole dauerhaft und der Spaß ist vorzeitig vorbei. Stattdessen raten wir dazu, ein speziell angefertigtes Kunststoffteil mit zwei Kontakten zu benutzen. Das sogenannte „RCM Jig“ rastet wie ein Joy-Con in der rechten Schiene der Konsole ein und ist für unter fünf Euro bei chinesischen Onlinehändlern erhältlich.

Des Weiteren sind ein USB-C-Kabel, ein SD-Kartenleser für den PC und eine MicroSD-Karte mit mindestens 64 GByte Speicherkapazität erforderlich. Um einen zügigen Betrieb zu garantieren, empfehlen wir eine Speicherkarte der Klasse 10 mit A1-Kennzeichnung. Wer viel Homebrew-Software installieren möchte, sollte gleich eine größere Karte wählen. Praktisch, aber nicht zwingend notwendig ist ein sogenannter „RCM Loader“ inklusive RCM Jig für rund 13 Euro: Diesen Dongle schließen Sie direkt via USB-C an die Konsole an und stellen darüber den Exploit zur Verfügung. Dadurch entfällt bei einem Neustart der Switch die Notwendigkeit,

die Konsole für einen erneuten Start der CFW mit einem PC zu verbinden.

## Halb und halb?

Mit unserer Methode fahren Sie zweigleisig und die CFW läuft komplett von der SD-Karte. So bleibt die Original-Firmware auf dem fest eingebauten eMMC-Speichermodul im Originalzustand und Sie können darüber weiterhin alle Onlinefunktionen nutzen. Damit ist der Hack weniger offensichtlich. Doch es gibt keine hundertprozentige Garantie, dass Nintendo die modifizierte Konsole nicht trotzdem erkennt und sperrt.

Der Bereich auf der SD-Karte, von dem die CFW geladen wird, nennt sich „emuMMC“ – also ein emuliertes eMMC-Modul – und ist eine Kopie der Original-Firmware. Der Clou an dieser Methode ist, dass Sie im emuMMC eine CFW nebst Homebrew-Apps installieren können, ohne Spuren im Speicher der Konsole zu hinterlassen.

Schwierigkeiten treten aber auf, wenn Sie im unberührten Originalsystem ein System-Update installieren, von der SD-Karte aber noch eine ältere System-Software läuft: Der Tegra-Chip nutzt einen Sicherheitsmechanismus namens „eFuse“. Beim Update wird im Chip eine von vielen mikroskopischen Verbindungen (Fuses) wortwörtlich verbrannt. Dieses Verfahren verhindert Downgrades, also die Installation älterer Systemsoftware.

Dafür zählt das System die Fuses. Sind bereits zu viele Fuses verbrannt, startet eine ältere Firmware nicht mehr. Führen Sie mit der Original-Firmware ein Update

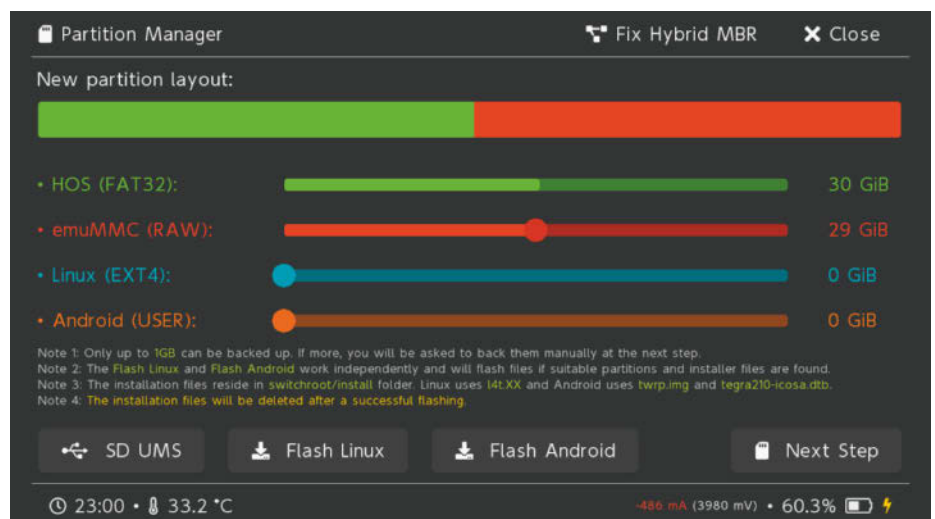
durch, startet danach womöglich die Custom Firmware nicht mehr. Umgekehrt ist das theoretisch auch möglich.

Doch mit einem Trick können Sie das Verbrennen der Fuses verhindern. Dafür booten Sie die Original-Firmware vor dem Update über einen alternativen Bootloader und starten das Update. Anschließend führen Sie das Update in der CFW als Offline-Variante durch.

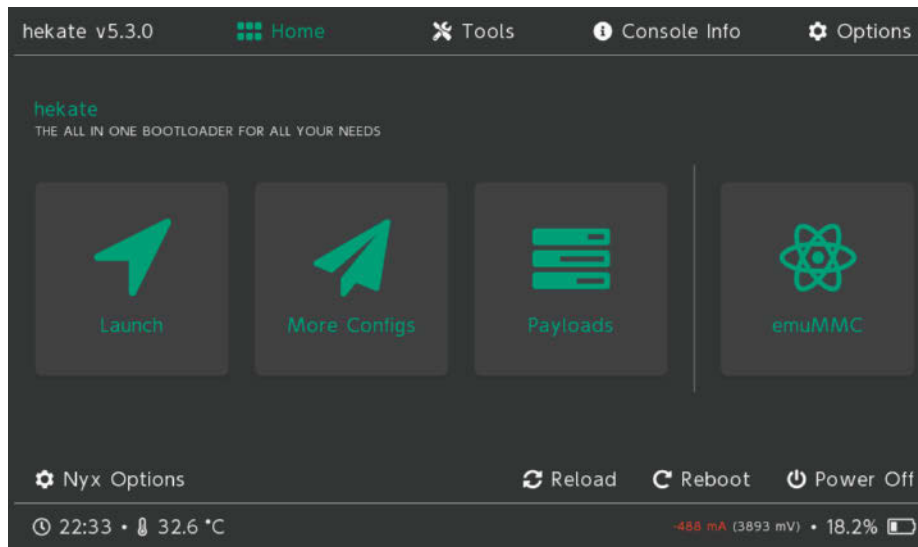
System-Updates sind nötig, da einige Homebrew-Apps aktuelle Systemversionen voraussetzen. Vor einem Update sollten Sie jedoch prüfen, ob die neue Softwareversion bereits von der CFW unterstützt wird. Ansonsten startet diese bisweilen nicht mehr. Am besten bringen Sie die Switch vor der Installation der CFW auf den aktuellen Stand. Da es sich um eine Hardware-Lücke handelt, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass der Exploit auch mit kommenden Firmware-Updates funktioniert. In unserem Beispiel hatten wir auf der Switch die Ausgabe 10.4 installiert, die die CFW Atmosphäre vollständig unterstützt.

## Sicherheit geht vor

Bevor Sie mit der Installation der CFW beginnen, entfernen Sie alle gespeicherten WLAN-Zugänge in den Systemeinstellungen der Konsole und trennen Sie gegebenenfalls die Ethernet-Verbindung von der Dockingstation. Dieser Schritt ist wichtig, da Sie im Folgenden eine Kopie der Original-Firmware mitsamt aller Einstellungen und Nutzerdaten anlegen müssen, die als Basis für die CFW dient.



Mit unserer Anleitung starten Sie die CFW komplett von einer SD-Karte. Somit verbleibt die Original-Firmware im internen Speicher unverändert.



Über den Hekate-Bootloader starten Sie entweder die Original-Firmware oder die Custom-Firmware Atmosphère.

Ist beim ersten Start der Custom-Firmware bereits ein Internetzugang eingerichtet, hat die Konsole die Möglichkeit, nach Hause zu telefonieren und damit den Grundstein für eine Sperrung seitens Nintendo zu legen. Sie können zwar über manuell gesetzte DNS-Server (Beispiel: 90DNS) den Kontakt zu Nintendo-Servern blockieren, hundertprozentig sicher ist es allerdings nur, mit der CFW komplett offline zu bleiben. Ist Ihnen ein möglicher Ban egal, können Sie diese Vorsichtsmaßnahme auslassen.

## Präparationen am PC

Die SD-Karte, die die CFW aufnehmen soll, müssen Sie am PC vorbereiten. Falls sich Daten auf der Karte befinden, formatieren Sie sie für einen reibungslosen Ablauf. Es ist vorerst egal, ob die Karte mit dem exFAT- oder dem FAT32-Dateisystem formatiert ist. Durch das nachträgliche Partitionieren im späteren Verlauf wird die Karte ohnehin mit FAT32 formatiert, da dieses Dateisystem auf der Switch am stabilsten arbeitet. NTFS funktioniert nicht.

Laden Sie zunächst die aktuelle Version des Hekate-Bootloaders herunter (siehe [ct.de/ykue](http://ct.de/ykue)). Dieser hilft, eine Sicherheitskopie des internen Speichers auf der SD-Karte abzulegen, die Karte zu partitionieren und anschließend den emuMMC-Bereich zu erstellen. Er dient außerdem als Bootmanager für die Original-Firmware und die CFW.

Legen Sie auf Ihrem PC einen Ordner namens „Switch Payloads“ an und entpa-

cken Sie die im Zip-Archiv enthaltene .bin-Datei dorthin. Diese benötigen Sie zukünftig zum Starten der CFW auf der Konsole. Das Verzeichnis „bootloader“ aus dem Archiv kopieren Sie komplett auf die oberste Ebene der SD-Karte.

Als Nächstes laden Sie die aktuelle Version von Atmosphère herunter (siehe [ct.de/ykue](http://ct.de/ykue)). Entpacken Sie den gesamten Inhalt des Zip-Archivs auf die SD-Karte. Im Anschluss werfen Sie die SD-Karte über den Explorer aus.

Außerdem benötigen Sie noch das Tool „Lockpick RCM“ (siehe [ct.de/ykue](http://ct.de/ykue)). Kopieren Sie die Datei „Lockpick\_RCM.bin“ ebenfalls in das zuvor angelegte Switch-Payloads-Verzeichnis auf dem PC. Der Zweck dieses Payloads ist es, die Schlüssel der Konsole zu sichern. Diese benötigen Sie im Normalfall nicht, sie dienen aber dazu, das nachfolgend angelegte Speicherabbild der Konsole entschlüsseln zu können, falls in Zukunft etwas schiefgehen sollte.

Zu guter Letzt benötigen Sie die aktuelle Version von „TegraRCMGUI“ (siehe [ct.de/ykue](http://ct.de/ykue)). Diese Software dient dazu, den fremden Bootloader auf die in den RCM versetzte Konsole zu transferieren.

## Exploit nutzen

Schalten Sie die Switch komplett aus. Halten Sie hierfür die Power-Taste gedrückt, bis ein Dialogfenster erscheint. Tippen Sie auf „Power-Optionen“ und „Ausschalten“. Legen Sie jetzt die SD-Karte ein. Der Kartenleser befindet sich unter dem Aufsteller auf der Rückseite der Konsole. Er-

setzen Sie anschließend den rechten Joy-Con durch den RCM Jig. Halten Sie die Taste „Lautstärke +“ an der Konsole gedrückt und betätigen Sie die Power-Taste kurz. Lassen Sie beide Tasten los. Der Bildschirm der Konsole sollte vorerst schwarz bleiben. Führt die Konsole normal hoch, müssen Sie es erneut versuchen. Verbinden Sie das USB-C-Kabel mit der Konsole und dem PC und starten Sie TegraRCMGUI. Bestätigen Sie die Frage nach der Installation des APX-Treibers mit „Ja“. Ohne diesen Treiber hat TegraRCMGUI keinen Zugriff auf die Konsole. Danach sollte das Tool die Meldung „RCM OK“ anzeigen. Falls nicht, schließen Sie das USB-Kabel erneut an. Ab hier können Sie das RCM Jig entfernen und den Joy-Con wieder einrasten.

Wählen Sie in der oberen Zeile des TegraRCMGUI-Fensters die zuvor ins Verzeichnis Switch Payloads entpackte Datei „Lockpick\_RCM.bin“ aus und klicken Sie auf „Inject payload“. Dies sollte der Konsole Leben einhauchen und auf dem Bildschirm sollte nun ein Auswahlmenü mit buntem Text erscheinen. Stellen Sie den Cursor mittels einer der Lautstärketasten auf „Dump from SysNAND“. Bestätigen Sie die Auswahl per Druck auf die „Power“-Taste, um die Schlüssel der Konsole auf der SD-Karte zu sichern. Drücken Sie eine der Lautstärketasten, um wieder zurück ins Hauptmenü zu gelangen. Navigieren Sie nun zu „Reboot (RCM)“ und bestätigen Sie erneut mit „Power“.

Senden Sie jetzt per TegraRCMGUI die .bin-Datei aus dem Switch Payloads-Verzeichnis, deren Name mit „hekate“ beginnt, an die Konsole. Nun sollte auf dem Bildschirm die Bedienoberfläche des Bootloaders erscheinen.

## System-Backup

Ist das geschehen, müssen Sie zuallererst eine Sicherheitskopie des internen Flash-Speichers der Konsole anlegen. Tippen Sie dazu auf „Tools“ und anschließend auf „Backup eMMC“. Legen Sie mittels „eMMCBOOT0 & BOOT1“ zuerst ein Abbild der Boot-Partitionen an. Tippen Sie nach dem Abschluss des Vorgangs auf „Close“ und danach auf „eMMC RAW GPP“, um ein Backup der Hauptpartition anzulegen. Dieser Schritt nimmt je nach Geschwindigkeit der SD-Karte ungefähr 10 bis 25 Minuten in Anspruch. Sobald das System-Backup fertiggestellt ist, entfernen Sie die SD-Karte. Es ist sinnvoll, wenn

## Java 2020

Die Online-Konferenz zum Status quo moderner Java-Entwicklung

1. bis 3. September 2020

Frühbucherrabatt  
bis zum 10. August

Die „Java 2020“-Edition des Herbstcampus bietet Ihnen einen kompakten Überblick zum Status quo der Java-Entwicklung und hilft Ihnen, Ihre Java-Anwendungen zukunftssicher zu gestalten.

### Das können Sie lernen:

- ☑ (Wir haben ein) Neues JDK – was nun?
- ☑ Kommerzielle Anbieter oder eine freie Version?
- ☑ Wie die GraalVM richtig einsetzen?
- ☑ Eclipse MicroProfile oder Jakarta EE?
- ☑ Ist Quarkus wirklich das „Supersonic Subatomic Java“?
- ☑ Micronaut oder andere Microframeworks

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

Goldsponsor



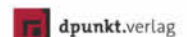
Silbersponsoren



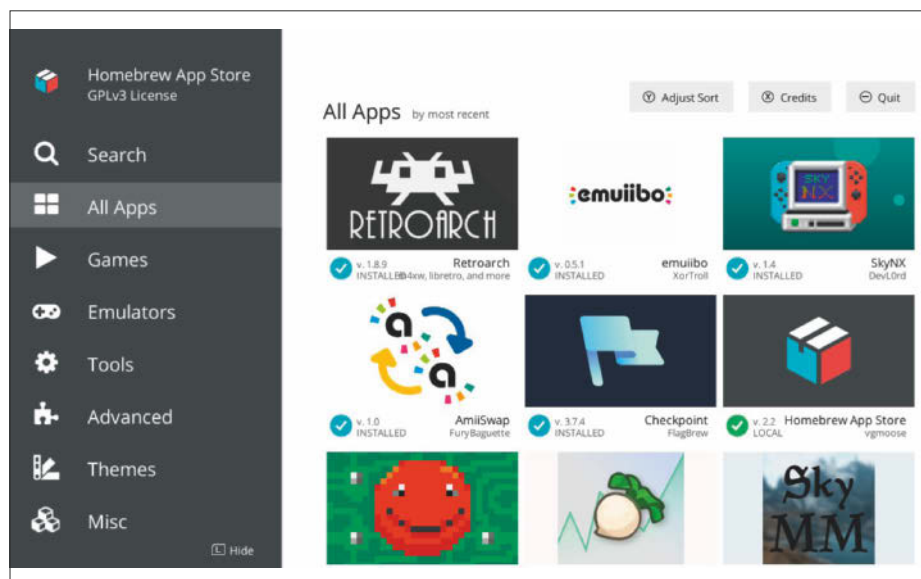
Bronzesponsoren



Veranstalter







Über den Homebrew App Store installieren Sie beispielsweise das Retro-Emulatoren-Paket RetroArch.

Sie dies bei eingeschalteter Konsole tun: Hekate erkennt das Entfernen der Karte und wartet, bis Sie sie wieder einlegen.

Stecken Sie die SD-Karte in den Kartenleser des PCs und kopieren Sie sowohl das „backup“-Verzeichnis als auch die „title.keys“- und die „prod.keys“-Datei aus dem „switch“-Verzeichnis auf Ihre Festplatte. Wir empfehlen, diese Sicherheitskopien zusätzlich auf einem separaten Speichermedium abzulegen. Löschen Sie das etwa 29 GByte große „backup“-Verzeichnis anschließend von der SD-Karte, um Speicherplatz freizumachen. Da die beiden Keys-Dateien keinen nennenswerten Speicherplatz belegen, können Sie diese als zusätzliche Sicherheitskopie auch auf der SD-Karte belassen.

## SD-Karte vorbereiten

Navigieren Sie in das Verzeichnis „bootloader“ auf der SD-Karte und öffnen Sie die Datei „hekate\_ipl.ini“ mit einem Texteditor. Fügen Sie folgende Zeilen hinzu:

```
[Original SysNAND]
fss0=atmosphere/fusee-secondary.bin
stock=1
emummc_force_disable=1
icon=bootloader/res/icon_switch.bmp
[Atmosphere emuMMC]
fss0=atmosphere/fusee-secondary.bin
emummcforce=1
icon=bootloader/res/icon_payload.bmp
```

Diese Zeilen teilen dem Hekate-Bootloader mit, welche Einträge im Boot-Menü

erscheinen und welche Parameter er dafür verwenden soll. Sie erzwingen, dass die Original-Firmware nur vom internen Speicher und die CFW nur von der SD-Karte gestartet wird.

Speichern Sie die Datei ab, denken Sie daran, die SD-Karte vor dem Entfernen über den Explorer auszuwerfen, und stecken Sie die Speicherkarte wieder in die Konsole. Hekate sollte nun automatisch neu starten.

Um auf der SD-Karte einen festen Platz für die CFW zu schaffen, müssen Sie diese nun partitionieren. Das geht praktischerweise mittels Hekate direkt auf der Switch. Tippen Sie auf Tools und anschließend unten rechts auf den Punkt „Arch bit – RCM – Touch – Partitions“.

Unter dem Menüpunkt „Partition SD Card“ erscheint zunächst eine Meldung darüber, dass die Daten auf der SD-Karte automatisch gesichert werden, sofern sie weniger als 1 GByte umfassen, was nach dieser Anleitung der Fall sein sollte.

Bestätigen Sie die Meldung mit „OK“. Ziehen Sie als Nächstes den roten Schieberegler „emuMMC (RAW)“ auf dem Bildschirm so weit nach rechts, dass 29 GByte Speicher zugewiesen werden. Dies ist die Mindestgröße für die emuMMC-Partition und entspricht der Kapazität des internen Speichers der Switch. Tippen Sie auf „Next Step“ und anschließend auf „Start“. Bestätigen Sie wenn nötig die Partitionierung mit der Power-Taste.

Die SD-Karte wird nun in zwei Partitionen unterteilt: eine FAT32-Partition für

allgemeine Daten und eine emuMMC-Partition, von der die CFW läuft. Sobald die Partitionierung abgeschlossen ist, bestätigen Sie dies mit „OK“ und tippen danach auf „Close“. Kehren Sie in die Rubrik „Home“ zurück.

Als letzten Schritt müssen Sie noch den Inhalt des internen Speichers auf die emuMMC-Partition spiegeln. Tippen Sie dazu auf den Menüpunkt „emuMMC“ und anschließend auf „Create emuMMC“. Wählen Sie im Dialogfenster „SD Partition“ aus und tippen Sie auf „Part 1“. Dieser Vorgang dauert ungefähr 10 bis 25 Minuten. Ist der Vorgang abgeschlossen, tippen Sie auf „Close“. Nun sollte im oberen linken Bereich in grüner Schrift „Enabled!“ erscheinen. Das bedeutet, dass das emulierte emuMMC-Modul auf der SD-Karte aktiviert und einsatzbereit ist. Kehren Sie über „Close“ zum Home-Menü zurück.

Wenn Sie die SD-Karte in diesem Zustand am PC beschreiben wollen, ist Vorsicht geboten. Da Windows mit der zweiten Partition nichts anzufangen weiß, taucht möglicherweise ein Dialog zur Formatierung des Datenträgers auf. Ignorieren Sie die Aufforderung, da sonst die emuMMC-Partition gelöscht wird.

## Startklar

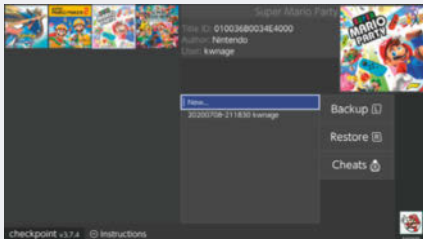
Tippen Sie auf den Menüpunkt „Launch“. Hier sollten nun die zuvor in der Konfigurationsdatei angelegten Punkte „Original SysNAND“ und „Atmosphere emuMMC“ zur Auswahl stehen. Ist das nicht der Fall, hat etwas bei der Konfiguration nicht richtig funktioniert. Überprüfen Sie in diesem Fall noch einmal die Datei „hekate\_ipl.ini“ auf eventuelle Tippfehler.

Der Punkt „Original SysNAND“ startet die Konsole wie gewohnt mit der Original-Firmware. Ist „Atmosphere emuMMC“ ausgewählt, bootet die Custom Firmware. Wählen Sie den Punkt für die CFW aus. Nach dem Booten entsperren Sie das System wie gewohnt. Starten Sie nun das Fotoalbum. Aufgrund der Modifikationen erscheint aber stattdessen das Homebrew-Menü „hbmnu“. Die Custom Firmware läuft also! Möchten Sie tatsächlich das Fotoalbum starten, müssen Sie dabei die „R“-Taste gedrückt halten.

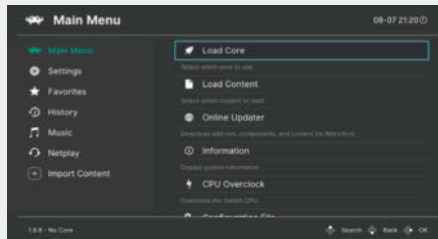
Nicht wundern, wenn Sie zwischen den Systemen wechseln: Da der Speicher der emuMMC komplett vom internen Speicher der Konsole entkoppelt ist, werden Spielstände und das Löschen oder

## Best of Homebrew-Apps

Die Links zu unseren Homebrew-Empfehlungen finden Sie über [ct.de/ykue](https://ct.de/ykue). Zum Installieren kopieren Sie die Dateien aus den Archiven lediglich in den „Switch“-Ordner auf der SD-Karte. Wer es noch einfacher haben will, installiert Apps direkt aus dem „Homebrew App Store“ auf der Switch.



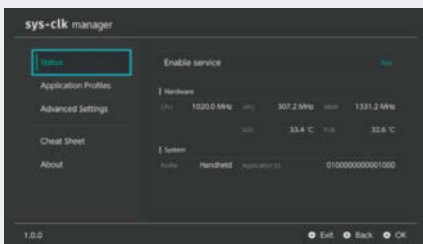
Mit der Homebrew-App „Checkpoint“ verwalten Sie Ihre gespeicherten Spielstände und fertigen beispielsweise Backups an.



Die Emulationsplattform RetroArch wurde vorbildlich auf die Switch portiert. Damit spielen Sie unter anderem Titel der Retro-Konsolen SNES, Mega Drive und N64.



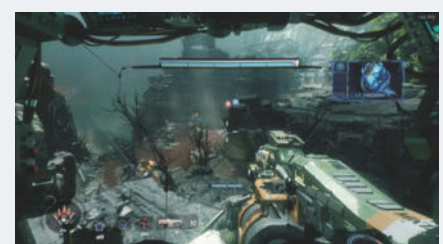
Mit „ScummVM“ zocken Sie Adventure-Klassiker wie „Monkey Island“ unterwegs. Die Steuerung gelingt bequem über den Touchscreen.



Mit dem Tool „Sys-clk“ erhöhen oder verringern Sie die Taktraten des SoC. Im Dock-Modus läuft etwa Doom (2016) flüssiger und mit mehr Details.



Mit dem Tool „sys-con“ steuern Sie Spiele über via USB an die Switch angeschlossene Playstation- und Xbox-Controller.



Mit SkyNX streamen Sie PC-Spiele auf die Switch. So spielten wir den Ego-Shooter „Titanfall 2“ mit 60 fps.

Hinzufügen von Spielen und Apps nicht zwischen den beiden Systemen gespiegelt.

### Meine erste Homebrew-App

Speziell für die CFW entwickelte Apps bekommen Sie am einfachsten über den „Homebrew App Store“. Den rufen Sie am PC direkt über einen Browser auf oder Sie laden den Store als App auf die Switch. Für letzteres muss die Konsole allerdings online sein, was die Gefahr eines Bans erhöht. Wenn Sie das Risiko eingehen wollen, kappen Sie unbedingt via alternativen DNS-Einträgen in den Switch-Einstellungen die Verbindungen zu den Nintendo-Servern (siehe [ct.de/ykue](https://ct.de/ykue)).

Da das über das Fotoalbum gestartete Homebrew-Menü nur im abgespeckten Applet-Modus läuft, funktionieren manche Apps wie die Emulatorsammlung Retro-

Arch nicht. Falls eine App mal nicht lädt, starten Sie das Homebrew-Menü erneut, indem Sie die Taste „R“ drücken und ein beliebiges Spiel starten. Halten Sie „R“ gedrückt, bis das Homebrew-Menü statt des Spiels erscheint. Hierdurch profitiert die App von erhöhten Rechten. Erst mit diesem Vorgehen konnten wir in unserem Fall RetroArch starten. Mit eingeschränkten Rechten ist die App beim Startvorgang stets abgestürzt.

### Fazit

Die Nintendo Switch ist bereits von Haus aus eine tolle Spielkonsole und das Konzept des stationären und mobilen Einsatzes wurde überzeugend umgesetzt. Mit den richtigen Homebrew-Apps können Sie sogar noch mehr herausholen und die Hybrid-Konsole mutiert bei-

spielsweise zum Allround-Emulator für ältere Spielkonsolen und Point-and-Click Adventures.

Außerdem können Sie durch Reduzierung der Taktraten bei einigen Titeln ohne große Performance-Einbußen längere Akkulaufzeiten herausholen oder den Takt hochschrauben, um Rucklern bei anspruchsvollen 3D-Titeln vorzubeugen.

Für den ausgebauten Funktionsumfang gehen Sie aber Risiken ein und riskieren mitunter einen permanenten Ban von allen Onlinefunktionen. Ob es Ihnen das wert ist, müssen Sie für sich selbst entscheiden.

(des@ct.de) 

**CFW Atmosphère, DNS-Block, Hekate Bootloader, Homebrew App Store, Lockpick, PC-Client:** [ct.de/ykue](https://ct.de/ykue)

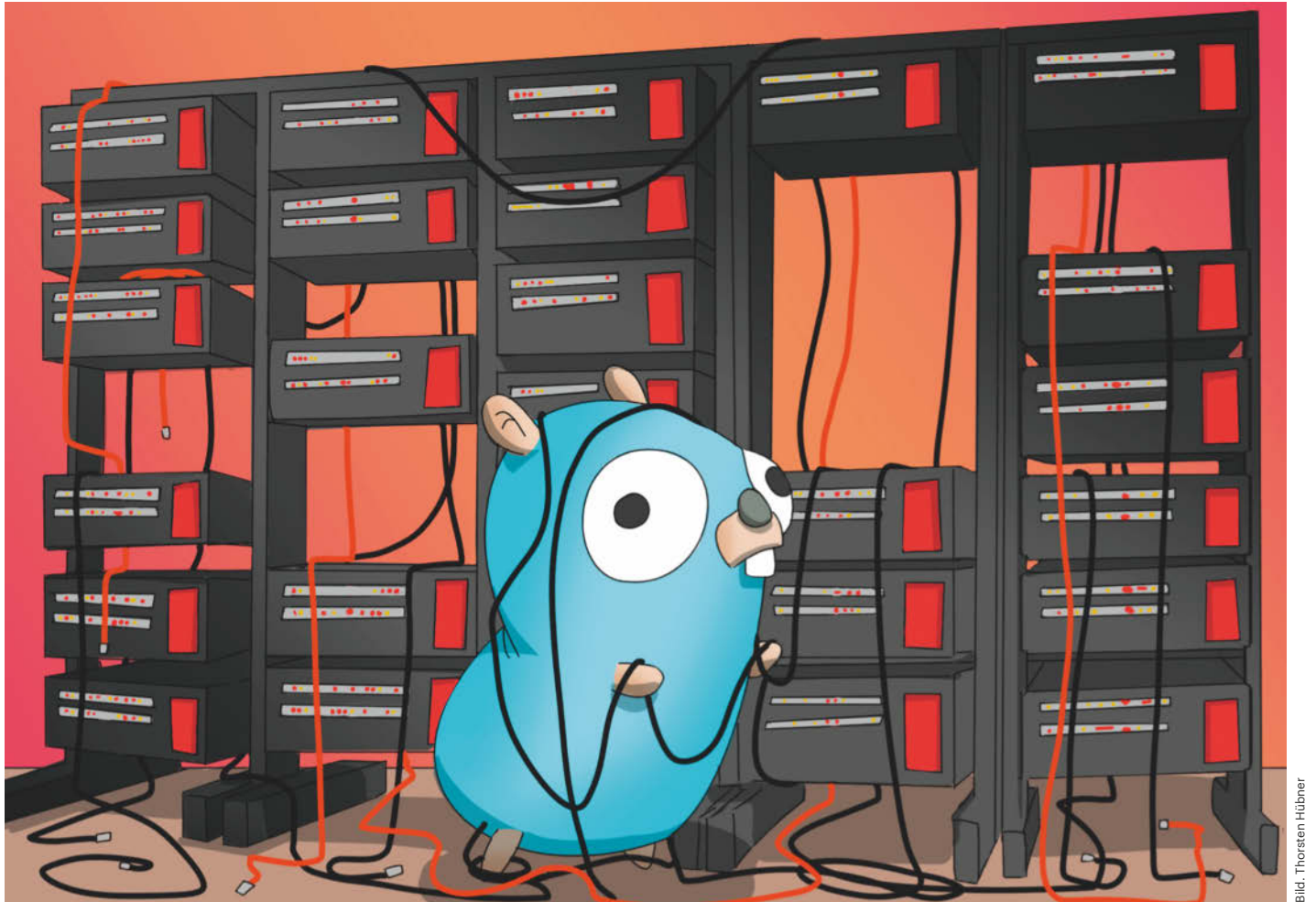


Bild: Thorsten Hübner

# Go surfing

## Einstieg in das Programmieren mit Go, Teil 4

**Ein Server, der Webseiten oder ein JSON-API ausliefert, ist in Go schnell eingerichtet. Bei der Arbeit mit JSON-Objekten muss man die Datenstruktur aber sorgfältig modellieren.**

Von Jan Mahn

Die Programmiersprache Go eignet sich für plattformübergreifende Kommandozeilenwerkzeuge, aber auch Serverdienste programmieren Sie in der Sprache effizient und zügig. Dieser Artikel ist der vierte Teil der Reihe für Go-Einsteiger. In

den ersten drei Teilen ist ein Kommandozeilenprogramm entstanden, das Nachrichten aus einem Newsfeed einliest und auf der Kommandozeile darstellt [1, 2, 3]. Dieses Programm soll jetzt um eine Server-Funktion erweitert werden, die eingelesene Nachrichten als formatierte HTML-Seite und per JSON-API ausgibt. Den Code finden Sie im GitHub-Repository zur Artikelreihe (siehe [ct.de/yte9](http://ct.de/yte9)). Wechseln Sie für diesen Artikel auf den Branch `part-4`.

### Stiller Diener

Verantwortlich für das Lauschen auf einem Port und das Beantworten von HTTP-Anfragen ist das Go-Standard-

paket `net/http`. Einen HTTP-Server starten Sie mit nur einer Zeile:

```
http.ListenAndServe(":8080", nil)
```

Den Port übergeben Sie nicht als Zahlwert, sondern als String mit einem Doppelpunkt am Anfang – dann lauscht der Server auf allen Netzwerkschnittstellen. Sie können auch eine IP-Adresse mit Port übergeben, etwa `"127.0.0.1:8080"`.

Wenn Sie diese Zeile in einem leeren Go-Programm ausführen, antwortet bereits ein Webserver – allerdings stets mit dem Statuscode 404, weil noch keine Antworten definiert sind. `ListenAndServe()` gibt nur bei schweren Fehlern einen Rück-



gabewert zurück, und zwar vom Typ `Error`. Ansonsten läuft die Funktion so lange, bis jemand das Programm beendet. Häufig hüllt man den Listener in eine Log-Funktion, die einen Absturz des Programms protokolliert:

```
log.Fatal(http.ListenAndServe(
    ":8080", nil))
```

Damit der Server mehr als nur „not found“ zurückgeben kann, müssen Sie vor dem Start von `ListenAndServe()` sogenannte Handler registrieren. Der Handler bekommt eine eigene Funktion:

```
func handleTest(w http.ResponseWriter,
    r *http.Request) {
    title := r.URL.Path[1:]
    fmt.Fprintf(w, "<h1>%s</h1>", title)
}
```

Dem Handler übergibt der HTTP-Server den `ResponseWriter` in der Variable `w`. Diesen Kanal muss man nutzen, um Inhalte als HTTP-Antwort zurückzuschicken. Außerdem bekommt er in `r` einen Zeiger auf die HTTP-Anfrage. Im Beispiel wird ihr der Pfad aus der URL entnommen und als Titel ausgegeben. `fmt.Fprintf()` verhält sich wie `fmt.Printf()`, schreibt aber nicht auf die Kommandozeile, sondern in einen Ausgabekanal, in diesem Fall in den HTTP-Kanal.

Vor `http.ListenAndServe()` müssen Sie den Handler noch registrieren. Alle Pfade unterhalb von „localhost:8080/test/“ sollen von diesem Handler behandelt werden:

```
http.HandleFunc("/test/", handleTest)
```

Diese Route landet automatisch im Standard-Router `DefaultServeMux`, der im Hintergrund angelegt und von `http.ListenAndServe()` genutzt wird.

## Den Gorilla loslassen

Für einfache Szenarien ist das mitgelieferte Routing ausreichend. Innerhalb des Handlers könnte man den Pfad zerlegen und mit `if` und regulären Ausdrücken an weitere Funktionen verweisen. Mit einem HTTP-Router aus einem Go-Web-Framework machen Sie sich das Leben aber einfacher. Er reicht eingehende Anfragen zum passenden Code weiter. Einer der beliebtesten Router im Go-Universum heißt `gorilla/mux`. Er kommt in vielen großen Projekten zum Einsatz und erspart viel

Arbeit beim Zuteilen von Anfragen an den passenden Handler.

Der Newsreader soll vier Anfragen unterscheiden. Unter der Adresse `/news` soll er eine Liste aller Nachrichten ausliefern, unter `/news/{id}` die Detailsicht einer Nachricht als HTML-Webseite. Zusätzlich soll es zwei API-Endpunkte geben, die unter `/api/news` und `/api/news/{id}` mit einem JSON-Objekt antworten.

Der Code für die Server-Funktionen gehört in die Datei `cmd/serve.go`. Im Listing auf dieser Seite sehen Sie das Gerüst der Server-Funktion. `serve()` ist der Einstiegspunkt – diese Funktion wird vom CLI-Framework `Cobra` aufgerufen, das im zweiten Teil dieser Reihe vorgestellt wurde. Wenn Sie das Programm kompilieren und `./web-cli serve` ausführen, startet der Server. Der Code erzeugt zunächst eine `Gorilla-Router`-Instanz und speichert sie in der Variablen `r`. Die Funktion `StrictSlash(true)` löst ein häufiges Problem ganz ohne reguläre Ausdrücke: Der Nutzer könnte entweder `/news` oder `/news/` in den Browser eintippen – der Slash am Ende soll immer entfernt werden, damit die Route gefunden wird.

Eine der Stärken von `Gorilla` ist die Parametrisierung von Pfadangaben. Mit `/news/{id}` landet die ID im Handler. Über

`mux.Vars(r)` greifen Sie auf diese Pfadparameter zu.

Die Umsetzung der Funktionen für die HTML-Ausgabe ist reine Fleißarbeit und für die Serverfunktionen von Go nicht von Interesse. Sie finden den vollständigen Code im GitHub-Repository.

Spannender sind die JSON-Endpunkte des API. Um JSON auszugeben, muss man ein solches Objekt erst erzeugen. Eine dumme Idee ist es, `{ }`, `[ ]` und die Daten als Strings per Hand zu JSON zusammenzuflicken. Stattdessen lohnt ein Exkurs in die JSON-Funktionen von Go. Diese funktionieren in zwei Richtungen: Entweder hat man, wie in diesem Fall, strukturierte Daten und möchte einen JSON-String erzeugen. Oder man hat einen solchen irgendwo abgerufen (etwa von einem anderen API oder aus einer Textdatei) und möchte ihn zu einem Objekt umwandeln.

## Arbeiten mit JSON

Im besten Falle kennt man die Struktur der Daten, die man verarbeiten möchte, und kann sie als `struct` oder als Verschachtelung solcher modellieren:

```
type Example struct{
    Name string
```

```
package cmd

import (
    "fmt"
    "log"
    "net/http"
    "github.com/gorilla/mux"
)

func serve(){
    r := mux.NewRouter()
    r.StrictSlash(true)
    r.HandleFunc("/news", handleAll)
    r.HandleFunc("/news/{id}", handleSingle)
    r.HandleFunc("/api/news", handleAllApi).Methods("GET")
    r.HandleFunc("/api/news/{id}", handleSingleApi).Methods("GET")
    go log.Fatal(http.ListenAndServe(":8080", r))
}

func handleAll(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    fmt.Fprintf(w, "<h1>Alle News</h1>")
}
func handleAllApi(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    fmt.Fprintf(w, "<h1>Alle NEWS als JSON-API</h1>")
}
func handleSingle(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    vars := mux.Vars(r)
    id := vars["id"]
    fmt.Fprintf(w, "<h1>Nachricht %s</h1>", id)
}
```

Mit dem Routing-Paket `Gorilla` sind auch große Webanwendungen und APIs kein Problem.

```
ID    int
Tags []string
}
```

Alle Elemente des `struct` müssen von außen zugänglich sein, also mit einem Großbuchstaben beginnen. Mit dieser Vorbereitung ist die Umwandlung von und nach JSON sehr einfach. Importieren müssen Sie das Paket `encoding/json`. Das Umwandeln eines Objekts in JSON wird als „Marshalling“ bezeichnet – auf Deutsch etwa „ordnen“ oder „aufstellen“:

```
package main
import (
    "fmt"
    "encoding/json"
)
func main() {
    ex := Example{
        Name: "Beispiel",
        ID:    1,
        Tags: []string{"Test", "123"},
    }
    bytes, err := json.Marshal(ex)
    if err != nil {
        fmt.Println("error:", err)
    }
    fmt.Println(string(bytes))
}
```

Erst wird `ex` mit einem `struct` vom Typ `Example` angelegt. Es enthält einen String, einen Integer und ein Slice aus Strings, also ein Array dynamischer Länge. Mit `json.Marshal(ex)` wird daraus ein JSON-Objekt in Form eines Slices aus Bytes – um das JSON-Objekt lesbar auszugeben, muss man es mit `string(bytes)` in einen String konvertieren. Das Ergebnis der Umwandlung:

```
{"Name":"Beispiel","ID":1,
 "Tags":["Test","123"]}
```

Nicht immer ist es erwünscht, dass die Elemente im JSON-Objekt denselben Namen tragen wie im Go-`struct`. Schon die Großschreibung der Schlüssel ist für JSON-Daten eher unüblich (innerhalb des Go-`struct` aber notwendig, damit die Inhalte zugänglich sind). Wenn der Name im JSON-Objekt abweichen soll, fügt man bei der Definition des `struct` sogenannte Tags an:

```
type Example struct{
    Name string `json:"example_name"`
    ID    int    `json:"id,omitempty"`
    Tags []string `json:"tags"`
}
```

Der JSON-Marshaller wertet diese Tags aus und berücksichtigt sie bei der Umwandlung. Die optionale Angabe `omitempty` weist den Marshaller an, das Element in der JSON-Ausgabe wegzulassen, wenn es mit dem Null-Wert belegt ist.

## JSON zerlegen

Auch der Rückweg vom String zum `struct` ist einfach, wenn man die genaue Struktur der Daten kennt und sie bereits als `struct` definiert hat. Die oben angelegten Tags funktionieren auch in die andere Richtung mit dem JSON-Unmarshaller:

```
func main() {
    str := `{"example_name": "test",
    "id":55, "tags": ["1", "2"]}`
    bytes := []byte(str)
    ex := Example{}
    json.Unmarshal(bytes, &ex)
    fmt.Println(ex)
    fmt.Println(ex.ID)
}
```

Kommt das JSON-Objekt wie im Beispiel als String an, müssen Sie es erst in ein Byte-Slice konvertieren. Dann brauchen Sie eine `Example`-Instanz als leere Hülle für das `struct`, im Beispiel die Variable `ex`. Die Funktion `json.Unmarshal()` bekommt die Daten und einen Zeiger auf diese Hülle und füllt letztere mit den Inhalten. Anschließend können Sie auf die Daten des Objekts zugreifen.

Beim Modellieren des `struct` müssen Sie nicht immer das gesamte JSON-Objekt nachbilden, das Sie erwarten. Es reicht, sich auf die Teile zu beschränken, mit denen Sie arbeiten möchten. Nicht definierte Elemente ignoriert der Unmarshaller einfach.

Probleme kann es dennoch geben. Wenn der JSON-String nicht den Erwartungen entspricht oder syntaktische Fehler enthält, enthält `ex` nach dem Umwandeln ein leeres `struct`. Fehlerbehandlung ist daher dringend angeraten:

```
err := json.Unmarshal(bytes, &ex)
if err != nil{
    fmt.Println(err.Error())
    return
}
```

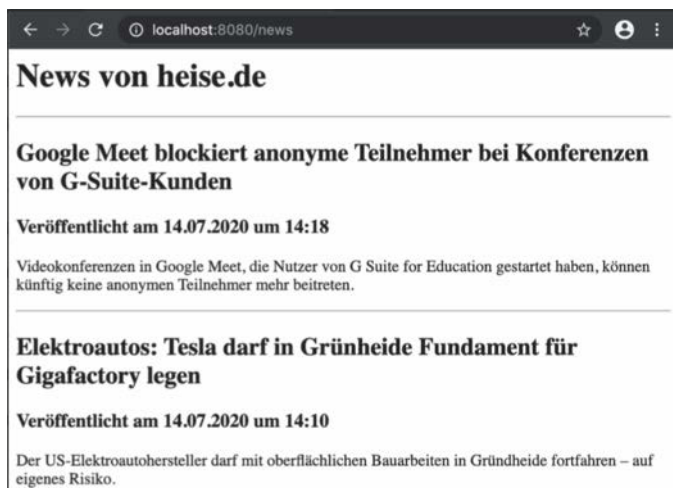
## Gleichung mit Unbekannten

Nicht immer kennt man den genauen Aufbau der Datenstruktur des JSON-Objekts. In diesem Fall kann man sich das Go-Konzept des leeren Interface zunutze machen. Statt eines `struct` übergibt man dem Unmarshaller einen Zeiger auf eine leere Hülle unbekannten Typs, das leere Interface heißt `interface{}`:

```
str := {"name":"Beispiel","id":1}
var ex interface{}
json.Unmarshal([]byte(str), &ex)
```

Um anschließend auf Werte zuzugreifen, muss man Annahmen darüber treffen, welche Datentypen im Objekt liegen – ganz ohne Typisierung funktioniert eine stark typisierte Sprache wie Go nicht. Eine solche Type Assertion formuliert man mit der Syntax `objekt.(<Typ>)`. Das dekodierte JSON-Objekt ist auf der obersten Ebene ein Array mit Schlüsseln im String-Format (zum Beispiel `"name"` oder `"id"`). In Go entspricht das einer Map – die Inhalte sind weitere unbekannte Interfaces. Das Objekt `ex` sollte man im ersten Schritt wie folgt auflösen:

```
m := ex.(map[string]interface{})
```



Der Webserver liest den Atom-Newsfeed ein, formatiert die Inhalte und generiert eine HTML-Ausgabe.

Über die Syntax eines Arrays kommt der Inhalt zum Vorschein. Auch darüber müssen Sie Annahmen treffen. Vermutlich handelt es sich beim Namen ("name:") um einen String:

```
name := m["name"].(string)
fmt.Println("Der Name ist " + name)
```

So kann man flexibel auf unterschiedliche Daten reagieren, ohne die Typisierung aufzugeben. Wenn Sie das JSON-Objekt etwa von einem API beziehen und dessen Entwickler es mit den Typen nicht so genau nehmen und die ID mal korrekt als Zahlwert ("id": 1) und mal als String verschicken ("id": "2"), können Sie darauf per switch-case-Konstruktion reagieren. Mit `m["id"].(type)` erfahren Sie den Typ.

Alle Zahlwerte legt der Unmarshaller in eine Variable vom Typ `float64`. So wird aus allen möglichen Eingabeformaten ein einheitlicher Integer für die ID, mit dem man später zum Beispiel rechnen könnte:

```
var id int
switch i := m["id"].(type) {
    case string:
        id, _ = strconv.Atoi(i)
    case float64:
        id = int(i)
}
fmt.Println(id)
```

Die Funktion `Atoi()` aus dem Paket `strconv` wandelt Strings in Integer um, sofern das möglich ist. Der Name des Pakets gehört ebenfalls in die Liste der Importe am Anfang der Datei.

Der Umgang mit JSON-Objekten erscheint Ihnen vielleicht etwas sperrig, wenn Sie bisher mit klassischen Websprachen wie PHP oder JavaScript gearbeitet haben, die schwach typisiert sind. Das Wandeln von JSON in Objekte und andersherum ist dort in einer Zeile erledigt – wenn man in Go mit structs arbeitet, hat man nicht nur die Sicherheit, dass man es mit dem richtigen Datentyp zu tun hat. Der Code ist später auch leichter zu lesen.

## API-Ausgaben

structs sind in jedem Fall die sauberste Lösung, wenn man JSON-Daten erzeugen möchte. Bisher sind die Funktionen im Beispielprojekt zum Abrufen von einem oder mehreren Nachrichten aus dem Newsfeed dafür noch nicht ansatzweise bereit. Programmlogik und Darstellung sind zum Beispiel in der Funktion

```
type NewsList struct{
    News      []News    `json:"news,omitempty"`
    BaseUrl   string    `json:"base_url,omitempty"`
}
type News struct{
    Date      string    `json:"date,omitempty"`
    ID        string    `json:"id"`
    Title     string    `json:"title"`
    Description string  `json:"description"`
}

func newList(count int) NewsList{
    list := NewsList{ BaseUrl: "http://heise.de/" }
    fp := gofeed.NewParser()
    feed, _ := fp.ParseURL("https://www.heise.de/rss/heise-atom.xml")

    for i := 0; i < count; i++ {
        item := feed.Items[i]
        id := strings.Replace(item.GUID, list.BaseUrl, "", -1)
        n := News{ item.Published, id, item.Title, item.Description }
        list.News = append(list.News, n)
    }
    return list
}
```

Die Daten aus dem Newsfeed landen in Structs. Damit wird der Export in JSON-Objekte leicht.

`describe()` unschön miteinander vermischt. Zeit für etwas Refactoring – eine der Arbeiten, bei denen man viel über die Sprache lernt. Wenn Sie die Erkenntnisse selbst sammeln möchten, nehmen Sie sich den Stand aus dem Git-Branch `part-3` vor und versuchen Sie, die abgerufenen Nachrichten selbst in structs zu verpacken.

Im Listing auf dieser Seite sehen Sie eine mögliche Herangehensweise. Das struct `NewsList` enthält ein Slice aus `News`. Abgerufen werden die ersten Nachrichten von der neuen Funktion `newList()`, die eine `NewsList` produziert.

Diese Funktion kann man in einer eigenen Datei im Paket `cmd` unterbringen. Auf `newList()` sollen alle Funktionen zugreifen, die News-Listen ausgeben, also auch der Handler für das JSON-API:

```
func handleAllApi(
    w http.ResponseWriter,
    r *http.Request){
    news := newList(5)
    js, _ := json.Marshal(news)
    w.Write(js)
}
```

Weil die Daten bereits als structs vorliegen, reichen wenige Zeilen aus. Der Marshaller erstellt ein Byte-Slice und `w.Write()` schickt es an den Client zurück. Um dem Client zu signalisieren, dass er JSON erhält, empfiehlt es sich, vorher den passenden Header zu senden:

```
w.Header().Set("Content-Type",
    "application/json")
```

## Web-Alternative

Die Beispiele zeigen, dass Go eine attraktive Alternative für Web- und vor allem für API-Projekte ist. Das Gorilla-Framework enthält nicht nur den Router, sondern auch Lösungen für andere typische Aufgaben von Webanwendungen wie die Arbeit mit Cookies oder Formulareingaben.

Der gesamte Server steckt nach dem Kompilieren in einer Binärdatei, die man für Windows, Linux oder macOS erzeugen kann. Externe Abhängigkeiten gibt es keine – im Vergleich zu einem Webserver mit PHP, Python oder einer Node.JS-Umgebung ist die Einrichtung daher extrem einfach: Programm auf den Server legen und ausführen. Auch Updates gelingen ohne Stress, weil man nur diese eine Datei austauschen muss. (jam@ct.de)

## Literatur

- [1] Jan Mahn, Code to Go, Einstieg in das Programmieren mit Go, Teil 1, c't 9/2020, S. 144
- [2] Jan Mahn, Go on, Einstieg in das Programmieren mit Go, Teil 2, c't 10/2020, S. 156
- [3] Jan Mahn, Go Deeper, Einstieg in das Programmieren mit Go, Teil 3, c't 16/2020, S. 154

Quelltext zum Projekt: [ct.de/yte9](https://ct.de/yte9)



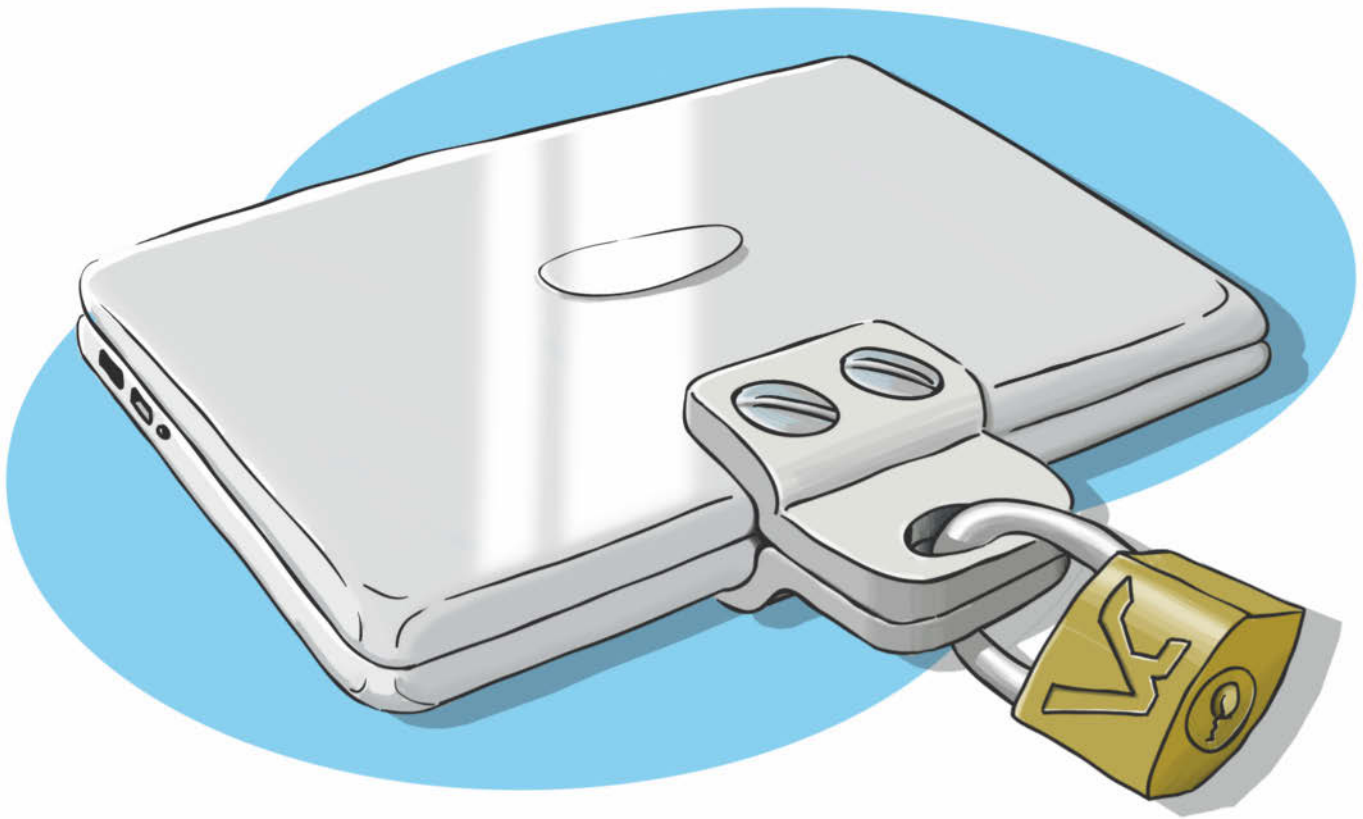


Bild: Henning Rathjen

# Dicht und frei

## Windows-Partition mit VeraCrypt verschlüsseln

**Festplattenverschlüsselung schützt vor Datenklau, wenn das Notebook verloren geht oder gestohlen wird. Microsofts eigene Lösung BitLocker kann allerdings nur nutzen, wer mindestens die Pro-Edition von Windows hat. Zum Glück gibts mit VeraCrypt eine freie Alternative.**

Von Jan Schübler

**W**er schon einmal versucht hat, mit den Bordmitteln von Windows 10 Home eine Festplatte zu verschlüsseln, kennt das Problem: Es geht nicht – die bordeigene Lösung BitLocker ist in der

Home-Edition kaum brauchbar. Lediglich das Entsperren von zuvor anderswo verschlüsselten Wechselmedien funktioniert bei der Home-Ausgabe.

Als Alternative würde sich eigentlich die in Windows 10 Home enthaltene „Geräteverschlüsselung“ anbieten. Technisch fußt sie ohnehin auf BitLocker. Allerdings kann man sie nur unter bestimmten Voraussetzungen verwenden. So muss der Rechner im UEFI-Modus und mit aktiviertem Secure Boot starten, ein TPM muss vorhanden sein und der Anwender muss sich mit einem Microsoft-Konto an Windows 10 anmelden. Darin speichert die Geräteverschlüsselung dann auch automatisch den „Wiederherstellungsschlüssel“, der unerlässlich ist, um im Falle von Entsperrfehlern

beim Systemstart Windows noch starten zu können. Das Ganze mag zwar besser sein als gar keine Verschlüsselung; dass Microsoft so den Schlüssel zur Festplatte bekommt, schmeckt aber längst nicht jedem Anwender.

Naheliegender ist also, sich von Microsofts kastriertem Pseudo-BitLocker unabhängig zu machen und stattdessen die Gratis-Software VeraCrypt zu nehmen. Wie man damit externe Medien wie USB-Sticks verschlüsselt, haben wir in [1] erklärt; hier erklären wir, wie das für Laufwerk C: abläuft, also die Windows-Systempartition. Mit den regelmäßigen Funktions-Upgrades, die Windows 10 ein- oder zweimal im Jahr bekommt, kann VeraCrypt inzwischen umgehen.

### Vorarbeiten

Das Wichtigste zuerst: Erstellen Sie ein Backup Ihres Systems, bevor Sie mit VeraCrypt loslegen. Zwar liefen unsere Tests allesamt ohne Probleme ab, doch wenn bei der Verschlüsselung etwas schiefgeht und sich das System nicht mehr entsperren lässt, sind Ihre Daten futsch.

Anders als BitLocker verlässt sich VeraCrypt nicht auf ein Trusted Platform Module (TPM), deswegen sind auch keine

Vorabhandgriffe wie das Anpassen einer Gruppenrichtlinie oder das Vorbereiten des TPMs nötig. Sinnvoll ist es aber, zunächst auszuschließen, dass die Geräteverschlüsselung nicht doch aktiv ist, oder – der etwas unbekannte Fall – die Platte zwar eigentlich fertig verschlüsselt ist, der Schutz mangels Microsoft-Konto aber nicht automatisch scharfgeschaltet wurde.

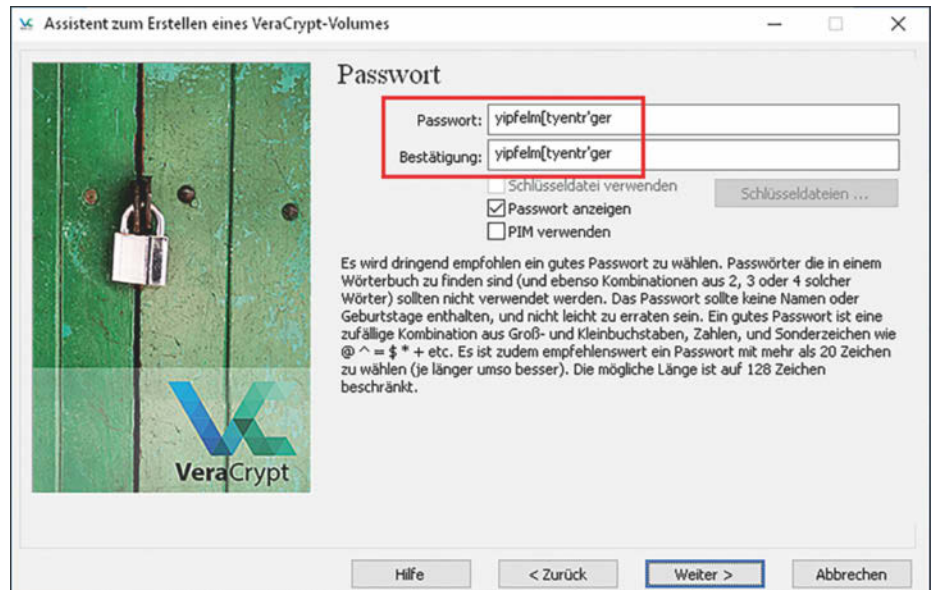
Um herauszufinden, ob die Geräteverschlüsselung irgendwie aktiv ist, öffnen Sie eine Eingabeaufforderung mit Administratorrechten und geben den Befehl `manage-bde c: -status` ein. Steht in der Ausgabe unter „Verschlüsselungsmethode“ etwas anderes als „Kein“, können Sie BitLocker mit dem Befehl `manage-bde c: -off` abschalten. Kontrollieren Sie danach den Fortschritt der Entschlüsselung hin und wieder mit dem oben genannten Statusbefehl und fahren Sie erst fort, wenn der Wert für „Verschlüsselt (Prozent)“ auf „0,0 %“ steht. Liegt Laufwerk C: auf einer handelsüblichen SSD, ist diese Entschlüsselung meist nach ein paar Minuten beendet.

## Loslegen

Nach Download (siehe [ct.de/ysud](http://ct.de/ysud)), Installation und Start von VeraCrypt klicken Sie im Menü „System“ auf „System-Partition/Laufwerk verschlüsseln“. In den folgenden Dialogen wählen Sie die Optionen „Normal“ und „Die Windows System-Partition verschlüsseln“. Als nächstes will VeraCrypt wissen, wie viele Betriebssysteme auf dem Rechner installiert sind. Sofern Sie nicht gerade ein zweites Windows oder ein GNU/Linux-System parallel installiert haben, also „Ein Betriebssystem“.

Bei Dual-Boot-Systemen (Auswahl „Mehrere Betriebssysteme“) hängt es von der Konfiguration ab, ob VeraCrypt problemlos genutzt werden kann. Unproblematisch sind nach unserem Eindruck jene Fälle, in denen nur eine Festplatte vorhanden ist, auf der zwei Betriebssysteme liegen. Sind zwei Platten vorhanden und das zu verschlüsselnde System liegt auf der ersten davon (oder genauer: auf der Platte, von der der Bootloader startet), stellt VeraCrypt ein paar zusätzliche Fragen, bevor es an die eigentliche Verschlüsselung geht.

Bei einer Abfrage, ob der Host-geschützte Bereich verschlüsselt werden soll, wählen Sie „Nein“ und im Dialog, ob das derzeit laufende System auf dem Boot-Laufwerk installiert ist, „Ja“. Die Frage nach der Anzahl der Systemlaufwerke beantworten Sie danach mit „2 oder mehr“. Nun fragt VeraCrypt, ob „Mehrere



Sieht komisch aus, muss aber so: Beim Festlegen des Startpassworts schaltet VeraCrypt die Tastatur auf Englisch um.

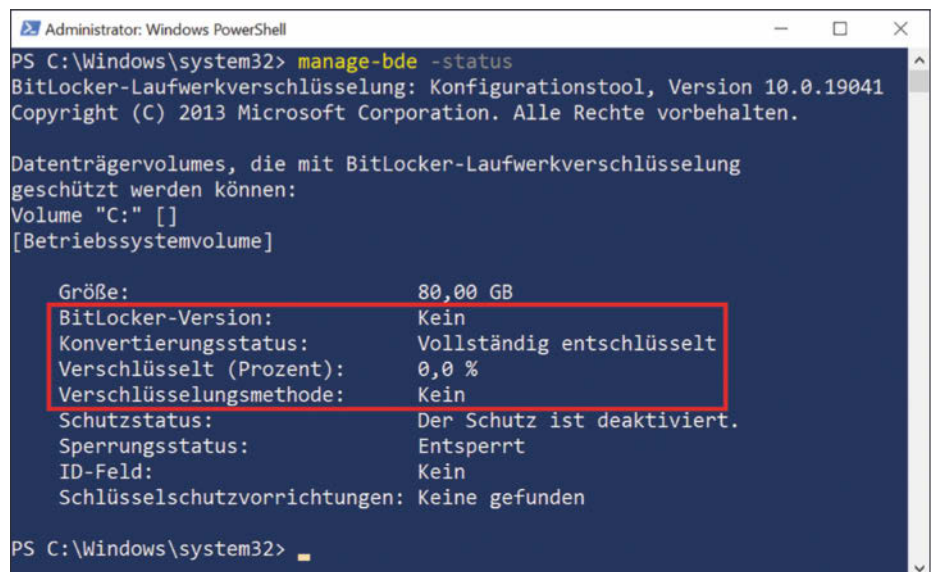
Systeme auf einem Laufwerk“ liegen; gemeint ist der physische Datenträger. Liegen die beiden Systeme also nicht zusammen auf einer Festplatte, lautet die Antwort „Nein“. Die Frage nach einem „Nicht-Windows-Bootloader“ lässt sich ebenso einfach beantworten: Sehen Sie beim Systemstart die Betriebssystemauswahl etwa eines Linux-Bootloaders wie GRUB oder LiLo, antworten Sie „Ja“.

Einen Sonderfall unterstützt VeraCrypt allerdings nicht: wenn Sie mehrere

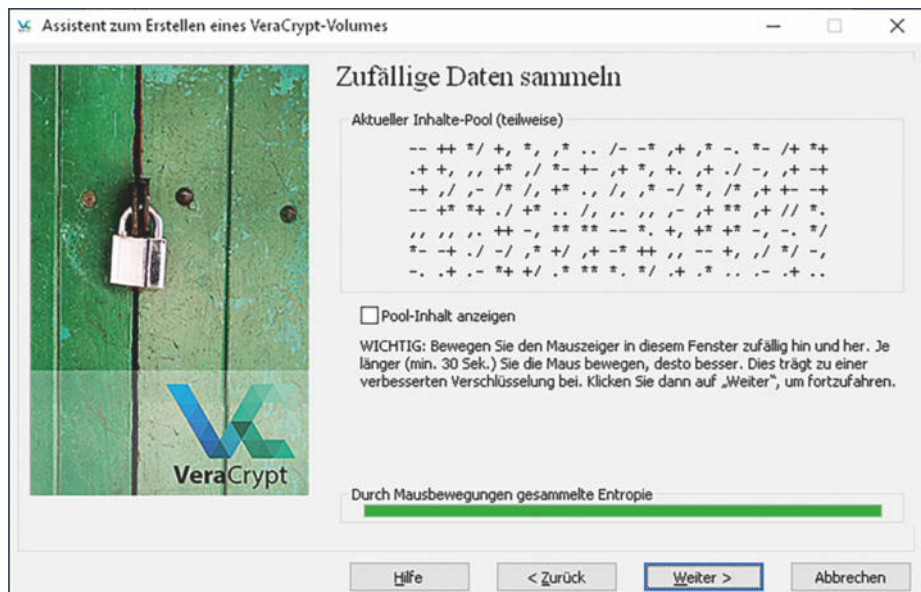
physische Festplatten oder SSDs im System haben und die zu verschlüsselnde Windows-Partition nicht auf der Platte liegt, von der der Rechner startet. Im Regelfall erkennt VeraCrypt diese Konstellation und weist direkt nach dem Start der Funktion zum Verschlüsseln der Systempartition darauf hin.

## Verschlüsselung einstellen

Im folgenden Dialog fragt VeraCrypt nach Verschlüsselungs- und Hash-Algorithmus;



Bevor Sie mit VeraCrypt loslegen, sollten Sie sicherstellen, dass BitLocker ausgeschaltet ist.



**VeraCrypt erstellt Schlüssel auf Basis beliebiger Mausbewegungen, die Sie selbst ausführen.**

Sie können die Voreinstellung („AES“ und „SHA-512“) einfach übernehmen. Als Nächstes geben Sie das gewünschte Passwort ein, mit dem Sie die Windows-Installation vor dem Booten entsperren. Das Eingabefeld „PIM“ (Personal Iterations Multiplier) ist optional: Dort können Sie eine Zahl eintragen, die die Anzahl der Iterationen vervielfacht, die zur Ableitung des eigentlichen Schlüssels aus dem Kennwort ausgeführt werden. Das kann die Sicherheit vor allem bei einfachen Passwörtern verbessern, weil für Angreifer ein weiterer unbekannter Wert zum Passwort hinzukommt. Höhere Werte führen allerdings auch zu längeren Wartezeiten beim Entsperren eines Datenträgers. Detailinfos zur Iterationszahl haben die Entwickler dokumentiert (siehe [ct.de/ysud](http://ct.de/ysud)). Doch Obacht, bevor Sie sich darüber überhaupt das Hirn zermartern: Für eine alltagstaugliche Verschlüsselung zum Schutz vor Gelegenheitsdieben ist ein starkes Passwort mit 20 oder mehr Zeichen ausreichend – lassen Sie das PIM-Feld einfach leer.

Möglicherweise bemerken Sie, dass im Passwort-Eingabedialog das Tastaturlayout temporär auf Englisch wechselt. Das hat einen guten Grund: Die allermeisten Rechner verwenden vor dem Start des Betriebssystems ein englisches Layout. Stecken in Ihrem Passwort die Buchstaben Y oder Z, Umlaute oder Sonderzeichen, würde VeraCrypt ohne diese Umschaltung beim Systemstart Ihr Passwort nicht akzeptieren, weil Sie tatsächlich nicht das eintippen, was

Sie einzutippen glauben. Die automatische Umschaltung auf Englisch passiert deshalb auch nur, wenn Sie ein Passwort fürs Systemlaufwerk vergeben, nicht aber, wenn es um USB-Sticks & Co. geht.

Als nächstes helfen Sie VeraCrypt dabei, Zufallsdaten für den VeraCrypt-Schlüssel zu erzeugen. Bewegen Sie dafür den Mauszeiger auf dem Programmfenster beliebig hin und her, bis der Fortschrittsbalken voll ist. Klicken Sie dann und auch im folgenden Dialog „Schlüssel generieren“ auf „Weiter“.

Nun will VeraCrypt einen Rettungsdaträger erstellen. Das ist dringend zu empfehlen, denn er kann helfen, wenn etwa durch ein Windows-Update der Bootloader zerschossen wird oder der Authentifizierungsmechanismus von VeraCrypt anderweitig beschädigt wurde. Anders als der Wiederherstellungsschlüssel bei Microsofts BitLocker ist er allerdings kein richtiger Schlüssel, sondern hilft lediglich bei beschädigter Startkonfiguration weiter – das Passwort ist trotzdem in jedem Fall nötig.

Die Auswahl „Sicher Löschen“ bietet die Option, ungenutzte Datenträgerbereiche während der Verschlüsselung mit Zufallsdaten zu überschreiben. Ähnlich wie bei BitLocker gilt dabei: Bei neuen oder gerade erst sicher gelöschten Datenträgern ist es unnötig und ansonsten eine Frage der Brisanz Ihrer Daten, eventuellen äußeren Anforderungen und dem persönlichen Paranoia-Level. Mehrfaches Über-

schreiben ist bei einigermaßen modernen Festplatten allerdings nicht erforderlich; ein Durchlauf mit Zufallsdaten reicht aus. Nach einem Neustart zum Test der Authentifizierung und einigen Bestätigungen beginnt die Verschlüsselung.


## Verwalten

Ist die Platte verschlüsselt, bietet die VeraCrypt-Software Optionen zum Ändern des Passworts, Erstellen eines weiteren Wiederherstellungslaufwerks und Deaktivieren der Verschlüsselung. Klicken Sie dafür einfach in der Laufwerksliste in der Programmoberfläche mit der rechten Maustaste auf Laufwerk C: und wählen Sie die passende Funktion aus dem Kontextmenü aus.

Sofern Sie bei der Einrichtung keinen PIM vergeben haben, können Sie dessen Abfrage beim Systemstart auch abschalten. Klicken Sie dazu im Kontextmenü von Laufwerk C: auf „Einstellungen“, setzen Sie ein Häkchen vor „Im Prä-Boot-Authentifikationsbildschirm keinen PIM abfragen“ und bestätigen Sie mit OK.

## Grenzen

VeraCrypt nutzt zur Festplattenverschlüsselung Algorithmen, die nach heutigem Standard als sicher gelten – im Regelfall AES. Dennoch sind Angriffe gegen ein verschlüsseltes Laufwerk denkbar und möglich, wenn auch nicht trivial. Ein Angreifer könnte beispielsweise in Ihrer Abwesenheit Ihr Notebook mit spezieller Hardware versehen, die Ihre Tastatureingaben beim Systemstart abgreift. Später stiehlt er Ihnen das Notebook und entsperrt das System mit dem zuvor erschnüffelten Passwort. Wenn Sie einen derart gezielten Angriff befürchten, muss Ihnen klar sein: Eine verschlüsselte Festplatte bietet einen guten, aber eben nicht perfekten Schutz für Ihre Daten.

Bedenken Sie außerdem, dass die Verschlüsselung beim Kopieren von Dateien von einer entsperreten Festplatte auf beispielsweise einen USB-Stick oder eine externe Festplatte nicht mitkopiert wird. Das Ziellaufwerk muss dann ebenfalls verschlüsselt werden. (jss@ct.de) 

## Literatur

- [1] Jan Schüßler, *Taschentrezor, USB-Medien sicher verschlüsseln*, c't 14/2018, S. 116

**Download und Dokumentation:**  
[ct.de/ysud](http://ct.de/ysud)





# INTERNET SECURITY **DIGITAL** DAYS 2020

**15.–18. SEPT. 2020**

**DIE KONFERENZ FÜR  
SECURITY-EXPERTEN  
GEHT DIGITAL**

**VOM 15.-18.  
SEPTEMBER 2020**

**WEBINARE UND VORTRÄGE  
AUSGEWÄHLTER  
SECURITYEXPERTEN  
ERWARTEN SIE.**

Teilnehmen ohne  
Tapetenwechsel:  
<https://isd.eco.de>

**DEN  
HACKERN  
AUF DER SPUR**

**BEST PRACTICES  
– ANWENDER BERICHTEN**

**DIE MENSCHLICHE FIREWALL**

**INTERNET ÜBERALL  
– SICHERHEIT ÜBERALL**

Platin Partner



Silber Partner





Bild: Thorsten Hübner

# Fernversammlung

## Mitgliederversammlungen virtuell mit OpenSlides durchführen

**Die Mitgliederversammlung des Sportvereins könnte in diesem Jahr etwas anders ausfallen: Statt im Vereinsheim trifft man sich per Videokonferenz. Damit alle Teilnehmer Anträge, Wahlen und die Tagesordnung im Blick haben, hilft die Versammlungssoftware OpenSlides.**

Von Jan Mahn

**M**itgliederversammlungen von Vereinen und Verbänden, aber auch Hauptversammlungen von Aktiengesellschaften und Parteitagen bestehen aus den immer gleichen Bausteinen: Es gibt Tagesordnungen, Berichte, Anträge und Wahlen. Damit alle Teilnehmer bei sol-

chen Veranstaltungen den Überblick behalten, dem Ablauf folgen und ihn selbst mitgestalten können, hat ein Team deutscher Entwickler 2011 das Open-Source-Projekt OpenSlides ins Leben gerufen. Die Webanwendung war zunächst für klassische Versammlungen vor Ort gedacht – so kann man etwa mehrere Beamer mit Tagesordnung und Rednerliste über den Browser fernsteuern. Zum Einsatz kam die Software seitdem schon in großen Hallen bei Zusammenkünften von Unternehmen, Parteien und Gewerkschaften – die Liste der Referenzen wird immer länger.

In diesem Jahr kommt ein weiterer Einsatzbereich hinzu: Wer eine Versammlung über ein Videokonferenzsystem seiner Wahl durchführen muss, kann den Teilnehmern mit OpenSlides vor, während und nach der Versammlung die benötigten

Unterlagen bereitstellen. Anträge müssen nicht mehr per Rundmail eingereicht werden, sondern haben einen Platz in der Oberfläche. OpenSlides ist kein weiteres Videokonferenztool, sondern eine eigenständige Anwendung, lässt sich aber gut in eine Versammlung per Videokonferenz integrieren, indem ein Teilnehmer einen Bildschirm mit der Projektor-Ansicht freigibt.

Für große Organisationen und Unternehmen bieten die Entwickler Hosting- und Supportpakete an (siehe [ct.de/y55z](https://ct.de/y55z)), sowohl für Vor-Ort-, als auch für virtuelle Versammlungen. Wenn Sie das System nicht selbst administrieren wollen oder können, bekommen Sie eine fertige Instanz zur Miete und unterstützen mit dem Geld die Entwicklung.

Sie können die Open-Source-Software aber auch selbst betreiben. Wie



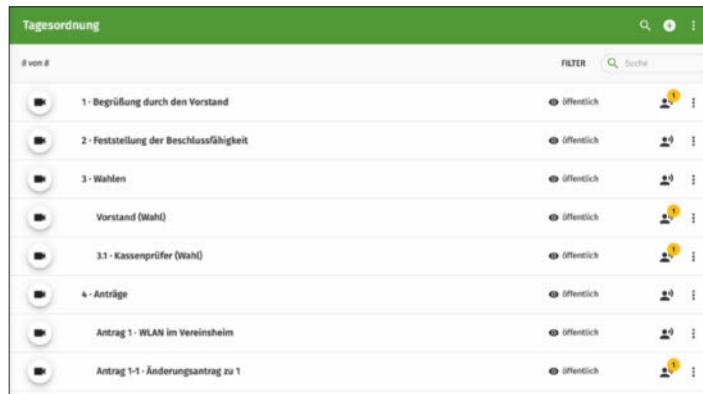
immer führen mehrere Wege zum Ziel. Die Anwendung ist in Python geschrieben – wenn Sie Python-Nutzer und mit den Werkzeugen vertraut sind, laden Sie das Paket mit:

```
pip install openslides
```

Anschließend starten Sie das Programm mit `openslides`. Damit läuft ein lokaler Webserver auf Port 8000. Unter der Adresse `localhost:8000` können Sie über den Browser darauf zugreifen und OpenSlides erkunden.

Soll die Instanz auch über das Internet erreichbar sein, brauchen Sie einen Server, der mit Port 443 im Internet hängt und eine Domain oder Subdomain, die auf dessen Adresse zeigt – ein kleiner Linux-Mietserver reicht aus. Weil man eine Plattform, an der sich Nutzer anmelden sollen, nicht ohne Verschlüsselung ins Internet hängt, müssen Sie sich auch um die Beschaffung eines Zertifikats mit Let's Encrypt Gedanken machen. Um Ihnen all diese Schritte abzunehmen, haben wir OpenSlides in Container verpackt und in unsere Container-Zusammenstellung `Team-Container` gesteckt, die wir in Ausgabe 9/2020 vorgestellt haben [1]. Die Zusammenstellung selbst finden Sie bei GitHub (siehe [ct.de/y55z](https://ct.de/y55z)).

Laden Sie das Repository auf dem Server herunter und installieren Sie zunächst das Grundgerüst, das unter anderem die Zertifikate abholt, wie im angegebenen Artikel oder in der Readme beschrieben. Öffnen Sie dann die Datei `values-openslides.yaml` und passen Sie den Namen Ihrer Subdomain (zum Beispiel `versammlung.example.org`) an. Anschließend fahren Sie Ihre OpenSlides-Sitzung hoch:



Die Tagesordnung verwalten und sortieren Sie in der Oberfläche. Änderungen erscheinen sofort auf dem Projektor.

```
helm install openslides \
team-openslides --values \
values-openslides.yaml
```

Nach wenigen Minuten hat Ihre OpenSlides-Instanz ein Zertifikat und antwortet unter <https://versammlung.example.org>. Bei Problemen hilft ein Blick in die GitHub-Issues oder den zugehörigen Artikel.

## Grundeinstellungen

Wenn die Plattform läuft, muss man sie zunächst für die eigene Veranstaltung einrichten und alle Beispieltex te austauschen. Beim ersten Besuch müssen Sie sich mit dem Admin-Account (Nutzername und Passwort: „admin“) einloggen. Anschließend sollten Sie das Kennwort direkt ändern: Links im Menü mit einem Klick auf „Administrator“ finden Sie den Dialog dafür.

Dann beginnt die Anpassungsarbeit: Auf der Startseite finden Sie oben rechts ein Stift-Symbol, um den Begrüßungstext zu ändern. Anschließend sollten Sie über „Einstellungen“ den Punkt „Allgemein“ öffnen und dort die Daten Ihrer Sitzung eintragen und passende Texte for-

mulieren. Oben rechts speichern Sie die Änderungen.

Anschließend können Sie mit der Tagesordnung beginnen, um die Funktionsweise der Software kennenzulernen. Die Verwaltung der Tagesordnungspunkte finden Sie links im Menü. Über das Plus-Symbol oben rechts erstellen Sie neue Punkte – jeder Eintrag kann einen beschreibenden Text enthalten und mit Anhängen erweitert werden. Der Vorstand kann hier zum Beispiel seinen Vorstandsbericht schon vorab veröffentlichen und auf die Rundmail verzichten.

In der Übersicht finden Sie die wichtigsten Funktionen hinter den drei Punkten oben rechts. Über „Nummerierung“ fügen Sie Nummern für die Tagesordnungspunkte hinzu, mit „Sortieren“ ändern Sie die Reihenfolge.

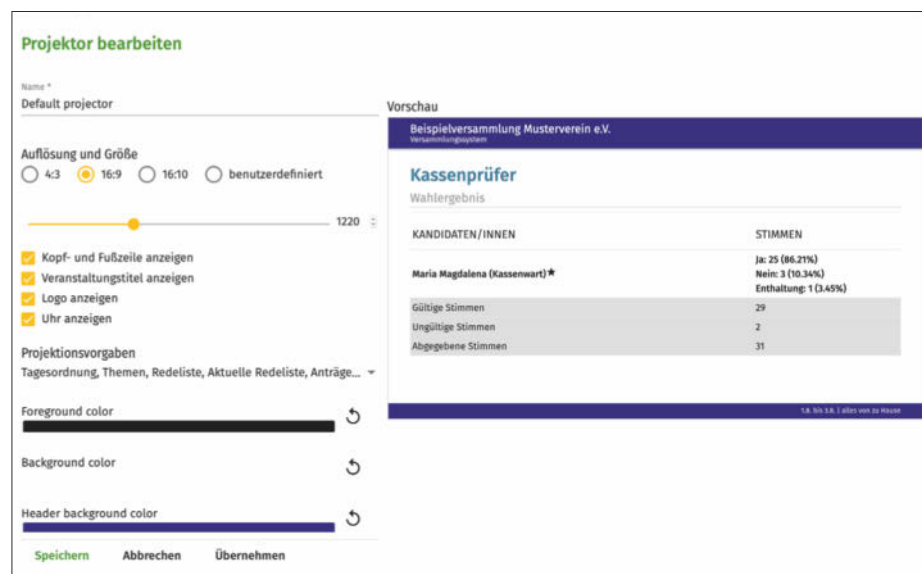
Über den Punkt „Projizieren“ veröffentlichen Sie die Tagesordnung auf dem Projektor – eine der nützlichsten Funktionen der Software. Um einen Projektor zu betreiben, öffnen Sie die Adresse `<IP-Adresse Ihrer Instanz>/projector/1` in einem Browserfenster und versetzen Sie dieses in den Vollbildmodus. Im Vergleich zur klassischen PowerPoint-Präsentation ist diese Ansicht deutlich komfortabler: Wenn Sie die Tagesordnung ändern, erscheint die Anpassung sofort auf den Projektoren.

Bei einer Vor-Ort-Konferenz könnte man auch beliebig viele Projektoren mit demselben Inhalt gleichzeitig betreiben und im Gebäude aufstellen – mit klassischen Präsentationen wäre das nur mit teurer Video-Hardware und langen Kabeln möglich. Voraussetzung für einen OpenSlides-Projektor ist ein Computer mit Browser (mit Chrome haben wir gute Erfahrungen gemacht) im gleichen Netzwerk. Mit vergleichsweise wenig Aufwand könnte man zum Beispiel einen Monitor

Beispielversammlung Musterverein e.V. Versammlungssystem	
<b>Kassenprüfer</b>	
Wahlergebnis	
KANDIDATEN/INNEN	STIMMEN
Maria Magdalena (Kassenwart) ★	Ja: 25 (86.21%) Nein: 3 (10.34%) Enthaltung: 1 (3.45%)
Gültige Stimmen	29
Ungültige Stimmen	2
Abgegebene Stimmen	31

Digitale geheime Wahlen beherrscht OpenSlides nicht, unterstützt aber bei der Durchführung analoger Briefwahlen.





Auf virtuellen Projektoren präsentieren Sie Tagesordnung, Rednerlisten und Anträge.

im Foyer aufstellen (viele Fernseher haben sogar einen eingebauten Browser, ansonsten reicht ein Raspberry Pi). Auch unterschiedliche Projektoren unterstützt OpenSlides: Links im Menü unter „Projektor“ können Sie als Admin einen weiteren anlegen, etwa einen für die Rednerliste. Dort können Sie die Projektoren auch fernsteuern, etwa zoomen und scrollen, wenn Inhalte nicht auf eine Bildschirmseite passen. Über das Stiftsymbol über dem Monitor können Sie weitere Einstellungen vornehmen und zum Beispiel die Farben durch Ihre Vereinsfarben austauschen oder die Ansicht auf 16:9 ändern (für Videokonferenzen meist eine sinnvolle Idee).

Immer, wenn Sie in der Oberfläche das Projektor-Symbol an einem Objekt sehen, können Sie es auf einen der Projektoren werfen. Das funktioniert zum Beispiel auch mit Dateien (Bildern und PDF-Dateien), die Sie unter dem Menüpunkt „Dateien“ hochgeladen haben.

## Teilnehmerliste

Um Teilnehmer hinzufügen zu können, muss man Mitglied der Gruppe „Administratoren“ sein, wie zum Beispiel der vor-eingestellte Admin-Account. Links im Menü unter „Teilnehmende“ sehen Sie alle Accounts. Über das Plus oben rechts fügen Sie neue hinzu – eine mühsame Aufgabe, wenn der Verein größer ist. Es geht aber leichter: Hinter den drei Punkten finden Sie den Punkt „Importieren“. Der Import-Dialog nimmt Text- oder CSV-Dateien entgegen. Die CSV-Datei muss im richtigen Format aufgebaut sein, eine leere Bei-

spielformat finden Sie im Dialog zum Download.

Grundsätzlich kommen zwei Szenarien infrage: Entweder veröffentlichen Sie die Instanz von OpenSlides im Internet, an der sich jeder Teilnehmer anmelden und in der Oberfläche arbeiten kann, oder Sie nutzen die Oberfläche „nur“ als erweitertes Präsentationswerkzeug. Dann reicht eine lokale Instanz auf dem PC eines Veranstalters. Dieser öffnet die Projektoransicht im Browser, gibt diesen Bildschirm in der Videokonferenz-Software frei und steuert sie über ein weiteres Browserfenster (mehrere Bildschirme sind dann unbedingt nötig). Auch in diesem Szenario sollte man aber alle Teilnehmer im System anlegen – dann kann man die komfortable Rednerlistenfunktion mit Auto-Vervollständigung nutzen. Ein Moderator beobachtet, wer seine virtuelle Hand hebt (diese Funktion haben fast alle Videokonferenz-Werkzeuge) und setzt die Teilnehmer auf die Liste zum aktuellen Tagesordnungspunkt. Hinter fast allen Elementen in der Software findet man das Sprecher-Icon, über das man zur Rednerliste gelangt.

Hat man es mit einem technikaffinen Publikum zu tun, kann man den Teilnehmern Zugangsdaten geben und die Instanz ins Internet hängen. Am besten verschickt man die Zugangsdaten mit dem initialen Kennwort schon mit der fristgerechten Einladung zur Veranstaltung – die geplante Tagesordnung verschickt man zur Abwechslung mal nicht als PDF-Anhang, sondern legt sie direkt im System an. Die Zugangsdaten können Sie zum Beispiel als

PDF-Dateien oder als gesammelte CSV-Liste herunterladen. Vorher sollten Sie unter „Einstellungen/Teilnehmende“ die externe Adresse des Systems und einen Begrüßungstext hinterlegen. Diese Informationen werden auf die PDF-Seiten gedruckt.

Haben alle Besucher ihre Zugangsdaten schon vorab, kann die inhaltliche Arbeit schon vor der eigentlichen Konferenz beginnen. Jeder Nutzer kann sein eigenes Profil anpassen, ein paar Sätze über sich schreiben und über den Menüpunkt „Teilnehmende“ die Profile der anderen Teilnehmer einsehen. Wenn die Sitzung losgeht, unterstützt OpenSlides die Ausrichter bei der Feststellung der Beschlussfähigkeit. Nützlich ist dafür der Dialog, um die Anwesenheit festzuhalten. Öffnen Sie den Dialog „Einstellungen/Anwesenheit“ zur Teilnehmeranwesenheit aktivieren“. Hinter den drei Punkten in der Ansicht „Teilnehmende“ finden Sie jetzt den Punkt „Anwesenheit“. In dieser Ansicht kann man die Teilnehmernummer (diese generiert OpenSlides beim Anlegen) eintippen und damit eine Person auf anwesend oder abwesend setzen. Das hilft bei großen virtuellen Sitzungen ungemein: In Videokonferenzsystemen wie Zoom gibt es die Möglichkeit, dass neue Besucher zunächst in einem virtuellen Vorraum ankommen. Dort kann sie ein Moderator in Empfang nehmen und nach der Teilnehmernummer fragen. Schon bevor es losgeht, weiß die Sitzungsleitung, ob die Beschlussfähigkeit in Gefahr ist.

Will man sich die Arbeit erleichtern, fordert man alle Stimmberechtigten auf, sich immer per Chat des Konferenzsystems mit ihrer Teilnehmernummer abzumelden, wenn sie die virtuelle Versammlung verlassen. Ein Admin ändert dann den Status.

## Anträge

Mitglieder der Gruppe „Delegierte“ dürfen in den Standardeinstellungen alle Aktionen ausführen, die Delegierte auf Versammlungen gewöhnlich dürfen (Details hängen natürlich von der Satzung Ihrer Organisation ab): Anträge stellen, für Wahlen kandidieren und sich auf Rednerlisten setzen. Aber der Reihe nach.

Anträge, Antragsdiskussionen und Änderungsanträge sind schon bei Vor-Ort-Versammlungen ein Quell ewiger Frustration. Wer schon mal dem Schriftführer dabei zugesehen hat, wie er reingeführte Änderungswünsche in ein Word-Fenster auf dem zu kleinen Beamerbild eingetippt

hat, kennt die Ausmaße der Probleme. Per Videokonferenz wird das nicht unbedingt besser. OpenSlides macht diese lästige Arbeit etwas entspannter, vor allem wenn alle Mitglieder einen Account haben.

Damit ein Teilnehmer Anträge einreichen kann, muss sein Account Mitglied der Gruppe „Delegierte“ sein. Im Menüpunkt „Anträge“ finden Sie oben rechts das Plus-Symbol und können losformulieren. Ein neuer Antrag ist zunächst auf „intern“ geschaltet und gewöhnliche Delegierte können ihn nicht selbstständig in die Tagesordnung aufnehmen. Diese Funktionen sind Admins, also der Sitzungsleitung, vorbehalten. Es ist aber sinnvoll, sie schon vor der Versammlung freizugeben, damit sich andere vorab eine Meinung bilden und bei Bedarf auf die Rednerliste setzen können.

Unter „Einstellungen/Anträge“ kann man zum Beispiel die Einleitung „Die Versammlung möge beschließen...“ ersetzen. Große Organisationen mit Ausschüssen haben die Möglichkeit, dort den „komplexen Arbeitsablauf“ für Anträge zu aktivieren. Eine interessante Einstellung finden Sie in diesem Dialog weiter unten: Wenn Sie „Änderungsanträge aktivieren“, finden Delegierte in der Ansicht eines Antrags oben rechts die Möglichkeit, Änderungsanträge zu schreiben. Eingereichte Änderungen kann man sich anschließend in einer Diff-Ansicht mit roten und grünen Markierungen darstellen lassen. In der Versammlung würde man diese mit dem Projektor-Knopf auf den (virtuellen) Projektor werfen und darüber debattieren. Wenn die Änderung für gut befunden wurde, klickt ein Administrator im Änderungsantrag auf den Status und setzt ihn auf „angenommen“.

Als Medienbeauftragter oder Moderator der Versammlung sollte man diese Prozesse am besten vorab in einer Testumgebung durchspielen. Weil alles über das Netzwerk gesteuert wird, können sich auch mehrere Sitzungsleiter die Aufgaben teilen – einer verwaltet Anträge und Änderungen, einer bedient nur den Projektor.

Eine Abstimmfunktion ist in der Open-Source-Version nicht enthalten. Sehr wohl kann man aber Abstimmergebnisse erfassen. Ein Administrator kann die Anzahl der Ja- und Nein-Stimmen eintragen und die Zahlen veröffentlichen. Anschließend setzt er den Status des Antrags auf „angenommen“ oder „abgelehnt“. Für nicht-geheime Wahlen (wie bei Anträgen üblich) in einer Videokonferenz kann man zum Beispiel die Hand-heben-Funktion der Konferenzsoftware nutzen und so die Stimmen abfragen.

## Wahlen

Auch bei Personenwahlen unterstützt OpenSlides die Versammlungsleitung. Admins müssen die Wahlen vorab anlegen, dann kann sich jeder Delegierte aufstellen. Wenn es während der Versammlung noch eine Phase gibt, in der alle Anwesenden andere Anwesende vorschlagen dürfen, kann ein Administrator die reinggerufenen Vorschläge schnell per Autovervollständigung ergänzen. Leider gibt es hier keine Möglichkeit für Freitexteingaben. Wird ein Externer vorgeschlagen, muss ihn jemand schnell als Teilnehmer eintippen.

Eine digitale Wahl würde nicht die Ansprüche an geheime Wahlen erfüllen, die die meisten Satzungen verlangen [2]. Als Admin könnte man die Log-Dateien auslesen und zuordnen, wer wie abgestimmt

hat. In der Open-Source-Software ist die Funktion auch nicht eingebaut. Stattdessen sollten Sie auf die klassische Briefwahl setzen. OpenSlides kann, wenn die Kandidatensuche abgeschlossen ist, Wahlzettel generieren. Der Menüpunkt ist etwas versteckt: Unter den Kandidaten sehen Sie als Admin den Abschnitt „Wahlergebnis“ und rechts drei Punkte. Dort verbirgt sich das Menü mit dem Punkt „Stimmzettel drucken“.

Als Sitzungsleitung müssen Sie diese ausdrucken und für alle Stimmberechtigten einen Brief vorbereiten: Er sollte Stimmzettel für alle Wahlen enthalten (am besten auf buntem Papier ausdrucken, eine Farbe pro Wahl). Außerdem sollte eine Anleitung beiliegen, sowie ein Formblatt, auf dem der Stimmberechtigte unterschreiben muss, dass er selbst abgestimmt hat. Zudem bekommen alle Teilnehmer zwei Umschläge. Einen kleinen, in den alle Stimmzettel kommen – ohne Unterschriften und weitere Beschriftungen. Zusätzlich einen größeren, in den das unterschriebene Begleitschreiben und der kleine Umschlag kommen. Begleitschreiben und Umschlag werden vor dem Auszählen getrennt, damit die Stimme wirklich geheim ist.

Nach dem Auszählen, einige Wochen nach der Versammlung, kann der Wahlleiter die Ergebnisse in der OpenSlides-Instanz eintragen und veröffentlichen.

## Forschungsarbeit

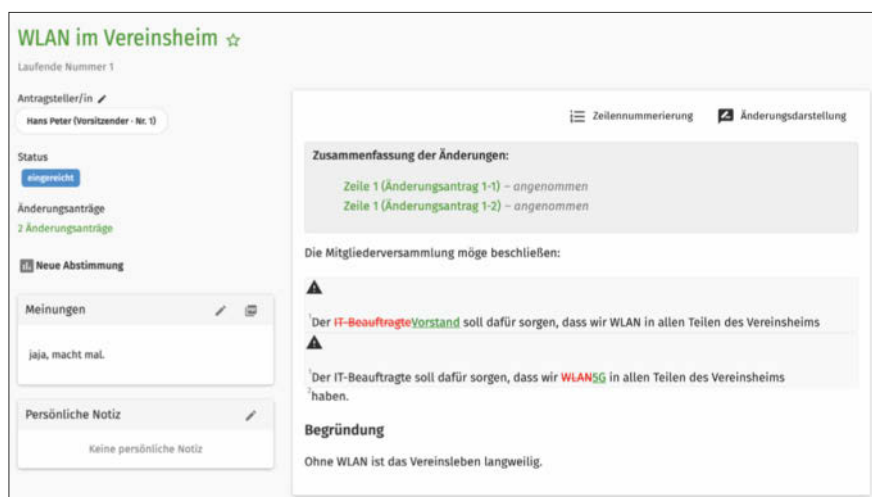
Alle Einstellmöglichkeiten der Software kann man unmöglich beim ersten Einsatz entdecken oder in einem Artikel beschreiben. Über die Jahre sind immer neue Funktionen, basierend auf Nutzerwünschen, hinzugekommen. Wenn Sie in Ihrem Verein die Aufgabe übernommen haben, die virtuelle Sitzung vorzubereiten, sollten Sie am besten rechtzeitig eine Testumgebung hochfahren und zum Beispiel mal zum Ausprobieren die nächste Vorstandssitzung damit begleiten.

(jam@ct.de) **ct**

Weitere Infos: [ct.de/y55z](https://ct.de/y55z)

## Literatur

- [1] Jan Mahn, Privater Sammelplatz, Dateiablage, Videokonferenz und Chat auf dem eigenen Server betreiben, c't 9/2020, S. 26
- [2] Karola Marky, Roberts Kolosovs, Wählen per Mausclick, Sichere und geheime Wahlen übers Internet dank Kryptografie und Mathematik, c't 1/2018, S. 172



Anträge und Änderungen zeigt OpenSlides in einer übersichtlichen Diff-Ansicht an.

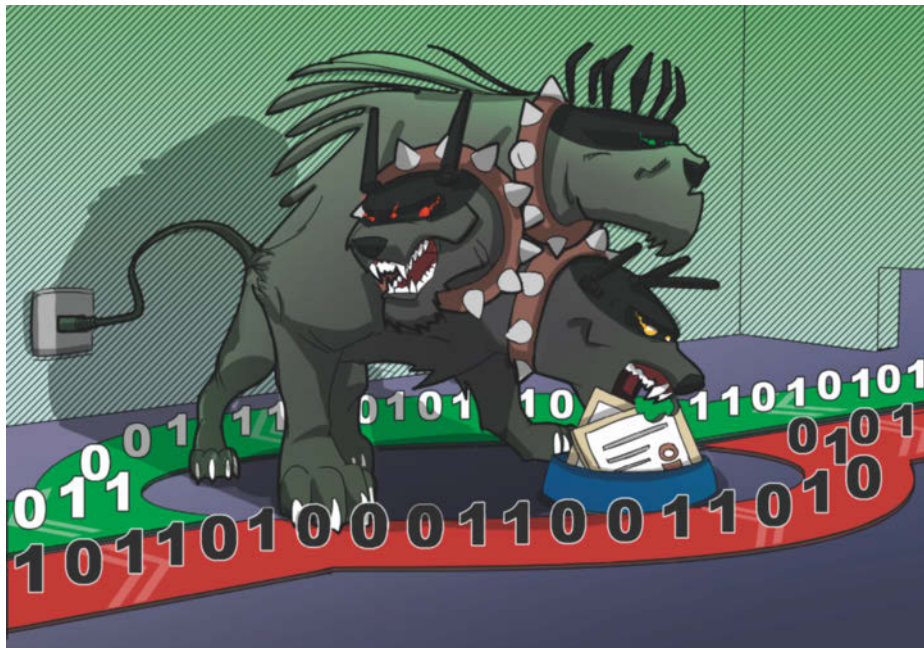


Bild: Thorsten Hübner

# Besiegelte Sicherheit

## Security-Appliances und Router mit TLS-Zertifikaten versorgen

**Dank der Let's-Encrypt-Initiative sind kostenlose, signierte TLS-Zertifikate auf Webservern sehr verbreitet. Die gängige Einrichtungsmethode funktioniert aber nicht für Webinterfaces von Firewalls, Routern oder Webcams. Hilfsweise kann man auf spezialisierte Webdienste ausweichen.**

Von Johannes Weber

Mittels TLS-Zertifikaten (Transport Layer Security) lässt sich der Verkehr zwischen dem Webserver und dem Browser verschlüsseln und der Webserver kann sich mit einem signierten Zertifikat authentifizieren, also belegen, dass der User die gewünschte Domain angesteuert hat – etwa `fritzbox.example.com`. Für die

TLS-Verschlüsselung müssen sich Browser- und Serverhersteller lediglich für geeignete Methoden entscheiden und diese implementieren.

Für die Authentifizierung von Domains, die die Zertifizierungsstellen gewährleisten (Certification Authorities, CA), ist weiterer Aufwand erforderlich. Bei sicherheitskritischen Domains wie `geldhaus.de` müssen Antragsteller belegen, dass ihnen die Domain gehört. Dazu prüft eine CA etwa das Unternehmensregister.

Für gewöhnliche Domains ist der Prüfungsvorgang automatisiert. Bei Let's-Encrypt-Zertifikaten liefert eine Server-Software einem anfragenden Client wie dem Python-Skript `certbot` eine Zeichenkette (Token). Der Antragsteller muss das Token im Webserverpfad so ablegen, dass es aus dem Internet über ein bestimmtes URL-Muster abgerufen werden kann (HTTP-Verifizierung).

Klappt das, geht Let's Encrypt davon aus, dass der Nutzer administrativen Zugriff auf die betreffende Domain und den Webserver hat und erteilt das Zertifikat. Sicherheitshalber gilt es nur 90 Tage. Danach muss der Antragsteller erneut seine Berechtigung belegen. Tools wie `certbot` erledigen das automatisch und bringen Zertifikate auch an ihr Ziel (in Apache, Nginx etc.).

Auf Appliances, Webcams und anderen Geräten, die man per Webinterface konfiguriert, kann man keine Dateien in deren Webserverpfad ablegen, sodass man per Domain Name System (DNS) verifiziert. Auch dafür sendet Let's Encrypt ein Token. Das soll der Domain-Eigner als Datenbankeintrag (TXT-Record) auf dem autoritativen DNS-Server ablegen, also dem, der für die angefragte Domain zuständig ist. Von dort liest ihn Let's Encrypt per DNS-Anfrage aus.

Auch die DNS-Verifizierung lässt sich automatisieren (siehe `ct.de/y1b8`). Grundsätzlich landen die Zertifikate dann in einem konfigurierbaren Pfad, von wo aus man sie per Hand auf den Router oder die Firewall bringt.

Diese Handarbeit kann man sich ersparen, wenn man seinem Netz den Reverse-Proxy Traefik vorschaltet. Traefik verwaltet Wildcard-Zertifikate für alle Hosts einer Domain, sodass man ihn nur einmal für Firewall, Webcam & Co. einrichtet (siehe `ct.de/y1b8`). Manchen Admins stößt aber auf, dass sie so einen Single Point of Failure in ihr Netz einbauen. Und wenn mehrere Filialen zum Beispiel mit eigenen Firewalls im Spiel sind, muss man Traefik in jeder Filiale einrichten.

### Zertifikatserstellung

Alternativ kann man auf Webdienste wie `freessl.org` ausweichen, die Let's-Encrypt-Zertifikate ebenfalls gratis vermitteln.

Dort gibt man den Hostnamen ein (z. B. `firewall.example.com`) und klickt auf „Create a free SSL certificate“. Wenn das Zertifikat mehrere Hosts abdecken soll, geben Sie die Hostnamen kommasepariert und ohne Leerzeichen ein. Die Einträge landen im Zertifikat im Feld „Subject Alternative Name“ (SAN).

Wenn Sie eine gültige Mailadresse angeben, erinnert Sie Let's Encrypt schriftlich, wenn das aktuelle Zertifikat erneuert werden muss. Zertifikate bekommt man aber auch, wenn man dort eine Fantasie-Mail-Adresse einträgt.



Damit der für TLS erforderliche private Schlüssel (Private Key) geheim bleibt, empfiehlt es sich, ihn zusammen mit dem Public Key im eigenen Browser lokal zu erzeugen. Klicken Sie dazu auf „Browser Create“ und „Create“. Ihr Browser erzeugt dann automatisch ein Schlüsselpaar vom Typ RSA mit 2048 Bit Länge. Ob die übrigen Methoden zur Schlüsselgenerierung vertrauenswürdig sind, lässt sich nicht ohne Weiteres prüfen. Zum Beispiel soll für die Option „local create“ ein KeyManager von einer fremden Webseite installiert werden. Wir empfehlen, die übrigen Methoden zu meiden.

Damit Let's Encrypt Ihr Zertifikat signiert, startet nach der Schlüsselgenerierung die DNS-Verifizierung. Öffnen Sie dazu in einem anderen Browser-Fenster die Konfiguration des autoritativen DNS-Servers ihrer Domain. Kopieren Sie den TXT-Record, den FreeSSL einblendet, und speichern Sie ihn auf dem autoritativen DNS-Server. Der Name des TXT-Records entspricht dem folgenden Muster: `_acme-challenge.meinserver.example.com`. Das Token gehört in das zugehörige TXT-Feld. Klicken Sie auf „Validation“.

Anschließend blendet der Browser den Private Key und die Zertifikatskette ein (Ihr Zertifikat und das Intermediate-Zertifikat von Let's Encrypt). Alle Bestandteile lassen sich als ZIP-Archiv über „Download File“ speichern. Das Archiv enthält zwei Dateien: Die Zertifikatskette `full_chain.pem` (diese liefert der HTTPS-Server an Clients aus) und den `private.key` für die TLS-Authentifizierung des Servers.

Mit dem Befehl `openssl` lassen sich auch andere Schlüsselarten und -längen erzeugen; diese muss man dann nur noch per Certificate Signing Request (CSR) signieren lassen. Ein Beispiel:

```
openssl req -newkey rsa:4096 -sha256 \
  -nodes -keyout meinserver.key -out \
  meinserver.csr -subj '/CN=meinserver\
  .example.com' -addext 'subjectAlt\
  Name=DNS:meinserver.example.com'
```

Die Datei `meinserver.key` enthält den privaten Schlüssel. Verwahren Sie ihn sicher. Ein geeigneter Tresor ist beispielsweise der Passwortspeicher KeePass. Die Ausgabedatei `meinserver.csr` enthält den Signierantrag, der mit „Begin Certificate Request“ anfängt. Auf der FreeSSL-Webseite wählen Sie die Methode „I have a CSR“ und kopieren Ihren Antrag in das zugehörige Feld. Die DNS-Verifizierung

läuft dann so ab wie bei Schlüsseln, die der Browser generiert hat.

## Importieren des Zertifikats

Let's Encrypt liefert die Dateien im PEM-Format, das Webserver wie Apache erwarten. Manche Geräte erfordern aber eine einzelne Datei, die sowohl die Zertifikate als auch den private Key enthält, beispielsweise Fritzbox-Router und das Monitoring-Tool ntopng. Passende Dateien kann man leicht in einem Texteditor zusammenkopieren oder mit einem Kommandozeilenbefehl zusammenfügen (z. B. `cat full_chain.pem private.key >> fritzbox.cert`). Lassen Sie sich zum Schluss den Fingerprint anzeigen, Sie brauchen ihn nach dem übernächsten Schritt:

```
openssl x509 -noout -fingerprint \
  -sha256 -inform pem -in fritzbox.cert
```

Einer Fritzbox verabreichen Sie die Datei `fritzbox.cert` in deren Webinterface über den Menüpunkt Internet/Freigaben/Fritzbox-Dienste. Das Feld „Kennwort“ lassen Sie frei, da der vom Browser erzeugte Private Key unverschlüsselt ist. Nach dem Klick auf „Importieren“ blendet das Webinterface unter anderem den SHA-1-Fingerprint des Zertifikats ein. Er sollte mit dem oben von `openssl` ausgegebenen übereinstimmen. Andernfalls wurde vermutlich ein anderer Key importiert als geplant.


Für den ntopng-Server legen Sie die Datei im Pfad `/usr/share/ntopng/httpdocs/ssl/` unter dem Namen `ntopng-cert.pem` ab (Administratorpasswort erforderlich). Starten Sie die Applikation neu, damit sie die Änderungen übernimmt:

```
sudo service ntopng stop && \
  sudo service ntopng start
```

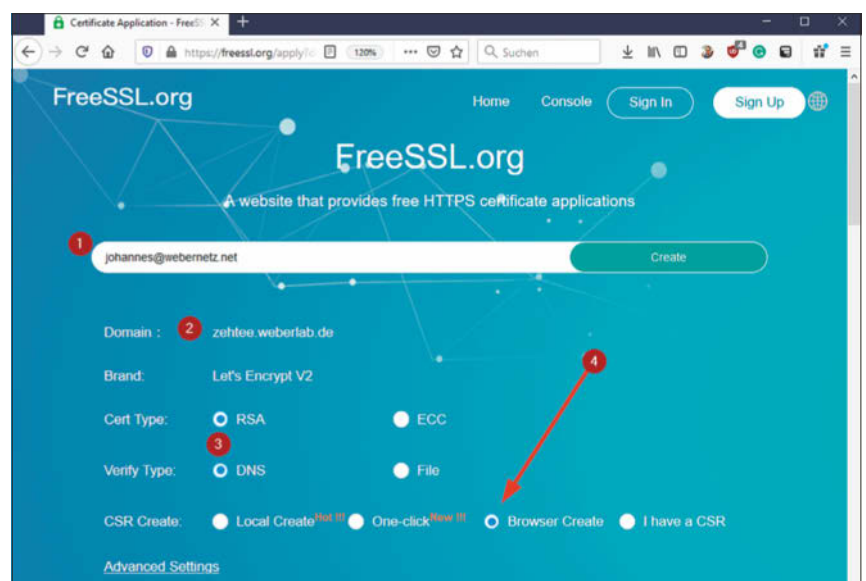
Manche Appliances setzen Dateien im Format PKCS#12 voraus. Man erkennt sie an den Endungen `.p12` oder `.pfx`. Zertifikat und Private Key stecken in einer Datei und sind mit einer Passphrase verschlüsselt. Dieses Format lässt sich mit `openssl` aus dem Private Key und dem Zertifikat erzeugen:

```
openssl pkcs12 -export -inkey \
  private.key -in full_chain.pem -out \
  meinserver.p12
```

Geben Sie ein Passwort zur Verschlüsselung ein; es wird später beim Import abgefragt.

Schlussendlich sollte Ihr Browser beim HTTPS-Zugriff auf die Webinterfaces Ihrer Geräte nicht mehr über deren Zertifikate meckern. Mangels Update-Automatik bleibt Ihnen aber die Wiederholung der Prozedur nach spätestens 90 Tagen leider nicht erspart. (dz@ct.de) 

**Tools und weitere Artikel:** [ct.de/y1b8](https://ct.de/y1b8)



FreeSSL.org vermittelt kostenlose Let's-Encrypt-Zertifikate. Die Mailadresse ist optional (1). Stellen Sie sicher, dass der Hostname korrekt ist (2). Belassen Sie den Schlüsseltyp und die Verifizierung bei RSA und DNS (3). Klicken Sie auf „Browser Create“ (4), damit die Schlüssel auf Ihrem Rechner generiert werden, und dann auf „Create“.

# 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.

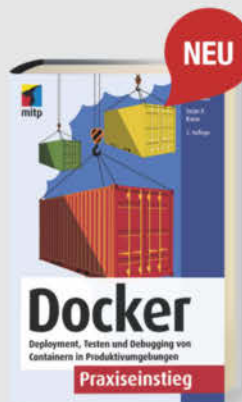
ISBN 9783836267120  
[shop.heise.de/dsgvo-websites](https://shop.heise.de/dsgvo-websites) **39,90 €** >



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.

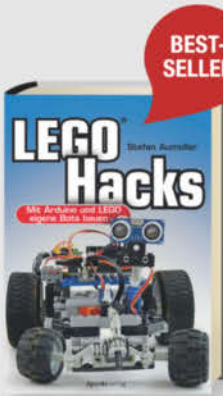
ISBN 9783446459960  
[shop.heise.de/maschinelles-lernen](https://shop.heise.de/maschinelles-lernen) **38,00 €** >



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.

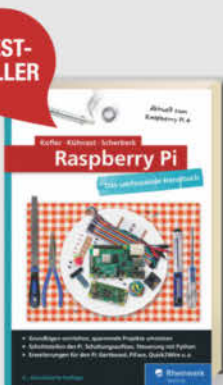
ISBN 9783864906435  
[shop.heise.de/buch-legohacks](https://shop.heise.de/buch-legohacks) **29,90 €** >



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 15 €  
BESTELLWERT

> Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.



# und Maker!

## Zubehör und Gadgets

shop.heise.de/gadgets

NEU



### ParkLite

ParkLite denkt mit. Die elektronische Parkscheibe stellt automatisch nach ca. 20 Minuten 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 € ➔



NEU

### PokitMeter – Multimeter, Oszilloskop und Logger

PoKit misst, zeigt und protokolliert eine Vielzahl von Parametern wie Spannung, Strom, Widerstand und Temperatur mittels Verbindung via Bluetooth mit Ihrem Smartphone oder Tablet.

shop.heise.de/pokit

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](https://shop.heise.de) oder per E-Mail: [service@shop.heise.de](mailto:service@shop.heise.de)





# Samurai am Scheideweg

## Ghost of Tsushima: Blutige Samurai-Saga

**In seinen besten Momenten erzählt Ghost of Tsushima vom Krieg und was er mit den Menschen macht. Dann geht es um Leid, Verlust und Moral. Die noble Botschaft geht in der imposanten und reißbrettartigen Inszenierung aber oft unter.**

Von Andreas Müller

**F**ast scheint es, als wolle die Natur das ganze Chaos und die Gewalt nicht wahrhaben. Wenn der Spieler mit seinem Helden Jin bei aufgehender Sonne über dichte Blumenwiesen reitet, ist der Krieg weit weg. Da fliegen Reiher durch die Lüfte und in den Seen glitzern die Sonnenstrahlen. Erst später, wenn die Mongolen brandschatzend durch das Land gezogen sind und nur Asche übrig ist, hat auch dieses Naturidyll seine Unschuld verloren.

### Blutiges Idyll

Mit Ghost of Tsushima hat das Entwicklerstudio Sucker Punch, bekannt für die Superheldensaga „Infamous“, einen letzten großen Exklusiv-Titel für die Playstation 4 geschaffen. Technisch gelingt das hier, spielerisch allerdings kaut die Samurai-Saga all das wieder, was Fans in den letzten Jahren durch Assassin's Creed und andere Open-World-Spektakel zur Genüge vorgesetzt bekamen.

Die Geschichte des Samurais Jin Sinkai spielt im japanischen Mittelalter: Es ist das 13. Jahrhundert und Mongolen erobern die Insel Tsushima. Alleingelassen vom Shogun organisiert der Fürstenson den Aufstand und stellt sich dem übermächtigen Gegner. Jin muss sich entscheiden, ob er den ehrenwerten Weg des Samurais wählt oder wie der titelgebende Geist seine Feinde hinterhältig niedersticht und vergiftet.

Inszeniert ist das als großes und blutiges Actionspektakel, das alles abhakt, was in den letzten Jahren als Standardformel für Open-World-Spiele etabliert wurde. Überall auf der Karte erfüllt Jin Aufträge, die meist mit dem Töten sämtlicher Gegner enden. Er kämpft oder schleicht sich an seine Feinde heran, steigt in Erfahrungsstufen auf und lernt neue Fähigkeiten. Im Unterschied zur Konkurrenz greift Jin dabei aber nicht auf ein riesiges Waffenarsenal zurück, sondern besitzt nur ein Schwert, eine Art Dolch und einen Bogen. Mit diesen Waffen kann er bis zu vier Kampfstile üben, die ihre Vor- und Nachteile gegen die unterschiedlichen Gegnertypen haben.

### Spiel der Gegensätze

Trotz der einfachen Steuerung enden die Kämpfe gerade gegen mehrere Gegner chaotisch. Die Kamera lässt sich nicht auf ein Ziel fixieren und scheint manchmal orientierungslos herumzuirren. Als Spieler schlägt man oft einfach drauflos, ohne den

Feind richtig zu sehen. Das ändert sich in den spannenden Duellen gegen die Endgegner. Wie zwei echte Samurai treten die Duellanten gegeneinander an und verzichten auf Tricks. Neben dem ganzen Getöse der imposanten Inszenierung sind diese Kämpfe fast schon minimalistisch. Vollkommen gewaltfrei sind ausgiebige Klettertouren zu geheimnisvollen Talismanen oder Fuchsjagden zu heiligen Schreinen. Jin kann sich sogar zurücklehnen und in japanischen Gedichten, sogenannten Haikus, über sein Leben sinnieren.

Wer hinter der Action und dem Blut mehr sehen will, muss sich auf die philosophische Seite des Spiels einlassen. Jin ist keineswegs der strahlende Held, sondern ein von Selbstzweifeln geplagter junger Mann, der sich zwischen dem Ehrenkodex der Samurai und dem Schutz der Bevölkerung entscheiden muss. Mit diesem inneren Zwiespalt ähnelt er den Figuren des Filmemachers Akira Kurasawa, den Sucker Punch im gleichnamigen Schwarz-Weiß-Modus aufleben lässt. Nur ein bisschen „Eye Candy“ reicht aber nicht aus, um die Komplexität der Figuren zu erfassen.

Diese mangelnde Konsequenz ist die größte Schwäche des Spiels. In der pathetischen Action gehen die Geschichten unter: vom Vater, der seinen Sohn opfert; vom Künstler, der sich vom Bösen verführen lässt, oder eben vom Samurai, der Moral, Ehre und Verantwortung vereinen muss. Stattdessen verzichtet Ghost of Tsushima auf Experimente, um den Spieler nicht zu überfordern. Spektakulär und visuell atemberaubend, aber auch oberflächlich.

### Fazit

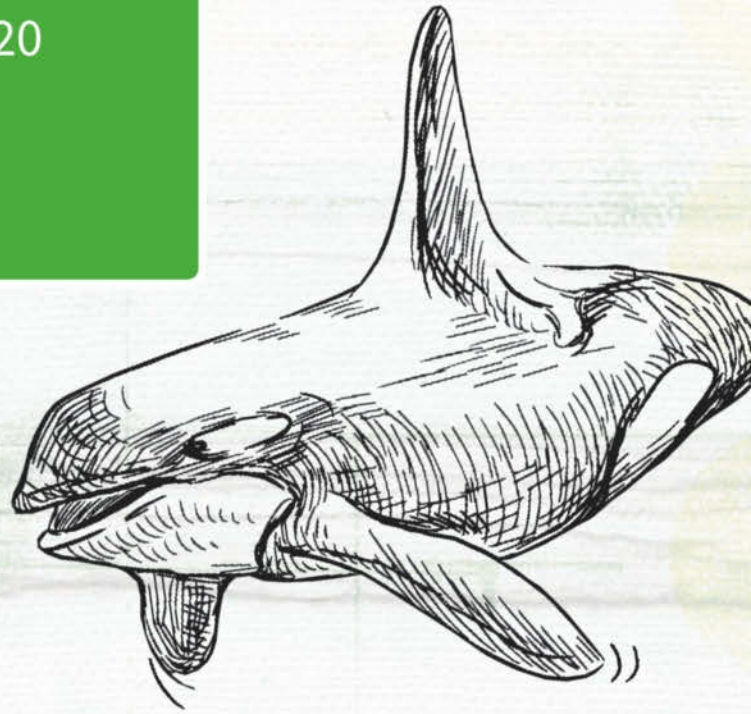
Ghost of Tsushima ist ein Spiel der Gegensätze. Der imposanten und blutigen Inszenierung stehen chaotische Kämpfe und ein dreister Ideenklau beim Vorbild Assassin's Creed gegenüber. Im brachialen Getöse gehen die ruhigen und tiefgründigen Ansätze in viel Pathos und Story-Klischees unter. Das unterhält und sieht fantastisch aus, ist aber am Ende der Playstation-4-Ära zu wenig, um als Meilenstein im Gedächtnis zu bleiben. (lmd@ct.de) **ct**

## Ghost of Tsushima

Action	
Vertrieb	Sony Interactive Entertainment, <a href="https://www.playstation.com/de-de/games/ghost-of-tsushima-ps4/">https://www.playstation.com/de-de/games/ghost-of-tsushima-ps4/</a>
Systeme	Playstation 4
Preis	70 €
USK	ab 18 Jahre



28.9. – 1.10.2020  
Online



# Die Online-Konferenz für Enterprise JavaScript



**Frühbucherrabatt  
bis zum  
14. August 2020**



Silbersponsor



Bronzesponsor



Veranstalter



heise Developer

dpunkt.verlag





Bild: Albert Hulm

# Die Abmahner lauern

## Wie wettbewerbsrechtliche Unterlassungsansprüche die Existenz von Shop-Neulingen gefährden

**Wenn von Abmahnungen die Rede ist, denkt mancher an schlagzeilen-trächtige Fälle um Tauschbörsen-Uploads. Von der Öffentlichkeit wenig beachtet werden jedoch die vielen wettbewerbsrechtlichen Abmahnungen, die Betreiber von Online-Shops treffen. Die Aufhänger sind oft Klassiker wie fehlerhaftes Web-Impressum oder die Vernachlässigung von Verbraucherinformationspflichten.**

**Von Nick Akinci und Joerg Heidrich**

**E**indrucksvolle Zahlen sind es, die sich der Abmahnumfrage 2019 des E-Commerce-Dienstleisters Trusted Shops entnehmen lassen [1]. 47 Prozent der befragten Händler sagen, dass sie bereits mindestens eine Abmahnung erhalten haben – Tendenz steigend. Jedes der anwaltlichen Schreiben, um die es geht, hatte im Durchschnitt Kosten von rund 1900 Euro zur Folge. Grob jeder zweite der Befragten sah seine Existenz durch Abmahnungen bedroht. Die Umfrage ist nicht repräsentativ, aber immerhin haben knapp 3000 Händler daran teilgenommen.

Im laufenden Jahr dürfte die Zahl der Abmahnungen eher noch zunehmen. Im

Zuge der Corona-Krise haben etliche E-Commerce-Einsteiger neue Online-Shops eröffnet. Anbieter baukastenartiger Shop-Systeme werben damit, dass der Start eines solchen Web-Geschäfts „kinderleicht“ sei und lediglich ein paar Klicks erfordere.

Vielen Interessenten ist nicht klar, dass sie dabei in puncto Rechtsrisiken ungeschützt dastehen: Die Systemanbieter dürfen keine Rechtsberatung leisten. Die zusammengedruckten Shops sind oft meilenweit davon entfernt, den strengen gesetzlichen Vorgaben für den E-Commerce zu genügen. Ein Online-Business rechtssicher zu gestalten, ist selbst für spezialisierte Anwälte eine Herausforderung:



Allzu viele verschiedene Vorgaben sind zu berücksichtigen.

## Unrechtmäßiger Wettbewerbsvorteil

Wenn es um E-Commerce geht, stützen sich Abmahnungen fast immer aufs Wettbewerbsrecht. Konkret wird meist geltend gemacht, dass der Abgemahnte gesetzliche Spielregeln im Bereich des Online-Handels verletzt und sich dadurch einen Wettbewerbsvorteil gegenüber der Konkurrenz verschafft hat. Die Mitbewerber haben vielleicht Geld und Zeit in die Umsetzung der rechtlichen Vorgaben investiert, während der Abgemahnte sich das erspart hat. Juristen sprechen von einem „Vorsprung durch Rechtsbruch“.

Solche Abmahnungen können nur Mitbewerber verschicken beziehungsweise veranlassen, die in ähnlichen Bereichen aktiv sind wie der Abgemahnte. Dieser muss gegen eine „Marktverhaltensregel“ verstoßen. Was darunter fällt und was nicht, steht nicht etwa konkret in einem Gesetz, sondern ist das Ergebnis langjähriger Rechtsprechungspraxis.

Den wohl häufigsten Abmahnanlass bilden fehlende oder unzureichende Widerrufsbelehrungen. Es geht um eine gesetzliche Pflichtinformation: Online-Händler, deren Angebot sich an Verbraucher richtet, müssen ihre Kunden über das ihnen gesetzlich zustehende Widerrufsrecht aufklären. Der Gesetzgeber macht genaue Vorgaben, wann, wie und an welcher Stelle diese Belehrung zu erfolgen hat.

So muss der Händler dem Verbraucher die Informationen bereits vor Abschluss des Kaufvertrags in „klarer und verständlicher Weise“ zur Verfügung stellen. Seit 2014 gibt es eine amtliche Musterwiderrufsbelehrung [2]. Wer sie nutzt, kann dadurch das Risiko von Fehlern reduzieren – obwohl keine Pflicht zur Verwendung des Musters besteht. Nicht damit verwechseln darf man das Musterwiderrufsformular [3]: Ein solches Formular muss dem Verbraucher im Rahmen der Kaufabwicklung zur Verfügung gestellt werden; es soll ihm die Erklärung des Widerrufs möglichst einfach machen.

## Ordentlich gekennzeichnet

Ein weiterer beliebter Abmahngrund ist der Verstoß gegen Produktkennzeichnungspflichten, die es aus Gründen des Verbraucherschutzes für bestimmte Arten von Handelswaren gibt. So schreibt die

Europäische Textilkennzeichnungsverordnung exakt vor, was bei Textilerzeugnissen anzugeben ist – unter anderem die Zusammensetzung der bei der Herstellung verwendeten Fasern: Dafür wiederum darf man nur die Bezeichnungen aus der Liste im Anhang der Verordnung verwenden, nicht aber manche vertraute von Herstellern geprägte Namen.

Textilien sind nur ein Beispiel von sehr vielen Produktarten, für die Kennzeichnungspflichten existieren. Es gibt kein einheitliches Produktkennzeichnungsgesetz, sondern eine Vielzahl an maßgeschneiderten Verordnungen und Gesetzen, was im Sinne des Verbraucherschutzes auch sinnvoll ist: die Lebensmittelinformationsverordnung, das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG), die Kosmetikverordnung und das Medizinproduktegesetz – um nur eine kleine Auswahl zu nennen. Für Shop-Betreiber ergibt sich daraus ein regelrechter Urwald von Vorgaben, die möglicherweise für die eigenen Produkte gelten.

Auch regelwidrige Preisangaben in Online-Shops sind häufig Gegenstand von Abmahnungen. Die Preisangabenverordnung (PAngV) verlangt zum Beispiel, anzugeben, ob im angegebenen Kaufpreis Umsatzsteuer und sonstige Preisbestandteile wie Versand- und Verpackungskosten enthalten sind. Als Endpreise sind gegenüber Verbrauchern immer die Bruttopreise anzugeben, die Umsatzsteuer muss also enthalten sein. Nur wenn sichergestellt ist, dass lediglich Gewerbetreibende auf ein

Angebot zugreifen können, darf dieses mit Nettopreisen beworben werden.

Noch etwas kniffliger ist die Sache mit dem sogenannten Grundpreis: Er ist bei Waren mit anzugeben, die nach Gewicht, Volumen, Länge oder Fläche angeboten werden – von Flüssigkeiten wie Tinte bis zu Meterware wie Folie. Es geht darum, wie viel die Ware pro Mengeneinheit kostet, also pro Kilogramm, Liter, Kubikmeter, Meter oder Quadratmeter. Das führt für Verbraucher bisweilen zu bemerkenswerten Erkenntnissen: Eine wahrheitsgemäße Preisangabe nennt dann etwa einen Literpreis von 7998 Euro bei einer für 40 Euro verkauften Drucker-tintenpatrone.

## EU-Streiterzeugungsplattform

Einen steten Quell für Abmahnungen bilden EU-Vorgaben zum Verbraucherschutz. Dabei geht es oft um umfangreiche Informationspflichten, bei denen bereits kleine Fehler ein Abmahnrisiko darstellen. Ein Dauerbrenner in dieser Hinsicht sind fehlende oder unzureichende Hinweise auf die Online-Streitbeilegungsplattform der Europäischen Union.

Die EU-Kommission hat dieses Angebot per Verordnung geschaffen, um „den Online-Einkauf durch den Zugang zu Streitbeilegungsinstrumenten von guter Qualität sicherer und fairer zu gestalten“ [4]. Verbraucher können die Plattform nutzen, um „nach der besten Lösung für ihr Verbraucherproblem zu suchen“. Dabei sollen sie entweder direkt mit dem

Mehrere Anbieter stellen kostenlos nutzbare Impressums-Assistenten bereit. Ein solchermaßen zusammengebautes Web-Impressum ist allemal besser als ein von irgend-einer Website abgesehenes.

jeweiligen Unternehmer über eine Lösung verhandeln oder eine Streitbeilegungsstelle beauftragen. Online-Shops, deren Angebot sich an Verbraucher richtet, sind verpflichtet, über diese Streitbeilegungsplattform zu informieren und einen klickbaren Link bereitzustellen. Es klingt geradezu absurd: Selbst Anbieter, die eine Streitbeilegung über diese Plattform ablehnen (was möglich ist), müssen im Shop-Impressum darauf hinweisen und einen funktionierenden Link anbringen.

### Das böse alte Impressum

Ein regelrechter Abmahnklassiker betrifft nicht nur Online-Shops, sondern auch andere Arten von Websites: Es geht um Mängel im Zusammenhang mit dem vorgeschriebenen Impressum. Nach dem Telemediengesetz (TMG) müssen nahezu alle Website-Betreiber eine Anbieterkennzeichnung vorhalten. Davon ausgenommen sind nur rein private Angebote. Wenn etwa ein Katzenbesitzer online lediglich Bilder seiner Lieblinge zeigt, braucht er kein Impressum. Eine gleichartige Webpräsenz eines Züchters jedoch erfordert ein Impressum – selbst wenn er auf diesem Weg gar keine Tiere verkauft. Die Förderung der eigenen gewerblichen Tätigkeit genügt.

Die Pflichtangaben im Impressum betreffen insbesondere Name und Anschrift des Website-Betreibers sowie dessen Kontaktdaten. Wenn der Betreiber ein Unternehmen ist, gehören neben weiteren Angaben die Rechtsform und die gesetzlichen Vertreter ins Impressum. Wer eine Umsatzsteueridentifikationsnummer (USt.-ID) besitzt, muss auch diese angeben. Auch dabei gibt es Sonderregeln: Eine für die Tätigkeit zuständige Aufsichtsbehörde muss – sofern vorhanden – angegeben werden. All diese Informationen müssen leicht erkennbar, unmittelbar erreichbar und ständig verfügbar sein. Es hat sich bewährt, einen Direktlink zum Impressum im Fußbereich einzubinden, der auf der Startseite und allen Unterseiten zu sehen ist. Nach einem Urteil des OLG Düsseldorf stellt es bereits einen erheblichen Verstoß gegen die Angabepflichten des TMG dar, wenn ein Geschäftsführer im Impressum nur mit unvollständigem Namen erscheint, also etwa mit abgekürztem Vornamen [5].

Auch fehlende oder ungenaue Lieferzeitangaben sind Gegenstand von Abmahnungen. Nach dem Einführungsgesetz zum Bürgerlichen Gesetzbuch (EGBGB)

muss jeder Online-Händler den Termin angeben, bis zu dem er die Waren liefern wird. Die Rechtsprechung hat hierzu möglichst genaue Angaben gefordert. Statthaft ist etwa die Angabe eines dreitägigen Zeitrahmens. Als unzulässig gilt dem OLG München zufolge aber ein Hinweis wie „Der Artikel ist bald verfügbar“ für das Angebot eines Smartphones über einen Online-Shop [6].

### Fremder Federschmuck

Viele Shop-Betreiber werden wegen Urheberrechtsverletzungen abgemahnt. Meistens geht es dabei um unerlaubt übernommene Fotos. Selbst ein bloßes Abbild einer Ware unterliegt als „Lichtbild“ urheberrechtlichem Schutz. Die Nutzung fremder Bilder ist daher nur mit Zustimmung der Rechteinhaber möglich.

## »Weder Panik noch Aussitzen sind angesagt.«

Urheberrechtliche Abmahnungen sind meist teuer, da hier neben den Anwaltshonoraren auch noch Schadenersatz für die Fotonutzung verlangt wird. Dessen Höhe ist mehrfach Thema von Gerichtsverfahren gewesen: Es kommt dabei vor allem darauf an, ob die betreffenden Bilder von einem professionellen Fotografen stammen oder nicht.

Die höchsten Kosten fallen allerdings normalerweise bei Markenrechtsverletzungen an. Dabei geht es um die unerlaubte Nutzung fremder Marken etwa für Domain- oder Unternehmensnamen sowie für angebotene Produkte. Auch der Handel mit gefälschten Markenartikeln gehört in diese Schublade. Um mit bestehenden Markenrechten zu kollidieren, braucht ein Kennzeichen bloß Verwechslungen mit einem markenrechtlich geschützten fremden Kennzeichen zu provozieren – eine bloße Ähnlichkeit kann schon ausreichen. So hat der Bundesgerichtshof (BGH) 2015 eine Verwechslungsgefahr zwischen den Marken „IPS“ und „ISP“ gesehen: Es bestehe eine „klangliche Ähnlichkeit“ [7]. Ähnlich verwechslungsträchtig können gestaltete Logos sein.

Sorgfalt und eine vorsorgliche Recherche lohnen sich in diesem Bereich ganz besonders. Schon eine Google-Suche nach einem ins Auge gefassten Namen kann die Existenz geschützter Marken ans Licht bringen. Auch ein Blick ins Markenregister des Deutschen Patent- und Markenamts (DPMA) ist hilfreich [8].

Obwohl viele Experten mit der Einführung der europäischen Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) ein neues Abmahnschlachtfeld erwartet haben, ist es dazu bislang nicht gekommen. Rechtlich ist noch immer nicht geklärt, ob die Missachtung von Datenschutzvorgaben überhaupt als Wettbewerbsverstoß abgemahnt werden kann. Diese Frage liegt derzeit dem Europäischen Gerichtshof (EuGH) zur finalen Klärung vor.

### Nicht jeder darf abmahnen

Das außergerichtliche Instrument der Abmahnung ist vom Grunde her eine sinnvolle Sache – es soll dazu dienen, einem Rechtsverletzer die hohen Kosten eines Gerichtsverfahrens zu ersparen. Anwälte, die solche Schreiben verfassen, tun dies normalerweise im Namen von Mandanten, die einen Unterlassungsanspruch geltend machen.

Ein solches Schriftstück fordert den Empfänger auf, ein bestimmtes Verhalten zu unterlassen, mit dem er Rechte des Abmahnenden verletzt. Außerdem soll er normalerweise eine strafbewehrte Unterlassungserklärung abgeben. Das heißt, er verpflichtet sich, bei künftigen gleichartigen Rechtsverstößen eine Vertragsstrafe an den Abmahnenden zu zahlen. Rechtlich betrachtet entfällt damit die Wiederholungsgefahr. Wenn der Abgemahnte die verlangte Erklärung nicht oder in nicht ausreichender Form abgibt, kann der Abmahnende seinen Anspruch gerichtlich geltend machen.

Mit der Abgabe der Unterlassungserklärung ist die Sache erledigt, allerdings geht es dann noch um die Kosten. Da die Abmahnung – so der eigentliche Gedanke – im Interesse des Abgemahnten erfolgt ist, muss der die angefallenen Rechtsanwaltskosten für den Abmahnenden normalerweise tragen. Das können je nach Qualität und Quantität der vorgeworfenen Rechtsverletzungen schnell vierstelligen Beträge werden.

Problematisch ist, dass es noch immer viele Möglichkeiten zum Missbrauch dieses Rechtsinstruments gibt [9]. Manche Anwaltskanzleien betreiben den serien-

weisen Versand von Abmahnungen für bestimmte Mandanten als florierendes Geschäftsmodell. Sie durchforsten das Netz nach Regelverstößen von Shop-Betreibern, zu denen ihre Mandanten in irgendeinem Wettbewerbsverhältnis stehen – sei es noch so konstruiert.

Aber nicht nur Mitbewerber sind abmahnberechtigt. Auch Wettbewerbsvereine betätigen sich bisweilen exzessiv als Unterlassungsforderer. Sie beziehen ihre Abmahnbefugnis aus § 8 Abs. 3 Nr. 2 des Gesetzes gegen den unlauteren Wettbewerb (UWG). Eine Voraussetzung ist, dass dem Verein viele potenzielle Mitbewerber des Abgemahnten angehören. Der Trusted-Shops-Umfrage zufolge ist ein einziger dieser Vereine für satte 25 Prozent der erfassten Abmahnungen verantwortlich.

### Was tun?

Es lohnt sich, typische Abmahnrisiken bewusst zu vermeiden. Ohne fachkundige Hilfe ist die Gestaltung rechtssicherer AGB und anderer neuralgischer Shop-Details aber schwierig. Sofern es das Budget hergibt, tun frischgebackene Shop-Betreiber gut daran, bereits im Vorfeld anwaltlichen Rat zu suchen.

Wenn eine Abmahnung in der Post gelandet ist, sind weder Panik noch Aussitzen angesagt. In dem Schreiben wird dem Abgemahnten normalerweise eine Frist gesetzt. Wenn die Abmahnung begründet ist, kann der Abmahnende nach fruchtlosem Verstreichen der Frist eine einstweilige Verfügung bei Gericht erwirken – dadurch drohen weitere Kosten.

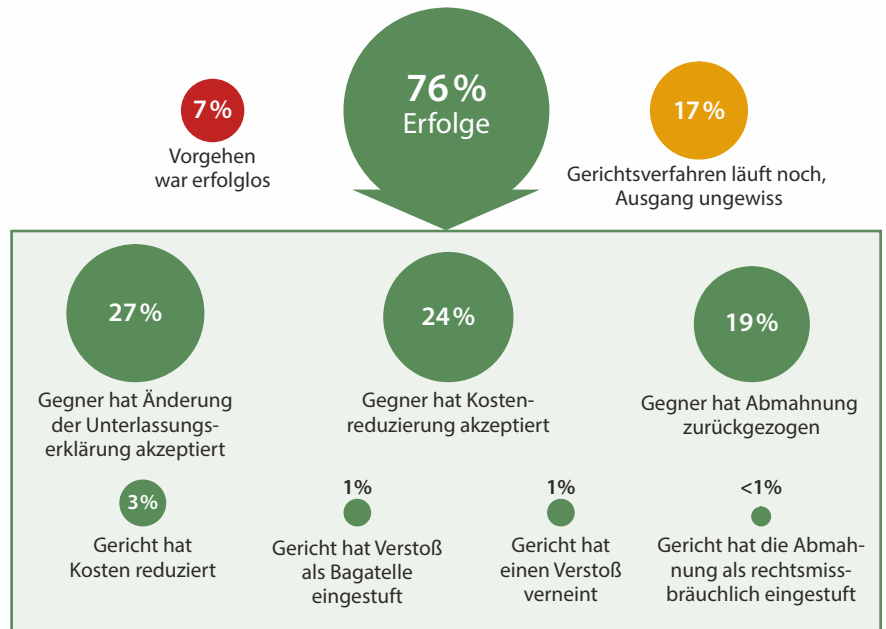
Aber auch das ungeprüfte Abgeben einer vorformulierten Unterlassungserklärung ist keine gute Lösung. Möglicherweise ist die Abmahnung ja nicht wirklich begründet, die geforderten Gebühren können überhöht sein und oft gehen auch die verlangten Erklärungen viel zu weit. Ein Rechtsanwalt kann helfen, den besten Weg zu finden – gegebenenfalls in Verhandlung mit dem Abmahner oder durch Verfassen einer eigenen, nicht überzogenen Unterlassungserklärung.

### Licht am Tunnelende?

Der Gesetzgeber konnte sich bis heute nicht dazu durchringen, den Abmahnungsmissbrauch wirksam einzudämmen. Zwar wurde im Juli 2019 der Entwurf für ein sehr weit gehendes „Gesetz zur Stärkung des fairen Wettbewerbs“ in den Bundestag eingebracht. Dieses ist jedoch seither weitgehend auf Eis gelegt worden und steht

## Widerstand ist oft erfolgreich

Der Trusted-Shops-Umfrage zufolge haben 64 Prozent der befragten Abgemahnten sich zur Wehr gesetzt. Rund drei Viertel davon konnten auf die eine oder andere Weise etwas bewegen.



Quelle: Trusted-Shops-Abmahnfrage 2019

unter starkem Beschuss von verschiedenen Interessengruppen.

Immerhin hat die Regierungskoalition Mitte Juli 2020 mitgeteilt, dass man sich über ein gemeinsames Vorgehen verständigt habe. Unklar ist noch, welche Regelungen genau geplant sind. Die Äußerungen der beteiligten Politiker können Shop-Betreiber aber durchaus hoffen lassen. Man wolle sicherstellen, dass das Wettbewerbsrecht nicht als Vorwand erhalten müsse, „um rechtschaffene Unternehmen wegen kleinster Verstöße zur Kasse zu bitten“. Das „bewährte Instrument der Abmahnung“ dürfe nicht fälschlich dazu genutzt werden, „Wettbewerbern Schaden zuzufügen“.

Ein Gesetzentwurf soll nach der Sommerpause verabschiedungsreif sein. Allerdings hat sich ein Gesetz, das bereits 2013 mit einem ähnlichen Anspruch verabschiedet wurde, in der Praxis als wenig wirksam erwiesen.

### Rundum sorglos? Irrtum!

Gerade Neulinge im E-Commerce, die auf Shop-Baukästen setzen, sollten sich des rechtlichen Risikos bewusst sein, das in dem Betrieb eines solchen Angebots steckt. Es gibt so viele mögliche Abmahngründe, dass selbst Profis kaum noch in der

Lage sind, für die Rechtssicherheit einer Website zu garantieren. Zumindest einige Risiken lassen sich aber leicht entschärfen – der Hinweis auf die Streitbeilegungsplattform mitsamt Link gehört etwa zum Pflichtprogramm jedes Shop-Betreibers. Ansonsten bleibt zu hoffen, dass das angekündigte Gesetzesvorhaben „zur Stärkung des fairen Wettbewerbs“ rasch auf den Weg gebracht wird und künftig einen gewissen Schutz vor windigen Abmahnungen liefern kann. (psz@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Dr. Carsten Föhlich, 8. Trusted-Shops-Abmahnungsumfrage, 2019: <https://heise.de/s/7Nkg>
- [2] Amtliche Fassung der Musterwiderrufsbelehrung, extrahierfähiges PDF-Dokument bei wettbewerbszentrale.de: <https://heise.de/s/XVxx>
- [3] Muster-Widerrufsformular, Stand 2014: <https://heise.de/s/7N2j>
- [4] Online-Streitbeilegungsplattform: Verordnung (EU) Nr. 524/2013, Art. 4
- [5] OLG Düsseldorf, Urteil vom 4.11.2008, Az. I-20 U 125/08: <https://heise.de/s/6Nnm>
- [6] OLG München, Urteil vom 17.5.2018, Az. 6 U 3815/17: <https://heise.de/s/gMgo>
- [7] BGH, Urteil vom 5.3.2015, Az. I ZR 161/13: <https://heise.de/s/lGpG>
- [8] Volltextsuche im Register des DPMA: <https://heise.de/s/WgeG>
- [9] Kai Paterna, Zweckentfremdet, Gericht lässt Massenabmahner abblitzen, c't 5/2014, S. 160

Quellen und Entscheidungen: [ct.de/y3q7](https://ct.de/y3q7)





# Sie fragen – wir antworten!

## Explorer-Fenster schließt sich beim Auswerfen

**?** Wenn ich unter Windows im Explorer USB-Sticks oder virtuelle ISO-/VHD-Laufwerke auswerfe, schließt sich jedes Mal das Fenster des Explorers, obwohl ich es noch brauche. Wie gewöhne ich Windows dieses nervige Verhalten ab?

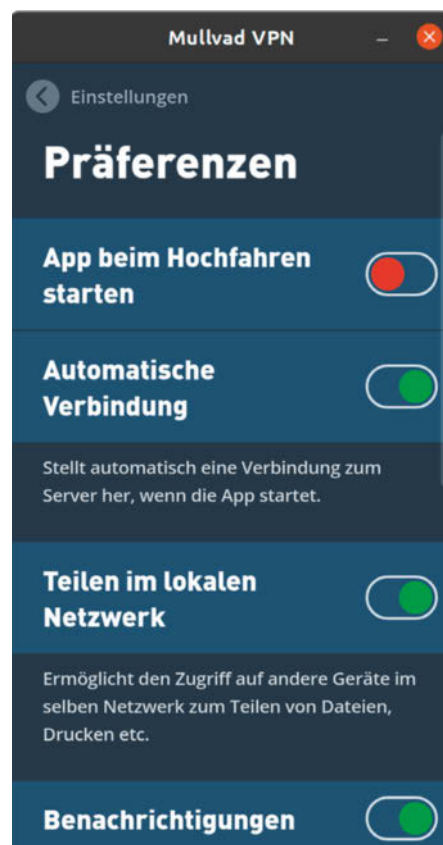
**!** Uns ist kein Weg dazu bekannt. Sie können es aber zumindest in jedem Einzelfall verhindern. Das Fenster schließt sich nämlich nur, wenn bislang im rechten Fensterbereich der Inhalt des auszuwerfenden Laufwerks zu sehen ist. Es reicht also aus, vor dem Auswerfen dafür zu sorgen, dass im rechten Fensterbereich des Explorers ein beliebiger anderer Inhalt zu sehen ist. Dann können Sie das überflüssige Laufwerk in der linken Baumansicht über dessen Kontextmenü auswerfen.

(axv@ct.de)

## Drucken trotz VPN

**?** Nach dem Bericht über VPN in einer der letzten c't-Ausgaben habe ich Mullvad VPN installiert. Seitdem kann ich meinen übers Netzwerk angebundenen Drucker nicht mehr verwenden. Möchte ich drucken, muss ich vorher das VPN ausschalten. An welcher Schraube muss ich drehen, damit ich trotz VPN meinen Netzwerkdrucker nutzen kann?

**!** In der Voreinstellung leitet Mullvad allen Datenverkehr Ihres Rechners durch das VPN. Vom Endpunkt des VPN, den Mullvad-Servern, ist ihr Drucker aber nicht erreichbar. Um auf Dienste in Ihrem lokalen Netzwerk zuzugreifen, öffnen Sie in der Mullvad-App über das Zahnrad die Einstellungen. Unter „Präferenzen“ aktivieren Sie dann den Schalter bei



Um trotz VPN-Verbindung auf lokale Netzwerkdienste wie Drucker zuzugreifen, muss man in Mullvad die Einstellungen anpassen.

„Teilen im lokalen Netzwerk“. Anschließend können Sie auf Drucker, NAS oder andere Computer im lokalen Netzwerk auch bei aufgebauter VPN-Verbindung wie gewohnt zugreifen.

(ktn@ct.de)

## Webradio-Sendersuche ohne vTuner-Dienst

**?** Bei meinem Denon-Webradio und meinem AV-Receiver von Marantz

kann ich plötzlich keine Sender mehr einstellen. Stattdessen soll ich mich bei vTuner kostenpflichtig anmelden – gibt es kostenlose Alternativen, um auch in Zukunft Internetradio zu hören?

**!** Ja, mehrere. Zunächst sollten Sie nachsehen, ob es vielleicht Firmware-Updates gibt. Yamaha etwa stellt damit eine Reihe von Komponenten vom Webradio-Stationendienst vTuner auf airable.radio um, eine Liste finden Sie unter [ct.de/yfkh](https://ct.de/yfkh).

Falls es für Ihr Gerät kein Firmware-Update gibt, Sie aber eine Fritzbox besitzen, können Sie den Umweg über deren UPnP-Medienserver nehmen. Einen solchen Streaming-Server können viele der von der vTuner-Abkopplung betroffenen Webradios nutzen. Sie aktivieren den UPnP-Server zunächst in der Firmware Ihrer Fritzbox, die Sie im Heimnetz meistens unter <https://fritz.box> erreichen. Dort tragen Sie dann auch die gewünschten Webradio-Stationen ein. Bei einigen Webradios lassen sich die von der Fritzbox im lokalen Netz angebotenen Streams dann wiederum als Favoriten abspeichern.

Steht keine Fritzbox im Haushalt, kann man sich möglicherweise mit YCast auf einem Raspberry Pi behelfen (siehe [ct.de/yfkh](https://ct.de/yfkh)). Auch viele NAS lassen sich per Plug-in in einen UPnP- oder DLNA-Medienserver verwandeln. Hintergrund der vTuner-Probleme ist, dass die Betreiberfirma des Onlinedienstes seit einiger Zeit jährliche Gebühren für die Nutzung fordert, und zwar 3 US-Dollar pro MAC-Adresse – also letztlich pro Gerät. Doch vTuner ist nicht viel mehr als ein Stationsverzeichnis, das die eigentlichen, aber manchmal wechselnden URLs der Webradio-Streams über die Sendernamen verlinkt.

(ciw@ct.de)

Weitere Infos: [ct.de/yfkh](https://ct.de/yfkh)

## Kdenlive-Icons unter Arch Linux kaum lesbar

Ich habe unter Arch Linux Kdenlive aus dem Extra-Repository installiert. Das Programm läuft, aber die Icons sind hellgrau auf hellgrauem Hintergrund und damit kaum erkennbar.

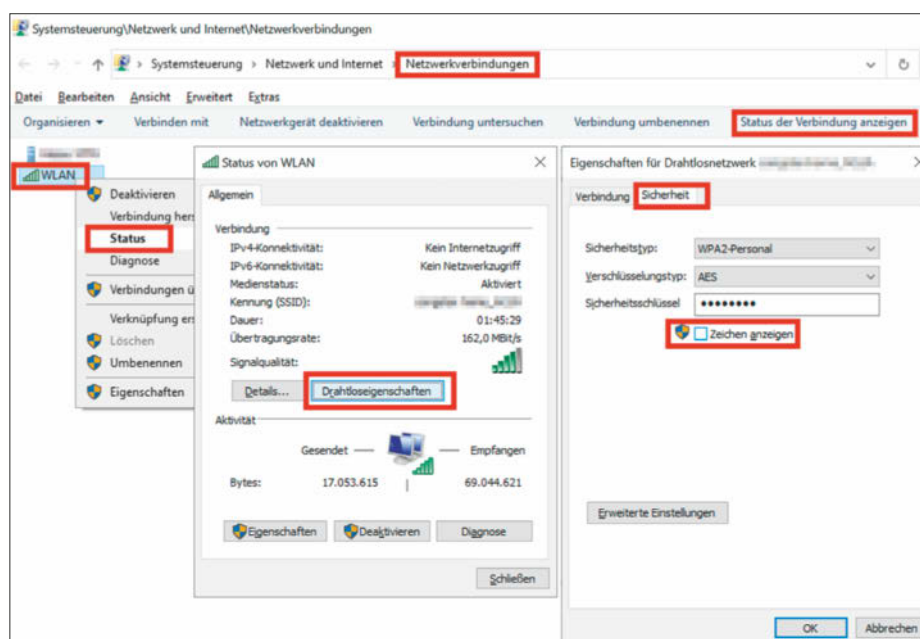
Arch Linux installiert Kdenlive ohne die Pakete für KDE-Themes. Ohne ein passendes Theme läuft Kdenlive zwar, die Hintergrundfarbe passt aber nicht zu den Icons. Um das Problem zu lösen, installieren Sie das Paket `breeze` (ebenfalls aus dem Extra-Repository).

Wenn Sie Kdenlive danach starten, sieht das Programm gleich etwas anders aus und Sie können unter „Einstellungen/ Stil“ nun „Breeze“ auswählen. Außerdem steht unter „Einstellungen/Farbschema“ nun auch „Breeze-Dunkel“ zur Auswahl, was für ein schickes, augenfreundliches Interface mit gut sichtbaren Icons sorgt.

(pmk@ct.de)

## WLAN-Passwort anzeigen lassen

Ich habe mein WLAN-Passwort vergessen, aber der Windows-10-Rechner loggt sich noch automatisch in das entsprechende Netz ein. Kann ich mir das Passwort im Klartext anzeigen lassen?



Die gerade aktive WLAN-Verbindung gibt Administratoren ihr Passwort auch über die Systemsteuerung preis.

Ja, das geht, allerdings benötigen Sie dafür Administratorrechte, mit denen Sie eine PowerShell oder Kommandozeile öffnen. Mit `netsh wlan show profile [WLAN-NAME] key=clear` werden die Parameter eines WLAN-Profiles angezeigt. Unter „Sicherheitseinstellungen“ ist das WLAN-Passwort im „Schlüsselinhalt“ im Klartext sichtbar. Eine Liste der gespeicherten WLAN-Profile erhalten Sie mit `netsh wlan show profile`.

Genügt Ihnen das Passwort des gerade aktiven WLAN-Netzes, gelangen Sie auch über die Windows-Oberfläche zum Ziel. Tippen Sie „Netzwerkverbindungen anzeigen“ ins Suchfeld und öffnen Sie das angezeigte Element der Systemsteuerung. Dort gelangen Sie via Rechtsklick auf die WLAN-Verbindung und „Status“ im Kontextmenü oder nach Auswahl des WLANs über das Menüband mit „Status der Verbindung anzeigen“ über „Drahtloseigenschaften/Sicherheit“ zur Anzeige des Sicherheitsschlüssels. Der wird aber nur mit Admin-Rechten im Klartext angezeigt.

(csp@ct.de)

## Boxen brummen unter Linux

Ich habe meinen Laptop über die Klinke an meine Musikanlage angeschlossen. Solange eine Audiodatei oder ein Stream abgespielt wird, ist alles gut. Aber wenn für wenige Sekunden kein

Fragen richten Sie bitte an

[hotline@ct.de](mailto:hotline@ct.de)

c't Magazin

@ctmagazin

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).

Ton kommt, brummen die Lautsprecher plötzlich laut. Wie kann ich dieses Verhalten abstellen?

Schuld ist hier die Energiespar-Einstellung. Pulseaudio schaltet den Soundchip ab, wenn es keinen Ton ausgibt, und in ungünstigen Konstellationen entsteht eine Brummschleife. Zur Korrektur öffnen Sie mit Systemverwalterrechten die Datei `/etc/pulse/default.pa` und suchen folgende Zeile:

```
load-module module-suspend-on-idle
```

Kommentieren Sie diese aus, indem Sie eine Raute (#) voranstellen. Anschließend müssen Sie nur als normaler Benutzer Pulseaudio neu starten:

```
systemctl restart --user pulseaudio.
```

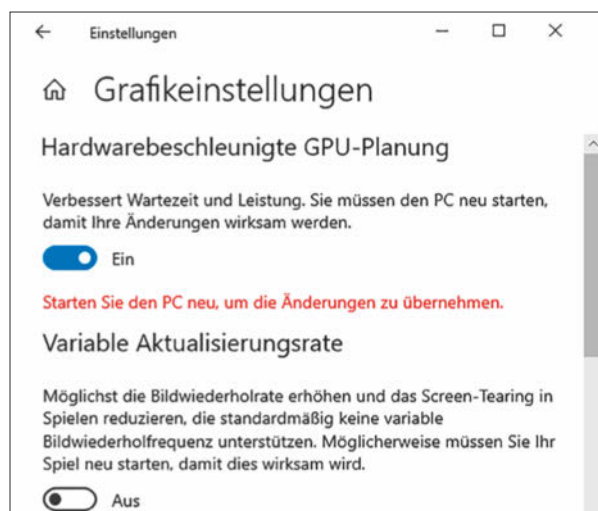
Fortan sollte die Brummschleife nicht mehr auftreten.

(ktn@ct.de)

## HAGS in Windows 10 nutzen

Ich habe gelesen, dass „Hardware Accelerated GPU-Scheduling“ den Prozessor entlasten soll und Spiele damit flüssiger laufen. Das möchte ich gerne ausprobieren. Wie kann ich HAGS aktivieren?

Dazu benötigen Sie Windows 10 in der aktuellen Version 20H2 und einen aktuellen Grafikkartentreiber von AMD oder Nvidia. Derzeit sind das die WHQL-Versionen 20.7.1 (AMD) respektive 451.67 (Nvidia). Zusätzlich müssen Sie die Funktion, deren Entwicklung sich noch im Frühstadium befindet, manuell einschalten. Drücken Sie die Windows-Taste und geben Sie „Grafikeinstellungen“ ein. Sobald der



Die „Hardwarebeschleunigte GPU-Planung“ muss in Windows 10 2004 noch manuell aktiviert werden.

Begriff in der Suche angezeigt wird, wählen Sie ihn aus. Im frisch geöffneten Einstellungsfenster aktivieren Sie die Option „Hardwarebeschleunigte GPU-Planung“ und starten den Rechner neu.

In ersten kurzen Tests maßen wir auch mit langsamen, also eigentlich einfach zu entlastenden Prozessoren höchstens eine Verbesserung von zirka 5 Prozent bei der Bildrate, was weit entfernt von einer spürbaren Verbesserung ist. (csp@ct.de)

## OctoPrint aktualisiert nicht auf Version 1.4

**?** Ich habe versucht, die 3D-Drucker-Weboberfläche OctoPrint auf dem Raspberry Pi auf Version 1.4 zu aktualisieren. Die Installation bricht aber mit dem Fehler `ImportError: No module named extern` ab. Woran hakt das Update?

**!** In der OctoPi-Installation sind die Python-Module `pip` und `setuptools` veraltet. OctoPrint aktualisiert diese leider nicht automatisch. Um sie per Hand zu aktualisieren, loggen Sie sich zunächst als Benutzer `pi` auf der OctoPi-Installation ein:

```
ssh pi@192.168.178.42
```

Die IP-Adresse ändern Sie auf die IP Ihres OctoPi-Raspis, die Sie im Zweifelsfall in der Netzwerkübersicht Ihres Routers nachsehen können.

OctoPrint verwendet ein Virtualenv, das Sie aktivieren müssen, um dort die Module zu aktualisieren. Das Virtualenv befindet sich im Ordner `oprint` im Home-Verzeichnis:

```
source oprint/bin/activate
pip install -U pip
pip install -U setuptools
```

Nachdem `pip` sich selbst und die `setuptools` aktualisiert hat, können Sie das Update für OctoPrint ganz normal über die Web-Oberfläche anstoßen. Es läuft nun ohne `ImportError` durch. (pmk@ct.de)

## Besser mit MicroSD-Karte, USB-Stick oder SSD?

**?** Für unser Heimnetz möchte ich einen Mini-PC als Linux-Server einrichten. Nun überlege ich, auf welches Boot-Medium ich das Betriebssystem installiere: MicroSD-Karte (der Rechner hat einen Card Reader), USB-Stick oder doch etwas mehr Geld für eine SSD ausgeben?

**!** Sofern ein Kartenleser im PC eingebaut ist, schrumpft die Auswahl auf

(Micro-)SD-Karte oder SSD. MicroSD- und SD-Karten sind sparsamer als die meisten USB-Sticks, insbesondere als manche USB-3.x-Sticks. Einige von letzteren verheizen schon 0,8 bis 1,5 Watt, wenn sie bloß in der USB-Buchse stecken und keine Zugriffe stattfinden. Bei einem Mini-PC mit 2 bis 5 Watt Leistungsaufnahme im Leerlauf ist das ein erheblicher Anteil. Eine Auswahl von besonders robusten und einigen größeren MicroSD-Karten haben wir in c't 12/2020 auf Seite 54 vorgestellt. Wenn Ihr Mini-PC einen eingebauten Leser für normal große SD-Karten hat, sollten Sie unbedingt eine solche einstecken und nicht etwa eine MicroSD-Karte im Adapter, denn die sind störanfällig.

Fast jede aktuelle SSD – egal ob mit SATA-Anschluss oder PCIe NVMe, letztere meistens im M.2-Kärtchenformat – ist viel schneller als eine (Micro-)SD-Karte, vor allem bei zufällig verteilten Zugriffen (IOPS). Wenn nur ein Server-Linux davon starten soll, spielt das nach dem Boot-Vorgang aber meistens keine große Rolle mehr. Die meisten SSDs vertragen auch viel mehr geschriebene Daten (Endurance) als Flash-Karten, aber auch das ist nach unseren Praxiserfahrungen selten relevant. Sie sollten allerdings darauf achten, dass die SSD tiefe Schlafmodi beherrscht: Dann kann sie mit weniger als 0,3 Watt auskommen, wenn nicht gelesen oder geschrieben wird. Manchen SSDs fehlen diese Schlafmodi oder das System nutzt sie nicht, weil sie vom Hersteller nicht eingebaut wurden oder im BIOS-Setup nicht aktiviert sind, Stichwörter SATA LPM und PCIe ASPM. Falls es besonders auf Sparsamkeit ankommt, ist eine SD- oder MicroSD-Karte daher die erste Wahl. (ciw@ct.de)



Boot-Medien für Mini-Server: Außer einer SSD sind auch USB-Sticks und MicroSD-Karten nutzbar.





Frank Koschembar  
**Logodesign**  
Das umfassende Handbuch

Rheinwerk, Bonn 2019  
ISBN 978-3-8362-6181-4  
373 Seiten, 45 €  
(PDF-/Epub-E-Book: 40 €)

## Markenzeichen XY ... gelöst

**Ein eingängiges Logo hilft nicht nur großen Marken-anbietern, sich im Gedächtnis vieler zu verankern. Frank Koschembars praxisorientiertes Buch zeigt auch Webshop-Betreibern, Initiativen und YouTubern, wie sie passende Erkennungszeichen digital erschaffen.**

Schon Kinder wissen, welche Marken hinter dem großen G und dem kleinen f stecken. Gerade simpel aussehende Erkennungszeichen sind oft mit viel Überlegung und Konzeptarbeit verbunden. Farben, Formen, tief sitzende Assoziationen: Wer ein Logo gestaltet, lässt das Gehirn der Betrachter für sich arbeiten.

Dem Motto der Rheinwerk-Buchreihe „Das umfassende Handbuch“ gemäß berücksichtigt Koschembar alles, was rund ums Thema interessant ist. Dabei setzt er weder designerisches noch technisches Wissen voraus. Locker zeichnet er die historische Entwicklung von Monogrammen über Handelsmarken bis hin zu modernen Logos nach. Auch die rechtlichen Kategorien von Wortmarken, Bildmarken und Wort-Bild-Marken kommen zu ihrem Recht. All das gruppiert sich ums praktische Ziel: das Herstellen eigener Logos aus Schrift- und/oder Grafikelementen.

Bereits wenn es um die Wirkung der verschiedenen auf dem Computer installierten Schriften geht, reizt der Autor die Ausprobierfreude des Lesers. Zusätzlich beschreibt er, wie sich simple Grundelemente ohne großen Aufwand aufpeppen lassen. Die Effekte erklärt er anhand prominenter Beispiele. Als Demonstrationsobjekte dienen zudem Schöpfungen aus seiner eigenen Werkstatt.

Schrittweise geht er zu Grafikelementen über, spielt mit Formen und Farben, probiert das Miteinander von Bild und Text aus. Dabei lernt der Leser, stets die Frage nach praktischer Tauglichkeit im Blick zu behalten. Manche Idee wird schnell wieder aussortiert.

Obwohl das Buch keineswegs bloß für Profi-Designer interessant ist, bietet es ihnen einiges an beruflich relevantem Stoff. So stehen sie oft vor der Aufgabe, verschiedene Einzelkennzeichen etwa im Rahmen einer Corporate Identity in ein großes Ganzes einzuordnen. Manchmal gilt es auch, eine bereits vorhandene Marke weiterzuentwickeln.

Selbst ein Leser, der gar nicht vorhat, eigene Logos zu entwerfen, kommt bei der Lektüre auf seine Kosten: Sie verschafft ihm ein Wiedersehen mit alten Bekannten unter den Markenzeichen, die ihn bereits vor Jahrzehnten begleitet haben. Zu ihnen bekommt er interessante Hintergrundinformationen. Nach dem Lesen des Buches wird er Logos mit anderen Augen sehen als zuvor. (psz@ct.de)

## KI geht jeden an

**Künstliche Intelligenz trifft von der idealen Fahr-route bis zur Kreditwürdigkeit von Bankkunden viele Entscheidungen. Ist es also Zeit für einen Algorithmen-TÜV? Nein, sagt die Informatik-professorin Katharina Zweig, aber es sei Zeit, dass sich Bürger einmischen und mitdiskutieren. Ihr Buch will dazu das nötige Wissen vermitteln.**

Zweig richtet sich an Leser ohne Vorkenntnisse in Künstlicher Intelligenz (KI). Begriffe wie Algorithmus, Modellierung und Operationalisierung erklärt sie so technisch wie nötig, gleichzeitig alltagsnah und gut verständlich. So erläutert sie klassische Sortieralgorithmen am Beispiel eines Skatblatts und Dijkstras Lösung des Kürzeste-Wege-Problems anhand einer Landschaftsskizze mit vier Orten. Die mitunter verblüffend einfachen Beispiele und Erklärungen machen dem Leser einerseits Mut, sich auf die anspruchsvollen Themen des Buchs einzulassen. Andererseits wird immer wieder deutlich: Die Autorin traut es jedem interessierten Laien zu, die Abläufe innerhalb eines KI-Systems zu verstehen.

Nachdem die Grundlagen geklärt sind, nimmt Zweig den Leser mit in ihren Uni-Alltag, in dem sie beispielsweise zur Artenvielfalt und zu Krebstherapien forscht, und sie gewährt Einblicke in die Arbeit der Enquete-Kommission des Bundestages zur KI, deren Mitglied sie ist. Fast nebenher lernt man dabei KI-Konzepte und -Techniken wie Big Data und Data Mining, Klassifikation und Risikobewertung kennen.

Etliche Zeichnungen ergänzen den Text und lockern ihn auf. Sie hätten etwas mehr Platz und Aufmerksamkeit verdient – mitunter sind Details in den Grafiken nur schwer zu erkennen. Die meisten Abbildungen werden von einer Bildunterschrift erläutert, andere dagegen nicht; auch die Nummerierung erscheint nicht ganz konsequent. Inhaltlich sind die überwiegend im Sketch-note-Stil gehaltenen Zeichnungen erhellend und tragen ihren Teil zum Verständnis der komplexen Materie bei.

Das ebenso anspruchsvolle wie gut lesbare Buch ermutigt dazu, sich an der Diskussion über Sinn und Unsinn von KI-Systemen zu beteiligen. Dank des lebendigen Schreibstils und vieler spannender Beispiele fällt es nicht schwer, bis zum Schluss durchzuhalten. Anschließend ist der Leser in der Lage, algorithmische Entscheidungssysteme kritisch zu bewerten. (dwi@ct.de)



Katharina Zweig  
**Ein Algorithmus hat kein Taktgefühl**

Wo künstliche Intelligenz sich irrt, warum uns das betrifft und was wir dagegen tun können

Heyne, München 2019  
ISBN 978-3-4532-0730-1  
320 Seiten, 20 €  
(Epub-E-Book: 16 €)





# URZEITTIERE

VON BARBARA SCHWARZ

**E**xakt mit der zulässigen Maximalgeschwindigkeit glitt unser autonomes Fahrzeug über die Landstraße. Mein Mann René saß neben mir auf der vorderen Bank. Von unseren Plätzen mit dem Rücken zur Windschutzscheibe konnten wir die Kinder beobachten. Beide trugen Kopfhörer und starrten gebannt auf ihre Unterhaltungskonsolen in der Mitte des Fahrgastraums. Sternchen, unser gutmütiger Familienhund, lag auf Leas Schoß. Ihre kleinen Finger kraulten sein goldgelbes Bauchfell.

Die Folge ihrer Lieblingsserie musste zu Ende sein, denn sie zog sich die Stöpsel aus den Ohren. Laurin bemerkte es und tat das Gleiche. „Sind wir endlich da?“

„Sag du es mir“, forderte ich ihn auf.

Zwischen René und mir hindurch warf Lea einen raschen Blick nach vorn. „Da draußen ist nichts als Braun und Gelb und Grün.“ Sie kuschelte sich in ihren Kindersitz, benutzte Sternchen dabei als Kopfkissen.

„Gib ihn mir“, befahl Laurin. „Du hattest ihn lange genug.“ Er bekam Sternchens Hinterbeine zu fassen und versuchte ihn Lea zu entreißen.

„Mama!“

„Das reicht!“, schnappte René, bevor ich etwas sagen konnte. „Lass den Hund los, Junior. Du tust ihm weh.“

„Er spürt es doch gar nicht.“ Zum Beweis schüttelte Laurin die schlaff herabhängenden Hinterbeine. „Ihr habt den Akku rausgenommen, schon vergessen?“

„Das ändert nichts. Hund bleibt Hund. Mit oder ohne Akku behandeln wir ihn wie unser Haustier, das wir lieben.“ Manchmal fragte ich mich, ob René hörte, wie heuchlerisch er klang.

Laurin verdrehte die Augen. Doch er gab Sternchens Beine frei und verpasste Lea einen brüderlichen Klaps. „Da hast du den Kläffer.“

Sie schniefte.

„Jetzt fang bloß nicht an zu heulen. Urzeitbaby.“

„Urzeitelefant.“ Lea hörte auf zu schniefen, sie lächelte sogar ein bisschen.

René wandte sich seiner elektronischen Zeitschrift zu.

Ich tat, als vertiefte ich mich in mein Buch, eine Rarität mit vergilbten Seiten und einem Schutzumschlag aus Klar-sichtfolie aus dem Bücherschrank, den mir meine Oma hinterlassen hatte. Über den Seitenrand betrachtete ich Lea, die Sternchen nun das goldgelbe Köpfchen und die langen Ohren kraulte und ihm versicherte, er müsse nicht traurig sein. Laurin hätte ihn auch ohne Akku sehr lieb.

**„HUND BLEIBT HUND. MIT ODER OHNE  
AKKU BEHANDELN WIR IHN WIE  
UNSER HAUSTIER, DAS WIR LIEBEN.“**

„Tu ich nicht“, warf Laurin ein. Für mich klang das nach gutmütiger Neckerei, trotzdem ließ René den E-Book-Reader sinken. „Junior, ein Wort noch und ich nehme dir selbst den Akku raus.“

„Versuch es, alter Mann“, gab Laurin zurück. Er und René starrten einander in die Augen. Genau so, wie man es Sternchens Handbuch zufolge bei Spaniels, auch bei solchen mit künstlicher Intelligenz, besser vermeiden sollte. René sah als Erster weg und hob den E-Book-Reader, um sein Lächeln dahinter zu verbergen. „Wart’s nur ab, du Urzeitmonster. Irgendwann werde ich es tun.“

„Mama?“ Lea blickte verwirrt von einem zum anderen. Sie flocht gedankenverloren ein Armband für sich aus Sternchens Spanielohren und normalerweise hätte ich sie deshalb ermahnt, aber die Stimmung im Auto war volatil genug. Der Ausflug kam jedenfalls gelegen. Höchste Zeit, dass meine Tochter mal ein Tier ohne Ein-/Aus-Schalter sah.

„Papa macht nur Spaß“, beruhigte ich sie und ignorierte den kleinen Stich in meinem Herzen. „Kinder haben keine herausnehmbaren Akkus.“



„Sondern fest eingebaute“, ätzte Laurin.  
„Junior!“

„Okay, okay.“ Er wandte sich von seinem Vater ab und Lea zu. Leise meinte er: „Ich zeige es dir.“ Dann griff er behutsam hinüber zu Sternchen, der in ihrer Armbeuge lag, und strich das Bauchfell des weichen Hundekörpers zur Seite. „Guck mal.“ Zwischen den Hinterbeinen war ein Schalter aus goldgelbem Kunststoff. Laurin öffnete die Klappe daneben und zeigte Lea die Vertiefung für den Akku.

Dann ließ er den Spaniel los, schob Leas T-Shirt hoch und piekste mit dem Zeigefinger gegen ihren Bauchnabel. „Und jetzt guck mal hier. Hey, wieso funktioniert der Drücker für das Akkufach bei dir nicht?“

## HÖCHSTE ZEIT, DASS MEINE TOCHTER MAL EIN TIER OHNE EIN-/AUS-SCHALTER SAH.

Lea kicherte. Laurin wirkte höchst zufrieden, er grinste und sie lächelte zurück. Der große Bruder erklärte seinem Schwesterlein die Welt. Ich wünschte mir eine Kamera im Kopf, um dieses Bild für immer festzuhalten.

Zum Glück lenkte mich meine Tochter von schwermütigeren Gedanken ab. „Erzählst du uns die Geschichte von Uropas Auto?“

Bereitwillig tat ich es. „Uropa ist damit gefahren. Richtig gefahren, meine ich. Er saß nicht so wie Papa und ich, er saß verkehrt herum und starrte die ganze Zeit auf die Straße. Er musste nämlich blinken, lenken und einparken. Das alles tat nicht das Auto für ihn.“

„Und hupen?“

„Ja, hupen auch.“

„Und zur Seite fahren, wenn er die Polizeisirene hörte?“

Hupen, Sirenengeheul, Bremsenquietschen: Meine Kinder liebten all die Geräusche von früher. Laurin konnte sie zu Leas Freude täuschend echt nachahmen. Mir fiel noch etwas ein, was Lea verblüffen würde. „Es gab in dem Auto keine Unterhaltungskonsolen. Nur ein Radio. Uropa entschied, was gespielt wurde, und alle mussten es sich anhören.“

„Erzähl von dem Hund“, verlangte Laurin. Für dieses Stichwort war ich ihm dankbar.

„Ja, wenn Uropa seinen Hund im Auto mitnahm, saß der in einem gepolsterten Transportkäfig.“

„Warum denn das?“ Empört drückte Lea Sternchen an sich.

„Ist doch klar“, belehrte Laurin sie. „Damals passierten echt viele Unfälle. Bumm!“ Er schlug die Fäuste gegeneinander. „Und schon knallt der Hund runter und muss repariert werden.“

„Es war kein Hund wie Sternchen. Es war ein Urzeithund.“ Die Bezeichnung „Urzeit“ für das frühe einundzwanzigste Jahrhundert stammte von Lea, doch längst verwendeten wir sie alle.

Plötzlich fuchtelte meine Tochter ganz aufregt durchs Fenster. „Mama! Ein Milchautomat.“

Kurz bevor wir daran vorbeizogen, erhaschte ich einen flüchtigen Blick auf Hörner und braun-weiß geschecktes Fell direkt neben der Straße. „Das heißt Kuh. Lernt ihr so was nicht im Kindergarten?“

„Doch.“ Sie lachte. „Eine Kuh macht Muh.“

★ ★ ★

Der Wagen wurde langsamer. Ich drehte mich um, so weit es mein Sicherheitsgurt erlaubte. Am Ende der Straße kam ein Bauernhof wie aus uralten Bilderbüchern in Sicht. Unverputzte Steinmauern. Ein rotes Dach. Auf einem Feld daneben eine Maschine. Gegenüber dem klassischen Klischee fehlte nur der freundlich lächelnde Bauer auf dem Fahrersitz.

Laurin wies auf die Maschine. „Was ist das?“

„Ein Mähdrescher, glaube ich.“

„Macht der Mäh, so wie die Kuh Muh macht?“ Mein aufgeweckter Frechdachs von Sohn grinste mich an.

Es gab Besucherparkplätze unter einem Apfelbaum. Das Auto wählte den, der am weitesten abgelegen war. Sicher wollte es Flecken am Lack oder Dellen durch herabfallendes Obst vermeiden. Schon beim Aussteigen umging uns der ländliche Geruch.

Lea hielt sich die Nase zu. „Mama, gibt es auf dem Bauernhof keine Duschen?“

„Die Tiere stinken, nicht die Menschen.“

## „WO SIND DIE STECKDOSEN FÜR DIE KÜHE?“

Ungläubig beschnupperte sie Sternchen. René brachte den Akku herbei, um das künstliche Tier wieder zum Leben zu erwecken. Laurins Hand schoss vorwärts, aber René öffnete selbst das Fach zwischen Sternchens Hinterbeinen und legte dann, als der Akku wieder eingesetzt war, den Schalter um. Sofort wand sich Sternchen aus Leas Armen. Er sprang zu Boden und bellte, schüttelte sich und schnüffelte, als wollte er herausfinden, woher der strenge Geruch kam.

„Familie Delmers?“ Aus dem unverputzten Haus eilte die Bäuerin zu uns. „Herzlich willkommen auf unserem Hof mit zu 100 Prozent natürlichen Tieren.“

„Urzeittieren“, flüsterte Laurin gut hörbar in Leas Richtung. Sie schubste ihn und zischte: „Ich weiß.“

Die Bäuerin beugte sich lächelnd zu ihr herab. „Dann weißt du sicher auch, wie eine Kuh macht. Oder?“

„Muh“, sagte Lea, aber Laurin musste natürlich mal wieder angeben. „Muuuuuh!“, ahmte er den Laut so täuschend echt nach, dass die Bäuerin ihn verblüfft anstarrte.

Sie erholte sich rasch von ihrem Staunen. „Wollt ihr die Kühe auf der Weide sehen?“

René und ich schlenderten hinter ihr und den Kindern her. „Laurin?“, hörte ich Lea flüstern. „Wo sind die Steckdosen für die Kühe?“ Anscheinend hatte sie das mit den Urzeittieren vorhin wohl doch noch nicht so ganz begriffen.

„Es gibt keine.“ Ihr Bruder lehnte sich näher an sie heran und setzte ein Verschwörergesicht auf. „Siehst du die weißen Flecken am Fell? Das sind Solarpaneele.“

Die Bäuerin rief zwei der Kühe mit Namen. Diese troteten näher. Sie zeigte uns die Euter mit den Zitzen, aus denen die Milch kam. Angewidert kräuselte Lea ihr Näschen. „Das ist voll eklig! Ich trinke nie wieder Kakao.“

Laurin schien von den Kühen eher gelangweilt. Seine Aufmerksamkeit galt dem autonomen Mähdrescher auf dem Feld daneben. „Ob du es glaubst oder nicht“, verriet ihm die Bäuerin, „mein Opa hatte noch einen, der nicht selbst fuhr. Wir mussten ihn leider verschrotten, aber es gibt Fotos. Wenn du ein paar Jahrzehnte früher geboren wärest, könntest du lernen, Traktor oder Mähdrescher zu fahren.“

## EIN SCHRILLES KREISCHEN UNTERBRACH UNSERE ZWEISAMKEIT.

Das stimmte nicht. In keinem Jahrzehnt hätte mein wunderbarer, vorlauter Alleswisser von Sohn gelernt, Traktor zu fahren. Doch ich sah Laurins leuchtende Augen und schwieg.

Anschließend lud die Bäuerin unsere Kinder ein, ihr beim Sammeln der Hühnereier zu helfen. Damit hatte Lea erstaunlicherweise kein Problem. Ich hoffte bloß, Laurin würde ihr nicht sagen, aus welchem Teil der Hühner die Eier kamen. René und ich nutzten die Zeit für einen kurzen Spaziergang durch den Obstgarten. Ein Seufzer entschlüpfte meinem Mann, als er zu den Feldern blickte.

Ich lehnte mich an seine Schulter. „Gefällt es dir hier nicht?“

„Schon, aber ...“ Er zögerte. „Ich habe dir doch erzählt, dass wir einen Urzeithund hatten, als ich klein war. Einen Spaniel. Er hieß Sternchen.“

Ich nickte. Unser Sternchen war nach diesem Sternchen benannt.

„Meine Eltern ließen ihn einschläfern.“ René sah an mir vorbei. „Ihnen blieb natürlich keine Wahl, aber sie warteten damit, bis meine Schwestern und ich in der Schule waren. Und sie erzählten uns dann, sie hätten ihn auf einen Bauernhof gebracht. Dort ginge es ihm gut und er würde den ganzen Tag die Katzen jagen.“ Erst jetzt wandte er mir das Gesicht zu. Er lächelte schwach. „Ich weiß noch, dass ich mir Sorgen um ihn machte. Er war so alt und fast taub, das Atmen fiel ihm schwer. Ich fragte meine Eltern, wie viele Katzen es dort denn gäbe. Ich hatte Angst, sie würden sich zusammenrotten und unser armes, röchelndes Sternchen mobben.“

Stumm drückte ich seine Hand.

Ein schrilles Kreischen unterbrach unsere Zweisamkeit. Lea! Wir stürmten los, durch den Garten über die Fläche zwischen dem Haus und dem Hühnerstall. Dort kauerte Lea blass und verängstigt inmitten zerbrochener Eier. Laurin stand schützend zwischen ihr und dem Hofhund, einem braunen Mischling, der sich zum Glück mehr für die Eier und für Sternchen zu interessieren schien als für die Kinder.

Die Bäuerin kam gelaufen. „Bello, sitz!“

René und ich drängten uns um Lea. „Was ist passiert?“ „Der Hund hat mich angesabbert“, schluchzte meine Tochter. Neben mir stieß René den angehaltenen Atem aus.

Laurin sah beschämt zu Boden. „Ich habe geklatscht und ‚Stopp‘ gerufen“, murmelte er. „Es hat nichts genützt.“

Ich zog mit einem Arm Lea, mit dem anderen ihn an mich. „Urzeithunde funktionieren anders“, tröstete ich ihn. „Das konntest du nicht wissen.“

Mit jähem Unbehagen spürte ich, dass uns die Bäuerin beobachtete. Meine Kinder und mich. Natürlich war Lea auffallend hübsch, ein schwarzlockiges Prinzesschen, das zum Glück eher nach Renés Schwestern als nach mir geriet. Und Laurin war für sein Alter klein und klang oft wie ein Professor. Aber darauf, ahnte ich, bezog sich der Blick der Bäuerin nicht. Ich duckte mich unter ihrem stummen Vorwurf.

„Guck mal, Lea.“ René hielt dem sitzenden Bello seine Hand hin. Lea keuchte erschrocken, als der Mischling ihren Vater zunächst beschnupperte und dann seine Finger ableckte. René schenkte ihr ein aufmunterndes Lächeln. „Er hat uns gern. Du kannst allen im Kindergarten erzählen, dass dich ein echter Urzeithund als seine Freundin ausgewählt hat.“

Wenn jemand Leas Freund sein wollte, selbst ein Urzeithund mit Mundgeruch und Sabber, ließ sie es zu. René machte von ihr und Bello Freundschaftsfotos, auch Laurin durfte mit auf eines drauf. Dann war es Zeit für das mitgebuchte Abendessen in der warmen, gemütlichen Stube. Der Urzeithund lag mit Sternchen unter dem Tisch und Lea durfte ihm den Fettrand von ihrem Rinderbraten geben. Ein Hund, der fraß! Das war für sie etwas völlig Neues.

## ICH DUCKTE MICH UNTER DEM STUMMEN VORWURF DER BÄUERIN.

Zum Nachtisch gab es Kuchen. Meine Tochter verneinte zum ersten Mal in ihrem Leben die Frage, ob sie Kakao dazu wolle.

„Bist du doof?“, ätzte Laurin. „Du trinkst keinen Kakao mehr, isst aber Rinderbraten? Was glaubst du denn, woher das Fleisch kommt?“

„Junior.“ Eine Warnung lag in Renés Ton.

Laurin rollte die Augen. „Ich weiß, ich weiß. ‚Sag es ihr nicht‘“, ahmte er treffsicher Renés Stimme nach. „Oder ich nehme dir den ...“

„... Akku raus!“, vervollständigte Lea die Drohung und lachte. Es gelang mir nicht, den Blick der Bäuerin zu erwidern.

✱ ✱ ✱

Auf der Heimfahrt war Lea von der Aufregung des Tages so erschöpft, dass sie fast sofort einschlief. „Wach auf“, verlangte Laurin. „Mir ist langweilig.“

„Junior, lass sie in Ruhe.“

Laurin ignorierte Renés Warnung. Er zwickte Lea in den Oberschenkel, zupfte an ihren Locken. So schnell, dass ich

nichts dagegen tun konnte, griff René an den Unterhaltungskonsolen vorbei und legte den Schalter in Laurins Nacken um. Meine Nervensäge von Sohn erstarrte.

„Der Schalter ist nur für Notfälle“, protestierte ich schwach.

„Und mein Geduldsfaden sagt, das war ein Notfall.“ Er lehnte sich zurück. Dann hob er herausfordernd eine Braue.

Auf meine gereizte Erwiderung brauchte er nicht lange zu warten. „Musste das wirklich sein? Und die Witze über seinen Akku? Wie lange wird es dauern, bis er kapiert, dass er tatsächlich einen hat? Nur weil er anders ist als Lea, darfst du ihn nicht anders behandeln.“

## SO SEHR DER GEDANKE SCHMERZTE, WUSSTE ICH DOCH, DASS ES ZEIT WAR.

Er schnaubte. „Ich habe dir von vornherein gesagt, ein nerviger älterer Bruder ist eine schlechte Idee. Als wäre der Hund nicht anstrengend genug!“

„Geschwister und Tiere sind gut für die Sozialisierung“, verteidigte ich meine Entscheidung von vor vier Jahren.

„Das gilt für echte Tiere und für echte Geschwister! Du warst diejenige, die kein zweites Mal schwanger sein wollte. Darf ich den Herd jetzt auch nicht mehr abwürgen, wenn er mir wieder diese ach-so-tolle Spinatsuppe vorschlägt?“

Ich schwieg. René hatte recht und doch wieder nicht. Ein Kind, das man sich liefern ließ, noch dazu ein gebrauchtes Kind, war etwas völlig anderes als ein neugeborenes Baby. Trotzdem sträubte sich alles in mir dagegen, Laurin bloß wie einen smarten Herd oder Kühlschrank zu betrachten oder wie ein Türschloss, das mich mit Namen begrüßte.

Während ich ihn vor ein paar Tagen in seinen Schlafanzug gesteckt hatte, hatte er mich gefragt, warum Lea kein hervorstechendes Muttermal im Nacken hätte wie er. Mir war nichts Besseres eingefallen, als die biologischen Unterschiede zwischen Jungs und Mädchen dafür verantwortlich zu machen. Keine Ahnung, ob er mir geglaubt hatte.

So sehr der Gedanke schmerzte, wusste ich doch, dass es Zeit war. Laurin sah aus wie vier. Er sah schon lange aus wie vier. Lea war so herzerweichend stolz gewesen, als sie ihn auf Zehenspitzen zunächst eingeholt und dann sogar um einen halben Zentimeter überragt hatte. Nun aber fragte sie mich ständig, warum ihr Bruder nicht mehr wuchs. Ob er zu wenig aß. Ich brachte es nicht übers Herz, ihr zu verraten, dass Laurins Magen ein Müllbeutel war, den ihr Vater und ich jede Nacht leerten.

Sie fragte mich auch, wann Laurin endlich in die Schule käme. Er sei doch so klug. Ob wir nur deshalb noch abwarteten, damit sie beide nächstes Jahr miteinander in dieselbe Klasse gehen könnten.

Ich seufzte. „Gib ihm noch ein paar Monate“, bat ich René. „Bis zu Leas Geburtstag.“ Danach würden wir Laurin zurückschicken und sein Hersteller könnte ihn an eine andere Familie vermieten. Falls ihn noch eine wollte. Er war ein veraltetes Modell.

Und was würde sein, wenn ihn keine andere Familie wollte? Der Gedanke an die Verschrottung meines Sohnes war zu erschreckend. Ich verdrängte ihn mit aller Gewalt. Ich würde Laurin eine Fünf-Sterne-Rezension schreiben. Bestimmt gäbe es Interessenten für so einen süßen, frechen Besserwisser von Jungen. Ob er Lea, seine kleine Schwester, vergessen würde? Und uns, seine Eltern? Der Vertriebsmitarbeiter hatte uns damals versichert, alle Erinnerungen würden unwiderruflich gelöscht. Aber manchmal, wenn René abends fort war und nicht über die Energieverschwendung schimpfen konnte, versetzte ich Laurin, statt ihn herunterzufahren, in den Schlafmodus. Er murmelte dann vor sich hin wie ein echtes Kind. Namen, die ich nicht kannte.

René riss mich aus meiner Grübele. „Hast du dir denn überlegt, was wir Lea dann erzählen wollen, wenn sie uns fragt, wo ihr Bruder hingekommen ist?“

Ich antwortete nicht sofort. Hinter der Heckscheibe verschwand allmählich das Grün der Wiesen und Weiden, das Gelb und Braun der Äcker. Ich dachte an das neue Foto auf René's Smartphone: Laurin, Lea und der Hofhund. An Sternchen, Version 1.0, und die mobbenden Katzen. Ein Hof wäre ein guter Platz, um dort herumzutoben. Ein guter Platz für ein wissbegieriges, abenteuerlustiges Kind. Laurin würde es gefallen. Er könnte auf der Wiese liegen und den Mähdrescher beobachten, für die Besucher kinder Tierlaute nachahmen und ihnen genüsslich erzählen, dass Eier aus Hühnerhinterteilen herauskommen.

Als wir um eine Kurve fuhren, riss ich mich von dem Anblick der letzten Felder los und erwiderte leise auf René's Frage: „Wir sagen ihr, wir hätten ihn auf einen Bauernhof gebracht.“

(psz@ct.de) **ct**

## Jetzt gibts was auf die Ohren!

Wenn Ihnen das Lesen dieser Story Lust auf mehr gemacht hat, möchten wir Ihnen unsere Podcast-Reihe **c't SciFiCast** ans Herz legen: Unter [heise.de/-4491527](https://heise.de/-4491527) warten kostenlose Hörfassungen ausgewählter Geschichten aus dem c't-Story-Fundus auf Sie!



Unsere „pechschwarzen Technikmomente“ gibt es zum Herunterladen oder als direkte Audiostreams – professionell eingesprochen und ideal als Begleiter für Fahrten oder auf Laufstrecken, wenn Sie Smartphone und Kopfhörer dabei haben.

Hören und per RSS-Feed abonnieren können Sie die Storys unter anderem auch auf Player.FM, Spotify und iTunes:

- [www.heise.de/ct/rss/ctstories.rss](https://www.heise.de/ct/rss/ctstories.rss)
- [open.spotify.com/show/37UbzCwzzCijju8501HUwL](https://open.spotify.com/show/37UbzCwzzCijju8501HUwL)
- [de.player.fm/series/ct-scificast](https://de.player.fm/series/ct-scificast)
- [podcasts.apple.com/de/podcast/ct-scificast/id1480700673](https://podcasts.apple.com/de/podcast/ct-scificast/id1480700673)

Auf Wiederhören!



# HOME OFFICE

Nutzen Sie die Zeit  
für Weiterbildung.

©Flymiden, AdobeStock.com



[www.heise-events.de/workshops](http://www.heise-events.de/workshops)

[www.ix-konferenz.de](http://www.ix-konferenz.de)



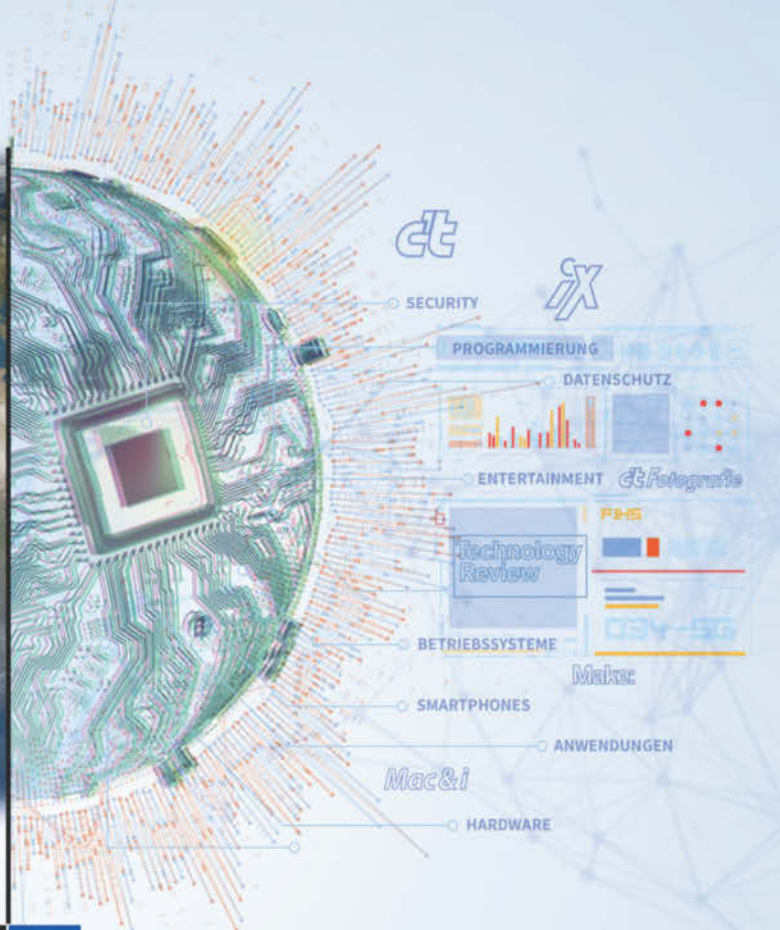
**LC-POWER™**  
[www.lc-power.com](http://www.lc-power.com)

Erleben Sie das ultimative Gaming-Feeling mit den  
Curved-Gaming-Monitoren von LC-Power!

- Erhältlich in den Größen 34", 31,5", 27" und 23,6"
- Auflösung\* bis zu Ultra WQHD mit 3440 x 1440 Pixeln
- Bildschirmaktualisierungsrate\* bis zu 144 Hz
- VA-Panel-Technologie

Weitere Features\*:  
Picture-by-Picture (PBP)  
Picture-in-Picture (PiP)  
FPS/RTS-Technologie  
Flicker-Free  
GamePlus  
Overdrive  
FreeSync  
Low Blue

\*Abhängig vom jeweiligen Modell



heise +

## Das digitale Abo für IT und Technik.

**Exklusives Angebot für c't-Abonnenten:** Lesen Sie zusätzlich zum c't-Magazin unsere Magazine bequem online auf [heise.de/magazine](https://heise.de/magazine) und erhalten Sie Zugang zu allen heise+ Artikeln.

- ✓ Für c't-Plus-Abonnenten 3€/Monat für alle anderen c't-Abonnenten 5€/Monat
- ✓ Jeden Freitag Leseempfehlungen der Chefredaktion im Newsletter-Format
- ✓ 1. Monat gratis lesen – danach jederzeit kündbar
- ✓ c't, iX, Technology Review, Mac & i, Make, c't Fotografie direkt im Browser lesen

**Sie möchten dieses Exklusiv-Angebot nutzen?  
Unser Leserservice hilft Ihnen gern beim Einrichten.**

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

☎ 0541 80009 120




Weitere Informationen zum  
Abo-Upgrade finden Sie unter:


**[heise.de/plus-info](https://heise.de/plus-info)**




ORACLE Feuerwehr [www.oraservices.de](http://www.oraservices.de) 

IT-GmbH (1987) in Rhein/Main-Gebiet abzugeben  
[info@geonardo.de](mailto:info@geonardo.de) 

DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – Erfolg >99%  
[www.datarecovery.eu](http://www.datarecovery.eu) – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 

EDELSTAHL LED SCHILDER: [www.3D-buchstabe.com](http://www.3D-buchstabe.com)  
 HAUSNUMMERN nobel 230V~: [www.3D-hausnummer.de](http://www.3D-hausnummer.de) 


softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen,  
 Website Boosting, Online-Pressemitteilungen,  
 Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach an-  
 rufen, Faxen oder eine E-Mail schicken.  
 Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024,  
 Telefax: 0511/3884512, E-Mail: [service@softaktiv.de](mailto:service@softaktiv.de)  
 Internet: [www.softaktiv.de](http://www.softaktiv.de) 

nginx-Webhosting: [timmehosting.de](http://timmehosting.de) 

Lust auf Java? [WWW.TQG.DE/KARRIERE](http://WWW.TQG.DE/KARRIERE) 

[www.patchkabel.de](http://www.patchkabel.de) - LWL und Netzwerk Kabel 

WLL-Breitband Netz Ruhrgebiet – [schneeweiss.de](http://schneeweiss.de) 

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt  
 EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) ins-  
 besondere Texte aus den Bereichen Telekommu-  
 nikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. +  
 Fax: 05130/37085 

xxs-kurze Daten- & Netzkabel: [kurze-kabel.de](http://kurze-kabel.de) 

**Anzeigenschluss  
 für die nächsten  
 erreichbaren Ausgaben:**  
**19/2020: 11.08.2020**  
**20/2020: 25.08.2020**  
**21/2020: 08.09.2020**



## c't – Kleinanzeigen

**Private Kleinanzeige:**  
 erste Druckzeile € 10,- ; jede weitere Zeile € 8,-

**Gewerbliche Kleinanzeige:**  
 erste Druckzeile € 20,- ; jede weitere Zeile € 16,-

**Chiffre-Anzeige:** € 5,- Gebühr

**Hinweis:** Die Rechnungsstellung erfolgt nach  
 Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.


PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der  
 nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.  
 Sparkasse Hannover,  
 IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den  
 angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im  
 Fließsatz ☐ privat ☐ gewerblich\* (werden in c't mit  gekennzeichnet) ☐ Chiffre

€ 10,- (20,-)	
€ 18,- (36,-)	
€ 26,- (52,-)	
€ 34,- (68,-)	
€ 42,- (84,-)	
€ 50,- (100,-)	
€ 58,- (116,-)	
€ 66,- (132,-)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die  
**fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen  
 Preis können Sie so selbst ablesen. \*Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben.  
 Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Ge-  
 bühr.

Ausfüllen und einsenden an:  Heise Medien GmbH & Co. KG  
 c't-Magazin, Anzeigenabteilung  
 Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

**Faxnummer: 05 11/ 53 52-200**

➔ Weiterlesen, wo andere aufhören.





# Inserenten\*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur .....	196
1blu AG, Berlin .....	31
B1 Systems GmbH, Vohburg .....	37
Bressner Technology GmbH, Gröbenzell .....	45
EPOS Germany GmbH, Berlin .....	23
HETEC Datensysteme GmbH, Germering .....	47
ISSENDORFF KG, Laatzen-Rethen .....	13
Lautsprecher Teufel GmbH, Berlin .....	35
NCP engineering GmbH, Nürnberg .....	195
Pocketbook Readers GmbH, Radebeul .....	43
SEH Computertechnik GmbH, Bielefeld .....	39
Siemens AG, Nürnberg .....	2
Silent Power Electronics GmbH, Willich .....	189
Synology GmbH, Düsseldorf .....	11
Techconsult GmbH, Kassel .....	95
Thomas Krenn.com, Freyung .....	75
Thunder-IT GmbH, Landau .....	51

WebhostOne GmbH, Bad Säckingen .....	49
WORTMANN AG, Hüllhorst .....	4, 5

## Veranstaltungen

VOICE-Entscheidertalk	VOICE, heise Events	8, 9
IT-JOBSUMMIT	heisejobs, Jobware	14
Microsoft Teams in der Praxis	heise online	79
IT-Sicherheitstag Bremen	heise Events	141
Herbstcampus	iX, heise developer, dpunkt.verlag	155
Internet Security Days	eco Verband, heise Events	165
enterJS Online	iX, heise developer, dpunkt.verlag	175
HOME OFFICE	iX, heise Events	189

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.  
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

## 21 Problemlösungen von Entwicklern für Entwickler



**Mac & i kompakt Software-Entwicklung 2020**

Unter der Rubrik Developer's Corner erscheinen in jeder Ausgabe der Mac & i Artikel namhafter iOS- und Mac-Entwickler, die sich speziellen Problemen oder Frameworks von Apple widmen. Das neue ePaper Mac & i kompakt Software-Entwicklung fasst auf über 130 Seiten 21 dieser tiefgehenden Beiträge zusammen.

[shop.heise.de/mi-softwareentwicklung](https://shop.heise.de/mi-softwareentwicklung)

**Sofort zum Download verfügbar**

NEU



Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.



[shop.heise.de/mi-softwareentwicklung](https://shop.heise.de/mi-softwareentwicklung)

# 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:** „Die c't-Raspi-Trickkiste“:  
Merlin Schumacher ([mls@ct.de](mailto:mls@ct.de)), „5G im Praxistest“: Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@ct.de))  
**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink ([jr@ct.de](mailto:jr@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil)  
**Stellv. Chefredakteur:** Axel Kossel ([ad@ct.de](mailto:ad@ct.de))  
**Chef vom Dienst:** Georg Schnurer ([gs@ct.de](mailto:gs@ct.de))

**Leser & Qualität**  
**Leitung:** Achim Barczok ([acb@ct.de](mailto:acb@ct.de))  
**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de)), Ingo T. Storm ([it@ct.de](mailto:it@ct.de))  
**Koordination Leserkommunikation:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Ressort Internet, Datenschutz & Anwendungen**  
**Leitende Redakteure:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Jo Bager ([jbo@ct.de](mailto:jbo@ct.de))  
**Redaktion:** Holger Bleich ([hob@ct.de](mailto:hob@ct.de)), Anke Brandt ([apoi@ct.de](mailto:apoi@ct.de)), Arne Grävmeyer ([agr@ct.de](mailto:agr@ct.de)), André Kramer ([akr@ct.de](mailto:akr@ct.de)), Markus Montz ([mon@ct.de](mailto:mon@ct.de)), Peter Schmitz ([psz@ct.de](mailto:psz@ct.de)), 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))  
**Redaktion:** Mirko Dölle ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)), Liane M. Dubowy ([imd@ct.de](mailto:imd@ct.de)), Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), Thorsten Leemhuis ([thl@ct.de](mailto:thl@ct.de)), Jan Mahn ([jam@ct.de](mailto:jam@ct.de)), Pina Merkert ([pmk@ct.de](mailto:pmk@ct.de)), Dennis Schirmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Merlin Schumacher ([mls@ct.de](mailto:mls@ct.de)), Jan Schüller ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Keywan Tonekaboni ([ktn@ct.de](mailto:ktn@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 ([mue@ct.de](mailto:mue@ct.de)), Rudolf Opitz ([rop@ct.de](mailto:rop@ct.de)), Carsten Spille ([csp@ct.de](mailto:csp@ct.de))

**Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets**  
**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@ct.de)), Jan-Keno Janssen ([jkj@ct.de](mailto:jkj@ct.de))  
**Redaktion:** Robin Brand ([rbr@ct.de](mailto:rbr@ct.de)), Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de)), Steffen Herget ([shst@ct.de](mailto:shst@ct.de)), Ulrich Hilgert ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)), Nico Juran ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), Michael Link ([mil@ct.de](mailto:mil@ct.de)), Urs Mansmann ([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)), Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de)), Christian Wölbert ([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 Wölbert ([cwo@ct.de](mailto:cwo@ct.de))  
**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Redaktionsassistent:** Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))  
**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbach ([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 Labusa ([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 89/4271 86-0, Fax: 0 89/4271 86-10

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker ([lbe@ct.de](mailto:lbe@ct.de)), Detlef Borchers, Herbert Braun ([heb@ct.de](mailto:heb@ct.de)), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempf, Ben Schwan ([bsc@ct.de](mailto:bsc@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti

**DTP-Produktion:** Nicole Judith Hoehne ([Ltg.](mailto:Ltg.)), Martina Fredrich, Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Dieter Wahner, Ulrike Weis  
**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Börsen

**Digitale Produktion:** Melanie Becker, Pascal Wissner

### Illustrationen

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin, Sven Huth, Schulp, Thomas Kühlenbeck, Münster, Michael Luther, Berlin, Andreas Martini, Wetzlar, 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. 37 vom 1. Januar 2020.

**Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien):** Media Gate Group Co., Ltd.,  
7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,  
[www.mediagate.com.tw](http://www.mediagate.com.tw)  
Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,  
E-Mail: [mei@mediagate.com.tw](mailto:mei@mediagate.com.tw)

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**Druck:** Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,  
BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**  
VU Verlagsunion KG  
Meßberg 1  
20086 Hamburg  
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800  
E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de)

### c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 5,20 €; Österreich 5,70 €; Schweiz 7,60 CHF; Dänemark 57,00 DKK;  
Belgien, Luxemburg 6,00 €; Niederlande 6,30 €; Italien, Spanien 6,50 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 122,85 €, Österreich 130,95 €, Europa 141,75 €, restl. Ausland 168,75 € (Schweiz 175,50 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 89,10 €, Österreich 95,85 €, Europa 108,00 €, restl. Ausland 135,00 € (Schweiz 140,40 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 18,90 € (Schweiz 22,95 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGE, BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 93,15 €, Österreich 98,55 €, Europa 112,05 €, restl. Ausland 139,05 € (Schweiz 132,30 CHF).  
Luftpost auf Anfrage.

### Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122


**c't abonnieren:** Online-Bestellung via Internet ([www.ct.de/abo](http://www.ct.de/abo))  
oder E-Mail ([leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.  
Hergestellt und produziert mit Xpublisher: [www.xpublisher.com](http://www.xpublisher.com)  
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2020 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

# Vorschau 18/2020

Ab 15. August 2020 im Handel und auf ct.de



## Bauvorschlag: Kleine Server

Wem eine NAS-Box als Zentrale für ein kleines Heim- oder Büronetzwerk nicht genügt, der braucht einen eigenen Server. Was der optimale Server für so eine Umgebung leisten muss und wie man ihn aufbauen kann, beleuchten wir in einem Überblick und anhand eines konkreten Bauvorschlags.



## Glasfaser für alle

Glasfaser wird dort interessant, wo Kupferkabel an die Grenzen kommt. Lichtwellenleiter sind nicht nur für schnelle Internetanschlüsse und Rechenzentren wichtig, auch Heimvernetzer und Firmen-Admins profitieren davon – mit unserem Grundlagenwissen gelingt der Einstieg.

## Smart-TV als großes Display

Sie möchten Ihren smarten Fernseher als 4K-Monitor fürs Homeoffice oder als großes Display für Mobilgeräte nutzen? Das geht relativ einfach, wenn man die passende Technik wählt und die richtigen Einstellungen kennt.

## Privacy-Kauderwelsch verstehen

Personenbezogene Daten: Die DSGVO schützt sie, die Wirtschaft möchte möglichst viel Nutzen daraus ziehen. Die Besitzer der Daten stehen dazwischen und verstehen oft nur Bahnhof. Wir erklären die wichtigsten Buzzwords rund um Privacy, Personalisierung und Tracking.

## Arduino-Tricks

Ein Fehler beim Update des Arduino Micro und sein Bootloader ist zerstört. Hat man noch einen Nano herumliegen, lässt sich das Malheur schnell reparieren. Und das lohnt sich, wie unser Projekt zeigt: Es macht aus dem Micro einen schicken USB-Lautstärkereger für PC und Notebook.

Noch mehr  
Heise-Know-kow



ix 8/2020 jetzt im Handel und  
auf heise-shop.de



ct Daten schützen jetzt im  
Handel und auf heise-shop.de



Make Node-RED Special  
jetzt im Handel und auf  
heise-shop.de



# Back to the future

**Jetzt mit starkem Enterprise VPN für die veränderte Arbeitswelt rüsten!**

Bleiben Sie jederzeit arbeitsfähig mit produktiven Mitarbeitern im Home-Office oder unterwegs von jedem Internetzugang aus.

Bauen Sie schnell und flexibel VPN Kapazitäten für tausende Anwender auf – sicher, skalierbar und universell.



# TOP HANDYS, TOP SERVICE



**0€\***  
einmalig

## 1&1 ALL-NET-FLAT

✓ **FLAT** TELEFONIE

✓ **FLAT** INTERNET

✓ **FLAT** EU-AUSLAND

**9,99**  
ab €/Monat\*

10 Monate, danach  
27,99 €/Monat. Inklusive  
Samsung Galaxy A21s.

**Vom Einsteiger- bis High-End-Smartphone – bei 1&1 findet jeder das Richtige!**

Inklusive



### Alles in einer Karte: Top-Service inklusive.

- ✓ **Alt gegen Neu:** 1&1 zahlt Ihnen eine hohe Tauschprämie für Ihr altes Handy beim Kauf eines neuen Geräts.
- ✓ **24 h Austausch-Service:** Die clevere Alternative zur Handy-Versicherung. Immer inklusive bei Smartphones, Tablets und Laptops.\*
- ✓ **Priority Hotline:** 1&1 ist rund um die Uhr persönlich für Sie da. Kein Sprachcomputer.

**1&1**

**1und1.de**

**02602 / 96 96**

\* - 3% MwSt.-Abzug auf der Rechnung, da bis zum 31.12.2020 der reduzierte MwSt.-Satz von 16% anfällt und die angegebenen Preise 19% MwSt. enthalten. Samsung Smartphones für 0 € einmalig beim Abschluss eines Laufzeitvertrages z.B. der 1&1 All Net Flat 5 mit 3 GB Highspeed-Volumen/Mon. (bis zu 50 MBit/s im Download danach jew. max. 64 kBit/s) ab 9,99 €/Monat in den ersten 10 Monaten und 27,99 € ab dem 11. Monat inkl. Samsung Galaxy A21s. Telefonate in dt. Fest- und Handynetze inklusive sowie Verbindungen innerhalb des EU-Auslands und aus EU nach Deutschland plus Island, Liechtenstein und Norwegen. Einmaliger Bereitstellungspreis 29,90 €. 24 Monate Vertragslaufzeit. Sonderkündigung im ersten Monat möglich. Es gelten die separaten Bedingungen für den 24 h. Austausch-Service und Alt gegen Neu (Trade-In). Austausch-Service bei gleichzeitiger Vertragsverlängerung um 24 Monate. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur.

