



# Fernsehen ohne Kabelzwang

Ab Juli: Kabel-Zwangskosten für Mieter entfallen

TV-Streaming im Test: Waipu, Zattoo & Co. • Smart TVs • Sticks

## TEST

15-Zoll-Notebook unter 1 Kilogramm  
Alles drin: Samsung Galaxy S24 Ultra  
Ryzen-Prozessoren mit KI und Grafik  
Open-Ear-Kopfhörer ab 130 Euro  
Festplatten bis 24 TByte  
Elektro-VW ID.7 ab 57.000 Euro



## Grafikkarten im Test

Radeon und GeForce von 360 bis 700 Euro

## FOKUS

Analyse: Was am Windows-Patchday schiefging  
Neue EU-Regeln für Drohnenpiloten  
Internetgeschwindigkeit korrekt messen  
Roboter als Pflegekraft und Haushaltshilfe  
Maas: Physische Server flexibel wie VMs  
Python: Kommandozeilenargumente auswerten

€ 5,90  
AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90  
NL € 7,20 | IT, ES € 7,40  
CHF 9.90 | DKK 64,00

## Die besten Adblocker

Zwölf Werbefilter im Test

Praxis: Pi-hole & AdGuard Home für alle Geräte





# Packen an, liefern ab.

**Rundum sorglos – rund um die Uhr:** Entdecken Sie die Transporter von Mercedes-Benz. Jetzt im sorgenfreien All-in-One Leasing inklusive KomplettService-Paket mit attraktivem Preisvorteil. Mehr erfahren unter [mercedes-benz.de/specials](https://mercedes-benz.de/specials).



Jetzt leasen ab 329 €/Monat<sup>1</sup>



Mercedes-Benz

<sup>1</sup> Ein ServiceCareLeasing-Beispiel der Mercedes-Benz Leasing GmbH, Siemensstraße 7, 70469 Stuttgart, für gewerbliche Einzelkunden für folgendes Fahrzeugmodell: Citan Kastenwagen PRO 113 Standard, Kaufpreis ab Werk 25.128,00 € (UVP des Herstellers), Leasing-Sonderzahlung 2.350,00 €, Laufzeit 48 Monate, Laufleistung 60.000 km, 48 mtl. Leasingraten inkl. ServiceCare KomplettService à 329,00 €. Stand 01/2024. Alle Preise zzgl. gesetzlicher Umsatzsteuer. Zzgl. Lokaler Überführungskosten. Nur bei teilnehmenden Händlern. Aktion gültig bis 31.03.2024. Abbildung zeigt Sonderausstattungen. Andere Motorisierungs- und Ausstattungsvarianten gegen Aufpreis möglich.



## Apple Vision Pro: Werkzeug zum Bauen

Seit dem Verkaufsstart von Apples neuem Mixed-Reality-Headset ringen Tester und Nutzer um Worte, die das Vision-Pro-Erlebnis gut beschreiben: Wie fühlt sich Apples "Computer im Raum" (Spatial Computing) an? Gelingt dem Konzern nach dem iPhone-Coup erneut ein großer Wurf? Wo ist die Killer-App?

Ich kam beim Test zu keinem Urteil. Denn während ich den Kopfcomputer aufgeschnallt hatte und den digital angereicherten Raum mitsamt schwebenden Fenstern, Bedienelementen und Landschaften vor mir erkundet habe, war ich davon eingenommen, die Anwendungen, Fenster, Griffe, Tasten und Scrollbalken auszuprobieren. Unterdessen notierten die Laborkollegen die Eindrücke gewissenhaft mit. Ach ja, das Headset drückt nach einer Weile ein bisschen auf Stirn und Nase.

Aber manchmal spürt man den Wert der Dinge erst dann, wenn sie fehlen. Bei mir stellte sich unmittelbar nach Verlassen unseres Labors ein Verlustgefühl ein: Ich wollte dieses zusätzliche Kontinuum, in dem meine Arbeits- und Spaßwerkzeuge wie auf Riesenwerkbanken in mehreren Räumen verteilt lagen, wieder um mich haben.

Okay, manche Kritiker bezweifeln den Nutzen der Vision Pro, weil sie berührende Erlebnisse wie 3D-Aufnahmen von etwa Kindergeburtstagen eben nicht so unmittelbar teilen können wie ein auf-

geschlagenes Fotoalbum, sondern mit ihrer Rührung isoliert bleiben.

Aber Konsumieren ist das Gegenteil von Gestalten. Und Einsamkeit ist nicht dasselbe wie Alleinsein. Nützliche und sinnhafte menschliche Werke entstehen nicht während gemeinsamer Kaffeekränzchen, sondern in Abgeschiedenheit und Versenkung. Es freut mich daher, dass Apple – noch klarer als andere Headsethersteller am Consumermarkt – eine Lanze für kreative und produktive Anwendungen bricht.

Für mich ist das Headset eine Workstation und schreit geradezu nach Workstation-Software. Deshalb vermisste ich mein vom Mac gewohntes Terminal mitsamt quelloffenen Entwickler- und Admin-Tools. Der Mensch ist das einzige Tier, das Werkzeuge entwickelt, um damit neue Werkzeuge zu bauen. Die Brille hat dieses Potenzial, es schlummert mehr drin als Apple vorsetzt.



Dan Živadinović

Dušan Živadinović

# TERRA MOBILE 360-13U

## TERRA MOBILE 360-13U

- Intel® Core™ i5-1235U Prozessor (12M Cache, bis zu 4.40 GHz)
- Windows 11 Pro
- Displaygröße 33.8 cm (13.3")
- 1920 x 1080 Display-Auflösung
- Display-Typ IPS Touch-Display
- 16 GB Speicherkapazität
- 512 GB Gesamtspeicherkapazität
- Intel® Iris® XE Graphics

Artikel-Nr.: 1220785

**829,-\***

Preis zzgl. gesetzl. MwSt.



## Holen Sie sich mit Windows 11 Pro das bisher sicherste Windows

Die neuen Windows 11-Geräte integrieren Hardware und Software und bieten so einen leistungsstarken, sofort einsatzbereiten Schutz, der Berichten zufolge die Zahl der Firmware-Angriffe um das 3,1-fache reduziert.<sup>1</sup> Schützen Sie das Herzstück mit hardwarebasierter Sicherheit wie dem neuesten TPM 2.0, Sicherheit auf Chipebene sowie Schutzmaßnahmen für

Daten und Identitäten. Damit Sie von Anfang an sicher sind, verhindert Windows 11, dass Schadsoftware beim Starten geladen wird. Darüber hinaus können Sie Ihren Zero-Trust-Schutz verstärken, indem Sie Ihre Daten und Ihr Netzwerk durch einen hardwarebasierten Root-of-Trust-Support unterstützen, der die Integrität von Geräten aufrechterhält und verifiziert.

## ERHÄLTLICH BEI IHREM TERRA FACHHÄNDLER

IBN Gesellschaft für Systemtechnik mbH, **14478** Potsdam, Tel. 0331/888400 • Capeletti & Perl GmbH, **20097** Hamburg, Tel. 040/23622 0 • Computer-Service-Buchholz GmbH, **21244** Buchholz i.d.N., Tel. 04181/137373 • Caligrafika, **26133** Oldenburg, Tel. 0441/9250095 • T&S Computech GmbH, **30175** Hannover, Tel. 0511/884817 • B.I.T. Datentechnik GmbH, **31675** Bückeburg, Tel. 05722/95040 • Systemhaus Przykopski, **31848** Bad Münder, Tel. 05042/933160 • MBörso-Computer GmbH, **33100** Paderborn, Tel. 05251/28818-0 • Microtec GmbH, **33649** Bielefeld, 0521/9455274 • bits+bytes Computer GmbH & Co. KG, **35745** Herborn, Tel. 02772/94990 • RODIAC EDV-Systemhaus GmbH, **42251** 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 • Pauly Büromaschinen Vertriebs GmbH, **65555** Limburg, Tel. 06431/500466 • Krieger GmbH & Co KG, **68163** Mannheim, Tel. 0621/833160 • G+S Computer GmbH **68519** Viernheim, Tel. 06204/607921 • KAISYS.IT GmbH, **72793** Pfullingen, Tel. 07121/145330 • Danner IT-Systemhaus GmbH, **72760** Reutlingen, Tel. 07121/56780 • MP-Datentechnik GmbH, **73730** Esslingen, 0711/3609163 • SCHUCK IT.GmbH • **78194** Immendingen • Tel. 07462/9474-18 • Resin GmbH & Co. KG, **79589** Binzen, Tel. 07261/6660 • Office Komplett, **79664** Wehr Tel. 07762 / 708860 • bll computersysteme GmbH & Co. KG • **89077** Ulm, Tel. 0731/18488-0 • Schwarz Computer Systeme GmbH, **92318** Neumarkt, Tel. 09181/48550 • K&L electronics GmbH, **95466** Weidenberg, Tel. 09278/98610-0 •

WORTMANN AG empfiehlt Windows 11 Pro für Unternehmen.

360° klappbares Display



Stift optional erhältlich



\* 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 Mitnahmегарантия.

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.

<sup>1</sup> Windows 11 Survey Report, Techaisle, Februar 2022. Ergebnisse für Windows 11 basieren auf einem Vergleich mit Geräten mit Windows 10.

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

**WORTMANN AG**

IT. MADE IN GERMANY.

## Titelthemen

### Fernsehen ohne Kabelzwang

- 18 Wahlfreiheit** DVB-T2, Sat-TV und IPTV
- 22 IPTV** Streamingdienste im Test
- 26 TV nachrüsten** Zuspieler für HDMI
- 30 IPTV-Streaming** an smarten Fernsehern

### Die besten Adblocker

- 52 Werbeblocker** Googles neue Regeln
- 56 Test** Zwölf Werbeblocker im Vergleich
- 64 Adblocker-Praxis** Pi-hole und AdGuard

- 85 2D- und Barcode-Generator** Zint
- 86 Schachcomputerbrett** Chessnut Evo
- 88 Audiotranskription** TechSmith Audiate
- 89 Lesetracker** The Storygraph
- 90 Festplatten bis 24 TByte**
- 94 Ryzen-Prozessoren mit KI und Grafik**
- 98 Spielergrafikkarten im Test**
- 104 Alles drin: Samsung Galaxy S24 Ultra**
- 108 Elektro-VW ID.7 ab 57.000 Euro**
- 112 Open-Ear-Kopfhörer ab 130 Euro**
- 166 Bücher** User Experience, Digitalisierung

## Aktuell

- 16 Apple Vision Pro: Unsere ersten Eindrücke**
- 32 Hackerparagrafen** Risiken für IT-Dienstleister
- 34 Cybercrime** UN-Konvention gefährdet Sicherheit
- 35 Open Source** Highlights der FOSDEM'24
- 36 Forschung** KI liest Papyrusrollen
- 37 Fake Porno** KI in der Doktorspielphase
- 38 Bit-Rauschen** Raspberry Pi will an die Börse
- 39 Google Gemini** Fehlerhafter Chatbot
- 40 Autotrend** Software Defined Vehicles
- 42 Windows Server** Microsofts Pläne
- 43 Server & Storage** Fusion von Kioxia und WD
- 44 Grafikkarten** Nvidia GeForce RTX 3050 6GB
- 45 Linux** Lücke in Secure Boot Shim
- 46 Netze** Wi-Fi 7 wird erschwinglich
- 47 Internet** BDSG-Reform, Google Cache
- 48 Web-Tipps** Emissionen, Transparenz, Daten

## Wissen

- 68 Analyse: Was am Windows-Patchday schiefging**
- 118 Zahlen, Daten, Fakten** Apps auf Rezept
- 120 Roboter als Pflegekraft und Haushaltshilfe**
- 124 Making of ...** Wingman – An X-Wing Story

## Test & Beratung

- 72 15-Zoll-Notebook unter 1 Kilo**
- 74 Lüfterloses Netzteil** Hdplex 250W GaN AT
- 76 AM5-Mainboard** Asus Prime A620M-E-CSM
- 77 Grafikkarte** Sapphire RadeonRX 7900 GRE
- 78 Mobiler OLED-Monitor** Viewsonic VP16
- 80 Smartes Vogelhaus** Netvue Birdfy Feeder
- 82 Tintentank-Mufu** Canon Maxify GX2050
- 84 Abstimm-App für GitHub** GitVote

### 18 Fernsehen ohne Kabelzwang



Mit dem Wegfall des Nebenkostenprivilegs sind Mieter nicht mehr an Kabel-TV gebunden und können sich auch für DVB-T2, Sat- oder IPTV entscheiden. Ein Überblick über Dienste, Senderauswahl und Nachrüstoptionen.

132 **ÖPNV-Apps** Zukunft der Tarifsysteme

158 **Neue EU-Regeln für Drohnenpiloten**

## Praxis

128 **DECT-Telefone** im Mobilfunknetz nutzen

136 **Freifunk** Offloader für VPN

142 **Internetgeschwindigkeit korrekt messen**

147 **Elvish-Shell** POSIX-inkompatibel, aber mächtig

148 **Maas: Physische Server flexibel wie VMs**

152 **Python: Kommandozeilenargumente auswerten**

## Immer in ct

3 **Standpunkt** Apple Vision Pro: Werkzeug zum Bauen

10 **Leserforum**

15 **Schlagseite**

50 **Vorsicht, Kunde** Teurer defekter Stromzähler

162 **Tipps & Tricks**

164 **FAQ** Digital Markets Act

168 **Story** Studium Futurum

176 **Inserentenverzeichnis**

177 **Impressum**

178 **Vorschau ct** 6/2024

## 52 Die besten Adblocker



Der Browser als Werbefläche? Nein, danke! Wir haben zwölf Werbeblocker getestet, die Banner, Videos, Pop-ups und Tracker schreddern, und geben Tipps für das Blocken im heimischen LAN.

Frisch aus

ct Nerdistan

124 **Wingman – An X-Wing Story** Making of ...

147 **Elvish** POSIX-inkompatibel, aber mächtige Shell



Hardcore

142 **Speedcheck** von Internetstrecken

152 **Python Argparse** für kleine und große Skripte

secIT 2024:

# Cyberangriffe ins Leere laufen lassen

Praxiswissen aus erster Hand, mit dem Unternehmen Cyberattacken vorbeugen oder sie stoppen können, bietet die secIT. Die Kongressmesse findet vom 5. bis 7. März 2024 statt.



Wie können sich Unternehmen und Organisationen vor Cyberattacken schützen oder die Folgen solcher Angriffe minimieren? Antworten auf diese Fragen geben die rund 50 praxisorientierten Workshops, Vorträge und Deep-Dive-Sessions auf der secIT 2024.

Cyberangriffe sind für Unternehmen und öffentliche Einrichtungen ein ernsthaftes Problem. Das belegt unter anderem die Studie „Wirtschaftsschutz 2023“ des Digitalverbands Bitkom. Ihr zufolge wurden im vergangenen Jahr 70 Prozent der deutschen Firmen Opfer von Datendiebstählen. In mehr als 60 Prozent kam es zur digitalen Sabotage von Informations- und Produk-

tionssystemen. Die Folge: Schäden von rund 150 Milliarden Euro.

## Schwerpunkt auf Praxis

CISOs, IT-Sicherheitsexperten und Administratoren müssen daher in der Lage sein, Cyberattacken einen Riegel vorzuschieben oder zumindest den Schaden durch Angriffe zu begrenzen. Wie sie das bewerkstelligen können,

erfahren sie auf der IT-Security-Kongressmesse secIT 2024 by heise im Hannover Congress Centrum (HCC).

Den Großteil des Programms haben die Redaktionen von c't, iX und heise Security zusammengestellt. Die Besucher erwartet daher kein „Marketing-Blabla“. Sie bekommen vielmehr wertvolle Informationen und Praxiswissen aus erster Hand.

## „Teamwork ist in der Incident Response unverzichtbar“

Incident Response ermöglicht es Unternehmen, die Auswirkungen von Cyber-Angriffen zu minimieren. Doch damit dieser Ansatz den vollen Nutzen bringt, sind auch „menschliche Faktoren“ wichtig, etwa Teamwork, Empathie und Rücksichtnahme, so Lisa Lobmeyer, Team-Managerin bei der HiSolutions AG.

### Frau Lobmeyer, warum ist Incident Response so wichtig?

Incident Response kann die Folgen eines IT-Sicherheitsvorfalls abfedern. Dazu gehört ein gutes Krisenmanagement. Es hilft, die Lage zu beruhigen und entscheidungsfähig zu werden. Ein weiteres Element ist die forensische Aufklärung. Sie gibt Aufschluss darüber, was eigentlich passiert ist und ermöglicht es, die weitere Vorgehensweise im Krisenstab zu bestimmen.



*Ist Unternehmen und Organisationen bewusst, wie wichtig Incident Response ist?*

Gerade dem Mittelstand fehlen häufig die Kapazitäten für Incident Response, aber auch das Bewusstsein für dessen Notwendigkeit. Im Idealfall können Unternehmen vorbereitende Maßnahmen treffen, um die Reaktions- und Wieder-

anlaufzeit zu verkürzen. Dazu gehören Ransomware-sichere Backups sowie Wiederanlaufpläne, Notfallkontaktlisten und Infrastrukturpläne, die in gedruckter Form vorliegen, aber auch eine Übersicht über Notfallmaßnahmen, die helfen, IT-Ausfälle zu überbrücken.

### Ist es ratsam, in Eigenregie ein Krisenmanagement durchzuführen?

Organisationen können Maßnahmen im Krisenmanagement vorbereiten, um schneller Ruhe ins Team zu bringen und Entscheidungen zu ermöglichen. Weniger zu empfehlen ist, in der Chaostypen und der damit verbundenen Überforderung das Krisenmanagement ohne Vorbereitung selbst in die Hand zu nehmen. Ohne Vorkehrungen und das nötige Vorwissen ist es nur schwer möglich, die nötige Klarheit und Führung zu bieten, die ein Teamwork ermöglicht. Deshalb ist es im Regelfall anzuraten, auf spezialisierte Fachkräfte zurückzugreifen.

## Ransomware? Nein danke!

Ein Schwerpunkt der secIT sind Angriffe mit Erpressersoftware – laut dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) nach wie vor die größte Bedrohung für Firmen. Stefan Strobel von cirosec stellt auf der secIT aktuelle Ransomware-Trends vor. Dieses Wissen ist sehr wichtig, um die Security-Strategien anzupassen.

Auf welche Schwachstellen Cyberkriminelle es besonders abgesehen haben, zeigt Dr. Jörg Schneider in einem Vortrag. Dabei stellt er die Top-Ten-Lücken aus Pentests des vergangenen Jahres vor und was man dagegen tun kann. Cyberattacken haben verheerende Folgen, wie Volker Kozok vom Netzwerk für Cyber Intelligence am Beispiel des Landkreises Anhalt-Bitterfeld erläutert. Die Verwaltung des Kreises musste nach einem Angriff mit einem Verschlüsselungstrojaner monatelang in einem „Katastrophenmodus“ arbeiten.

## Active Directory und Entra ID schützen

Bei vielen Cyberattacken ist das Active Directory ein Einstiegspunkt für Angreifer. Denn fehlerhafte Konfigurationen und Sicherheitslücken im AD ermöglichen es Angreifern, sich Zugang

zu Servern und Clients zu verschaffen. Im Rahmen eines Workshops und einer Live-Demo erläutert Robert Flosbach von Neodyme, wie Angreifer im Detail vorgehen und wie sich Unternehmen davor schützen können.

Ebenfalls um die Absicherung von lokalen AD-Instanzen sowie von Entra ID (ehemals Azure Active Directory) drehen sich zwei redaktionelle Workshops von Frank Ullý und Tim Mittermeier, beide von Oneconsult. Ullý konzentriert sich auf die On-Premises-Version von AD, insbesondere die Härtung solcher Umgebungen. Tim Mittermeier erläutert, welche Angriffspfade zwischen Entra ID, Azure-Services und On-Premises-Umgebungen vorhanden sind und wie sie sich unterbrechen lassen.

## Es ist passiert – was nun?

Doch was tun, wenn es doch zu einem sicherheitsrelevanten Vorfall (Incident) kam? Mit diesem Thema beschäftigen sich mehrere Workshops, redaktionelle Vorträge und Keynotes. So führt Joshua Tigao von cirosec eine Schulung zum Thema Incident Handling & Response durch. Die Basis bildet dabei der ISO-Standard 27035. Das Rahmenwerk unterstützt IT-Sicherheitsfachleute und Administrato-

ren dabei, sicherheitsrelevante Vorfälle zu erkennen und Gegenmaßnahmen einzuleiten.

Damit sich der Schaden durch eine Cyberattacke in Grenzen hält, sind organisatorische Vorkehrungen und exakt definierte Prozesse erforderlich. In einem Workshop spielt Maik Würth von HiSolutions mit den Teilnehmern durch, wie diese Strukturen aussehen sollten.

## Keine Entwarnung

Weitere Themen der secIT sind die Absicherung von Cloud-Umgebungen und der Schutz von IoT-Komponenten (Internet of Things). Im Workshop „Practical Ethical Hacking“ von Jan-Tilo Kirchhoff (Compass Security) wiederum schlüpfen die Teilnehmenden in die Rolle von Hackern und lernen, wie sie ein komplettes Firmennetzwerk unter ihre Kontrolle bringen können, um Schwachstellen aufzudecken und Gegenmaßnahmen einzuleiten.

Das Fachwissen, das die Besucher von der secIT mitnehmen, ist wichtiger denn je. Claudia Plattner, die Präsidentin der obersten deutschen IT-Sicherheitsbehörde BSI, stuft die Lage im Bereich Cybersecurity in Deutschland nach wie vor als „besorgniserregend“ ein.

## Welche Faktoren entscheiden über den nachhaltigen Erfolg von Incident-Response-Einsätzen?

Das Wichtigste nach einem IT-Security-Vorfall ist, dass die Betroffenen als Team an dessen Bewältigung arbeiten können – mit Geduld und Struktur. Ein größerer Vorfall erledigt sich selten innerhalb weniger Stunden oder Tage. Zusätzlich hilft eine Portion Pioniergeist, und zwar sowohl bei der Führung als auch den Mitarbeitern. Denn ein Incident tritt schließlich nicht jeden Tag auf.

## Wie kann die Zusammenarbeit von Incident-Response-Teams verbessert werden?

Im Ernstfall braucht das Team einen „Leuchtturm“ in Form einer Führungskraft. Speziell die Führungsebene, insbesondere die Krisenstabsleitung, benötigt Mut zur Veränderung, um die Cyber-Attacke zu bewältigen. Zu beachten ist zudem, dass ein solcher Vorfall viel Kraft kostet. Daher sollte das gesamte Team ein hohes Maß an Rücksicht und Empathie aufbringen, speziell das Management. Werden diese Faktoren berücksichtigt, kann sich die erfolgreiche Bewältigung eines Cyber-Angriffs in einem Unternehmen sogar zu einer „Teambuilding-Maßnahme“ entwickeln, wie etliche unserer Kunden bestätigt haben, allerdings eine, auf die die meisten gerne verzichtet hätten.

# Leserforum

Bild: Mash



**Landesweit gültige Tickets in einer App gefallen nicht allen unseren Lesern. Einige finden, dass öffentliche Verkehrsmittel schon aus Datenschutzgründen kostenlos zur Verfügung stehen sollten.**

## Universelle Fahrkarte

Standpunkt ÖPNV-Tarife, c't 4/2024, S. 3

In den Niederlanden gibt es die OV-Chipkaart, eine Karte, mit der Sie fast alle Busse und Bahnen quer durch die Niederlande benutzen können. Beim Einsteigen und Aussteigen im Bus/Bahn jeweils am einheitlichen „Entwerter“ vorbei, gebucht, fertig. Beim Wechsel des Verkehrsmittels im neuen erneut einbuchen und beim Verlassen, egal wie weit, wieder ausbuchen. Auch das Fahrrad am Bahnhof kann man damit mieten. Sie ahnen es schon, einfach einbuchen und hinterher wieder ausbuchen.

Alle Verkehrsunternehmen kalkulieren ihre Preise frei, lediglich verrechnet wird über OV-Chipkaart. Alle Unternehmen sind gezwungen, an der staatlichen OV-Chipkaart teilzunehmen. Die Fahrpläne müssen von den Unternehmen ins System eingepflegt werden.

Rainer Siebenbrodt

*Diese Karte ist in der Tat ein sehr gutes Beispiel für ein Check-in-check-out-System, das innerhalb eines ganzen Landes gilt.*

## Angst vor Massenüberwachung

Sie fordern en passant die Massenüberwachung eines jeden Fahrgasts, am liebsten über seine Smartphonewanze. Sind Ihnen denn nicht die damit verbundenen Risiken bewusst? Solche Daten in staatlichen oder geheimdienstlichen Händen und man kann Dissidenten ganz einfach überall dingfest machen, was so gar nicht in demokratische Denkstrukturen passt. Haben Sie Edward Snowden schon vergessen? Seine Flucht wäre mit dem heutigen System unmöglich.

Stattdessen muss der ÖPNV als kritische Infrastruktur in staatliche Hände und für alle Bürger kostenlos angeboten werden. Damit spart man sich nicht nur jede Menge überflüssiger Arbeit, sondern wird auch dem Datenschutz gerecht durch Datenvermeidung. Und da dann alles aus einer Hand kommt, sind bundesweite Fahrpläne gar kein Problem mehr.

Michael Schuberger

*Sie haben recht, dass ÖPNV-Kunden- und -Bewegungsdaten sensibel sind und nicht massenhaft erfasst werden dürfen. Das fordert Greta Friedrich in ihrem Text auch*

*nicht. Freiwillig nutzbare Trackingtarife können ein realistischer Baustein sein, um die Tariflandschaft und die ÖPNV-Nutzung in Deutschland für Nichtdissidenten zu vereinfachen.*

## Gefahr von Erpressung

Kommentar: *Digital bleibt nur gut, wenn Bargeld stark ist*, c't 4/2024, S. 31

Ihren Ausführungen kann ich zustimmen. Trotzdem meine ich, dass Sie auf einen sehr wesentlichen Punkt nicht hingewiesen haben: Nach dem Rückzug der nur regionalen Girocard-Organisation, weil die europäischen Banken nicht bereit waren, etwas Eigenes zu finanzieren, gibt es mit Mastercard und VISA nur noch US-amerikanische Zahlungssysteme. Das ist politisch nicht ungefährlich und von der Datenüberwachung inakzeptabel. Die Dimension ist nicht nur eine Totalüberwachung, sondern auch das reale Szenario, dass die USA damit alle Staaten der Welt, die sich auf diese Bezahlsysteme verlassen, erpressen kann.

Gerhard Roland

*Ganz so schlimm stellt es sich nicht dar: Die Girocard ist ja nicht auf dem Rückzug, sondern nur in hartem Wettbewerb mit den Kartenzulieferern, und die europäische Lösung (EPI) nimmt endlich Form an.*

## Kein Interesse an Durchleitung

Standpunkt „Grüner Strom: Öko-Overkill“, c't 3/2024, S. 3

Sie schreiben: „Weil Transportkapazität von Nord nach Süd fehlt, kann immer mehr Windstrom nicht abgenommen werden.“ Ein Bekannter hat mir den Link gemailt, der zum Bericht des Netzengpassmanagements im ersten Quartal 2023 der Bundesnetzagentur führt.

Spannend ist darin die Tabelle 5 und die Grafik dazu: Hier kann man sehen, dass es nur bestimmte Strecken gibt, die überlastet sind. Die schlimmsten Strecken sind die kurzen Verbindungsleitungen zwischen den verschiedenen Monopolgebieten. Wenn man weiß, dass die Betreiber der Netze dort auch eigene Kraftwerke betreiben (Gas, Kohle), kann man verste-

## Fragen zu Artikeln

Bitte senden Sie uns Ihre Fragen per E-Mail an die Adresse des Redakteurs, die am Ende des Artikels steht.

# Die Zukunft der Virtualisierung erwartet Sie

## Zuverlässige Virtualisierung von Hyper-V bis Proxmox VE

Die Welt der IT wandelt sich täglich. Umso wichtiger ist es, rechtzeitig in zukunftsfähige Lösungen zu investieren. Mit den Virtualisierungs-Lösungen von Thomas-Krenn ist Ihre IT-Infrastruktur bereit für die Herausforderungen von morgen. Ob Proxmox VE oder Hyper-V – wir finden die optimale Lösung für Ihre individuellen Virtualisierungs-Anforderungen.



Jetzt Lösungen entdecken:  
[thomas-krenn.com/virtual](http://thomas-krenn.com/virtual)

**THOMAS**  
**KRENN**<sup>®</sup>  
IT's people business

hen, dass sie kein Interesse daran haben, den „günstigen“ Windstrom aus dem Norden zu beziehen oder durchzuleiten, wenn man doch viel besser seine eigenen Kraftwerke auslastet und damit viel mehr Geld verdienen kann.

Mattias Rüscher 

**BNetzA-Bericht als PDF:** [ct.de/y1zd](http://ct.de/y1zd)

## Alle wahnsinnig?

*E-Rezept legt Fehlstart hin, c't 3/2023, S. 16*

Meine Frau hat ein E-Rezept erhalten. Der Arzt weigerte sich aber, einen QR-Code auszudrucken, da das zu viel Toner und Papier koste. Wie löst man das Rezept nun in einer Onlineapotheke ein? Also in die Krankenkassen-App geschaut. Man muss die App der Gematik installieren. Installiert und geöffnet. Um das E-Rezept zu sehen, muss man sich über die Krankenkassen-App authentifizieren.

Dort authentifiziert man sich per PIN und schaltet den Login per Gesundheitskarte frei. Dazu muss man die Karte unter das Handy legen. Nun soll man die auf der Karte aufgedruckte CAN-Zahl eingeben. Karte unter dem Handy hervorgeholt – Vorgang abgebrochen. Also die Zahl aufgeschrieben und den Vorgang nochmal gestartet.

Nun braucht man eine per undigitalen Postbrief zugestellte PIN. Kann man „einfach und bequem“ in der App bestellen. Dazu braucht man zwei weitere Apps – und einen aktivierte E-Perso mit PIN. Haben wir nicht. Andere Möglichkeit ausgewählt: Authentifizierung per Gesundheitskarte. „Bitte wählen Sie Ihre Krankenkasse.“ Ausgewählt, man wird weitergeleitet: „410 Gone: Der von Ihnen gesuchte Content wurde gelöscht.“ Seid Ihr alle wahnsinnig? Schaut so Digitalisierung aus?

Peter Blank 

## Uhr aus der Cloud gefallen

*Risiko Cloudabschaltung: Wenn einwandfreie Hardware plötzlich nutzlos wird, c't 3/2024, S. 18*

Ein vergleichbares Phänomen musste ich gerade selbst erleben: Eine Sportuhr (Huawei Watch Fit mini 8D9) zeigt die Zeit nicht mehr an, wenn sie nicht beim Hersteller (also auf einem Server in China) registriert wird. Dabei nutze ich die Smart Watch bereits seit zwei Jahren ohne ir-

## Wir freuen uns über Post

 [redaktion@ct.de](mailto:redaktion@ct.de)

 [c't Forum](#)

 [c't Magazin](#)

 [@ctmagazin](#)

 [ct\\_magazin](#)

 [@ct\\_Magazin](#)

 [c't magazin](#)

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

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

gendwelche Einschränkungen. Schon die letzte Umstellung auf Winterzeit wurde von der App verweigert, denn es sei vorher eine Registrierung notwendig. In den beiden Jahren zuvor hatte das noch problemlos funktioniert. Seit etwa einer Woche verlangt die Uhr nach einer Kopplung, die wird aber von der App abgelehnt. Nun habe ich keine Veranlassung, persönliche Gesundheitsdaten einem Unternehmen wie Huawei zur Verfügung zu stellen.

Manfred Kanzler 

## Hacken erlauben

*Was die Politik gegen Cloud-Obsoleszenz tun sollte, c't 3/2024, S. 22*

Wäre es nicht ein erster Schritt, dass man, sobald das passiert, die Firmware hacken darf? Es wäre dann legal, das Zeug zu reverse engineeren, Anleitungen ins Netz zu stellen, was man zur „Gangbarmachung“ braucht, wie man Remote-URLs ändert, Zugänge ermöglicht et cetera. Dann muss man nichts vorher sammeln und Verträge machen, aber man schafft Rechtssicherheit für die Retter. Und wenn ein Hersteller das absolut nicht will, dann kann er ja in einer Kulanzzeit von zum Beispiel 14 Tagen ein Angebot machen, die obsolete Hardware zum Kaufpreis zurückzukaufen, und wenn nicht, dann Feuer frei.

Peter Barth 

## Von Hand schalten

*Heizstab AC ELWA 2 wandelt PV-Überschuss in Wärme, c't 3/2024, S. 104*

Seit über einem Jahr habe ich einen Heizstab mit 3 kW im Pufferspeicher, 8 kWp auf dem Dach, 9 kWh Stromspeicher, 700 Liter Pufferspeicher und 24 kW Ölheizung. Eine feine Leistungsregelung des Heizstabs halte ich durch die hohe Trägheit des Systems für überflüssig. Im vergangenen Jahr wurde der Heizstab mittels Z-Wave-Schalter manuell maximal zweimal am Tag geschaltet, wenn ein Überschuss erwartet wurde. Es wurde für den Heizstab nie Energie dazugekauft.

Würde ich an ertragreichen Tagen zuerst den Stromspeicher füllen und dann den Heizstab einschalten, hätte ich Verlust, da der PV-Ertrag deutlich größer als der Verbrauch des Heizstabs ist. Es muss also so geschaltet werden, dass der erwartete Ertrag den Stromspeicher füllt und der Rest per Heizstab im Puffer landet. Ergebnis über ein Jahr: 1577 kWh für den Heizstab. Da ich mit Öl für etwa 0,12 Cent/kWh heizt, ergeben sich circa 190 Euro Ölersparnis. Mit Rückspeisung wären das in diesem Fall circa 80 Euro gewesen, womit für den einfachen Heizstab und den Schalter der Break-even sicher in zwei bis drei Jahren erreicht wird. Im Winter hilft das alles fast gar nichts, der Stromverbrauch des Hauses wird durch PV dann nicht gedeckt.

Falko Schmidt 

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Mehr L2-Cache

*Neue Grafikkarten 2024, c't 3/2024, S. 37*

In der Tabelle ist ein Fehler in der Spalte RTX 4070 Super enthalten. Die neue Nvidia-Grafikkarte hat nicht, wie der Hersteller zunächst angab und wir abdruckten, 36 MByte Level-2-Cache, sondern 48 MByte, was wir inzwischen durch Messungen bestätigen konnten.

### Mini-PC flacher als angegeben

*Mini-PC ECS Liva Z5 Plus, c't 4/2024, S. 66*

Der Mini-PC hat eine Höhe von lediglich 3,8 statt 38 Zentimetern.

# DENN SIE WISSEN NICHT, WOHIN DU GEHST.

Neue Wege in neue Arbeitswelten.  
Sicherer. Einfacher. Besser.

**Cordaware bestzero**

Sichere Lösungen  
für unsichere Zeiten.

Größtmögliche Sicherheit für Remote Work.  
Erhebliche Reduzierung von Cyber-Bedrohungen.  
Dedizierter Zugang für einzelne Anwendungen.  
Zeitsparend, kosteneffizient, flexibel.



 **Cordaware**  
**bestzero**<sup>®</sup>

Verfügbar für Windows, macOS, Linux, iOS und Android

Cordaware GmbH Informationslogistik +++ Fon +49 8441 8593200 +++ info@cordaware.com +++ www.cordaware.com



IT Made in Germany

# Geballtes Nerd-Wissen!

## Spannendes aus Forschung und Technik

**ct KNOW-HOW**  
Nerdiges aus Forschung und Technik

**Spannende Forschung**  
Daten des James-Webb-Teleskops interaktiv auswerten  
So funktionieren Transformer-Sprach-KIs

**Nerdwissen erklärt**  
Historische Verschlüsselung neu programmiert  
QR-Codes verstehen und dekodieren

**IT-Mythen entzaubert**  
Sicher oder nicht? Security-Mythen im Faktencheck  
Gerücht oder Quatsch: Ist Linux sicherer als Windows?

**Wie Innovationen die Welt neu gestalten**  
Künstliche Nase analysiert Gasmoleküle  
So erkennt KI Emotionen • Autos lernen  
Hirnströme steuern Tastatur und Prothesen

Auch als Heft + PDF mit 28% Rabatt

Dieses ct-Sonderheft hilft Ihnen, mit nerdigem Fachwissen zu glänzen. Es bietet die perfekte Mischung aus tiefgründigem Wissen und kurzweiliger Unterhaltung. Ein Muss für jeden Technik- und IT-Fan!

- Künstliche Nase analysiert Gasmoleküle
- So erkennt KI Emotionen
- Daten des James-Webb-Teleskops interaktiv auswerten
- Historische Verschlüsselung neu programmiert
- Sicher oder nicht? Security-Mythen im Faktencheck

JETZT  
BESTELLEN!

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 € • Heft + PDF 19,90 €



[shop.heise.de/ct-knowhow24](http://shop.heise.de/ct-knowhow24)





Yogalehrerin Elke K. entdeckt durch Zufall einen bisher unbekannten Akupressurpunkt zur Deaktivierung der Kommentare.

RITSCH-RENN.COM

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

# Frühlese

## Vision Pro: Apples Mixed-Reality-Headset und die Killer-App

**Apple vollbringt mal wieder Apple-Dinge und lässt mit seinem neuen Headset etablierte Hersteller hinter sich. Dabei gibt es auch abseits technischer Innovationen viel zu diskutieren.**

Von Dušan Živadinović

**S**ein Anfang Februar ist Vision Pro, Apples erstes Mixed-Reality-Headset, in den USA erhältlich. Apple will damit nicht weniger als das Zeitalter des „spatial computing“ einläuten, Computerarbeit im Raum. Eines unserer Teams hat in New York mehrere Exemplare beschafft. In diesem Beitrag fassen wir unsere wichtigsten Eindrücke zusammen, ausführliche Tests folgen in den kommenden Ausgaben.

Die Vision Pro ist ein eigenständiger Computer in Brillenform, der zwei Techniken kombiniert: Die Augmented Reality (AR) überlagert optische und akustische Sinneseindrücke mit Computerinhalten und die Virtual Reality (VR) ersetzt die Sinneseindrücke komplett mit computergenerierten Inhalten. Die im virtuellen Raum laufenden Anwendungen bedient man mittels Augen und Gesten. Das Betriebssystem visionOS hat Apple vom iPadOS abgeleitet und für die Arbeit mit dreidimensionalen Objekten erweitert.

Vor dem Kauf der Vision Pro muss man den eigenen Kopf mit einem iPhone vermessen und bekommt so ein zum Gesicht passendes Polster (Lichtdichtung), das Störlicht ausschließt. Brillenträger erhalten gegen Rezeptvorlage Korrekturinstitute oder weichen auf Kontaktlinsen aus.

Das Headset befestigt man mit einem Gurt am Kopf. Er sollte straff sitzen. Damit schafft man die Basis für eine exakte Justierung des Augentrackings, das beim ers-

ten Aufsetzen abläuft. Dabei visiert man im Raum schwebende Punkte an und übt nebenbei die Blicksteuerung. Anschließend blendet das Headset das aktuelle Bild der Umgebung ein und wartet auf Befehle. Um die Apps-Icons einzublenden, drückt man auf die oben rechts angebrachte Krone und kann dann einzelne Apps starten und bedienen.

Fixiert man ein Bedienelement mit dem Blick, etwa eine App oder eine Taste, wird es hervorgehoben und signalisiert Bereitschaft. Tippt man nun Daumen und Zeigefinger im Sichtfeld der Außenkameras aufeinander, wird die zugehörige Funktion ausgelöst, etwa ein Tastendruck. Falls das Fixieren unzuverlässig klappt, empfiehlt es sich, die Augenjustierung konzentriert zu wiederholen.

Bei korrekter Einstellung stellt sich eine treffsichere Bedienung innerhalb von Sekunden ein. So kann man die virtuelle Tastatur für kurze Nachrichten benutzen. Längere Texte schreibt man besser mit einer Bluetooth-Tastatur.

Nach etwas Übung erledigt man auf der Vision Pro übliche Aufgaben wie Bilder bearbeiten oder Texte schreiben mit ähnlicher Sicherheit wie am iPad, mit dem Unterschied, dass man Anwendungsfenster beliebig im Raum aufstellen kann. Weil sie real wirken wie Tisch und Stuhl, es aber nicht sind, kann man zwar durch die digitalen Dinge ungehindert durchlaufen, überwindet dafür aber eine kleine mentale Hemmschwelle.

In jedem Zimmer kann man ein eigenes Set an App-Fenstern ablegen – im Arbeitszimmer die Büroanwendungen, in der Küche die Einkaufsliste. Die Apps schweben an Ort und Stelle, bis man sie mitzieht oder ausschaltet. Nimmt man das Headset ab, verschwindet die virtuelle Umgebung natürlich und manche Nutzer vermissen sie sogleich, sogar dringlicher als ein verbummeltes Smartphone.

### Betreten erwünscht

Doch der Clou der Vision Pro sind die nativen visionOS-Anwendungen. Dazu gehören immersive Demos, in denen sich der Nutzer mitten im Geschehen befindet, beispielsweise bei Ausflügen in vergangene Erdzeitalter zu nahezu fotorealistischen Sauriern. Bei manchen 3D-Apps gehört das Betreten von Gegenständen zum Konzept, etwa bei der beeindruckenden Simulation des Mars-Erkundungsfahrzeugs Perseverance. Das  $3 \times 2,7 \times 2,2$  Meter große Trumm steht bei voller Vergrößerung wuchtig im Raum und offenbart sein Innenleben aus Messinstrumenten.



**Apples erstes Mixed-Reality-Headset Vision Pro zieht Tester schnell in den Bann. Unter Beobachtern spaltet es aber die Gemüter.**

ten buchstäblich erst dann, wenn man in die zerklüftete Karosserie hineingeht.

Konstrukteure von Maschinen, Architekten oder auch Molekularbiologen dürften einiges Interesse an Apples Brille haben: Weil die Gegenstände sehr plastisch wirken, sind bessere Qualitätskontrollen, Schulungen und Analysen möglich.

Die Brille ist derzeit nur in den USA ab 3500 Dollar erhältlich und bringt 256 GByte Speicher, WLAN für die Internetanbindung (Wi-Fi 6) und Bluetooth 5.3 zum Ankoppeln von Tastaturen, Trackpads und Headsets mit. Für die Variante mit 512 GByte verlangt der Konzern 3700 US-Dollar, für die mit 1 TByte 3900 US-Dollar.

Das Gerät wiegt je nach Polster- und Kopfgurtvariante 600 bis 650 Gramm. Der separate Akku beschwert die Hosentasche mit 353 Gramm und liefert Laufzeiten von 2 bis 2,5 Stunden. Er lässt sich bei aufgesetztem Headset laden. Eine Liste aller Hardwaremerkmale finden Sie über [ct.de/y96c](http://ct.de/y96c).

## Medienecho

Das Medienecho ist diesseits und jenseits des großen Teichs gespalten. Die meisten deutschen Medien haben wenig darüber berichtet. Ausnahmen sind der Spiegel, die FAZ und die Zeit. c't wird sich zu einem abschließenden Urteil erst nach einem gründlichen Test versteigen.

Matthias Kremp vom Spiegel vergleicht Apples Headset mit dem ersten iPhone. Das sei für seine Zeit zwar ebenfalls teuer gewesen, hätte aber Nerds begeistert. „Doch bis zum Massenerfolg dauerte es ein paar Jahre. Ähnlich könnte es mit der Vision Pro laufen.“

FAZ-Redakteur Gregor Brunner urteilt gleich für alle Headsets: „Solange es einfacher ist, ein Smartphone aus der Tasche zu holen oder einen Laptop aufzuklappen, werden sie sich nicht durchsetzen.“

Christoph Drösser von der Zeit glaubt, „diese Brille kann das iPhone ersetzen“ und „ob Filme schauen, arbeiten oder spielen: Die Apple Vision Pro ist der ganz große Wurf“. Doch Apples Headset sei „nicht als Brille für die Massen gedacht, sie ist eine Art proof of concept. Große Schritte sind nötig, um das Headset erschwinglicher und gleichzeitig weniger klobig zu machen“.

Zeit-Kollege Daniel Haas kritisiert den Gebrauch des Headsets in der Öffentlichkeit: „Wer gesehen hat, wie ein Mann in der New Yorker U-Bahn imaginäre Fusseln aus der Luft zupft, weiß, was kommen wird. Eine absurde Choreografie des Tupsens,“

**Je nach Kopfgurt und Gesichtspolster wiegt das Headset 600 bis 650 Gramm. Bei zumindest anfänglicher Begeisterung tragen es manche Nutzer dennoch ganztägig.**



Wischens und Streichens von Vision-Pro-Usern, die unter der Hand ihre Parallelwelten gestalten, jederzeit und überall.“

Die Erregung erinnert an Debatten über ältere technologische Neuerungen. Kritiker haben zuvor schon TV-, PC- oder Smartphonenuutzer verachtet, nicht zu vergessen den Bücherwurm.

Aber Apples Headset birgt auch Gefahren: Konzerne wie Facebook, Amazon und Google würden gern mitlesen, worauf genau die Träger ihre Blicke richten, um Vorlieben oder Abneigungen genauer zu kennen. Noch steht Apples Privatsphärenschutz davor.

Weil immersive Videos leicht unter die Haut gehen, kann man leichtgläubigen Nutzern ein X noch leichter für ein U vor machen. Ebenso wie seinerzeit bei der Einführung des PCs befürchten Mütter eine Vereinzelung ihrer Kinder.

Apples Avatarfunktion Persona, die den Träger der Brille bei Videokonferenzen mit seinem simulierten Gesicht teilnehmen lässt, könnten Kriminelle mit KI-gestützten Anwendungen etwa für eine Neuauflage des Enkeltricks missbrauchen. Um so mehr erscheint eine konkrete Auseinandersetzung mit der Brille wünschenswert.

## Nachreife

Im Alltagsgebrauch fielen uns einige Macken auf. Der Dynamikumfang der Frontkameras liegt etwa auf dem Niveau von digitalen Kompaktkameras, was in dunklen Räumen als Bildrauschen sichtbar wurde. Apples Musik-App stürzte gelegentlich ab, Tastaturen wanderten nicht immer nahtlos vom Mac zum Headset und zurück.

Nützlich wäre ein dem Mac entlehntes Dock, um häufig verwendete Apps ohne Suche zu starten und um offene Apps schnell hervorzuholen. Cool wäre eine Funktion, die Apps minimiert sowie griffbereite Knöpfe für Helligkeit und Lautstärke.

Laut Apple enthält der Store der Vision Pro derzeit mehr als 600 native Apps, darunter Microsoft Word, Excel, Teams und diverse Spiele. Outlook, Mail, Pages und viele andere Apps gibt es für visionOS bisher nicht, aber immerhin als zweidimensionale iPad-Apps. Netflix und Google halten sich zurück. Teils springen unabhängige Entwickler in die Bresche. Christian Selig etwa hat eine native Version der YouTube-App programmiert.

Manche Beobachter hätten mehr erwartet und vermissen eine Killer-App, die die Massen vom Gerät überzeugt. Im Gedächtnis bleiben aber die gelungenen Dinge: die simple Bedienung, die gute VR-Darstellung, der Komfort der riesigen Arbeitsumgebung. Daher ist womöglich das Gerät selbst die Killer-App, ähnlich wie das erste iPhone. Das konnte auch nichts grundlegend Neues, aber die wichtigen Dinge (großes Display, Internet unterwegs, intuitive Bedienung) waren um Klassen besser umgesetzt als etwa in Nokias Telefonknochen.

## Erstes Fazit

Apple führt schlüssig vor, wie sich die dritte Dimension am Computer zum Arbeiten nutzen lässt. Dafür muss man noch Kinderkrankheiten in Kauf nehmen; das Headset kommt für viele ein Jährchen zu früh aus dem Labor. Für die Early-Adopter und für Profianwender ist es dennoch eine Verlockung.

Aber der Konzern will ja das Zeitalter des spatial computing einläuten. Das könnte gelingen, wenn leichtere Headsets folgen. Unser Vorschlag zum Abspecken: das Außendisplay tilgen. Die darauf simulierten Augen fallen kaum auf. Und mit Leuten, die verspiegelte Sonnenbrillen tragen, kann man ja auch reden. (dz@ct.de) **ct**

**Technische Daten, Medienberichte:**  
[ct.de/y96c](http://ct.de/y96c)

# Wahlfreiheit beim TV-Empfang

Was der Wegfall des Nebenkostenprivilegs bedeutet und wie Sie davon profitieren



<b>Wahlfreiheit: DVB-T2, Sat-TV und IPTV</b> .....	<b>Seite 18</b>
<b>TV-Streaming-Dienste im Test</b> .....	<b>Seite 22</b>
<b>Nachrüstlösung für TV-Streaming</b> .....	<b>Seite 26</b>
<b>Fernsehempfang ohne Kabel oder Schüssel</b> .....	<b>Seite 30</b>

# Ab dem 1. Juli dürfen Vermieter nicht mehr pauschal die Kosten für den Kabel-TV-Empfang über die Nebenkosten abrechnen. Für Millionen Mieter bedeutet dies, dass sie jetzt überlegen müssen, ob und wie sie künftig lineares Fernsehen empfangen wollen. Es lohnt sich, alle Möglichkeiten in Betracht zu ziehen: DVB-T2, Satelliten-TV und TV per Internet-Streaming (IPTV).

Von Nico Jurran

Viele Mieter dürften sich bislang wenig Gedanken darüber gemacht haben, dass ihnen der Vermieter in ihrer Wohnung einen Kabel-TV-Anschluss über einen Sammelvertrag mit Providern wie Vodafone bereitstellt und die Kosten dafür über die Nebenkosten abrechnet – zumindest, wenn sie damit zufrieden waren, dass die Fernsehprogramme so in ihre Wohnung kamen.

Wer Kabel-TV jedoch nicht schauen wollte – weil er etwa digitales Antennenfernsehen (DVB-T2) bevorzugte oder um ganz auf Fernsehen zu verzichten – merkte hingegen schnell, dass es sich hierbei nicht nur um eine Frage der Bequemlichkeit handelt, sondern um ein rechtliches Konstrukt: § 2 Nr. 15 der Betriebskostenverordnung verpflichtete Mieter selbst dann zur Zahlung der Kosten für den Anschluss, wenn sie diesen überhaupt nicht nutzten.

Dieses sogenannte Nebenkostenprivileg stammt aus den 1980er-Jahren und sollte die Verbreitung von Kabelnetzanschlüssen in Deutschland ankurbeln. Obwohl dieses Ziel längst erreicht wurde (schon Anfang der 2000er empfingen über die Hälfte der deutschen Haushalte TV über Kabel), blieb die Regelung weiter bestehen.

Damit ist ab 1. Juli 2024 Schluss: Vermieter dürfen die Kosten für den Kabelanschluss laut aktuellem Telekommunikationsgesetz ab dann nicht länger zusammen mit den Mietnebenkosten einziehen.

Für die Mieter bedeutet dies, dass sie sich überlegen müssen, ob und wie sie künftig Fernsehen empfangen wollen.

Wer seinen Kabel-TV-Anschluss bisher über die Nebenkostenabrechnung bezahlt hat und jetzt nicht handelt, der riskiert, dass seine Mattscheibe nach dem Ablauf der Frist erst einmal schwarz bleibt. Wie die rechtliche Grundlage aussieht und was man bei Abschluss eines neuen Vertrages beachten sollte, beschreibt der Kasten „Rechtliche Betrachtung“ auf Seite 20. Nachfolgend zeigen wir zudem, welche Alternativen Mieter beim TV-Anschluss nun haben.

## Alles beim Alten?

Wahlfreiheit bedeutet auch, dass man nicht zum Wechsel gezwungen ist und man beim Kabel-TV bleiben kann. In diesem Fall sollten Sie möglichst bald mit dem Vermieter und eventuell mit den anderen Parteien im Haus sprechen. Einige



Bild: Freenet

Wer einen modernen Fernseher mit DVB-T2-Empfangsteil und CI+-Schacht hat, benötigt nur ein CI+-Modul von Freenet samt Smartcard, um über das digitale Antennenfernsehen auch die Privatsender zu sehen.

Kabelanbieter wenden sich momentan an Eigentümer großer Mietshäuser, um neue Bündelverträge anzubieten – und werben damit, dass die Sammelverträge günstiger seien als Einzelverträge. Diese Aussage sollten Sie allerdings überprüfen – und sich die Konditionen gut durchlesen, bevor Sie unterschreiben. Beispielsweise drücken Ihnen manche Kabelanbieter recht lange Mindestlaufzeiten auf, und das ohne langfristige Preisgarantie.

Ein Sonderfall stellen Häuser mit mehreren Eigentumswohnungen dar, die zum Teil von den Eigentümern selbst bewohnt und zum Teil vermietet sind. Unter den Vermieter gibt es hier oft den Reflex, erst einmal den bestehenden Bündelvertrag zu kündigen, weil sich die Kosten nicht mehr einfach abrechnen lassen. Das kann jedoch sehr ungünstig für diejenigen sein, die ihre Wohnung selbst bewohnen. Hier sollte man die Lage über die Eigentümergemeinschaft klären.

## DVB-T2

Abgesehen vom totalen Verzicht auf Fernsehen gibt es drei Wechselszenarien weg vom Kabel: hin zum digitalen Antennenfernsehen (DVB-T2), zum digitalen Sat-TV (DVB-S/S2) und zum IPTV. Ersteres ist vor allem für Nutzer in Ballungsgebieten (außerhalb dürfte die Empfangssituation zu schlecht sein) interessant, die wenig Fernsehen schauen und sich daher aktuell über ihren kostenpflichtigen und für ihre Bedürfnisse überdimensionierten TV-Anschluss ärgern.

Über DVB-T2 erhält man die öffentlich-rechtlichen Kanäle Das Erste, ZDF, Arte, 3Sat, Phoenix, KiKa, One, Tagesschau24, ZDFneo und ZDFinfo ohne weitere laufende Empfangskosten in HD-Auflösung. Hinzu kommen regional die Dritten Programme und der ARD-Bildungskanal alpha.

Von den Privaten sind allerdings nur Shoppingsender und Bibel TV frei empfangbar, für die übrigen 19 Sender (darunter solche der RTL- und der ProSiebenSat.1-Gruppe sowie Eurosport) zahlt man extra. Für das von Freenet vermarkte Paket fällt dabei eine Jahresgebühr von 85 Euro oder im Abo 6,99 Euro monatlich an.

Die Investitionen in die Hardware halten sich bei DVB-T2 in Grenzen: Viele aktuelle Fernseher sind bereits mit einem DVB-T2-Empfangsteil ausgerüstet, sodass man lediglich eine passende Zimmeran-

tenne und – wenn man die Privatsender schauen möchte – ein CI+-Modul benötigt. Einfache DVB-T2-Receiver gibt es ansonsten zu Preisen ab rund 30 Euro.

## DVB-S/S2

Manche Mieter würden sicher gerne vom Kabel- zum Satelliten-TV wechseln – nicht zuletzt, weil man über DVB-S/S2 beispielsweise Sender empfangen kann, an die man auf keinem anderen Weg herankommt. Auch auf der Website des Satellitenbetreibers Astra ist das Ende des Nebenkostenprivilegs daher ein Thema.

Realistisch betrachtet dürfte sich jedoch kaum ein Vermieter auf eine Umrüstung von Kabel auf Satellit einlassen – außer, wenn bereits eine Sternverkabelung vorliegt. Üblich ist bei Kabelnetzen im Haus aber eine Baumstruktur, wodurch es nicht damit getan ist, eine Satellitenempfangsanlage auf dem Dach zu montieren. Vielmehr müssen die Sat-Frequenzen

für das Kabelnetz aufbereitet werden, was ordentlich ins Geld geht – vor allem, wenn man den Mietern so viele Kanäle wie beim Kabel-TV bieten will. Kosten und Nutzen stehen dabei oft in keinem vertretbaren Verhältnis.

Wer sich nun kurzerhand in Eigenregie eine Sat-Schüssel aufs Dach oder den Balkon schrauben will, sollte beachten, dass die einschlägigen Regelungen hier weiter gelten. Das bedeutet, dass dies nicht ohne Weiteres ohne Zustimmung des Vermieters möglich ist, da ja die Möglichkeit besteht, den bisherigen Kabel-TV-Anschluss weiterzunutzen.

## IPTV

Für die meisten Wechselwilligen dürfte IPTV die beste Alternative sein, da dieser Empfangsweg mit Kabel-TV sowohl hinsichtlich der Programmauswahl als auch bei der Bild- und Tonqualität mithält. Will man die Privatsender in HD sehen, ist dieser Empfangsweg teilweise sogar günsti-

ger als DVB-T2 und DVB-C – sofern man das Kabel-TV nicht über einen Sammelvertrag vergünstigt bekommt. Zudem kann mit einem entsprechendem Abo jeder im Haushalt auf seinem Tablet oder PC ein anderes Programm schauen als auf dem Wohnzimmer-TV läuft.

Anfangs wurde IPTV gerne als „Fernsehen aus der DSL-Dose“ bezeichnet, da zunächst DSL-Internetprovider wie die Telekom ihre Netze für die Live-TV-Übertragung nutzten. Wie sich der Internetzugang technisch gestaltet, ist letztlich aber egal – solange er ausreichend Bandbreite bietet. IPTV lässt sich heute mit DSL, Glasfaser und sogar mobil mit LTE/5G-Verbindungen realisieren.

Auch über Kabel-Internet ist IPTV kein Problem. Wer aktuell über Kabel getrennt Internet und Fernsehen bekommt, könnte zum Juli also seinen Kabel-TV-Vertrag kündigen und künftig seine Internetverbindung für IPTV verwenden. Vodafone bietet dafür neben „Giga TV“

## Rechtliche Betrachtung

Entscheidend dafür, wie es mit dem Kabel-TV-Anschluss weitergeht, ist der Umgang des Vermieters mit dem Vertrag, den er selbst für alle Anschlüsse des Hauses mit dem TV-Anbieter abgeschlossen hat. Wer darüber nicht aktiv vom Vermieter via Brief, Mail oder Aushang informiert wurde, sollte nachhaken.

Im für den Mieter günstigsten Fall lässt der Vermieter diesen Vertrag weiter laufen und übernimmt zukünftig die Kosten für seine Mieter selbst. Die meisten Vermieter werden dazu jedoch nicht bereit sein und den Sammelvertrag mit dem TV-Anbieter beenden. Hierfür steht ihnen ein Sonderkündigungsrecht zu, damit sie durch den Wegfall des Nebenkostenprivilegs nicht benachteiligt werden und auf den Kosten sitzen bleiben. Dies gilt auch für Wohnungseigentümergesellschaften.

Versäumt es ein Vermieter zu kündigen, kann er die Kosten trotzdem nicht mehr auf die Mieter umlegen. Die TV-Anbieter verlangen dann weiter die Gebühren für die Nutzung vom Vermieter. Stellt dieser die Zahlung gegenüber dem Anbieter ein, droht den Mietern eine Anschlussperre. Dazu ist in der Regel kein Zutritt zur Wohnung notwendig, eine klei-

ne Umstellung im Keller genügt. Gleiches gilt, wenn der Vermieter den Vertrag mit dem TV-Anbieter wirksam kündigt.

Hat der Vermieter den Sammelvertrag gekündigt, muss jeder Mieter, der beim Kabelfernsehen bleiben möchte, einen eigenen Vertrag mit dem Kabel-TV-Anbieter schließen. Dies wissen diese auch und werben entsprechend offensiv um „neue“ Kunden.

Vorsicht ist besonders geboten, wenn ein Vertreter an der Tür klopft. Darunter tummeln sich leider schwarze Schafe, die den Betroffenen Verträge aufschwatzten wollen, die über den Bedarf hinausgehen oder nicht die versprochene Lösung bieten. Wegen der Überrumpelungsgefahr sollte man immer erst ein unverbindliches Angebot einholen und den Vertrag nicht direkt an der Haustür schließen. Einen an der Haustür oder im Internet geschlossenen Vertrag kann man immerhin 14 Tage lang gegenüber dem Anbieter widerrufen.

Flattert die Nebenkostenabrechnung für das Jahr 2024 ins Haus, sollte man diese besonders daraufhin überprüfen, ob der Vermieter zuvor gezahlte Kosten für den TV-Kabelanschluss tatsächlich nur bis zum 30. Juli umgelegt hat. Die Position

wird häufig als „Breitbandkabelanschluss“ oder „TV-Kabel-Anschluss“ bezeichnet. Wird weiter berechnet, ist die Nebenkostenabrechnung inhaltlich falsch. Innerhalb von 12 Monaten kann dieser widersprochen und der Vermieter auf die neue Rechtslage hingewiesen werden.

Ein Widerspruch entbindet jedoch nicht von der Pflicht zur Zahlung. Diese sollte aber klar unter Vorbehalt erfolgen. Bleibt der Vermieter uneinsichtig, können Sie sich etwa bei einem Mieterverein oder bei den Verbraucherzentralen rechtlich beraten lassen.

Wichtig ist schließlich, dass sich der Wegfall des Nebenkostenprivilegs nicht auf einen gemeinschaftlichen Satellitenanschluss bezieht, auch wenn dessen Betriebskosten über die Nebenkosten abgerechnet werden. Ebenso gelten die übrigen Gesetze rund um Rundfunk und TV-Empfang unverändert weiter. Das bedeutet unter anderem, dass diejenigen, die künftig komplett auf Fernsehen verzichten wollen, zwar die Anschlusskosten sparen, aber weiter den Rundfunkbeitrag (früher „GEZ-Gebühr“) zahlen müssen. (Thomas Bradler, Rechtsanwalt bei der Verbraucherzentrale NRW)

(Kabelanschluss) noch „Giga TV Net“ (IPTV) an.

Was aber viel wichtiger ist: Über sogenannte Open-IPTV-Dienste wie Waipu.tv und Zattoo kann man heute IP-Fernsehen völlig unabhängig davon nutzen, von welchem Provider man seinen Internetanschluss hat – wichtig ist nur, dass die Bandbreite ausreicht, wobei man mit einem Anschluss mit 16 Mbit/s schon gut für HDTV aufgestellt ist.

Wir haben die wichtigsten Open-IPTV-Dienste für den nachfolgenden Artikel ab Seite 22 getestet. Dabei fiel sofort auf, wie viel mehr Komfort sie im Vergleich zum üblichen DVB-Empfang bieten: Da jeder Zuschauer einen eigenen TV-Datenstrom erhält, sind Timeshift-Funktionen wie das Pausieren des laufenden Programms oder ein Neustart der aktuellen Sendung möglich, ohne dass man eine Settop-Box mit Festplatte mitlaufen lassen muss. Viele Dienste legen zudem die TV-Aufzeichnung auf ihren Servern ab, von wo man sie bequem von überall abrufen kann.

Vorbei sind vor allem die Zeiten, in denen man IPTV nur am Rechner oder mit speziellen Settop-Boxen empfangen konnte: Für immer mehr aktuelle Smart TVs stehen mittlerweile TV-Apps bereit, mit denen sich die IPTV-Dienste mit allen Komfortfunktionen auf den Fernsehschirm holen lassen. Einige Open-IPTV-Anbieter versprechen sogar einen nahtlosen Übergang vom gewohnten DVB-Empfang – und bieten sich damit auch Nutzern an, die vom Kabel-, Satelliten- oder Antennenfernsehen wechseln wollen, auch wenn sie nicht vom Wegfall des Nebenkostenprivilegs betroffen sind.

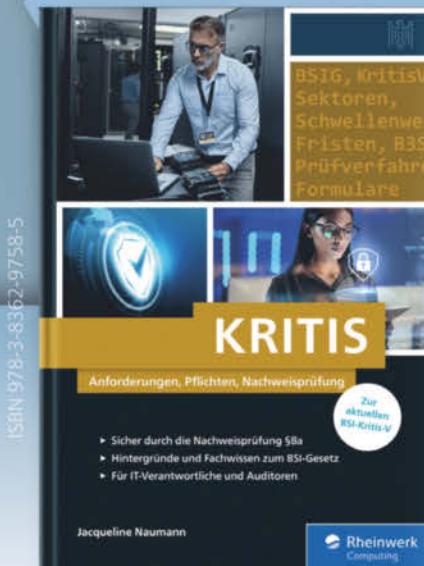
Im Artikel ab Seite 30 haben wir uns angeschaut, wie gut die einzelnen Fernsehhersteller IPTV mittlerweile in ihre Geräte eingebunden haben. Der Artikel „Einstech-TV“ behandelt ab Seite 30 schließlich, wie sich Smart TVs ohne IPTV-Apps und „dumme“ Displays mit einem einfachen HDMI-Stick und den passenden Anwendungen fit für IPTV machen lassen.

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



**Für die IPTV-Dienste Magenta TV und Waipu.tv bekommt man zwar eigene Empfangsgeräte. Zwingend notwendig sind diese aber nicht, da sich die Angebote auch über TV-Apps und andere Zuspieler auf den Fernseher bringen lassen.**

## Auch im »Digitalabo für Professional Computing«



## Das Wissen der Security-Experten

Sichere Systeme, geschützte Daten – lernen Sie, wie Sie Sicherheitslücken in IT-Hardware, Webanwendungen und Software aufspüren und schließen. Unsere Experten stehen Ihnen mit Rat und Tat zur Seite. Mit zahlreichen Best Practices aus dem Security-Alltag.

Alle Bücher gibt es auch als E-Book und im Abo:

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

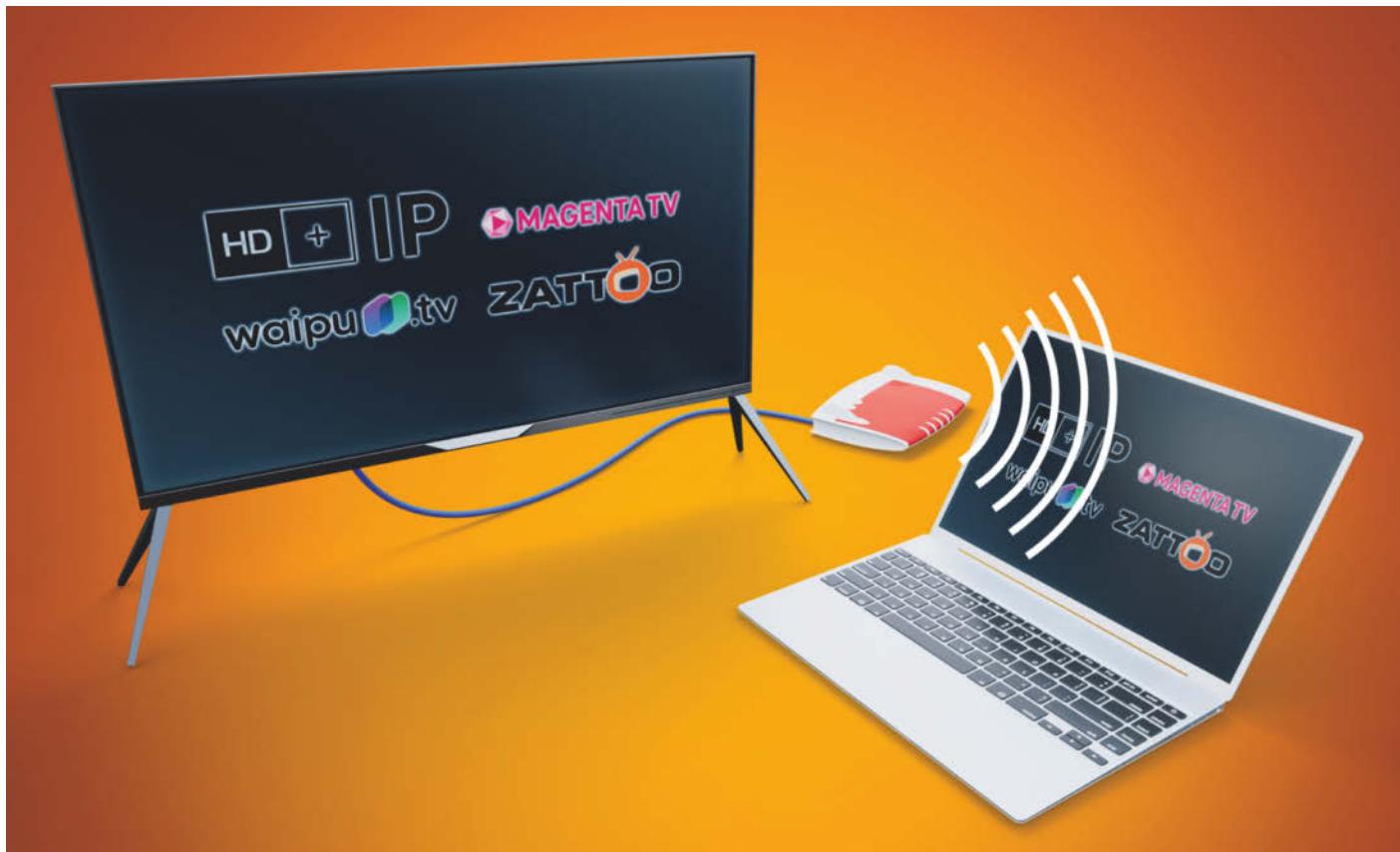


Bild: Moritz Reichartz

# Stromaufwärts

## TV-Streamingdienste im Test

**Dienste wie Netflix und Disney+, bei denen man Filme und Serien auf Knopfdruck über das Internet ins Haus gestreamt bekommt, sind heute eine Selbstverständlichkeit. Und auch IPTV stellt mittlerweile eine ernsthafte Alternative zum klassischen TV-Empfang dar. Wir schauen uns an, was die IPTV-Dienste Zattoo, Waipu, Magenta TV und HD+ IP heute leisten und mit welchen Komfortfunktionen sie punkten.**

**Von Nico Jurran und Stefan Porteck**

**V**ideostreaming à la Netflix ist längst nicht mehr Nutzern mit dicken und teuren Internetanbindungen vorbehalten. Im nächsten Schritt rückt nun das Streaming linearer Fernsehsender in den Fokus.

Es spricht einiges dafür, sich beim TV-Empfang einem Streamingdienstleister anzuvertrauen: Sie sind oft billiger als ein Kabelanschluss und bieten darüber hinaus einige praktische Funktionen, die den linearen Empfangswegen fehlen.

Wir haben TV-Streaminganbieter getestet und uns dabei auf sogenannte Open-IPTV-Dienste konzentriert, die sich an jedem Internetzugang mit ausreichend Bandbreite nutzen lassen, unabhängig vom Internetprovider und der technischen Anbindung ans Netz.

Weiterhin verlangten wir, dass die Testkandidaten einen Zugriff auf alle Hauptsender der Öffentlich-Rechtlichen, der ProSiebenSat.1- und der RTL-Gruppe bieten. Ins Testfeld schafften es

letztlich HD+ IP, Magenta TV, Waipu und Zattoo.

### Fluch und Segen Internet

Zugegebenermaßen hat das Open-IPTV-Konzept auch Nachteile. Ist das Internet ausgefallen, bleibt nun auch das TV schwarz. Zudem können die Dienstbetreiber nur schwer einen Quality of Service sicherstellen

Insofern ist es verwunderlich, dass Waipu.tv trotzdem nach eigenen Angaben die „Qualität eines Kabelanschlusses“ bietet. Die Erklärung: Betreiber Exaring hat Zugriff auf einen mehr als 12.000 Kilometer langen Glasfaserring, der sich durch weite Teile Deutschlands zieht und über den die TV-Daten nach eigenen Angaben an den Engpässen der Internet-Knoten vorbeilaufen. Erst in der Nähe des Haushalts speist Exaring die TV-Daten in den bestehenden Anschluss des Nutzers ein.

Der lässt sich bei allen vier weiterhin für andere Dienste nutzen, die wie üblich

über das Netz des jeweiligen Providers laufen. Eine intensive parallele Internet-Nutzung kann sich durchaus negativ auf den TV-Empfang auswirken. Bei Problemen mit dem Durchsatz passen die Dienste notfalls die Datenrate des TV-Signals an, zu lasten der Bildqualität. Das kam während unseres Tests aber bei keinem der Anbieter vor. Insgesamt zeigten alle Anbieter eine Bildqualität, die etwa auf dem Niveau von DVB-Clag, aber bei einigen Sendern nicht immer an DVB-S heranreichte.

## Auf den TV-Schirm

Alle Anbieter im Test haben für Fernseher eigene Streaming-Apps im Angebot, wobei Magenta TV, Waipu und Zattoo auf nahezu jedem neueren TV-Gerät vertreten sind. HD+ IP findet als native App hingegen bislang nur bei Fernsehern von Panasonic den direkten Weg auf den Schirm. Auf Rückfrage teilte der Dienst uns mit, dass für April Updates bei Samsung-TVs geplant sind, die dort HD+ IP nachrüsten.

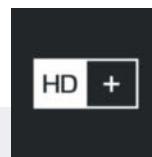
Besitzer älterer TVs schauen dennoch nicht in die Röhre: Die Streaming-Apps aller getesteten Anbieter – wiederum mit Ausnahme von HD+ IP – gibt es auch als Apps für Fire-TV-Geräte von Amazon und Streaming-Sticks und -Boxen mit Google TV. Eine HD+-IP-App für Fire-TVs ist laut HD+ aber bereits in der Mache und man will in der zweiten Jahreshälfte einen eigenen Streaming-Stick auf Android-Basis auf den Markt bringen.

Waipu.tv setzt auf eigene Hardware und bietet einen Empfangsstick an, der jüngst eine Neuauflage erhalten hat: Das neue Modell ist ein Hybrid aus IPTV- und DVB-Empfänger, sodass man mit einer kleinen Stabantenne einen Mix aus IP- und terrestrischem Empfang bekommt.

## Fernsehen (leicht) entfesselt

Der Wechsel vom Kabel-TV auf Stream-TV bringt auch einige Komfortfunktionen mit, die sogar über das hinausgehen, was teure, mit Festplatte und PVR-Funktion (Personal Video Recorder) ausgestattete Receiver leisten.

Alle Testteilnehmer bieten eine zeitversetzte Wiedergabe. Bei der Timeshift genannten Funktion lässt sich das Live-TV mit einem Tipp auf die Fernbedienung pausieren und wenn man einige Minuten später die Play-Taste drückt, an der Stelle nahtlos weiterschauen. Besonders praktisch ist die Neustart-Funktion, die sich technisch mit Festplatten-Receivern kaum umsetzen lässt: Zappt man in eine inter-



## HD+ IP / ToGo

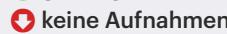
Der Zusatz „IP“ macht den Unterschied: „HD+“ ist ein Pay-TV-Paket für Sat-TV, mit „HD+ IP“ bekommt man auf Fernsehern echtes IPTV. Der Dienst hängt hinsichtlich der Geräteunterstützung im Testfeld jedoch hinterher: Eine TV-App gibt es bislang nur für Panasonic-TVs. Alternativ kann man als HD+-Abonent gegen Aufpreis die HD+-ToGo-App unter Android und iOS nutzen und via Google Cast beziehungsweise AirPlay auf den Fernseher streamen.

Beim Programmumfang bietet HD+ mit 85 Sendern weniger Auswahl als die Mitbewerber im Test, fremdsprachige Senderpakete bekommt man gar nicht. Dafür integriert HD+ IP die Mediatheken der TV-Sender und beschränkt sich dabei nicht nur auf die Öffentlich-Rechtlichen, sondern hat auch die Privatsender mit an Bord.

Die schlichte Bedienoberfläche erlaubt es, über Pfeiltasten oder Steuerkreuz durch die einzelnen Sender zu zappen. Zudem gibt es eine schicke und übersichtliche Now-and-Next-Anzeige und ein EPG mit Zeitstrahl. Der Neustart gewünschter Sendungen klappte im Test zuverlässig, eine Aufnahmefunktion gibt es nicht. Dafür ist HD+ mit einem Einstiegspreis von 6 Euro deutlich günstiger als die anderen Dienste des Tests.



günstiger Anbieter



keine Aufnahmen



weniger Sender

Preis: 6 Euro bis 11 Euro

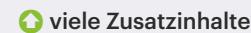


## Magenta TV

Die Telekom bereitet für ihren Streamingdienst derzeit einen umfassenden Relaunch vor: Magenta TV 2.0 gleicht optisch Fire TV und Android TV: Auf der Startseite verschmelzen lineares TV-Streaming anbieterübergreifend mit VoD-Angeboten und kostenlosen On-Demand-Videos aus den Mediatheken der TV-Sender.

Von der Startseite springt man über Kacheln schnell zum Live-TV, dem EPG und den Aufnahmen. Darunter finden sich mehrere Thumbnail-Karussells mit Vorschlägen, trendigen Inhalten und Medien einzelner Kategorien und Genres. Leider erkennt man nicht immer gleich, woher die Inhalte kommen und ob sie frei empfangbar oder kostenpflichtig sind. Insgesamt lädt die neue Oberfläche aber zum Stöbern ein und macht den Weg in die dedizierte Telekom-Mediathek namens Megathek mit kostenlosen und kostenpflichtigen Inhalten meist überflüssig.

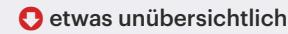
Das eigentliche TV-Streaming funktioniert auch unter Magenta TV 2.0 zuverlässig. Über die Hoch- und Runter-Taste zappt man flott durch die Sender. Ein Druck auf den Enter/OK-Knopf ruft den Fortschrittsbalken auf, unter dem sich auch eine Now-and-Next-Anzeige für den aktuellen Sender befindet. Das vollständige EPG und die Aufnahmen lassen sich aber über den Umweg über das Hauptmenü erreichen.



viele Zusatzinhalte



viel Funktionen



etwas unübersichtlich

Preis: 7 Euro bis 26 Euro

essante Sendung, die aber schon eine Weile läuft, kann man auf Knopfdruck zum Anfang der Sendung springen und sie vollständig anschauen – sehr praktisch.

Möglich machen diese Komfortfunktion eine direkte Unicast-Verbindung zwischen Server und einzelnen Empfangsgerät des Nutzers. Das bedeutet im Umkehrschluss auch: Jedes Empfangsgerät erhält seinen eigenen Stream, selbst wenn

alle Nutzer im Haushalt dasselbe Programm schauen.

Der IPTV-Datenstrom wird gewöhnlich mit einer Datenrate von 3 bis 6 Mbit/s übertragen, abhängig vor der Auflösung und dem verwendeten Codec.

## Blackbox IPTV

Über technische Details lassen die IPTV-Anbieter ihre Kunden weitestgehend im

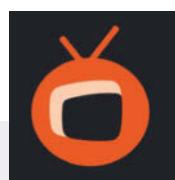


## Waipu.tv

Der Marktführer im deutschen Open-IPTV-Markt lockt mit einer sehr großen Senderauswahl und den üblichen Komfortfunktionen wie Timeshift, Neustart und einem Aufnahmespeicher. Dabei konzentriert sich Waipu optisch aufs Wesentliche und hat so die aufgeräumteste Oberfläche im Testfeld mit klarem Fokus auf Fernsehen. Er startet als einziger Dienst zudem mit der TV-Wiedergabe, während bei der Konkurrenz dafür ein oder mehrere Tastendrücke nötig sind. Über die Pfeiltasten schaltet man um und erreicht Now-and-Next, EPG und die Aufnahmen.

Wie Magenta TV und Zattoo bietet Waipu zusätzliche On-Demand-Inhalte: In der „Waiputhek“ finden sich zubuchbare Sendungen sowie die Inhalte der Sender-Mediatheken. Hier trennt der Dienst zwischen den TV-Anstalten, wodurch nicht alles aus einem Guss wirkt, was aber die gezielte Suche nach einer Sendung eines bestimmten Senders erleichtert. Ähnlich wie Magenta TV schnürt Waipu Pakete mit anderen Streamingdiensten. So lässt sich etwa Sport bei DAZN oder ein vergünstigtes Netflix-Abo zum Waipu-Dienst dazu buchen.

- ⬆️ viele Sender
  - ⬆️ Pay-TV zubuchbar
  - ➡️ schmucklose Oberfläche
- Preis: kostenlos bis 54,99 Euro



## Zattoo

Der schweizerische Dienst Zattoo ging bereits 2006 an den Start. In der kostenlosen Version lassen sich mit Werbung beim Umschalten öffentlich-rechtliche Sender in SD-Auflösung empfangen. Das Senderbouquet ist mit mehr als 180 Sendern kaum kleiner als bei Waipu.

Gegen Aufpreis lassen sich ausländische Sender und einige Pay-TV-Sender hinzubuchen. Darüber hinaus integriert Zattoo On-Demand-Streaming von Moviedome, Netzkino, Spiegel TV und Filmrise sowie ausgewählte Sendungen aus der ProSiebenSat.1-Mediathek – sortiert nach Anbietern und zusätzlich nach Genres.

Die Oberfläche ist sehr aufgeräumt und dabei gleichzeitig schick und funktional. Drückt man auf dem Steuerkreuz oder den Pfeiltasten der Fernbedienung nach rechts, erscheint die Now-an-Next-Ansicht am rechten Bildrand. Ein Druck nach links öffnet das Menü, über das man Aufnahmen, EPG, On-Demand-Angebote und die Einstellungen erreicht. Die Hoch- und Runter-Tasten schalten auf den nachfolgenden beziehungsweise vorherigen Kanal. Das geht bei Zattoo sogar oftmals schneller als bei digitalem Sat- oder Kabelempfang.

- ⬆️ auf vielen Plattformen
  - ⬆️ gute Bedienoberfläche
  - ➡️ startet nicht direkt ins Live-TV
- Preis: kostenlos bis 13,99 Euro

Dunkeln. Hinsichtlich der Auflösung sprechen sie nur von SD, HD und Full HD, bei den Tonformaten unterscheiden sie nur zwischen Stereo und Surround. Was letztlich auf dem Schirm landet, hängt wie bei Kabel-TV eher vom TV-Sender ab. So konnten wir bei ausgewählten Sendungen auf den öffentlich-rechtlichen Programmen bei Magenta TV, Waipu und Zattoo 5.1-Ton genießen und bei manchen Ausstrahlungen sogar auf eine anderssprachige Tonspur wechseln. Sofern vom Sender ausgespielt, ließen

sich auch bei allen Kandidaten Untertitel aktivieren.

Dervon manchen Zuschauern immer noch regelmäßig genutzte Videotext hat es hingegen nicht ins Streaming-Zeitalter geschafft und wird von keinem der Dienste angeboten. Alle getesteten Anbieter bringen eine elektronische Programmübersicht mit. Auf Knopfdruck zeigen sie Informationen zur laufenden Sendung an und haben zusätzlich eine Programmliste mit einem Zeitstrahl, der den Titel aller aktuellen und zukünftigen Sendungen

vorhält. Da die Metainformationen und Programmbeschreibungen aus dem Internet und nicht aus dem schmalbandigen DVB-Strom gefischt werden, fallen sie bei den TV-Streamingdiensten oft umfangreicher und schön bebildert aus.

## Aufnahmen in der Cloud

Mit Ausnahme von HD+ IP haben die getesteten IPTV-Dienste eine Aufnahmefunktion an Bord: Gewünschte Sendungen lassen sich bequem aus der Programmübersicht zur Aufnahme markieren, wobei die Dienste erfragen, ob nur diese eine Folge oder auch alle weiteren als Serienaufnahme hinzugefügt werden sollen.

Die Aufnahmen landen nicht auf einem Datenträger beim Zuschauer, sondern in der Cloud des IPTV-Anbieters. Je nach Anbieter und Abo lassen sich 50 bis 100 Aufnahmen in beliebiger Länge ablegen beziehungsweise man erhält ein Aufnahmekontingent von 50 bis 100 Stunden.

Wer mit dem Speicherkontingent nicht auskommt, kann bei Waipu und Zattoo Kapazitäten gegen Aufpreis dazubuchen. Aber auch üppiger Speicherplatz kann nicht verbergen, dass es Einschränkungen gegenüber Aufnahmen mit einem Festplattenreceiver gibt: Die Aufnahmen liegen auf dem Server des Anbieters und werden bei der Wiedergabe zum Zuschauer gestreamt. Sollte das Internet ausfallen, kann man nicht aus der Konserve schauen. Schlimmer noch: Da man die Aufnahmen nicht auf einem eigenen Datenträger vorhält, sind sie alle weg, wenn man den Dienst kündigt.

## Nicht so open

Das „Open“ bei Open-IPTV bedeutet leider nicht, dass man alles machen kann, was man möchte. Vielmehr halten sich die Dienste an den Vorgaben der Sender. Bei den Privaten bedeutet dies, dass die Dienste teilweise dazu gezwungen sind, die Timeshift- und Aufnahmefunktionen einzuschränken oder zu deaktivieren.

Leider zeigte sich im Test keine klare Linie, sodass man bei den Privatsendern nicht immer genau weiß, welche Sendung man überhaupt aufnehmen und was man anschließend mit den Aufnahmen machen kann. Sendungen wie „The Big Bang Theory“ ließen sich bei Waipu und Zattoo beispielsweise gar nicht aufzeichnen, bei Magenta TV hingegen schon.

Bei den Aufnahmen und Timeshift stoßen Kunden zudem gelegentlich auf die

Hürde, dass Zurückspulen problemlos möglich ist, das Vorspulen dagegen nicht – wohl um das Spulen über Werbung zu unterbinden. Leider wird die Sperre in solchen Fällen so umgesetzt, dass Vorspulen in der Sendung gar nicht erlaubt ist. Auch der Neustart klappt bei den Privatsendern nicht mit jeder bereits laufenden Sendung.

## Fazit

Wer sich eine möglichst große Auswahl an TV-Sendern und eine breite Unterstüt-

zung kompatibler Hardware wünscht, ist mit Waipu und Zattoo gut beraten. Sollen Pay-TV-Angebote oder weitere Streamingdienste einbezogen werden, hat Waipu leicht die Nase vorn.

Magenta TV kommt mit einer umfangreichen TV-Oberfläche und bindet so viele weitere Dienste und Mediatheken ein, dass Magenta TV beinahe schon den Oberflächen von Amazons Fire-TV-Geräten und Modellen mit Android-TV Konkurrenz macht.

HD+ IP fällt derzeit noch ein wenig aus der Reihe. Bislang läuft der Dienst nur auf einigen Panasonic-TVs und Smartphones und Tablets. Sobald HD+ wie angekündigt seinen Weg auf Samsung-TVs, Fire-TV-Geräte findet und Ende des Jahres einen eigenen Streaming-Stick herausbringt, dürfte der Dienst mit seiner Reduktion aufs Wesentliche – nämlich Fernsehen ohne Schnickschnack – seine Nutzer finden, weil er weniger kostet.

(spo@ct.de) ct

## TV-Streamingdienste

Plattform	HD+ IP	Magenta TV	Waipu	Zattoo
Anbieter, URL	HD+, hd-plus.de	Telekom, magenta.tv	Exaring, waipu.tv	Zattoo, zattoo.com/de
<b>Wiedergabegeräte</b>				
Smart TVs	Panasonic ab 2021	Samsung ab 2017, Sony ab 2015, Xiaomi	LG ab 2018 / WebOS 4.0, Samsung ab 2017, Modelle mit Android TV	Hisense ab 2020, Loewe ab 2012, LG ab 2016, Panasonic ab 2017, Samsung ab 2015; Modelle mit Android TV und Fire OS
Zuspieler	– (in Planung)	Apple TV, Android TV, Fire TV, Magenta TV One, Magenta TV Stick, Xiaomi 4K TV Stick	Apple TV, Android TV, Roku, Fire TV, Waipu.tv Stick	Apple TV, Android TV, Fire TV, XBox One/ Series S/X
Mobilgeräte	Smartphones / Tablets (Android und iOS)	Smartphones / Tablets (Android 7+ und iOS 11+)	Smartphones / Tablets (Android, Fire OS und iOS)	Smartphones / Tablets (Android und iOS)
Rechner	–	macOS, Linux, Windows (jeweils über Browser)	macOS, Linux, Windows (jeweils über Browser)	macOS, Linux, Windows (jeweils über Browser)
Übertragungsprotokolle	Airplay, Google Cast	AirPlay, Google Cast	AirPlay, Google Cast	Airplay, Google Cast
<b>Programmauswahl</b>				
Anzahl TV-Sender (davon in HD)	85 (85)	Flex: 180 (>90), ab Smart: 180 (>100)	Comfort: 193 (158), Perfect Plus: 260 (245)	181 (168)
Öffentlich-Rechtliche (inkl. Regionalprogr.)	✓ (✓)	✓ (✓)	✓ (✓)	✓ (✓)
Privatsender	✓	✓	✓	✓
Pay-TV-Sender	✓	✓	✓ (nur Perfect Plus, 67 Sender)	✓
ausländische Sender	–	✓ (gegen Aufpreis)	✓ (gegen Aufpreis)	✓ (gegen Aufpreis)
Integration Mediatheken	✓	✓	✓	✓
Integration eigener Streamingdienste	–	✓ (Megathek)	✓ (Waiputhek)	✓ (On Demand)
Integration anderer Streamingdienste	–	✓ (Disney+, Netflix, RTL+, Wow, DAZN)	✓ (Netflix, DAZN)	–
Nutzung im EU-Ausland ohne VPN	✓	✓	✓ (gegen Aufpreis)	✓ (nur mit Ultimate-Abo)
<b>Technische Daten</b>				
Mindestdatenrate Internetanschluss	6 Mbit/s	6 Mbit/s	SD: 6 Mbit/s, Full HD: 16 Mbit/s	SD: 3 Mbit/s, HD: 5 Mbit/s, Full HD: 8 Mbit/s
Anzahl gleichzeitiger Streams	2	Flex: 2, Smart: 3	Free und Comfort: 1, Perfect Plus: 4	SmartHD: 1, Premium: 2, Ultimate: 4
Video-Formate	576p, 720p, 1080p	576p, 720p, 1080p	576p, 720p, 1080p	576p, 720p, 1080p
Ton-Formate	Stereo	Stereo, Dolby Digital 5.1	Stereo, Dolby Digital 5.1	Stereo, Dolby Digital 5.1
verschiedene Audiospuren / Untertitel	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
<b>Bedienung</b>				
Profile / Kindersicherung	– / –	✓ / ✓	– / ✓	– / ✓
Wiedergabe: Pause / Spulen / Neustart	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Aufnahme: Sofort / Timer Einzeln / Serien	– / – / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Aufnahme: Cloudspeicher	entfällt	Flex: 50 Stunden, ab Smart: 100 Stunden	Comfort: 50 Stunden, Perfect Plus: 100 Stunden	100 Aufnahmen (nur mit Ultimate-Abo)
Einschränkungen bei Aufnahme	entfällt	✓ (ProSiebenSat.1-Gruppe)	✓ (ProSiebenSat.1-Gruppe)	✓ (ProSiebenSat.1-Gruppe)
EPG / Videotext	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –
Sender sortieren / Favoriten	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓
Letzte Sender / Trending	– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
<b>Bewertung</b>				
Bedienung	○	○	+	⊕⊕
Bild- / Tonqualität	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Funktionsumfang	○	⊕⊕	⊕	⊕
Kündigungsfrist	1 Monat	1 Monat bis 24 Monate (je nach Abo)	1 Monat (außer mit DAZN Unlimited im Jahrespaket)	1 Monat
kostenloser Testzeitraum Bezahlangebot	1 Monat	–	1 Monat (bei Perfect Plus nur ohne Zusatzpaket)	30 Tage
Preis pro Monat	ab 6 €	Abo ab 7,50 €	Abo ab 7,49 €	Abo ab 6,49 €

✓ vorhanden – nicht vorhanden k.A. keine Angabe ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht



Ihr Fernseher ist nicht vernetzt oder unterstützt die modernen TV-Apps nicht? Halb so schlimm. Sie können sie in Form von HDMI-Sticks, Streaming-Boxen oder -Pucks nachrüsten, die der Handel in vielen Variationen anbietet.

Von Sven Hansen

Wer sich vom Kabelfernsehen verabschiedet und Live-TV künftig über einen Streaminganbieter bezieht, steht meist vor einem Problem: Der Fernseher im Wohnzimmer ist vielleicht noch in der Lage, die zum Fernsehen benötigten Apps zu laden. Doch in vielen Haushalten stehen noch deutlich mehr TV-Geräte: bei den Kindern, in der Küche oder im Gästezimmer. Längst nicht alle Fernseher erfüllen die technischen Voraussetzungen fürs TV-Streaming.

Glück im Unglück: Der digitale HDMI-Anschluss ist seit über zwei Dekaden etabliert, TV-Geräte ohne HDMI-Eingang wird man kaum noch antreffen. Schon die erste HDMI-Spezifikation verstand sich auf die Übertragung von Full HD in 1080p, das von den TV-Streamingdiensten heute favorisierte Videoformat. 4K-Videos, höherer Dynamikumfang und Kino-Sound über die Decke – all das kam später und spielt für den Streaming-TV-Empfang keine Rolle.

Welche Nachrüstlösung die beste ist, hängt vom jeweiligen Einsatzzweck ab. Genauer gesagt, von den Gewohnheiten und Anforderungen des Publikums auf der Couch oder am Küchentisch. Dieser Artikel gibt einen Überblick über typische Geräte für unterschiedliche Nutzertypen.

### Vorbereitung

Neben einem freien HDMI-Eingang am TV braucht der Zuspieler wie beim klassischen TV einen Empfangsweg – in diesem Fall eine Internetverbindung via WLAN oder LAN. Im Wohnzimmer dürften die meisten Menschen die WLAN-Abdeckung ohnehin im Blick haben – schließlich will man auch mit dem Tablet oder Smartphone ab und zu auf der Couch surfen.

# Einsteck-TV

## Nachrüstlösungen fürs TV-Streaming

Bild: Moritz Reichartz

In Nebenräumen kann es mit WLAN-Abdeckung schon mal problematisch sein. Dann muss man entweder den Empfang verbessern oder mit Powerline überbrücken. Einige der vorgestellten Boxen sind mit Ethernet-Port für eine LAN-Verkabelung ausgestattet, die restlichen lassen sich optional mit LAN-USB-Adaptoren nachrüsten, wenn es mit dem WLAN nicht klappt.

Eigentlich stellen die benötigten Video-Bitraten um 10 Mbit/s für heutige Funkstandards kein Problem dar. Doch Funkverbindungen bleiben störanfällig und Live-Streaming duldet keine allzu langen Aussetzer. Diese lassen sich nur durch einen größeren Video-Puffer vermeiden, was zwangsläufig zu einem Zeitversatz beim Empfang führt. Spätestens beim nächsten WM-Sieg durch Elfmeterschießen fällt der Versatz auf.

Oft genügt aber schon ein Umpositionieren der Nachrüstlösung, wenn es zu Bildaussetzern durch schwaches WLAN kommt. An einem längeren HDMI-Kabel lassen sich selbst einfache TV-Sticks mit Hilfe einer HDMI-Kupplung anschließen und frei positionieren. So kann man sie hinter dem TV-Gerät hervorholen, um sie besser in Richtung Router oder Repeater auszurichten und so den WLAN-Empfang zu verbessern.

## Sparfüchse

Die günstigste Nachrüstlösung findet man zurzeit wohl beim Versandriesen Amazon. Den Fire TV Stick lite bekommt man regulär für 35 Euro. Wer ein wenig Geduld hat, kann auf eine von Amazons Verkaufsaktionen warten, bei denen der Stick teils für 20 Euro verramscht wird. Ja: Bei eBay finden sich teils HDMI-Streaming-Sticks für zwei Euro weniger, aber Amazons auf Android aufbauende Fire OS kann mit häufigen Updates und einer breiten Marktbasis punkten. Einziger Grund, der Sparfüchse vom Kauf des Amazons-Sticks abhalten könnte: Er kommt von Amazon.

Wie ernst es Amazon mit den Updates nimmt, belegt ein Griff in die Schublade mit alter Hardware. Amazons Fire-TV-Kistchen der ersten Generation hat immerhin zehn Jahre auf dem Buckel, ein für IT-Verhältnisse fast biblisches Alter. Im Test kam es nach einigen Update-Runden problemlos mit den aktuellen Apps der TV-Streaming-Anbieter klar. Ethernet, Bluetooth-Fernbedienung und optischer Digitalausgang ist vorhanden – was will man mehr.

Bei eBay war die betagte Hardware während der Recherche für 15 Euro zu haben. Abzuraten ist vom Einsatz des Sticks der ersten Generation – bei allen anderen Fire-OS-Geräten lohnt, sie auszuprobieren. Eigentlich wäre auch Rokus Express-Stick für den Einstieg geeignet, der zeitweise für 20 Euro erhältlich war. Leider ist er derzeit nicht lieferbar.

Einen weiteren potenziell günstigen Weg zum TV-Streaming bietet die Broadcastfähigkeit der App-Anbieter. Ältere Chromecast-Sticks, das Apple TV, aber auch einige Blu-ray-Player dienen sich im Netz als Streaming-Senke an. Man nutzt das Smartphone oder Tablet, installiert die Streaming-App des Anbieters, wählt darin den Sender und öffnet eine Liste der verfügbaren Abspielstationen im Haus über das jeweilige Broadcast-Symbol von AirPlay oder Google Cast. Im Idealfall startet die TV-Wiedergabe auf dem Streaming-Client.

## TV-Veteranen

TV-Streams vom Handy aus starten? Das ist vielen Couchpotatoes zu mühsam. Sie schätzen eine Fernbedienung mit Ziffernblock und den möglichst kurzen Weg zum Sehvergnügen: ARD auf 1, ZDF auf 2, auf der Nummer 3 liegt das Dritte und dahinter wird es bunt. Die Bedeutung der Fernbedienung kann man gar nicht hoch genug einschätzen, wenn es um das Thema TV-Komfort geht.

Die gute Nachricht: Über HDMI-CEC lassen die meisten Apps auch die Bedienung über die TV-Remote zu; konfigurieren kann man das im Einstellungsmenü des Players. Selbst wenn also als Streaming-Stick ein Amazon Fire TV zum Einsatz kommt, kann dessen recht reduzierte

Fernbedienung ohne Ziffernblock meist in der Schublade bleiben. Amazon hat übrigens auch eine Ersatzfernbedienung mit Ziffernblock im Angebot: Vorsicht, denn sie funktioniert nur mit TV-Geräten mit Fire OS, nicht mit den Sticks.

Auf der anderen Seite kann ein Zuspieler mit gut gemachter Fernbedienung durchaus einen deutlichen Komfortgewinn fürs TV-Erlebnis bringen. Nokias Streaming Box 8010 ist ein solches Gerät. Auch wenn vom ehemaligen Handy-Giganten nur der Name stammt, überzeugt die Box mit Android TV 11 und einer absolut TV-tauglichen Bluetooth-/IR-Fernbedienung.

Die Streaming-Box Nokia 8010 startet in die von Googles smarten Fernsehern gewohnte Oberfläche Android TV. Ein Google-Konto vorausgesetzt, lassen sich alle getesteten TV-Streaming-Apps aus dem Play Store installieren. Nun kommt die Fernbedienung ins Spiel: Nokia hat sie mit einem Favoriten-Button ausgestattet, den man mit der TV-App der Wahl belegen kann. Hinzu kommt, dass man den Start-Screen der Android-TV-Oberfläche so einrichten kann, dass die Senderliste der TV-App gleich auf der Startseite zu sehen ist. So kann man sich mit nur einem Klick ins TV-Vergnügen stürzen.

Die Fernbedienung kommuniziert über Bluetooth mit der Box, sodass man diese auch hinter dem TV-Schrank verschwinden lassen kann. Sie hat einen IR-Emitter, mit dem sie auch Fernseher steuern kann. Das klappte im Test problemlos mit Modellen von Samsung und Philips. Eine weitere Besonderheit: Für nur 10 Euro liefert Nokia als Zubehör einen DVB-T2-Stick. Wer im Empfangsgebiet wohnt, bekommt so Streaming-TV via Internet und terrestrisches Antennenfernsehen in einer Box unter.

## Hybrider Typ

Apropos Kombigerät: Der Streaming-Anbieter Waipu hat einen Hybrid-TV-Stick im Angebot, der schon ab Werk einen kombinierten DVB-C/-T2-Tuner mitbringt. Das macht das Produkt für Unentschlossene interessant. Denn für die meisten Kunden dürfte die Frage lauten: „Gehe ich weg vom Kabel-TV, oder bleibe ich?“ Mit dem Waipu-Stick kann man digitales Kabelfernsehen schauen oder wendet sich via Waipu dem Streaming übers Netz zu. Der Stick im Puck-Format lässt sich mit Android-TV-OS auch für die Apps der anderen TV-Streaming-Dienste nutzen.



**Drei Nachrüstsets für drei Typen: Nokias 8010 (links) punktet mit der praktischen Fernbedienung, Waipus Hybrid-Stick (rechts) versteht sich auf DVB-T2 und Nvidias Shield (Mitte) integriert das TV perfekt ins Kodi-Mediacenter.**



**Die Fernbedienung macht oft den Unterschied: Die von Nokia (links) kann die TV-Remote komplett ersetzen, die von Waipu hat zumindest einen Ziffernblock. Die Bedienknochen von Nokia und Amazon sind für klassische TV-Kunden weniger geeignet.**

Der Stick soll von der Hardware her für Waipu optimiert sein, die Apps von Zattoo & Co. liefen im Test aber ebenso gut – genauer gesagt im Falle des Hybrid-TV-Sticks noch etwas holprig. Im Labor kam die Wiedergabe des brandneuen Pucks oft ins Ruckeln – selbst auf der be-tagten Amazon-Hardware lief das TV flüssiger. Ein Firmware-Update dürfte Abhilfe schaffen, denn die Hardware-Ausstattung des Hybrid-TV-Sticks reicht locker für die 4K-Wiedergabe. Eine Besonderheit bietet der Stick: Da Waipu als TV-Anwendung vorinstalliert ist, kommt man trotz Android ohne einen Google-Account aus. Die zum TV-Streaming benötigten Apps werden auch ohne Kontozwang aktualisiert.

Eine Schwäche teilen alle Streaming-Nachrüstungen: Es mangelt an einer Autoplay-Funktion fürs TV. „Anschalten, läuft“ – das war nach dem Willen der Gerätehersteller gestern. Beim modernen TV-Erlebnis stehen ein paar Werbetafeln oder Videoschnipsel vor dem TV-Genuss – nicht anders schaut es bei einigen Smart-TVs aus. Für die mangelnde Durchstartfähigkeit gibt es keinen technischen Grund. Es tauchen sogar immer wieder Anwendungen oder Workarounds im Netz auf, mit denen man eine App nach dem Bootvorgang automatisch starten kann. Offensichtlich ein Katz-und-Maus-Spiel, bei dem Google bisweilen solche Apps verschwinden lässt oder am zugrundeliegenden Android-System herumbastelt, um den Autostart zu unterbinden. Auch die hier vorgestellten Fire-OS-Systeme nutzen Android als Basis.

Die Telekom löst das Problem auf ihren Android-basierten Geräten (Magenta TV Stick / One) auf kreative Weise: Hier lässt sich im Einstellungsmenü eine Resume-Funktion aktivieren. Schickt man den Stick aus dem Live-TV in den Standby,

fängt man beim Start wieder mit Live-TV an. Hat man ihn hingegen vom Strom getrennt, landet man doch im Startmenü. Das war bei der Vorstellung des Sticks besser gelöst – hier hat Google wohl ein Machtwort gesprochen.

### Medienzentrale

Will man die TV-Streamingdienste mit lokal gespeicherten Inhalten einer privat gepflegten Mediensammlung unter ein Dach bekommen, bietet sich die Medienzentrale Kodi an (siehe c't 2/2022, S. 110). Mit der Integration von Bezahldiensten wie Netflix schaut es wegen deren rigiden DRM-Anforderungen mau aus, für die Streamingdienste von Waipu und Zattoo gibt es aber funktionierende PVR-Add-ons (Personal Video Recorder), die man mit ein paar Klicks in Kodi nachladen kann.



**Amazons Fire TV Cube ist Streaming-Player und Sprachassistent in einem. So lassen sich Sender auf Zuruf ohne Fernbedienung wechseln.**

Nach Eingabe der Zugangsdaten lassen sich Zattoo oder Waipu über das TV-Menü des Mediencenters bedienen – inklusive Zugriff auf den Aufnahmespeicher in der Cloud. Kodi läuft auf zahlreichen Plattformen, besonders stressfrei ließen sich die TV-Plug-Ins im Test auf Nvidias Shield installieren (siehe c't 6/2022, S. 116). Als Kodi-Basis ist der Player im Röhrenformat besonders geeignet, da er sehr detaillierte Bild- und Toneinstellungen bietet und flott zu bedienen ist.

### TV auf Zuruf

Eine besondere Rolle im Reigen unserer TV-Spezialisten nimmt Amazons Fire TV Cube ein. Er hat zwar dieselbe Bedienoberfläche wie der oben beschriebene Günstig-Stick Lite, kommt aber mit besserer Fernbedienung und deutlich flotterer Hardware und vor allem der Freisprechfunktion via Alexa daher. Der Cube ist ein Hybrid aus Smart Speaker und Streamingplayer und lässt sich über Sprachbefehle ganz ohne Fernbedienung steuern.

Zunächst muss man dafür natürlich die App des jeweiligen Streaminganbieters installieren und seine Zugangsdaten hinterlegen. Magenta TV und Zattoo lassen sich danach in einem zweiten Schritt im Einstellungsmenü des Fire-TV-Geräts als TV-Quelle hinterlegen. Damit rutschen sie in der Menüstruktur an die oberste Stelle und sind auch über den Live-Button der Fernbedienung zu erreichen. Wer Prime-Kunde ist, kann hier per Default auf ausgewählte TV-Sender innerhalb seines Abos zugreifen. Dies lassen sich mit den Sendern von Magenta TV oder Zattoo komplett ersetzen. Mit dem Sprachbefehl „Alexa, Gehe auf CNN“ kann man danach seinen Wunschsender aufs TV zaubern. Der aktuelle Cube der 3. Generation lässt sich sogar als Mini-Soundbar nutzen und mit weiteren Echo-Lautsprechern zum Heimkinosystem ausbauen.

### Fazit

Der Wechsel zum TV per Streaming muss nicht ins Geld gehen. In vielen Fällen dürfte die dafür nötige Hardware schon vorhanden sein oder im Falle der Fire-TV-Geräte ausgemustert in der Schublade liegen. Wer nachrüsten muss, braucht zumindest keinen neuen Fernseher zu kaufen. Im Regelfall verschmilzt die Nachrüstlösung so weit mit dem Altgerät, dass man wie bisher mit einer Fernbedienung auskommt.

(sha@ct.de) **ct**

# Unternehmen schützen: Cybersicher mit ChromeOS

Fast täglich liest man von erfolgreichen Angriffen auf die IT von Firmen und Organisationen. Insbesondere das Thema Ransomware dominiert die Schlagzeilen. Schließlich schrecken Cyberkriminelle nicht einmal davor zurück, kritische Infrastrukturen lahmzulegen, um Lösegeld zu erpressen.



Zum Thema Ransomware haben wir mit Dr. Wieland Holfelder, VP Engineering bei Google Germany und Leiter des Standorts München, gesprochen. Er leitet das Google Safety Engineering Center, den globalen Hub bei Google, der auf Datenschutz und Onlinesicherheit spezialisiert ist. Hier werden unter anderem die zentralen Sicherheits-Features des Betriebssystems ChromeOS entwickelt.

**Bedrohungen durch Ransomware nehmen seit Jahren in erschreckendem Maße zu, fast täglich hört man inzwischen von Angriffen. Wie können sich Nutzer des ChromeOS-Betriebssystems schützen?**

Die Nutzer selbst müssen nichts aktiv tun, um sich zu schützen. Das übernimmt das Betriebssystem: ChromeOS ist so konzipiert, dass es von vorneherein nur minimale Angriffsflächen bietet. Uns ist bislang kein einziger Ransomware-Fall gemeldet worden, bei dem ChromeOS involviert war. Weder von Unternehmen noch von anderen Organisationen. Dank der integrierten intelligenten Sicherheitsfunktionen, detaillierten Richtlinienkontrollen und automatischen Updates sorgt ChromeOS für kontinuierlichen Schutz.

## Was heißt das denn konkret?

ChromeOS ist anders als die meisten anderen Betriebssysteme als sehr schlankes und schreibgeschütztes Betriebssystem konzipiert worden. Die Nutzerdaten befinden sich primär und sicher in der Cloud. Das Login-Konto und das Betriebssystem werden durch den Sicherheitschip Titan C zusätzlich geschützt. Daher haben böswillige Akteure es schwer, ChromeOS-Geräte anzugreifen. Jede Ebene des vertikal integrierten Software-Stacks von ChromeOS schafft zusätzliche Sicherheit, und mit den automatischen Updates für das gesamte System brauchen Unternehmen sich auch in Zukunft keine Sorgen zu machen.

**Wie schützt ChromeOS denn vor der Verschlüsselung der Systeme, die erfolgreiche Ransomware-Angriffe ja so schmerhaft für Betroffene macht?**

Zunächst einmal ist das Betriebssystem schreibgeschützt. Selbst wenn ein Angriff auf Anwendungsebene zunächst erfolgreich wäre, würde das Betriebssystem die Betroffenen schützen und wie gewohnt starten. Durch den verifizierten Bootmodus

kann der Nutzer auch sicher sein, dass das System beim Start unverändert ist, also nicht manipuliert wurde. Dafür sorgt der in Chrome-Geräten eingebaute Sicherheitschip Titan C.

Der primäre Datenspeicher befindet sich nicht auf dem Chrome-Gerät, sondern in der Cloud. Für die Integrität der dort gespeicherten Daten ist nicht das Desktop-Betriebssystem verantwortlich, sondern eine sichere Cloud-Infrastruktur.

**Nun haben die meisten Organisationen ja eine gewachsene IT-Infrastruktur, die sich nicht so einfach und schnell auf ein komplett neues Betriebssystem umstellen lässt.**

Das Betriebssystem spielt heutzutage weniger eine Rolle, die meisten Applikationen sind inzwischen Webapplikationen und laufen im Browser. Von daher kann das auch sehr schnell gehen: Anfang 2022 hat die skandinavische Hotelgruppe Nordic Choice innerhalb von zwei Tagen 2000 Computer von Windows auf ChromeOS umgestellt, wenig später weitere 1500. Hintergrund war eine Ransomware-Attacke Ende 2021, bei der sämtliche Kunden- und Buchungsdaten und die Zimmerbelegungspläne verschlüsselt und das Schlüsselkartensystem kompromittiert worden waren. Nachdem der Angriff gestoppt war, stand die Hotelkette vor der Aufgabe, die Funktionalität des Netzwerks wiederherzustellen und die Schäden zu beseitigen. Das hätte mehrere Stunden für jedes einzelne Gerät gekostet. Stattdessen spielten die IT-Techniker der Hotelkette ChromeOS auf insgesamt 3.500 der Computer ein, wodurch das zeitaufwendige Entfernen der Malware entfiel. Die kompromittierten Daten konnte man aus Backups wiederherstellen.

## Welche Gründe sprechen außerdem für ChromeOS?

Mit ChromeOS lässt sich auch die Lebensdauer von Legacy-Geräten verlängern, insbesondere wenn es für das alte Betriebssystem keine Sicherheitsupdates mehr gibt und damit leisten sie auch einen Beitrag zum Umweltschutz. ChromeOS lässt sich nämlich auch auf vorhandenen Geräten installieren, ob das ein Windows-, ein Mac- oder ein Linux-Gerät ist. ChromeOS nutzt die vorhandene Hardware effizient und ist so eine nachhaltige Lösung zum Modernisieren von Bestandsgeräten. Die Computer fahren schnell hoch, werden im Lauf der Zeit nicht langsamer und aktualisieren sich automatisch im Hintergrund. So bleiben auch die alten Geräte sicher und können über die Cloud verwaltet werden.

## Treffen Sie Google im März auf der secIT 2024!

- Hören Sie rein bei der Google-Keynote am 06. März um 14:15 Uhr auf Bühne 2 in der Eilenriedehalle!
- Wir freuen uns auch auf ein persönliches Gespräch mit Ihnen. Sie finden uns am Stand #72.
- Mehr zur Messe und zum Begleitprogramm finden Sie auf [secit-heise.de](http://secit-heise.de).





vorinstalliert oder kann sie aus dem App-Store nachladen. Sie bieten ältere Filme, Serien und eine Menge Trash, aber eben auch Perlen wie South Park, Raumschiff Enterprise oder uralte Sitcoms. Mehr dazu in [1].

### TV-Stream

Die größten Unterschiede bei den getesteten Smart-TV-Varianten zeigten sich bei HD+, der Digitalplattform der HD Plus GmbH: Fast alle TVs unterstützen HD+ aktuell für den Satellitenempfang (nur LG patzt), doch lediglich Panasonic-TVs mit My Home Screen holen auch den IPTV-Stream von HD+ auf den großen Schirm. Samsung und Amazon wollen HD+ IP aber nach eigenen Angaben bis Mitte des Jahres ebenfalls anbieten. Möglicherweise ziehen weitere TV-Hersteller im Zuge der Änderung zum Nebenkostenprivileg im Juni nach – der Bedarf nach IPTV-Streaming wird mit dem Wegfall der Kabelbindung bei Mietwohnungen auf jeden Fall steigen.

Die Apps von HD+ IP, Magenta TV, Waipu.tv und Zattoo verhalten sich auf den TVs und den per HDMI-Stick angelegten Streams prinzipiell gleich. Ihren Funktionsumfang haben wir im Artikel auf Seite 22 getestet. In Sachen Einstellung unterscheiden sie sich aber je nach TV-Fernbedienung und TV-Betriebssystem.

Der IPTV-Empfang per HD+ unter Panasonics hauseigenem „My Home Screen“-TV ähnelt im Komfort und Aussehen stark dem herkömmlichen Kabel-TV und stellt so für ehemalige Kabel/Sat-Kunden wohl den einfachsten Umstieg dar. Mit einer kleinen Einschränkung: Unser Panasonic-TV vergaß im Test nach jedem Wechsel auf eine andere Streaming-App die am TV definierte Favoritenliste. Um diese anzulegen, ruft man in den Menüeinstellungen die Senderlisten auf und wählt die IP-Standard-Senderliste aus. In der neuen Liste kann man dann alle gewünschten Sender für die HD+-IP-Ausstrahlung markieren und Sender darin durch längeres Drücken verschieben.

### Klicks zum Glück

Panasonic, Philips und Sony halten auf ihren Fernbedienungen dedizierte TV-Tasten bereit, die man fürs IP-Streaming ummünzen kann. So muss man nicht lange im App-Angebot stochern, um sein TV-Programm auf den Schirm zu holen.

Allerdings verhalten sich die Google-TV-Modelle von Sony und Philips nicht

# Am heißen Draht

## So klappt der Fernsehempfang ohne Kabel oder Schüssel

**Besitzer von smarten Fernsehern können problemlos vom Kabel- oder Satellitenempfang zum reinen IPTV wechseln. Neuere TV-Geräte haben alles dafür Notwendige bereits an Bord.**

Von Ulrike Kuhlmann

**D**ieser Artikel widmet sich dem Empfang von TV-Sendern via Internet am großen Fernseher – ohne Hilfsmittel und doppelten Boden. Das Einzige, was Sie benötigen, ist eine stabile Internetverbindung mit mindestens 16 Mbit/s Bandbreite und ein Abo bei einem IPTV-Streamingdienst. Wir haben uns den Be-

trieb der vier kostenpflichtigen Dienste HD+, Magenta TV, Zattoo und Waipu.tv am smarten Fernseher genauer angesehen. In der Tabelle rechts können Sie nachlesen, welche der geprüften Smart TVs – oder genauer gesagt welche TV-Betriebssysteme – die passenden Apps bereithalten.

Außerdem wollen wir auch die kostenlosen TV-Apps nicht komplett außen vor lassen. So findet man die Mediatheken von ARD, ZDF und Arte inklusive Live-Streamingfunktion als App auf allen aktuellen Smart TVs. Der Streamingdienst Joyn von ProSieben.Sat1 hält sämtliche Mediatheken der Privatsendergruppe bereit. Um das Grundangebot dieser Mediatheken in SD-Auflösung sehen zu können, muss man sich einmal bei Joyn registrieren – man bezahlt hier also mit seinen Daten. Ähnliches gilt für werbefinanzierte Dienste wie freevee (ein Angebot von Amazon), Rakuten TV, Pluto TV, LG Channels und Samsung TV Plus. Auf den Smart TVs findet man solche Kanäle entweder bereits

einheitlich: Beim Sony-TV mit Android 10 lassen sich im Android-Menü „Streaming-Kanäle“ als bevorzugte Quelle festlegen und auf die TV-Taste legen, die Kanäle für Kabel und Satellit kann man ausblenden und der TV-Taste entweder Zattoo, Joyo oder Google Play Filme zuweisen. Beim Philips-TV mit Android 12 fehlten diese Einstellmöglichkeiten dagegen. Hier lag auf der TV-Taste im Test ohne Kabel/Sat-Installation automatisch Zattoo und nachdem wir die App deinstallierten, rief die TV-Taste den Signaleingang HDMI4 auf.

Auf beiden Google-TVs bekommt man mit Zattoo einen TV-Stream, der sich per Programmrippe umschalten lässt, in dem die Guide-Taste eine Senderübersicht aufruft und die Infos-Taste den Inhalt der laufenden Sendung zusammenfasst – also alles so wie beim herkömmlichen TV-Empfang.

Die TV-Taste auf der Fernbedienung des Panasonic mit My Home Screen lässt sich mit dem Stream von HD+ IP oder Zattoo belegen. Zusätzlich halten beide Panasonic-Fernbedienungen eine MyApp-Taste bereit, der man beliebige Apps oder Senderliste zuweisen kann. Dazu geht man mit dem Cursor auf den Homescreen und drückt länger auf die MyApp-Taste. Daraufhin öffnet sich ein Overlay, in dem man wahlweise „Meine App“ und in der folgenden App-Liste die gewünschte IPTV-App auswählt oder der Taste die favorisierte Senderliste im Untermenü „Weitere Aktionen/Gehe zu Sender“ zuordnet.

An LG-Fernsehern kann man den Zifferntasten auf der Fernbedienung beliebige Apps zuweisen, indem man die gewünschte Taste länger gedrückt hält, während eine App läuft. Anschließend ruft die Taste bei längerem Drücken genau diese App auf. Sehr komfortabel.

Hält der smarte Fernseher wie bei Samsung keine TV-Direkttaste bereit, legt man die Streaming-App seines Vertrauens



Beim Google-TV von Sony kann man IPTV als TV-Quelle festlegen und eine Streaming-App zuweisen.

ganz nach vorn in die App-Liste des Home-screens und startet das TV-Programm mit einem Klick darauf. Im besseren Fall merkt sich das Gerät beim Ausschalten, was zuletzt gezeigt wurde und holt den Sender nach dem Wiedereinschalten zurück auf den Schirm. In der Tabelle haben wir notiert, welche Fernbedienungstasten sich für IPTV umwidmen lassen.

### Achtung, Aufnahme

Wer TV-Sendung aufnehmen möchte, braucht bei IPTV keinen physischen Datenträger. Stattdessen landen die Aufnahmen in der Cloud des Streaminganbieters und lassen sich von dort von allen mit dem Account verbundenen Geräten abrufen.

Bemerkenswerterweise verhalten sich die Google-TVs bei Zattoo abhängig davon, wie man die App startet: Ruft man den Stream über die TV-Taste auf, kann man nichts aufnehmen. Geht man stattdessen über die Zattoo-App, starten Aufnahmen ganz einfach mit einem Klick auf OK und das darunter erscheinende „+“-

Icon. Offenbar übernimmt Google den TV-Stream von Zattoo und belegt ihn selbst. Beim Panasonic-TV mit My Home Screen kann man Zattoo über die TV-Taste starten und trotzdem aufnehmen.

### Nicht wirklich live

Für eine Live-Übertragung von Wettbewerben wie der anstehenden Fußball-WM taugt das IPTV-Streaming übrigens nur bedingt. Hier sollte man von enormen Verzögerungen ausgehen: Waitpu.tv und Zattoo lagen im Test 15 bis 20 Sekunden hinter dem TV-Empfang per Kabel. Das kann nervig werden, wenn die Nachbarn ebenfalls schauen und eine latenzärmere Empfangsmöglichkeit nutzen. Rechtzeitig zur Fußball-WM werden wir die jeweiligen Latenzen der Apps noch einmal genauer untersuchen und die Ergebnisse in einem kommenden Artikel aufarbeiten. (uk@ct.de) **ct**

### Literatur

[1] Ulrike Kuhlmann, FAST-Streamingdienste machen Smart TVs zu Spionen, c't 20/2023, S. 14

## IPTV am smarten Fernseher

Hersteller	LG	Panasonic	Panasonic	Philips	Sony	Samsung
Smart-TV	OLED42C37LA	TX-50MXW944	TX-50MXW834	0650LED808/12	KD-65X85L	GQ55QN90CAT
Betriebssystem	Web OS	My Home Screen	Fire OS	Google TV	Google TV	Tizen
OS-Version	08.03.2000	3.064	7.6.5.9	Android TV 12	Android TV 10	1310
<b>IPTV-Apps</b>						
HD+ IP / Magenta TV / Zattoo / Waipu.tv	– / – / ✓ / ✓	✓ / – / ✓ / –	– / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / ✓ / ✓
Mediatheken (ARD, ZDF) / Joyo	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
<b>Steuerung</b>						
Schnellzugriff auf IPTV (Tastenbelegung)	Zifferntasten (beliebige Apps)	MyApp (bel. Apps, Senderlisten) und TV-Taste (HD+ oder Zattoo)	MyApp (bel. Apps, Senderlisten)	TV-Taste (Zattoo)	TV-Taste (Zattoo, Google Play Filme, Joyo)	– (nur App-Aufruf)

✓ vorhanden – nicht vorhanden



Bild: KLMidjourney | Collage: c't

# Unversehens kriminell

## „Hackerparagrafen“ und warum sie problematisch sind

**Ein aktueller Fall beleuchtet, wie bedenklich und strittig in der Auslegung die sogenannten Hackerparagrafen sind. IT-Dienstleister sollten die Risiken genau kennen: Auch mit guten Absichten kann man sich strafbar machen.**

**Von Sylvester Tremmel**

**M**itte Januar dieses Jahres wurde ein Programmierer nach Paragraf 202a des Strafgesetzbuches (StGB) verurteilt. Obwohl es um die Entscheidung eines Amtsgerichts geht, also den Anfang der Instanzenkette, obwohl der Programmierer zu einer Geld- und nicht zu einer Haftstrafe verurteilt wurde und obwohl die Entscheidung noch nicht rechtskräftig ist

(der Angeklagte hat Berufung eingelegt), zog der Fall weite Kreise. Denn in ihm scheint sich die lange gehegte Befürchtung zu verwirklichen, dass wohlmeinende Softwareentwickler bei der normalen Ausübung ihrer Arbeit straffällig werden.

Im konkreten Fall sollte der Angeklagte für einen seiner Kunden ein Softwareproblem lösen. Die fragliche Software stammte von der Modern Solution GmbH & Co. KG aus Gladbeck. Der Angeklagte bemerkte, dass sie eine MySQL-Verbindung zu einem Server dieser Firma unterhielt, und griff ebenfalls auf die Datenbank zu, mit der die Software kommunizierte. Nach eigenen Angaben tat er das in der Annahme, dass es sich um eine Datenbank spezifisch für seinen Kunden handele, die nur dessen Daten enthalte. Für den Zugriff nutzte er offenbar das bekannte DB-Admin-Tool phpMyAdmin; das nötige Passwort hatte er aus dem Binärkode der Modern-Solution-Software extrahiert. Nach Darstellung der Staatsanwaltschaft

nutzte er dafür einen Decompiler. Der Angeklagte gab an, die Programmdatei lediglich in einem Texteditor geöffnet zu haben. Der zeigte dann neben binärem Kauderwelsch auch Verbindungsdaten und Passwort in Textform und nahe beieinander an.

Fatalerweise enthielt die Datenbank die Informationen von etwa 700.000 Kunden der Gladbecker Firma, auf die der Angeklagte mit dem Passwort zugreifen konnte. Aus IT-Sicherheitsperspektive ist das ein massives Versagen von Modern Solution: Niemals sollte ein Kunde über Zugangsdaten verfügen, die auch den Zugriff auf Daten anderer Kunden ermöglichen. Um die technische Perspektive und auch die Art und Weise, wie das Problem öffentlich gemacht wurde, soll es hier aber nicht gehen. Heise online hat mehrfach darüber berichtet [1, 2].

Rechtlich begab sich der Angeklagte bereits durch die Extraktion und Verwendung des Passworts auf ganz dünnes Eis: Er verschaffte sich damit „Zugang zu Daten, die nicht für ihn bestimmt“ waren. Genau das stellt – unter Einschränkungen, um die es gleich noch gehen wird – § 202a StGB seit 2007 unter Strafe. Damals wurde dieser Paragraf neu gefasst und das Strafgesetzbuch um §§ 202b und 202c ergänzt (siehe Kasten).

Begleitet wurde diese Änderung von massiver Kritik. Damals kam auch der Begriff „Hackerparagrafen“ auf. Die Kritik richtete sich primär gegen den neuen § 202c: Man fürchtete, dass er alle möglichen Werkzeuge von Admins und Sicherheitstestern erfassen würde, mit denen man auch Illegales tun kann („Dual use“). Das hätte sowohl Hersteller als auch Anwender dieser Werkzeuge kriminalisiert.

So weit kam es letztlich nicht, auch weil das Bundesverfassungsgericht zwei Jahre später klarstellte, dass es nicht reichte, wenn ein Programm „für die Begehung der genannten Computerstrafaten lediglich geeignet oder auch besonders geeignet ist.“ Es muss stattdessen mit der Absicht entwickelt worden sein, „es zur Auspähnung oder zum Abfangen von Daten einzusetzen“ und diese Absicht müsse sich „objektiv manifestiert haben“. Werkzeuge wie das vom Angeklagten eingesetzte phpMyAdmin oder den angeblich genutzten Decompiler erfasst § 202c daher nicht.

### Besonders gesichert

Folgerichtig wurde der Betroffene im aktuellen Fall auch nach § 202a angeklagt. Die Kritik an diesem Paragrafen richtet sich gegen eine Einschränkung, die sich schon

in der Urfassung findet: Die fraglichen Daten müssen „gegen unberechtigten Zugang besonders gesichert“ sein. Aber ab wann gilt etwas als „besonders gesichert“?

Im konkreten Fall vertrat die Staatsanwaltschaft vor dem Amtsgericht Jülich die Auffassung, dass ein Passwortschutz dafür grundsätzlich ausreiche – und scheiterte damit im Mai 2023, als das Gericht den Antrag auf Erlass eines Strafbefehls ablehnte [3]. Ein Passwort bewirke nicht in jedem Fall eine effektive Datensicherung, etwa wenn es allzu simpel sei oder für bestimmte Anwendungen standardisiert verwendet werde. Das Gericht ging davon aus, dass der Angeklagte die Software dekompiliert hatte, aber wenn die „Rückübersetzung mittels gängiger Hilfsprogramme möglich“ sei, scheide eine Strafbarkeit wegen Ausspähens von Daten aus.

Damit hätte der Fall Geschichte sein können, aber die Staatsanwaltschaft legte Beschwerde beim Landgericht Aachen ein. Und das sah die Sache ganz anders [4]: „Bei einem Passwort handelt es sich um eine typische Software-Sicherung, die das Interesse an einer Zugangssicherung eindeutig dokumentiert. Maßgeblich ist, ob die Sicherung geeignet erscheint, einen wirksamen, wenn auch nicht absoluten Schutz zu erreichen.“



heise  
Investigativ

## Sicher melden

Wer Sicherheitslücken oder Datenlecks melden will, ohne sich selbst zu exponieren, kann sich beispielsweise ans Investigativteam von heise wenden [6]: Unter [heise.de/investigativ/](https://heise.de/investigativ/) betreiben wir sowohl ein einfache zu nutzendes anonymes Kontaktformular als auch einen aufwendig gesicherten Briefkasten im Tor-Netzwerk für höchste Ansprüche an Anonymität.

Journalisten haben nach § 53 StPO ein Zeugnisverweigerungsrecht und können ihre Quellen damit effektiv schützen, auch wenn möglicherweise strafbares Verhalten im Raum steht.

Nach der Gesetzesbegründung würde der Paragraf zwar nur greifen, wenn ein nicht unerheblicher zeitlicher oder technischer Aufwand erforderlich sei, um die Sicherung zu überwinden. Aber dieser Aufwand müsse nur „typischerweise“ erforderlich sein, „also unabhängig von spezifischen Möglichkeiten oder Kenntnissen des konkreten Täters“. Der Tatbestand sei daher auch dann erfüllt, wenn man eine Zugangssicherung „auf Grund besonderer Kenntnisse, Fähigkeiten oder Möglichkeiten schnell und ohne besonderen Aufwand“ überwindet, erklärte das Landgericht und verwies auf einen so argumentierenden Beschluss des Bundesgerichtshofs [5].

Mit anderen Worten: Wenn IT-Fachleute einen Schutz leicht überwinden können, heißt das noch nicht, dass Daten nicht „besonders gesichert“ sind. Mit diesen Maßgaben verwies das Landgericht die Sache zurück ans Amtsgericht Jülich, das der Auffassung nun offenbar gefolgt ist. (Die Entscheidung des Amtsgerichts vom 17. Januar 2024 war zu Redaktionsschluss noch nicht verschriftlicht.)

## Paragrafenreform

Nachdem der Angeklagte in Berufung gegangen ist, geht der aktuelle Fall noch weiter, wie auch die Geschichte der Hackerparagrafen insgesamt: In der Vergangenheit standen immer wieder weitere Verschärfungen oder auch die Schaffung eines neuen § 202e zu digitalem Hausfriedensbruch zur Diskussion. Zumindest der Bundesregierung gehen die bestehenden Regelungen aber offenbar eher zu weit; immerhin stellen sie ein erhebliches Risiko für jeden dar, der Sicherheitsprobleme und Datenschutzlücken entdeckt und verantwortungsvoll melden will.

Tatsächlich plant die Regierung eine Reform der §§ 202a ff., denn „das Identifizieren, Melden und Schließen von Sicherheitslücken in einem verantwortlichen Verfahren“ soll laut Koalitionsvertrag „legal durchführbar“ sein. Man habe dazu bereits zwei Symposien mit Experten durchgeführt, ein Gesetzentwurf soll in der ersten Jahreshälfte 2024 folgen. Weitere Auskünfte, insbesondere darüber, zu welchen Ergebnissen die erwähnten Symposien geführt haben, wollte das Bundesministerium der Justiz c't nicht geben.

Einstweilen kann man IT-Profis nur raten, sich mit der Rechtslage vertraut zu machen und Nachforschungen lieber zu früh als zu spät abzubrechen, auch wenn sie einem interessanten Fehler oder einem

## „Hackerparagrafen“

### § 202a StGB Ausspähen von Daten:

(1) Wer unbefugt sich oder einem anderen Zugang zu Daten, die nicht für ihn bestimmt und die gegen unberechtigten Zugang besonders gesichert sind, unter Überwindung der Zugangssicherung verschafft, wird mit Freiheitsstrafe bis zu drei Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.  
(2) Daten im Sinne des Absatzes 1 sind nur solche, die elektronisch, magnetisch oder sonst nicht unmittelbar wahrnehmbar gespeichert sind oder übermittelt werden.

### § 202c StGB Vorbereiten des Ausspähens und Abfangens von Daten:

(1) Wer eine Straftat nach § 202a oder § 202b vorbereitet, indem er  
– Passwörter oder sonstige Sicherungscodes, die den Zugang zu Daten (§ 202a Abs. 2) ermöglichen, oder  
– Computerprogramme, deren Zweck die Begehung einer solchen Tat ist, herstellt, sich oder einem anderen verschafft, verkauft, einem anderen überlässt, verbreitet oder sonst zugänglich macht, wird mit Freiheitsstrafe bis zu zwei Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.  
(2) § 149 Abs. 2 und 3 gilt entsprechend.

schwerwiegenden Problem auf der Spur sind.

Im Zweifelsfall sollte man eine Lücke lieber nicht selbst melden, sondern über Dritte gehen, etwa den Chaos Computer Club unter [ccc.de/disclosure](https://ccc.de/disclosure) oder Journalisten wie die des heise-Investigativteams (siehe Kasten). Denn Medienschaffende können und dürfen ihre Quellen schützen und geheim halten. (syt@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Fabian A. Scherschel, Datenleck: Anzeige gegen IT-Experte kam von Modern Solution: [heise.de/-6254839](https://heise.de/-6254839)
- [2] Fabian A. Scherschel, Gericht sieht Nutzung von Klartext-Passwörtern als Hacken an: [heise.de/-9601392](https://heise.de/-9601392)
- [3] AG Jülich, Beschluss vom 10.05.2023, Az. 17 Cs-230 Js 99/21-55/23: [heise.de/s/PZOBK](https://heise.de/s/PZOBK)
- [4] LG Aachen, Urteil vom 27.07.2023, Az. L0 Qs 16/23: [heise.de/s/L1Z4I](https://heise.de/s/L1Z4I)
- [5] BGH, Beschluss vom 13.05.2020, Az. 5 StR 614/19: [heise.de/s/bl20A](https://heise.de/s/bl20A)
- [6] Holger Bleich und Sylvester Tremmel, Dateninspektoren: Das c't-Investigativteam, c't 12/2023, S. 86

# Verschlimmbesserung

## UN-Cybercrime-Konvention gefährdet Privatsphäre und IT-Sicherheit

**Straftaten im Internet sind ein Problem auf der ganzen Welt. Da liegt es nahe, dass die Vereinten Nationen sich auf einheitliche Standards einigen, nach denen die Staaten dagegen vorgehen. Doch eine schlecht gemachte UN-Konvention könnte mehr schaden als nutzen, befürchten Kritiker.**

Von Falk Steiner

Eigentlich sollte das erste völkerrechtliche Abkommen zur Bekämpfung von Cyberkriminalität, die „UN Cybercrime Convention“, bis 9. Februar zu Ende verhandelt werden, zu einer Einigung kam es aber nicht. Das Abkommen sollte Staaten eine Grundlage für eine verstärkte und schnellere Zusammenarbeit bei der Bekämpfung von Cyberkriminalität geben.

Stattdessen häuft sich die Kritik: Ein Zusammenschluss von über 100 Unternehmen, zivilgesellschaftlichen Akteuren, Wissenschaftlern, Menschenrechtler und Verbänden hält den Vertrag in seiner jetzigen Form für problematisch. Sie befürchten, die Cybercrime-Konvention könnte statt zu einem höheren zu einem niedrigeren Schutzniveau führen. Das Abkommen würde staatliche Überwachung der Kommunikation im Netz legitimieren und die Arbeit von Sicherheitsforschern kriminalisieren und behindern.

Die Grundlage für die Verhandlungen im Februar enthielt unter anderem Vorgaben für das Speichern von Daten auf Vorrat, Echtzeit-Datenausleitungen und für die Zusammenarbeit der Staaten bei Ermittlungen und Strafverfolgung. Auch wird die Auslieferung von Verdächtigen darin geregelt. Staaten, die sich dem Abkommen in seiner derzeitigen Fassung unterwerfen würden, hätten kaum Mög-

lichkeiten, die Weitergabe von Informationen oder die Auslieferung von Verdächtigen zu verweigern.

### Gefahr für IT-Sicherheit

Während Menschenrechtsorganisationen wie etwa Human Rights Watch deutlichere Vorgaben für die Übermittlung von Daten oder die Auslieferung Verdächtiger an menschenrechtlich problematische Staaten kritisieren, fokussieren Sicherheitsforscher einen anderen Aspekt. Das Abkommen reguliere den unrechtmäßigen Zugriff auf Computersysteme. Genau das aber sei das Tagesgeschäft aller Sicherheitsforscher, bemängelt etwa die Electronic Frontier Foundation (EFF). „Wenn er in der derzeitigen Form angenommen würde, würde der Vertrag das Risiko für Sicherheitsforscher erhöhen, strafrechtlich verfolgt zu werden – selbst dann, wenn unser Ziel ist, die Sicherheit zu erhöhen und die Öffentlichkeit über Cybersicherheitsbelange zu informieren“, schrieb die NGO im Namen von 124 Unterzeichnern in einem Schreiben an den Vorsitz der UN-Arbeitsgruppe.

Auch aus der Industrie gab es Kritik. „Wir müssen Cybercrime bekämpfen, nicht staatliche Überwachung erweitern“, hatte sich Amy Hogan-Burney, General Manager Cybersecurity Policy and Protection bei Microsoft, bereits im vergangenen Jahr geäußert.

Der ehemalige Chef des National Cyber Security Center (NCSC) des Vereinigten Königreichs, Ciaran Martin, weist darauf hin, dass die Wahrscheinlichkeit gering sei, dass Staaten, aus denen Cybercrime nachweislich oft käme, die Cybercrime Convention auch tatsächlich anwenden würden.

Mit den Verhandlungen um das Abkommen ist ein Kampf im Hintergrund verbunden: Staaten wie Russland und China versuchen seit Jahren die internationalen Institutionen von innen heraus zu verändern, indem Regeln geschaffen werden, die zwar formal internationales Recht bilden, zugleich aber Ungleiches für identisch erklären. Ermittlungen wegen mutmaßlicher Cyberkriminalität in China und Russland würden plötzlich mit denen rechtsstaatlich organisierter westlicher Demokratien auf eine Stufe gestellt. So könnten die unabhängige Justiz oder die Polizeibehörden in westlichen Staaten plötzlich für politisch motivierte Ermittlungen eingespannt werden.

Das Ad-Hoc-Komitee der Vereinten Nationen für die Cybercrime-Konvention will seine Arbeit nun im Juli oder August fortsetzen. Ziel des Gremiums bleibt es, eine Schlussfassung des Abkommens zur Generalversammlung im Herbst 2024 vorzulegen. Sollte es angenommen werden, würde es Bestandteil des Rechts der Vereinten Nationen. Allerdings wäre es nicht unmittelbar wirksam und nur bindend, wenn Staaten es ratifizieren und ihm beitreten. Dabei können sie Protokollerklärungen abgeben, die Teile des Vertrages aufgrund nationaler Vorbehalte für nicht anwendbar erklären. (kst@ct.de) **ct**

**Statements der Kritiker, weitere Quellen: [ct.de/yx2h](http://ct.de/yx2h)**



Foto: John Minchillo/AP/dpa +++ dpa-Bildfunk +++

**Im UN-Headquarter New York wurde Anfang Februar über das umstrittene erste völkerrechtliche Abkommen zur Bekämpfung von Cybercrime verhandelt – zu einem Abschluss kam es vorerst nicht.**

# FOSDEM'24: EU-Regulierung im Fokus

**Auf der weltweit größten Konferenz zu freier Software und Open Source diskutierte die Entwicklerszene mit Vertretern der EU über den Cyber Resilience Act.**

In der ersten Februar-Woche lockte die FOSDEM gut 6000 Open-Source-Software-Enthusiasten auf den überfüllten Campus Solbosch der Universität Brüssel. Tausende Interessierte verfolgten die Konferenz online. Themen, die Entwickler freier Software umtreiben, wurden auf gut 900 Veranstaltungen beleuchtet.

Unter dem Titel FOSDEM Junior gab es erstmals auch Veranstaltungen für Kinder ab 7 Jahren, wo der Nachwuchs mit einsteigerfreundlichen Programmiersprachen oder Raspberry-Pi-Projekten experimentieren konnte.

Besonderes Augenmerk lag auf den Konsequenzen des geplanten Cyber Resilience Act (CRA) für den Open-Source-Kosmos. Es gab einen eigenen Track, wo Vertreter der EU mit Open-Source-Entwicklern praktische Auswirkungen des CRA diskutierten. Die damit einhergehenden neuen Verbindlichkeiten und Haftungsfragen besorgen die Open-Source-Szene. Nach einem Kompromiss mit dem EU-Parlament sehen Vertreter der EU-Kommission die Lage entschärft, denn Stiftungen hinter Open-Source-Software und ehrenamtliche Entwickler sind von strengen Anforderungen ausgenommen.

Die Open-Source-Szene sieht weiter offene Fragen, da es eine Menge Mischformen im Open-Source-Bereich gibt. Außerdem äußerten die Entwickler Bedenken, da es wegen der kurzen Zeit und den knappen Budgets auch bei den jetzt entschärften Vorgaben praktische Hindernisse bei der Umsetzung gäbe.

Mehrere Talks beschäftigten sich damit, wie man das TPM2 (Trusted Platform Module, Version 2) unter Linux nutzen kann. Viele der Kryptofunktionen von TPM2 sind auch unter Linux nützlich, aber lange Zeit fehlten komfortable Tools zum Umgang mit TPM2.

James Bottomley, Maintainer des Linux-SCSI-Subsystems, präsentierte zwei kryptografische Linux-Tools: Ein TPM2-Subsystem für GPG zum Versiegeln sowie Laden von privaten Schlüsseln ist schon fit für den Alltag. Und OpenSSH kann über einen Umweg private Schlüssel laden, die zuvor vom TPM2-Chip entsperrt wurden.

Red Hat hat vergangenes Jahr die Verfügbarkeit der Quelltexte für Red Hat Enterprise Linux (RHEL) umgestellt, weshalb es für RHEL-Nachbauten erheblich aufwendiger geworden ist, eigene Softwarepakete zu bauen. Die Entwickler von Alma Linux führten auf der FOSDEM durch den Entstehungsprozess ihres RHEL-Klons. Sie nutzen dazu die weiterhin frei verfügbaren Quellen für Container-Instanzen. Diese Images bilden RHEL aber nur zu gut 40 Prozent ab. Der Rest



**CERN-Admins stellten auf der FOSDEM das CERN Tape Archive (CTA) vor.**

von Alma Linux setzt sich aus einem Mix an weiteren Quellen zusammen: CentOS-Stream-Quellen, wenn die jeweiligen Versionsnummern mit den Paketen in RHEL übereinstimmen. Da das nicht ausreicht, zieht Alma Linux nun auch Quellcodepakete anderer RHEL-Klone wie Oracle Linux hinzu.

Zwei Administratoren vom Forschungszentrum CERN zeigten, wie sie die unfassbaren Datenmengen verarbeiten, welche beim Betrieb des Teilchenbeschleunigers Large Hadron Collider (LHC) anfallen. Aktuell speichert das CERN rund 750 Petabyte Daten und nutzt aus Kostengründen 60.000 Magnetband-Datenträger. Im CERN Tape Archive (CTA) sind 60.000 Magnetbänder im Einsatz, und zwar nicht nur als Langzeitarchiv, sondern auch für aktiv genutzte Daten.

Die Mitschnitte vieler Talks sind auf der Webseite [www.fosdem.org](http://www.fosdem.org) abrufbar.

(David Wolski/ktn@ct.de)



## SCHÜTZEN SIE IHRE SOFTWARE

mit besten Verschlüsselungs- und Obfuscations-Technologien

## ERFÜLLEN SIE WÜNSCHE

Ihrer Kunden mit vielseitiger und skalierbarer Lizenzierung

## PROFITIEREN SIE

von Ihrer Arbeit auf globaler Ebene wieder und wieder



Starten Sie jetzt und fordern Sie Ihr CodeMeter SDK an  
[wibu.com/de/sdk](http://wibu.com/de/sdk)



## CodeMeter – Ein endloser Erfolgskreislauf für Ihr Unternehmenswachstum



+49 721 931720

[sales@wibu.com](mailto:sales@wibu.com)

[www.wibu.com](http://www.wibu.com)



**SECURITY  
LICENSING**

**PERFECTION IN PROTECTION**

# KI liest in antiken verkohlten Papyrusrollen

**Forscher fanden bisher unbekannte Texte zur Lehre von Epikur, indem sie verkohlte Schriftrollen durchleuchteten und mit KI analysierten. Historiker setzen große Hoffnung in die neue Technik.**

Der antike Literaturschatz aus dem Ort Herculaneum in der Nachbarschaft von Pompeji umfasst heute etwa 800 verkohlte Papyrusrollen. Die waren beim weltgeschichtlich bekannten Ausbruch des Vesuv im Jahr 79 im Ascheregen verglimmt und verkohlt. Bei allen Versuchen, diese Rollen aufzufalten, zerfielen die Schriftstücke zu Aschefetzen.

Zwei der noch ungeöffneten Rollen sind 2019 mithilfe eines Teilchenbe-

schleunigers von der University of Kentucky durchleuchtet worden. Im März 2023 riefen die Verantwortlichen dann die Vesuvius Challenge aus: Preisgelder bis zu einer Million Dollar winkten demjenigen, der es schaffen würde, in den hochauflösenden Aufnahmen mit Machine-Learning-Verfahren Textstellen und ganze Absätze zu entziffern. Den Hauptpreis teilen sich inzwischen drei Studenten: Youssef Nader von der FU Berlin, Luke Farritor von der University of Nebraska-Lincoln und Julian Schilliger von der ETH Zürich.

Wie gefordert lieferten sie zu vier Absätzen über 85 Prozent der darin enthaltenen 140 Zeichen. Darüber hinaus fanden

sie weitere elf Spalten in der Schriftrolle und entziffern damit über 2000 Zeichen. Insgesamt entspricht diese Textmenge etwa fünf Prozent der ersten Schriftrolle. Inhaltlich geben diese Passagen bislang unbekannte Texte zu Alltagsfragen der epikureischen Philosophie wieder.

Nun hoffen Historiker, dass der eingeschlagene technische Weg auch dazu führt, Licht in den großen Fundus der bisher noch nicht erschlossenen Schriftrollen zu werfen. Manche vermuten, in der Bibliothek könnten auch Arbeiten von Aristoteles gelagert haben. Es ist sogar vorstellbar, dass bei weiteren Ausgrabungen noch mehr Papyrusrollen zutage gefördert werden. Dass es sich bei den erkannten Texten um KI-Halluzinationen handeln könnte, weisen die Organisatoren der Challenge zurück. Immerhin haben verschiedene Einreicher für dieselben Textstellen identische Ergebnisse gefunden. (agr@ct.de)

**Projektseite und *heise online* zum Thema: [ct.de/ys5h](http://ct.de/ys5h)**



**Spaltenweise Text, mehr als 2000 Zeichen, konnten Forscher mit einem Teilchenbeschleuniger und KI in einer verkohlten Papyrusrolle lesbar machen.**



Bild: University of Kentucky

## Roboter nutzt lebende Muskeln

An der Universität Tokio hat ein Forscherteam um Shoji Takeuchi einen biohybriden Roboter vorgestellt. Der bewegt seine **Beine mit Muskelzellen von Ratten**. Das lebende Zellgewebe züchten die Wissenschaftler in Form flacher Muskelbänder auf einem flexiblen Substrat. Mit elektrischen Pulsen angeregt, ziehen sich diese Muskeln zusammen.

Halblebendige Roboter sind aufgrund ihres biologischen Gewebes vergleichsweise leicht und arbeiten energieeffizient. Die Zellen können sich bei Beschädigungen sogar selbst regenerieren. Ebenso können sie sich an veränderte Umgebungsbedingungen anpassen und bei-

spielsweise bei Erweiterungen mitwachsen. Das Muskelgewebe ist biologisch abbaubar.

Der Prototyp an der Uni Tokio bewegte sich noch recht langsam. Er läuft durch ein Wasserbad, das die Muskelzellen vor dem Austrocknen schützt und sie mit Nährstoffen versorgt. In dieser Umgebung erreichte der Roboter eine Gehgeschwindigkeit von 5,4 Millimetern in der Minute und er konnte auch gezielt die Richtung ändern. Um den biohybriden Roboter zu einem Landgänger zu machen, überlegen die Forscher nun, seine Muskeln einzukapseln oder mit lebenden Hautzellen zu bedecken. (agr@ct.de)

## Solarmodul mit 25%-Ausbeute

**Perowskit-Silizium-Tandemsolarzellen** am Fraunhofer-Institut für solare Energiesysteme (ISE) wandeln bis zu 26,8 Prozent des einfallenden Sonnenlichts in Strom. Ein Forschungsteam hat inzwischen ein Glas-Glas-Photovoltaikmodul mit einem Wirkungsgrad von 25 Prozent fertigt. Nun will Oxford PV, eine Ausgründung der University of Oxford, eine Fabrik für diese Module in Brandenburg aufbauen. Noch in diesem Jahr soll die Produktion der Tandemsolarzellen mit einer Leistung von 421 Watt auf einer Fläche von 1,68 Quadratmetern in Kleinserie starten. (agr@ct.de)



# Kommentar: KI in der Doktorspielphase

Von Hartmut Gieselmann

**M**it unzähligen Face-Swap-Apps, die auf Open-Source-Tools wie Deep-FaceLab basieren, und DeepNude-Klonen kann inzwischen jeder Teenager auf seinem Smartphone in Sekundenschnelle ein neues Bild zusammenklicken und weltweit teilen. Die aktuelle Flut von KI-generierten Fake-Pornobildern, die die derzeit berühmteste Frau des Planeten, Taylor Swift, in absurdesten Genitalposen zeigen, ist da nur der bizarrste Ausdruck des Körper- und Aufmerksamkeitskults in den sozialen Medien.

Pornografie steht seit jeher im Spannungsfeld zwischen philosophischer Aufklärung und industrieller Ausbeutung. Der Kultkampf lässt sich von Larry Flynts Gründung des Hustlers vor 50 Jahren bis zu den Schriften des Marquis de Sade zur Zeit der Französischen Revolution zurückverfolgen. Den Befürwortern ging es um die Befreiung von vermeintlich „bigotten Moralvorstellungen“ und „Denkverboten“ – und nicht zuletzt ums Geld. Die Gegner positionierten sich als „Hüter von Sitte und Anstand“ und als „Verteidiger der Schwachen“. Damit meinen sie aber selten die Beschäftigten in der Pornoindustrie, die oft unter prekärsten Bedingungen arbeiten müssen.

Bereits vor knapp fünf Jahren untersuchte das niederländische Cybersicherheitsunternehmen Deeptrace das Phänomen der Deepfakes und bewarb damit seine eigenen Content-Filter. Damals zählte Deeptrace gerade einmal 14.678 Videos: Davon waren 96 Prozent gefälschte Pornos mit Frauen, die über 135 Millionen Mal angeklickt wurden. Die jüngste Kombination aus Weltstar, KI und Sexbildern löste einen globalen Medienhype aus. Anfang

Februar fand Google für den Suchbegriff „Taylor Swift Porn“ in nur 0,35 Sekunden über 87 Millionen Ergebnisse.

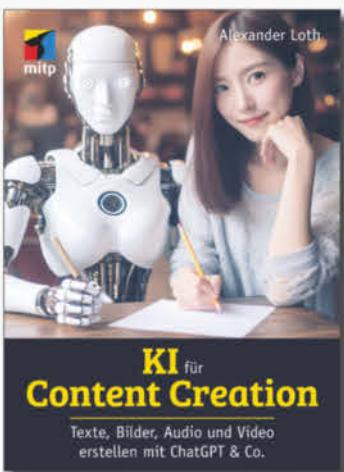
Um davon zu profitieren, füllen Porno-seiten ganze Rubriken mit „Celebrity Fakes“. Neben Hunderten von Sängerinnen und Schauspielerinnen finden sich auch Politikerinnen wie Sarah Palin aus den USA oder Merkel und Wagenknecht aus Deutschland. Inzwischen haben auch die Männer aufgeholt und sind mit allen erdenklichen Gesichtern aus Sport, Unterhaltung und Politik auf Gayporn-Seiten vertreten. Wer dort nicht zu sehen ist, ist auch nicht berühmt.

Eindämmen lässt sich das nicht mehr. Je lauter die Rufe nach Suchfiltern, Wasserzeichen und gesetzlichen Verboten werden und die Schlagzeilen der Leitmedien füllen, desto mehr Bilder und Filmchen werden geklickt. Das führt unweigerlich zur totalen Übersättigung. Die noch in den Kinderschuhen steckende KI-Entwicklung erlebt quasi ihre Doktorspielphase.

Fake Celebrity Porn zu verbieten würde nichts an den Arbeitsbedingungen in der Pornoindustrie ändern. Nötig wäre vielmehr eine gesellschaftliche Debatte über Körperkult und Aufmerksamkeitswahn. Immerhin: Durch die mediale Aufmerksamkeit weiß inzwischen jeder, was in Sachen Bildmanipulation möglich ist. Und wenn Großkonzerne künftig die Content-Filter ihrer KIs verschärfen, fördert das die Popularität quelloffener KI-Software. Mit der Öffnung der Onlineshops durch den Digital Markets Act der EU und dem neu entfachten Interesse an VR durch Apples Vision Pro geht der jahrhundertealte Kultkampf dann in die nächste Runde.

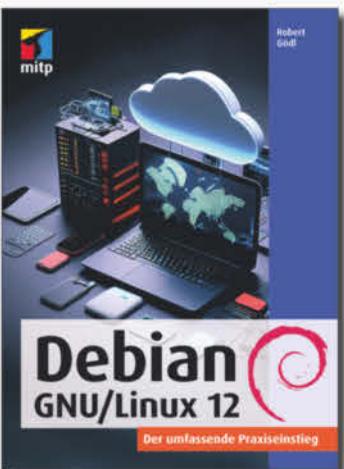


Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: [www.mitp.de/0757](http://www.mitp.de/0757)



**KI für  
Content Creation**  
Texte, Bilder, Audio und Video erstellen mit ChatGPT & Co.

Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: [www.mitp.de/0820](http://www.mitp.de/0820)

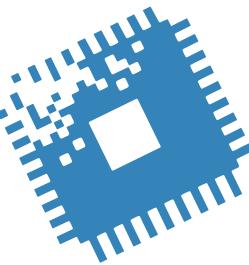


**Debian  
GNU/Linux 12**  
Der umfassende Praxiseinstieg

Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: [www.mitp.de/0769](http://www.mitp.de/0769)

# Bit-Rauschen

## Raspberry Pi will an die Börse



**Die Firma Raspberry Pi Limited plant den Börsengang. Intel kommt bei KI nicht aus dem Quark, AMD wohl schon. Die Broadcom-Aktie boomt trotz oder wegen Kahlschlags bei VMware-Lizenzen.**

Von Christof Windeck

Die Firma Raspberry Pi Limited entwickelt die beliebten Raspis und lässt sie vorwiegend bei der walisischen Fertigungssparte des japanischen Konzerns Sony produzieren. Raspi Ltd. ist eine 91-prozentige Tochter der gemeinnützigen Raspberry Pi Foundation. Die Stiftung hat sich vor allem die (Aus-)Bildung von Schulkindern, Berufsschülern und Studierenden auf die Fahne geschrieben. Der Börsengang der Hardwaretochter soll das Vermögen der Stiftung so stark erhöhen, dass sich die Bildungsaktivitäten verdopeln lassen.

An Raspi Ltd. sind schon bisher Dritte beteiligt, etwa die britische Firma ARM, deren CPU-Kerne in den Raspi-Chips stecken. Auch an wichtige Mitarbeiter ver-

gibt die Raspi Ltd. Anteile als Gratifikationen. Der Börsengang könnte einige hundert Millionen britische Pfund einbringen. Im Interview mit Ars Technica beteuert Raspi-Mastermind Eben Upton, das Initial Public Offering (IPO) an der Londoner Börse habe keine Auswirkungen auf Ausrichtung und Ziele der Raspi-Entwickler.

### KI-Schmerzen

Am KI-Hype verdient die Firma Nvidia Milliarden, vor allem mit dem Verkauf teurer Rechenbeschleuniger wie A100 (Ampere) und H100 (Hopper). Diese eignen sich zum Training gigantischer KI-Modelle und kommen mit der wohl ausgereiftesten Softwareunterstützung im Vergleich zur Konkurrenz. Logischerweise wollen viele andere Hardwarehersteller ebenfalls am KI-Hype verdienen und AMD scheint mit der starken Instinct MI300X nun endlich der Angriff zu gelingen: Im laufenden ersten Quartal 2024 plant die AMD-Serversparte 3,5 Milliarden US-Dollar Umsatz, also das 2,7-Fache als vor einem Jahr.

Ganz anders sieht es bei Intel aus, die Serversparte schaffte im vierten Quartal 2023 bloß 4 Milliarden US-Dollar Umsatz und erwartet, dass die Geschäfte im ersten Quartal 2024 noch im „zweistelligen Pro-

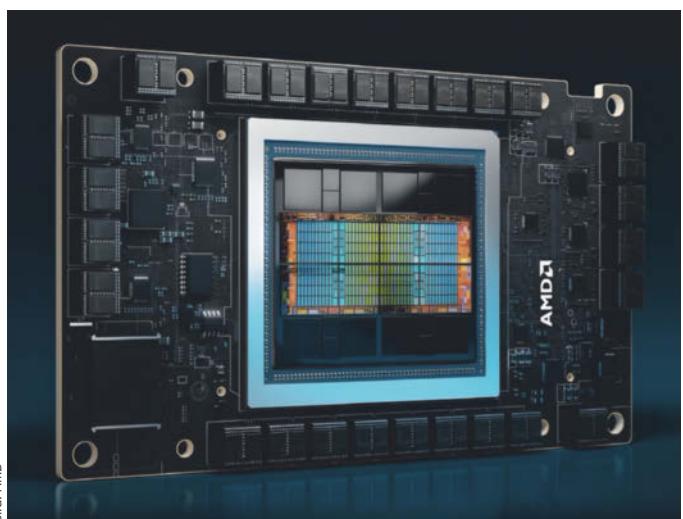
zentbereich“ schrumpfen – also fast auf das Niveau des viel kleineren Konkurrenten AMD. Mit dem gigantischen „Ponte Vecchio“-Beschleuniger aus fast 50 Chiplets setzte Intel aufs völlig falsche Pferd, denn für KI wird er offenbar kaum genutzt. Kein Wunder, dass der 2017 für viel Geld von AMD abgeworbene Raja Koduri, der das ambitionierte Programm für die Xe-GPU-Technik aufgebaut hatte, Intel längst wieder verlassen hat. Die 2016 zugekauft KI-Firma Nervana verschwand ebenfalls im Orkus und auch die aktuellen Gaudi2-Chips von Habana hinken dem KI-Markt noch immer hinterher.

Sowohl AMD als auch Intel betonen aber, dass sie viele „normale“ Epyc- und Xeon-CPU fürs KI-Inferencing in Rechenzentren verkaufen. Laut Intel wird rund ein Drittel der aktuell verkauften Xeon-Chips ausdrücklich dafür genutzt. Nun ruhen Intels Hoffnungen auf neuen Xeons mit viel mehr Kernen und AMX-Einheiten, doch auch AMD will mit den „Turin“-Epcys mit Zen-5-Kernen noch in diesem Jahr eine Schippe drauflegen.

Anders als bei AMD lief es bei Intels PC-beziehungsweise Mobilprozessoren ziemlich gut, jedenfalls wenn man den 2023 weiter geschrumpften PC-Markt berücksichtigt. Immerhin standen am Ende des Intel-Jahres 2023 noch 1,7 Milliarden US-Dollar Gewinn, bei AMD war es mit 854 Millionen US-Dollar ziemlich genau die Hälfte. Die Firma AMD hatte Anfang Februar einen Börsenwert von 284 Milliarden US-Dollar, rund 100 Milliarden mehr als Intel.

Vom KI-Boom profitieren auch Tech-Unternehmen, von denen man es auf den ersten Blick gar nicht denken würde. So konnte etwa Broadcom seinen Börsenwert seit Anfang 2020 auf mehr als das Fünffache steigern, mit 587 Milliarden US-Dollar liegt er derzeit höher als der von AMD und Intel zusammen. Doch im Vergleich zu Börsengiganten wie Microsoft (3 Billionen), Apple (2,9 Billionen), Alphabet/Google (1,8 Billionen) und Nvidia (1,7 Billionen) sind das eher Peanuts. Die Broadcom-Anleger scheinen den Kahlschlag im Angebot der 2023 von Broadcom für 61 Milliarden US-Dollar übernommenen Firma VMware gut zu heißen, obwohl er manche kleineren VMware-Partnerfirmen in den Abgrund zu stürzen droht. Und die bei Heimserverbastlern beliebte, kostenlose Lizenz für den Hypervisor ESXi steht wohl ebenfalls vor dem Aus.

(ciw@ct.de) 



**Mit dem KI-Beschleuniger Instinct MI300X mit 192 GByte RAM und 750 Watt scheint AMD ein würdiger Gegner der Nvidia H100 gelungen zu sein.**

# Google drückt mit Gemini-KI aufs Tempo

**Google startete Anfang Februar seinen ChatGPT-Konkurrenten Gemini. Der Chatbot soll aktuellere Informationen als GPT gelernt haben, kämpft aber mit Falschaussagen und fehlerhaften Links.**

Das Rennen um die Vormachtstellung auf dem KI-Markt geht in die nächste Runde. Knapp zwei Wochen nachdem Microsoft seine Copiloten für Office lanciert hat, zog Google mit dem von Bard nach Gemini umbenannten KI-System nach. Der Sprachbot ist seit Anfang Februar auf [gemini.google.com](https://gemini.google.com) in einer kostenlosen Version (Pro 1.0) frei verfügbar. Eine verbesserte Version (Pro 2.0) nutzt das Sprachmodell Ultra 1.0 und kostet im Rahmen des Premium-Abos von Google One 22 Euro pro Monat. Die ersten zwei Monate sind kostenlos.

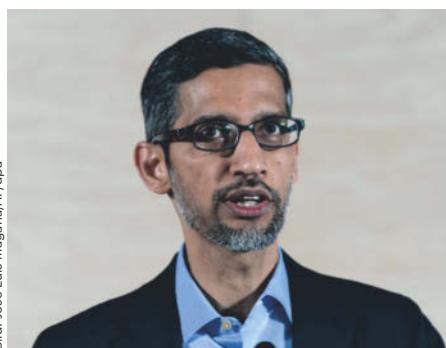
Bei den Tageslimits zeigt sich Google großzügig: Während ChatGPT maximal 30 Fragen in drei Stunden an GPT-4 erlaubt, beantwortet die Gratisversion von Gemini 200 Fragen pro Tag, die kostenpflichtige Version sogar 10.000 bis 25.000 Fragen. ChatGPT kann mit GPT-4 aber doppelt so lange Kontexte erfassen wie Gemini Pro 2.0, zudem PDF-Dokumente analysieren und Bilder erzeugen. Gemini kann das noch nicht.

Um den Rückstand gegenüber Microsoft und OpenAI aufzuholen, hat Google die Zeit für die Datenaufbereitung und das Feintuning von Gemini auf knapp sechs Wochen verkürzt. Während das antrainierte Wissen von GPT-4 im April 2023 endet, wurde Gemini noch mit Daten bis zum 31. Dezember 2023 gefüttert. Durch die verkürzte Nachbereitungszeit könnten sich die Antworten verschlechtern. Laut Google soll Gemini Wissenfragen des MMLU-Benchmarks jedoch ebenso gut beantwortet haben wie GPT-4. Unabhängige Tests, beispielsweise mit dem BIG-Bench, gibt es aber noch nicht, um valide Qualitätsurteile abgeben zu können.

Wie ChatGPT kann Gemini das Web nach neueren Informationen durchsuchen und URLs als Quelle angeben. In unserer Stichprobe verlinkte Gemini jedoch falsche Studien und machte fehlerhafte Angaben zum aktuellen Programm örtlicher Kinos. Informationen von Gemini sind daher ebenso kritisch zu hinterfragen wie die anderer Sprachmodelle.

Dass Google der global agierenden Zeitarbeitsfirma Appen zum 19. März 2024 gekündigt hat, dürfte weitere Auswirkungen auf die Entwicklung haben. Betroffen sind mehr als 2000 schlecht bezahlte Clickworker, die bisher für das Training und die Datenaufbereitung von Googles Suchmaschine und KI-Diensten zuständig waren. Appen verliert durch die Kündigung 26 Prozent seines Umsatzes.

(hag@ct.de)

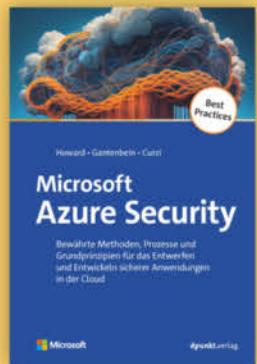


**Alphabet-Chef Sundar Pichai will mit kürzeren Zeiten zur Datenaufbereitung und zum Feintuning den Rückstand gegenüber OpenAI und Microsoft aufholen.**

## Sichere Anwendungen und Workloads in der Cloud

Wenn Anwendungen und Workloads eines Unternehmens in die Microsoft Azure-Cloud verlagert werden, müssen sie gegen eine Vielzahl von Bedrohungen gewappnet werden. Dieses praktische Tutorial und hilfreiche Referenzwerk zeigt Unternehmen, wie sie Sicherheitsmaßnahmen in Azure integrieren. Die Autoren teilen ihre umfangreichen Erfahrungen und geben praxisnahe Anleitungen. Inkl. Code-Beispiele zum Download.

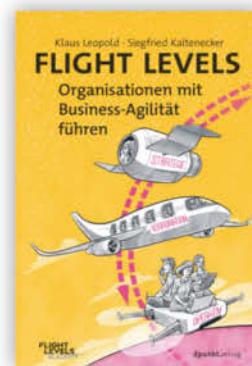
570 Seiten · 59,90 €  
ISBN 978-3-86490-985-6



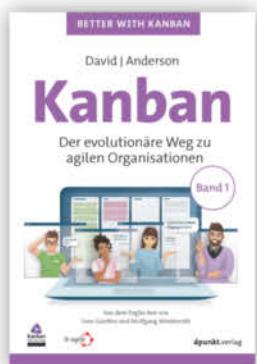
824 Seiten · 44,90 €  
ISBN 978-3-86490-980-1



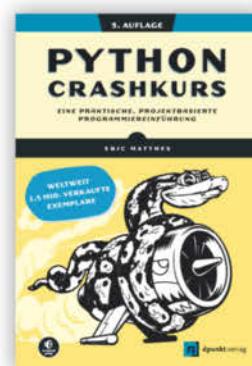
344 Seiten · 44,90 €  
ISBN 978-3-86490-888-0



304 Seiten · 39,90 €  
ISBN 978-3-86490-971-9



342 Seiten · 36,90 €  
ISBN 978-3-86490-986-3



3. Auflage · 646 Seiten · 32,90 €  
ISBN 978-3-86490-989-4



348 Seiten · 36,90 €  
ISBN 978-3-86490-967-2



Bild: Nio

traktionsebene auch bei Fahrzeugen einzuführen, ist nicht neu, sie nennt sich Software Defined Vehicle (SDV). Das Auto hat eine zentrale Recheneinheit mit einem Embedded OS, welches die einzelnen Steuergeräte (ECUs) über definierte Befehle anspricht.

Das beschleunigt die Entwicklung neuer Funktionen und ermöglicht regelmäßige Updates. Auch bei der diesjährigen Konsumelektronikmesse in Las Vegas CES war SDV das Oberthema der Autohersteller und Zulieferer. Nur die deutschen Hersteller hielten sich dabei zurück. BMW, Mercedes-Benz und Volkswagen präsentierten Verbesserungen ihrer Sprachassistenten mithilfe von ChatGPT. Ein Komfortgewinn, doch weit weg von den Umbrüchen in der Fahrzeugentwicklung.

Dabei haben die beiden weltgrößten Autohersteller Volkswagen und Toyota das Softwaredilemma längst erkannt. Um die Behäbigkeit der gewachsenen Organisationen zu umgehen, gründeten die Japaner Woven und die Wolfsburger Cariad. Beide enttäuschten jedoch: Woven kündigte zwar das Autobetriebssystem OS Arene an und holte dafür James Kuffner, Googles ehemaligen Leiter der Robotikabteilung. Doch Kuffner musste im vergangenen Jahr seinen Posten räumen und Arene kommt vermutlich frühestens 2026. Im Volkswagen-Konzern haben der Audi Q6 e-tron rund drei Jahre und der elektrische Porsche Macan rund zwei Jahre Verspätung. Grund sind Schwierigkeiten bei der Fertigstellung der Premium Platform Electric (PPE).

### Roboter OS für Autos

„Den Autoherstellern fehlen die Kompetenzen und sie bekommen nicht die notwendigen Kapazitäten für Software-Entwicklungen“, sagt Becker, der diese Lücke mit seinem Unternehmen Apex AI schließen möchte. Sein Angebot ist eine Entwicklungsplattform, die Autoherstellern eine schnelle Umsetzung ihrer Ideen ermöglichen soll. Dabei kümmert sich Apex AI um die Sicherheitsaspekte. Die Software gehört später vollständig dem Autohersteller. Ein Kunde in Deutschland ist Moia, der mit der Software seine autonom fahrenden Shuttle-Busse 2025 in Hamburg auf die Straße bringen will.

Das Unternehmen aus Kalifornien hat 75 Millionen Dollar bei Investoren wie Toyota Ventures, Daimler Truck, Volvo und Jaguar Land Rover eingesammelt. Becker

# Bit schlägt Blech

## Software als Schlüssel für automobile Zukunft

**Software Defined Vehicle heißt die Vorgabe für Autos von morgen. Über das Ziel herrscht in der Industrie zwar Einigkeit, aber wer die Software entwickeln soll, bleibt umstritten. Effizienzgewinne stecken in der Batterieproduktion sowie den Sensordaten.**

Von Dirk Kunde

eine Scheibe einschlagen. Wer Erfahrung mit Android, iOS oder anderen modernen Systemen hat, dürfte für so ein Projekt nur ein paar Stunden veranschlagen. „Doch will ein deutscher Autohersteller einen Hundemodus einführen, dauert es mindestens neun Monate“, sagt Jan Becker.

Der Gründer und CEO von Apex AI mit Sitz in Palo Alto verdeutlicht mit seinem Beispiel ein Dilemma der etablierten Automarken: die fehlende Trennung zwischen Hardware und Software. „Im klassischen Autobau kommen die Bauteile von bis zu 150 Zulieferern, die alle ihre eigene Software in den Steuergeräten mitliefern“, erläutert Becker gegenüber c't. In diesem Fall sind es die Lieferanten der Klimaanlage und des Infotainmentsystems. Es braucht Monate für Preisverhandlung, Programmierung, Validierung und Umsetzung eines solchen Features. Unter Android oder iOS würde man die Bauteile über definierte APIs ansteuern, ohne wissen zu müssen, von welchem Hersteller sie stammen. Die Idee, eine ähnliche Abs-

**E**inen Hundemodus zu programmieren, wie ihn beispielsweise einige Modelle von Tesla und Nio beherrschen, klingt einfach: Lässt der Fahrer seinen Hund im Auto, aktiviert er die Funktion. Das Auto steuert die Klimaanlage und zeigt vor allem eine große Meldung auf dem Bildschirm, dass es dem Tier gut geht. Der Text verhindert hoffentlich, dass besorgte Tierschützer

hat in Regelungstechnik promoviert und hält Mastertitel in Maschinenbau und Raumfahrttechnik. Die Ingenieure arbeiten mit Robotern und entwickeln das Roboter Operating System (ROS), das heute in Drohnen, der Raumfahrt sowie beim Militär läuft. ROS bildet die Basis für Apex AI.

Die Entwickler erweitern die Open Source Software zusammen mit Elementen von Eclipse Iceoryx um typische Auto-funktionen sowie notwendige Sicherheitsnormen (ISO 26262). Die Kunden nutzen das Angebot wie ein SDK. Das senkt Entwicklungskosten und bringt Zeitvorteile. „Die Entwicklung eines neuen Fahrzeugs wird auf ein Viertel der üblichen Dauer reduziert“, sagt Becker im Gespräch mit der c't.

## Druck auf die Zulieferer

Die Entwicklung erhöht den Druck auch auf Zulieferer: Sie liefern bisher Hard- und Software in einem Paket, weil es ihre Marge erhöht. Nur mit Bauteilen ist kaum Geld zu verdienen. Erste Schwierigkeiten werden sichtbar. Der Konzern ZF mit Sitz in Friedrichshafen stellt das Projekt seines autonom fahrenden Shuttles ein. Gleichzeitig werden in den kommenden Jahren tausende Arbeitsplätze abgebaut und Niederlassungen geschlossen. Die gleichen Schlagzeilen sind von Continental und Bosch zu lesen. Ob die Ursachen dafür im schlechrenden Niedergang der Technologie für Verbrennerfahrzeuge oder einem zu langsamen Hochlauf des automatisierten Fahrens liegen, ist Deutungssache.

Die Zulieferer bekommen zusätzlich Konkurrenz durch Chiphersteller. Nvidia, Qualcomm und Mobileye sind mit ihren Technologien für assistiertes und autonomes Fahren bereits fest etablierte Anbieter. Jetzt drängt auch Intel in die Auto-industrie. Bei der CES legen Jack Weast, Vice President Intel Automotive und CEO Pat Gelsinger einen großen Auftritt hin. Mit ihrem System on a Chip (SoC) wollen sie die gesamte IT-Infrastruktur im SDV-Fahrzeug steuern. Wobei sie von einer offenen Chiplet-Plattform sprechen. Dabei können Dritte ihre Chips in das SoC integrieren.

Dreh- und Angelpunkt ist das Energiemanagement im Auto. Zum einen übernimmt Intel – die Zustimmung der Kartellbehörden vorausgesetzt – Silicon Mobility. Das französische Unternehmen produziert Halbleiter sowie Software für Energiemanagement in E-Autos. Zum anderen besetzt der Chiphersteller im Ingenieurverband

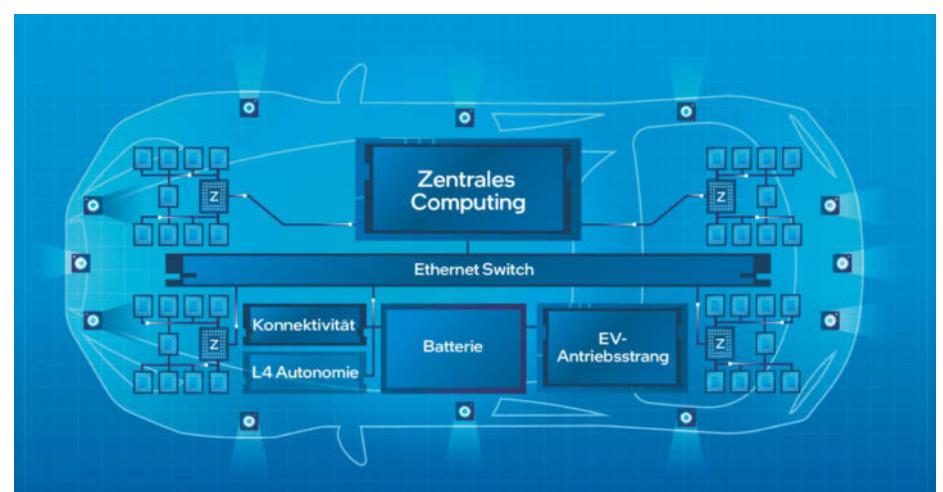
SAE eine Arbeitsgruppe für die Entwicklung eines Standards (J3311) zum Energiemanagement. In der Gruppe sind auch Stellantis und Kartenanbieter Here vertreten. „Wir kennen aus der PC-Branche den ACPI-Standard, das wollen wir auch in E-Autos etablieren“, sagt Weast. Beispielsweise sollen sich Licht und Bildschirme automatisch abschalten, wenn niemand im Fahrzeug sitzt. Weniger Energiekonsum bedeutet im E-Auto mehr Reichweite. Wo Intel die größten Absatzchancen für sein System sieht, macht Weast mit seinem Bühnengast Andy An deutlich. Er ist Präsident der Geely Holding und CEO von Zeekr. Die chinesische Automarke wird als erster Hersteller den SoC von Intel für ein SDV-Fahrzeug einsetzen.

## Weitblick dank Software

Zum SDV gehört auch das Sensor-Set für automatisierte Fahrfunktionen. Noch herrscht Unklarheit darüber, welche Sensorkombination sich durchsetzt. Derzeit sind Ultraschall, Lidar, Radar sowie Kameras im Einsatz. Zulieferer wie Magna erweitern das Angebot um Wärmebildsensoren, die Menschen und Tiere auf der Straße besser erkennen. Etliche Start-ups arbeiten an der Verbesserung der Datenauswertungen einzelner Sensoren. Ein Beispiel ist Neural Propulsion Systems (NPS) aus Pleasanton in Kalifornien. Die Ingenieure verbessern die Sichtweite von Radarsensoren per Software. Den Unterschied macht das mathematische Modell der Atomic Norms. Es wurde 2012 von mehreren Wissenschaftlern in den USA zur Auswertung von Sensordaten entworfen. NPS wendet es in der Praxis an.

Die Auswertung der Reflexionen liefert eine höhere Trennschärfe. Das System erkennt früher, ob es sich um ein oder zwei Objekte handelt. „Außerdem verdoppeln wir mit unserem System die Reichweite, unabhängig von der Hardware“, sagt Behrooz Rezvani, CEO und Gründer von NPS. Radar bietet gegenüber optischen Systemen (Lidar, Kamera) Vorteile bei Regen, Schnee, Nebel, Staub und Dunkelheit. Ein Nachteil sind allerdings sogenannte Ghosts. Die analysierten Sensordaten zeigen oft Objekte, die gar nicht existieren. Das führt in Autos oft zu Phantombremungen. „Auch hier ist unsere Erkennung besser und reduziert die Zahl der Ghost-Erkennung auf ein Zwanzigstel“, sagt Rezvani. Das Unternehmen aus dem Silicon Valley beschäftigt 30 Mitarbeiter. Ein kleines Team hat seinen Sitz in München. Zu den Investoren zählt ein globaler Autohersteller, dessen Name Rezvani noch nicht nennen mag. Larry Burns, ehemaliger Forschungs- und Entwicklungschef von General Motors sowie Peter Löscher, ehemaliger Siemens-Chef, beraten das Unternehmen.

Für den Übergang zum SDV braucht es keine großen Entwicklungsabteilungen. Jan Becker von Apex AI plädiert für kleine Kernteam, in denen jedes Mitglied Experte auf seinem Gebiet ist. Die Zahl der Zulieferer sollte auf wenige reduziert sein, die eng ans System angebunden sind. Eine schlanke Organisation und kurze Entwicklungszeiten seien der Schlüssel zum Erfolg. Außerdem werden die Automanager mit einer einfachen Erkenntnis leben müssen, die Becker so zusammenfasst: „Software is never finished.“ (sha@ct.de) ct



Wie Intel in einer Broschüre aufzeigt, sollen künftige Fahrzeuge deutlich weniger Steuergeräte aufweisen. Sensoren und Aktoren werden über ein Hochgeschwindigkeits-Ethernet Backbone zentral angebunden.

# Server-Renaissance

## Microsoft plant Windows Server 2025

**Unter dem internen Namen v.Next schraubte Microsoft an seinem neuen Serverbetriebssystem. Jetzt ist klar, dass es Windows Server 2025 heißen wird. Für Windows-Admins enthält die Ankündigung erfreuliche Nachrichten und schafft Planungssicherheit.**

Von Jan Mahn

**S**tiefmütterlich. So muss man Microsofts Umgang mit dem Produkt Windows Server, dem einstigen Kernprodukt für Unternehmensnetzwerke, in den vergangenen fast zwölf Jahren beschreiben. Die Versionen Windows Server 2012, 2012 R2, 2016, 2019 und 2022 kannten vor allem eine Richtung: in die Cloud. Das lokale Active Directory bekam in der Zeit ein Synchronisierungswerkzeug, um Benutzerkonten und Gruppen automatisch ins „Azure Active Directory“ zu kopieren. Weitere Neuerungen, die in Windows Server einzogen, waren unter anderem die „Microsoft Azure Recovery Services“, ein Cloudbackup von lokalen Servern, und das „Windows Admin Center“, über das man eigene und bei Azure gemietete Servergleichermaßen im Browser verwalten kann.

All das passte zur Gesamtstrategie von Microsoft und von Satya Nadella, der dieser Tage sein zehntes Jubiläum als Chef des Unternehmens feierte. Selbst der starke und über Jahrzehnte etablierte Markenname „Active Directory“ und dessen Abkürzung AD war plötzlich nicht mehr gut genug fürs Cloudgeschäft, und so benannte man das „Azure AD“ im Jahr 2023 ohne Not in „Microsoft Entra ID“ um.

Windows Server verkam in der Wahrnehmung vieler Admins zum Ableger vom

jeweils aktuellen Desktop-Windows, ausgestattet mit weitgehend unveränderten Serverrollen.

Dass Microsoft eines Tages Windows Server gänzlich abkündigen könnte, galt in Admin-Kreisen nicht mehr als undenbar, sondern als mögliches dystopisches Szenario, als Vollendung der großen Cloudstrategie: Nutzer melden sich einer solchen Welt über das Internet per Entra ID an ihrem Rechner an. Statt Gruppenrichtlinien vom lokalen Domänencontroller bekommen Windows-Clients ihre Einstellungen über die cloudbasierte Endgeräteverwaltung Intune. Statt lokaler

### Dass Microsoft noch mal ins Active Directory investiert, lässt hoffen, dass der Windows Server 2025 nicht der letzte seiner Art sein wird.

Softwareverwaltung gibt es Apps aus dem Store. Für lokale Windows-Server wäre in einer solchen Welt kein Platz.

#### Investition in v.Next

Vor diesem Hintergrund traten auf der Microsoft-Konferenz Ignite im November 2023 zwei Microsoft-Mitarbeiter auf die Bühne und berichteten von ihrer Arbeit an einem Projekt namens v.Next. Microsoft ließ aber offen, in welchem Produkt die dort vorgeführten Neuerungen eines Tages landen würden. Per Blogpost stellte Mitarbeiter Jeff Woolsey Ende Januar 2024 klar: v.Next war der Arbeitstitel für den neuen Windows Server 2025, die erste

Testphase als Insider-Preview beginnt unverzüglich (siehe ct.de/y7na). Und der neue Server wird, entgegen düsterer Vorahnungen, auch weiterhin auf eigenen Maschinen außerhalb der Azure-Cloud laufen.

Auch die angekündigten Funktionen haben es in sich: Erstmals seit über zehn Jahren steckt Microsoft wieder Liebe ins Active Directory, liefert TLS 1.3 für LDAP nach und bereitet einen schrittweisen Umstieg der Seitengröße der zugrundeliegenden Datenbank von 8 auf 32 Kilobyte vor. Seit Windows 2000 habe man daran nichts mehr geändert, schreibt Jeff Woolsey und verspricht dadurch bessere Performance in großen Umgebungen – man arbeite an nicht weniger als an einem „Next Generation Active Directory and SMB“.

Dazu bekommt Windows Server 2025 auch bei lokalem Betrieb Funktionen, die bisher Azure-Maschinen vorbehalten waren: „Server Hotpatching“ soll sicherheitsrelevante Updates künftig installieren, ohne einen Server neu starten zu müssen. Ebenfalls lokal verfügbar wird „SMB over QUIC“, eine Variante des SMB-Protokolls auf Basis von UDP, die flotter sein soll. Klassisches SMB soll widerstandsfähiger gegen Brute-Force-Attacken auf NTLM (Windows New Technology LAN Manager) werden: Dafür gibt es künftig Rate-Limits für NTLM-Anmeldungen und die Möglichkeit, NTLM ganz zu blockieren und nur mit Kerberos zu arbeiten.

#### Planungssicherheit

Unabhängig von neuen Features dürfen sich Windows-Admins über weitere Jahre Planungssicherheit freuen. Dass der lokale Windows-Server bald Geschichte sein könnte, scheint vorerst abgewendet oder zumindest in weitere Ferne gerückt. Die genauen Supportzeiträume hat Microsoft noch nicht veröffentlicht, eine Hochrechnung anhand der bisher aktuellen Serverversion ist aber möglich: Der Supportzeitraum für Windows Server 2022 begann am 18. August 2021 und der Mainstreamsupport wird bis zum 13. Oktober 2026 laufen (fünf Jahre). Erweiterten Support gibt es bis zum 14. Oktober 2031 (zehn Jahre). Wenn Windows Server 2025 im dritten Quartal 2024 erscheint und Microsoft nichts an seiner Supportrichtlinie ändert, läuft der Mainstreamsupport bis Ende 2029, der erweiterte Support bis 2034.

Dass Microsoft noch mal ins Active Directory investiert, lässt hoffen, dass der Windows Server 2025 nicht der letzte seiner Art sein wird. (jam@ct.de) ct

# Neue Gerüchte um Fusion von Kioxia und Western Digital

**Eine Finanzspritze des japanischen Wirtschaftsministeriums für eine neue Chipfabrik führt möglicherweise zu erneuten Fusionsgesprächen zwischen Kioxia und Western Digital.**

Die Fusion der Flash-Sparten von Kioxia und Western Digital schien eigentlich gescheitert zu sein: Einer der Anteilseigner von Kioxia, der Flash-Hersteller SK Hynix, hatte sein Veto eingelegt. Doch nun kommen Gerüchte um neuerliche Fusionsgespräche auf.

Die Gerüchte folgen der Ankündigung des japanischen Ministeriums für Handel, Wirtschaft und Industrie, den beiden Unternehmen weitere Subventio-

nen in Höhe von rund einer Milliarde US-Dollar zur Verfügung zu stellen. Bislang hatte das Ministerium dafür rund 630 Millionen Dollar zugesagt; die Finanzspritze soll den insgesamt knapp fünf Milliarden teuren Bau zweier Flash-Fabriken in den japanischen Städten Yokkaichi und Kitakami erleichtern. Japanische Politiker hatten sich für eine verstärkte Zusammenarbeit bei der Flash-Produktion zwischen Japan und den USA ausgesprochen.

Kioxia und Western Digital beziehungsweise deren Vorgänger Toshiba und SanDisk arbeiten seit etwa 20 Jahren gemeinsam an Entwicklung und Produktion von NAND-Flash. Aktuell produzieren die Partner 3D-Flash mit 176 Lagen, die Mas-

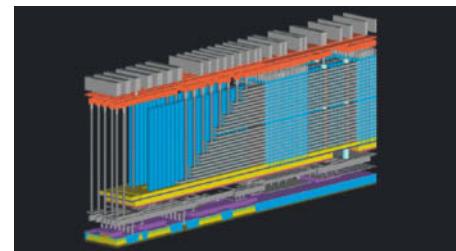


Bild: Western Digital

**Die gemeinsame Roadmap von Kioxia und Western Digital sieht für dieses Jahr die Produktion von 3D-Flash mit 218 Lagen vor.**

senproduktion der nächsten Speichergerätegeneration BiCS8 mit 218 Lagen dürfte in diesem Jahr folgen.

(ll@ct.de)

## Kurz & knapp

Das aktuell größte Flash-Laufwerk, die **Solidigm-SSD-P5336 mit 61,44 TByte Speicherplatz**, soll demnächst erhältlich sein. Erste Händler listeten die QLC-SSD im Ruler-Format E1.L sowie im 2,5-Zoll-Geäuse mit U.2/U.3-Anschluss für jeweils 5190 Euro.

Die weltgrößte Storage-Veranstaltung, der **Flash Memory Summit in Santa Clara**, hat seinen Namen geändert: Die nächste Veranstaltung findet unter dem Namen *Future of Memory and Storage* vom 6. bis 8. August statt.

Amazon will seine **Server in Zukunft sechs Jahre lang betreiben**. Durch die Verlängerung der Nutzungsdauer um ein Jahr spart das Unternehmen nach eigenen Angaben allein im ersten Quartal dieses Jahres 900 Millionen US-Dollar ein.

Der Datenbankspezialist Oracle plant den Bau eines zweiten **Rechenzentrums in Israel**. Aus Sicherheitsgründen soll es im neunten Untergeschoss eines noch ungenannten Gebäudes entstehen.

## Server-Markenshops

Die Hardwarefirmen **Asus und Gigabyte betreiben Onlineshops auch für Server**. Gigabyte verkauft dabei hierzulande nur an Firmenkunden, also an gewerbliche Nutzer (B2B). Gigabyte offeriert im Webshop außer Servern auch Industrie-PCs.

Asus zielt mit dem eigenen Shop auch auf Privatkäufer und bietet etwa auch Mini-PCs, Mainboards, Grafikkarten und Zubehör wie externe Laufwerke, Tastaturen und Soundkarten an. Ähnlich hält es die Marke MSI, bei der es im Onlineshop auch Notebooks gibt.

(ciw@ct.de)

**Server-Shops:** [ct.de/ym8f](http://ct.de/ym8f)

**Die nächste Dongleserver-Generation**  
Netzwerkweit auf USB-Dongles zugreifen

**NEU SEH CarePack**

**dongleserver**  
by SEH

Made  
in  
Germany  
SEH

### Ihre Vorteile

- Erweitertes Monitoring inkl. Logging (syslog-ng) und Benachrichtigungsfunktion
- USB-Dongle Zugriff mit Passwörtern schützen
- Zukunftssichere USB 3.0 SuperSpeed Ports
- Ideal für serverbasierte und virtualisierte Umgebungen
- Für alle gängigen Betriebssysteme
- Apple Silicon kompatibel
- Kostenlose Updates und weltweiter Support
- **SEH CarePack:** der Wartungsvertrag als praktische Ergänzung zum Dongleserver

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)

# GeForce RTX 3050, die Vierte – jetzt mit nur 6 GByte

**Nvidia bringt die mit 180 Euro bislang billigste RTX-Grafikkarte auf den Markt. Die GeForce RTX 3050 6GB ist aufs Sparen getrimmt – nicht nur beim um 2 GByte geschrumpften Speicher, sie braucht auch nur 70 Watt.**

Nach dem großen Trara um das „Super“-Update für die RTX-4000-Reihe schiebt Nvidia die bis dato billigste RTX-Grafikkarte nur heimlich, still und leise ab 180 Euro in die Händlerregale. Sie ist inklusive OEM-Version die inzwischen vierte Variante der RTX 3050 und zugleich diejenige mit den größten Abstrichen bei der Leistung.

Denn die RTX 3050 6GB ist gegenüber der alten RTX 3050 mit 8 GByte Grafikspeicher nicht nur dürftriger ausgestattet. Sie rechnet auch ein rundes Viertel langsamer, weil sie nur 2048 statt 2560 Shader-Rechenkernchen hat und noch dazu noch niedriger taktet.

Immerhin konfigurieren Nvidia und seine Partner die auf dem alten GA107-Grafikchip mit Ampere-Architektur ba-

sierende Karte auf eine Thermal Design Power von 70 Watt, 5 Watt weniger als bei den weitaus schwächeren GTX 1650 oder Intel Arc A380. Damit kommen die RTX 3050 6GB ohne zusätzlichen Stromstecker aus und haben als Aufrüstkarte für ältere PCs eine Hürde weniger zu nehmen.

Die 70 Watt eröffnen noch eine weitere Option, zumindest wenn man sich die Palit KalmX ansieht. Für die nur 16,6 Zentimeter kurze Karte verzichtet Palit auf den Lüfter und schraubt stattdessen ein mächtiges Lamellenpaket darauf, das die Abwärme an den Gehäuseluftstrom abgeben soll. Die Karte selbst ist damit lautlos gekühlt.

Im ersten Kurzdurchlauf im Testlabor reihte sie sich erwartungsgemäß circa 33 Prozent hinter der regulären RTX 3050 mit 8 GByte ein, selbst eine alte GeForce RTX 2060 FE ist um die Hälfte schneller. Der Name RTX 3050 ist damit eigentlich kaum zu rechtfertigen, eine niedrigere Nummerierung wäre ehrlicher gewesen. Auch AMDs Radeon RX 6600 spielt mit rund zwei Dritteln Vorsprung in einer an-



Immerhin kann die sparsame RTX 3050 6GB sich auf die Fahne schreiben, mit der Palit RTX 3050 6GB KalmX die schnellste passiv gekühlte Desktop-Grafikkarte zu stellen.

deren Liga, aber gegenüber der billigeren RX 6500 XT kann die GeForce punkten: Immerhin hat Nvidia ihr nämlich die Video-Encoder-Einheiten gelassen und sie kann einen Bildschirm mehr, insgesamt also drei, ansteuern. (csp@ct.de)

## Spielergrafikkarte GeForce RTX 3050 6GB: Technische Daten

Grafikkarte	RTX 4060	RTX 3050	RTX 3050 6GB	RTX 2060 FE	Radeon RX 6600
GPU	AD107	GA106	GA107	TU106	Navi22
Rechenkerne FP32 / RT / Tensor	3072 / 24 / 96	2560 / 20 / 80	2304 / 18 / 72	1920 / 30 / 240	1792 / 28 / --
GPU-Takt (Basis / Game / Boost)	1830 / -- / 2460 MHz	1552 / -- / 1777 MHz	1042 / -- / 1470 MHz	1365 / -- / 1680 MHz	1626 / 2044 / 2491 MHz
FP32-Rechenlsgt.	15,1 TFlops	9,1 TFlops	6,8 TFlops	6,5 TFlops	8,9 TFlops
Last-Level-Cache	24 MByte (L2)	2 MByte (L2)	2 MByte (L2)	3 MByte (L2)	32 MByte (Inf. Cache)
Speichergröße	8 GByte	8 GByte	6 GByte	6 GByte	8 GByte
Speicherinterface/-transferrate	128 Bit / 272 GByte/s	128 Bit / 224 GByte/s	96 Bit / 168 GByte/s	192 Bit / 336 GByte/s	128 Bit / 224 GByte/s
TDP	115 W	130 W	70 W	160 W	132 W
Straßenpreis	300 €	220 €	180 €	250 €	200 €

## Verkaufsverbot für ältere Intel-CPUs in Deutschland

Das Landgericht Düsseldorf hat ein Verkaufsverbot für einige ältere Intel-Prozessoren verhängt. Bestimmte **Intel-CPUs für Desktops, Laptops und Server verletzen ein Patent**, das die US-amerikanische Firma R2 Semiconductors hält. Außerdem soll Intel Rechnung legen, wie viele dieser Prozessoren in Deutschland bislang verkauft wurden. Daran soll sich Intels Schadenersatzzahlung an R2 Semiconductor orientieren. Intel ist naturge-

mäß nicht erfreut und kündigt Rechtsmittel an.

Laut Intel sind nur die älteren Prozessoraureihen Ice Lake, Tiger Lake und Alder Lake für Desktops und Laptops betroffen sowie Ice-Lake-Xeons für Server. Einige dieser Produkte vertreibt Intel ohnehin nicht mehr. Nicht betroffen seien die 2022 respektive 2023 herausgebrachten Raptor Lake und Meteor Lake. Diese darf Intel weiterhin feilbieten.

In den USA habe R2 Semiconductor Intel vergeblich verklagt; denn dort sei das Patent als ungültig eingestuft worden. Daraufhin habe R2 Klagen in Europa erhoben. Laut Financial Times, die zuerst über das Verbot berichtet hatte, erklärte das deutsche Bundespatentamt das fragliche Patent im Vorjahr für in Deutschland gültig. In Großbritannien sei ein paralleler Rechtsstreit anhängig.

(ds@heise.de)

# Secure Boot: Neue Shim-Versionen nötig

**Eine schwerwiegende Sicherheitslücke zwingt Linux-Distributionen, den für Secure Boot nötigen Shim in einer neuen Version signieren zu lassen – das dauert.**

Shim, auf Deutsch „Unterlegscheibe“, ist laut Eigenbeschreibung eine „triviale EFI Applikation“, ersonnen einzig, um damit auf handelsüblichen Windows-Computern auch andere vertrauenswürdige Betriebssysteme mit Secure Boot zu starten. Ende Januar wurde öffentlich, dass im Shim eine aus der Ferne ausnutzbare Sicherheitslücke (CVE-2023-40547) klafft.

Denn dieser dann doch nicht ganz so triviale Bootloader kann auch ISO-Abbilder mittels HTTP herunterladen und booten. Dabei vertraut er den HTTP-Antworten jedoch ungefiltert. Angreifer können durch manipulierte HTTP-Antworten außerhalb der eigentlichen allokierten Speicherbereiche schreiben (Out-of-bound write primitive) und so das ganze System kompromittieren. Dazu muss der Angreifer sich in die Kommunikation mit dem

Bootserver einschleichen, etwa als Man-in-the-Middle, oder den Server selbst kontrollieren, wie die Sicherheitsfirma Eclypsium in einem Blogpost schreibt. Die Lücke wurde neben weiteren in Shim 15.8 gefixt. Doch bis diese Version als Update bei den Anwendern landet, kann es noch dauern, denn der Shim muss vorher signiert werden und da wird es kompliziert.

Bei eingeschaltetem Secure Boot prüft die UEFI-Firmware den Bootloader mittels im System hinterlegten Schlüsseln. Bei fast allen PC-Herstellern sind dies nur Schlüssel von Microsoft. Daher hat die Open-Source-Szene mit dem Windows-Hersteller eine pragmatische Kooperation ersonnen: Microsoft signiert nur den Shim. Dieser verfügt über eine eigene Schlüsselverwaltung, mit der er die Signaturen des Bootloaders (GRUB2) überprüft, der wiederum die des Linux-Kernels und der Kernelmodule kontrolliert. Distributionen, die einen eigenen Shim nutzen wollen, müssen ihn in einem GitHub-Repository zur Begutachtung vorlegen (Shim-Review), welche von Freiwilligen durchgeführt wird. Geben die ihre Zustimmung, signiert Microsoft den Shim.

Doch die Begutachtung ist aufwendig und es mangelt an Freiwilligen. De facto begutachten Red Hat, Ubuntu, openSUSE & Co. ihre Shims und Bootprozesse gegenseitig, müssen also Mitarbeiter abstellen, um einen Konkurrenten zu begutachten. Gerade bei unbekannten und neuen Betriebssystemanbietern dauert es oft mehrere Monate, bis ein Review erfolgreich absolviert ist. Noch keines der Reviews für Shim 15.8 war zu Redaktionsschluss erfolgreich abgeschlossen.

Die sehr begrenzten Ressourcen sind auch der Grund, warum in Shim-Review bisher nur Bootprozesse mit GRUB2 abgesegnet wurden – Systemd-Boot war lange Tabu. Doch den Fragenkatalog haben die Beteiligten kürzlich aktualisiert, sodass mit Shim 15.8 nun Bootprozesse mit Systemd-Boot explizit erlaubt sind. (ktm@ct.de)

**Shim-Review, Analyse und CVE-Meldung:** [ct.de/yvf5](http://ct.de/yvf5)

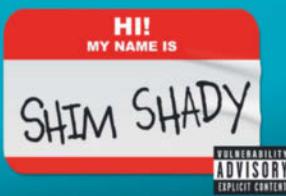
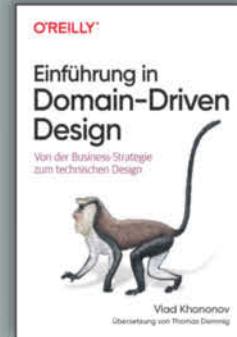


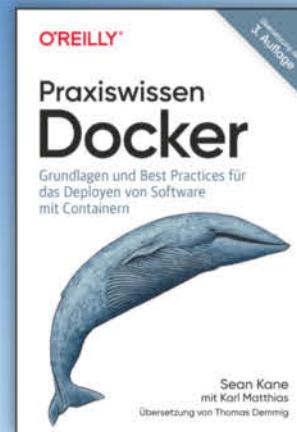
Bild: Eclypsium



ISBN 978-3-96009-195-0  
36,90 € • E-Book | Print | Bundle



ISBN 978-3-96009-241-4  
32,90 € • E-Book | Print | Bundle

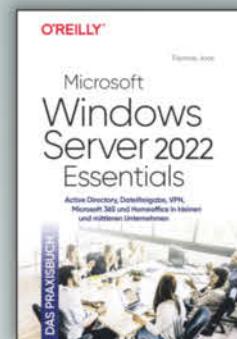


ISBN 978-3-96009-235-3  
44,90 € • E-Book | Print | Bundle

Profitieren Sie von den wertvollen Praxiserfahrungen der Docker-Veteranen Sean Kane und Karl Matthias: Ihr beliebtes Handbuch bietet einen umfassenden Einblick in Docker und zeigt, wie Container nahezu jeden Aspekt der modernen Softwarebereitstellung und -verwaltung verbessern können. Die Übersetzung der 3. US-Auflage reflektiert aktuelle Entwicklungen wie BuildKit, die Unterstützung von Multi-Architektur-Images, Rootless Container u.v.a.m. Ideal für alle, die Docker effektiv in ihre Arbeitsabläufe integrieren wollen.



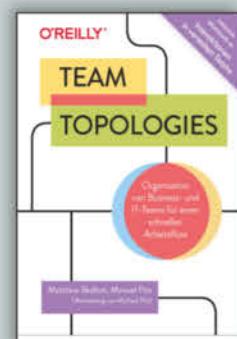
ISBN 978-3-96009-214-8  
34,90 € • E-Book | Print | Bundle



ISBN 978-3-96009-175-2  
49,90 € • E-Book | Print | Bundle



ISBN 978-3-96009-225-4  
49,90 € • E-Book | Print | Bundle



ISBN 978-3-96009-231-5  
34,90 € • E-Book | Print | Bundle

**O'REILLY®**

Deutschsprachige O'Reilly-Bücher erhalten Sie im Buchhandel sowie unter [dpunkt.de](http://dpunkt.de).

## Wi-Fi 7 wird erschwinglich

**Ubiquiti gibt mit seinem jüngst erschienenen Access-Point UniFi 7 Pro den Preisbrecher für die neue WLAN-Generation. TP-Link liefert ähnliche, aber etwas teurere Firmen-APs.**

Noch während der Messungen an den ersten Wi-Fi-7-Geräten (c't 4/2024, S. 50) kamen neue WLAN-Basen auf den Markt. Ubiquiti hat seinen Access-Point UniFi 7 Pro für gerade mal 198 Euro herausgebracht. Er funkelt in den drei WLAN-Bändern 2,4, 5 und 6 GHz gleichzeitig mit jeweils zwei MIMO-Streams. Das ergibt mit den maximalen Signalbreiten von 40, 160 und 320 MHz bis zu 690, 2880 und 5760 Mbit/s brutto per Funk.



Bild: TP-Link

**TP-Link hat mit dem EAP773 einen zum UniFi 7 Pro sehr ähnlichen AP im Programm. Er ist zwar deutlich teurer, begrenzt aber den WLAN-Durchsatz nicht mit langsamem Ethernet.**

LAN-seitig geht es mit 2,5-Gbit/s-Ethernet weiter. Das begrenzt den Netto-durchsatz auf Anwendungsebene, denn wir haben mit 2-Stream-Clients in Spitzen schon 3,7 Gbit/s gemessen. Der AP holt seine Energie übers Netzwerkkabel (PoE+, IEEE 802.3at, max. 21 Watt laut Datenblatt), die neue Wi-Fi-7-Funktion Multi-Link Operation (MLO) soll er noch per Firmware-Upgrade lernen. Das Gerät läuft controllergesteuert (ab Softwareversion UniFi Network 8.0.26) oder autonom per UniFi-App konfiguriert.

Parallel erschien der WLAN-seitig identische Access-Point Omada EAP773 von TP-Link für 536 Euro. Die Verbindung ins LAN geht über einen 10GE-Ethernetport, sodass man unter günstigen Umständen auch mehr als 2,5 Gbit/s auf Anwendungsebene bekommt. An LAN-Ports und MIMO-Streams hat der große Bruder EAP783 für 922 Euro die doppelte Zahl, er schafft also funkseitig bis zu 1380, 5760 und 11.520 Mbit/s. Beide Omada-APs arbeiten controller- oder cloudbesteuert und holen ihre Energie per Power-over-Ethernet (IEEE 802.3bt). Sie sollen laut Datenblatt maximal 26 beziehungsweise 39 Watt aus dem Switch ziehen.

Der Mesh-Node Velop Pro 7 von Linksys, den man zurzeit ausschließlich bei Amazon für 335 Euro findet, ist schon etwas länger im Markt. Er baut auf den Qualcomm-Chipsatz Networking Pro 620 mit je zwei MIMO-Streams pro



Bild: Ubiquiti

**Der Wi-Fi-7-Access-Point UniFi 7 Pro von Ubiquiti kostet nur knapp 200 Euro, soll aber Geräte gleichzeitig in drei Funkbändern über jeweils zwei MIMO-Streams mit schnellem WLAN versorgen.**

Funkband (600, 2880 und 5760 Mbit/s). Zum Internet gehts vom Router-Node über 2,5-Gbit/s-Ethernet, für interne Hosts gibt es vier Gigabit-Ports. Der WLAN-mäßig identische Wi-Fi-7-Node BE65 von TP-Link liegt preislich ungefähr gleichauf. Er hat zwar nur vier Ethernet-Ports, aber die schaffen alle 2,5 Gbit/s.

(ea@ct.de)

## Multigigabit-LAN am Schreibtisch

Für 135 Euro UVP bietet Trendnet den TEG-562 an: Der **kompakte Multigigabit-Switch** bindet bis zu vier Geräte mit maximal 2,5 Gbit/s ins LAN ein. Für den Uplink hat er zwei SFP+-Slots, in die man 10 Gbit/s schnelle Optik- oder NBase-T-Module einsetzen kann. Trendnet spezifiziert die Switching-Leistung mit 60

Gbit/s. So können alle Hosts gleichzeitig mit ihrer Maximalgeschwindigkeit auf zentrale Dienste zugreifen. Der lüfterlose TEG-562 ist nicht konfigurierbar. Laut Datenblatt soll er maximal 5,9 Watt ziehen; dazu kommt die Leistungsaufnahme der optionalen SFP+-Module.

(ea@ct.de)



Bild: Trendnet

**Der Trendnet TEG-562 holt 10 Gbit/s aus dem Backbone und reicht viermal 2,5 Gbit/s weiter.**

## FritzOS 7.80 erleichtert Setup

AVM hat nach einer mehrmonatigen Testphase FritzOS 7.80 für die Fritzboxen 5590, 5530, 7590AX und 7530AX veröffentlicht. Mit einem „Wizard“ in einem kommenden Update der MyFritz-App soll es die **Einrichtung an Glasfaseranschlüssen** leichter gelingen lassen. Außerdem wurde die Statusanzeige für die Leitung überarbeitet. Sie zeigt in der Übersicht neben den Bruttodatenraten auf der Faser unter anderem die momentane Downstream-Aktivität und Betriebsdaten des Glasfasermoduls.

(ea@ct.de)

# Halbgare Reform des Bundesdatenschutzgesetzes ist da

**Die Ampelkoalition reagiert auf Forderungen der Datenschutzbehörden sowie neue Vorgaben aus der EU und ändert das Bundesdatenschutzgesetz.**

Die Bundesregierung hat am 7. Februar ihren Entwurf für eine Änderung des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) im Kabinett beschlossen. Es ist die erste größere Reform des Gesetzes, nachdem es 2017 grundlegend an die Erfordernisse der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) angepasst worden war. Schon länger war klar, dass die Ampelkoalition mit der Änderung die Datenschutzkonferenz (DSK) als gemeinschaftliches Gremium der deutschen Datenschutzbehörden stärken will. In einem neuen Paragrafen 16a BDSG wird die ohnehin existierende DSK allerdings zwar institutionalisiert, doch anders als von Experten vielfach gefordert erhalten die DSK-Beschlüsse weiterhin keine rechtliche Verbindlichkeit.

Das jüngst ergangene Urteil des Europäischen Gerichtshofs (EuGH) gegen die Schufa (siehe c't 1/2024, S. 32) veranlasste das zuständige Bundesinnenministe-

rium, den BDSG-Entwurf im Januar dieses Jahres noch einmal anzupassen: Verbraucher bekommen im neuen Paragraf 37a Abs. 1 nun mehr Rechte gegenüber Wirtschaftsauskunfteien wie der Schufa. Künftig sollen die Scoringunternehmen Daten wie die Wohnadresse, den Namen oder personenbezogene Daten aus sozialen Netzwerken nicht mehr nutzen dürfen, um die Zahlungsfähigkeit eines Menschen festzustellen. Das gilt auch für Informationen über Zahlungseingänge und -ausgänge auf und von Bankkonten.

Die für Datenschutzgesetzgebung zuständige Bundesinnenministerin Nancy Faeser (SPD) sagte, mit dem Entwurf werde klar geregelt, dass Daten zur ethnischen Herkunft sowie Gesundheitsdaten nicht in die automatisierte Berechnung der Zahlungsfähigkeit einfließen dürfen. Demgegenüber stehen kritische Stimmen von BürgerrechtlerInnen. So monierte Patrick Breyer, EU-Abgeordneter der Piratenpartei, dass dem Entwurf „jegliche Qualitätsanforderungen an Scoringalgorithmen“ fehlen würden: „Ungenaue und unsichere Scorewerte auf spärlicher Datenbasis dürfen weiter verwendet werden. Eine exter-



Bild: Henning Schacht

**Bundesinnenministerin Nancy Faeser:**  
„Wir stärken mit unserem Gesetz die Zusammenarbeit unserer unabhängigen Datenschutzaufsichtsbehörden und sorgen damit für eine einheitlichere Praxis in Deutschland.“

ne Prüfung oder Zertifizierung der Zuverlässigkeit des Scoringverfahrens wird nicht vorgeschrieben.“ (hob@ct.de)

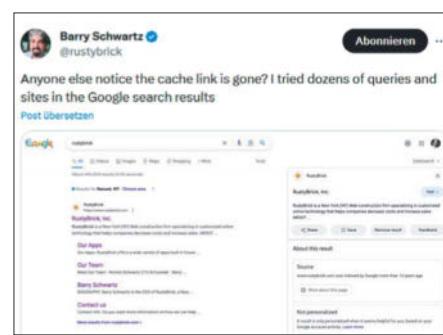
## Google Cache eingestampft

Google hält in der Suche **keine archivierten Versionen von Webseiten mehr**. Der öffentlich zugängliche Cache ist verschwunden. Er sei eine der ältesten Funktionen gewesen und habe Menschen helfen sollen, die eine gewünschte Seite aus unterschiedlichen Gründen nicht öffnen konnten, teilte der US-Konzern via X mit. Weil sich die Verfügbarkeit von Webseiten spürbar verbessert habe, sei entschieden worden, ihn in den Ruhestand zu schicken.

Googles Cache war ein Nebenprodukt der Indexierung des Webs: Wenn ein Crawler der Suchmaschine eine Webseite besuchte, erfasste er ihren Inhalt und Google machte die entstandene Kopie jahrelang öffentlich zugänglich. Damit ließ sich eine Seite nicht nur einsehen, wenn das Original aus irgendeinem Grund offline war; auch zwischenzeitliche Änderungen konnte man so nachverfolgen. Außerdem bekam man einen Eindruck davon, wie eine Seite für den Crawler aussah. Gleichzeitig dürfte die Praxis bei

Google eine erhebliche Menge an Speicherplatz gebunden haben.

Wer nun in alten Versionen von Webseiten herumstöbern möchte, ist auf die Wayback-Machine angewiesen, das mit Abstand umfangreichste Webarchiv. Für viele Seiten lassen sich auch dort Veränderungen zurückverfolgen. Man erwäge, diese künftig in Suchergebnissen zu verlinken, erklärte Google. (hob@ct.de)

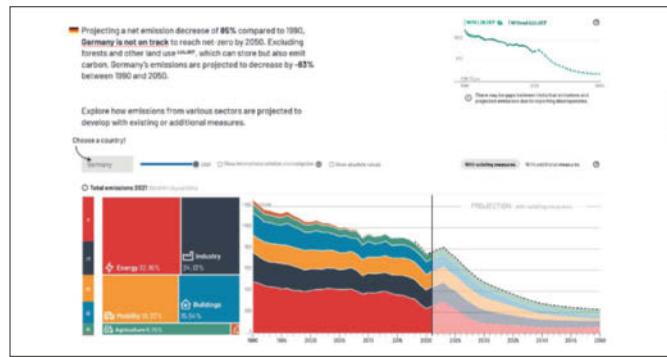


**Dem US-Journalisten Barry Schwartz fiel als erstes auf, dass die Cache-Links fehlen.**

## Schnelle Überweisungen

Nach dem EU-Rat hat Anfang Februar auch das Europaparlament die **Verordnung über „Sofortüberweisungen in Euro“** verabschiedet. Kunden von Banken im SEPA-Raum müssen Überweisungen in Euro demnach **künftig in Echtzeit abwickeln** können. „Echtzeit“ bedeutet, dass das Geld unabhängig von Tag und Uhrzeit nach zehn Sekunden auf dem Empfänger-Konto liegt und der Zahler darüber informiert ist. Der Service darf nicht teurer sein als die weiterhin mögliche Standard-Überweisung. In Deutschland nennt man den Vorgang auch „Echtzeitüberweisung“.

Außerdem müssen die Geldhäuser künftig bei sämtlichen Überweisungen IBAN und Empfängername abgleichen und Abweichungen anzeigen (c't 1/2024, S. 122). Die Verordnung tritt voraussichtlich Ende März 2024 in Kraft. Die Banken haben dann gut 18 Monate Zeit, die neuen Vorschriften umzusetzen. (mon@ct.de)



## Emissionen nach Plan?

[emission-tracker.eu](https://emission-tracker.eu)

Ob die EU-Staaten ihre CO<sub>2</sub>-Emissionsziele einhalten, zeigt seit Anfang Februar die Website **EU Emission Tracker**. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen jedes Staates von 1990 bis 2050 werden dort als Kachel grafisch dargestellt. Die Daten dazu melden die nationalen Umweltbehörden an die Europäische Umweltagentur. Die Grafiken zeigen, ob die Staaten mit ihrer Gesetzgebung bis zum 1. Januar 2022 das Netto-Null-Ziel bis 2050 erreichen oder verfehlten. Aktuell haben nur zwei Staaten eine grüne Grafik, würden also das Ziel erreichen: Schweden und Finnland.

Nach einem Klick auf eine der Grafiken erscheinen detaillierte Informationen zum jeweiligen Staat. Zum Beispiel werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren aufgedröselt: Abfall, Energie, Gebäude, Industrie, Landwirtschaft und Mobilität. Klickt man auf einen der Sektoren, erscheinen dessen Teilbereiche, bei der Abfallentsorgung etwa Feststoffentsorgung (Emissionen von Müllkippen), Abwasserbehandlung und -einleitung sowie Müllverbrennung.

In den FAQ ganz unten erfahren Besucher zum Beispiel, dass die historischen Emissionsdaten von der UN-Klimarahmenkonvention UNFCCC stammen. Anfang 2025 sollen die Projektionen auf den Stand der Gesetze bis zum 1. Januar 2024 gebracht werden und dann auch die Auswirkungen des Kriegs in der Ukraine berücksichtigen. Der Emission Tracker ist ein Projekt des österreichischen Vereins Klima-Dashboard. [\(gref@ct.de\)](mailto:(gref@ct.de))

## Plattformtransparenz

[transparency.dsa.ec.europa.eu](https://transparency.dsa.ec.europa.eu)

[transparency.dsa.ec.europa.eu/dashboard](https://transparency.dsa.ec.europa.eu/dashboard)

Seit August 2023 müssen Anbieter großer Onlineplattformen der EU jede Nutzerbeschwerde zu möglicherweise illegalen Inhalten melden. Das besagen die Meldepflichten für die so genannten Very Large Online Platforms (VLOP) im EU-Plattformgesetz Digital Services Act. Die VLOPs müssen die Beschwerden über eine Programmierschnittstelle (API) als Fall an die EU übergeben und erklären, ob der Inhalt daraufhin entfernt wurde. Die EU möchte so einen Überblick über die Probleme gewinnen, die Anbieter mit inkriminierten Postings, Bildern oder Videos haben.

Außerdem will sie die Lage transparent machen, beispielsweise für Forscher, Journalisten, aber auch für interessierte Bürger. Im September 2023 stellte die EU erstmals ein rudimentäres Webinterface bereit, mit dem sich die **DSA Transparency Database** einsehen lässt. Nun hat die Transparenzdatenbank ein schickes **Dashboard** erhalten, das bessere und tiefere Einblicke ins Meldegeschehen der großen Plattformen gewährt. Bis Anfang Februar 2024 seien über das API bereits mehr als drei Milliarden Meldungen eingegangen, teilte das DSA-Transparenz-Team der EU-Kommission jüngst mit.

Auf dem Dashboard wählt man über das Hamburger-Menü Filter aus, beispielsweise eine bestimmte Plattform wie X, Facebook, TikTok oder YouTube. Auch den Inhaltstyp sowie die gemeldete Art des Rechtsverstoßes kann man selektieren. Die Anbieter müssen angeben, wer die mutmaßlichen Verstöße gemeldet hat: eine interne KI oder Nutzer. Auch dies lässt sich in der Ansicht trennen. Für die grafische Aufbereitung der Ergebnisse nutzt das Transparenz-Team Microsofts Power BI. [\(hob@ct.de\)](mailto:(hob@ct.de))

## Öffentliche Daten abfragen mit Google

[datacommons.org](https://datacommons.org)

Mit seiner Website **Data Commons** möchte Google öffentliche Daten leichter zugänglich machen. Derzeit sammelt das Tool unter anderem Daten von der WHO, dem United States Census Bureau und Eurostat. Im September 2023 baute Google eine Bedienschnittstelle mit seinem Sprachmodell PaLM in den Dienst ein. PaLM soll englischsprachige Nutzerfragen verstehen, die Data Commons mit passenden Grafiken inklusive Quellen pariert; die KI beeinflusst also nicht die Grafiken.



Über der Eingabemaske steht allerdings „early preview“ und die Funktion befindet sich offensichtlich noch in der Entwicklung. In einem kleinen Test verstand die KI unsere Fragen nicht, manchmal wies sie auf fehlende Ortsangaben hin, oft bekamen wir nur Grafiken, die mit einzelnen Stichworten aus unserer Frage zu tun hatten. Wer etwas weiter nach unten scrollt, kann bei Data Commons ohne KI durch Grafiken, Zeitstrahlen und Länder stöbern. [\(gref@ct.de\)](mailto:(gref@ct.de))

Diese Seite mit klickbaren Links: [ct.de/ye5h](https://ct.de/ye5h)



1blu

10  
.de-Domains  
inklusive!

## Eiskaltes Angebot: **1blu-Homepage Cool**

**10 .de-Domains inklusive**

- > 75 GB Webspace
- > 750 E-Mail-Adressen
- > 70 GB E-Mail-Speicher
- > 70 MySQL-Datenbanken
- > Kostenlose SSL-Zertifikate per Mausklick
- > Viele 1-Klick-Apps inklusive
- > Webbaukasten & Webkonferenzlösung

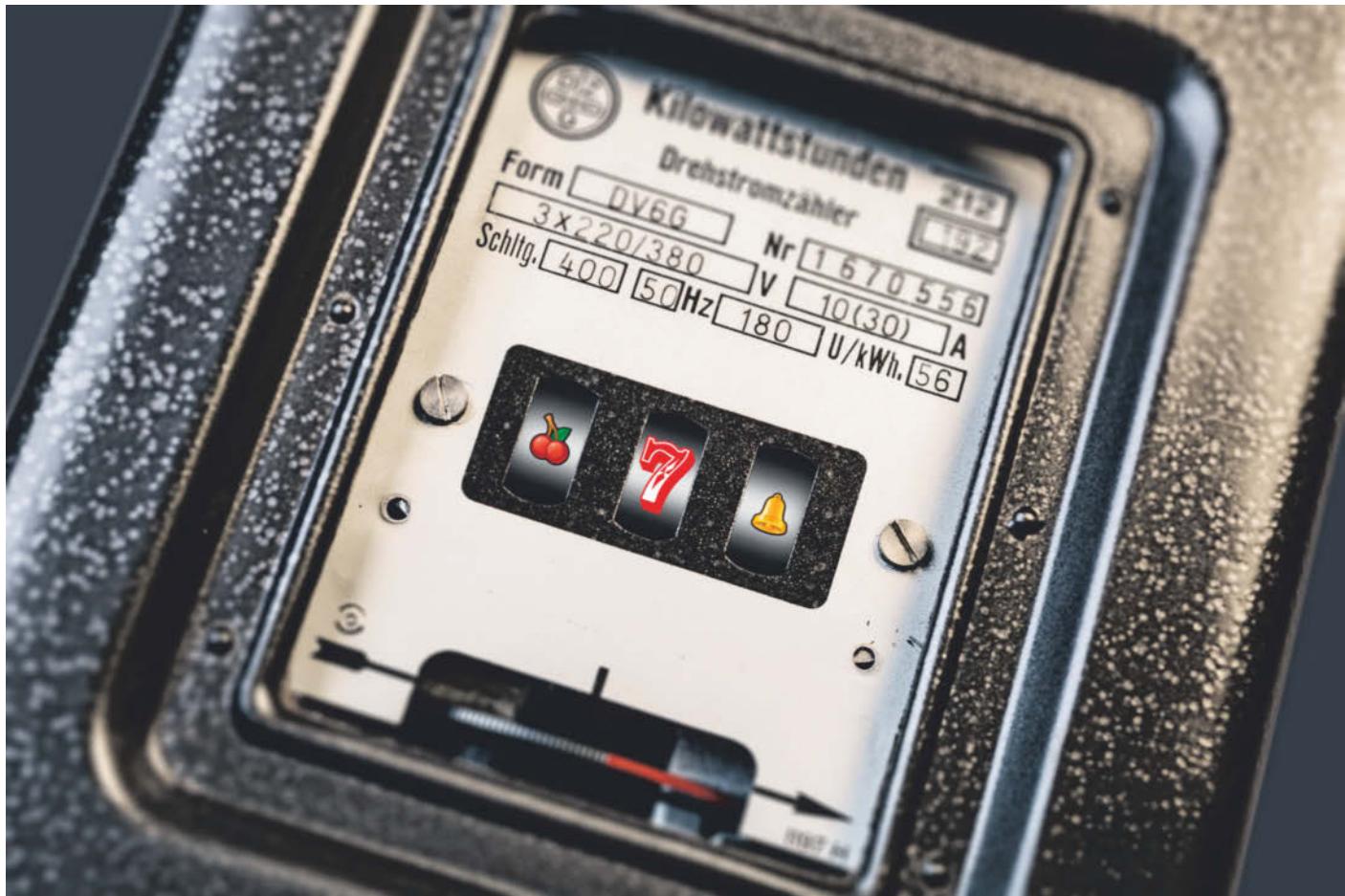
2,29  
€/Monat\*



Angebot noch  
bis 29.02.2024!  
Preis gilt dauerhaft.

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

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



# Verzählt

## Überhöhte Rechnung wegen defektem Stromzähler

**Wenn ein Zähler nachweisbar nicht mehr ordentlich arbeitet, müssen die Versorger den Verbrauch anhand des bisherigen Verbrauchs schätzen. In der Praxis schieben sich Lieferant und Messstellenbetreiber die Verantwortung zu, mit verheerenden finanziellen Folgen für den Kunden.**

Von Tim Gerber

**S**ein einem guten halben Jahrzehnt bezog Werner H. Strom für seinen Haushalt von der Energiegut GmbH, einem zu den Stadtwerken Duisburg gehörenden Versorgungsunternehmen. Sein Verbrauch lag stabil bei ziemlich genau 5000 Kilowattstunden im Jahr, was etwa dem Durchschnitt für einen Vierpersonenhaushalt entspricht. Mit der Abrechnung gab es nie Probleme. Einmal im Jahr forderte das Energieunternehmen den Zählerstand an, worauf Werner H. ihn an dem betagten, aber zuverlässigen Zähler ablas und per Post einsandte. Ein paar Wochen danach erhielt er dann die Jahresabrechnung.

Die Ablesungen erfolgten jedes Mal Anfang Mai. Zwischen dem 7. Mai 2017 und dem 7. Mai 2020 hatte der Kunde insgesamt wenig mehr als 15.000 Kilowattstunden verbraucht, der letzte Zählerstand betrug 281.579 Kilowattstunden. Im Jahr

2021 ging die Ablesung aus nicht mehr nachzuverziehenden Gründen unter, der Energieversorger legte seiner Jahresrechnung deshalb einen statistisch ermittelten Verbrauch zugrunde, wie es in § 40a Absatz 2 des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) vorgesehen ist. Heraus kamen für den Zeitraum von Mai 2020 bis Mai 2021 realistische 5722 Kilowattstunden.

Am 1. Mai 2022 las Werner H. den Zähler wieder ab und der zeigte nun völlig unerklärliche 351.861 Kilowattstunden an. Seit der letzten Ablesung vor zwei Jahren sollte Werner H. also 70.282 Kilowattstunden Strom verbraucht haben. Abzüglich der mit der Rechnung vom Mai 2021 bereits bezahlten 5722 Kilowattstunden wollte der Duisburger Energieversorger laut Rechnung vom 19. Januar 2023 noch 64.644 Kilowattstunden bezahlt haben, woraus abzüglich bereits bezahlter Ab-

schläge ein Rechnungsbetrag von schwindelerregenden 16.163 Euro resultierte. Von Februar 2023 an sollte der Kunde nun Abschläge von 3697 Euro monatlich für den Stromverbrauch seines Durchschnitts- haushaltes bezahlen.

## Horrorechnung

Unverzüglich widersprach Werner H. per E-Mail der exorbitanten Rechnung und bat um eine umgehende Prüfung seines Stromzählers. Den Rechnungsbetrag buchten die Duisburger Versorger Anfang Februar ab, woraufhin Werner H., die Lastschrift am 10. Februar über seine Bank zurückrief und erneut den Energieversorger anschrieb und um Prüfung bat. Er sei bereit, bis zur endgültigen Klärung der Sache einen Abschlag von 300 Euro zu zahlen, die geforderten knapp 4000 Euro könne er allerdings nicht aufbringen.

Am selben Tag informierte der Kunde auch den Netzbetreiber, die zum e-on-Konzern gehörende Westenergie AG, widersprach auch ihr gegenüber der Messung des Stromzählers und bat Westenergie ebenfalls um Prüfung desselben. Bei dem Zähler handelt es sich um ein betagtes Modell Baujahr 1988 mit elektromechanischem Ferraris-Zählwerk. Eigentlich gelten diese Zähler als recht zuverlässig und derartige Ausreißer sind ausgesprochen selten.

Da er auf seine Schreiben vom Februar keine Antwort erhielt, erinnerte Werner H. beide Unternehmen mit Briefen jeweils vom 3. März erneut an die allfällige Prüfung des Stromzählers. Von Energiegut erhielt er als Antwort am 26. April lediglich eine „fristlose“ Kündigung seines Stromliefervertrages zum 19. Mai 2023.

Mit Westenergie kam Anfang April immerhin ein Termin für eine Prüfung des Zählers für den 17. April zustande. Mit Schreiben vom 2. Mai übersandte die Westenergie Metering GmbH dem Kunden den Messschein, aus welchem ersichtlich sei, „dass der Zähler die in der Verwaltungsvorschrift „Gesetzliches Messwesen – Allgemeine Regelung“ (GM-AR) gestellten Anforderung nicht erfüllt hat“, wie es in dem Schreiben des verantwortlichen Messstellenbetreibers hieß. Dem Prüfprotokoll waren Messabweichungen von mehr als 226 Prozent zu entnehmen. Der Prüfzeitraum betrug allerdings nur zwei Stunden, sodass nicht auszuschließen ist,



dass der Zähler über den Zeitraum von zwei Jahren erheblich größere Fehlmes- sungen abgeliefert hat.

Doch die beiden Energieunterneh- men zeigten sich nicht bereit, Korrekturen an der Verbrauchsabrechnung vorzu- nehmen. Also wandte sich Werner H. am 6. Mai mit seinem Problem an die Schlichtungsstelle Energie. Die eröffnete am 8. Mai ein Schlichtungsverfahren und teilte Werner H. das Aktenzeichen 9566/23 mit. Im Juli 2023 informierte ihn die Schlichtungsstelle, dass die be- teiligten Versorgungsunterneh- men nun angeschrieben worden seien und innerhalb von drei Wochen zu der Sache Stellung nehmen sollen.

Im Oktober teilte die Schlichtungs- stelle mit, dass im ersten Schritt keine Einigung mit den Unternehmen erzielt worden sei, sodass das Verfahren nun in die zweite Stufe gehe. In diesem Schritt soll die Schlichtungsstelle nach der Ver- fahrensordnung einen Schlichtungsvor- schlag machen. Das ist bis heute nicht erfolgt, obwohl die Verfahren eigentlich innerhalb von drei Monaten abgeschlos- sen sein sollen.

## Viele Fragen

Ende Dezember wandte sich Werner H. mit seinem recht abstrusen Fall an die Redaktion und legte uns alle seine Rechnun- gen sowie das Schreiben mit dem Prüf- protokoll des Zählers vor. Wir wandten uns daraufhin am 9. Januar an die Presse- stellen von Westenergie und Duisburger Versorgungs- und Verkehrsgesellschaft mbH als Muttergesellschaft des Stromlieferanten Energiegut und stellten zahl- reiche Fragen zur Beschaffenheit des Zählers sowie zum Datenaustausch zwischen den Beteiligten im Fall von Werner H. Warum hatte man dem Kunden trotz sei- nes doch nachweislich berechtigten Wi- derspruchs gegen die abnorme Rechnung den Vertrag gekündigt? Warum hatte der Messstellenbetreiber den Energieversor- ger nicht über den Ausfall des Zählers in- formiert?

Von Energiegut erhielten wir am 16. Januar eine Antwort: „Unsere Fachabtei- lung ist derzeit in der Bearbeitung des Fal- les. Gerne würden wir schnellstmöglich eine Rechnungskorrektur durchführen und Herrn H. eine korrigierte Rechnung zusen- den. Leider stehen hierfür noch Daten des Netzbetreibers sowie der Westenergie Me- tering GmbH aus, die wir angefragt haben.

Allerdings haben wir bislang weder auf schriftliche noch auf telefonische Aus- kunftsersuchen Antworten erhalten. So- bald die erforderlichen Informationen vor- liegen, werden wir die Rechnungskorrektur final durchführen und Herrn H. eine korri- gierte Rechnung zusenden.“

Mit dieser Aussage konfrontierten wir die Westnetz AG am 25. Januar. Nach einigem Hin und Her erhielten wir dann am 31. Januar eine aussagekräftige Aus- kunft: Beim hausinternen Beschwerde- management habe sich gezeigt, dass der Westenergie ein Fehler unterlaufen sei. Normalerweise hätte drei Monate nach dem Zählerwechsel im April 2023 eine Kontrollablesung erfolgen sollen, damit nach dem Zählerwechsel eine gewisse Datengrundlage zum Verbrauch vorliege. Diese Ablesung sei im Dezember beauf- tragt und jetzt noch einmal priorisiert worden.

Der Zähler aus dem Jahr 1988 sei wie vorgeschrieben alle fünf Jahre geeicht wor- den. Die letzte Eichung fand im Jahr 2019 statt und galt bis 2024. Nach einer Analyse des konkreten Falles werde der Strom- verbrauch nun auf Basis des Fehlerbefun- des korrigiert. Bis Redaktionsschluss war das allerdings noch immer nicht erfolgt.

Mit der Liberalisierung des Energie- marktes ging einst das Versprechen ein- her, dass private Anbieter kundenfreund- licher und flexibler sein würden als die staatlichen Stadtwerke alter Prägung. Der Fall von Werner H. lässt erheblich an dieser These zweifeln. Auch hätte ein Zivil- gericht das Verfahren wohl längst abge- schlossen – im Gegensatz zum überlangen Schlichtungsverfahren allerdings nicht ohne Kosten.

(tig@ct.de) ct



**Bereits im April 2023 wurde festgestellt, dass der Stromzähler von Werner H. defekt war. Die darauf beruhende, exorbitante Rechnung hat der Energie- versorger bis heute nicht korrigiert.**

# Die Schirm-herren

Google gibt neue Spielregeln für Werbung und Werbeblocker vor



Neue Spielregeln für Werbeblocker .....	Seite 52
Zwölf Adblocker im Vergleich .....	Seite 56
Pi-hole und Adguard im lokalen Netz einrichten .....	Seite 64

# Im Laufe dieses Jahres baut Google seinen Browser Chrome an mehreren Stellen um. Die Auswirkungen betreffen die gesamte Onlinewerbeindustrie, Websitebetreiber, die Entwickler von Werbeblockern und nicht zuletzt die Nutzer.

Von Jo Bager

Onlinewerbung ist ein wichtiger Wirtschaftsfaktor. Hierzulande geben Unternehmen rund 5,5 Milliarden Euro pro Jahr dafür aus. Das besagen die Zahlen des Online-Vermarkterkreis (OVK) im Bundesverband der digitalen Wirtschaft.

Medien, Download-Sites, soziale Netze, Spieleplattformen: Website-Betreiber sind auf Werbung angewiesen; sie hilft, die Technik- und Personalkosten zu refinanzieren. Manches Angebot würde es ohne Werbung allenfalls nur in eingeschränkter Form geben. Und die Bedeutung der Onlinewerbung wächst weiter.

Das gilt zum Beispiel auch für die c't: Ihr Abo macht zwar den Großteil unserer Einnahmen aus; die Werbung auf unseren Webseiten trägt aber zum Umsatz bei. Nur so können wir langfristig den besten IT-Journalismus bieten.

## Werbeflut nervt

Etliche Website-Betreiber übertreiben es aber mit der Werbung und überfrachten ihre Websites mit zu viel Bannern, selbst abspielenden Videos und anderen ablenkenden Inhalten. Nutzer behelfen sich dagegen mit Werbeblockern, die die störenden Elemente ausfiltern. Rund 35 Prozent der Internetnutzer haben einer Statistik des Marktforschungsunternehmens GWI zufolge im Jahr 2022 hierzulande einen Werbeblocker benutzt. Weltweit waren es knapp 36 Prozent.

Es gibt eine große Bandbreite von Werbeblockern verschiedener Bauweise. Der Artikel ab Seite 56 vergleicht 12 Werbeblocker in puncto Blockierwirkung, Anpassbarkeit und Nutzungskomfort und zeigt, welcher Typ Werbeblocker sich für welchen Einsatzzweck eignet. Der Artikel auf Seite

64 gibt Ihnen Tipps für die Einrichtung der Werbeblocker Pi-hole und Adguard.

## Ware Verbraucherdaten

Onlinewerbung geht mit Tracking einher. Die Werbeindustrie nutzt Tracking, um einzelne Surfer und deren Browser wiederzuerkennen. Das ermöglicht lukrative Werbeformen wie das Retargeting: Hat sich ein Kunde im Web für ein Produkt interessiert, bekommt er es in der Folge überall zu sehen. Vielleicht hat er es ja noch nicht gekauft und die penetrante Werbung überredet ihn dazu. Während eine Seite lädt, läuft für bestimmte Werbeplätze eine regelrechte Versteigerung ab. Die Website annonciert den Werbeplatz dazu auf einer Versteigerungsplattform: „Ich habe hier ein Skyscraper-Banner (Hochformat) für einen 50- bis 55-jährigen kaufkräftigen Mann, der sich für Autos interessiert.“ Auf dieses Angebot bieten dann mehrere Dienstleister, derjenige mit dem besten Angebot erhält den Zuschlag und darf seine Werbung ausspielen.

Damit solche Werbeformen funktionieren, müssen Website-Betreiber und ihre Werbepartner in großem Stil Daten über die Surfer erheben und untereinander austauschen. Typischerweise wirken dabei zwischen den werbenden Unternehmen und den Website-Betreibern etliche Dienstleister mit, die Tracking-Daten über die Website-Besucher hin- und herschieben.

Der Website-Betreiber weiß durch diese Struktur in der Regel nicht, wer bei ihm zu einem bestimmten Zeitpunkt gerade wirbt (und nebenbei Daten einsammelt) – und holt sich vom Besucher qua DSGVO-Consent-Banner die Erlaubnis für alle potenziell infrage kommenden Partner ab. Wer sich mal die Mühe macht, im Consent-Banner die Option „Werbeoptionen anpassen“ oder ähnlich anzuklicken, findet nicht selten Hunderte von Unternehmen.

## Neue Werbefundamente

Eine wichtige technische Grundlage für das Tracking sind die sogenannten Third Party Cookies. Damit erkennen Werbeunternehmen einzelne Nutzer bei ihren Besuchen auf verschiedenen Websites wieder und können die so gesammelten Informationen zu einem Profil zusammenfügen.

Viele Browser blockieren Third Party Cookies schon seit Langem beziehungsweise machen es Benutzer mit ihren Standardeinstellungen leicht, sie zu unterdrücken. Dazu gehören Safari, Firefox, Brave, Vivaldi und weitere. Ihre Hersteller wollen so ihre Nutzer vor Tracking schützen. Das Schwergewicht der Branche, Chrome, blockiert Third Party Cookies bisher aber noch nicht. Chrome hat weltweit einen Marktanteil von rund 65 Prozent, in Deutschland liegt er bei rund 50 Prozent.

Nach jahrelangem Vorlauf hat Google Anfang dieses Jahres damit begonnen, in Chrome die Drittanbieter-Cookies nach und nach zu deaktivieren. Bis zur zweiten Hälfte 2024 sollen dann keine Chrome-Instanzen mehr Fremdanbieter-Cookies speichern.

## Chrome als zentrale Werbeinfrastruktur

An Stelle des unkontrollierten Trackings mit Third Party Cookies stellt das Unternehmen ein eigenes Konzept namens Privacy Sandbox. Es soll die Privatsphäre der Nutzer im Internet verbessern, aber zugleich für Werbetreibende und Websites die Möglichkeit erhalten, auf die Interessen der Nutzer zugeschnittene Werbung präsentieren zu können.

Dreh- und Angelpunkt ist Chrome. Der Browser stellt zukünftig eine Reihe von Funktionen bereit, die bisher mit Cookies realisiert worden sind. So erkennt Chrome die Interessen des Surfers anhand der Websites, die er besucht, und der Häufigkeit seiner Besuche.

Diese auch Topics genannte Funktion der Privacy Sandbox ist bereits implementiert. Sie finden Sie in Chrome unter „Datenschutz und Sicherheit/Datenschutz bei Anzeigen/Werbethemen“. Dort sollen Sie zukünftig auch eigene Themen vorgeben können, um auf Ihre Interessen zugeschnittene Werbung zu erhalten.

Zur Privacy Sandbox gehört auch „Von Websites vorgeschlagene Werbung“. Damit sollen Werbetreibende ohne Cookies weiterhin Retargeting betreiben können. Eine Website gibt damit Informatio-

Chrome-Nutzer können die von der Sandbox gesammelten Daten in den Optionen einsehen und feintunen – oder ihre Funktionen abschalten.

nen an Ihre Chrome-Instanz weiter, zum Beispiel, dass Sie an einem bestimmten Smartphone interessiert sind. Wer später eine andere Website besucht, dem kann Chrome dort unter Umständen Werbung für Laufschuhe präsentieren, die von der ersten Website vorgeschlagen wurde.

Mit „Erfolgsmessung von Anzeigen“ können Website-Betreiber zudem die Leistung ihrer Anzeigen analysieren. Website-Betreiber greifen über eine Programmierschnittstelle auf die in Chrome gespeicherten Informationen zu und passen ihre Werbeausspielung darauf an.

Viele Aufgaben, die bisher in einem verteilten Ökosystem auf viele Dienstleister verteilt waren – zum Beispiel Echtzeit-Auktionen auf Werbeplätze –, übernimmt jetzt an zentraler Stelle also Chrome. Dem Rest der Werbewelt stellt der Browser seine Daten und Funktionen via Programmierschnittstellen zur Verfügung. Über das Topics API zum Beispiel greifen Werbetreibende auf Interessenkategorien zu. Und das Protected Audience API ermöglicht es Chrome, selbstständig Anzeigenauktionen durchzuführen.

In puncto Datenschutz ist die Privacy Sandbox verglichen mit den Third Party Cookies auf jeden Fall eine Verbesserung: Der Nutzer hat die Kontrolle, was der Browser über ihn weiß; Schattenprofile wie mit Cookies macht dieser Ansatz schwerer. Allerdings lässt sich auch damit Tracking betreiben, warnt die Freiheitsrechte-Organisation Electronic Frontier Foundation (EFF). Außerdem erhalte Google mit der Privacy Sandbox mehr Einfluss auf das Werbegeschäft als ohnehin schon. Alle Funktionen der Privacy Sandbox lassen sich in den Optionen von

Chrome abschalten. Wer nicht getrackt werden will, sollte das tun.

### Cookie-Ersatz dringend gesucht

Weil der Nachfolger der Third Party Cookies ausgerechnet von einem Online-Marketing-Riesen stammt – Google – ist er auch in der Onlinewerbewirtschaft nicht gerade beliebt. Jan Oetjen, Chef von GMX und Web.de, sagte dazu dem Spiegel, er befürchte, dass durch die Privacy Sandbox die Abhängigkeit von Google noch stark steigt. Die Werbeunternehmen bezweifeln auch, dass sich ohne Cookies die gleichen Werbeerlöse erzielen lassen wie bisher.

Als Ersatz werden immer wieder das sogenannte kontextbezogene Targeting, Website-übergreifende IDs (Universal ID) und die Nutzung von sogenannten First-Party-Daten genannt. Beim kontextbezogenen Targeting präsentiert die Website dem Benutzer Anzeigen, die zum Thema der aktuellen Seite passen. Website-übergreifende IDs sollen Nutzer fast so wie Cookies überall dort wiedererkennbar machen, wo er sie einsetzt.

Mit den von Besuchern gesammelten und ausgewerteten First-Party-Daten könnten Website-Betreiber zum Beispiel Kohorten bilden, um Benutzern mit ähnlichen Profilen die gleiche Werbung zu kommen zu lassen. So recht hat sich aber bislang keine der potenziellen Ersatzlösungen durchgesetzt.

Die Website-Betreiber werden sich spätestens dann etwas einfallen lassen müssen, wenn die Umsätze der lukrativen Werbeformen auf Basis von Cookies wegfallen. Und diese Reaktionen könnten sie bei allen ihren Besuchern ausprobieren, nicht nur bei den Chrome-Nutzern: Vielleicht werden sie versuchen, ihren Besuchern neue IDs aufzudrängen – oder sie packen ihre Websites mit noch mehr Werbung voll als ohnehin.

Wie sich genau der Wegfall der Cookies im Werbemarkt auswirkt, kann derzeit niemand genau vorhersagen. Die Auswirkungen dürften aber auf das gesamte Web ausstrahlen – und könnten die Nutzung von Werbeblockern noch viel dringender machen als bisher.

## Blocker eingehetzt

Google macht 2024 noch mit einer andern technischen Umwälzung bei Chrome ernst. Sie verbirgt sich unter dem Begriff Manifest V3. Er steht für eine Reihe von Änderungen und Aktualisierungen der Erweiterungsarchitektur des Browsers. Sie sollen die Sicherheit, Privatsphäre und Leistung verbessern.

Google hat Manifest V3 bereits 2019 zum ersten Mal vorgeschlagen – und insbesondere von den Entwicklern von Werbeblockern viel Gegenwind erhalten. Adblocker beeinflussen bisher über das web-Request API selber, welche Inhalte sie blockieren. Das soll sich mit Manifest V3 grundlegend ändern.

Es sieht vor, das webRequest API durch das declarativeNetRequest API zu ersetzen. Damit blockieren Erweiterungen Netzwerkanfragen nicht mehr selbst. Stattdessen geben Sie dem Browser Bedingungen und Aktionen vor, die beschreiben, wie dieser Netzanfragen behandeln soll. Mit diesen Regeln bewertet und ändert der Browser sozusagen im Auftrag der Erweiterungen Netzwerkanfragen selbst – zum Beispiel blockiert er Inhalte.

Es gibt eine Reihe guter Gründe, das webRequest API durch das declarativeNetRequest API abzulösen. So ist die neue Architektur performanter. Woran sich die ursprüngliche Kritik insbesondere von den Entwicklern von Werbeblockern entzündete, ist die Anzahl der Filterregeln. Der Entwurf sah zu wenig Filterregeln vor und hätte das Aus für viele Werbeblocker bedeutet. Vivaldi hat seinem Browser als Reaktion auf die Ankündigungen in Manifest V3 einen eigenen Werbeblocker für seinen Browser eingebaut.

Dass seit der Veröffentlichung von Manifest V3 so viel Zeit vergangen ist, hat

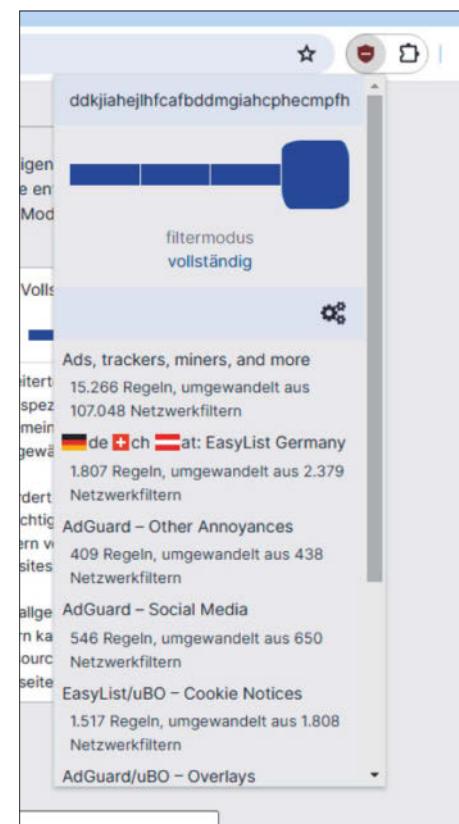
damit zu tun, dass Google sich intensiv mit Entwicklern ausgetauscht hat. Andrey Meshkov vom AdGuard-Team ist als Mitarbeiter eines Werbeblockers sicherlich nicht der Parteilichkeit für Google verdächtig. Er zeichnet im Blog des AdGuard-Projekts die Entwicklungen nach und bilanziert sie als im Großen und Ganzen positiv.

So sei eine „W3C WebExtensions Community“-Gruppe gegründet worden, in der die Browserhersteller mit Entwicklern von Erweiterungen zusammenarbeiten. Sie entwerfen jetzt gemeinsam Spezifikationen für eine gemeinsame Erweiterungsplattform, die alle großen Browserhersteller unterstützen.

Im Laufe der Zeit seien viele Probleme der Entwickler ausgeräumt worden. Er schreibt: „Obwohl Werbeblocker einen kleinen Teil ihrer Funktionen verlieren, werden sie immer noch in der Lage sein, eine fast gleiche Filterqualität wie mit Manifest V2 zu bieten.“

Mozilla hat seine kritische Haltung gegenüber Manifest V3 mittlerweile aufgegeben. Firefox unterstützt Manifest V3, den Vorgänger V2 aber weiterhin. Von AdGuard gibt es bereits einen experimentellen Blocker für Manifest V3 und Raymond Hill hat mit uBlock Origin Lite bereits eine Ausgabe für Manifest V3 herausgebracht, die in unserem Vergleich eine ähnlich gute Blockleistung wie die bisherige Version uBlock Origin zeigt.

Viele Entwickler von Erweiterungen (aller Art) hadern aber offenbar nach wie vor mit dem neuen Standard – oder kommen nicht hinterher, eine neue Version zu bauen. Der Statistik bei chrome-stats.com (siehe ct.de/ykr1) zufolge wurde bis zum Januar noch nicht einmal die Hälfte der



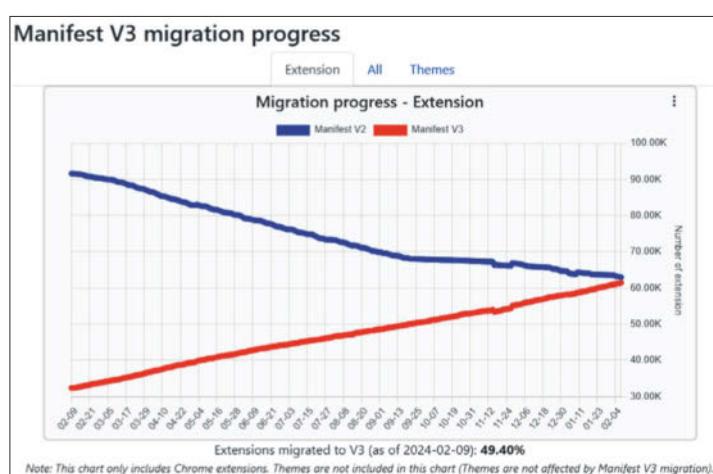
**Einzelne Hersteller von Werbeblockern haben schon Versionen für die neuen Erweiterungsschnittstellen von Google vorbereitet – hier uBlock Origin Lite.**

für V2 verfügbaren Extensions auf V3 migriert.

## Der Browser als Hebel

Bei allen Vorteilen, die Manifest V3 mit sich bringt: Google ist eine Macht auf dem Browsermarkt, deren Einfluss weit über den eigenen Browser hinausgeht. Mit Manifest V3 hat Google seinen Browser wie bei der Privacy Sandbox genutzt, um Politik zu machen. Mit der Ablösung des web-Request API durch das declarativeNetRequest API hat der Konzern eine Funktion unter seine Kontrolle gebracht, mit der bisher Werbeblocker sein Kerngeschäft beeinträchtigt haben: die Onlinewerbung.

Google wird seinen Browser Chrome im Juni 2024 auf Manifest V3 umstellen. Gut, dass es noch andere Wahlmöglichkeiten gibt. Der folgende Artikel stellt Browser mit eingebauten Werbeblockern, Werbeblocker zum Nachrüsten und Adblocker vor, die netzwerkweit außerhalb des Browsers arbeiten. (jo@ct.de) ct



**Noch nicht einmal die Hälfte der Erweiterungen waren bis Anfang Februar zu Manifest V3 migriert.**

**Technische Dokus, Migrationsstatistik:**  
**ct.de/ykr1**



Bild: Rudolf A. Blaha

# Gut beschirmt

## 12 Werbeblocker im Vergleich

**Im Kampf gegen aufdringliche Onlinewerbung haben die Browserhersteller aufgerüstet. Aber wie gut schirmen Vivaldi, Brave & Co. ihre Nutzer vor Werbemüll ab? Können es die integrierten Blocker inzwischen mit Add-ons und DNS-Blockern aufnehmen?**

Von Jo Bager

Onlinewerbung nervt: Über, unter, neben Artikeln heischen zappelnde Banner und automatisch startende Videos um Aufmerksamkeit. Pop-ups schieben sich in den Vordergrund und müssen weggeklickt werden. Manches Banner bleibt so lange starr am unteren Browserrand kleben, bis man ein Lösegeld bezahlt, sprich: ein Abonnement abschließt. Und Buttons oder „weitere Artikel“, die wie die Elemente der Website gestaltet sind, verleiten zu Fehlklicks.

Die Liste ließe sich beliebig fortsetzen. Bei vielen Websites stören derart viele Elemente die Betrachtung der Inhalte,

dass die Nutzung eines Werbeblockers einem Akt digitaler Notwehr gleichkommt.

Das gilt umso mehr, weil Werbung noch andere unerwünschte Auswirkungen haben kann, die man nicht sieht: Mit Tracking-Skripten verfolgen Werbeunternehmen die Aktivitäten der Nutzer und fügen Informationen über sie zu Profilen zusammen – ein riesiger Marktplatz, auf dem die Informationen über Abermillionen Menschen gehandelt werden (siehe S. 52).

Werbung wird zudem auch genutzt, um Unbedarften Malware unterzuschieben. Last, not least blähen Banner, Videos

## c't kompakt

- Werbeblocker unterdrücken nervige Banner und andere schädliche oder ungewollte Inhalte.
- Je nach Typ – Browser, Browser-Add-ons und DNS-Blocker – haben Werbeblocker individuelle Stärken und Schwächen.
- Viele Browsererweiterungen lassen sich sehr detailliert an die Belange des Nutzers anpassen.

und Werbeskripte Webseiten auf und bremsen ihre Performance aus.

Also weg damit! Dieser Artikel beleuchtet, wie Sie aufdringliche Onlinewerbung und andere schädliche Inhalte loswerden. Dazu vergleicht er die in die Browser Brave, Chrome, Opera und Vivaldi eingebauten Werbeblocker, die Blocker-Add-ons Adblock, Adblock Plus, AdBlocker Ultimate, AdGuard, uBlock Origin und uBlock Origin Lite sowie die DNS-basierten Blocker dismail.de und NextDNS. Weitere Produkte haben wir in den Tabel len vermerkt.

Von einem Anbieter haben wir zwei Produkte in den Test genommen. uBlock Origin Lite ist die Nachfolgeversion von uBlock Origin. Wer in Chrome den beliebten Werbeblocker nutzt, wird im Juni 2024 zwangsläufig auf die Lite-Variante umsteigen müssen: Google stellt die Erweiterungsschnittstellen seines Browsers um und uBlock Origin wird dann nicht mehr funktionieren. Auf unserem Testparcours sollte die „Lite“-Variante zeigen, ob sie so zuverlässig arbeitet wie das Original.

### Blocker-Typologie

Die drei Typen von Werbeblockern – die in die Browser integrierten, Browser-Add-ons und DNS-Blocker – haben individuelle Stärken und Schwächen und eignen sich für unterschiedliche Einsatzszenarien. Enthält der Browser einen eingebauten Blocker, ist das maximal komfortabel: Man muss nichts extra installieren, der Browser kümmert sich selbst.

Wer sich auf einen Browser eingeschossen hat, macht sich allerdings davon abhängig, dass der Hersteller den Blocker gut pflegt. Die integrierten Blocker lassen sich außerdem nicht so detailliert anpassen wie einige Add-ons.

Blocker-Add-ons sind für alle gängigen Browser verfügbar. Da die Erweiterungen mit jeder einzelnen Webseite interagieren, können sie die Performance beeinträchtigen, insbesondere im Zusammenspiel mit anderen Add-ons.

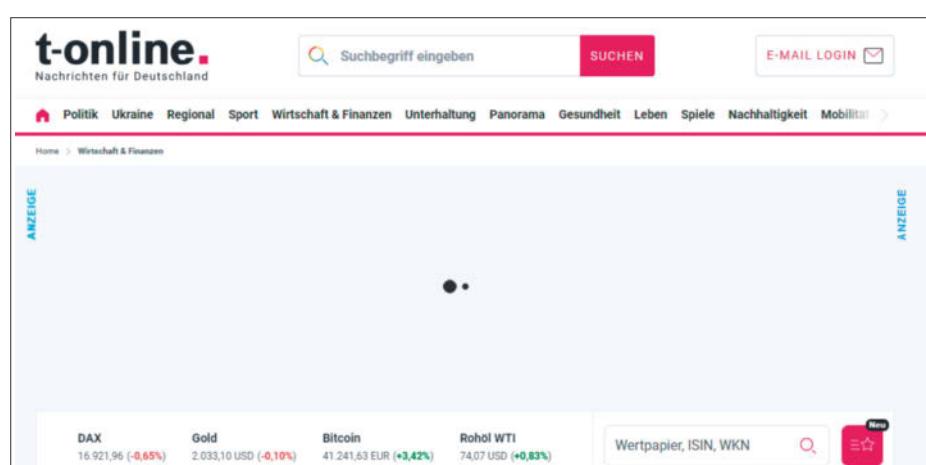
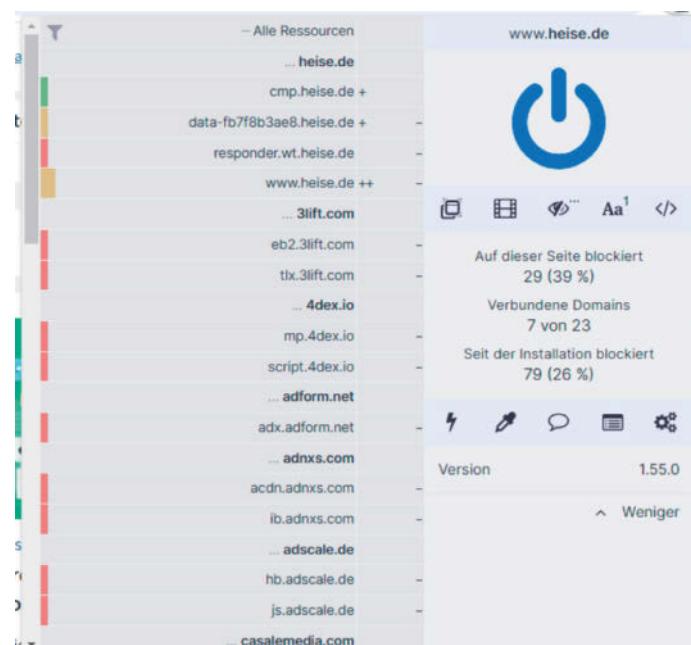
DNS-basierte Werbeblocker klinken sich als DNS-Server in den Netzverkehr ein. Fragt ein Gerät im Netz Inhalte von einem Server ab, den der Adblocker als Werbelieferanten kennt, liefert der Blocker nicht die IP-Adresse des angefragten Systems, sondern eine ungültige Adresse oder einen Fehler zurück. Das unterdrückt Werbung im gesamten Netzwerk. Werbung, die der Server eines Webdienstes selber ausspielt, lässt sich so aber nicht unterdrücken – anders als mit Lösungen im Browser, die die übertrage-

nen Inhalte kleinteiliger behandeln können.

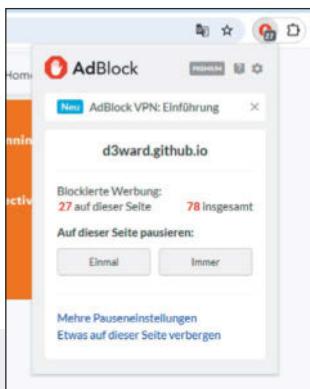
Ins Testfeld haben wir zwei gehostete DNS-Blocker genommen, dismail.de und NextDNS, die sich besonders einfach einrichten lassen. Wer es sich zutraut, einen DNS-Blocker in Eigenregie zu betreiben, für den hält der auf Seite 64 folgende Artikel Handreichungen für Pi-hole und die Home-Variante von AdGuard bereit.

### Eine Frage der Listen

Werdeblocker setzen auf Filterlisten auf. Das sind Sammlungen von Regeln, die unerwünschte Banner, Tracking-Skripte und andere störende oder schädliche Elemente auf Websites identifizieren und die Blocker anweisen, wie sie damit zu verfahren



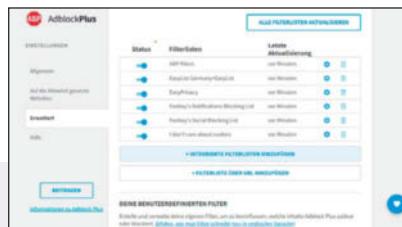
Mit NextDNS bleiben Platzhalter für die blockierte Werbung übrig, der obere sogar mit einer animierten Ladeanzeige.



## AdBlock

Bei der Installation der Browsererweiterung bittet der Hersteller um eine Spende. Für den Schutz vor Pop-ups auf Webseiten zahlt man zudem 24 Euro pro Jahr. Mit den vorgegebenen Einstellungen sind die Testergebnisse durchwachsen. Aktiviert man alle angebotenen Filter (und deaktiviert die Acceptable Ads), blockiert AdBlock fast überall zuverlässig. Bei einem Besuch der Spiele-Seite poppen allerdings noch phisiche Seiten auf. Mit dem Pop-up der Erweiterung oder dem Kontextmenü entfernt man schnell mal ein unerwünschtes Element dauerhaft.

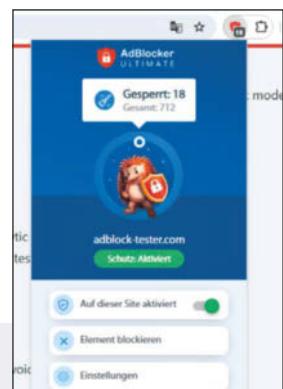
- ⬆️ interaktiver Regeleditor
- ⬇️ zu teuer



## Adblock Plus

Eine in der Erweiterung beworbene Premium-Version, die „eingebblendete Videos, Newsletter-Pop-ups und vieles mehr“ blockieren können soll, ist „in deinem Land nicht verfügbar“. Mit den Standardeinstellungen sind die Testergebnisse maus. Schaltet man Adblock Plus scharf (und die Acceptable Ads ab), sind sie auf den meisten Seiten besser. Aber die t-online-Seite blieb mit Werbung vollgepackt. Die konnten wir auch mit dem interaktiven Editor für eigene Regeln nicht loswerden.

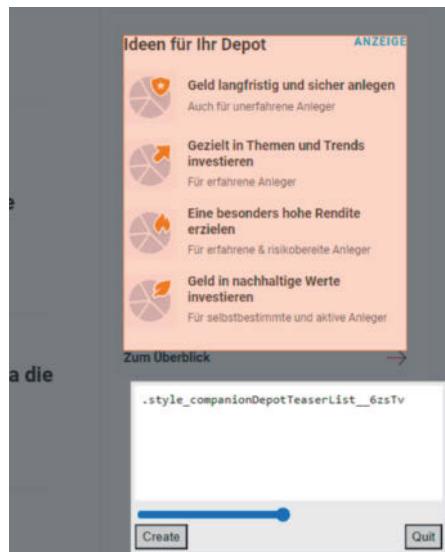
- ⬆️ einfach zu bedienen
- ⬇️ animierte Werbung im eigenen Menü



## AdBlocker Ultimate

Die Erweiterung für Chromium-Browser und Firefox enthält nach Angaben des Herstellers keinerlei Whitelist für Webseiten oder Inserenten. Ihre Blockierleistung war schon in den Standardeinstellungen gut. Nur ein paar Banner auf der t-online-Seite rutschten durch, und das auch mit den schärferen Einstellungen. Praktisch ist der Auswahlmodus: Mit der Maus klickt man auf ein Element der geöffneten Seite, AdBlocker Ultimate macht eine Blockierregel daraus – für die besuchte oder aber für alle besuchten Websites. Auf Wunsch berücksichtigt die Regel „ähnliche“ Elemente.

- ⬆️ gute Blockierleistung
- ⬆️ interaktiver Regeleditor



**Ein störendes Element ist durchgerutscht? Kein Problem, wenn der Blocker einen interaktiven Regeleditor hat wie hier Brave: Einfach das Element mit der Maus markieren – weg ist es ein für allemal.**

haben. Blocker können unerwünschte Elemente gar nicht erst laden oder auch nachträglich geladene Elemente entfernen. Listen können auch kosmetische Regeln enthalten, die das Layout der Webseiten verbessern.

Es gibt verschiedene Arten von Filterlisten für unterschiedliche Zwecke oder geografische Regionen. Viele dieser Listen stammen nicht von den Betreibern der Werbeblocker selbst, sondern werden von Freiwilligen gepflegt und stehen für alle Werbeblocker zur Verfügung. Die bekannteste und am weitesten verbreitete dieser Listen ist die EasyList, von der es auch regionale Versionen gibt.

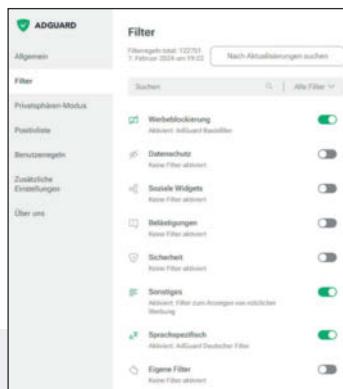
## Listen und Regionen

Darüber hinaus gibt es Dutzende weitere Listen. Unter ct.de/y8tx finden Sie Links auf weitere Listen. Benutzer wählen in den Werbeblocker-Einstellungen, welche Filterlisten sie aktivieren möchten, und können somit die Art und Menge der blockier-

ten Inhalte an ihre persönlichen Vorlieben anpassen.

Filterlisten müssen häufig aktualisiert werden, da Werbetreibende und Seitenbetreiber regelmäßig neue Methoden entwickeln, um Werbeblocker zu umgehen. In den letzten Wochen hat zum Beispiel YouTube immer wieder seine Werbeauspielung geändert. Das Katz-und-Maus-Spiel zwischen Werbetreibenden und der Werbeblocker-Community trägt mitunter merkwürdige Früchte: Die Website <https://drhyperion451.github.io/does-uBO-by-pass-yt/> trackt, ob uBlock Origin das aktuelle Anti-Adblock-Skript von YouTube umgehen kann.

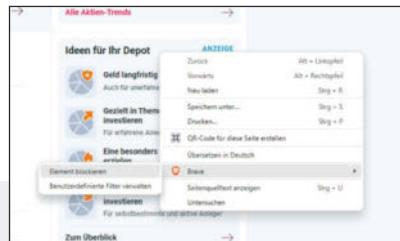
Nicht alle Listen blockieren Werbung, manche sind sogar explizit dafür da, die Werbung auf bestimmten Werbeplätzen oder von bestimmten Unternehmen durchzulassen. AdBlock Plus, AdBlock und Opera beteiligen sich an einem Programm namens „Akzeptable Werbung“. Opera und Vivaldi nehmen per Default



## AdGuard

Die Browsererweiterung blockiert schon mit den Standardeinstellungen fast überall gut. Allerdings rutscht die Google-Werbung noch durch; die ist mit dem „Filter zum Anzeigen von nützlicher Werbung“ standardmäßig freigeschaltet. Mit den schärferen Einstellungen gehörte die Blockierleistung zu den besten im Test. AdGuard hält in seiner aufgeräumten Bedienoberfläche Dutzende Listen zur Auswahl bereit, der Nutzer kann auch eigene einklinken. Sollte mal ein nerviges Element durchrutschen, legt man schnell per Mausklick eine Regel dafür an.

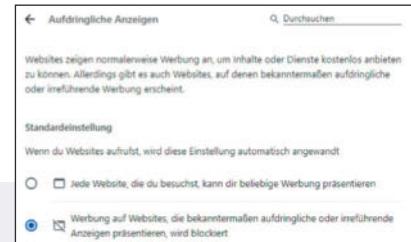
- ⬆️ gute Blockierleistung
- ⬆️ interaktiver Regeleditor



## Brave

Der Nutzer stellt den Werbe- und Tracker-Blocker auf „Deaktiviert“, „Standard“ oder „Aggressiv“ (beziehungsweise „Streng“). In jeder Stufe kann er aus den vorgegebenen Filterlisten auswählen und eigene hinzufügen. Schon mit den Standardvorgaben erzielt Brave ordentliche Blockierergebnisse, die sich mit dem aggressiven Filter noch graduell verbessern. Rutscht ein nerviges Element durch den Blocker, genügt ein Rechtsklick darauf und „Element blockieren“ erzeugt eine Blocker-Regel dafür.

- ⬆️ gute Blockierleistung
- ⬆️ interaktiver Regeleditor



## Chrome

Tief in den Einstellungen unter „Datenschutz und Sicherheit/Website-Einstellungen/Zusätzliche Berechtigungen“ findet sich bei Chrome der Schalter „Werbung auf Websites, die bekanntermaßen aufdringliche oder irreführende Anzeigen präsentieren, wird blockiert“. Sie ist per Default aktiviert. Wir haben Chrome damit und mit dem Gegenstück „Jede Website, die du besuchst, kann dir beliebige Werbung präsentieren“ getestet – beide Male waren Websites mit Werbung zugekleistert. Der „Werbeblocker“ ist ein Feigenblatt.

- ⬇️ rudimentärer Werbeblocker
- ⬇️ keine weiteren Einstellungsmöglichkeiten

## Desktop-Browser mit eingebautem Werbeblocker

Produkt	Brave v1.62.156	Chrome 121.0.6167.160	Opera 106.0.4998.70	Vivaldi 6.5.3206.57
Hersteller, URL	Brave Software, brave.com	Google, google.com/intl/de/chrome	Opera, opera.com/de	Vivaldi Technologies, vivaldi.com
verfügbar für	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux
Kosten	gratis	gratis	gratis	gratis
Open Source	✓	–	–	–
Listen/ Einstellungen per default aktiviert	Tracker & Anzeigenblockierung: Standard; Fingerprinting blockieren: Standard (Easylist Cookies, Easylist Germany, Fanboy Mobile Notifications)	–	EasyList, NoCoin, Umgehungsschutz, Website-Korrekturen des Opera-Browsers, Acceptable Ads, Ausnahmen für Werbe-partner	ABP anti-circumvention list, AdBlock Warning Removal List, EasyList, „Werbung von unseren Partnern erlauben“, „Duck-DuckGo Tracker Radar“
Listen/ Optionen: Zusätzlich aktiviert bei schärferen Einstellungen	Tracker & Anzeigenblockierung: Aggressiv; Fingerprinting blockieren: Streng; aktiviert: Fanboy Annoyances, Fanboy Social, Fanboy Anti-Newsletter, Fanboy Mobile Anti-chat Apps	„Websites, die bekanntermaßen aufdringliche oder irreführende Anzeigen präsentieren“	EasyList Germany, Schadsoftware-Blo-ckierung, Unterdrücken von Adblock-Warnungen, Tracker-Blocker ( EasyPrivacy, Website-Korrekturen des Opera-Tracker-Blockers)	EasyPrivacy, Easylist Germany, Easylist Cookie List, I don't care about cookies
Listen/ Einstellungen: Deaktiviert bei schärferen Einstellungen	–	–	Acceptable Ads, Ausnahmen für Werbe-partner	„Werbung von unseren Partnern erlauben“
Blockierung aufheben für einzelne Sites	–	–	✓	✓
eigene Blocking-Regeln definierbar	✓	–	–	–
vorgegebene Blocking-Listen konfigurierbar	✓	–	✓	✓
weitere Listen hinzufügen	✓	–	✓	✓
blockiert Tracker/ Fingerprinting effektiv (verschärfte Einstellungen)	✓ / ✓ (✓ / ✓)	– / – (– / –)	– / – (– / –)	✓ / – (✓ / –)
Bewertung				
Konfigurierbarkeit	⊕	⊖⊖	⊕	⊕
Blockleistung Werbung/ Standardeinstellungen/ verschärft	⊕/ ⊕	⊖⊖ / ⊖⊖	⊖ / ⊖	⊖ / ⊕

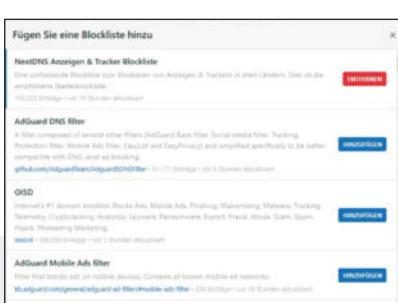
⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ⊖ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden

fdns1 and fdns2 includes the following lists to filter Ad-, Tracker- and Malwaredomains
• <a href="https://raw.githubusercontent.com/StevenBlack/hosts/master/hosts">https://raw.githubusercontent.com/StevenBlack/hosts/master/hosts</a>
• <a href="https://s3.amazonaws.com/lists.disconnect.me/simple_tracking.txt">https://s3.amazonaws.com/lists.disconnect.me/simple_tracking.txt</a>
• <a href="https://blocklistproject.github.io/Lists/ransomware.txt">https://blocklistproject.github.io/Lists/ransomware.txt</a>
• <a href="https://blocklistproject.github.io/Lists/fraud.txt">https://blocklistproject.github.io/Lists/fraud.txt</a>
• <a href="https://blocklistproject.github.io/Lists/malware.txt">https://blocklistproject.github.io/Lists/malware.txt</a>
• <a href="https://blocklistproject.github.io/Lists/abuse.txt">https://blocklistproject.github.io/Lists/abuse.txt</a>
• <a href="https://blocklistproject.github.io/Lists/phishing.txt">https://blocklistproject.github.io/Lists/phishing.txt</a>
• <a href="https://blocklistproject.github.io/Lists/tracking.txt">https://blocklistproject.github.io/Lists/tracking.txt</a>
• <a href="https://easylist.to/easylist/easylist.txt">https://easylist.to/easylist/easylist.txt</a>
• <a href="https://easylist.to/easyprivacy/easyprivacy.txt">https://easylist.to/easyprivacy/easyprivacy.txt</a>
• <a href="https://pgi.yoyo.org/adserverslist.php?hostformat=plain&amp;showintro=0">https://pgi.yoyo.org/adserverslist.php?hostformat=plain&amp;showintro=0</a>
• <a href="https://adaway.org/hosts.txt">https://adaway.org/hosts.txt</a>
• <a href="https://perflab.github.io/PIHoleBlocklist/AmazonFireTV.txt">https://perflab.github.io/PIHoleBlocklist/AmazonFireTV.txt</a>

## dismail.de

dismail.de ist ein privates Projekt, das sich Datenschutz, Sicherheit, Dezentralisierung und Freiheit auf die Fahnen geschrieben hat und neben dem DNS-Resolver weitere kostenlose Dienste anbietet, etwa Mail und ein Online-Office. Beim DNS-Dienst lässt sich nichts einstellen. Er blockiert Werbe-, Tracker- und Malware-Domains aus 14 Listen. Manche der getesteten Websites ent-schlackt der Dienst angenehm, etwa die Zeit-Seite. Mitunter blieben aber Werbeplatzhalter stehen und gegen die Werbung bei Google, Facebook und LinkedIn konnte dismail nichts ausrichten.

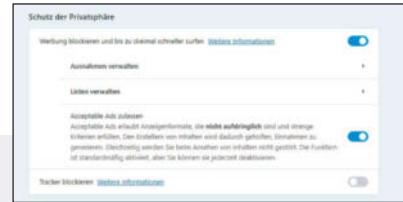
- ▲ blockt im gesamten Netzwerk
- ▼ schwache Blockierleistung



## NextDNS

NextDNS ist dank ausführlicher Installationsanleitungen beziehungsweise mit einer App schnell eingerichtet. Der Dienst blockiert außer Werbung auch viele als Sicherheitsprobleme bekannte Sites und lässt sich auch als Kinderschutzfilter nutzen. Für die Blockierleistungen gilt allerdings dasselbe wie für dismail.de, sowohl mit den Standardeinstellungen als auch mit acht zusätzlichen Filterlisten. Etliche Werbeelemente lassen sich mit DNS-Blockern nicht ausfiltern.

- ▲ blockt im gesamten Netzwerk
- ▼ schwache Blockierleistung



## Opera

Schon beim Einrichtungsprozess fragt Opera, ob man Werbung blockieren will. Mit den Standardeinstellungen blockiert der Browser aber zu wenig Reklame. Das ändert sich auch nur graduell, wenn man alle weiteren angebotenen Listen hinzunimmt, die Option „Acceptable Ads“ deaktiviert und die Opera-Werbepartner aus den Ausnahmen entfernt. So schützt Opera auch mit den schärferen Einstellungen auf IGG Games nicht vor aufpopgenden phishigen Seiten. Weitere individuelle Listen lassen sich nutzen, individuelle Filterregeln lässt Opera aber nicht zu.

- ▲ gut integrierter Blocker
- ▼ mäßige Blockierergebnisse

ihre Werbepartner vom Blocking aus. Die gute Nachricht: Diese Listen lassen sich deaktivieren. Halten Sie bei der Einrichtung Ihres Werbeblockers nach verschleiernden Listennamen wie „Allow nonintrusive advertising“ Ausschau.

## Blocker vermessen

Testen von Werbeblockern ist keine exakte Wissenschaft: Wer die Inhalte auf einem Werbeplatz ausspielen darf, handeln Website-Betreiber und Werbepartner zu einem guten Teil dynamisch aus. Manchmal geht der Website-Betreiber auch leer aus.

Daher passiert es häufig, dass man, wenn man mit demselben Browser und denselben Einstellungen dieselbe Seite zweimal kurz hintereinander aufruft, unterschiedliche Werbung zu sehen bekommt – oder keine. Für einen Werbeblocker kann das bedeuten, dass er in einem Fall die betreffende Werbung er-

folgreich „erwischt“, in einem anderen Fall nicht.

Wie viel und welche Werbung eine Site anzeigt, hängt auch von vielen anderen Faktoren ab – zum Beispiel von der Fenstergröße. Die Werbeausspielung wird genauso responsiv angepasst wie die Darstellung.

Diese Faktoren bewirken, dass man die Wirksamkeit von Werbeblockern nicht exakt benchmarken kann wie zum Beispiel die Performance von CPUs. Sie sollten sich diesbezüglich auch nicht von Onlinetests in die Irre führen lassen, die so etwas suggerieren. Diese Tests prüfen häufig nur, ob der getestete Blocker bestimmte Domains, die bei der Werbeausspielung eine Rolle spielen, blockiert oder nicht.

## Blockertest in Handarbeit

Wir haben die Werbeblocker zunächst mit den Standardeinstellungen auf einem

nackten Windows 11 installiert. Die Browser-Add-ons und die DNS-Werbeblocker haben wir mit Chrome getestet.

Mit diesem Untersatz haben wir ein Dutzend Testwebsites aufgerufen, um einen Gesamteindruck von der Filterwirkung zu erhalten. Die Testsites decken viele typische Fälle ab, mit denen Otto Normalsurfer im Web zu tun hat. Bei t-online haben wir die Finanzen-Themenseite, bei heise online, Zeit.de und Wired je einen frei abrufbaren Artikel und bei Wetter Online die Vorhersage für Hannover abgerufen – fünf Webseiten, die mit unterschiedlichen Werbeformen gespickt sind.

Mit einer Suche bei Google, den Feeds bei Facebook und LinkedIn und einem Video bei YouTube haben wir geprüft, ob die Blocker auch Anzeigen, die vom Website-Betreiber selbst stammen, unterdrücken können. Mit der Startseite Bild.de und einer Seite bei Duden.de



## uBlock Origin

Die Erweiterung für Chromium- und Firefox-Browser kann mehr als nur Werbung blockieren. Per Pop-up-Menü zum Beispiel entfernt man unerwünschte Website-Elemente temporär oder dauerhaft, verbietet externe Schriftarten oder die Ausführung von JavaScript oder lässt sich eine Liste der zugelassenen und unterdrückten Netzwerkverbindungen anzeigen. Die Funktionsvielfalt macht es aber ein wenig aufwendiger, sich in uBlock Origin einzuarbeiten. Schon mit den Standardeinstellungen blockierte die Erweiterung hervorragend, scharf gestellt lieferte sie die besten Ergebnisse im Test.

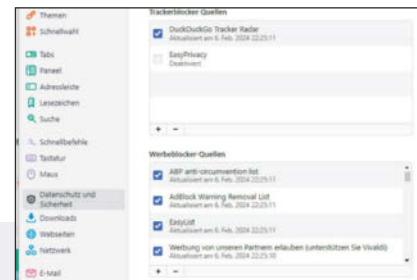
- ⬆️ gute Blockierleistung
- 💡 vielseitig konfigurierbar



## uBlock Origin Lite

Die Lite-Variante von uBlock Origin bietet wesentlich weniger Optionen als die normale Version des Blockers: Man kann keine individuellen Filterregeln definieren und außer den vorgegebenen keine weiteren Filterlisten verwenden. Mit der Standard-Filtereinstellung „einfach“ sind die Blockierergebnisse schwach. Erst als wir den Filtermodus auf „vollständig“ gestellt haben, zeigt die Erweiterung fast so gute Ergebnisse wie ihr Vorgänger.

- ⬆️ gute Blockierleistung
- 💡 läuft auch unter Chrome 127 (6/2024)



## Vivaldi

Der Browser bietet die drei Blockierstufen „Nicht blockieren“, „Tracker blockieren“ und „Tracker und Werbung blockieren“. Die Listen für die Tracker- und Werbeblocker lassen sich editieren und um eigene Listen erweitern. Sollte eine Website nicht mit den Blockern zusammenarbeiten, kann man für sie eine Ausnahmeregel definieren. Eigene Blockingregeln lassen sich nicht definieren. Die Blocking-Resultate haben uns nur mit den scharfen Einstellungen überzeugt, ohne die Liste „Werbung von unseren Partnern erlauben“.

- ⬆️ gut integrierter Blocker
- ❗️ keine eigenen Regeln definierbar

haben wir getestet, ob die Testkandidaten Werbeblocker-Blocker umgehen können.

Die Spiele-Download-Site IGG Games schließlich diente zum Testen,

wie gut die Blocker den Nutzer vor „phishigen“ Inhalte abschirmt: Dort tauchen diverse Pop-ups mit „Chat-Anfragen“ und Werbung auf. Und wenn man versucht zu scrollen oder aus Ver-

sehen in den Hintergrund klickt, poppen neue Browser-Fenster mit dubiosen Sites auf.

Wir haben den Testlauf zweimal vollzogen: einmal mit den Standardeinstellun-

## DNS-Werbeblocker

Produkt	dismail.de	NextDNS
Betreiber, URL	Stefan Sieg, <a href="http://dismail.de">dismail.de</a>	NextDNS, <a href="http://nextdns.io">nextdns.io</a>
Kosten	gratis	300.000 Anfragen kostenlos, mehr: 19,90 €/Jahr
Listen/ Einstellungen per Default aktiviert	StevenBlack/hosts; Disconnect: Basic tracking list, Ad filter list; The Block List Project: Ransomware, Fraud, Malware, Abuse, Phishing, Tracking lists; EasyList; EasyPrivacy; Hostslists von yoyo.org und Adaway	NextDNS Anzeigen & Tracker Blockliste, Getarnte Drittanbieter-Tracker blockieren
Veränderungen bei schärferen Einstellungen	–	aktiviert: AdGuard DNS filter, OISD, EasyList, Steven Black, AdGuard Tracking Protection filter, notracking, EasyPrivacy, Fanboy's Annoyance List
Blockierung aufheben für einzelne Sites	✓ <sup>1</sup>	✓ <sup>1</sup>
eigene Blocking-Regeln definierbar	–	✓ <sup>2</sup>
vorgegebene Blocking-Listen konfigurierbar	✓	✓
weitere Listen hinzufügen	–	–
blockiert Tracker/ Fingerprinting effektiv (verschärfte Einstellungen)	✓ / –	– / – (✓ / –)
Bewertung		
Konfigurierbarkeit	⊖⊖	⊖
Blockleistung Werbung Standardeinstellungen/ verschärfst	⊖ / –	⊖ / ⊖
⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden	1 einzelne Domains    2 einzelne Domains	

gen der Blocker, ein weiteres Mal mit schärferen Einstellungen. Dazu haben wir weitere bereitgehaltene Filterlisten aktiviert oder deaktiviert – wie genau, dokumentieren die Tabellen. Dort finden sich auch allgemeine Angaben zu den Filteroptionen. Wie gut die Browser, Add-ons und Dienste Tracker und Fingerprinting blockieren, haben wir mit dem Online-Tool „Cover your Tracks“ der Electronic Frontier Foundation getestet.

## Fazit

Auch mit den scharfen Einstellungen hat kein einzelner Blocker eine der Testseiten kaputt gemacht. Einige Blocker, darunter die beiden uBlock-Origin-Versionen und Brave, haben bei der Zeit.de-Seite ein

wenig zu viel geblockt: Neben den Werbeempfehlungen für Artikel bei anderen Seiten haben sie auch die Links auf Beiträge bei Zeit.de gelöscht. Das störte aber nicht.

Die beiden DNS-Blocker haben zwar einige Websites angenehm entschlackt. Zu oft blieben aber Fragmente stehen, die sich per DNS-Filterung nicht eliminieren lassen: Layout-Lücken etwa, oder Platzhalter für Werbeelemente, einige davon fieserweise animiert.

Unter den Browsern haben Vivaldi und Brave überzeugt. Besonders cool bei Brave – und den meisten Add-ons – ist der interaktive Regeleditor: Element anklicken und weg ist es, jetzt und für immer.

Alles in allem haben uBlock Origin und AdGuard die besten Ergebnisse abgeliefert. uBlock ist vielleicht ein wenig gewöhnungsbedürftiger. Die Lite-Version kommt mit den scharfen Einstellungen in puncto Blockierleistung fast an das Original heran – die neuen Schnittstellen für Chrome-Erweiterungen können also kommen (siehe S. 52). uBlock Origin Lite fehlt allerdings noch eine Möglichkeit, individuelle Regeln zu definieren. (jo@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Ronald Eikenberg, Privacy-Risiko Browser, Datenschützer oder Datenschleuder: Sieben Browser im Privacy-Check, c't 14/2021, S. 18

**Produkte und Infos:** [ct.de/y8tx](https://ct.de/y8tx)

## Werbekiller-Erweiterungen für Desktop-Browser

Produkt	AdBlock 5.18.0	Adblock Plus 3.23	uBlock Origin Lite 2024.1.29.1338	uBlock Origin 1.55.0	Adblocker Ultimate 3.8.14	AdGuard Version 4.3.13
Hersteller, URL	Adblock, Inc., <a href="https://getadblock.com/de">getadblock.com/de</a>	Eyeo GmbH, <a href="https://accounts.adblockplus.org/de">accounts.adblockplus.org/de</a>	Raymond Hill, <a href="https://ublockorigin.com">ublockorigin.com</a>	Raymond Hill, <a href="https://ublockorigin.com">ublockorigin.com</a>	AdAvoid Ltd, <a href="https://adblockultimate.net">adblockultimate.net</a>	AdGuard Software Ltd., <a href="https://adguard.com">adguard.com</a>
verfügbar für	Chromium, Firefox, Safari	Chromium, Firefox, Safari	Chromium, Firefox, Safari bis 12	Chromium, Firefox, Safari bis 12	Chromium, Firefox	Chrome, Firefox, Safari
Kosten	Spende erbeten, Premium: 20 €/Jahr	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos
Open Source	✓	✓	✓	✓	–	✓
weitere Produkte des Herstellers	–	Premium (nicht in Deutschland), Ablock Browser (Android, iOS)	uBlock Origin	uBlock Origin Lite	Adblocker Ultimate für Windows (€), iOS, Android Browser	Werbekiller- und VPN-Produkte für die verschiedenen Plattformen (teilweise €)
Listen/ Einstellungen per default aktiviert	akzeptable Werbung, Anti-Umgehungsfilter, Deutsch+EasyList	ABP filters, EasyList Germany+EasyList, akzeptable Werbeanzeigen anzeigen	uBlock filters: Ads, Badware risks, Privacy, Quick fixes, Unbreak, EasyList, Easy-Privacy, Online Malicious URL Blocklist, Peter Lowe's Ad and tracking server list, EasyList Germany	uBlock filters: Ads, Badware risks, Privacy, Quick Fixes, Unbreak, EasyList, Easy-Privacy, Online Malicious URL Blocklist, Peter Lowe's ad and tracking server list, EasyList Germany	ultimativer Werbefilter, ultimativer Privatsphärenfilter, ultimativer Sicherheitsfilter, NoCoin, EasyList Deutschland	AdGuard Basisfilter, Filter zum Anzeigen nützlicher Werbung, AdGuard Deutscher Filter
Listen/ Optionen: Zusätzlich aktiviert bei schärferen Einstellungen	anti-soziale Filterliste, Cryptowährung-Mining-Schutzliste, EasyPrivacy, Fanboy-Belästigungen, Fanboy-Benachrichtigungen, Adblock Warning Removal, nicht wegen Cookies fragen, Cookie-Popup-Blocker	blockieren von Tracking mittels Social-Media-Symbolen, Blockieren von zusätzlichem Tracking, Push-Benachrichtigungen blockieren, I don't care about cookies	vollständiger Filtermodus, Listen: AdGuard - Other Annoyances, Social Media, Widgets, AdGuard/uBO - Overlay, Cookie Notices	AdGuard Ads, AdGuard Tracking Protection, AdGuard URL Tracking Protection, AdGuard Annoyances, EasyList Annoyances, uBlock filters - Annoyances	Fanboys Belästigungsseite, Fanboys soziale Blockierungsliste	AdGuard Tracking-Schutzfilter, AdGuard URL-Tracking-Filter, EasyPrivacy, URL-Kürzungsdienst von Legitimate, Adblock Social-Media-, Belästigungs-, Cookie-Hinweise, Popup- und Widgets-Filter, Online Malicious URL Blocklist
Listen/ Einstellungen: Deaktiviert bei schärferen Einstellungen	akzeptable Werbung, Werbung auf bestimmten YouTube-Kanälen erlauben	akzeptable Werbeanzeigen anzeigen	–	–	–	akzeptable Werbung, Werbung auf bestimmten YouTube-Kanälen erlauben
Blockierung aufheben für einzelne Sites	✓	✓	✓	✓	✓	✓
eigene Blocking-Regeln definierbar	✓	✓	–	✓	✓	✓
vorgegebene Blocking-Listen konfigurierbar	✓	✓	✓	✓	✓	✓
weitere Listen hinzufügen	✓	✓	–	✓	✓	✓
blockiert Tracker/ Fingerprinting effektiv (verschärfte Einstellungen)	– / – (– / –)	– / – (– / –)	– / – (– / –)	– / – (✓ / –)	✓ / – (✓ / –)	– / – (✓ / –)
<b>Bewertung</b>						
Konfigurierbarkeit	⊕⊕	⊕⊕	○	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
Blockleistung Werbung Standardeinstellungen/ verschärfen	⊖ / ⊕	⊖ / ⊕	⊖ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden



# WIR TEILEN KEIN HALBWISSEN WIR SCHAFFEN FACHWISSEN



14.03.



## WordPress für Einsteiger

Der praxisorientierte Workshop richtet sich an Neu- und Quereinsteiger in WordPress und bietet eine grundlegende und fundierte Einarbeitung in die aktuelle Version des populären CMS.



09.04.



## ChatGPT und KI-Textwerkzeuge in der Praxis

Das ct-Webinar hilft, die KI-Technik zu verstehen und ihren Einfluss auf Ihre Arbeit, Ihre Branche und Ihr Unternehmen einzuschätzen.



10.04.



## Einführung in GitLab

Der Workshop bietet einen Einstieg in den Betrieb einer eigenen GitLab-Instanz. Sie lernen GitLab initial aufzusetzen, sowie Ihre Instanz zu konfigurieren und an eigene Anforderungen anzupassen.



17.04. + 24.04.



## CI/CD mit GitLab

Der zweitägige Workshop bietet eine praktische Einführung in die GitLab-CI-Tools und zeigt, wie man damit Softwareprojekte baut, testet und veröffentlicht.



25.04.



## Passkeys statt Passwörter

Das Webinar erläutert, was Passkeys sind, wie sie funktionieren und wie man sie im Alltag nutzen kann. Ebenso werden Fragen hinsichtlich der Sicherheit von Passkeys geklärt.



22.08.



## Kluge Strukturen für Microsoft 365 entwickeln

Lernen Sie in dem Workshop, wie Sie gemeinsam mit Ihrem Team Leitlinien entwickeln, um in Zukunft das volle Potenzial für die Zusammenarbeit auszuschöpfen.

Sichern Sie sich Ihren Frühbucher-Rabatt:  
[heise.de/ct/Events](http://heise.de/ct/Events)

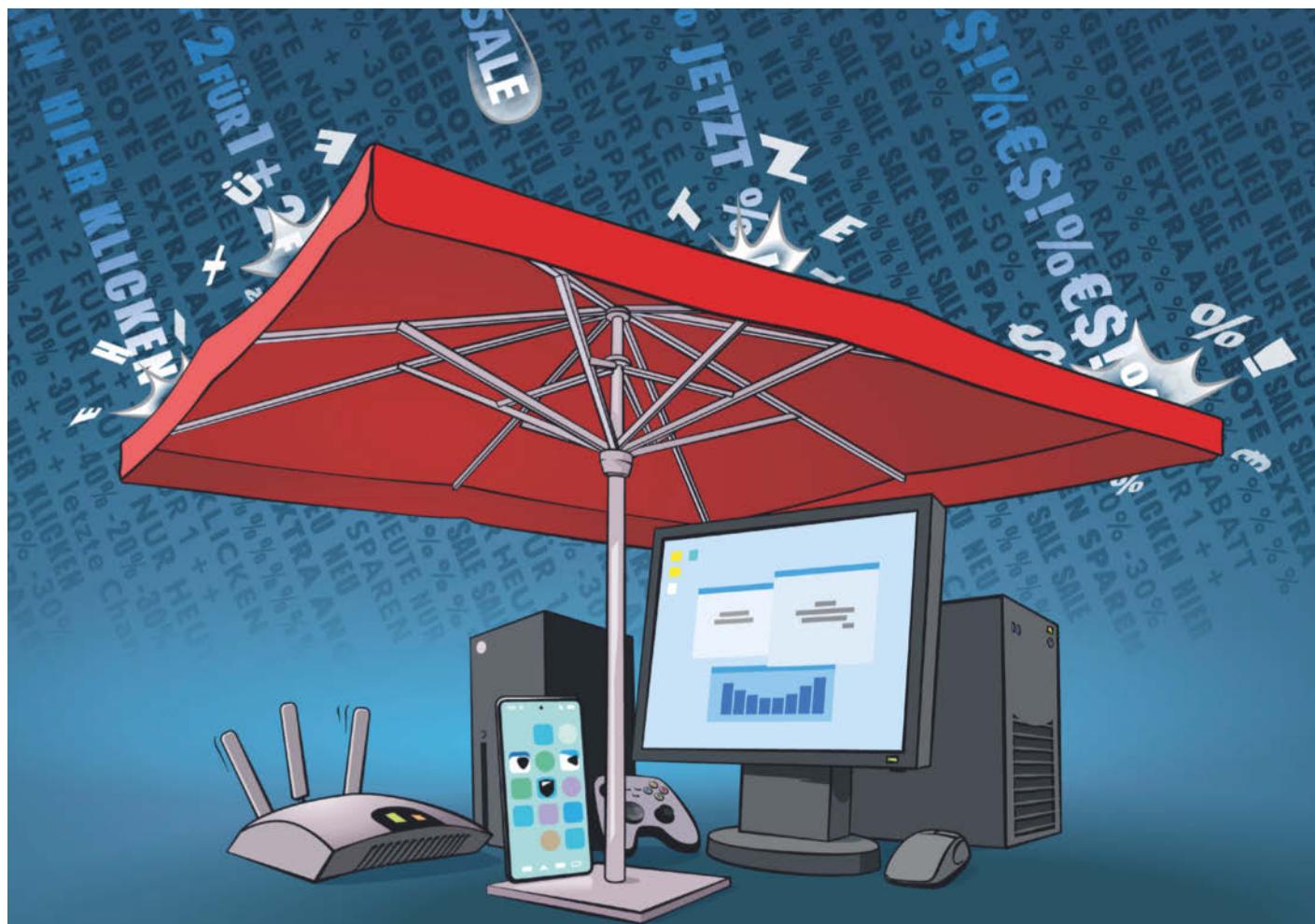


Bild: Rudolf A. Blaha

# Einer für alle

## Adblocker fürs Netz: Starthilfe und Tipps zu Pi-hole und AdGuard Home

**Ein zentraler Adblocker hält den Werberegen und Tracker von allen Geräten im lokalen Netz fern: von Desktop-PCs, Smartphones, Tablets und Notebooks, aber auch Smart-TVs – es ist dann nicht mehr nötig, für jedes Utensil passende Lösungen hinzufummeln.**

Von Peter Siering

**Z**unächst zum Verständnis, wie zentrale Adblocker wie Pi-hole und AdGuard Home wirken: Sie enthalten einen DNS-Server, der aufgerufene Seiten in IP-Adressen übersetzt, und gleichen die DNS-Anfragen der Geräte im lokalen Netz mit ihren Filterlisten ab. Finden Sie einen Namen darauf, liefern Sie nicht die IP-Adresse, sondern eine ungültige Adresse zurück (0.0.0.0 für IPv4 bzw. :: für IPv6). Diese Rückmeldung signalisiert etwa dem Webbrowser verzögerungsfrei, dass der jeweilige Name nicht existiert. Er kann dann den angefragten Server

nicht kontaktieren und im Endeffekt erscheint die Werbung nicht, beziehungsweise es fließen keine Daten zum Trackingdienst ab.

Solche Filter funktionieren sehr gut auf Webseiten und verhindern auch nachhaltig, dass zum Beispiel Smart-TVs zu viel nach Hause funken, olle Werbung aus dem Tiegel des Herstellers zeigen oder unerwünschte Updates ziehen. Was sie nicht leisten: Werbung aus Angeboten wie YouTube heraushalten. Die Videoschnipsel werden dort nicht von externen Systemen bezogen, sondern von YouTube selbst ausgespielt. Es gelingt allenfalls für eine kurze Zeit, die Systematik der Namen zu erfassen. Hier funktionieren Ansätze, die direkt im Browser laufen, besser; siehe Seite 56.

### Auf der Lauer

Damit ein Netzwerkfilter seiner Aufgabe nachgehen kann, müssen Sie ihn zwischen den Clients und dem weltweiten Domain Name System in Stellung bringen. In der Regel genügt es, auf dem zentralen Router, etwa einer Fritzbox, die IP-Adresse des

Filters als DNS-Server in den DHCP-Optionen einzutragen. Dadurch fragen alle Geräte, die vom Router ihre IP-Adresse und die Adresse des lokalen DNS-Servers beziehen, zukünftig den Filter, wenn sie einen Namen in eine IP-Adresse übersetzen lassen wollen. Das klingt einfach, ist es auch, aber es birgt Tücken – der Artikel kommt später darauf zurück.

Aus der Funktionsweise ergibt sich: Der Filter sollte ständig aktiv sein. Deshalb bietet es sich an, ihn auf Hardware laufen zu lassen, die ohnehin rund um die Uhr arbeitet. Er braucht nicht viel Rechenleistung und, anders als der Name Pi-hole nahelegt, auch keinen Raspberry Pi. Es kann ein Raspi sein, der schon das Smart Home steuert, eine Nextcloud bereitstellt oder ein Heimserver, der mit solchen Aufgaben betraut ist. Es eignet sich aber ebenso gut ein NAS oder, für AdGuard Home, sogar ein Router, wenn der mit OpenWrt-Firmware läuft.

Ein letzter Exkurs: AdGuard Home stammt von den Machern des gleichnamigen, kommerziellen Werbeblockers und steht kostenlos zur Verfügung. Eine einzelne Programmdatei enthält das vollständige Paket. Sie ist als Download für viele Betriebssysteme und Prozessorarchitekturen erhältlich. AdGuard Home lässt sich so ohne große Installationshürden auch versuchsweise auf einem Mac oder Windows-PC starten, um es auszuprobieren, oder sogar auf einem Router betreiben.

Pi-hole, das seinen Ursprung als per Installationsskript auf einem Raspi eingerichtete Lösung hat, besteht aus vielen einzelnen Komponenten der Open-Source-Welt, unter anderem einem angepassten DNS-Server im Miniformat, dem DnsMasq. Pi-hole lässt sich nicht nur per Skript, sondern als Container auch über Docker installieren. So gelangt die Software leicht auch auf ein NAS mit Docker-Support und läuft sogar unter Windows. Von der Einfachheit bei AdGuard Home ist das aber dennoch sehr weit entfernt.

Wenn Sie nicht sicher sind, ob so ein Filter das richtige Werkzeug ist, probieren Sie ihn zunächst aus: Dafür brauchen Sie Ihren Router vorerst nicht umzukonfigurieren. Tragen Sie zunächst den versuchsweise gestarteten Filter als DNS-Server auf einem Ihrer verwendeten Geräte ein. Das ist bei den meisten gängigen Systemen vom Desktop-PC bis zum Smartphone über die Netzwerkeinstellungen möglich. So irritieren Sie im Testbetrieb im Zweifel keine Mitnutzer im Netz und

sind bei Nichtgefallen den Filter schnell wieder los, wenn Sie diese Änderung rückgängig machen.

Der Vollständigkeit halber: Die Konfiguration und Administration der Filter erledigen Sie in deren Webinterface mit einem Browser. Beim Einrichten per Docker müssen Sie beim Konfigurieren des Containers einige Optionen setzen; Details erklären wir in [1]. Wenn Sie Pi-hole per Installationsskript auf einem Raspi oder in einer Linux-VM einrichten, läuft der erste Teil der Installation auf der Kommandozeile. In jedem Fall sollten Sie vorher für einen dauerhaften Betrieb die im Folgenden angerissenen und in [1] vertieften Hinweise zur Netzwerkkonfiguration kennen.

## Netztücken

Ausführliche Installationshilfen für die Netzwerkkonfiguration haben wir in einem Schwerpunkt in c't 20/2022 gegeben [1]. Hier die Kurzform der Dinge, die man unbedingt beachten sollte: Wenn Sie den DNS-Proxy Ihres Routers oder einen anderen lokalen DNS-Server für einen Filter in Rente schicken, muss der rund um die Uhr erreichbar sein. Ein abgestürzter Raspi, der eigentlich die Werbung ausfiltern soll, hat schon so manchen WG-Frienden gestört. Wenn er nicht arbeitet, scheitern Zugriffe auf Internetdienste.

In einem Dual-Stack-Netzwerk, also einem Netz, in dem sowohl IPv4 als auch IPv6 aktiv sind, sollten Sie dafür sorgen, dass der Filter eine feste IPv6-Adresse erhält. Das geht am einfachsten, indem man

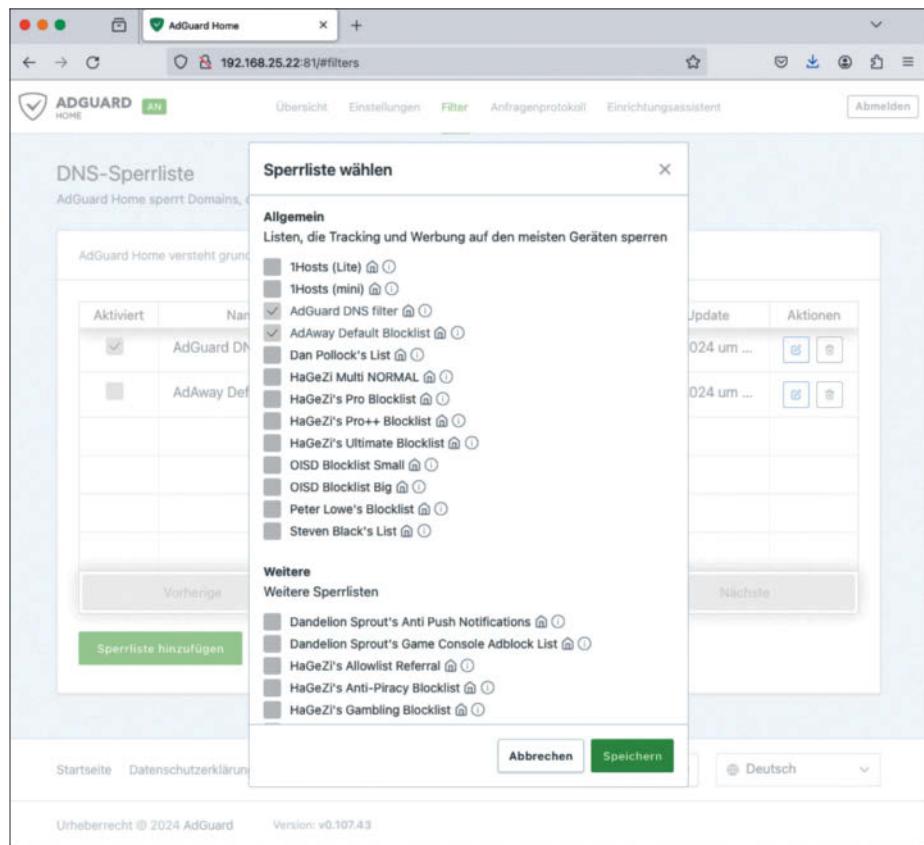
## c't kompakt

- Adblocker fürs lokale Netz filtern die DNS-Anfragen der Clients im Netzwerk und können so Werbung und Tracker aussortieren.
- Vorgefertigte Filterlisten vereinfachen es, einen solchen Dienst selbst in Betrieb zu nehmen: Heimserver, Router, Bastelcomputer und NAS geben eine gute Heimat ab.
- Ein solcher Filter braucht etwas Betreuung und mitunter muss man die Filterlisten um eigene Regeln erweitern.

auf dem Router zusätzlich ULAs (Unique local address) aktiviert [1]. Dann erhält der Filter eine IPv6-Adresse, unter der ihn die Clients dauerhaft erreichen. Eine sonst erhaltene globale IPv6-Adresse würde beim nächsten Verbindungsauflauf ungültig und die Client-Anfragen liefern ins Leere.

Je nach Router kann es schwierig sein, ihn auf den Filter als DNS-Server umzupolen. Alte Telekom-Geräte lassen sich nur über die manuelle Konfiguration der Internetverbindung überreden [2]. Fritzboxen verhalten sich unterschiedlich, je nachdem, ob man den Filter als DNS-Server einträgt, den die Box selbst befragt, oder nur als den DNS-Server, den sie an die Clients meldet. Der Filter arbeitet nur im ersten Fall auch für das Gastnetz.

**DNS-Filter wie AdGuard Home oder Pi-hole führen Protokolle und verraten so, welche Anfragen sie durchlassen beziehungsweise blockieren. Ein regelmäßiger Blick dorthin schadet nicht, besonders wenn etwas im Netzwerk klemmt. Nützlich sind die Protokolle, um Geräte wie ein Smart-TV einzuhegen.**



**AdGuard Home enthält ein großes Angebot an Filterlisten. Im Netz gibt es noch mehr, auch für Pi-hole. Die nach dem Einrichten aktiven Listen genügen schon, um ordentlich auszusieben. Je spezieller die Filterlisten sind, desto größer ist die Gefahr, dass sie reguläre Nutzungsszenarien torpedieren. Dann ist wieder ein Blick in die Protokolle angesagt.**

Bei Docker gilt es zu beachten: Auf einem NAS besteht die Gefahr, dass sowohl DNS- als auch HTTP-Ports bereits vom NAS selbst belegt sind. Weboberflächen sind so nicht erreichbar und der DNS-Filterdienst startet nicht einmal. Die Geräte lassen üblicherweise zwischen verschiedenen Netzwerktypen wählen, die oft leider nicht den generellen Docker-Gepflogenheiten (Bridged, Host) entsprechen. Faustregel: Wenn der Container mit dem Filter eine eigene IP-Adresse im lokalen Netz erhält, passt es auf jeden Fall.

## DNS-Spezialitäten

Naturgemäß stellt ein DNS-Filter seinerseits Anfragen an das Domain Name System. AdGuard Home und Pi-hole bieten eine breite Auswahl an Optionen, an welchen externen Server (genauer: Resolver) sie solche Anfragen richten und welche Technik sie dafür nutzen. Welche Option passt, hängt vom Netzwerk und von den Ansprüchen der Filternutzer ab, ihre Surf- und sonstigen Datenspuren möglichst nicht Dritten zugänglich zu machen.

Die Standardoption besteht darin, aus einer Auswahl von öffentlichen DNS-Servern einen passenden auszusuchen und den DNS-Filter dort nachfragen zu lassen. Pi-hole erlaubt es, gängige Angebote von Google, Quad9 und Cloudflare per Klick zu aktivieren. AdGuard Home verweist auf eine eigene Webseite mit einer umfangreichen Liste öffentlicher DNS-Server, die ihrerseits teils vorfiltern, etwa für Kids oder gegen Malware.

Grundsätzlich kann man die bisher genutzten DNS-Server weiterhin befragen, also auch im Pi-Hole oder AdGuard Home die IP-Adresse des Routers einzutragen: der Server des Routers arbeitet in aller Regel als DNS-Forwarder, leitet also Anfragen an die beim Verbindungsauftakt vom Provider vermittelten DNS-Server weiter. Das gelingt freilich nur dann, wenn man den eigenen Router nicht den eigenen DNS-Filter befragen lässt, also den Filter dort als DNS-Server eingetragen hat.

Hier beginnen schon die Geschmacksfragen: Will man die DNS-Datenspuren lieber dem lokalen, im Land beheimateten

Provider überlassen, der an das hiesige Datenschutzrecht gebunden ist, oder fühlt es sich besser an, diese Google oder einem Non-Profit wie Quad9 zukommen zu lassen? Privatsphärenpuristen empfehlen, die DNS-Anfragen keinem externen Resolver zu schicken, sondern einen eigenen aufzusetzen. Das kann etwa Unbound sein, der sich als Caching-Nameserver durch die DNS-Hierarchie durchfragt, also gebündelte DNS-Datenspuren keiner zentralen Sammelstelle überlässt.

Wer sich davor fürchtet, dass DNS-Zugriffe von anderen abgeschnorchelt werden, kann aber trotzdem externe Resolver verwenden und zwar, wenn der DNS-Filter nur verschlüsselt mit ihnen kommuniziert. Das ist um so relevanter, je weiter der DNS-Server vom Filter entfernt steht. Denn um so mehr Zwischenstationen könnten mitlesen oder unverschlüsselte und nicht validierte DNS-Daten verfälschen.

Fakt aber ist, dass AdGuard Home wesentlich ausgefeilte Ansprüche erfüllt, sowohl was die Anfragen an andere DNS-Server angeht als auch die Möglichkeit, abgesicherte Verfahren auch im eigenen Netz zu nutzen. AdGuard Home beherrscht neben DNSCrypt auch DNS-over-HTTPS, -over-TLS und -over QUIC (DoH, DoT und DoQ). Pi-hole kennt ab Werk lediglich DNSSEC, also vor Manipulation geschützte Antworten; für die anderen Verfahren müsste man dem Filter Werkzeuge wie Stubby und DNSCrypt-Proxy zur Seite stellen.

## Filterjustage

Die bei der Installation automatisch eingerichteten Filterlisten erledigen den Job schon recht gut, wenn es um den Löwenanteil unerwünschter Werbung geht. Wer mehr möchte, findet zuhauf Filterlisten, die sich auf Tracking, bestimmte Gerätetypen oder Unternehmen beziehen, die als Datensauber verschrien sind. Früher oder später wird es nötig sein, die Aktivitäten des Filters zu ergründen, etwa weil Internetdienste nicht mehr funktionieren oder Geräte immer noch zu viel Beifang fälschlich einsammeln.

Filterbetreiber sollten stets im Hinterkopf haben, dass sie lediglich einen Ausschnitt des Internets zu sehen bekommen. So beklagten sich dieses Jahr Leser, dass unser Bausatz für ein Notfall-Windows auf ihren Systemen bei Downloads des Windows-Defender aussteige. Es stellt sich heraus, dass unbedacht aktivierte Listen

Zugriffe auf „go.microsoft.com“ blockieren.

Klarheit verschafft bei solchen Effekten der Blick in die Protokolle, die sowohl Pi-hole als auch AdGuard Home führen. Dort kann man in der Regel mit einem Klick Ausnahmen für blockierte Dienste erstellen lassen. Wenn ein neues Gerät partout nicht funktioniert, lässt sich durch vorübergehendes Deaktivieren des Filters schnell herausfinden, ob es am Filter liegt.

Auch umgekehrt sind die Logs praktisch: Man sieht darin nach Clients aufgeschlüsselt, wer welchen Namen anfragt. So lässt sich ein neues Gerät im Netz schnell einhegen. Im Fall eines Smart-TVs, das lästige Werbung auf seinem Home-screen für unerwünschte Sender zeigt, blockiert man kurzerhand alles, was verdächtig scheint. Mit Versuch und Irrtum landet man dann schnell bei einem funktionierenden Regelsatz.

Filter für den regulären Betrieb eines Smart-TV, die den Homescreen aufklären, verhindern leider gern die Installation von TV-Updates und auch das Hinzufügen von Funktionen per App, etwa für AirPlay. Wer hier häufig fummelt, tut gut daran, diese Regeln zu klammern, sodass sie mit einem Klick ab- und wieder anschaltbar sind, ohne die übrigen Filterfunktionen zu beeinflussen.

Dazu bieten sich in Pi-hole Gruppen an. Erstellen Sie eine Gruppe für Ihr TV-Gerät und ordnen Sie die Regeln der Gruppe zu. Durch das Aus- und Anschalten der Gruppe über deren Status können Sie den Filter für dieses Gerät vorübergehend außer Betrieb nehmen. Gruppen sind auch für andere Kategorien von Geräten nützlich, sei es um die Filter für Kinder zu verschärfen oder Regeln für Updates des IoT-Geraffels zur Hand zu haben.

AdGuard Home hängt clientspezifische Regeln an Gerätetypen oder IP-Adressen. Die kann man dann im Regelwerk referenzieren. Anders als bei Pi-hole gelingt das nicht mit einigen Klicks, sondern durch Einträge in die Regeltabellen in spezieller Syntax. Das ist vergleichsweise kryptisch und dadurch weniger praktisch.

## Alternativen

DNS-Filter finden sich als Grundfunktion auch in Routern. Wenn es nur darum geht, den Verkehr einzelner Geräte zu sieben, können die durchaus genügen. Auch in vielen (Software-)Firewalls stecken Funktionen, um Filter zu bauen. Wenn sie ein

ganzes Netz bedienen sollen, arbeiten sie allerdings oft nicht auf DNS-Ebene, sondern als Proxy, greifen dabei aber auf ähnliche Listen zurück wie Pi-hole oder AdGuard Home.

Obendrein liefern auch einige VPN-Anbieter Filterfunktionen, die man jedoch nicht so fein steuern kann wie einen eigenen Filter. Für das Filtern der DNS-Anfragen des außer Haus verwendeten Tablets, Smartphones oder Notebooks braucht man keinen VPN-Anbieter zu buchen. Bringen Sie dazu Ihrem Router bei, als VPN-Server zu arbeiten und schon profitieren Sie auch unterwegs von Ihrem Filter, die dadurch steigenden Latenzen lassen sich meist verschmerzen.

Womit Sie rechnen müssen: Soft- und Hardware, die versucht, einen lokalen

DNS-Server zu umgehen. In manchen Fällen hilft es dann nur noch, per Firewall die direkten Zugriffe zu unterbinden. Das leisten die DNS-Filter nicht. Manchmal genügt es, die alternativen, direkten DNS-Anfragen zum Beispiel über DoH abzuschalten, etwa in einigen Browsern und Android-Telefonen. Die befragen dann brav den DNS-Filter. Gewissheit, dass sie das tun, liefert ein Blick in die Filterprotokolle.

(ps@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Peter Siering, *Digitalen Beifang absaugen, Wie AdGuard Home, eBlocker und Pi-hole Ihr Netz vor Tracking, Werbung und Viren schützen*, c't 20/2022, S. 66

**Programm-Downloads:** [ct.de/yfcs](https://ct.de/yfcs)

Bei Pi-hole landen händisch hinzugefügte Einträge im Filter in der Administrationsoberfläche unter Domains. Gruppen erlauben es, mit einem Klick ganze Regelwerke ab- und wieder anzuschalten, etwa um einem Smart-TV vorübergehend den Bezug von Updates und Apps zu gestatten.



Bild: KI MidJourney | Bearbeitung c't

# Profi-Murks

## Windows RE und der Januar-Patchday

**Microsoft veriegelte ein Windows-Update im Januar dermaßen, dass auf bemerkenswert vielen Computern Fehlermeldungen erschienen. Das Sahnehäubchen: Microsofts Anleitung zum Beseitigen der Ursache ist kompliziert, funktioniert nicht immer und stopft nicht mal die Sicherheitslücke, um die es eigentlich geht.**

Von Axel Vahldiek

Windows-Updates sind ein steter Quell für Ärger und Probleme, was uns zuletzt in c't 4/2019 einen ganzen Themen schwerpunkt wert war und auch seitdem zuverlässig Artikel füllt [1, 2]. Doch im Januar hat Microsoft sich mal wieder selbst übertröffen. Das monatliche kumulative Update führte auf vielen Rechnern zu Fehlermeldungen, obwohl die betroffenen Rechner scheinbar korrekt liefen. In den Einstellungen erschienen unter „Updates & Sicherheit“ oder im Updateverlauf Hinweise auf fehlgeschlagene Updates, Fehlercode: „0x80070643“. Der Code bedeutet „ERROR\_INSTALL\_FAILURE“. Das ist Microsofts Formulierung für „irgendwas ist beim Einspielen schiefgegangen“ und hilft demzufolge nicht weiter.

Weil der Updatefehler aber auf enorm vielen Windows-Rechnern auftrat, war im

Netz schon bald eine rege Diskussion im Gange. Microsoft versuchte aufzuklären, was aber nur zu noch mehr Verwirrung führte. Denn in Wirklichkeit reihten sich hier zwei Pannen aneinander, die an sich miteinander nichts zu tun haben. Also dröseln wir mal auf, was die Probleme sind, wie es zu den Fehlermeldungen kam und was Sie tun können, wenn Sie betroffen sind. Als Vorwarnung: Es ist leider alles ziemlich kompliziert, Beschwerden darüber richten Sie bitte an Microsoft.

### Die Sicherheitslücke

Es begann am 9. Januar 2024. An dem Tag gab Microsoft Details zur Sicherheitslücke CVE-2024-20666 bekannt: „Sicherheitsanfälligkeit in BitLocker bezüglich Umgehung von Sicherheitsfunktionen“ (alle Links siehe ct.de/y19h). BitLocker ist die

Microsoft-eigene Laufwerksverschlüsselung (FAQ dazu in [3]).

Was die Lücke bedeutet, beschreibt Microsoft so: „Ein erfolgreicher Angreifer kann die BitLocker-Geräteverschlüsselungsfunktion auf dem Systemspeichergerät umgehen. Angreifende, die physischen Zugriff auf das Ziel haben, können diese Sicherheitsanfälligkeit ausnutzen, um Zugriff auf verschlüsselte Daten zu erhalten.“ Anders formuliert: Wer vor einem PC sitzt, kann durch Ausnutzen der Sicherheitslücke Daten auf BitLocker-verschlüsselten Laufwerken im Klartext lesen, obwohl BitLocker eigentlich genau davor schützen soll.

Zur Erinnerung: BitLocker verschlüsselt Laufwerke, also beispielsweise das mit Ihrer Windows-Installation (üblicherweise C:). Mit „Laufwerk“ sind hier keine kompletten physischen Datenträger, sondern logische Laufwerke gemeint, beispielsweise jene, die Sie im Explorer als C: oder D: sehen.

Das Verschlüsseln dient nicht etwa dazu, Ihre Daten bei laufendem Windows vor unbefugtem Zugriff zu schützen. Denn während Windows läuft, muss C: zwingend entsperrt sein, und derweil sind die Daten auf C: eben lesbar. Im laufenden Betrieb könnte Schadsoftware sie also lesen, löschen oder ein weiteres Mal verschlüsseln. Das ist kein BitLocker-spezifisches Verhalten, sondern gilt auch für alle anderen Laufwerksverschlüsselungen wie VeraCrypt und so weiter.

Der Schutz greift stattdessen, wenn der Computer ausgeschaltet ist. Währenddessen braucht C: nicht entsperrt zu sein, die Laufwerksverschlüsselung kann die Daten darauf also schützen. Damit Windows nach dem Einschalten des PCs wieder startet, muss C: zuerst wieder entsperrt werden. Das gelingt sehr grob vereinfacht auf zwei Arten: entweder mithilfe eines TPM (FAQ zu TPMs: [4]), oder mit etwas von außen (Pin, Passwort, Smartcard, Fingerabdruckscanner ...). Es geht dabei um unterschiedliche Szenarien.

Das Entsperren per TPM ist vor allem für Unternehmen gedacht. Es passiert beim Hochfahren des PCs automatisch, die Angestellten brauchen also nichts weiter zu tun, um bei Arbeitsbeginn einfach loslegen zu können. Wichtig ist nur, dass C: in genau jenem Computer steckt, dessen TPM den Schlüssel für BitLocker enthält. Der Vorteil zeigt sich dann, wenn der Datenträger aussortiert wird: Die Admins brauchen bloß sicherzustellen, dass der

Datenträger zuverlässig von dem Gerät mit dem TPM getrennt wird, und schon kann niemand mehr die Daten lesen. Vor dem Entsorgen brauchen die Admins einen Datenträger also nicht mehr zu löschen, was Zeit spart und bei Defekten vielleicht gar nicht möglich wäre.

Ein TPM hilft jedoch nicht, wenn es beispielsweise um die Daten auf einem Notebook geht: Fällt dieses einem Dieb in die Hände, bekommt er ja nicht nur den Datenträger, sondern das TPM gleich mit. Daher existiert für solche Fälle die andere Entsperrvariante per Pin, Passwort & Co. Sie können beide Varianten zugleich nutzen.

Schließlich gibt es noch den Wiederherstellungsschlüssel, der quasi als Noteingang dient. Er ist ein Geheimnis, mit dem das Entsperren ebenfalls klappt. Deshalb ist es so besonders wichtig, diesen Schlüssel sicher zu verwahren: Er darf weder verloren gehen noch in falsche Hände fallen.

## Wo steckt die Lücke?

Um nun die BitLocker-Sicherheitslücke zu verstehen, ist es wichtig zu wissen, wo sie klafft, nämlich nicht in Windows selbst, was bei einer Windows-Sicherheitslücke komisch klingen mag. Es ist so: Wenn Sie Windows installieren, landet das Betriebssystem selbst üblicherweise auf jenem Laufwerk, das Sie im Explorer als Laufwerk C: sehen. Das Windows-Setup-Programm legt aber weitere Laufwerke an, die im Explorer nicht erscheinen. Dazu gehört eines für den Bootloader, und dort liegt auch jener Code, der zum Entsperren von BitLocker nötig ist. Das Bootlaufwerk ist

stets unverschlüsselt und das muss auch so. Wäre der Entsperrcode selbst verschlüsselt, wäre er im entscheidenden Moment nicht funktionsfähig.

Unverschlüsselt ist auch das Laufwerk, das die Windows-Datenträgerverwaltung als „Wiederherstellungspartition“ bezeichnet. Es enthält ein weiteres Betriebssystem: Die „Windows-Wiederherstellungsumgebung“, auf Englisch „Windows Recovery Environment“, abgekürzt WinRE oder noch kürzer RE. Das ist eine Art Mini-Windows, das automatisch startet, wenn die eigentliche Windows-Installation auf C: nicht mehr starten mag. Es bietet diverse automatische Reparaturmechanismen für gängige Probleme, die bemerkenswert oft tatsächlich helfen. Sie können RE selbst aufrufen, indem Sie bei laufendem Windows aus dem Startmenü die Option „Neu starten“ auswählen, dabei aber die Umschalttaste gedrückt halten. Nach einigen Sekunden erscheint ein blaues Auswahlmenü mit mehreren Optionen. Eine ausführliche Einführung zu Windows RE haben wir in [5] veröffentlicht.

RE existiert wie jedes andere Betriebssystem in Form einzelner Dateien und Ordner, doch in der Wiederherstellungspartition stecken diese allesamt in einer einzigen Datei namens „Winre.wim“. Sie können sich diese Datei in erster Näherung wie eine Art Zip-Archiv vorstellen (mehr zum WIM-Format in [6]). Zur Laufzeit wird ihr Inhalt komplett ins RAM geladen. Damit Sie mit einem geladenen RE die Windows-Installation auch dann auf C: reparieren können, wenn C: BitLocker-verschlüsselt ist, können Sie solche Laufwerke unter RE entsperren – allerdings, und das ist hier wichtig, nur mithilfe des Wiederherstellungsschlüssels.

Irgendwo in den zu RE gehörenden Dateien in der WinRE.wim befindet sich die Sicherheitslücke. Wie genau sie beschaffen ist, verrät Microsoft aus nachvollziehbaren Gründen nicht. Wir vermuten aber, dass RE irgendwie per TPM (und nur per TPM) ein Laufwerk entsperren kann, ohne dass dafür wie sonst das Eingeben des Wiederherstellungsschlüssels erforderlich ist. Sind zusätzlich PIN oder Passwort zum Entsperren nötig, lässt sich die Lücke laut Microsoft nicht zum Entsperren nutzen.

Wofür wir bislang keine Erklärung kennen: Microsoft sagt, dass das Sicherheitsproblem stets nur genau jene WinRE.wim betrifft, die auf demselben PC liegt, auf dem auch das BitLocker-schützte Volume C: liegt. Mit einer anderen WinRE.

## ct kompakt

- In der Windows-eigenen Laufwerksverschlüsselung steckte eine Sicherheitslücke. Das Schließen der Lücke ging im Januar schief.
- Zum Reparieren lieferte Microsoft eine Anleitung, die oft nicht funktioniert, sowie Skripte, die etwas ganz anderes machen.
- Microsoft vergrößert das Chaos noch, indem die Informationen auf viele unterschiedliche Knowledge-Base-Artikel verteilt sind.

The screenshot shows the Windows Update History window. It lists several updates installed on different dates. Under 'Qualitätsupdates (50)', it includes:

- 2024-01 Sicherheitsupdate für Windows 10 Version 22H2 für x64-basierte Systeme (KB5034441) - Fehler bei der Installation am 22.01.2024 – 0x80070643
- 2024-01 Kumulatives Update für Windows 10 Version 22H2 für x64-basierte Systeme (KB5034122) - Erfolgreich installiert am 11.01.2024
- 2024-01 Kumulatives Update für .NET Framework 3.5, 4.8 und 4.8.1 für Windows 10 Version 22H2 für x64 ((KB5034275)) - Erfolgreich installiert am 11.01.2024
- 2024-01 Sicherheitsupdate für Windows 10 Version 22H2 für x64-basierte Systeme (KB5034441) (2) - Fehler bei der Installation am 10.01.2024 – 0x80070643

Seit dem Januar-Update gibt es auf vielen Rechnern Fehlermeldungen mit dem Fehlercode „0x80070643“, mal direkt in den Einstellungen unter „Update & Sicherheit“, mal im Updateverlauf.

wim (etwa von einem anderen PC) sollen Angreifer also nichts anfangen können. Falls das stimmt, sind nur Rechner von der Lücke betroffen, auf denen die Datei Winre.wim tatsächlich vorhanden und funktionsfähig ist. In der Praxis ist das nicht immer der Fall, etwa wenn ein PC-Hersteller seine Geräte zwar mit vorinstalliertem Windows, aber versehentlich mit defektem oder ganz ohne RE ausliefert.

## Der Patch

Zusammengefasst klingt die Sicherheitslücke in RE gar nicht so gefährlich: Ein Angreifer benötigt physischen Zugriff, RE muss funktionieren und zum Entsperren darf weder PIN noch Passwort oder Ähnliches nötig sein. Ohne BitLocker sind Sie zudem gar nicht erst betroffen, weil ohnehin alles lesbar ist. Microsoft bewertet die Sicherheitslücke deswegen auch mit „Ausnutzung weniger wahrscheinlich“, sie wird angeblich bislang auch noch nicht ausgenutzt.

Dennoch hat Microsoft ebenfalls am 9. Januar 2024 Patches dafür veröffentlicht, und zwar für alle Versionen und Editionen von Windows 10, 11 und Server, die derzeit noch Support erhalten.

Die Patches schließen zwar allesamt dieselbe Lücke, haben aber dennoch unterschiedliche KB-Einträge. KB steht hier für Knowledge Base, Microsofts Online-Wissensdatenbank. KB5034236 ist bei-

spielsweise der Patch für Windows 11 Version 21H2, KB5034232 der für Windows 10 Version 21H2 und 22H2.

## Der Installer

Zum Reparieren der Sicherheitslücke reicht es in diesem Fall nicht aus, einfach nur einige Dateien auszutauschen, denn die stecken ja in der Winre.wim. Technisch bedeutet das: Das Updateprogramm muss zuerst die WIM-Datei in einen temporären Ordner entpacken, darin dann die betroffenen Dateien aktualisieren und schließlich alles wieder einpacken. So ein Updateprogramm gibt es tatsächlich und auch das wieder mehrfach: KB5034440 ist der Installer für den Patch unter Windows 11, KB5034441 erledigt dasselbe unter Windows 10.

Als wäre es noch nicht verwirrend genug, dass Patch und Installer jeweils unterschiedliche KB-Nummern haben, hat sich Microsoft zudem dazu entschieden, die Installer noch mal in ein jeweils anderes Update zu verpacken. Und ja, die haben andere KB-Nummern. Der Hintergrund: Für Windows erscheint monatlich kein Sammelsurium von Updates, die jeweils einzeln zu installieren wären, sondern nur noch ein einziges. Das ist kumulativ, enthält also alle Updates, die bislang für diese Windows-Version erschienen sind. Und im Januar enthalten die kumulativen Updates jeweils den Installer, der dann den Patch

installiert. KB5034123 ist das Januar-Sammelupdate für Windows 11, KB5034122 das Pendant für Windows 10.

## Der Unfall

Der Auslöser für die vielen Probleme war nun nicht etwa der Patch für die Sicherheitslücke, sondern der jeweilige Installer dafür. Das schließen wir aus unseren Untersuchungen der betroffenen Rechner.

Das Fehlerbild ist uneinheitlich. Der Fehlercode „0x80070643“ tauchte stets irgendwo in den Einstellungen auf, aber mal direkt unter „Updates und Sicherheit“ und mal im Updateverlauf. Dort wiederum stand der Code mal beim kumulativen Update, mal bei einem separaten Eintrag für den Installer. Nur der Patch war nirgends aufgeführt.

Auf einem der betroffenen Windows-10-Rechner fanden wir zudem im „Zuverlässigkeitserlauf“ einen weiteren Fehlercode des Installers: „0x8024200B“ (was für „ERROR\_DS\_INVALID\_ATTRIBUTE\_SYNTAX“ steht und hier auch nicht wirklich weiterhilft). Wohlgernekt: Der selbe PC, derselbe Installer, zwei verschiedene Fehlercodes (das Microsoft-Tool zum Übersetzen der Codes in Textschnipsel finden Sie unter ct.de/y19h).

## Ursachen

Microsoft schreibt in den entsprechenden KB-Einträgen unter „Bekannte Probleme“: „Der PC muss über 250 MB freien Speicherplatz in der Wiederherstellungspartition verfügen, um dieses Update erfolgreich anwenden zu können.“ Das können wir so nicht bestätigen: Das Einspielen klappte bei unseren Tests auch auf Rechnern, auf denen weniger Platz frei war. Platzmangel mag also eine Ursache sein, ist aber mutmaßlich nicht die alleinige.

Ob das Einspielen beim Entpacken der WIM-Datei, beim Aktualisieren der darin enthaltenen Dateien oder beim Wieder-einpacken scheitert, wissen wir nicht: Zwar existieren in der Redaktion und auch in unserem privaten Umfeld diverse Rechner, die von dem Problem betroffen sind. Wir haben aber bis Redaktionsschluss bei keinem Testrechner live zusehen können, was genau schiefgeht, denn (Murphy würde wissend nicken): Dann klappte stets alles.

Dennoch können wir sagen: Auf den betroffenen Rechnern war stets irgendwas mit RE selbst oder mit der Wiederherstellungspartition. Mal war RE deaktiviert, mal fehlte es ganz, mal lag die RE-Partition an der falschen Stelle, war mehrfach vorhan-

den oder falsch konfiguriert. Wie es dazu kommen kann, füllt eigene lange Artikel [7, 8], aber darum soll es hier nicht gehen. Viel wichtiger: auf allen Rechnern half es, RE und die RE-Partition in jenen Zustand zu versetzen, der eigentlich der normale sein soll. Danach klappte das Installieren der fraglichen Updates doch noch.

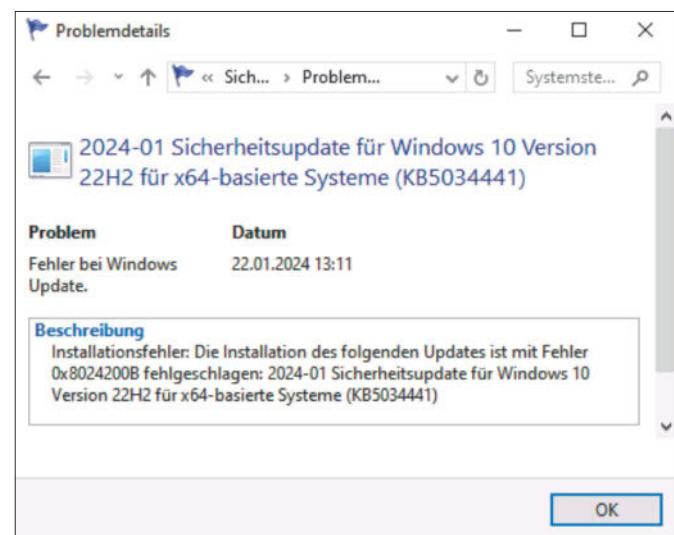
## Microsoft versucht zu helfen

Doch was können Sie nun tun? Unsere Empfehlung lautet: Machen Sie nichts. Das liegt auch an dem, was Microsoft bislang als „Abhilfe“ veröffentlicht hat. Denn der Konzern weiß selbstverständlich von den Problemen rund um die Januar-Updates, veröffentlichte aber bislang keine echte Lösung etwa in Form eines weiteren Updates, das die Probleme automatisch behebt. Stattdessen gab es zweierlei.

Erstens verweist Microsoft auf KB5028997. Das ist kein Update, sondern eine Anleitung, wie Sie die RE-Partition von Hand vergrößern können. Erschienen ist sie bereits im September letzten Jahres, offenbar gab es seinerzeit auch schon Probleme. Die Anleitung funktioniert anders als der oben erwähnte c't-Artikel [8] ausdrücklich nur dann, wenn genau eine (also nicht null oder mehrere) RE-Partition existiert, die auf demselben Datenträger liegt, auf dem auch Windows installiert ist. Zudem darf sie nicht vor der Windows-Partition liegen, sondern gehört dahinter, und zwar direkt dahinter. Letztere Anforderung ist auch deshalb einigermaßen originell, weil Microsoft das zwar schon vor langer Zeit zum Standard erklärt hat, aber irgendwer in Redmond vergaß, das Memo an die Entwickler des Windows-Setup-Programms weiterzugeben. Als Folge erstellt das Setup-Programm bei einer Windows-Neuinstallation erst seit Windows 10 Version 2004 (erschienen im April 2020) die RE-Partition an der von Microsoft vorgesehenen Position direkt hinter C:. Bis dahin landete sie stets davor. Anders formuliert: Bis Anfang 2020 hielt sich Microsofts Software nicht an Microsofts Vorgabe, weshalb auf den betroffenen PCs nun Microsofts Anleitung nicht funktioniert.

Abgesehen von der Anleitung veröffentlichte Microsoft zweitens noch einen Verweis auf KB5034957. Dort finden Sie PowerShell-Skripte. Bei denen geht es aber um etwas ganz anderes als das Reparieren der RE-Partition. Sie sollen stattdessen als Ersatz für die via Windows-Update ausgelieferten Installer dienen. Die

**Auch im Zuverlässigkeit verlauf tauchen Updatefehler auf. Im Bild: Der selbe Rechner, dasselbe Update, aber ein anderer Fehlercode als im Updateverlauf.**



Skripte schließen also die Sicherheitslücke (sofern RE sonst unbeschädigt ist). Gedacht sind sie für PowerShell-erfahrene Admins, die sich von Problemen nicht aus der Ruhe bringen lassen: Die Skripte enthalten mit `reagentc /mountre ...` mindestens einen Befehl, den DISM-Kenner zwar selbsterklärend finden könnten, der aber undokumentiert ist und insofern für Überraschungen taugen könnte. Auch diese Skripte sind übrigens nicht neu, sondern schon im letzten Jahr prüfsummenidentisch als KB5033560 erschienen.

## Und nun?

Es besteht Hoffnung, dass Microsoft irgendwann mehr zur Lösung der aktuellen Probleme beiträgt als PowerShell-Skripte und halbgare Anleitungen. Immerhin verspricht der Konzern sowohl in KB5034440 als auch in KB5034441: „Wir arbeiten an einer Lösung und werden in einer zukünftigen Veröffentlichung ein Update bereitstellen.“

Sollte Ihnen beim Warten auf Microsofts Lösung der Geduldsfaden reißen, bleiben Ihnen immer noch die in [7] und [8] erwähnten Wege zur Selbsthilfe. Angst vor langen Kommandozeilen dürfen Sie dann aber nicht haben. Ein Tipp noch, falls Sie das wirklich von Hand angehen wollen: Der RE-Partition sollten Sie aufgrund der aktuellen Erfahrungen mindestens 2 GByte Platz spendieren, denn wer weiß schon, was Microsoft in Zukunft noch so alles mit RE und der RE-Partition treibt.

## Offene Fragen

Nach dem Januar-Patchday bleiben viele Fragen offen: Was taugt eigentlich ein Rettungssystem wie RE, wenn es immer wie-

der mal selbst Rettung braucht? Gibt es keine bessere Lösung für die RE-Partition? Was sollen Reparaturanleitungen, von denen Microsoft doch wissen muss, dass sie nicht auf allen Rechnern funktionieren? Ist es wirklich notwendig, Informationen über Patches und Updates für dieselbe Sicherheitslücke über so viele KB-Artikel zu verteilen? Warum ist Windows bis heute nicht in der Lage, bei Fehlern sinnvolle und im Idealfall sogar weiterhelfende Informationen auszugeben?

Die entscheidenden Fragen sind jedoch: Wie konnte Microsoft übersehen, dass beim Einspielen der Patches auf dermaßen vielen Rechnern etwas schiefgehen könnte? Werden Updates dort überhaupt noch nennenswert getestet? Es wird offenbar dringend Zeit, dass Microsoft an die eigene Arbeit endlich wieder höhere Ansprüche stellt. Der Januar-Patchday jedenfalls war einfach nur Murks.

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

## Literatur

- [1] Jan Schüßler, Wohl oder übel, Keine Angst mehr vor Windows-Updates, c't 8/2022, S. 148
- [2] Jan Schüßler, Bleib alt!, Windows 11 automatische Treiberupdates abgewöhnen, c't 23/2023, S. 136
- [3] Jan Schüßler, FAQ: BitLocker, c't 4/2023, S. 180
- [4] Christof Windeck, FAQ: TPM 2.0, c't 16/2021, S. 180
- [5] Axel Vahldiek, Aufstehhelfer, Wie Windows Startprobleme selber löst, c't 5/2018, S. 74
- [6] Axel Vahldiek, FAQ: Windows Image-Format WIM, c't 18/2018, S. 176
- [7] Axel Vahldiek, Hilfe für den Helfer, Windows RE prüfen und reparieren, c't 5/2018, S. 80
- [8] Axel Vahldiek, Wo ist sie, und wenn ja, wie oft?, Windows RE und die Recovery-Partition, c't 18/2021, S. 162

**CVE- und KB-Links, Tool: ct.de/y19h**



# Großes Leichtgewicht

## 1-Kilo-Notebook: LG Gram 15 SuperSlim

**Sehr wenige Notebooks sind leichter als ein Kilogramm und die meisten davon sind kompakte 13-Zöller. LGs Gram 15 SuperSlim schafft die Gewichtsklasse trotz seines großen 15,6-Zoll-Bildschirms.**

Von Florian Müssig

Wer sein Notebook tagtäglich mit sich herumtragen muss, freut sich nahegenderweise über geringes Gewicht. Im Laufe der letzten Dekade verloren Notebooks durch die Bank sowohl an Dicke als auch an Masse: Über zwei Kilogramm bringen nur noch leistungsstarke Gaming-

Notebooks auf die Waage, während fürs Arbeiten gedachte 15- und 16-Zöller bei 1,7 Kilogramm oder weniger rangieren; bei 13- und 14-Zöllern sind unter 1,3 Kilogramm die Regel. Nur wenige Hersteller schaffen es allerdings, dass ihre Notebooks weniger als eine Literpackung Milch wiegen.

Selbst unter diesen Sonderlingen ist das hier getestete LG Gram 15 SuperSlim eine Besonderheit, weil es einen großen 15,6-Zoll-Bildschirm hat. LG verwendet ein farbstarkes OLED-Panel mit Full-HD-Auflösung und mattierter Oberfläche. Zwei andere wichtige Trends bei Bildschirmen von Oberklassennotebooks werden aber noch nicht bedient: Das Panel hat das 16:9-Format und damit weniger Bildhöhe als die inzwischen gängigen 16:10- oder 3:2-Bildschirme; zudem sind höchstens 60 Hertz Bildwiederholrate drin. Wegen der

vergleichsweise geringen Pixelanzahl fallen die OLED-typischen Farbsäume bei Text oder anderen kontrastreichen Übergängen stärker auf als bei neueren 16:10-OLEDs, die mindestens 2880er-Auflösung mitbringen.

Das Gehäuse ist breit genug für eine Tastatur samt Ziffernblock. Leider umfasst der nur drei statt wie üblich vier Spalten, was Umgewöhnung erfordert: Null und Enter haben nur einfache statt doppelte Größe; die Rechenzeichen befinden sich oberhalb der Zifferntasten. Auch das Haupttastenfeld bedingt wegen der nur einzeilig ausgeführten Enter-Taste eine Eingewöhnungsphase, bevor man flüssig blind tippen kann. Der Cursorblock ist ebenfalls einzeilig, doch weil die unterste Tastenzeile mehr Tiefe hat, kann man die Pfeiltasten trotzdem gut benutzen. Der Tastenhub reicht für angenehmes Tippen aus, der Druckpunkt ist deutlich spürbar.

### USB-C für alles

Bei den Schnittstellen dominiert USB-C: Es gibt gleich drei solche Buchsen, davon zwei mit USB4/Thunderbolt 4, aber sonst nur noch einen analogen Audioausgang. Das beigelegte USB-C-Netzteil ist ein äußerst kompakter Vertreter der 65-Watt-Klasse und frisst als Steckernetzteil mit abnehmbarem Kabel kaum Platz im Rucksack. Die Webcam im Bildschirmrahmen loggt Nutzer komfortabel biometrisch in Windows ein.

LG verkauft das Gram 15 SuperSlim ausschließlich wie hier getestet mit Intel Core i7-1360P, 16 GByte aufgelötem LPDDR5-Speicher und 1-TByte-SSD in einem grauen Gehäuse, dessen Farbton offiziell Neptun-Blau heißt. Amazon ruft dafür 2100 Euro auf, was dem Startpreis



**LG legt ein kompaktes und leichtes USB-C-Steckernetzteil mit 65 Watt in den Karton.**

Vielschreiber müssen erst ein bisschen üben, bevor sie die einzeilige Enter-Taste und den nur dreispaltigen Ziffernblock des LG Gram 15 SuperSlim blind bedienen können.



von Mitte 2023 entspricht. In LGs haus-eigenem Webshop bekommt man dieselbe Ausstattung hingegen seit Ende 2023 durchgängig für unter 1500 Euro. Bei anderen Händlern haben wir das Gerät nicht entdeckt. Laut LG handelt es sich bei dem Kampfpreis nicht um einen finalen Abverkauf; das Notebook soll erst im zweiten Quartal 2024 aus dem Portfolio verschwinden. Eine Nachfolgegeneration mit den nagelneuen Core-Ultra-CPUs steht ebenfalls nicht vor der Tür.

In das flache Gehäuse – das Notebook ist an seiner dicksten Stelle inklusive Deckel keine eineinhalb Zentimeter dick – passt kein ausladendes Kühlssystem, weshalb der Core i7-1360P hier eine geringere Rechenleistung als in dickeren und schwereren Konkurrenzgeräten ab liefert. Für Office-Arbeiten, Videokonferenzen oder Websurfen steht dennoch mehr als ausreichend Performance bereit.

Die Akkulaufzeiten schwanken je nach Nutzungsfall stark. Bei geringer Rechenlast und überwiegend dunklem Bildschirminhalt haben wir über 24 Stunden gemessen. Bei höherer Helligkeit und einem überwiegend aus hellen Inhalten bestehendem Videoclip in Dauerschleife war der Akku hingegen schon nach 6 Stunden leer. Wie bei allen Notebooks mit OLED-Panels lohnt es sich also, Windows, Anwendungen und Webseiten möglichst im Dark Mode zu betrachten, wenn es einem auf lange Akkulaufzeiten ankommt.

## Fazit

LGs Gram 15 SuperSlim gehört zu den leichtesten derzeit erhältlichen Notebooks und ist das einzige uns bekannte aus dieser Riege mit 15-Zoll-Bildschirm – noch dazu einem mattten OLED. Wer sich mit einem drei- statt vierspaltigen Ziffernblock anfreunden kann und kein Problem damit hat, dass Peripherie ausschließlich per

modernem USB-C Anschluss findet, bekommt ein leichtes und leises Arbeitsgerät. Das Netzteil kann für einen Arbeitstag

problemlos zu Hause bleiben, obwohl auch es so kompakt ist, dass man es gerne einpakt. (mue@ct.de) 

## LG Gram 15 SuperSlim: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	15Z0RT-G.AA78G
Lieferumfang	Windows 11 Home, Netzteil
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>	
HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / ✓ (✓)
USB / LAN / Klinke	2 × L (2 × Typ C), 1 × R (1 × Typ C) / – / R
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / – / –
USB-C: 40 Gbit/s / 10 Gbit/s / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓
<b>Ausstattung</b>	
Display	15,6 Zoll (39,5 cm), 1920 × 1080, 16,9, 142 dpi, 60 Hz, 4 ... 377 cd/m <sup>2</sup> , matt, OLED
Prozessor	Intel Core i7-1360P (4 P-Kerne + 8 E-Kerne)
Hauptspeicher / SSD	16 GB LPDDR5 / SK Hynix PC801 (1024 GByte)
KI-Einheit	–
Grafikeinheit (Speicher)	Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)
Sound	Realtek ALC298
Mobilfunk / LAN / WLAN + Bluetooth	– / – / Intel AX211 (Wi-Fi 6E, 2 Streams)
Touchpad (Gesten) / Fingerabdruckleser	HID (max. 4 Finger) / –
<b>Gewicht, Maße, Stromversorgung</b>	
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	0,99 kg / 35,6 cm × 22,7 cm / 1,2 ... 1,4 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster / Beleuchtung	0,9 cm / 19 mm × 18,5 mm / ✓
Akku (Ladestopp < 100 % einstellbar)	60 Wh Lithium-Ionen (✓)
Netzteil (Notebookzuleitung abnehmbar)	65 W, 195 g (✓)
bei USB-PD: 5 / 9 / 12 / 15 / 20 Volt mit ...	3 / 3 / – / 3 / 3,25 Ampere
<b>Leistungsaufnahme</b>	
Suspend / ausgeschaltet	0,6 W / 0,3 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max.	1,7 W / 3,2 W / 3,4 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	61 W / 11,6 W / 42 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	64 W / 0,54
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>	
Laufzeit Idle (100 cd/m <sup>2</sup> ) / Video (200 cd/m <sup>2</sup> ) / 3D (max.)	24,1 h / 5,9 h / 2,5 h
Ladestand nach 1 h Laden	72 %
Geräusch ohne / mit Rechenlast	<0,1 sone / 1,1 sone
Massenspeicher lesen / schreiben	5373 / 4899 MByte/s
WLAN 6 GHz / 5 GHz / 2,4 GHz (20m)	131-213 / 221-344 / 210-297 Mbit/s
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 99 dB
CineBench 2024 (GPU / 1T / nT)	– / 99 / 487 Punkte
GeekBench 6.2 (Single / Multi)	2505 / 10747 Punkte
3DMark: Fire Strike / Time Spy / Solar Bay	5223 / 1821 / – Punkte
<b>Preis und Garantie</b>	
Straßenpreis Testkonfiguration	1450 €
Garantie	2 Jahre
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ⊖ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe	



# Problemwandler

## Lüfterloses PC-Netzteil mit GaN-Technik

**Das geräuschlose PC-Netzteil Hdplex 250W GaN ATX mit Galliumnitrid-Technik soll besonders effizient arbeiten. Doch es hakt an mehreren Stellen.**

Von Christof Windeck

PC-Netzteile sind sogenannte Schalt-Netzteile, die kompakter gebaut sein können als solche mit 50-Hertz-Transformatoren. Sie arbeiten auch deutlich effizienter. Transistoren aus dem Halbleitermaterial Galliumnitrid (GaN) schalten mit niedrigeren Verlusten und höheren Frequenzen als welche aus Silizium. Deshalb können GaN-Netzteile effizienter und kompakter als herkömmliche Wandler gleicher Leistung sein. Doch GaN-Transistoren sind teurer und die Schaltung muss für sie optimiert sein. Daher sind ATX-Netzteile mit GaN-Technik bisher selten – bis auf das lüfter- und geräuschlose Hdplex 250W GaN ATX, dem wir auf den Zahn fühlten.

Mit 250 Watt Nennleistung eignet es sich für Bürocomputer und Heimserver. Allerdings hat das GaN-Netzteil keine standardisierte ATX-Bauform, sondern ist für spezielle PC-Gehäuse von Hdplex mit

Aluminiumkühlrippen gedacht. Hdplex verkauft aber auch eine Metallplatte in der Größe einer ATX-Netzteilrückwand mit Durchbruch für die Kaltgerätebuchse, um das GaN-Netzteil in ATX-Gehäuse einzubauen. Darin muss man es aber selbst irgendwie befestigen. Ungewöhnlich ist auch, dass man mehrere 250W GaN ATX parallel schalten kann.

### Drohende Gefahren

Das Hdplex 250W GaN ATX trägt kein CE-Kennzeichen, es dürfte in der EU wohl nicht verkauft werden. Auf Anfrage per Mail lieferte die chinesische Firma Hdplex Prüfzertifikate nach. Doch die Isolierung der 230-Volt-Kontakte an der Kaltgerätebuchse mit Schrumpfschlauch hinterlässt keinen guten Eindruck.

Trotz dieser Mängel haben wir das Netzteil im Labor vermessen, weil wir neugierig auf die GaN-Vorteile waren. Wir fanden jedoch keine. Denn unter Last erreichte das 250W GaN ATX nur einen mittelmäßigen Wirkungsgrad von 88 Prozent – das können viele billigere ATX-Wandler mit der Einstufung „80 Plus Gold“ besser, die über 90 Prozent schaffen. Einzelne davon gibt es auch lüfterlos.

12 Prozent Verlust bedeutet bei 250 Watt Nennlast rund 30 Watt Abwärme. Dadurch heizt sich das lüfterlose 250W GaN ATX auf bis zu 95 Grad Celsius auf.

Das ist bei Berührung gefährlich und dürfte auch den eingebauten Komponenten nicht gut bekommen. Denn darunter ist ein Elektrolytkondensator, der für Dauerbetrieb bei höchstens 105 Grad ausgelegt ist. Bei Büro-PC-typischen Lasten bleibt das Netzteil jedoch deutlich kühler.

Auch im PC-Leerlauf ist das 250W GaN ATX nicht sehr genügsam. Bei unserem Heimserver-Bauvorschlag aus c't 3/2024 sank die Leistungsaufnahme bei Leerlauf im Vergleich zum 450-Watt-Netzteil von be quiet! bloß um 2,9 Watt von 16,7 auf 13,8 Watt. Das sind zwar immerhin 17,5 Prozent, aber das dreimal so teure GaN-Netzteil würde sich bei aktuellen Strompreisen erst nach zehn Jahren Dauerbetrieb amortisieren.

Je nach angeschlossenen Komponenten verursacht das Netzteil sogar im Soft-Off-Modus, also nach dem Herunterfahren des Computers, eine relativ hohe Leistungsaufnahme. Denn es schaltet im Standby-Betrieb nur 5 und 3,3 Volt ab, aber nicht die 12-Volt-Schiene. Dadurch fließen unnötige 0,6 Watt rund ums Jahr, wenn man das Netzteil nicht vom Netz trennt. Außerdem entspricht das nicht der ATX-Spezifikation und verursacht möglicherweise Störungen.

### Fazit

Das Hdplex 250W GaN ATX beweist, dass ein Netzteil nicht alleine davon besser wird, dass man ein paar Galliumnitrid-Transistoren reinlötet. Dazu ist mehr Sorgfalt nötig. Das teure 250W GaN ATX ist nur mäßig effizient und wird zu heiß – es lohnt sich nicht.

(ciw@ct.de) 

## Lüfterloses PC-Netzteil mit ATX-Spannungen

Modell	250W GaN ATX
Hersteller, URL	Hdplex, <a href="http://hdplex.com">hdplex.com</a>
Maße	5,7 cm × 2,4 cm × 17 cm (ohne eingesteckte Kabel)
mitgelieferte Kabel	2 × Main Power ATX 8 cm & 33 cm, 1 × ATX12V 43 cm, 1 × PCIe 43 cm (2 × 6-pol.), 1 Molex 36 cm (3 × 4p)
sonstiges Zubehör	Montageplatte, Schrauben
Messwerte	
Wirkungsgrad (Leistungsaufnahme) bei Schwachlast 10,6 W / 30,4 W	68 % (15,5 W) / 78 % (39 W)
Wirkungsgrad bei 50 (20 %) / 125 (50 %) / 250 W (100 %)	80 % / 88 % / 88 %
Stützzeit (Note)	Last 21 ms (⊕⊕) / Standby 1 s (⊕⊕)
Burst- / Surge-Tests 1000 / 2000 V	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Preis / Garantie	145 € / 12 Monate

# // heise devSec()

6.-7. März 2024 • Hannover

Ab 2024 gibt es doppelte Sicherheit für Softwareentwickler: Vor der Herbstkonferenz in Köln gibt es die heise devSec zusätzlich Mitte März in Hannover – zwei Tage mit aktuellen Themen für alle, die sichere Software entwickeln.

- **6. März – Software Supply Chain Security:** Open-Source-Software sicher in Projekte einbinden, Schwachstellen vermeiden und frühzeitig erkennen
- **7. März – Künstliche Intelligenz in der Softwareentwicklung:** Copilot, ChatGPT und Co. verantwortungsvoll einsetzen und Methoden für sichere Integration von KI in Softwareprodukte

[heise-devsec.de](http://heise-devsec.de)

Jetzt auch  
im  
Frühjahr

Jetzt Tickets sichern!

Veranstalter



heise Security

dpunkt.verlag

Gold-Sponsor



## Die ML-Konferenz

24.-25. April 2024 • Köln

Der Treffpunkt für **Data Scientists**, **Data Engineers** und **Developer**, die Machine-Learning-Projekte in die Realität umsetzen.

### Aus dem Programm:

- ✓ Sprachmodelle für den Datenzugriff der Zukunft
- ✓ Observability von ML-Anwendungen
- ✓ Federated Learning in Theorie und Praxis
- ✓ Threat Modeling für KI-Anwendungen
- ✓ Praxisbericht MLOps
- ✓ KI zwischen fantastischen Möglichkeiten, Rechtsunsicherheit und Disruption



[m3-konferenz.de](http://m3-konferenz.de)

Jetzt  
Frühbucher-  
ticket  
sichern!

Workshops zum Einsatz von LLMs und zu Conversational Apps mit Langchain und Python am 23. April

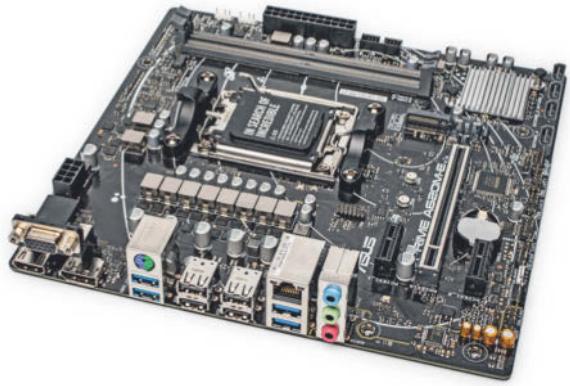
Veranstalter



dpunkt.verlag

# Sparplatte

## AM5-Mainboard Asus Prime A620M-E-CSM für Bürocomputer



**Die Ryzen-Prozessoren von AMD sind flott und unter Last effizient. Im Leerlauf schlucken bisherige AM5-Systeme jedoch viel Strom. Der Ryzen 8000G kann es besser, wenn das Mainboard mitspielt.**

Von Christof Windeck

**U**m Strom zu sparen, muss ein Bürocomputer oder Heimserver vor allem im Leerlauf genügsam laufen. Denn solche Rechner faulenzen typischerweise mehr als 90 Prozent ihrer Betriebszeit. Moderne Prozessoren können sogar zwischen zwei Tastaturanschlägen von Schnelltippern kurzzeitig in Tiefschlaf fallen.

Damit in solchen Sparphasen auch der gesamte PC möglichst wenig Strom frisst, muss das Mainboard mitspielen. An diesem Punkt schwächtelt die aktuelle AMD-Plattform AM5: Alle bisher von c't getesteten AM5-Boards schlucken im Leerlauf mindestens 30 Watt. Einige LGA1700-Boards für Intels Core i-14000/13000/12000 kommen hingegen auf 13 Watt hinunter [1].

Doch passend zum Start der CPU-Serie Ryzen 8000G (siehe S. 94) wächst die Auswahl an potenziell genügsamen AM5-Boards mit magerer Ausstattung. Wir haben das Asus Prime A620M-E-CSM auf den Prüfstand geholt. Die Abkürzung CSM steht für Corporate Stable Model: Das Board will Asus länger liefern, es ist vor allem für Bürocomputer in Firmen gedacht. Es gibt auch eine Variante mit der AMD-eigenen Fernwartungsfunktion DASH [2].

Mit einer PS/2-Buchse, einem VGA-Ausgang und einem Pfostenstecker für ein Slotblech mit COM-Port eignet sich das Prime A620M-E-CSM auch noch für Retro-Arbeitsplätze. USB 3.2 Gen 2 mit 10 Gbit/s fehlt hingegen, was bei einem Board für 115

Euro nicht zeitgemäß ist. Es hat zwei DIMM-Slots für DDR5-RAM, mit 48-GByte-Modulen sind bis zu 96 GByte Arbeitsspeicher möglich. Die Speicherschutzfunktion Error Correction Code (ECC) lässt sich beim A620M-E-CSM nicht nutzen, obwohl sie die Ryzen 8000G grundsätzlich beherrschen.

### Sparhilfen

Damit ein PC-Mainboard im Leerlauf sparsam arbeitet, müssen die Entwickler einerseits beherzt Funktionen und Zusatzchips weglassen und andererseits das BIOS sorgfältig programmieren. Das betrifft weniger die vom Nutzer verstellbaren BIOS-Setup-Optionen, sondern eher die „unsichtbaren“ Voreinstellungen. Besonders wichtig sind die tiefen CPU-Sparmodi ab C3 sowie PCI Express Active State Power Management (PCIe ASPM) und SATA Link Power Management. Denn wenn PCIe- und SATA-Controller in Arbeitspausen aktiv bleiben, kann auch der Speichercontroller in der CPU nicht abschalten, braucht eine höhere Betriebsspannung und schluckt mehr Strom als nötig. Wenn die BIOS-Programmierer an solchen Stellen schlampen, kann man es nachträglich nicht verbessern. Die RAM-Übertaktungsautomatik EXPO ist Gift für sparsamen Betrieb, weil sie viele Betriebsspannungen steigert.

Im Leerlauf unter Windows 11 kam das Asus Prime A620M-E-CSM mit dem Ryzen 5 8600G auf 23 Watt. Mit einem anderen ATX-Netzteil würden sich sogar noch ein paar Watt rausholen lassen, knapp unter 20 Watt dürften möglich sein.

Bei der CPU-Performance gibt sich das A620M-E-CSM keine Blöße. Die USB-Datentransferraten sind in Ordnung – auf dem Niveau der 15 Jahre alten USB-3.0-Technik. Ärgerlich: Die Datentransferrate des 1-Gbit/s-Ethernetchips liegt beim Senden um 28 Prozent unter den üblichen Werten von rund 950 Mbit/s. Das trat mit einem Ryzen 5 7600 nicht auf – aber mit diesem betrug die Leistungsaufnahme im Leerlauf satte 34 Watt.

### Fazit

Die Leerlaufleistungsaufnahme des Asus Prime A620M-E-CSM liegt um rund 30 Prozent niedriger als bei vielen anderen AM5-Boards. Absolut betrachtet fährt man mit Intels LGA1700-Prozessoren in diesem Punkt wesentlich besser. Und auch das BIOS des Prime A620M-E-CSM braucht noch Feinschliff für den Ryzen 8000G. Dennoch eignet sich das Board für Bürocomputer, die nur an rund 20 Prozent der Stunden eines Jahres laufen – dann fallen ein paar Watt mehr nicht groß ins Gewicht.

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

### Literatur

- [1] Christian Hirsch, Sparsamer Allrounder, Bauvorschlag für einen 13-Watt-PC, c't 26/2022, S. 22
- [2] Christof Windeck, Ryzen-Remote, Fernwartung AMD Dash in Ryzen-Pro-Prozessoren, c't 16/2020, S. 90

### Asus Prime A620M-E-CSM

AM5-Mainboard für AMD Ryzen 7000/8000G	
Hersteller, URL	Asus, asus.com/de
CPU-Fassung / max. TDP / Chipsatz	AM5 / 120 Watt / AMD A620
Mainboard-Bauform	Micro-ATX, 22,6 cm × 22,1 cm
Arbeitsspeicher	2 × DDR5-UDIMM, max. 96 GByte
PCI-Express-Slots	1 × PCIe 4.0 x16, 2 × PCIe 3.0 x1
Massenspeicher	1 × M.2 2280/2260/2242 (PCIe 4.0 x4), 4 × SATA 6G
Ethernet / Audio analog	Realtek RTL811H (1 Gbit/s) / Realtek ALC897
externe Anschlüsse	1 × HDMI 2.1, 1 × DP 1.4, 1 × VGA, 1 × RJ45, 4 × USB-A 5 Gbit/s, 4 × USB 2.0, 1 × PS/2, 3 × Audio-Klinke
interne Anschlüsse	1 × FP-Audio, 1 × SPDIF, 2 × USB 2.0, 1 × 19p USB 3.2 Gen 1, 1 × COM, 1 × TPM, 3 × RGB, 3 × Lüfter (4-pin)

Funktionstests / Messwerte mit Ryzen 5 8600G unter Windows 11	
Boot-Modi: UEFI mit / ohne Secure Boot / BIOS (Version)	✓ / ✓ / 2214
Cinebench R24 ST / MT	105 / 798 Punkte
Leistungsaufn. Leerlauf / Volllast	23 / 103 W (Spitze 132 W)
Transferrate LAN RX / TX	951 / 689 Mbit/s
Preis / Garantie	115 € / 3 Jahre
✓ funktioniert	– funktioniert nicht



## Goldhäschen

**Die Spielergrafikkarte Radeon RX 7900 GRE ist die schnellere Alternative zur Radeon RX 7800 XT. Sapphires Pulse-Version ist auch noch richtig leise – gibts da keinen Haken?**

Seit einiger Zeit tauchen im Handel immer mal wieder Spielergrafikkarten des Typs Radeon RX 7900 mit dem untypischen Kürzel GRE auf. Das steht für Golden Rabbit Edition und referenziert das chinesische Jahr des Hasen. Denn die ab rund 600 Euro erhältlichen Karten waren ursprünglich für den chinesischen Markt gedacht, stehen aber auch in Europa kurz vor dem offiziellen Start. Wir haben mit der Sapphire Pulse Radeon RX 7900 GRE eine Karte aus einem Komplett-PC getestet.

Die Karte schöpft ihre Leistung aus einem von 96 auf 80 Compute-Units abgespeckten Navi31-Chipkombinat aus einem Graphics Compute Die und sechs Memory Cache Dies und liegt damit nominell nur knapp 5 Prozent hinter der RX 7900 XT. Leider schaltet AMD aber auch eine der sechs Shader-Engines im Chip ab. Damit sinkt auch der Durchsatz an Pixeln oder bei der frühen Entfernung verdeckter Oberflächen um Rechenzeit zu sparen, taktbereinigt um fast 17 Prozent gegenüber der 7900 XT(X), was unsere Messungen bestätigten. Das wiederum führt auch in Spielen zu niedrigeren Bildraten, als es die 5 Prozent weniger Shadereinheiten gegenüber der RX 7900 XT vermuten ließen.

Die 7900 GRE hat außerdem nur 16 statt 20 GByte Grafikspeicher, der auch nur 576 statt 800 GByte/s überträgt, ähnelt in dieser Hinsicht also eher einer RX 7800 XT. Glücklicherweise liegt ihr Preis auch näher an letzterer als an den teureren Geschwistern. Die 7900 GRE von Sapphi-

re versorgt bis zu vier UHD-Monitore über je zwei DP-2.1- und HDMI-Anschlüsse, ihre Videoencoder entlasten den Prozessor auch bei der Wiedergabe von Filmen und Streams im AV1-Format.

Die Leistung genügt, um die meisten Spiele in WQHD-Auflösung mit 2560 × 1440 Bildpunkten in hoher bis höchster Detailstufe zu spielen, oft sogar mit dreistelligen Bildraten. Nur das Raytracing-Gewitter von Cyberpunk 2077 oder Control verhindert die wünschenswerten 60 Durchschnitts-fps in WQHD. In Ultra HD ruckeln auch andere Spiele.

Im Schnitt über den Testparcours und alle Auflösungen ist die Sapphire RX 7900 GRE etwa 7 Prozent langsamer als die RX 7900 XTX, aber 10 Prozent schneller als die RX 7800 XT. Verglichen mit einer GeForce RTX 4070 ist die RX 7900 GRE in Spielen mit Rasterizer-Grafik etwa 10 Prozent schneller, liegt bei heftigem Raytracing-Einsatz dafür um 20 Prozent zurück.

Den Kühler und dessen Abstimmung hat Sapphire sehr gut hinbekommen. Seine drei 95-Millimeter-Lüfter hielten im Leerlauf an und schaufelten die mit maximal 285 Watt (Kurzzeit-Spitze: 330 Watt) erwärmte Luft unter Vollast mit sehr leisen 0,2 sone durchs PC-Gehäuse. Bei hohen dreistelligen Bildraten, etwa in Spielemenüs, zirpten die Spulen allerdings vernehmbar. Im Leerlauf an einem 4K-Display mit 60 Hertz brauchte die Karte knapp 12 Watt, bei 120 Hertz schon 37 Watt.

Die Sapphire Pulse Radeon RX 7900 GRE ist eine gute und vor allem leise Karte für Spieler, die in WQHD-Auflösung flüssig zocken wollen und bei Raytracing-Titeln auch mal auf die zweithöchste Detailstufe zurückschalten. (csp@ct.de)

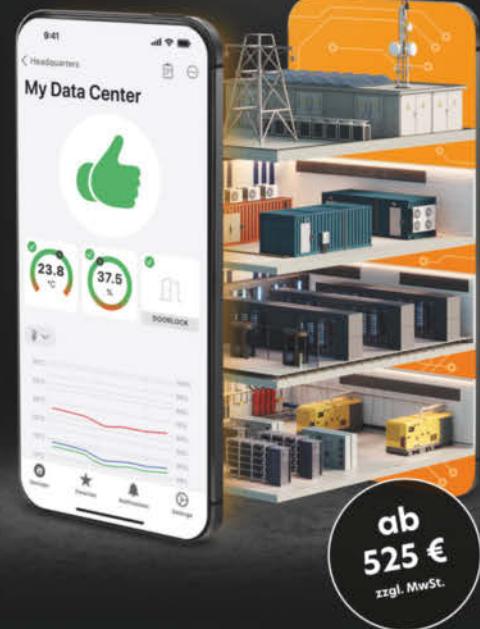
## Sapphire Pulse Radeon RX 7900 GRE

### Spieldrafikkarte für WQHD und Raytracing

Hersteller, URL	Sapphire, sapphiretech.com/de-de
GPU / Grafikspeicher	Navi 31 / 16 GByte GDDR6
Shader / TMUs / ROPs	5120 / 320 / 160
Länge × Höhe × Breite / Gewicht	322 mm × 130 mm × 54 mm / 1118 g
Anschlüsse	2 × DP 2.1 (UHBR 13.5), 2 × HDMI 2.1, 2 × PCIe-Strom (8-pol)
Lautheit Leerlauf / Volllast	<0,1 sone (⊕⊕) / 0,2 sone (⊕⊕)
Spieleleistung FHD / WQHD / UHD (m. Raytracing)	⊕⊕ (⊕⊕) / ⊕⊕ (⊕) / ⊕ (⊖)
Lieferumfang	nur Karte (OEM-Version)
Straßenpreis / Garantie	600 € / 3 Jahre <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Abwicklung nur über Händler ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ⊖ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht

# KONTROLLE ÜBERNEHMEN



40 Gefahren – Eine Lösung

Alles auf einen Blick

Monitoring, Zutrittskontrolle, Video, PDU und mehr

**KentixONE**, die geniale IoT-Lösung, sorgt für volle physische Sicherheit in Ihrer IT-Infrastruktur und Rechenzentrum. Einfach, skalierbar, jederzeit von überall



kentix.com



**KENTIX**  
Innovative Security



# Angedockt

## Viewsonic VP16-OLED: Mobiler OLED-Monitor mit USB-C

**Das Beistelldisplay VP16-OLED ist ein Hingucker: satte Farben, überragende Kontraste, ausgefeilter Ständer. Notebooks und Kameras ergänzt das organische Display per USB-C.**

Von Ulrike Kuhlmann

Keine USB-C-Monitore nutzen meist LC-Displays, Viewsonics setzt dagegen auf ein OLED-Panel. Solche Beistelldisplays für unterwegs oder den Küchentisch lassen sich mit einem einzigen Kabel ans Notebook anschließen und erweitern die Desktop-Arbeitsfläche enorm.

Das schmal eingefasste Display löst  $1920 \times 1080$  Bildpunkte auf und erreicht damit 141 dpi, was der Pixeldichte eines guten Desktop-Monitors entspricht. Der hinten per Scharniergelenk befestigte Fuß trägt das Display sicher. Klappt man ihn nach vorn, sieht der VP16-OLED aus wie ein herkömmlicher Monitor in klein und gewährt

Zugriff auf die vier Menübuttons. Oder man klappt den Fuß nach hinten und lehnt das Display wie einen Bilderrahmen wahlweise quer oder hochkant daran. Im Hochkantformat dreht das Bildschirmmenü automatisch mit, sofern man den OSD-Zyklus auf Auto stellt. Der Lagesensor wirkt sich leider nicht auf die Bildschirmausrichtung aus, die muss man im Grafikkartentreiber beim Drehen manuell korrigieren.

Als dritte Variante lässt sich das mit Fußplatte knapp ein Kilogramm leichte OLED über eine unten eingebaute Gewindebuchse auf einem Kamerastativ befestigen. Dann kann es als Kontrollmonitor fürs Fotoshooting oder den Videodreh dienen. Leider geht der Gummistopfen für die Gewindebuchse sehr schnell verloren.

### Lichtschutz

Fotografen, Bildbearbeitern und Videoproducern bietet das VP16-OLED einen stabilen Weißpunkt und eine lineare Gammapkurve. Während die Darstellung im sRGB-Preset etwas flau wirkt, ist sie im DCI-P3-Preset sehr kräftig, der ab Werk voreingestellte Nutzer-Preset erschien uns am Neutralsten. Zusätzlich hält das Gerät

etliche weitere Presets bereit. Das hochglänzende Display spiegelt stark. Zum Glück legt Viewsonic eine magnetisch haftende Lichtschutzhülle in den Karton, um das Umgebungslicht abzuschirmen. Die Hülle dient zugleich als Transportschutz, gab sich dabei aber etwas störrisch.

Die beiden USB-C-Eingänge nehmen DisplayPort-Signale entgegen und holen darüber vom angeschlossenen Notebook Strom für das Display. Ein passendes Kabel liegt im Karton. Schließt man das mitgelieferte Steckernetzteil an, kann der VP16-OLED stattdessen das Notebook per USB-C PD mit Energie versorgen. Das Display selbst benötigt je nach Bildinhalt und Leuchtdichte bis zu 6 Watt, vom 60-Watt-Netzteil bleiben dann noch 54 Watt fürs Notebook. Der Monitor hält außerdem einen Micro-HDMI-Eingang zum Anschluss von Kameras, Spielkonsolen oder älteren Notebooks ohne USB-C-Port bereit. Wer diesen nutzt, muss das Display wiederum über USB-C-Netzteil mit Strom versorgen.

### Fazit

Der VP16-OLED löst mit 10 Bit pro Farbe auf, bietet eine ungemein satte Darstellung und die für OLEDs typischen extrem hohen Kontraste, in diesem Fall von einer Million zu eins. Als maximale Leuchtdichte haben wir  $388 \text{ cd/m}^2$  gemessen, was nahezu für DisplayHDR 400 gereicht hätte – HDR unterstützt der VP16-OLED aber ebenso wenig wie die Variable Refreshrate VRR oder den Low Latency Mode ALLM fürs Gaming. Trotz der maximalen Bildwiederholfrequenz von 60 Hertz kann man ihn angesichts der farb- und kontraststarken sowie schlierenfreien Darstellung auch fürs mobile Gaming empfehlen. Mit knapp 500 Euro ist er allerdings kein ganz billiger Spaß.

(uk@ct.de) ct

### Literatur

[1] Ulrike Kuhlmann, *Zweitdisplay, Neun kompakte USB-C-Monitore für mehr Desktopfläche an Notebook und PC*, ct 2/2022, S. 92

**Video: Aufstellvarianten des VP16-OLED:**  
[ct.de/jyc5](http://ct.de/jyc5)

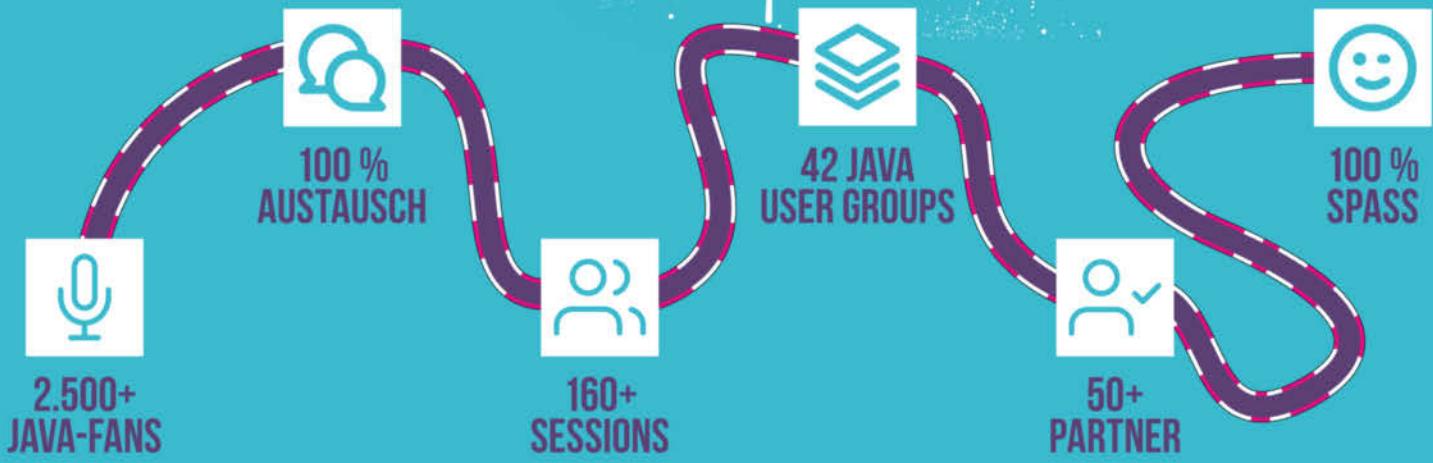
### Viewsonic VP16-OLED

USB-C-Monitor mit OLED-Panel	
Hersteller, URL	<a href="http://Viewsonic.com">Viewsonic, viewsonic.com/eu</a>
Auflösung	Full HD, $1920 \times 1080$ Pixel (141 dpi)
Anschlüsse	2 × USB-C mit PD, 1 × Micro-HDMI, 1 × Audio-Klinkenbuchse
Abmessungen (B × T × H)	36 cm × 11,5 cm × 22-33 cm
Gewicht	0,98 kg
Preis	494 € (online)

# HAPPY BIRTHDAY JAVALAND



AM NÜRBURGRING ⚡ 09.-11.04.2024



## JETZT TICKETS SICHERN!

DAS PROGRAMM IST ONLINE



Präsentiert von:



Heise Medien

DOAG

Veranstalter:

Javaland

# Flatterhaft

## Kamera-Vogelhäuschen Birdfy Feeder im Test

**Schöne Fotos von den Vögeln im Garten aufzunehmen ist gar nicht leicht. Der Birdfy Feeder hilft dabei und überwacht gleichzeitig das Grundstück.**

Von Steffen Herget



Landen, Körnchen picken, für die Kamera posieren, wegfliegen – so soll es aussehen, wenn gefiederte Gesellen im Garten den Birdfy Feeder benutzen. In dem Vogelhäuschen aus Kunststoff mit klappbarem Dach hat eine ordentliche Portion Vogelfutter Platz, und wenn sich die Tiere dort bedienen, erwischt sie automatisch die Kamera mit Bewegungsmelder. In der App versucht eine KI, die Vogelart zu bestimmen. Der Birdfy kostet derzeit ohne die optionale Vogelerkennung 280 Euro, für 20 Euro mehr landet die KI mit im Warenkorb und bringt noch ein Solarpaneel zum Aufladen mit.

Bevor man den Birdfy Feeder aufhängt und loslegen kann, empfiehlt es sich, den Akku einmal zu voll laden. Das kann einige Stunden dauern und sollte mit dem beiliegenden USB-A-auf-USB-C-Kabel geschehen – oder besser: muss damit geschehen, denn über mehrere andere Kabel hat sich der Akku partout nicht aufladen lassen.

Den Aufstellort der Kamera gilt es mit Bedacht zu wählen: Aus Datenschutzgründen darf sie weder fremde Grundstücke noch Fenster im Blick haben, auch öffentliche Straßen und Gehwege sind tabu. Dass man die Kamera im Gehäuse nach oben und unten kippen kann, hilft bei der Ausrichtung. Allerdings muss man sie ohnehin bis fast zum Anschlag nach unten drehen, damit sie die Sitzstange vor dem Futterbereich und damit sie die angelockten Vögel überhaupt im Blick hat. Zum Lieferumfang gehört ein Schutz gegen hungrige Eichhörnchen, die sich sonst am Futter schadlos halten. Weitere Anbautei-

le, etwa eine größere Sitzstange, kann man zukaufen.

Anders als der bekanntere Bird Buddy (Test auf heise+, siehe heise.de/-9580601), der ebenfalls Vögel füttert und ablichtet, ist der Birdfy Feeder nicht zwingend auf eine Cloud-Anbindung und damit einen Aufhängeort mit WLAN-Versorgung angewiesen. Die Kamera besitzt einen Steckplatz für eine MicroSD-Karte und speichert die aufgenommenen Videos lokal, schön geordnet in einem Ordner pro Tag. Fotos allerdings findet man dort nicht, die erstellt ausschließlich die App aus den Videos. Die Kamera löst mit Full HD auf, der Blickwinkel ist mit 135 Grad sehr weit. Die WLAN-Anbindung auf 2,4 GHz blieb im Test stabil bei einer Entfernung von rund 15 Meter zum nächsten Access-Point und ließ sich auch durch eine Altbauaußenwand nicht stören.

### Eine Kamera, zwei Apps

Für das Vogelhäuschen gibt es nicht nur eine, sondern gleich zwei Apps. Die Anleitung für die Einrichtung verweist auf die

Netvue-App, die nicht speziell für die Vogelfotografie gedacht ist, sondern alle möglichen Smart-Home-Geräte von Netvue verwaltet. Folgt man der Schritt-für-Schritt-Anleitung, ist die Kamera schnell einsatzbereit, nur die SD-Karte mussten wir zweimal formatieren, bis sie akzeptiert wurde. Über die App regelt man, bei welchen Ereignissen die Kamera aktiv werden, etwas aufzeichnen oder eine Benachrichtigung schicken soll. Das alles geht nämlich längst nicht nur bei erkanntem Federvieh: Die Kamera erkennt laut App-Einstellungen Menschen, Haustiere, Tiere, Fahrzeuge, Pakete und, zu guter Letzt, Vögel. Im Kern handelt es sich also eher um eine Überwachungskamera für das eigene Grundstück, versteckt in einem Vogelhäuschen, als um eine reine Vogelkamera.

Die zweite Birdfy-App ist komplett auf die Vogelkunde ausgerichtet und übersichtlich gestaltet. Für die erkannten Vogelarten hält sie Informationen in Form von eingebetteten Wikipedia-Artikeln bereit, allerdings in englischer Sprache, obwohl die App selbst deutsche Texte ver-



**Wenn der Piepmatz sich in Pose wirft, entstehen ordentliche Bilder, allerdings nur in Full HD.**

wendet. Die Übersetzung einiger Schaltflächen ist nicht ganz gelungen, der „Share“-Knopf zum Teilen von Bildern und Videos etwa trägt den Titel „Aktie“. Ein Stream zeigt Bilder und Videos anderer Birdfy-Nutzer. Die eigenen Inhalte tauchen dort nur auf, wenn man sie explizit teilt. Beide Apps verlangen zwingend ein (gemeinsames) Benutzerkonto.

### Zu viele Benachrichtigungen

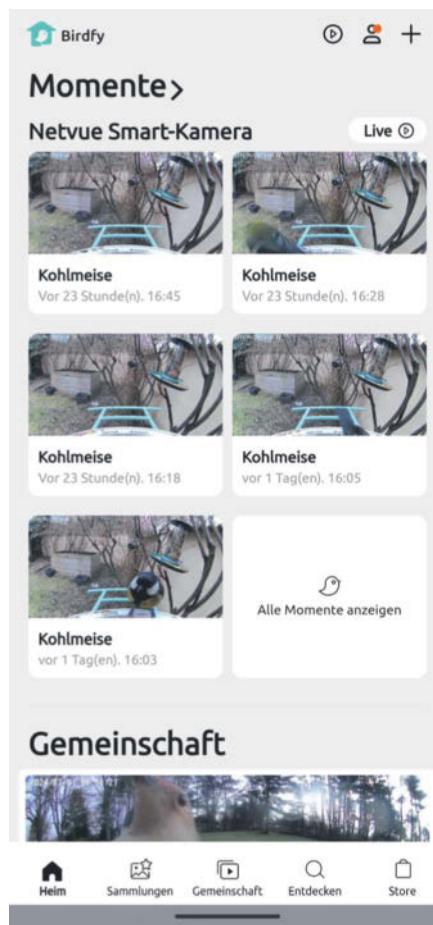
Dafür, dass offenbar ausschließlich Kohl- und Blaumeisen das Futterangebot wahrgenommen haben, kann der Birdfy Feeder nichts. Doch die mangelnde Vogelvielfalt im heimischen Garten hielt die Motivation im Test nicht unbedingt hoch, nach den ersten Wochen weiterhin täglich in die App zu schauen. Die Anwendung sortiert auch nicht aus, wenn die hundertste Meise vor der Linse ein Körnchen pickt, sondern schickt jedes einzelne Mal einen Bewegungsalarm, speichert ein 20 Sekunden langes Video und ein oder mehrere Fotos des erkannten Vogels. Die Benachrichtigungen am Smartphone haben wir nach einigen Tagen ausgeschaltet, es waren einfach zu viele.

Der Hersteller verspricht, dass die Kamera mit einer Akkuladung bis zu sechs Monate lang durchhalten soll. Da darf dann allerdings nicht so viel Verkehr vor der Linse sein wie im Test. Nach vier Wochen mit Temperaturen zwischen -12 und +10 °C zeigte der Ladestand noch 46 Prozent. In dieser Zeit hat die Kamera 5,7 GByte Fotos und Videos auf der Speicherkarte abgelegt. Wer die Akkulaufzeit verlängern möchte, kann den Feeder mit dem optionalen 16,5 × 11,5 Zentimeter großen Solarpaneel verbinden. Im grauen Winterwetter hatte es allerdings wenig Chancen, den Akku aufzuladen. Bei bedecktem Februarhimmel liefert es Energie nur im Zehntel-Watt-Bereich.

Im Einsatz als Überwachungskamera hält der Birdfy Feeder weitere Funktionen parat. Dank Mikrofon und Lautsprecher

### Netvue Birdfy Feeder

Kamera-Vogelhaus	
Hersteller, URL	Netvue, <a href="http://de.netvue.com">de.netvue.com</a>
Maße (H × B × T) / Gewicht	27 cm × 22,5 cm × 22 cm / 1,35 kg
Schutzart	IP65
Akku / wechselbar	5000 mAh / –
Kameraauflösung / Blickfeld	1920 × 1080 Pixel / 135°
Netzwerkverbindung	Wi-Fi 2,4 GHz
Speicher	MicroSD (16-128 GByte)
Preis	ab 280 €



Die Birdfy-App hält fest, was sich vor der Linse tut. Kommen immer wieder die gleichen Vögel, wird es jedoch schnell langweilig.

kann man sich mit Personen vor der Linse über das Smartphone unterhalten, eine kleine LED-Leuchte bringt etwas Licht ins Dunkel. Der ziemlich laute Lautsprecher kann auch für Alarmsignale verwendet werden. Nachtbilder beherrscht die Kamera ebenso.

### Fazit

Die Birdfy Feeder entfacht nicht so sehr eine Sammelleidenschaft nach neuen Vögeln wie der Bird Buddy, der diesen Aspekt in seiner App liebevoller gestaltet. Dafür deckt sie als im Kern normale Kamera zur Heimüberwachung mehr Funktionen ab. Die Bildqualität mag für anspruchsvolle Tieraufnahmen nicht begeistern, für die reine Erkennung von Mensch, Tier und Paket reicht sie aber locker aus. Mit ein bisschen Glück bekommt man auch einmal ein Vögelchen in toller Pose vor die Linse, und sei es auch „nur“ eine Kohlmeise. (sht@ct.de) 

**Bird Buddy im Test:** [ct.de/ysvn](http://ct.de/ysvn)



## USB-Server hilft:

USB-Dongle & -Geräte an einem sicheren Ort platzieren & dank USB-Server bequem über das Netzwerk darauf zugreifen.



Nicht ärgern,  
kostenlos testen:  
[www.wut.de/usb](http://www.wut.de/usb)



**W&T**  
[www.WuT.de](http://www.WuT.de)



# Kleintanker

## Kompakter Tintentank-Multifunktionsdrucker

**Canons Maxify GX2050 mit Tintentanks braucht wenig Platz im Büro und schafft 3000 Seiten pro Tankfüllung. Der Drucker scannt, kopiert und faxt, nervt aber bei der Bedienung.**

Von Rudolf Opitz

Der Maxify GX2050 hat nur ein Fach für 250 Blatt Normalpapier und hinten keinen Multifunktionseinzug. Das spart zwar Platz, doch muss man zum Bedrucken von Umschlägen erst das vordere Fach ausräumen. Über der Papierablage hat Canon mittig das kleine Bedienpanel mit resistivem, mit Fingern und beliebigen Stiften bedienbaren Touchscreen und eigenen Funktionstasten untergebracht. Es

ist horizontal in die vordere Gehäuseleiste integriert, lässt sich aber schräg oder in die Vertikale stellen. Hier beginnt die Nervenprobe: Im Test klappte es beim Bedienen ständig zurück in die Horizontale, hält man nicht auf der Panelrückseite dagegen.

Die breite Oberkante, in die sich das Bedienpanel integriert, deckt auf der rechten Seite die Einfüllstutzen der Tintentanks ab. Die Stutzen haben unterschiedliche Führungen, die nur zum Flaschenhals der richtigen Tinte passen. Links vom Display verbirgt die Oberkante den leicht wechselbaren Auffangtank für Reinigungstinte. Ein Ersatztank kostet zehn Euro.

Praktisch ist das mit dem Gehäuserand abschließende Glas des Flachbettscanners, eine Vorlage lässt sich einfach nach vorn von der Glasfläche wischen. Die Scannerklappe mit dem 35-Blatt-Vorlageeinzug – er scannt nur einseitig – hat in den Scharnieren für Buchscans 1,6 Zentimeter

Spiel. Ein USB-Host-Port für Speichersticks fehlt. Drahtlos verbindet sich der GX2050 via Wi-Fi 5 (2,4 GHz und 5 GHz) mit dem lokalen Funknetz, für Sicherheit sorgt WPA-3-Verschlüsselung.

### Config-Chaos

Die ersten Schritte beim Einrichten des Maxify gelangen noch problemlos, etwa das Einsetzen der Druckköpfe und das Bettanken. Nach dem Einschalten befüllt der Drucker das Schlauchsystem und gleicht die Köpfe automatisch ab. Auch das Koppen des Druckers mit dem WLAN-Router via WPS-Taste klappte sofort.

Das nach Anleitung heruntergeladene Installationsprogramm fand im Test unter Windows 11 zunächst den Drucker im Netz, richtete die Treiber ein und druckte eine Testseite. Bei weiteren Druckaufträgen meldete der Treiber den Drucker aber als offline – offenbar trennte unser Testgerät die Netzverbindung im Energiesparmodus. Canons Netzwerk-Tools fanden den Drucker zwar, stellten die Verbindung zu den Treibern aber nicht wieder her. Erst nach kompletter Deinstallation und Neuinstallation der Treiber, diesmal von Canons-Service-Website (siehe ct.de/ynjx), blieb die Verbindung stabil. Hier findet man auch wichtige Programme, die das Installationsprogramm nicht einrichtet.

Den Einstellungen am Gerät mit teils bis zur Unleserlichkeit abgekürzten Menüpunkten mangelt es an Übersicht. Auch im Web-Frontend herrscht ein unnötiger Aküfi. Ein SMTP-Server zum Versenden von Scans per E-Mail ließ sich nicht einrichten [1]. Um eine Netzwerkfreigabe oder ein NAS als Scanziel zu konfigurieren, ist das „Quick Utility Toolbox“ von der Service-Website notwendig.

Laut Hersteller reicht die Tinte in den Tanks für 3000 Norm-Farbseiten (ISO/IEC 24712), in Sparqualität sollen es sogar bis zu 4500 sein. Andere Tintentanks fassen meist Tinte für 6000 Seiten. Auch die Nachfüllflaschen für 10 Euro pro Farbe enthalten weniger Tinte. Die Tintenkosten für eine ISO-Farbseite liegen bei 1,33 Cent. Das kostet aber immer noch ein Zehntel der Tinte gegenüber Druckern mit Patronen. Die Pigmenttinte blickt auch nach der doppelten Dosis unseres Sonnensimulators – die entspricht zwei Jahre im Sonnenlicht – nicht sichtbar aus und erwies sich auch im Wischtest mit dem Textmarker als sehr beständig.

Der Maxify GX2050 druckt mit zwölf Seiten pro Minute nicht in Laserge-

schwindigkeit, für ein kleines Bürogerät reicht es aber. In der Qualität „Sparsam“ erstellt er gut lesbare, leicht hellere Drucke, in der kräftigeren Standardqualität druckt er fast ebenso schnell. Erst bei „Hoch“ nimmt sich der GX2050 Zeit. Die Textqualität war im Test bis auf nur unter der Lupe sichtbaren Einzeltröpfchen an Buchstabenkanten gut, Gleicher galt für Grafik. Zum Beschriften von Umschlägen muss man diese korrekt in das Papierfach einlegen, ein Hinweis dazu fehlt am Drucker. Dem Handbuch wiederum sollten Sie nicht glauben: Die Umschlagöffnung muss bei DL-Umschlägen nach rechts weisen.

Fotos druckt der GX2050 wie alle Maxify-Modelle nur mit Rand, die dank der Pigmenttinten auch auf Normalpapier kräftigen Farben sind stimmig. Uns fielen jedoch auf Hintergründen leichte Streifen auf, die auf Schwarzweißbildern und Foto-drucken von der Smartphone-App „Canon Print“ noch auffälliger waren.

Farbkopien erstellt der Maxify fast so schnell wie Schwarzweißkopien. Manche Tintenmultifunktionsdrucker brauchen für Farbreplikate doppelt so lange. Für Duplexkopien muss man den gescannten Vorlagenstapel erneut einlegen, der Touchscreen zeigt dabei die richtige Ausrichtung. Bei geknickten Vorlagen kam es zu leichtem Schrägein zug. Text kopierte der GX2050 bis auf einige Satellitentröpfchen in guter Qualität, bei unserer Grafikvorlage gab er Grauflächen aber viel zu hell wieder. Kopien von Fotos zeigten einen Rotstich, milchiges Schwarz und kaum dunkle Details.

Die zu hellen Grauflächen fanden wir auch auf Scans wieder. Fotos scannte der Maxify mit stimmigen Farben, aber kaum Details in dunklen Bildbereichen. Die im Scan Utility integrierte Texterkennung taugt wenig und machte im Test schon bei normalgroßer Schrift Fehler, bei Fußnoten und Tabellen wurden aus allen „a“ jeweils „o“. Der GX2050 scannt auch direkt auf NAS-Freigaben, zum Scannen an Mailadressen gibt es nur den Canon-Clouddienst „IJ Cloud Printing Center“, mit dem man auch auf Cloudspeicher scannen kann. Empfangene Faxe speichert der Maxify oder druckt sie aus, bei Faxversand druckt er einen Sendebericht mit Bild der ersten Seite.

## Fazit

Der Canon Maxify GX2050 gefällt als platzsparendes Multifunktionsgerät für

kleine Büros. Einige Kröten wie das nervige Bedienpanel und die Beschränkung auf ein Papierfach sind allerdings zu schlucken. Die wirre Einrichtung und die lückenhafte Dokumentation verärgern nur bei der Ersteinrichtung. Die kleineren Tintentanks und die im Vergleich zu anderen Tankmodellen leicht erhöhten Tintenkosten stören kaum, zumal Canon eine

sehr gute licht- und wischbeständige Tinte für 3000 Seiten mitliefert. (rop@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Rudolf Opitz, Pixmas neues Outfit, Heim-Multifunktionsdrucker mit Touchscreen und Tintenabo, c't 02/2024, S. 82

**Treiber und Software für den Maxify GX2050:** [ct.de/ynjx](http://ct.de/ynjx)

## Maxify GX2050

Büro-Multifunktionsdrucker mit kleineren Tintentanks und Fax	
Hersteller, URL	Canon, <a href="http://canon.de">canon.de</a>
Druckverfahren, Tinten	Bubblejet, 4 Pigmenttinten
Auflösung (Fotodruck) / Papiergewichte <sup>1</sup>	1200 dpi × 600 dpi / 64 g/m <sup>2</sup> ... 265 g/m <sup>2</sup>
Papierzufuhr / erweiterbar / Ablage <sup>1</sup>	Kassette 250 Blatt / - / 75 Blatt
Druck: Duplex / randlos / von USB-Stick	✓ / - / -
monatl. Druckvolumen ( maximal)	27.000 S.
Scannen, Netzwerk- / Cloudfunktionen	
Scannertyp / Farbtiefe Farbe, Graustufen <sup>1</sup>	CIS / 24 Bit, 8 Bit
Auflösung physikalisch <sup>1</sup>	2400 dpi × 1200 dpi
Vorlageneinzug / Duplex	35 Blatt / -
Twain / WIA / OCR-Software	✓ / ✓ / ✓
Scan to E-Mail / FTP / SMB-Freigabe	Clouddienst / - / ✓
Scan to USB-Stick / Cloudspeicher	- / ✓
Druck-App	Canon Print (Android, iOS)
NFC / WiFi Direct	- / ✓
AirPrint / Android Print / Mopria	✓ / ✓ Canon Print Service / ✓
Clouddienst des Herstellers	IJ Cloud Printing Center
Kopieren und Faxen	
Skalierung	25 % ... 400 %
autom. Duplexkopie	-
Fax: Speicher / Sendebericht	250 Seiten / ✓ (mit Bild der ersten Seite)
Sonstiges	
Schnittstellen	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE802.11ac, 2,4 und 5 GHz), WPA3, WiFi Direct
Betriebsabmessungen (B × T × H) / Gewicht	38 cm × 51 cm × 26 cm / 8,1 kg
Display	6,7-cm-Touchscreen (resistiv)
Treiber für Windows	ab Windows 7 SP1
Treiber für Mac / Sonstige	macOS ab 10.15 / Linux 64 Bit, Chrome OS
Software	Scan Utility, Wi-Fi Connection Assistant (weitere Software auf der Canon-Servicesite)
Sicherheit	WPA3, HTTPS, IPPs
Tinten	
mitgeliefert	ein Satz GI-55-Startertinten (eine Tankfüllung)
Schwarz (Reichweite <sup>1</sup> )	GI-55 BK (3000 S.)
Farbe (Reichweite <sup>1</sup> )	GI-55 C,M,Y (je 3000 S.)
Tintenkosten pro ISO-Seite	1,33 Cent, Schwarzanteil 0,33 Cent
sonst. Verbrauchsmaterial	Tintenauffangbehälter MC-G05 (10 €)
Messergebnisse und Bewertung	
Druckleistung [Seiten/Min.]	Sparsam: 12; Standard: 11,8; Leise: 3,4; Hoch: 2,6
Druckzeiten [Min:Sek]	Grafik A4: 0:38; 50 S. gem.: 7:34; Foto (A4, Hoch): 2:15
Kopierzeiten [Min:Sek]	10 SW-Kopien: 0:52; 10 Farbkopien: 0:59; 10 ADF-Kopien: 1:34; Foto 10×15: 1:22
Scanzeiten [s]	Vorschau: 7 s; A4 300 dpi: 19 s; 600 dpi: 58 s
Leistungsaufnahme	Aus: 0,1 W, Sleep: 1 W, Bereit: 3,6 W, Kopieren: 23,2 W (59 VA)
Geräuschenwicklung	Druck: 7,5 sone, Leise-Druck: 3,2 sone, ADF-Scan: 4,4 sone, Leise-Scan: 3 sone
Bedienung / Netzwerk	⊖ / ⊕
Qualität: Druck Text / Grafik / Foto	⊕ / ⊕ / ⊕
Kopien Text / Grafik / Foto	⊕ / ⊖ / ⊖
Scans Grafik / Foto / Text (OCR)	⊖ / ⊕ / ⊖
Lichtbeständigkeit Normal- / Fotopapier	⊕⊕ / ⊕⊕
Herstellergarantie	2 Jahre (3 Jahre im Canon-Shop)
Gerätepreis (Straße / UVP)	360 € / 450 €

<sup>1</sup> Herstellerangabe ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ⊖ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden

Es gibt 10 Arten von Menschen.

iX-Leser und die anderen.



**Jetzt Mini-Abo testen:**

3 Hefte + Bluetooth-Tastatur  
nur 19,35 €

[www.iX.de/testen](http://www.iX.de/testen)



www.iX.de/testen  
leserservice@heise.de  
49 (0)541 800 09 120

Test & Beratung | Abstimmungen

jamct commented 1 minute ago  
/vote

git-vote bot commented 1 minute ago  
**Vote created**

**jamct** has called for a vote on [Sell alles so bleiben wie es nie war? \(#2\)](#).  
All repository collaborators have binding votes.  
Non-binding votes are also appreciated as a sign of support!

**How to vote**

You can cast your vote by reacting to [this](#) comment. The following reactions are supported:

In favor	Against	Abstain
👍	👎	🤷

Please note that voting for multiple options is not allowed and those votes won't be counted.  
The vote will be open for 5m. It will pass if at least 50% of the users with binding votes vote In favor. Once it's closed, results will be published here as a new comment.

👍 1

## Abstimmhelfer

**Wenn man Software im Team entwickelt, gibt es früher oder später verschiedene Meinungen. Die Anwendung GitVote hilft Entwicklerteams und Open-Source-Projekten bei Abstimmungen, die direkt in GitHub-Issues und Pull-Requests stattfinden.**

Soll die gewünschte Funktion sofort eingebaut oder aufs übernächste Release verschoben werden? Und wie soll sie heißen? Solche Entscheidungen sind schnell getroffen, wenn man Software allein entwickelt oder nur ein Entscheider das Sagen hat. In vielen Teams und bei Open-Source-Projekten soll es aber zumeist demokratisch zugehen. Wenn der Code bei GitHub verwaltet wird, erleichtert GitVote die Abstimmungsprozesse.

GitVote ist ein Projekt der Cloud Native Computing Foundation (CNCF), einer Tochter der Linux Foundation, die unter anderem für die Betreuung des Kubernetes-Quellcodes und vieler weiterer Open-Source-Projekte zuständig ist. Die CNCF stellt GitVote als sogenannte GitHub App zur Verfügung, die man in ein oder mehrere Repositories einklinken kann. Die Installation ist denkbar einfach: Unter [github.com/apps/git-vote](http://github.com/apps/git-vote) gibt es eine Installier-Schaltfläche. Als angemeldeter GitHub-Nutzer kann man dann auswählen, in welchen Repositories die Anwendung aktiv werden soll. Dort braucht man jeweils noch eine Datei namens `.gitvote.yml`, eine

YAML-Datei, mit der man die Modalitäten der Wahl konfiguriert. Sie regelt, ab wann eine Mehrheit erreicht ist, wer stimmberechtigt ist und wie lange eine Wahl läuft. Wer die fertige GitHub-App von der Stange nutzt, muss damit leben, dass Informationen zu eigenen Wahlen auf Servern der CNCF verarbeitet werden. Wer das nicht will, kann GitVote auch selbst hosten. Dafür stellen die Entwickler Helm-Charts für eine Kubernetes-Umgebung bereit.

Hat man GitVote für ein oder mehrere Repositories eingerichtet, kann man eine Abstimmung starten: Dazu eröffnet man einfach ein Issue mit einem aussagekräftigen Titel und schreibt `/vote` in den Beschreibungstext. Das aktiviert GitVote, als automatische Antwort erscheint eine Zusammenfassung der Spielregeln für die Abstimmung. Per Emoji-Reaktion können die Wahlberechtigten abstimmen. Ist die eingestellte Zeit abgelaufen, meldet GitVote das Wahlergebnis. Auf Wunsch errechnet die App auch Zwischenergebnisse. Auch über Pull-Requests kann man mit dem Kurzbefehl `/vote` abstimmen.

GitVote ist ein nützlicher Helfer für (größere) Entwicklerteams und Projekte, in denen es demokratisch zugehen soll. Durch die Integration in GitHub spart man Zeit und kann auf nervtötende Umfragen per E-Mail verzichten. (jam@ct.de)

## GitVote

Wahl-App für GitHub

Hersteller, URL	<a href="http://github.com/cncf/gitvote">CNCF, github.com/cncf/gitvote</a>
Preis, Lizenz	<b>kostenlos</b> , Apache License 2.0



## Code-Alleskönner

**Das Open-Source-Tool Zint kann 145 unterschiedliche Bar- und 2D-Codes offline generieren – bequem über ein GUI oder über die Kommandozeile.**

Beim Codeerstellen will man ungern vertrauliche Daten irgendwelchen Onlinediensten überlassen. Mit Zint erstellt man Codes fernab vom Internet und stellt sicher, dass keine Daten den eigenen PC verlassen.

Die englischsprachige Software kann man auf zwei Arten und Weisen benutzen: entweder über die Oberfläche oder über die Kommandozeile. Bei Linux und Windows hat man die Wahl aus einer der beiden möglichen Optionen, macOS-Nutzer können das Tool nur über die Kommandozeile bedienen. Zint installieren Sie auf Linux und macOS über den Paketmanager, entweder über `brew install zint` oder `sudo apt install zint`.

Unter Windows laden Sie am besten das Zip-Archiv mit dem Programm über [sourceforge.net/projects/zint](http://sourceforge.net/projects/zint) herunter (oder über den Paketmanager `winget`). In dem entpackten Ordner befindet sich das ausführbare Programm `qtZint`. Zwar meckert der Windows-Defender beim Start der Datei, dass er die Software nicht kennt, Sie können die Datei aber beruhigt ausführen. Die Zint-Doku merkt dazu an, dass Zint als Open-Source-Projekt keine Einnahmen generiere und deshalb nicht jährlich 664 US-Dollar für die digitale Signatur an Microsoft entrichten wolle.

Windows-Nutzern empfiehlt sich die aufgeräumte Bedienoberfläche. Unter „Symbology“ in der Mitte lässt sich der Wunschcode auswählen, voreingestellt ist Code128. Im Fenster „Data to Encode“ tippt man den gewünschten Inhalt ein. Darauf entsteht der Code, weitere Einstellungen mit Feinjustierungen finden sich in den Tabs unterhalb von „Symbology“.

Unter Linux und macOS ist der Weg über die Kommandozeile die schnellste Möglichkeit, Codes jeder Art zu erstellen. Der Befehl `zint -b 58 -o code.svg -d "Hallo liebe c't-Leser"` erstellt zum Beispiel einen QR-Code. Die Zahl hinter `-b` steht für die Art des Codes, `-o` für den Namen der Datei und `-d` für den zu kodierenden Inhalt. Es gibt eine sehr ausführliche Doku mit weiteren Beispielen und eine Tabelle aller Codes unter [ct.de/y8r5](http://ct.de/y8r5).

Die Befehle eignen sich super, um zum Beispiel Skripte zu schreiben, die automatisiert Codes je nach Verwendungszweck generieren. Tipp: Wenn Sie unter Linux doch lieber auf das GUI ausweichen möchten, dann können Sie mit `sudo apt install zint-qt` das Modul nachinstallieren und es anschließend mit `zint-qt` öffnen.

Standardmäßig erstellen Generatoren QR-Codes, die nur Text enthalten. Soll er zum Beispiel etwas anderes speichern, etwa einen Link, muss man den Generator dazu anweisen: entweder durch die Angabe des Protokolls `https://` oder über `URLTO:`. So ähnlich funktioniert es mit QR-Codes fürs Gäste-WLAN. Folgenden Inhalt muss man dafür angeben. Die Inhalte in eckigen Klammern passen Sie an:

```
WIFI:T:<WPA, WPE, WPA2-EAP etc. >;J
CS:<Netzwerkname>;P:<WLAN-Passwort>;
```

Anders als bei Onlinegeneratoren verlassen geheime Daten so nie den lokalen Rechner. Wenn die Entwickler noch ein GUI für macOS nachreichen, ist das Tool auch für Mac-Nutzer perfekt.

(wid@ct.de)

**Zint-Doku, QR-Code-Übersicht:**  
[ct.de/y8r5](http://ct.de/y8r5)

## Zint

Software zum Generieren von Barcodes und 2D-Codes	
Hersteller, URL	<a href="http://zint.org.uk">Zint, zint.org.uk</a>
Systemanf.	Windows, Linux, macOS
Preis	<b>frei</b>

# E-Books im heise Shop

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 € (innerhalb Deutschlands). Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten. E-Books können einem DRM-Schutz unterliegen.



# Schachtrainer in Ausbildung

## Schachcomputer Chessnut Evo mit Online-Anbindung und KI-Training im Test

**Der Schachcomputer Evo kombiniert die hervorragende Figurenerkennung der Chessnut-Bretter mit einem Android-Tablet. Damit spielt und trainiert man mit Computergegnern oder Online-Diensten wie Lichess und Chess.com.**

Von Hartmut Gieselmann

Der chinesische Hersteller Chessnut bietet einen neuen Schachcomputer namens Evo an. Er besteht aus einem mittelgroßen Sensorbrett und einem integrierten Android-Tablet, das sich mit Schachseiten wie Lichess, Chess.com und

den Lernplattformen Chess Kid und Chessable verbinden kann. Für Offline-Partien gegen den Computer stehen mehrere Engines zur Auswahl. Außerdem gibt es Analysemöglichkeiten und einen einfachen Karrieremodus. Partien gegen menschliche Gegner zeichnet Evo auf, wobei das Display als Uhr fungiert und auf Wunsch auch Tipps gibt und die Stellung bewertet.

Die Hardware ist stabil verarbeitet. Der knapp drei Kilogramm schwere Schachcomputer steckt mit seinem kunststoffbeschichteten Brett in einem gebürsteten Metallrahmen. Der gläserne Touchscreen reagiert mühelos auf alle Eingaben. Die exzellente Sensorik erkennt Art und Farbe jeder Figur. So kann man spezielle Stellungen leicht aufbauen.

Wie schon beim Air-Brett von Chessnut [1] funktioniert die Erkennung schnell und fehlerfrei. Kein anderer uns bekannter

Hersteller wie DGT oder Millennium schafft das so gut. Neben Lichtsymbolen auf dem Brett und Display sagt eine englische Computerstimme die Züge an. Die mitgelieferten Figuren im Stanton-Design aus glänzendem Kunststoff sind zwar sauber verarbeitet, ziehen allerdings leicht Schmutz an. Das Evo-Brett funktioniert aber auch mit anderen Chessnut-Figuren. Demnächst will der Hersteller auch Sets aus Holz anbieten.

Der eingebaute Akku mit 10 Ah hält im Test knapp acht Stunden durch. Das könnte für ein Marathonspiel schon knapp werden und ist angesichts der Größe und des Gewichts des Geräts etwas enttäuschend. Aufgeladen wird der Akku über USB-C. Mit dem Internet verbindet sich der Evo per WLAN. Alle Einstellungen werden wie bei einem gewöhnlichen Tablet vorgenommen. Als Betriebssystem kommt Android 11 zum Einsatz.

### Drei Engines zur Wahl

Die Steuerung erfolgt über die Chessnut-eigene App Evo. Sie überzeugt mit einer übersichtlichen Menüführung und ist mittlerweile auch ins Deutsche übersetzt. Beim Spiel gegen den Computer stehen drei eingebaute Schach-Engines zur Auswahl: Microsofts Maia, Stockfish 16 und Leela Chess Zero (Lc0). Die Spielstärke von Maia soll von 1100 bis 1900 Elo reichen. Im Test unterliefen der Engine aber selbst bei angegebenen 1500 Elo sehr einfache Fehler. Wir vermuten daher, dass die tatsächliche Spielstärke deutlich unter 1000 Elo liegt. Stockfish 16 reicht bis Elo 3190 – hier begrenzt die Rechenleistung des eingebauten Prozessors Helio P60 von MediaTek das Potenzial der Engine. Es ist nicht möglich, eigene Engines oder zusätzliche Schach-Apps zu installieren.

Neben der normalen Schachaufstellung unterstützt Evo auch den 960er Modus mit zufälligen Startpositionen. Leider waren in der Testversion 49 vom 16. Januar 2024 keine Rochaden möglich, sodass dieser Zufallsmodus nicht nach den offiziellen Regeln spielbar war.

Wer gegen eine andere Person spielt, kann mit dem Evo die Partie aufzeichnen und eine Schachuhr starten. Wählbar ist die Gesamtbedenkzeit plus ein Zuginkrement. Eine Zeitkontrolle nach einer bestimmten Anzahl von Zügen ist nicht möglich. Auch wenn man die ersten Züge sehr schnell zieht, überschreitet die Zeit nie die zu Beginn gewählte Gesamtzeit. Außerdem gibt die Uhr keine akustische

Warnung, bevor die Zeit abläuft. Auf Anfrage von c't erklärte Chessnut, diese beiden Probleme in einem Update beheben zu wollen.

Wenn ungleich starke Spieler gegeneinander antreten, können sie leider keine unterschiedlichen Zeiten für Schwarz und Weiß wählen. Das Evo-Brett kann Anfängern aber Hinweise für den folgenden Zug geben. Dazu leuchten die Felder in verschiedenen Farben. Sobald man eine Figur anhebt, sieht man, wohin man sie am besten ziehen sollte: Grüne Felder verbessern die Stellung, rote Felder verschlechtern sie.

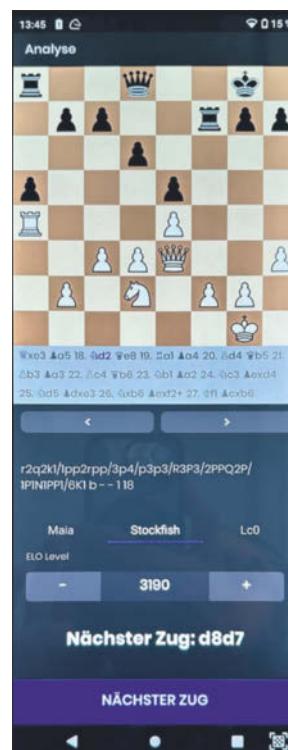
## Online-Analyse

Aufgezeichnete Partien speichert Chessnut sowohl auf dem Evo als auch in seiner Cloud. Zu dieser kann sich der Nutzer kostenlos anmelden. Eine aufgezeichnete Partie kann mit der integrierten Analyse untersucht werden. Allerdings schlagen die drei integrierten Engines in einer Stellung nur den ihrer Meinung nach besten Zug vor. In der Praxis ist das kaum von Nutzen.

Wesentlich umfangreicher sind zum Beispiel die Analysemöglichkeiten auf der kostenfreien Webseite Lichess. Dort erhält man einen Bewertungsgraphen über den gesamten Partieverlauf und kann sich für jede Stellung bis zu fünf Zügen mit Bewertung anzeigen lassen. Dazu kopiert man einfach die PGN-Aufzeichnung des Evo per Copy & Paste in das Analyse-Feld von Lichess. So erkennt man schnell entscheidende Partiefehler und kann alternative Varianten ausprobieren.

Für die Anbindung an die Onlinedienste nutzt Chessnut nicht deren offizielle Softwareschnittstellen (API). Statt dessen scannt Chessnut die angezeigte Stellung mit einer eigens entwickelten Bilderkennung. Die Züge werden vom Schachbrett auf die Online-Plattform durch simulierte Mausklicks übertragen. Die Bilderkennung benötigt die Standardanzeigen der Webseiten. Dadurch kann man das Brett auf Chess.com etwa bei Trainingspartien gegen Bots einsetzen oder auf Lichess Bullet-Partien mit einer Minute Gesamtbedenkezeit spielen, was über das API nicht möglich wäre.

Im Test funktionierten Kopplung, Figuren- und Zugerkennung bis auf wenige Ausnahmen fehlerfrei. In diesen seltenen Fällen kann man notfalls auf dem Display weiterspielen, damit eine Onlinepartie nicht als verloren gewertet wird. Wenn die



**Evo analysiert aufgezeichnete Partien mit drei Schach-Engines. Er gibt lediglich eine Zugempfehlung, ohne die Partie oder die aktuelle Stellung zu bewerten.**

wählte die gleichen Eröffnungen wie der Mensch, mit dessen Partien sie trainiert wurde. Sie schien uns aber deutlich schwächer zu spielen und übersah beispielsweise einzügige Mattdrohungen. Auf der Chessnut-Website ist ChessMind noch nicht startklar.

## Fazit

Die Hardware ist solide verarbeitet. Mit der präzisen Figurenerkennung und der Unterstützung von Onlinediensten ist Chessnut der Konkurrenz einen Schritt voraus. Für diejenigen, die mit einem echten Brett auf Lichess oder Chess.com spielen wollen, gibt es keine einfachere Anbindung. Auch die Kurse bei Chessable prägen sich besser ein, wenn man die Figuren nicht nur anklickt, sondern tatsächlich zieht.

Das geht zwar auch mit Chessnuts deutlich günstigerem Air-Brett und Tablet oder Notebook. Aber das Evo funktioniert ohne Kopplungsschnickschnack und man kann sofort loslegen.

Noch trüben Bugs und unfertige Softwarefunktionen den Komfort des Evo. Zwar verstehen die Entwickler ihr Handwerk und haben eine übersichtliche Bedienoberfläche entworfen. Aber die schwache Offlineanalyse, fehlende Uhrenwarnungen, halbherzige 960er-Unterstützung und die eine oder andere Instabilität, die im Test zu Spielabbrüchen führte, stören den Gesamteindruck. Die Kunststofffiguren sind zwar funktional, werden aber dem Preis von 580 Euro nicht ganz gerecht. Angesichts des hohen Gewichts hätten wir zudem eine längere Akkulaufzeit erwartet.

So ist eine Chessnut Air mit Smartphone oder Tablet derzeit die flexiblere und preiswertere Lösung. Wer zum Evo greifen möchte, sollte der Software zumindest noch ein paar Monate Zeit geben, um zu reifen.

(hag@ct.de)

## Literatur

- [1] Hartmut Gieselmann, Königliches Brett, Elektronisches Schachbrett Chessnut Air im Test, c't 23/2022, S. 78

## Chessnut Evo

Schachcomputer mit Online-Anbindung und KI-Training	
Hersteller, URL	Chessnut, chessnutech.com
Anschlüsse	USB-C (laden), WLAN (2,4 und 5 GHz)
Maße, Gewicht	52 cm x 34 cm x 2,1 cm, 2,84 kg €
Preis	579 €

# Hype oder Hilfe?

Mit Künstlicher Intelligenz produktiv arbeiten



**ct KI-PRAXIS**  
Mit Künstlicher Intelligenz produktiv arbeiten

**Grenzen der Sprachmodelle erkennen**  
Warum Sie Sprachmodelle nicht trauen dürfen  
Wie Urheber im großen Stil beklaut werden

**KI-Programme anwenden**  
Wo KI-Assistenten tatsächlich helfen  
AI-Stimmen - Schreibassistenten - Bildgeneratoren

**Regeln für Schule und Arbeit**  
Wie KI Schule und Arbeit verändert  
Was Unternehmen rechtlich beachten müssen

**Die eigene Sprach-KI betreiben**  
Mit unerlaubten Sprachmodellen  
Vollz. Datenkontrolle - ohne KI

- KI-Programme anwenden
- Grenzen der Sprachmodelle erkennen
- Was Unternehmen rechtlich beachten müssen
- Die eigene Sprach-KI betreiben
- Wo KI-Assistenten tatsächlich helfen
- Wie KI Schule und Arbeit verändert

[shop.heise.de/ct-ki23](http://shop.heise.de/ct-ki23)

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 € (innerhalb Deutschlands). Nur solange der Vorrat reicht.

Preisänderungen vorbehalten.

heise Shop

Heft + PDF  
mit 28% Rabatt

Test & Beratung | Audiotranskription



## Diktiermaschine

**Audiate wandelt gesprochene Sprache in editierbaren Text. Darüber hinaus schneidet es per Copy & Paste die Audioaufnahme und sogar Videos. Das funktioniert schon erstaunlich gut, wenn auch nicht perfekt.**

Die Idee hinter Audiate hat der Softwarehersteller TechSmith intuitiv umgesetzt: Man nimmt über den integrierten Rekorder einen gesprochenen Kommentar auf und erhält im Anschluss bearbeitbaren Text. Löscht man dort einzelne Wörter, bearbeitet Audiate die Tonspur auf entsprechende Weise. In Kombination mit dem Screenrecorder Camtasia vom selben Hersteller soll der Dienst außerdem ganze Videoclips schneiden können, indem man den erkannten Text ausschneidet, an anderer Stelle einfügt oder löscht. Importieren kann man Audio- und Videodateien in den Formaten MP3, M4A, WAV und MP4. Beide Programme stehen für Windows und macOS zur Verfügung.

Die Oberfläche von Audiate wirkt übersichtlich, jedoch verstecken sich viele Funktionen in Dropdown-Menüs. Einigen Details merkt man an, dass es sich um die erste Version handelt: So kann man eine Auswahl nur durch Drücken der Escape-Taste aufheben, nicht jedoch durch Mausklick an einer freien Stelle. Im Test überlagerten sich zuweilen Textstellen im Editorfenster.

Der integrierte Transkriptionsdienst leistet mit einer Fehlerquote von unter zehn Prozent gute Arbeit. Probleme machen vor allem Eigennamen. Auch manche, inzwischen eingedeutschte englische Ausdrücke wie „Tutorial“ führen zu Fehlern.

Bei sehr einfacher Wortwahl und deutlicher Aussprache lässt sich die Fehlerquote reduzieren. Ein USB-Kondensatormikrofon verbesserte die Erkennungsleistung gegenüber einem Notebookmikrofon signifikant.

Beim textgestützten Schneiden fehlte es hingegen an Präzision. Audiate schnitt nach Löschen eines Worts auch den Wortanfang des nachfolgenden Worts ab, sodass im Schnitt beispielsweise „arauf“ statt „darauf“ zu hören war.

Die Zusammenarbeit mit dem Screenrecorder Camtasia gestaltet sich gut. Man wählt darin eine Tonspur eines aufgezeichneten Videos aus und klickt auf „In Audiate öffnen“. Ab diesem Zeitpunkt synchronisiert Camtasia das Video, wenn man in Audiate die Datei speichert.

Schließlich generiert Audiate über eine eingebaute KI auf Wunsch auch gesprochenen Text: Umgekehrt zum oben beschriebenen Ansatz tippt man die gewünschten Zeilen ein und wählt eine von mehreren Stimmen aus. Vor allem die für US-amerikanische Texte angebotene Stimme „Jenny“ klang kurioserweise im Deutschen besser als die verfügbaren deutschen Versionen. Die automatischen Vorleser sprechen jedoch sehr emotionslos und daher unnatürlich.

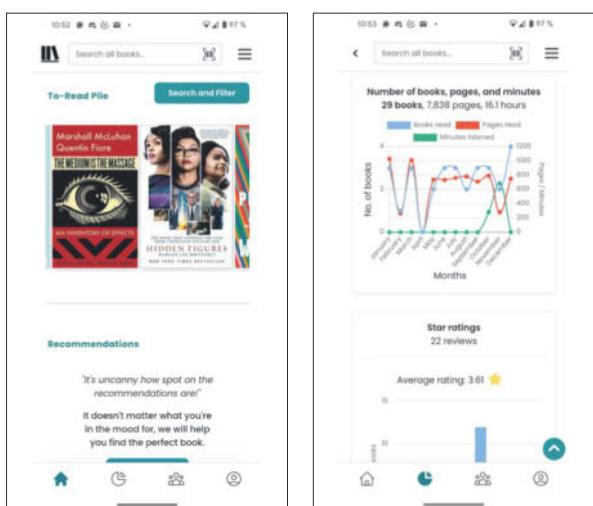
Schließlich hilft der integrierte KI-Chatassistent ChatGPT bei der Ideenfindung. Mit ihm lassen sich aus dem Programm heraus Skripte zu allen erdenklichen Themen generieren.

Unterm Strich wirkt die Software in einigen Bereichen noch nicht ausgereift. Insbesondere beim unpräzisen Schnitt der Audiospur sollte TechSmith nachbessern. Die Ideen hinter Audiate gehen aber in die richtige Richtung und die Transkription von Audio in Text kann im Büroalltag eine große Hilfe sein. Andere Transkriptionsdienste wie F4X oder HappyScribe rechnen 5 bis 20 Euro pro Stunde ab. Audiate bietet sich mit dem Abopreis eher für Vielnutzer an. (Jonathan Wulff/akr@ct.de)

## Audiate 2024.0

### Audiotranskription

Hersteller, URL	TechSmith, <a href="http://techsmith.de">techsmith.de</a>
Systemanf.	Windows, ab 10, macOS ab 10.13
Preis	33,76 € pro Monat oder 225,14 € pro Jahr



## Lesetracker

**Lesestoff dokumentieren, neue Bücher finden und Gelesenes kommentieren: Via Browser oder App bietet The Storygraph Lese-ratten eine Plattform.**

Als Lesetracker dürften viele Amazons Goodreads-Plattform kennen. Alternativ dokumentiert der Onlinedienst The Storygraph künftigen Lesestoff und schon gelesene Bücher sowie den Lesefortschritt im Browser oder in einer App. Goodreads-Daten lassen sich importieren, was bei umfangreichen Buchsammlungen den Umstieg schmackhafter macht. Im Test gelang das mit rund 700 Einträgen nicht ganz fehlerfrei, aber doch recht passabel. Beim Import ging in einigen Fällen flöten, wann das Buch fertig gelesen war.

The Storygraph will dabei helfen, neue, passende Bücher zu finden. Die Suchfunktion erleichtert das Stöbern in kürzlich veröffentlichten, aktuell beliebten oder besonders dünnen oder dicken Büchern. Mit dem kostenpflichtigen Pro-Account empfiehlt der Dienst auch Bücher nach Stimmung und passend zum eigenen Bücherregal. Beim Öffnen der Startseite präsentiert The Storygraph jedes Mal eine Handvoll andere Bücher aus dem „To-Read“-Stapel, sodass auch in Vergessenheit geratene Titel noch eine Chance haben, gelesen zu werden. Neue Bücher lassen sich anhand der ISBN oder durch Scannen des Barcodes importieren oder manuell hinzufügen.

Bei dem ausschließlich englischsprachig verfügbaren Dienst kann man sich in der Community gegenseitig zum Lesen

anspornen. Bei „Read-alongs“ lesen alle das ausgewählte Buch und tauschen sich dann in Foren zu einzelnen Buchabschnitten aus. Die Foren werden erst freigeschaltet, wenn der eingetragene Lesefortschritt entsprechend gediehen ist. Über „Buddy reads“ kann man sich direkt mit auf der Plattform gewonnenen „Buddies“ zu einem Buch austauschen. Wer den eigenen Freundeskreis nicht von der Plattform überzeugen konnte, findet hier leicht Gleichgesinnte: The Storygraph zeigt im Community-Bereich eine Liste von Usern mit ähnlichen Lesevorlieben.

Storygraph fragt bei jedem gelesenen Buch, ob es eher lustig, düster, emotional, mit schnellem oder langsamem Erzähltempo ist. Derlei Infos nutzt die Plattform zur Darstellung der Lesestatistik und für Empfehlungen. Anders als bei Goodreads kann man Bücher auch als „Did not finish“ endgültig wegsortieren und hat sie dann nicht ewig in der aktuellen Leseliste, obwohl klar ist, dass man ihnen keine weitere Zeit opfern möchte.

The Storygraph bereitet die erfassten Lesedaten zu anschaulichen Balken-, Torten- und Liniendiagrammen auf. Wer zwei Zeitabschnitte vergleichen will, braucht einen Pluszugang. Auch Ziele lassen sich setzen, dann informiert der Dienst, ob der aktuelle Lesefortschritt noch im Plan liegt. Die bunten Grafiken zeigen schnell, wann man im Jahr eher E-Books, Audiobooks oder Printausgaben gelesen hat, welche Genres dabei waren, ob die Bücher eher aus der Vergangenheit oder Gegenwart stammen, wie viele Seiten sie hatten und wie gut man sie bewertet hat.

The Storygraph ist eine gelungene Alternative zum etwas angestaubten Amazon-Pendant, das mit einer modernen Oberfläche, detaillierten Statistiken und dem Fokus auf guten Empfehlungen punktet. (lmd@ct.de)

## The Storygraph

### Lesetracker

Hersteller, URL	The StoryGraph Ltd., <a href="http://thestorygraph.com">thestorygraph.com</a>
Systemanf.	Browser, App für Android und iOS
Preis	<b>kostenlos</b> , Plus-Account 5 €/Monat

**Wir schreiben Zukunft.**



**2 Ausgaben  
MIT Technology Review  
als Heft oder digital  
inklusive Prämie nach Wahl**

[mit-tr.de/testen](http://mit-tr.de/testen)

[mit-tr.de/testen](http://mit-tr.de/testen)

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

+49 541/80 009 120



# Plattenkarusell

## Server-Festplatten mit 22 und 24 TByte

**Immer weiter treiben die letzten drei verbliebenen Festplattenhersteller die Kapazitäten nach oben. Toshiba ist bei 22 TByte, Seagate und Western Digital bereits bei 24 TByte. Wir stellen die Laufwerke auf den Prüfstand und erklären die Technik.**

**Von Lutz Labs**

weiterhin Millionen von Magnetscheiben, die Daten der Anwender sichern und weltweit verfügbar machen. Die Festplattenhersteller können den Bedarf der Cloud-Provider kaum decken; diese verlangen nach immer größeren, schnelleren, sparsameren und vor allem pro Terabyte billigeren Laufwerken.

Wir testen die jeweils größten Laufwerke der letzten drei verbliebenen Festplattenhersteller: das 22-TByte-Laufwerk Toshiba Cloud-Scale Capacity und die bereits mit 24 TByte verfügbaren Seagate Exos X24 und Western Digital Ultrastar DC HC580. In der uns vorliegenden Version ist die Ultrastar baugleich zur WD Gold, sie wird aber meistens deutlich günstiger angeboten. Ein weiterer Vorteil der Ultrastar-Serie gegenüber der Gold ist die Verfügbarkeit von Varianten mit anderen Sektorgrößen sowie Selbstverschlüsselung, ein Nachteil unter Umständen die OEM-Herkunft – beim Kauf sollte man

unbedingt auf die Garantiebedingungen achten.

Die Exos X24 ist auch mit SAS-Interface erhältlich, zudem hat Seagate seit Kurzem seine NAS-Serie Ironwolf Pro mit einem 24 TByte fassenden Modell aufgerüstet. Die Technik darin dürfte sich ebenfalls nur wenig von der hier vorgestellten Exos-Platte unterscheiden. Toshiba will im zweiten Quartal dieses Jahres ebenfalls erste Festplatten mit 24 TByte zum Test an Großkunden verschicken. Bei der Entwicklung hat sich der kleinste der drei Hersteller etwas mehr Zeit gelassen: Für diese Kapazitätsstufe kommen ein neues Magnetmaterial sowie die neue Aufzeichnungstechnik MAS-MAMR zum Einsatz (Microwave Assisted Switching – Microwave Assisted Magnetic Recording).

### Alte und neue Tricks

Die Festplattenhersteller lassen sich immer neue Techniken einfallen, um die Kapazitäten zu erhöhen. Da sie ihre Patente untereinander austauschen und zudem alle nur mit Wasser kochen, verläuft die Entwicklung der Kapazitäten halbwegs parallel. Eine Helium-Füllung etwa, erstmals eingesetzt bei der 6-TByte-Festplatte He6 von Western Digital vor etwa zehn Jahren, ist mittlerweile Standard bei hochkapazitiven Laufwerken. Das Edelgas ist dünner als Luft (hat eine geringere Dichte)

**B**etriebssystem und Anwendungsprogramme starten heute in den allermeisten Fällen von einer SSD. In Notebook und Desktop-PC haben sie rotierende Festplatten mit ihren Zugriffszeiten im Millisekundenbereich und Übertragungsraten von ein paar hundert MByte/s abgelöst. Doch in Rechenzentren drehen sich



## Seagate Exos X24

Die Seagate Exos X24 ist die letzte Seagate-Festplatte mit konventioneller Aufzeichnungstechnik, nachfolgende Laufwerke werden Heat Assisted Magnetic Recording (HAMR) nutzen. Die X24 bekam im Lauf des Tests noch eine neue Firmware – das ist bei Festplatten eher unüblich. Wer bereits ein solches Laufwerk im Einsatz hat, sollte den Seagate Download Finder (siehe ct.de/yqr7) befragen, ob für das eigene Modell ebenfalls ein Update verfügbar ist. Unser Exemplar wurde durch das Update beim Schreiben um ein paar Prozent beschleunigt. Durch ihr leises Arbeitsgeräusch eignet sich die Exos X24 besonders für den Einsatz in lärmempfindlicher Umgebung, etwa im heimischen Mediencenter.

- ➡ leise im Betrieb
  - ➡ dreijähriger Datenrettungsservice
- Preis: 487 Euro (24 TByte)



## Toshiba Cloud-Scale Capacity

Toshiba, der kleinste der drei verbliebenen Festplattenhersteller, hängt mit der Kapazität den anderen beiden immer ein wenig hinterher. Ein 24-TByte-Modell soll jedoch noch in diesem Jahr folgen. Uns erreichen immer wieder Fragen zur Garantieabwicklung bei Toshiba-Festplatten, ein Onlinetool zur Abfrage des Status gibt es anders als bei Seagate und Western Digital nicht. Sofern es sich nicht um OEM-Laufwerke handelt, gilt aber auch für Toshiba-Laufwerke die übliche fünfjährige Garantie ab dem Kaufdatum. Kunden sollen sich im Bedarfsfall an den Händler wenden; sofern dies nicht möglich ist, übernimmt die Enduser-Hotline (ct.de/yqr7) des Herstellers.

- ➡ günstig
  - ➡ nur ein Anbieter
- Preis: 440 Euro (22 TByte)



## Western Digital Ultrastar DC HC580

Die einfachen SATA-Laufwerke aus der Ultrastar-Serie von Western Digital sind meistens deutlich günstiger als die baugleichen WD-Gold-Modelle, welche Western Digital für den Einzelhandel vorsieht. Der Preis des DC HC580 aber stieg während der Arbeit an diesem Artikel von knapp 520 Euro auf mehr als 650 Euro – aktuell liegt der Terabyte-Preis für dieses Laufwerk sehr deutlich über dem der direkten Konkurrenz. Auf der Haben-Seite steht moderne Technik und ein Geschwindigkeitsvorsprung gegenüber den Modellen von Seagate und Toshiba, mit lometer haben wir in der schnellsten Medienzone mehr als 300 MByte/s gemessen – ein neuer Rekord für Festplatten.

- ➡ sehr schnell
  - ➡ sehr teuer
- Preis: 668 Euro (24 TByte)

und verringert damit die Verwirbelungen im Gehäuse. Das erlaubt den Einbau dünnerer Scheiben, den dadurch entstehenden Raum füllen die Hersteller mit weiteren Scheiben auf – aktuell passen in die Gehäuse mit einer Bauhöhe von knapp über 26 Millimetern bereits zehn Scheiben hinein.

Um immer wieder aufkommenden Befürchtungen zu begegnen: Von einer erhöhten Ausfallrate durch austretendes Helium ist bislang nichts bekannt. Zudem lässt sich der Heliumgehalt per SMART überwachen. Zwar haben sich die Hersteller dafür nicht auf einen gemeinsamen Standard einigen können, aber die üblichen SMART-Programme kennen die Register und warnen auf Wunsch vor einem zu geringen Heliumgehalt.

Die Spuren werden immer schmäler, die Bits in diesen Spuren immer enger aneinander gequetscht – die für die Speiche-

rung eines Bits zur Verfügung stehende Fläche sinkt immer weiter. So steigt die Flächendichte und damit die Kapazität.

### ePMR & FC-MAMR

Wenn die Hersteller das noch weitertrieben, würde das zu magnetischer Instabilität führen; Bits könnten einfach mal so kippen. Die Lösung für weiter steigende Kapazitäten sehen alle Hersteller im energieunterstützten Beschreiben von härtem Magnetmaterial. Die zusätzliche Energie hilft bei der (Um-)Magnetisierung, der eigentliche Schreibkopf kann kleiner ausfallen – die vom Kopf magnetisierte Fläche sinkt ebenfalls, die Flächendichte steigt wieder an.

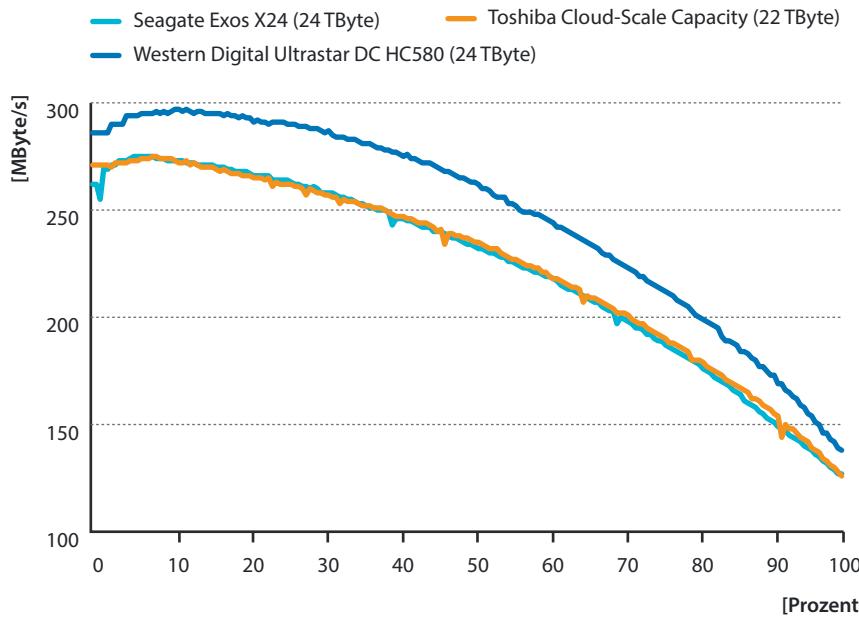
Toshiba und Western Digital nutzen bei den hier vorliegenden Laufwerken bereits eine noch recht einfache Form des energieunterstützten Schreibens. Seagate nimmt für sich in Anspruch, für das

24-TByte-Laufwerk ohne zusätzliche Energieeinspeisung auszukommen.

WDC nennt seine Technik ePMR [1] und macht damit bereits im Namen klar, dass es sich um eine energieunterstützte Version des seit Mitte der Nullerjahre üblichen Perpendicular Magnetic Recording (PMR) (siehe ct.de/yqr7) handelt. Toshiba nennt die Technik FC-MAMR (Flux Control-Microwave Assisted Magnetic Recording [2]), beiden gemein ist eine zusätzliche Spule um den Schreibkopf herum, welche die beim Schreiben auftretenden Verzerrungen des Magnetfeldes glätten soll. Je kleiner die Fläche zur Speicherung eines Bits wird, desto schwächer ist auch das Signal, welches der Lesekopf daraus erzeugen kann. Um das Nutzsignal aus dem Rauschen herauszufiltern, kommen mittlerweile gleich zwei Leseeinheiten zum Einsatz, die leicht versetzt jeweils einen kleinen Signalanteil der beiden ne-

## Zonenmessung Lesen

Die Messungen mit H2benchw zeigen, dass das Maximum der Geschwindigkeit nicht mehr am Scheibenrand liegt wie früher. Schwache magnetische Felder um die Haltepins der Scheiben bei der Produktion führen zu leichten Geschwindigkeitseinbußen.



benliegenden Spuren aufnehmen. Das resultierende Signal enthält damit mehr Informationen des Mittensignals, die Störsignale gehen unter – Two Dimensional Magnetic Recording (TDMR) nennt sich das Verfahren.

Bei einer Spurbreite von nur wenigen Dutzend Nanometern wird es zudem immer schwieriger, die gesuchte Spur schnell und gleichzeitig genau anzufahren: Die Masse des Kopfstapels führt bei Bewegungen zum Überschwingen. Zur Abhilfe bauen die Hersteller mehrere steuerbare Gelenke in die Kopfaufhängungen ein, die diesen ungewünschten Effekt mildern sollen.

### Sputter Pins

Bei einem weiteren Dreh könnte man sich fragen, warum die Hersteller das nicht

schon immer so gemacht haben: Sie reizen nun auch den letzten Rest der Plattenoberfläche aus. Toshiba etwa nutzte den äußeren Rand nicht mit, weil dort die Magnetisierung aufgrund des Produktionsverfahrens etwas schwächer war. Bei Western Digital's Platten lagen die äußeren Spuren weiter auseinander als die inneren, weil die Magnetisierung an drei Stellen der Scheibe etwas schwächer ist – an diesen sogenannten Sputter Pins [3] wird die Scheibe beim Bedampfen befestigt.

Üblicherweise sinken die Übertragungsraten mit steigender Füllung, weil die Hersteller mit den schnellsten Medienzonen am Rand starten – dort sind die Spuren am längsten und enthalten damit mehr Daten als die inneren Spuren. Nun aber unterbrechen die Bereiche um die Sputter Pins herum die äußeren Spuren

und somit liegen die Übertragungsraten am Rand unter dem Maximum; dieses erreichen die Laufwerke erst bei rund 10 Prozent Befüllung.

Dies führt zu einem ungewöhnlichen Aussehen der Messkurven von H2benchw, unserem seit Jahren bewährten Festplattenbenchmark, und einer veränderten Testreihenfolge: Wir ermitteln zunächst mit H2benchw den schnellsten Bereich und legen dann dort eine Messpartition an, an deren Anfang wir mittels Iometer die maximale Geschwindigkeit ermitteln. Eine weitere Partition mit 10 GByte Größe legen wir auf den inneren Ringen der Scheiben an, um darüber die Mindestgeschwindigkeiten zu ermitteln.

### Flash-Support

Western Digital baut bei seinen Festplatten ab 20 TByte zudem 64 GByte NAND-Flash ein. Zum einen liegen in diesem OptiNAND (siehe ct.de/yqr7) genannten Speicher verschiedene Metadaten, die der Controller sonst vom im Vergleich langsamem Magnetspeicher lesen müsste – das dient der Beschleunigung und spart zudem etwas Magnetspeicherplatz. Einige GByte auf den Platten (Scheiben) belegte bisher etwa der individuelle Repeatable Runout für das Positionsfehlersignal beim Rotieren, den Festplattenhersteller in der Produktion bestimmen. Zudem speichert die Firmware dort, wie oft jede einzelne Spur überschrieben wurde – das dient der Datensicherheit: Das häufige Überschreiben einer einzelnen Spur kann zu Fehlern bei den benachbarten Spuren führen; die Firmware kann durch gelegentliches Neubeschreiben gefährdeter Spuren Datenverluste verhindern. Das Phänomen ist unter dem Begriff Adjacent Track Interference (ATI) bekannt und spielt bei den ja noch näher beieinander liegenden Spuren von Laufwerken mit SMR-Aufzeichnung keine Rolle: Bei diesen werden benachbarte Spuren eh immer neu geschrieben.

## Server-Festplatten – Messergebnisse

Modell	sequenzielle Transferraten beim Lesen von 128-KByte-Blöcken [MByte/s] <sup>1</sup> min. / mittel / max.	sequenzielle Transferraten beim Schreiben von 128-KByte-Blöcken [MByte/s] <sup>1</sup> min. / mittel / max.	Zugriffszeiten Schreiben/Lesen [ms] <sup>1</sup>	Laufgeräusch Ruhe/Betrieb [Sone]	Leistungsaufnahme aus/idle <sup>2</sup> /Schreiben/Lesen [W]
Seagate Exos X24 (24 TByte)	besser ►	besser ►	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Toshiba Cloud-Scale Capacity (22 TByte)	126/214/275	125/213/273	1,7/12,2	0,1/0,4	1,3/6,2/8,6/8,6
Western Digital Ultrastar DC HC580 (24 TByte)	125/214/275	108/212/274	1,7/12	0,2/1,8	0,5/6,1/8,3/8

<sup>1</sup> gemessen mit H2benchw <sup>2</sup> Link Power Management eingeschaltet

Die präzisere Steuerung mittels OptiNAND soll auch die Datendichte steigern, WD sprach in einer früheren Präsentation von einem rund zehnprozentigen Gewinn. Da dies nicht nur die Breite der Spuren betrifft, sondern auch die Anzahl der Sektoren pro Spur, steigt auch die Geschwindigkeit – was man bei unseren Messungen sieht: Die Ultrastar DC HC580 ist bei gleicher Drehzahl die schnellste der drei Festplatten, in den schnellsten Medienzonen kommt sie auf mehr als 300 MByte/s.

Doch der NAND-Baustein kann noch mehr. Bei einem Stromausfall nutzt die Firmware die rotierenden Scheiben als Energiequelle, um darüber die noch im DRAM-Cache befindlichen Daten in den Flash-Speicher zu kopieren; für das Schreiben auf die Magnetscheiben würde die Energie nicht ausreichen. Daher können Administratoren bei Platten mit OptiNAND den Schreibcache einschalten, ohne Angst vor einem Datenverlust beim Stromausfall haben zu müssen.

Festplattenlaufwerke mit OptiNAND sollte man übrigens nicht mit den vor einigen Jahren üblichen Hybrid-Festplatten in einen Topf werfen. Diese hielten die am häufigsten angefragten Dateien im NAND-Cache vor; das aber tun die WD-Laufwerke nicht.

## Lärmpegel

Der Lärm von Festplatten hat in den vergangenen Jahren deutlich abgenommen, vor allem im Leerlauf sind sie leise. So manche Platte macht aber komische Geräusche. So ratterte die Toshiba nach dem ersten Einschalten zunächst eine knappe Minute, wohl um sich einzuschaukeln. Die Ultrastar hingegen legte bei unseren Lautstärkemessungen immer wieder Pausen

ein, obwohl wir ihr per H2benchw befohlen hatten, permanent den Kopfstapel zu bewegen.

Bei den Angaben zum Geräuschpegel in der Tabelle am Ende des Artikels ist zu beachten, dass wir diese Werte in einem Abstand von 25 Zentimetern ermittelt haben. Die Platten lagen dabei akustisch entkoppelt auf dem Messtisch in unserem schallarmen Raum. Aufgrund der von uns dabei nicht messbaren Vibrationen der Gehäuse aber wird der Einbau in ein Festplattengehäuse den Lärmpegel nach oben schnellen lassen. Dennoch sollten moderne Festplatten möglichst fest in einem Rahmen befestigt sein: Je weniger die Gehäuse schwingen, desto schneller können die Köpfe die anvisierten Positionen erreichen.

## Fazit

Im Vergleich mit SSDs punkten unsere Server-Festplatten praktisch nur noch in einer Disziplin: dem Preis pro TByte. Während große Server-SSDs mindestens 80 Euro pro TByte kosten, bekommt man ein TByte Magnetspeicherplatz bereits ab 21 Euro.

Besonders preissensible Menschen greifen zur Toshiba Cloud-Scale Capacity, wer unbedingt die allergrößte derzeit mögliche Kapazität einbauen möchte, hat die Wahl zwischen Seagate Exos X24 und der Western Digital Ultrastar. Die Exos X24 ist deutlich leiser und vor allem auch deutlich günstiger, der plötzliche Preisanstieg der Ultrastar um fast 140 Euro macht diese aktuell recht uninteressant.

Wer nicht gleich Tausende von Laufwerken benötigt, sondern lediglich sein NAS mit ein paar frischen Laufwerken bestücken möchte, braucht nicht auf Tests von NAS-Festplatten gleicher Kapazität zu

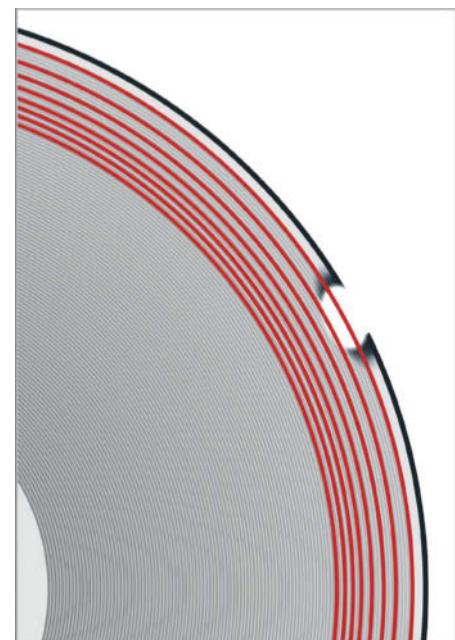


Bild: Western Digital

**Durch die Befestigungspunkte (Sputter Pins) der Scheibe entstehen Bereiche mit geringerer Magnetisierung in den äußeren Spuren, die zu einem Absinken der Datenrate führen.**

warten: Die Server-Laufwerke eignen sich ebenso gut dafür und sie sind meistens sogar noch deutlich günstiger.

(//@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Lutz Labs; Energiestoß, WD Gold: Festplatte mit 18 TByte Speicherkapazität, c't 17/2020, S. 72
- [2] Lutz Labs, Nachbrenner für Magnetscheiben, 18-TByte-Festplatte mit neuer Aufzeichnungs-technik, c't 16/2021, S. 76
- [3] Lutz Labs, Platte mit Knick, Serverfestplatte mit 22 TByte Speicherplatz, c't 20/2022, S. 90

**Weitere Infos: ct.de/yqr7**

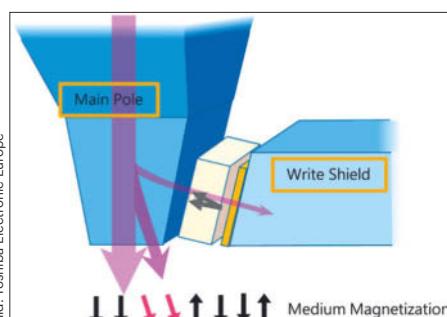


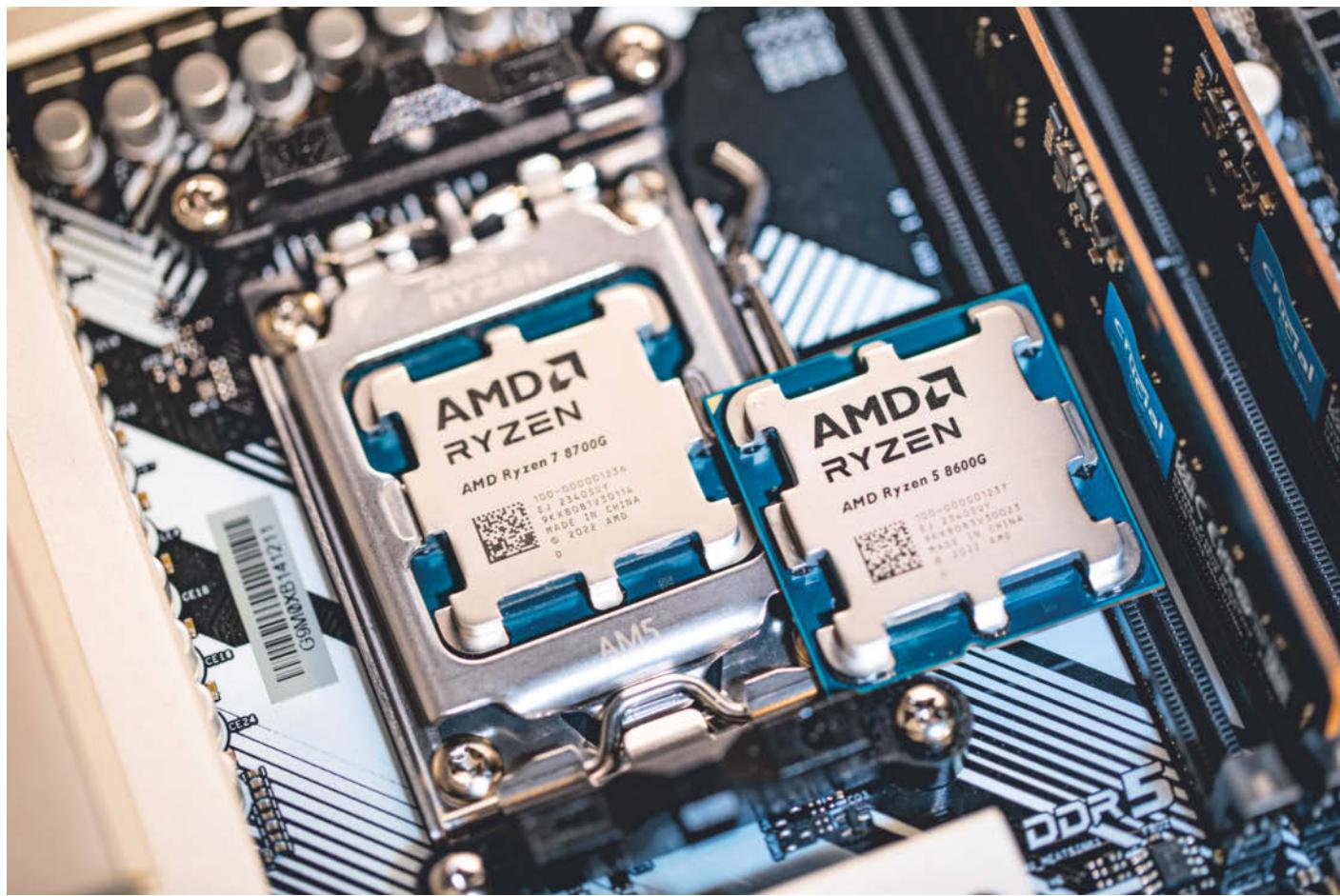
Bild: Toshiba Electronic Europe

**FC-MAMR gilt als Zwischenschritt zu MAMR. Der Spin Torque Oszillator arbeitet hier nicht als Mikrowellensender, sondern unterstützt direkt den Schreibkopf bei der Magnetisierung.**

## Server-Festplatten

Modell	Exos X24	Cloud-Scale Capacity	Ultrastar DC HC580
Hersteller	Seagate	Toshiba	Western Digital
Bezeichnung	ST24000NM002H	MG10AFA22TE	WDC WUH722424ALE6L4
Kapazität laut Hersteller <sup>1</sup> /von Windows erkannt	24 TByte/22352 GByte	22 TByte/20490 GByte	24 TByte/22352 GByte
Interface/Protokoll	SATA 6G/AHCI	SATA 6G/AHCI	SATA 6G/AHCI
DRAM-Cache <sup>2</sup>	512 MByte	512 MByte	512 MByte
Umdrehungsgeschwindigkeit <sup>2</sup>	7200 min <sup>-1</sup>	7200 min <sup>-1</sup>	7200 min <sup>-1</sup>
Workload-Rating <sup>2</sup>	k.A.	550 TByte/Jahr	k.A.
nicht korrigierbare Lesefehler <sup>2</sup>	1 Sektor pro 10 <sup>15</sup> Bit	k. A.	1 Sektor pro 10 <sup>15</sup> Bit
jährl. Ausfallwahrscheinlichkeit <sup>2</sup>	0,35 %	0,35 %	0,35 %
Garantie	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre
Preis pro TByte	22 €	21 €	30 €
Straßenpreis	487 €	440 €	668 €

<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



# Produkt sucht Nische

## AMD Ryzen 7 8700G und Ryzen 5 8600G mit starker Grafik

**AMD rüstet die Prozessoren der Serie Ryzen 8000G mit bis zu acht Kernen, RDNA3-GPU und KI-Funktionen aus. Wir haben geprüft, ob die Leistung nicht nur für Anwendungen, sondern auch für 3D-Spiele ausreicht.**

Von Christian Hirsch

Die moderne AM5-Plattform mit PCI Express 5.0 und DDR5-RAM bietet AMD seit Herbst 2022 an. Die bisher erhältlichen Ryzen-7000-Prozessoren „Raphael“ mit schwacher integrierter Grafik zielen primär auf Gaming-PCs, in denen sowieso eine Grafikkarte steckt. Das ändert sich nun mit den vier CPUs der Serie Ryzen 8000G „Hawk Point“, die eine starke RDNA3-GPU enthalten. Sie soll laut AMD flüssiges Spielen mit Full-HD-Auflösung in kompakten Rechnern ohne Grafikkarte ermöglichen.

Die vier CPUs teilen sich auf zwei Unterserien auf. Für Ryzen 7 8700G und Ryzen 5 8600G verpflanzt AMD das Halbleiter-Die der Mobilprozessoren Ryzen

8040U/HS in ein Gehäuse für die CPU-Fassung AM5. Beim Ryzen 5 8600G sind nur sechs der acht Zen-4-Kerne aktiv.

Beim Hexacore Ryzen 5 8500G und dem Quadcore Ryzen 3 8300G handelt es sich hingegen um Hybridprozessoren mit Zen-4- und kompakten Zen-4c-Cores auf einem Phoenix-2-Die.

### Prozessoraufbau

Im Unterschied zu den Ryzen 7000, die aus bis zu drei Chips bestehen, verwendet AMD bei allen Ryzen 8000G ein einzelnes, „monolithisches“ Die, das TSMC in 4-Nanometer-Technik fertigt. Darin sind die CPU-Kerne in einem Core Complex (CCX), die RDNA3-GPU mit bis zu 12

Compute Units sowie Speichercontroller und I/O-Funktionen für PCI Express untergebracht. Die beiden leistungsstärksten Modelle enthalten zudem eine KI-Einheit, die AMD als Ryzen AI, XDNA sowie als Neural Processing Unit (NPU) bezeichnet.

Zusammen ergibt das beim Ryzen 7 8700G 25,4 Milliarden Transistoren, die sich auf 178 Quadratmillimeter Fläche verteilen. Zum Vergleich: Das I/O-Die der Ryzen 7000 ist allein schon 122 Quadratmillimeter groß (3,4 Mrd. Transistoren), ein Core Complex Die (CCD) mit acht Kernen bringt auf 70 mm<sup>2</sup> 6,5 Milliarden Transistoren unter.

Um die zusätzlichen Schaltkreise für die GPU und die NPU für KI unterzubringen, hat AMD im Vergleich zu den Ryzen 7000 einige Funktionsblöcke beschnitten. Die Größe des Level-3-Cache für die acht Kerne eines CCX halbiert sich auf 16 MByte. Jedem Zen-4-Kern stehen aber unverändert 1 MByte Level-2-Cache zur Verfügung.

Zudem stellen die Ryzen 8000G mit sechs und acht Kernen nur 20 PCIe-4.0-Lanes bereit. Die Ryzen 7000 haben hingegen 28 Lanes, die zudem im PCIe-5.0-Modus den doppelten Durchsatz liefern.

Weil je vier Leitungen zur Anbindung des Chipsatzes und einer M.2-SSD dienen, bekommt die Grafikkarte deshalb bei den Ryzen 8000G nur acht der sonst üblichen 16 Lanes ab. In der Praxis hat das aber nur geringe Geschwindigkeitseinbußen zur Folge. Günstige Grafikkarten wie die Radeon RX 7600 und GeForce RTX 4060 verwenden ohnehin nur acht PCIe-Leitungen.

Das Halbleiter-Die „Phoenix 2“ im Ryzen 5 8500G und Ryzen 3 8300G ist nochmals abgespeckt. Die NPU fehlt komplett und die Radeon 740M hat nur vier statt zwölf Compute Units. Auch beim Aufbau der CPU-Kerne gibt es Unterschiede. Im CCX sitzen zwei Zen-4-Kerne und vier Zen-4c-Kerne. Letztere sind auf einen möglichst geringen Flächenverbrauch getrimmt, haben aber identische Rechenwerke. Die kompakten Kerne sind auf geringere Taktfrequenzen von maximal 3,7 GHz statt bis zu 5,7 GHz bei Zen 4 ausgelegt. Dadurch kommen beim Design andere Bibliotheken zum Einsatz, die die Schaltkreise dichter packen.

Auch bei den I/O-Funktionen muss man Abstriche hinnehmen. Die beiden Hybrid-CPUs stellen nur 14 PCIe-4.0-Lanes bereit. Abzüglich der vier für den Chipsatz reichen die zehn verbleibenden

Lanes dann gerade einmal für zwei NVMe-SSDs, den Ethernet-Chip und einen PCIe-x1-Steckplatz.

### Modernisierte GPU

Die integrierte Grafik verwendet die gleichen RDNA3-Rechenwerke wie die Radeon-RX-7000-Grafikkarten. Deshalb kann die GPU auch Raytracing-Berechnungen beschleunigen.

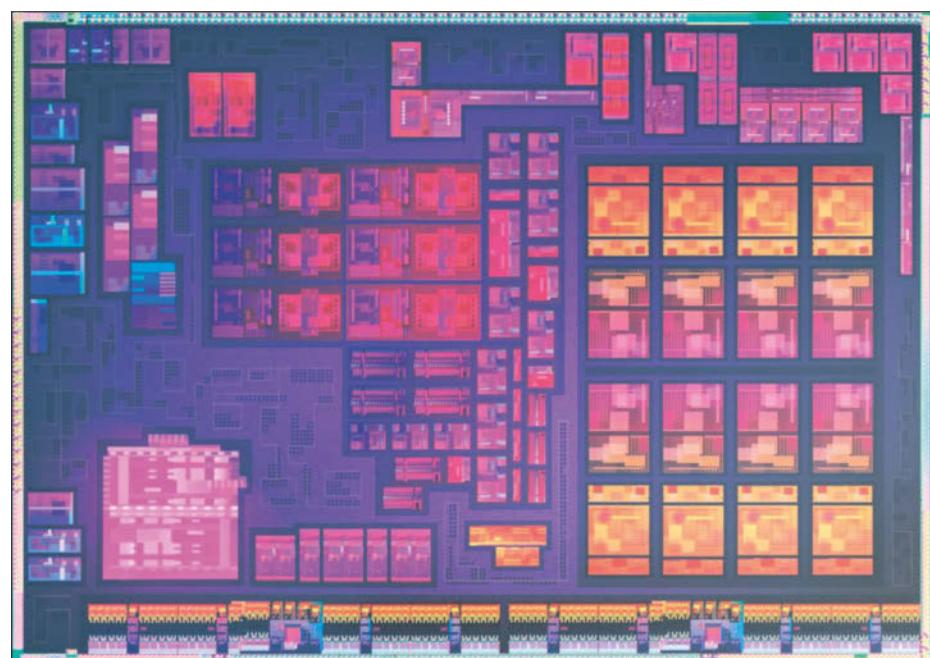
Die Radeon 780M des Ryzen 7 8700G taktet mit bis zu 2,9 GHz. Allerdings hat sie lediglich 12 Compute Units mit 768 Shader-Einheiten und ist damit deutlich leistungsschwächer als eine High-End-Grafikkarte wie die Radeon RX 7900 XTX mit 96 CUs und 6144 Shadern. Bei integrierten GPUs muss sich die Grafik zudem das vergleichsweise schmale Speicher-Interface mit den CPU-Kernen und der NPU teilen.

Die Ryzen 8000G verwenden den gleichen Speichercontroller wie die Ryzen 7000. AMD spezifiziert eine maximale Geschwindigkeit von DDR5-5200. Mit solchen Modulen haben wir auch die meisten Tests und Benchmarks durchgeführt. AMD selbst hat jedoch ausschließlich Benchmarks veröffentlicht, die mit schnelleren und teureren Übertaktermodulen vom Typ DDR5-6400 mit EXPO-Profil gemessen wurden. DDR5-6400 liefert höhere Datentransferraten, von denen vor allem die integrierte Radeon-GPU profitiert. Allerdings läuft diese RAM-Taktfre-

quenz nicht mit jeder Kombination aus CPU, RAM und Mainboard stabil und die Übertaktung steigert die Leistungsaufnahme des Systems. Zudem besteht das Risiko von Hardwaredefekten, weil die höheren Spannungen von 1,4 Volt den Prozessor beschädigen können [1]. Deshalb haben wir nur ausgewählte Benchmarks zusätzlich mit dem Overclocking-Speicher laufen lassen.

Alle Ryzen 8000G haben eine Thermal Design Power (TDP) von 65 Watt. Über das BIOS-Setup und den Ryzen Master Tool lässt sie sich als configurable TDP (cTDP) auf 45 Watt herabsetzen, beispielsweise wenn man die CPUs in einem kompakten Gehäuse betreiben will. Im Unterschied zu den Ryzen 7000 halten die Ryzen 8000G die TDP im langfristigen Mittel ein, während erstere sie dauerhaft um 35 Prozent überschreiten dürfen.

Die Tests der Ryzen-7000 und -8000G-Prozessoren haben wir mit Ausnahme des Ryzen 7 8700G auf dem Asus TUF Gaming X670E-Plus WiFi durchgeführt, das nahezu alle Fähigkeiten der AM5-Plattform mitbringt. Der neue Acht-kerner möchte jedoch mit DDR5-5200 darauf nicht booten. Deshalb haben wir den Ryzen 7 8700G ersatzweise mit dem Asrock B650 Pro RS und einem Beta-BIOS getestet, das uns AMD zur Verfügung stellte. Folglich unterscheidet sich die Leistungsaufnahme im Leerlauf deutlich von der anderer AM5-Prozessoren.



Die KI-Einheit ist der große rosa Block in der linken unteren Ecke, schräg darüber sitzen die Compute Units der Grafik und in der rechten Hälfte die acht CPU-Kerne.



Beim Action-Rollenspiel Starfield reicht die 3D-Leistung der integrierten GPU der Ryzen 8000G auch bei niedriger Qualität und interpolierten Zwischen-Frames nicht für flüssiges Spielen aus.

## Flinke CPU-Kerne

Im Vergleich zu den Vorgängern der Serie Ryzen 5000G macht die Performance der Ryzen 8000G einen ordentlichen Satz nach vorn. Die Singlethreading-Leistung beim Rendering-Benchmark Cinebench 2024 klettert um 17 Prozent hoch, wobei der Ryzen 8700G in der Spitzte etwa 11 Prozent schneller taktet als der Ryzen 75700G.

Beim Multithreading, wenn alle acht Kerne und 16 Threads unter Dampf stehen, fällt das Leistungsplus mit 36 Prozent noch höher aus. Hier wirkt sich die höhere Effizienz durch den feineren Fertigungsprozess aus. Das geht so weit, dass der Sechskeiner Ryzen 5 8600G in dieser Disziplin sogar den Achtkeiner Ryzen 75700G überholt.

Mit den Ryzen 7000 können die Ryzen 8000G wegen des kleineren L3-Cache und der geringeren Taktfrequenzen nicht ganz mithalten. Je nach Anwendung beträgt der Unterschied zwischen einem und zehn Prozent.

Im Vergleich zu den aktuellen Core i-14000 müssen sich die Ryzen 8000G bei der Singlethreading-Leistung mit 7 bis 16 Prozent Rückstand geschlagen geben. Das betrifft insbesondere Office-Anwendungen und Webbrowser. Sind alle Kerne ausgelastet, schrumpft der Abstand, obwohl der Core i7-14700 und Core i5-14500 durch die zusätzlichen Effizienzkerne viel mehr Threads parallel ausführen können. Hier limitiert das Power-Budget von jeweils 65 Watt bei AMD und Intel.

Durch Herabsetzen der Thermal Design Power auf 45 Watt (Eco-Modus) verbessert sich die Effizienz des Ryzen 7 8700G von 8,2 auf 10,5 Cinebench-Punkte pro Watt. Zum Vergleich: Der Intel Core i7-14700 kommt auf 9,3 Cinebench-Punkte pro Watt.

## Bedingt spieletauglich

AMD verspricht, die schnellste integrierte Grafik bei Desktop-CPUs zu haben, und

hält dieses Versprechen auch. Im 3DMark TimeSpy schafft die Radeon 780M des Ryzen 7 8700G 2503 Punkte. Damit rendert sie die 3D-Szene 57 Prozent schneller als die Radeon-Grafik des Ryzen 75700G mit der sechs Jahre alten Vega-Architektur. Intels UHD-770-GPU des Core i7-14700 kommt nur auf ein Drittel der Performance der neuen AMD-Prozessoren.

Mit spezifikationsgetreuem DDR5-5200-RAM kann die Radeon 780M allerdings nicht ihr volles Potenzial entfalten. Die Radeon 760M des Ryzen 5 8600G liegt trotz acht statt zwölf Compute Units gerade im 3DMark TimeSpy ein Prozent zurück. Mit schnellem Übertakterspeicher DDR5-6400 legt die Leistung der GPU des Ryzen 7 8700G um über 30 Prozent zu. Zwei 16-GByte-Modulen kosten dabei rund 160 statt 110 Euro für DDR5-5200.

Als spieletauglich ist die Radeon 780M dennoch nur eingeschränkt zu bezeichnen. AMD selbst gibt im vorher veröffentlichten Pressematerial an, dass man bei Full-HD-Auflösung bei den meisten Spielen die Qualitätseinstellungen auf niedrig herabsetzen und die Treiberfunktion AMD Fluid Motion Frames (AFMF) aktivieren muss, damit es flüssig läuft. Bei AFMF interpoliert die GPU aus gerenderten Frames Zwischenbilder, sodass die Bildrate sich im Idealfall verdoppelt. Allerdings geht das auf Kosten der Latenz, weil die Frames später ausgegeben werden.

Ein Beta-Treiber mit funktionierendem AFMF erreichte uns erst einen Tag bevor dieser Artikel erstmals online erschien, sodass wir nur einen kurzen Blick darauf werfen konnten. Ohne AFMF kommt die integrierte Grafik des Ryzen 7 8700G bei „Shadow of The Tomb Raider“ bei niedriger Qualität im Schnitt auf 54 fps. Mit DDR5-6400 klettert die Bildrate über die 60-fps-Marke. Mit dem schnellen RAM kann man sogar auf mittlere Qualität hochschalten.

## Ryzen 8000G „Hawk Point“: Benchmarks und Leistungsaufnahme

Prozessor	Kerne / Threads	Takt / Turbo	Cinebench 2024 1T [Punkte]	Cinebench 2024 MT [Punkte]	7-Zip, komprimieren [MByte/s]	Kbench, komplizieren [s]	Handbrake, 1080p30 [fps]	3DMark TimeSpy [Punkte]	Leistungsaufnahme [W]
			besser ►	besser ►	besser ►	◀ besser	besser ►	besser ►	◀ besser
Ryzen 7 8700G <sup>1</sup>	8 / 16	4,2 / 5,1 GHz	106	1006	90,6	93	86	2503	24/126
Ryzen 5 8600G	6 / 12	4,3 / 5,0 GHz	105	791	72,8	114	71	2474	33/107
Ryzen 7 7700	8 / 16	3,8 / 5,3 GHz	114	1057	93,1	86	87	795	48/130
Ryzen 5 7600	6 / 12	3,8 / 5,1 GHz	111	824	75,4	107	71	792	48/129
Ryzen 7 5700G	8 / 16	3,8 / 4,6 GHz	90	739	69,4	127	65	1591	18/88
Core i7-14700	8P+12E / 28	2,1 / 5,4 GHz	123	1086	108,3	78	103	959	29/328
Core i5-14500	6P+8E / 20	2,6 / 5,0 GHz	113	806	75,8	110	80	896	27/220

AM5: 32 GByte DDR5-5200, AM4: 32 GByte DDR4-3200, LGA1700: 32 GByte DDR5-5600

<sup>1</sup>mit Asrock B650 Pro RS

## Ryzen 7 8700G: Vergleich DDR5-5200 gegen DDR5-6400 EXPO

RAM	Cinebench 2024 1T [Punkte]	Cinebench 2024 MT [Punkte]	7-Zip, komprimieren [MByte/s]	3DMark TimeSpy [Punkte]	Shadow of the Tomb Raider, 1080p low: 5%-Perzentil / Durchschnitt [fps]	Starfield, 1080p niedrig: 1%-Perzentil / Durchschnitt [fps]	Lightroom KI Denoise [s]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser
DDR5-6400	109	1025	94,6	3309	56/62	22/27	35
DDR5-5200	106	1006	90,6	2503	48/54	19/24	39

Modernere Titel wie das Action-Rollenspiel „Starfield“ ruckelten hingegen trotz niedriger Detailstufe unspielbar mit 24 fps. Auch schnellerer RAM hilft nicht (27 fps). Mit aktiven Fluid Motion Frames steigt die Bildrate um über 50 Prozent auf 42 fps. Für dieses Spielegenre ist das nach unserem subjektiven Empfinden immer noch zu ruckelig.

Aber nicht nur für 3D-Spiele, sondern auch für Foto- und Videoanwendungen kann die integrierte GPU hilfreich sein. In der Raw-Foto-Software Adobe Lightroom benötigt die KI-Entrauschfunktion auf dem Ryzen 7 8700G für ein 20-Megapixel-Foto rund 40 Sekunden. Mit der im Ryzen 7 7800X3D integrierten, aber schwächeren Radeon-Grafikeinheit dauerte es rund 5 Minuten. Eine 650 Euro teure Nvidia GeForce RTX 4070 absolviert die gleiche Funktion in wenigen Sekunden.

Die Rechenleistung der NPU beträgt laut AMD 16 Trillion Operations per Second (TOPS). Bislang gibt es allerdings nur wenige Anwendungen, die diese Einheiten ansprechen können.

Immerhin taucht die KI-Einheit im Geräte-Manager auf. Doch weitere Anpassungen für Windows 11 fehlen noch. So kann der Task-Manager im Unterschied zu den NPUs von Intel und Movidus noch nicht die Auslastung anzeigen. Die Windows-Studio-Effekte, die KI-Einheiten für Hintergrundunschärfe bei Webcams nutzen, funktionierten bisher ebenfalls nicht.

### Fazit

Die Fähigkeiten der Ryzen 8000G können wir bisher nicht abschließend einordnen, weil für ausführliche Tests nur Beta-Treiber und -BIOS zur Verfügung standen. Den finalen Grafiktreiber lieferte AMD erst kurz vor Veröffentlichung dieses Artikels. Die KI-Einheit konnten wir mangels Software gar nicht testen.

Klar ist jedoch: Die Ryzen 8000G für AM5-Mainboards liefern ein deutliches Leistungsplus im Vergleich zu den AM4-Vorgängern der Serie Ryzen 5000G. Sowohl CPU- als auch Grafikrechenleistung legen deutlich zu und das bei moderatem Energiebedarf. Damit eignen sich die Pro-

zessoren vor allem für kompakte Rechner, in denen kein Platz für eine Grafikkarte ist.

Die Radeon 780M des 360 Euro teuren Topmodells Ryzen 7 8700G setzt sich an die Spitze der integrierten Grafikeinheit von Desktop-Prozessoren. Fürs Gaming ohne Grafikkarte reicht das jedoch nur eingeschränkt, weil viele moderne Spiele selbst mit geringen Details und interpolierten Frames bei Full-HD-Auflösung nicht flüssig laufen. Ihre volle Leistung bringt die GPU erst mit Overclocking-RAM auf die Straße.

Wir empfehlen stattdessen, eine billigere CPU für 120 Euro zu kaufen und das gesparte Geld in eine Grafikkarte der 200-Euro-Klasse wie die Intel Arc A580, Nvidia GeForce RTX 3050 oder AMD Radeon RX 6600 zu investieren.

(chh@ct.de) ct

### Literatur

- [1] Christian Hirsch, Überreizt, Defekte Ryzen-7000-Prozessoren durch Übertakterspeicher, ct 13/2023, S. 29

Es gibt **10** Arten von Menschen. iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen: 3 digitale Ausgaben + Bluetooth-Tastatur nur 19,35 €

[www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-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 IT



# Komplettierer

## Fünf Spielergrafikkarten mit Radeon RX 7600 XT und GeForce RTX 4070 Super

**Gerade erschienen mit dem Super-Refresh für die GeForce-RTX-4000-Reihe und AMDs XT-Version der RX 7600 die wohl letzten Modelle der aktuellen Grafikkartengeneration.**

**Im Doppeltest der zwei Chips ordnen wir fünf Radeon RX 7600 XT und GeForce RTX 4070 Super ins Marktumfeld ein.**

**Von Carsten Spille**

Die beiden neuen Kartentypen mit GPUs von AMD und Nvidia spielen in deutlich unterschiedlichen Klassen. Die Radeon RX 7600 XT ist mit einer unverbindlichen Preisempfehlung (UVP) von 360 Euro die billigere von beiden. Sie soll sich hauptsächlich für flüssiges Full-HD-Gaming eignen sowie für besonders detailreiche Oberflächen in 3D-Welten. Für Kreativ- oder KI-Anwendungen hält sie mit 16 Gigabyte Grafikspeicher aber auch einen für ihre Klasse sehr dicken Puffer bereit.

Die GeForce RTX 4070 Super hingegen, oder wie Nvidia schreibt „SUPER“, sind mindestens eine Auflösungsklasse höher anzusiedeln. Sie sollen WQHD-Bildschirme mit ruckelfreien Bilderreihen auch in höchster Detailstufe versorgen. Dafür kosten sie mit 650 Euro allerdings auch fast das Doppelte. Nvidia bietet sie offiziell zur

selben UVP an wie ihre Vorgänger, die RTX 4070. Jene werden im Gegenzug rund 50 Euro günstiger. Nvidia gibt der Super-Variante gut 20 Prozent mehr Rechenleistung mit, hebt dafür das Leistungslimit in Form der Thermal Design Power aber nur um 10 Prozent von 200 auf 220 Watt an. Eigentlich müssten die Karten so häufiger am Energielimit operieren, sodass die 20 Prozent Mehrleistung nicht immer in Spielen ankommen.

Kurios: Die schnelleren Karten im Test haben weniger Grafikspeicher als die langsameren 7600 XT, aber die 12 GByte der RTX 4070 Super wirken bisher nur in Ausnahmefällen als Bremsklotz.

Die ebenfalls neu erschienenen GeForce RTX 4070 Ti Super und RTX 4080 Super testen wir in einer der kommenden Ausgaben von c't.

## Auswahlverfahren

Von den neuen Radeon RX 7600 XT haben wir uns drei verschiedene Modelle ins Testlabor kommen lassen. Alle drei haben dasselbe Standard-BIOS für Übertakter, dessen geringe Mehrleistung per se aber gegenüber der AMD-Vorgabe nicht ins Gewicht fällt. Die Quicksilver 309 Mercury von XFX ist auch von ihren Maßen und der Lüfterausstattung eine Variante für Übertakter, während Sapphire und Powercolor mit der Pulse respektive Hellhound etwas kompaktere Karten ins Feld führen.

Bei den neuen GeForce-Karten haben wir uns wie beschrieben zunächst auf die RTX 4070 Super beschränkt. Zotac schickte uns die dicke Trinity-Version, deren Kühler zwar auch Übertakter ansprechen soll, bei der der Hersteller offiziell jedoch auf Overclocking verzichtet. Das Palit-Modell „Dual“ bezogen wir hingegen aus dem Handel, um auch eine Version der günstigeren Kartenexemplare abilden zu können, die es zur offiziellen UVP von rund 650 Euro gibt.

Klassenübergreifend binden alle Karten bis zu vier Monitore an, unterstützen moderne Programmierschnittstellen wie DirectX 12 Ultimate oder Vulkan 1.3 jeweils inklusive Raytracing und kommen in einem abwärtskompatiblen PEG-Steckplatz unter. Ihre Videoeinheiten nehmen dem Hauptprozessor des PCs die meiste Arbeit beim Dekodieren und Kodieren von Filmen oder Streams in den Codec H.264, H.265/HEVC, VP9 und auch dem modernen AV1 ab.

## Chipfeinheiten

Von der Radeon RX 7600 unterscheidet die neue XT-Version nur der von acht auf 16 Gigabyte vergrößerte Grafikspeicher sowie ein großzügigeres Strombudget von

rund 190 Watt anstelle von 165 Watt, das auch höhere Taktraten erlaubt. Innerhalb dieses Rahmens blieben die restlichen Parameter für den Chip von der Anzahl der Shader-Rechenkernchen bis hin zur Display-Engine oder dem 32 Megabyte großen Infinity-Cache identisch.

Die RX 7600 XT hat anders als ihre großen Geschwister der 7900er-Reihe einen monolithischen Grafikchip, verzichtet also auf den Chiplet-Ansatz mit mehreren kleinen Siliziumchips. Der Navi33 wird in günstiger 6-Nanometer-Technik hergestellt. Die zugrunde liegenden Schaltkreise hat AMD im Vergleich zum Vorgänger ziemlich deutlich umgebaut. Jedes Shader-Rechenkernchen kann nun zum Beispiel zwei voneinander unabhängige Rechenoperationen durchführen (VLIW2). Das funktioniert aber nur, wenn der Shader-Compiler genug gleichzeitige Aufgaben findet, deren Ergebnisse nicht voneinander abhängen. Dadurch rechnet der Navi33-Chip mit vergleichsweise wenig zusätzlichen Transistoren im Idealfall fast doppelt so schnell wie der Vorgänger Navi23.

Auch gibt es außer den Raytracing-Beschleunigern innerhalb der Textureinheiten nun Hilfsschaltungen, um Matrix-Multiplikationen schneller abzuarbeiten. AMD nennt das analog zu den RT-Einheiten KI-Beschleuniger (AI Accelerator). Über deren reine Anzahl sollte man GeForce- und Radeon-Karten allerdings nicht vergleichen, zu unterschiedlich sind Ausrichtung und Funktionsumfang.

Bei Nvidia rührte ein Gutteil der RTX-4000-Verbesserungen von der moderneren Fertigungstechnik her. Der Herstellungsprozess „TSMC N4“ ist trotz des Namens ein Ableger der 5-Nanometer-Fertigung, aber eine Generation neuer als der 6-Nanometer-Prozess etwa von AMDs



**Nicht nur die 16 GByte der Radeon RX 7600 XT mit monolithischem Navi33-Grafikchip, sondern auch höhere Taktraten erfordern bei allen Karten einen zweiten Stromanschluss.**

Navi33 und viel moderner als Samsungs Fertigungsstufe für die RTX-3000-Karten. Das erlaubt Nvidia bei vergleichbarer Chipfläche, viele zusätzliche Transistoren einzubauen und zugleich den Takt im Vergleich zur RTX-3000-Reihe deutlich höher zu schrauben. Weil weder bei Architektur noch beim Takt gegenüber der RTX 4070 weitere große Sprünge drin waren, hat Nvidia statt 5188 nun 7168 Shader-Rechenkernchen in die 4070 eingebaut. Darum findet und nennt sie der Hersteller auch „SUPER“.

Die zusätzlichen Schaltungen nutzt Nvidia aber nicht etwa nur für mehr Shader-Kerne (vom Hersteller CUDA-Cores genannt), sondern gönnst der RTX 4070 Super auch ein Drittel mehr Level-2-Cache. In der ersten Runde der Vorabinformationen hatte Nvidia dieses Detail noch anders dargestellt (siehe c't 3/2024, S. 37) und nachmessen konnten wir es damals mangels Testmuster nicht.

Die L2-Konfiguration entspricht damit nun der einer schnelleren RTX 4070 Ti. Anders als etwa bei Prozessoren sind hier die L2-Blöcke über eine soge-

## Spielergrafikkarten mit Radeon RX 7600 XT und GeForce RTX 4070 Super – Leistungsaufnahme und Lautheit

Grafikkarte	Lautheit		Leistungsaufnahme		
	Leerlauf [sone <sup>1</sup> ]	3D-Vollast [sone <sup>2</sup> ]	Leerlauf [W <sup>3</sup> ]	3D-Dauervollast [W]	Spitzenwerte [W <sup>4</sup> ]
Palit GeForce RTX 4070 SUPER Dual	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Powercolor Hellhound Radeon RX 7600 XT OC	<0,1	1,7	18/19/24	233	262
Powercolor Hellhound Radeon RX 7600 XT Silent-BIOS	<0,1	1,7	0/22/ 27	220	176
Sapphire Pulse AMD Radeon RX 7600 XT Gaming OC	<0,1	0,9	17/45 <sup>5</sup> /36	199	248
XFX Speedster QICK309 Radeon RX 7600 XT	<0,1	1,2	6/19/30	214	305
Zotac Gaming GeForce RTX 4070 SUPER Trinity Black Edition	<0,1	3,5	7/21/31	220	285
			18/20/24	246	1276

gemessen unter Windows 11, VSync aus, rBAR an, geschlossenes Gehäuse  
<sup>3</sup> mit 1 × UHD, 60 Hz / 1 × UHD, 120 Hz / 1 × UHD + 3 × FHD 60 Hz

<sup>1</sup> im Leerlauf stehen die Lüfter still und bleiben daher unter unserer Messgrenze von 0,1 sone/ca. 17 dB(A) <sup>2</sup> nach Aufwärmphase  
<sup>4</sup> Spitzenausschläge im Millisekundenbereich <sup>5</sup> mit 144 Hz: 29 Watt

nannte Crossbar mit den Graphics-Processing-Clustern, also den übergeordneten Shaderblöcken, verbunden. Da jeder L2-Block separat an diese Crossbar angebunden ist, steigt mit der Anzahl der Blöcke auch die summierte Transferrate. Sie liegt mit rund 2,7 Terabyte/s, in die auch der höhere Takt mit einfließt, deutlich über den 1,7 Terabyte/s bei der 4070 ohne Super.

Dazu fängt der größere L2-Cache auch größere Datenmengen auf und entlastet den GDDR6X-Speicher. Hinter dem Level-2-Cache bleibt das Speichersubsystem mit 192 parallelen Datenleitungen zu 12 Gigabyte GDDR6X-Speicher mit einer Geschwindigkeit von 504 Gigabyte/s allerdings gleich.

## Display- und Video-Engine

Auch bei Display- und Video-Engines ist moderne Technik Trumpf. AMD hat bei den unterstützten DisplayPort-Standards einen Vorsprung, da bereits die moderne DP-Version 2.1 im Datenblatt steht, aber nur mit der zweithöchsten Datenrate „UHBR13.5“.

Bei Nvidia entspricht der DP noch Version 1.4. Das gibt AMD bei sehr hohen Wiederholraten oder Auflösungen jenseits von 6K einen Vorteil. Für 3D-Spiele sind 4K mit 480 Hertz (4K480) oder 8K165 nur wenig relevant und eher für hochauflösende Desktop- oder Videoflächen geeignet. Geeignete Monitore sind derzeit allerdings noch selten und teuer.

## Leistungsanalyse

Im direkten Vergleich der RX 7600 mit der XT-Version zeigt sich, dass in dieser Leistungsklasse die meisten Spiele kaum oder nur im akademischen Rahmen von den zusätzlichen 8 Gigabyte profitieren. Die XT ist in der Regel rund 10 Prozent schneller als die ältere Version, was dem höheren Takt durch höhere Leistungsaufnahme zuzuschreiben ist. In den Einzelfällen, in denen die 8 Gigabyte der 7600 wirklich nicht reichen, ist die Gesamtperformance allerdings meist so niedrig, dass die Verbesserung an der prinzipiellen Spielbarkeit eines Titels nichts ändert, etwa in Cyberpunk 2077 Phantom Liberty oder Control. Einen Ausblick auf die Nützlichkeit von 16 Gigabyte Grafikspeicher mag das ältere Action-Adventure Shadow of the Tomb Raider in WQHD-Auflösung geben, welches mit Raytracing-Effekten auf der 7600 XT 57 statt 49 Durchschnitts-fps und –viel wichtiger – 39 statt 28 fps im P1-Perzentil



### Palit GeForce RTX 4070 SUPER Dual

Palits RTX 4070 Super Dual ist eines der günstigeren 4070S-Modelle, hat dafür aber auch kaum Extras und Schnörkel. Drei DisplayPorts und ein HDMI-Anschluss sind Standard, für den 16-poligen ATX12VHPWR-Anschluss legt Palit als einziges Zubehör einen Adapter auf zwei achtpolige PCIe-Stromkabel bei. Ein schmaler hellblauer LED-Streifen ziert die Oberseite der Kunststoffverkleidung der Karte. Diese Materialwahl bezieht auch die Backplate mit ein, die so vor mechanischen Beschädigungen etwas Schutz verleiht.

Karte und Kühler sind mit 269 Millimetern und zwei Slots Einbaubreite recht kompakt für diese Leistungsklasse. Aber für Gaming-Systeme im strikten Mini-ITX-Format ist alles über 170 Millimeter schon zu lang, auch wenn viele Mini-ITX-Gehäuse auch längere Karten aufnehmen.

Die beiden Lüfter mit 92 Millimetern Durchmesser schalten im Leerlauf ab. Unter Volllast erzeugen sie eine Lautheit von 1,7 sone, was schon deutlich aus dem Gehäuse heraushörbar ist und in leiser Umgebung beim konzentrierten Arbeiten stört. Während einer Gaming-Session mit Kopfhörer ist der Lärmpegel auch in stilleren Momenten eines Spiels aber nicht der Rede wert und stört andere Anwesende kaum.

Mit 233 Watt inklusive Wanderverlusten war die Karte unter Volllast nah an der von Nvidia vorgegebenen TDP von 220 Watt. Die Leistungsaufnahme im Leerlauf fällt mit 18 Watt aber zu hoch aus, immerhin steigt sie mit vier Displays nur auf 24 Watt.

- ⬆️ gute 3D-Leistung für WQHD
  - ➡️ schnörkellose Ausführung
  - ⬇️ hohe Leistungsaufnahme im Leerlauf
- Preis: circa 650 Euro



### Powercolor Hellhound RX 7600 XT OC

Die Powercolor-Karte ist die einzige im Test mit LED-beleuchteten Lüftern. Die beiden 98 Millimeter großen Propeller leuchten in Hellblau („ice blue“) oder Lila („amethyst“), die Auswahl darüber trifft ein Schiebeschalter, der die LEDs auch deaktivieren kann. Im Leerlauf halten die beiden Gebläse an und sind dann nicht mehr zu hören.

Unter Volllast jedoch rauschen sie mit dem werkseitig eingestellten OC-BIOS mit in stiller Umgebung störenden 1,7 sone vor sich hin. Auch da gibt ein Schiebeschalter Optionen. Das sekundäre BIOS ist mit 150 Watt statt 165 Watt für den Grafikchip konfiguriert und die Lautheit sinkt auf 0,9 sone – ein „Gut“ in unserer Schulnotenbewertungsskala. Damit braucht die Karte unter Last 199 Watt, was der niedrigste Wert im Testfeld ist, die Performance sinkt nur unmerklich um circa 2 Prozent. Dazu passend gibt sie sich auch am genügsamsten, was die Anforderungen an die Stromkabel angeht. Anstelle von zwei achtpoligen Anschlüssen wie die anderen RX 7600 XT reichen der Hellhound je ein acht- und ein sechspoliges Kabel.

Allerdings messen wir Unregelmäßigkeiten bei der Leistungsaufnahme im Leerlauf. Mit Quiet-BIOS steigt die Leistungsaufnahme von 10 auf 17, mit einem 120-Hz-4K-Monitor gar von 22 auf 45 Watt. Da müssen die BIOS-Programmierer des Herstellers noch mal ran.

Die Ausstattung ist zwar knappstmöglich bemessen, die zwei Steckplätze breite Karte selbst hat Powercolor aber mit einer metallenen Rückplatte zur Stabilisierung und zum mechanischen Schutz versehen.

- ⬆️ sinnvolles Dual-BIOS (OC/Quiet)
  - ⬆️ leise mit Quiet-BIOS
  - ⬇️ Quiet-BIOS im Leerlauf stromdurstig
- Preis: 375 Euro



## Sapphire Pulse AMD Radeon RX 7600 XT Gaming OC

Die Sapphire Pulse kommt als OC-Version mit ebenso leicht erhöhten Taktraten wie die anderen 7600 XT ins Testlabor. Den OC-Unterschied von 2 bis 3 Prozent bemerkt man nur bei genauem Nachmessen. Sie muss ohne Schnörkel auskommen, an einem Dual-BIOS oder farbiger Beleuchtung hat der Hersteller gespart.

Die Abstimmung der Karte hat Sapphire jedoch gut hinbekommen: Im Auslieferungszustand war sie im Leerlauf am sparsamsten und unter Last am leisesten. Mit nur einem 4K-Display brauchte die Karte 6 Watt, mit 120 statt 60 Hz wurden es noch gute 19. Unter Last standen am Ende der Testphase genügsame 214 Watt in unserem Protokoll, aber die kurzzeitigen Spitzenausschläge waren mit bis zu 305 Watt deutlich höher als bei den anderen 7600-XT-Karten. Das ist vor allem wichtig für die Wahl der richtigen Nennleistung beim Netzteil, weniger für die Stromrechnung am Jahresende.

Die 252 Millimeter kurze Karte dürfte in die allermeisten ATX-Gehäuse problemlos hineinpassen, für viele Mini-PCs ist sie aber schon zu lang. Die beiden Lüfter durchmessen 95 Millimeter und erzeugten unter Volllast mit 1,2 sone eine befriedigende Lautheit, störende Fehlfrequenzen fielen uns nicht auf.

- ⬆️ ab Werk minimal übertaktet
- ⬆️ sparsame und leise 7600 XT
- ⬇️ hohe Stromverbrauchsspitzen

Preis: 355 Euro



## XFX Speedster QICK309 Radeon RX 7600 XT

Die längste und massivste RX-7600-XT-Karte im Testfeld kommt mit 304 Millimetern und 1030 Gramm von XFX. Die QICK309 nutzt den Platz für drei 87-Millimeter-Lüfter (90 Millimeter Rahmenbreite), die im Leerlauf brav und leise anhalten.

Unter Last machen sie mit 3,5 sone den mit Abstand größten Krach im Testfeld, kühlen den Chip dafür aber auch sehr gut. Zusammen mit dem Platinendesign sorgte das dafür, dass der Navi33-Chip bei gleicher nomineller Übertaktung deutlich höhere Taktraten hielt. Das fiel im Volllasttest mit Furmark auf, wo die QICK309 rund 2200 MHz und 10 Prozent mehr Leistung aufrechterhielt als die anderen 7600 XTs. Im Teillast-Bereich, etwa im 3D-Programm Blender und beim Spielen, fiel das allerdings nicht ins Gewicht. Dort lag der Leistungsunterschied unterhalb von 2 Prozent.

Die Karte hat zwar ein Dual-BIOS, allerdings sind beide identisch und fungieren laut Hersteller als gegenseitiges Backup. Ins Testlabor kam die Karte ursprünglich mit einem früheren BIOS, welches ein orkanartiges Lüfterheulen mit bis zu 7,4 sone unter Volllast veranlasste. Exemplare im Handel sollen laut Hersteller nicht betroffen sein, falls doch, muss man den Support kontaktieren.

Die Leistungsaufnahme lag mit 7 Watt im Leerlauf an einem 4K-Display bis zu 220 Watt unter Dauervolllast im erwarteten Rahmen. Mit dem fehlerhaften BIOS hatte die Karte noch bis zu 270 Watt gezogen.

- ⬆️ starke Kühlung für hohe Leistung
- ⬇️ Dual-BIOS ungenutzt
- ⬇️ laut

Preis: 370 Euro



## Zotac Gaming GeForce RTX 4070 SUPER Trinity Black Edition

Zotac steuert mit der Trinity das größere der beiden RTX-4070-Super-Modelle bei. Die Karte ist 307 Millimeter lang und 59 Millimeter dick, sodass der Kühlkörper nicht nur einen zweiten, sondern sogar einen dritten Slot blockiert. Zotac legt aufgrund der Länge und des mit 1084 Gramm hohen Gewichts eine GPU-Stütze zur Montage im Gehäuse bei, die zusammen mit der Rückplatte aus Metall verhindern soll, dass sich die Karte zu stark durchbiegt.

Allerdings nutzt Zotac das Volumen der Karte gut aus und montiert auf das dicke Lamellenpaket außer RGB-LEDs auch drei 90-Millimeter-Lüfter, die im Leerlauf wie üblich anhalten, auch wenn die Trinity mit 18 bis 24 Watt ähnlich viel Strom schluckt wie die andere 4070 Super. Doch auch unter Volllast hat das Konstrukt keine Mühe, die bis zu 246 Watt Abwärme dauerhaft zu beherrschen. Die Lüfter brauchen nur langsam zu drehen und erzeugen dabei gute 0,8 sone. Dafür kostet die Karte auch rund 50 Euro mehr als einfache 4070 Super.

Die gute Kühlung wirkt sich unter Volllast aus, im Stresstest Furmark hält die Trinity den Takt rund 10 Prozent höher als eine 4070 Super mit einfacherer Kühlung. Bei Teillast und beim Gaming merkt man von diesem Aspekt des Kühlers allerdings herzlich wenig. Das gilt glücklicherweise aber auch für das Lüftergeräusch.

- ⬆️ leiser Kühlkörper
- ⬆️ hohe Leistung unter Volllast
- ⬇️ hohe Leistungsaufnahme

Preis: 705 Euro

erreichte. Da merkt man tatsächlich einen flüssigeren Bildaufbau.

Auch bei KI-Anwendungen wie einem Chatbot mit Llama2-Modell hilft der dicke Speicher. Zwar ist die Performance bei der Modellvariante mit sieben Milliarden Parametern annähernd gleich, Besitzer einer 8-GByte-Karte wie der RX 7600 können allerdings nicht auf das leistungsfähigere Modell mit 13 Milliarden Parametern

wechseln, was mit der RX 7600 XT möglich ist. Schade, dass AMD den gerade für KI interessanten ROCm-Support noch nicht fertig hat.

Die GeForce RTX 4070 Super ist die bessere RTX 4070. Im Spieldurchschnitt liegt sie knapp 13 Prozent vor der RTX 4070 und nur 9 Prozent hinter der teureren RTX 4070 Ti. Dass sie mehr als die 10 Prozent aus der höheren TDP umsetzen

kann zeigt, dass die Kombi aus mehr Einheiten, die für dieselbe Leistung weniger Takt benötigen und damit Strom sparen sowie dem schnelleren, größeren Level-2-Cache gelungen ist. Im Vergleich zur günstigeren RTX 4060 Ti ist sie im Schnitt um 62 Prozent schneller, auch wenn einige Ausreißer wegen Grafikspeicherengangs das Bild verfälschen – ohne diese sind es aber immer noch 50 Prozent.

## Spieleleistung AMD Radeon RX 7600 XT und GeForce RTX 4070 Super

Grafikkarte	A Plague Tale: Requiem <sup>1</sup> [fps]	F1 22 <sup>2</sup> [fps]	F1 22 (RT) <sup>3</sup> [fps]	Shadow of the Tomb Raider <sup>4</sup> [fps]	Shadow of the Tomb Raider (RT) <sup>5</sup> [fps]	Metro Exodus Enhanced (RT) <sup>6</sup> [fps]	Control (RT) <sup>7</sup> [fps]	Cyberpunk 2077 2.0 (RT) <sup>8</sup> [fps]	Avatar – Frontiers of Pandora <sup>9</sup> [fps]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
<b>Bildschirmauflösung Full HD (1920 × 1080)</b>									
GeForce RTX 3090 FE	70/85	191/299	93/118	134/213	111/162	58/116	79/101	53/62	81/96
GeForce RTX 4070 Ti	69/85	188/298	94/126	140/237	110/180	61/125	85/107	61/73	96/115
<b>GeForce RTX 4070 SUPER</b>	<b>70/85</b>	<b>191/300</b>	<b>89/117</b>	<b>141/230</b>	<b>111/175</b>	<b>60/122</b>	<b>82/98</b>	<b>54/62</b>	<b>85/102</b>
GeForce RTX 4070	67/80	167/264	85/103	135/216	109/161	55/108	72/86	47/55	76/90
Radeon RX 7700 XT	62/75	183/252	60/76	143/195	79/119	58/93	51/62	27/33	k. Messung
Geforce RTX 2080 Ti FE	49/63	161/222	68/76	116/173	80/115	49/87	48/64	33/41	
Geforce RTX 4060 Ti FE	51/62	147/223	70/78	132/183	79/119	44/83	51/61	36/44	k. Messung
Geforce RTX 3070	51/62	164/222	67/76	129/177	77/114	46/79	54/64	37/43	
Radeon RX 7600 XT	44/52	144/186	45/55	113/148	58/89	47/71	34/41	19/22	42/49
<b>GeForce RTX 3060 Ti FE</b>	<b>40/50</b>	<b>152/200</b>	<b>58/67</b>	<b>118/160</b>	<b>78/108</b>	<b>40/74</b>	<b>48/57</b>	<b>33/39</b>	k. Messung
Radeon RX 7600	38/47	137/180	37/50	108/143	43/76	42/66	32/39	17/20	
Intel Arc A70 LE	37/45	94/117	40/44	86/119	58/78	55/84	44/52	22/26	37/46
Radeon RX 6650 XT	35/43	143/181	35/43	105/137	41/73	37/57	31/38	14/17	k. Messung
Radeon RX 6700	33/41	153/196	41/47	111/144	55/88	41/63	32/38	17/21	
Geforce RTX 3060 12GB	34/40	119/148	43/49	90/122	57/78	33/55	36/41	23/27	37/42
Radeon RX 6600	28/35	126/155	28/36	89/115	34/62	32/48	26/31	12/15	k. Messung
Geforce RTX 2060 FE	29/35	92/114	33/37	74/102	44/62	29/47	28/34	12/17	
Radeon RX Vega 64	28/34	67/82	0/0 <sup>10</sup>	75/100	0/0 <sup>10</sup>	0/0 <sup>10</sup>	0/0 <sup>10</sup>	0/0 <sup>10</sup>	0/0 <sup>10</sup>
GeForce GTX 1060 6GB	17/20	63/70	0/0 <sup>10</sup>	47/62	0/0 <sup>10</sup>	0/0 <sup>10</sup>	0/0 <sup>10</sup>	0/0 <sup>10</sup>	0/0 <sup>10</sup>
<b>Bildschirmauflösung Full HD (2560 × 1440)</b>									
GeForce RTX 4070 Ti	55/67	158/222	73/82	138/199	97/133	57/100	57/66	39/45	67/76
GeForce RTX 3090 FE	53/65	171/232	66/75	129/175	86/115	52/91	55/66	36/42	58/67
<b>GeForce RTX 4070 SUPER</b>	<b>50/61</b>	<b>147/226</b>	<b>65/72</b>	<b>137/183</b>	<b>92/122</b>	<b>56/92</b>	<b>52/61</b>	<b>35/39</b>	<b>59/67</b>
GeForce RTX 4070	44/55	147/201	58/64	127/166	82/109	48/81	46/57	30/34	52/59
Radeon RX 7700 XT	40/49	138/177	38/48	105/131	54/79	46/67	32/38	18/21	k. Messung
Geforce RTX 3070	34/42	125/157	41/47	94/121	54/76	39/59	34/40	17/24	
Geforce RTX 2080 Ti FE	33/41	129/163	42/48	92/123	60/80	43/65	32/42	22/26	39/42
Geforce RTX 4060 Ti FE	34/40	122/155	44/49	95/120	55/77	39/62	33/39	18/21	k. Messung
Intel Arc A70 LE	28/34	71/87	27/30	67/87	42/56	46/64	29/33	15/18	
GeForce RTX 3060 Ti FE	27/33	115/141	36/41	85/109	50/71	36/54	31/36	20/23	k. Messung
<b>Radeon RX 7600 XT</b>	<b>28/33</b>	<b>108/133</b>	<b>27/34</b>	<b>77/95</b>	<b>39/57</b>	<b>36/50</b>	<b>20/24</b>	<b>12/13</b>	
Radeon RX 7600	23/30	105/127	23/30	73/91	28/49	33/46	16/20	7/9	27/31
Geforce RTX 3060 12GB	23/28	88/103	26/29	64/83	39/52	27/41	23/27	14/17	24/28
<b>Bildschirmauflösung UHD (3840 × 2160)</b>									
GeForce RTX 4070 Ti	29/35	108/132	35/40	87/105	54/69	43/60	28/32	19/22	35/38
GeForce RTX 3090 FE	29/35	110/134	32/36	80/100	49/63	41/56	28/33	17/20	32/36
<b>GeForce RTX 4070 SUPER</b>	<b>25/31</b>	<b>105/124</b>	<b>32/35</b>	<b>79/94</b>	<b>49/63</b>	<b>40/54</b>	<b>26/29</b>	<b>16/17</b>	<b>30/33</b>
GeForce RTX 4070	22/28	94/110	27/30	71/86	44/56	34/48	22/25	13/16	3/26
Radeon RX 7700 XT	21/25	84/98	18/22	54/64	27/39	29/37	15/19	6/7	k. Messung
Geforce RTX 2080 Ti FE	17/21	80/92	20/23	54/68	33/43	28/38	16/20	9/11	
<b>Radeon RX 7600 XT</b>	<b>12/17</b>	<b>63/70</b>	<b>12/16</b>	<b>39/45</b>	<b>20/28</b>	<b>20/26</b>	<b>9/11</b>	<b>6/6</b>	<b>14/16</b>
Radeon RX 7600	11/14	49/64	8/10	35/42	13/22	18/25	6/7	11/2	14/16

Angaben in Bildern pro Sekunde (fps). Dunkler Balken: P1-Perzentil, d. h. 99 Prozent der Bildrate ist höher; heller Balken: Durchschnittswert. Gemessen auf Ryzen 9 5900X, 32 GByte DDR4-3600; Windows 11 23H2, VSync aus<sup>1</sup> Detailstufe „Ultrahoch“, HBAO+, Raytracing aus, TAA+ FFX-Sharpen, 16:1 aniso. Filter<sup>2</sup> s. links + RT „Hoch“<sup>3</sup> „Ultrahoch“, exkl. Vollbild, DLSS aus, Anti-Aliasing: SMAA<sup>4</sup> s. links + Raytracing-Schatten „Ultrahoch“<sup>5</sup> „Ultra“, Raytracing „High“<sup>6</sup> „Ultra“, DLSS aus, Resolution scale: 100 %, RT aus<sup>7</sup> „High“, RT „High“<sup>8</sup> „RT Ultra“, FSR/DLSS aus<sup>9</sup> „Ultra“, Upscaling aus<sup>10</sup> technisch nicht möglich





# Alles Ultra

## Luxus-Smartphone Samsung Galaxy S24 Ultra im Test

**Samsung packt in das Galaxy S24 Ultra alles rein, was an Smartphone-Technik zu haben ist. Mit Galaxy AI wird das Top-Modell smarter, aber auch teurer.**

Von Steffen Herget

**N**eues Gorilla Glass Armor von Corning, ein Rahmen aus edlem Titan und frische Farben – das Samsung Galaxy S24 Ultra hat einen neuen Anstrich verpasst bekommen, sieht dem S23 Ultra aber zum Verwechseln ähnlich. Das große und nach IP68 wasser- und staubdichte Smartphone hat eine kantige Silhouette, ist ma-

kellos verarbeitet und bietet weiterhin einen Steckplatz für den S-Pen.

All die edlen Materialien und das Inneneleben haben ihren Preis, das Galaxy S24 Ultra kostet ab 1449 Euro. Samsung hat den Einstiegspreis um 50 Euro gegenüber dem Vorjahresmodell erhöht; als kleines Trostpflaster gibt es zum Verkaufsstart für diesen Preis 512 statt der eigentlichen 256 GByte internen Speicher. Die größte Speichervariante mit 1 TByte Kapazität kostet regulär 1809 Euro, als Startangebot 1569 Euro. Alle Varianten sind mit 12 GByte RAM ausgestattet. Das günstigste Modell der Baureihe, das Galaxy S24, kostet ab 899 Euro, das Galaxy S24+ ist ab einem Preis von 1199 Euro erhältlich; beide testen wir in späteren c't-Ausgaben.

Auf der Vorderseite des Ultra breitet sich ein OLED-Display mit symmetrischen und sehr dünnen Rändern aus. In der Dia-

gonale misst der Bildschirm 6,8 Zoll (17,27 Zentimeter). Seine Längsseiten sind nicht mehr wie bei den Vorgängermodellen leicht gebogen, das Panel ist vollständig plan eingebaut. Vor allem aber ist es eines: enorm hell. Es erreicht zwar die von Samsung versprochenen 2600 cd/m<sup>2</sup> im Test nicht ganz, leuchtet aber trotzdem heller als die allermeisten Handydisplays auf dem Markt. Anders als viele andere technische Superlative ist ein helleres Display im Alltag ein echter Vorteil: Steht man in der prallen Sonne oder unter einem voll aufgedrehten Scheinwerfer, ist das mit dem Galaxy S24 Ultra schlicht egal, das Display ist in diesen Bedingungen ebenso hervorragend ablesbar wie im gemütlichen Dämmerlicht auf dem Sofa. Die feinfühlige Helligkeitsreglung arbeitete im Test tadellos.

Voreingestellt ist das Ultra auf eine Auflösung von 2340 × 1080 Pixel. Von dort geht es wahlweise nach unten auf 1560 × 720 oder nach oben auf die vollen 3120 × 1440 Pixel. Die beste Figur gibt das Bild mit voller Auflösung ab, wobei der Unterschied zur voreingestellten mittleren Option in den meisten Szenarien nur Adleraugen auffällt. Die niedrigste Option ist nur dann empfehlenswert, wenn besonders sparsamer Umgang mit dem Akku gefragt ist. Die Bildwiederholrate regelt das Ultra nach Bedarf zwischen 1 und 120 Hertz, alternativ kann man sie auf 60 Hertz festnageln.

### Viel Kraft für Arbeit, Spaß und Spiel

Im teuersten S24 gibt ein Prozessor von Qualcomm den Takt vor. Der Snapdragon 8 Gen 3 mit dem Namenszusatz „For Galaxy“ entspricht bis auf ein Detail dem unveränderten 8 Gen 3: Sein starker Kern erreicht eine maximale Taktfrequenz von 3,39 GHz statt der normalen 3,3 GHz. Das mag für ein paar Zähler mehr bei einigen Benchmarks sorgen, merkliche Vorteile in der täglichen Benutzung sind aber nicht zu bemerken – und auch nicht nötig. Der Achtkerner treibt das Ultra mächtig an und ist zusammen mit den 12 GByte Arbeitsspeicher in jeder Situation rasant unterwegs. Die Leistungsreserven dürften auch in ein paar Jahren noch locker für eine absolut flüssige Performance ausreichen. Die Unterschiede zum Samsung Exynos 2400, der im Galaxy S24 und S24+ steckt, konnten wir mangels Testmuster bisher nicht untersuchen.

In Benchmarks erreicht das Ultra starke Werte und läuft auf demselben Niveau

ein wie das auf maximale Performance getrimmte Gaming-Smartphone ROG Phone 8 von Asus (siehe c't 4/2024, S. 70). Der Spielespezialist kann die Leistung durch effizientere Kühlung allerdings länger durchhalten als das Galaxy, das wegen der Abwärme stärker drosseln muss. Die 24 GByte Hauptspeicher des ROG 8 vermisst man nicht. Im Vergleich mit dem iPhone 15 Pro liegt das S24 Ultra knapp vorn, was vor allem hinsichtlich der bisher unerreichten Grafikleistung des Apple A17 überrascht.

Zusammen mit den S24-Smartphones gab Samsung den Startschuss für seine neuen KI-Funktionen, gebündelt unter dem Namen Galaxy AI. Sie untergliedern sich in zwei Bereiche: Ein Teil der Features funktioniert lokal auf dem Gerät („on-device AI“), der andere arbeitet mithilfe der Cloud und ist daher auf eine aktive und möglichst schnelle Internetverbindung angewiesen. Samsung hat die lokalen KI-Werkzeuge selbst entwickelt und bei den Cloud-Features mit Google, Microsoft und anderen Partnern zusammengearbeitet.

## Eingebauter Übersetzer

Eine der neuen Funktionen ist die Simultanübersetzung von Telefonaten, die zum Start in 13 Sprachen funktioniert. Deren Sprachpakete muss man einzeln herunterladen, sie sind jeweils etwa 400 MByte groß. Weitere Sprachen werden folgen. Eine Ansage in der Zielsprache informiert den Gesprächspartner darüber, dass ein Übersetzer zwischengeschaltet ist. Im Test war zwar die Übersetzung nicht immer Wort für Wort zielsicher, der Gesprächsinhalt kam aber meist rüber. Ratsam ist es, die Option zu aktivieren, dass jeweils nur die übersetzte Sprache ausgegeben wird, nicht zusätzlich das eigentlich Gesagte, denn sonst überlappen sich die Ansagen teils. Das führt zu einem Gewirr im Hörer, das ganz unabhängig der Sprachkenntnisse eher zu schlechterer als besserer Verständigung führt. Die Simultanersetzung ist vor allem dann ein hilfreiches Werkzeug, wenn beide Gesprächspartner die jeweils andere Sprache überhaupt nicht beherrschen.

Samsungs Notizen-App kann nun eingetippte Texte ordnen und ansehnlich gliedern, die Galaxy AI liefert dazu verschiedene Vorschläge, aus denen man wählen kann. Dies funktioniert auch ohne Internetverbindung, nur für die inhaltliche Zusammenfassung von Notizen braucht es die Hilfe der Cloud.



**Im Rahmen des Ultra hat wie gewohnt der S Pen seinen Platz. Neue Funktionen hat der Stift nicht bekommen.**

Texte für Mails und Nachrichten kann Galaxy AI nicht nur ganz simpel auf Rechtschreibung und Grammatik überprüfen, sondern auch eine anlassbedingte Formulierungshilfe anschließen. Die macht dann auf Wunsch etwa aus einem knappen „Sorry, bin krank und kann morgen nicht arbeiten“ eine höflich formulierte und deutlich ausführlichere Mail für den Arbeitgeber – oder einen schmissigen Social-Media-Post mit automatisch ausgewählten Hashtags wie #gesund oder #morgen, die mal besser und mal schlechter passen. Die Formulierungshilfe ist ebenfalls auf eine Internetverbindung angewiesen.

In der Cloud laufen auch die KI-Werkzeuge zur Bild- und Videobearbeitung. Sie haben einen ähnlichen Umfang wie beim Google Pixel (siehe c't 25/2023, S. 108): Objekte auf einem Foto lassen sich verschieben und in der Größe verändern, Bildbereiche mit generativer KI auffüllen, die Wolken und der Himmel samt Lichtbedingungen auswechseln und generelle Verbesserungen am Bild mit dem Zauberstab herbeihexen. Bei Letzterem spielt das S24 Ultra meist ein wenig an Helligkeit, Kontrasten und Schatten herum, bis das Foto ein bisschen knalliger aussieht – das Endergebnis ist mal besser, mal schlechter. Auf Knopfdruck entfernt das S24 störende Reflexionen auf Glasflächen – meist zuverlässig – oder verwandelt ein normales Foto in ein Porträt mit unscharfem Hintergrund. Ähnlich wie bei den Pixel-Smartphones von Google muss man auch beim S24 Ultra für diese KI-Werkzeuge ein wenig Geduld mitbringen, es dauert immer einige Sekunden, bis alles in die Cloud und wieder zurück gewandert ist.

Wann immer ein Bild mit diesen Hilfsmitteln bearbeitet wurde, versieht es die Software mit einem kleinen, sichtbaren Wasserzeichen in der unteren linken Ecke sowie einem Hinweis in den EXIF-Daten.

Normal aufgezeichnete Videos lassen sich mithilfe der KI zu Zeitlupenaufnahmen machen. Dafür wird nicht nur ganz simpel die Wiedergabegeschwindigkeit herabgesetzt, dazu bräuchte es keine Hilfe. Die KI berechnet aus dem vorhandenen Videomaterial die Zwischenframes, die für eine flüssige Wiedergabe in Zeitlupe nötig sind, und baut sie ins Video ein. Das funktioniert erstaunlich gut: Im Vergleich mit Videos, die direkt in Zeitlupe aufgenommen wurden, ist kaum ein Unterschied zu sehen. Im Gegenteil, vor allem bei Kunstlicht sehen die künstlich verlangsamten Videos sogar besser aus, denn dabei fängt eine echte Zeitlupenfunktion häufig hochfrequentes Flackern von manchen künstlichen Lichtquellen ein. Die errechneten Zeitlupenvideos sind nur bis  $\frac{1}{4}$ -Verzögerung möglich, mit dem echten Zeitlupenmodus schafft das Ultra auch  $\frac{1}{8}$ .

## Wird die Galaxy AI kostenpflichtig?

Im Kleingedruckten versteckt sich ein interessanter Aspekt: Galaxy AI ist demnach nur bis Ende 2025 kostenlos nutzbar. Ob die KI-Funktionen danach kostenpflichtig werden, wie teuer das dann werden könnte und ob die Galaxy AI nicht am Ende doch weiterhin nichts kosten wird, ist zum jetzigen Zeitpunkt unklar. Immerhin: In Kürze sollen auch die Galaxy-S23-Smartphones sowie die Tablets der Galaxy-Tab-S9-Serie die Galaxy AI per Update erhalten.

Das Herzstück des Kamera-Quintetts – vier hinten, eine vorne – ist die Hauptkamera. Sie fängt das Licht auf einem



**Die 200-Megapixel-Kamera des S24 Ultra macht starke Fotos. Der Rückschritt auf das Fünffach-Tele ist zu verschmerzen.**

200-Megapixel-Sensor ein, arbeitet in der Voreinstellung aber nur mit einer Auflösung von 12 Megapixeln. Die vollen 200 Megapixel gibt sie nur als JPG-Bild aus, im Raw-Modus ist bei 50 Megapixeln Schluss. Die Kamera produziert tolle Fotos mit hoher Bildodynamik, vielen Details und kräftigen, aber nicht mehr so stark Samsung-typisch überzeichneten Farben. Zugleich ist sie beim Fokussieren und Auslösen deutlich schneller geworden als noch im S23 Ultra, das nur mit leichter Verzögerung auslöste. Auch der Nachtmodus funktioniert tadellos, wobei die Pixel-Smartphones in dieser Disziplin noch ein wenig besser arbeiten.

Das Ultraweitwinkel fängt mehr ein als die Hauptkamera und kann dramatische Blickwinkel abbilden, bleibt aber in Sachen Schärfe und Farben ein Stück zurück. Außerdem besitzt das Ultra zwei Tele: Eines mit dreifacher und eines mit fünffacher Vergrößerung, der optische Zehnfach-Zoom des S23 Ultra wurde gestrichen. Dafür besitzt die lange Brennweite nun einen 50-Megapixel-Sensor statt zuvor 10 Megapixel. Die Kombination aus fünffach optischer Vergrößerung

plus Digitalzoom durch Zuschneiden liefert fast genauso gute Ergebnisse.

Mit seinem fest eingebauten 5000-mAh-Akku erreichte das Galaxy S24 Ultra im Test fabelhafte Laufzeiten in allen vier Testszenarien, die wir allesamt mit der höchstmöglichen Bildschirmauflösung gemessen haben. Zwar läuft etwa das Asus ROG Phone 8 noch ein wenig länger, doch das Ultra zählt trotzdem zu den ausdauerndsten High-End-Smartphones auf dem Markt. Aufladen können andere allerdings schneller, mit maximal 45 Watt braucht das S24 Ultra rund eine Stunde, um den Akku wieder komplett zu laden, wenn er ganz leer war. Drahtlos dauert es mit maximal 15 Watt noch einmal deutlich länger.

Samsung schickt das S24 mit Android 14 und der eigenen Oberfläche One UI 6.1 auf die Reise. Softwareseitig hat das Smartphone auch abseits der Galaxy AI einiges zu bieten, zuvorderst ganz schön viele Apps. Samsung bietet zu den von Google vorgeschriebenen Anwendungen eigene Alternativen an, und zwar für fast alles von Mails über Kontakte und SMS bis hin zu Browser und App-Store. Mit welcher

App man lieber arbeiten möchte, bleibt den eigenen Vorlieben überlassen, wobei Samsungs KI-Funktionen natürlich in den eigenen Anwendungen stecken. Von den 13 Apps im Samsung-Ordner lassen sich immerhin zehn deinstallieren.

## Sieben Jahre Updates

Einige neue Funktionen von One UI wirken zumindest stark inspiriert von der Konkurrenz mit dem Apfel. So scheint etwa auch bei Samsung das Hintergrundbild nun auf Wunsch durch den Lockscreen, der mit Widgets bestückt werden kann, die nahezu exakt aussehen wie die auf dem iPhone. Origineller sind da Features wie die Seitenpaneele, mit denen sich Apps alleine oder als Doppel auf geteiltem Bildschirm schnell starten lassen, indem man die Shortcut-Leiste vom rechten Rand hereinwischt. Wer es gerne besonders simpel und aufgeräumt mag, schaltet das S24 in den „einfachen Modus“, der die Zahl der Icons auf dem Bildschirm begrenzt, mit längerer Berührungsverzögerung Fehlbedienung reduziert und durch erhöhte Kontraste die Lesbarkeit verbessert. Irgendwie retro wirkt, dass Samsung noch immer die altbekannten drei Android-Buttons am unteren Bildschirmrand einblendet, statt die gar nicht mehr ganz so neue Gestensteuerung als Standard zu setzen.

In Sachen Softwareupdates zieht Samsung mit Google gleich. Das Galaxy S24 Ultra wird wie seine Schwesternmodelle sieben Jahre lang Updates erhalten, so das Versprechen des Herstellers. Einen Unterschied zwischen Sicherheitspatches und neuen Android-Versionen macht Samsung dabei nicht. Sollten keine technischen Restriktionen mit künftigen Versionen des Betriebssystems dagegen sprechen, wird das S24 also bis Anfang 2031 mit Updates versorgt und dürfte am Ende mit Android 21 laufen. Das sind gute Aussichten.

## Fazit

Das Samsung Galaxy S24 Ultra reißt ein dickes Loch in den Geldbeutel, sein Preis ist gegenüber dem Vorgänger sogar noch einmal gestiegen. Dafür lässt es auch kaum Wünsche offen: Es hat jede Menge Power, eines der besten Displays auf dem Markt, eine vielseitige Kamera und viele Softwarefunktionen, die zum Entdecken und Herumspielen einladen. Mit sieben Jahren Softwareupdates kann man es zudem lange auf dem aktuellen Stand halten. Das relativiert den Preis zumindest ein wenig.

(sht@ct.de) 

## Samsung Galaxy S24 Ultra

Android-Smartphone	
Hersteller, URL	Samsung, <a href="https://samsung.com">samsung.com</a>
Betriebssystem / Patchlevel	Android 14 / Januar 2024
Funktionsupdates / Sicherheitspatches laut Hersteller bis mindestens	Android 21 / Februar 2031
Ausstattung	
Prozessor / Kerne × Takt / Grafik	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 3 For Galaxy / 1 × 3,4 GHz, 3 × 3,2 GHz, 2 × 3 GHz, 2 × 2,2 GHz / Adreno 750
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher (Format)	12 GByte / 256 GByte (221 GByte) / –
5G / LTE / SIMs / SAR-Wert	✓ / ✓ / 2 × Nano-SIM + 2 × eSIM / 1,056 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standort	Wi-Fi 7 (2) / 5.3 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss / Fingerabdrucksensor	USB-C 3.2, OTG, DP / – / ✓ (Display)
Akku / wechselbar / drahtlos ladbar	5000 mAh / – / ✓
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	16,2 cm × 7,9 cm × 0,9 – 1,1 cm / 232 g / ✓ (IP68)
Display	
Diagonale / Technik / Auflösung / Punktdichte	6,8 Zoll / OLED / 3120 × 1440 Pixel / 505 dpi
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung / max. Bildrate	0,75 ... 1595 cd/m² / 94,2 % / 120 Hz
Kameras	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	200 MP / f/1,7 / ✓
Telekamera Auflösung / Blende / OIS / Zoom	10 MP / f/2,4 / ✓ / 3-fach
zweite Telekamera Auflösung / Blende / OIS / Zoom	50 MP / f/3,4 / ✓ / 5-fach
Ultraweitwinkel Auflösung / Blende / OIS	12 MP / f/2,2 / –
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	12 MP / f/2,2 / –
Benchmarks, Lauf- und Ladezeiten	
Ladezeit 50 % / 100 %	0,3 h / 1,1 h
Laufzeiten <sup>1</sup> lokales Video 720p / 4K-Video 120 fps / 3D-Spiel / Stream	24,6 h / 13 h / 16,9 h / 27,5 h
Geekbench V5 Single, Multi / V6 Single, Multi	1705, 6458 / 2248, 7070
3DMark Wild Life / Wild Life Extreme	16163 / 5272
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	83 fps, 142 fps / 120 fps, 327 fps / 114 fps, 218 fps
Preis	1449 € bis 1809 €
<sup>1</sup> gemessen bei 200 cd/m² und voller Auflösung ✓ vorhanden – nicht vorhanden	

kostenfreie Online Marketing Webinare

# Erfolgreich online

Wir zeigen Ihnen, wie Sie mit Online Marketing  
neue Kunden, Klienten oder Patienten  
gewinnen.

Alle Themen und aktuelle Termine  
finden Sie hier:  
[www.heise-regioconcept.de/webinare](http://www.heise-regioconcept.de/webinare)



Profitieren Sie  
von unserem  
Experten-  
wissen!

Erfolgreiches  
Marketing  
vor Ort.



 **heise regioconcept**

Telefon 0511 80 90 89 43  
[www.heise-regioconcept.de](http://www.heise-regioconcept.de)



Bild: Volkswagen

# Nr. 7 lebt

## Testfahrt im Elektro-VW ID.7 mit ID-Software 4.0

**Volkswagen will und muss seine Kernmarke elektrifizieren, doch das Erstlingswerk ID.3 konnte Kritiker wie Kunden nicht überzeugen. Der jüngst vorgestellte ID.7 soll vieles anders und am Ende alles besser machen. Ein smartes Panoramadach und der Ausblick auf die Kombi-Version machen ihn zu VWs derzeit attraktivstem Neuzugang.**

Von Daniel Killy

**D**ie Liebe der Kundschaft zur Traditionsmarke VW im Allgemeinen und die im eigenen Hause zum Produkt im Speziellen ist über die vergangenen Jahre arg strapaziert worden. Von Dieselgate und dem vorschnell und recht lieblos rausgeballerten ID.3 über dessen Updateprobleme bis zu den generellen Querelen mit der Softwaresparte Cariad erstreckte sich die Kette der Hiobsbotschaften aus Wolfsburg. Die daraus resultierenden milliardenschweren Mehrkosten sowie die wiederholte Verschiebung des ebenfalls recht voreilig angekündigten Prestige-Objekts Trinity verursachten reichlich Unruhe.

Als Thomas Schäfer im Sommer 2022 sein Amt als Volkswagen-Markenchef an-

trat, waren die Ziele hochgesteckt, denn er wollte VW zur „Love Brand“ machen. Wie genau Volkswagen sich neu aufstellen will, erläuterte VW-Design-Chef Andreas Mindt in einem Designworkshop zum kommenden City-Stromer ID.2all in Kopenhagen gegenüber c't: „Stabilität. Gemocht werden will man aber auch bei VW. Und das gewisse Extra soll künftig auch dabei sein“, beschrieb er die neue Markenphilosophie.

### Testfahrt im ID.7

Kann das neue Elektro-Flaggschiff ID.7 diese Ansprüche erfüllen? Wir haben das „German Car Of The Year 2024“ der Premium-Klasse in Südfrankreich getestet.

Der erste Eindruck: Da steht eine hochwertige Limousine vor uns, deren klare Designsprache an den Passat erinnert. Die elegant gedrungene Form des 4,96 Meter langen und 1,54 Meter hohen Fahrzeugs ermöglicht einen geringen cW-Wert von 0,23. Im Innern sorgen weiche Kunststoffe, schicke Kontrastnähte und Metalleisten für echtes Premiumgefühl. Das Cockpit ist konventioneller und weniger gewagt als bei den früheren ID-Modellen. Dass der ID.7 als Elektrolimousine in derselben Liga wie BMW i5 und Mercedes EQE spielen möchte, ist ambitioniert, aber nicht unrealistisch. Der ID.7 ist ab 57.000 Euro zu haben; eine klare Kampfansage an die Konkurrenz innerhalb dieser Fahrzeugklasse.

Ein neues digitales Display hinter dem Lenkrad gestaltet die Kontrolle übersichtlich. Dieses ID.-Display ist auf ein paar Zentimeter Höhe zusammengeschrumpft, es schließt bündig mit den Lufausströmern ab und zeigt nur noch die gesetzlich normierten Standardinfos wie Tempo und Warnmeldungen an.

Diese Basisfunktionen reichen aber völlig, hauptsächlich wegen des neuen Head-up-Displays, das von Augmented-Reality-Einblendungen unterstützt wird. Die visuellen Anweisungen sind intuitiv und leicht nachvollziehbar. Auch hier ist weniger mehr, das Auge des Fahrzeuglenkers wird nicht durch einen Overkill an Informationen überfordert.

Gut beobachten lässt sich das bei Spurwechseln oder anhand der Abbiegepfeile der Navigation, die das System auf die Windschutzscheibe projiziert. Die aktuelle Fahrgeschwindigkeit sowie das zulässige Tempo schweben gut sichtbar im Nahbereich vor dem Fahrzeug (3,5 Meter). Richtungshinweise der Navigation hingegen legen sich über die Ansicht der realen Außenwelt in den Fernbereich vor das Auto (10 Meter). Der quer über das gesamte Armaturenbrett gezogene Lichtstreifen, das ID. Light, unterstützt den Fahrer dezent durch passende Farbimpulse, etwa bei Abbiegeaufforderungen der Navigation. Insgesamt ist die Menüführung der Version 4 des VW-Infotainment-Systems intuitiver, schneller und vor allem verlässlicher als seine Vorgänger der Version 3, die bei Modellen wie dem ID.3 vor allem durch mangelnde Stabilität und fehlende Funktionen auffiel.

VW-Hausgeist IDA, so heißt die Sprachsteuerung jetzt, ist im Vergleich zur Sprachassistenz vergangener ID-Modelle

deutlich verständiger geworden und reagiert wie die Konkurrenz auch auf Um schreibungen. Ein Satz wie „Ich habe kalte Hände“ genügt, um die Klimatechnik wär mend auf Arme und Hände zu lenken und durch zusätzlichen Luftzug am Hals das Gefühl eines wärmenden Schals zu erzeu gen. Das geschieht mittels sogenannter intelligenter Luf tausströmer. Dabei öffnen und schließen sich elektronisch ge steuerte Vertikal- und Horizontalmotoren automatisch und verteilen die Luft so über eine Wedelfunktion im Innenraum. Zusätzlich lassen sich Sitzfläche und Sitzlehne unabhängig voneinander klimatisieren. Aktiviert man den Automatikmodus des Sitzes, lässt sich so das persönliche Wohlfühl sitz klima einrichten, das die gesamte Klimasteuerung miteinbezieht.

Positiv zu vermerken ist auch, dass es beim ID.7 endlich einen festgelegten Ort für die Anzeige und Regelung der Klimaeinstellungen gibt: Die „digitale Leiste“ für die Klimatisierung liegt fix am unteren Rand des 15-Zoll-Displays im Zentrum des Cockpits; darunter ergänzt durch – mittler weile beleuchtete – Slider.

### Still Richtung Teilautonomie

Bei den Assistenzsystemen des ID.7 steht die Weiterentwicklung der Teilautonomie im Fokus. VW versucht erst gar nicht, autonom durch Kalifornien zu fahren, sondern unterstützt die Kundschaft hinter dem Volant mit verbesserten Alltagshilfen. So ist das Lenkrad kapazitiv angelegt, was

bedeutet, dass es nicht ein stetes Herum geruckel am Lenkrad braucht, um die Aufmerksamkeit des Lenkenden zu untermauern. Stattdessen ist nur eine leichte Berührung notwendig, damit die Lenkung durch Veränderung elektromagnetischer Felder die Einwirkung von außen erkennt, beispielsweise um Funktionen wie den Travel Assist weiterlaufen zu lassen.

Im Umkehrschluss gilt, dass starkes Mit- oder Gegenlenken oder ein energisches Festhalten des Lenkrads vom System erkannt und als Übersteuern gewertet wird. Dann geht das Lenkrad wieder in die Hand des Fahrers über. Das geschieht so behutsam, dass man sich gar nicht mehr vorstellen kann, dass es heute noch bei vielen Fabrikaten wilde Duelle mit den Spurhaltesystemen gibt.

Sobald Tempo 90 erreicht ist, lässt sich auf mehrspurigen Autobahnen, deren Fahrtrichtungen baulich voneinander getrennt sind, der assistierte Spurwechsel nutzen. Wir haben die Funktion nach den Pressefahrten in Frankreich noch einmal extra in Begleitung eines VW-Software Experten auf deutschen Autobahnen getestet – wo das jahreszeitlich bedingte Wetter wesentlich widriger war als an der Côte d’Azur. So mussten wir regelmäßig stoppen und den Radar von klebrigem Schnee befreien. Ansonsten funktionierte das System makellos.

Ist die Mindestgeschwindigkeit erreicht und der Abstand zum vorderen Fahrzeug ausreichend (1 Sekunde auf den vor



Bild: Volkswagen

**Ein geradliniges Cockpit, ein großes zentrales Display und ein schmales Instrumentenpanel dominieren das Fahrerabteil.**



**Das schmale Kombiinstrument zeigt nur die wichtigsten Informationen, das Head-up-Display mit Augmented Reality übernimmt den Rest.**

deren Wagen, mindestens 55 Meter), reicht ein kurzes Antippen des Blinkers, um den Spurwechsel einzuleiten. Die Unterstützungsreichweite der Software wird dazu praktischerweise noch im Lenkerdisplay und dem Head-up-Display durch kleine weiße Pfeile neben dem Travel-Assist-Icon gezeigt. Während des Spurwechsels schaltet die Anzeige auf Grün.

### Action auf der Ego-Spur

In dem Augenblick, in dem man den assistierten Spurwechsel durch Betätigung des Blinkers initiiert, bewertet das System Objekte nicht nur auf der aktuellen Spur – der sogenannten Ego-Spur – vor dem Fahrzeug, sondern auch auf der Zielspur auf deren Tempo und eine etwaige Notwendigkeit, für ein sicheres und komfortables Fahren abzubremsen. Das geschah bei Tests auf beiden Spuren zuverlässig, sodass abrupte Fahrzeugreaktionen ausblieben. Dieses eventuelle Bremsen bereits vor Durchführung eines Spurwechselmanövers ist normalerweise der Oberklasse vorbehalten und konnte in seiner Praxistauglichkeit überzeugen.

Dasselbe Prinzip funktioniert auch beim Beschleunigen, sofern das eigene Fahrzeug „stationär“ fährt, wie es in der Fachsprache heißt. Das bedeutet, dass der Abstand zum vorausfahrenden Auto einzig durch ein Regelsystem gewährleistet ist. Liegt dann die aktuelle Geschwindigkeit unter dem eingestellten Travel-Assist-Wunschtempo, beginnt der ID.7 nach der Aktivierung von Travel Assist am Blinker und freier Zielspur bereits in der Ego-Spur

mit einer sanften Beschleunigung. Die Beschleunigungsdynamik lässt sich übrigens je nach Fahrmodus (Eco, Comfort, Sport) abstimmen, was unterschiedliche Fahrertypen berücksichtigt.

Alle Informationen, die der ID.7 in Vorbereitung von derlei Manövern sammelt, sind Teil „hochgradig vernetzter Funktionen“. Dabei reicht die Erkennungsreichweite von Radar und Sensoren rund 55 Meter nach hinten. In die Berechnung der Fahraktionen gehen bei der Querführung vor allem Daten der Multifunktionskamera ein, bei Längsführungen vorrangig die des Radars. Grundsätzlich erfasst und verarbeitet der ID.7 Informationen von Frontradar, Frontkamera, 12-Kanal Ultraschallsensor und Heckradar.

Volkswagen hat mit der ID-Software 4 (IDS.4) einen gewaltigen Sprung nach vorn in Sachen Usability gemacht. Zudem will VW mit OTA-Updates künftig nicht mehr nur Fehler beheben, sondern die Assistenzsysteme optimieren – gab es doch bisher immer mal wieder Schnellschüsse zulasten der Qualität.

### Ausgefahren

Der ID.7 ist ein Langstreckenfahrzeug, auch wenn wir die 621 Kilometer Reichweite nach WLTP in den gebirgigen Straßen der Calanques rund um das Örtchen Cassis im Süden Frankreichs nicht erreicht hätten. Dort lag der Verbrauch des ID.7 bei weit über 20 kWh/100 km – die angegebenen 16,3 bis 14,1 kWh schienen illusorisch. 210 kW/286 PS sorgen für die notwendige Kraft beim 2,2 Tonnen schweren Wagen. Die 77-kWh-Batterie lässt sich mit maximal 170 kW laden. Der größere 86-kWh-Akku, bestellbar ab 2024, schafft

200 kW und soll daher in etwa 25 Minuten von 10 auf 80 Prozent laden. Wers sportlich mag, muss etwas warten: Demnächst kommt die GTX-Variante mit Allrad und 260 kW (354 PS) auf den Markt. Das Fahrwerk bügelt jegliche Bodenunebenheiten weg, die Lenkung ist direkt ausgelegt, ohne einen zu überfordern. Zusammen mit dem gut abgestimmten Antrieb machen sie den ID.7 zu einem komfortablen Reisebegleiter.

Ein Highlight ist das Panoramadach „Smart Glas“. Die ins Glas integrierte PDLC-Schicht (Polymer Dispersed Liquid Crystal) lässt sich mit einem Wisch oder auch via Sprachsteuerung elektrochromatisch auf transparent oder milchig stellen. Damit bleibt von der strahlenden Mittagssonne nur noch ein harmlos glimmende Scheibe. Genügend Gepäck kann auch geladen werden, zwischen 532 Litern und bei umgeklappter Rückbank 1586 Litern reicht das Volumen.

### Fazit

Volkswagen hat auf die Kritik an früheren Systemen gehört. Selbst vermeintliche Kleinigkeiten wurden optimiert. So gibt es endlich eine Hintergrundbeleuchtung für die Lautstärke- und Temperaturregler, die sich direkt unter dem Bildschirm befinden. Musste der Fahrer bisher nachts raten, wo sich die Regler befinden, leuchten sie jetzt sanft.

Stabil in Sachen Hard- und Software ist der ID.7 allemal, mit technischen Gimmicks wie dem smarten Panoramadach bietet er das gewisse Extra und spätestens in den Tourer, also die Kombi-Version, wird sich manch ein Kunde vergucken.

(sha@ct.de) 



**Endlich ein Elektro-Passat: Die noch getarnte Variante des ID.7 Kombi, der auf den Namen Tourer hören wird.**

# Für Wissenshungrige...



[shop.heise.de/highlights2024](http://shop.heise.de/highlights2024)

## Ausgewählte Fachliteratur

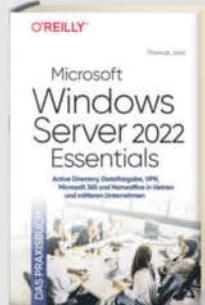


Mareile Heiting  
**Windows 11 – Das große Handbuch (5. Auflage)**

Das große Standardwerk zu Windows 11! In diesem umfassenden Handbuch erfahren Einsteiger und bereits versiertere Nutzer alles, um das Betriebssystem in seiner neuesten Version sicher und effektiv zu handhaben.

19,90 €

NEU



Thomas Joos  
**Microsoft Windows Server 2022 Essentials – Das Praxisbuch**

Dieses Buch hilft kleinen und mittleren Unternehmen, das Beste aus Windows Server 2022 Essentials herauszuholen, auch bei kleinerem Budget. Mit vielen Praxisbeispielen und detaillierten Anleitungen.

Auch als PDF und ePUB erhältlich!

49,90 €

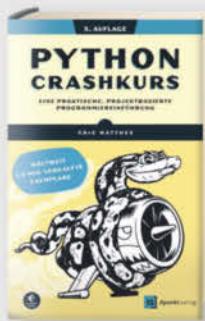


Charles Petzold  
**Code – Wie Computer funktionieren**

Charles Petzold lüftet das Geheimnis über das verborgene Innенleben und die grundlegende Funktionsweise von Computern – von der Hardware bis zur Software.

Auch als PDF und ePUB erhältlich!

39,99 €



Eric Matthes  
**Python Crashkurs (3. Auflage)**

DER weltweite Bestseller unter den Einführungen in die Programmiersprache Python. Mit dieser kompakten und gründlichen Anleitung werden Sie in kürzester Zeit Programme schreiben, Probleme lösen und funktionierende Anwendungen entwickeln.

Auch als PDF und ePUB erhältlich!

32,90 €



Christian Immler  
**Haus und Wohnung smart vernetzt**

Ob Sie Daten, Musik und Medien im ganzen Haus nutzen, Ihr WLAN optimieren oder per App aus der Ferne Ihre Heizung anstellen, diese und weitere relevante Themen rund um Ihr vernetztes Zuhause werden in diesem Buch ausführlich besprochen.

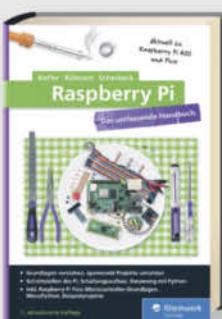
19,95 €



Thomas Kaffka  
**3D-Druck – Praxisbuch für Einsteiger (3. Auflage)**

Entdecken Sie die nahezu unbegrenzten Möglichkeiten des 3D-Drucks in allen Varianten: vom Einsatz des eigenen 3D-Druckers zu Hause über die Verwendung von öffentlich zugänglichen Druckern bis hin zur Nutzung von 3D-Druckservices.

29,99 €



Michael Kofler, Charly Kühnast,  
Christoph Scherbeck  
**Raspberry Pi (7. Auflage)**

Das Standardwerk in 7. Auflage, aktuell zum Raspberry Pi Pico. Die RasPi-Experten Michael Kofler, Charly Kühnast und Christoph Scherbeck bieten Ihnen auf über 1.000 Seiten das komplette Wissen, damit Sie mit dem Raspberry Pi richtig durchstarten.

44,90 €



**Anatomie 4D – Der menschliche Körper**

Mithilfe einer kostenlosen App und bahnbrechender Augmented Reality kann der Aufbau der Knochen, die Muskeln in Aktion, das Nerven- und Kreislaufsystem sowie das größte menschliche Organ, die Haut, beobachtet werden.

14,95 €



# Offenes Ohr

## Sechs Open-Ear-Kopfhörer im Test

**Open-Ear-Kopfhörer sind eine relativ junge Kopfhörergattung. Anders als In-Ears verstopfen sie den Gehörgang nicht, dennoch sollen sie besser klingen als Knochenschallmodelle. Sechs Modelle von Anker bis Shokz mussten das im Test beweisen.**

Von Robin Brand

**O**ver-Ears sind zu groß für unterwegs und eignen sich kaum für den Sport, In-Ear-Kopfhörer verstopfen den Gehörgang, und Knochenschall klingt nicht gut: Guten Sound mit einem auf Dauer gemütlichen Sitz versprechen dagegen sogenannte Open-Ear-Kopfhörer. Angenehm transportfreudlich sind die kabellosen Kopfhörer obendrein. Wir haben sechs Modelle getestet, beginnen aber mit einer kurzen Erklärung, was es mit Open-Ear-Kopfhörern auf sich hat. Falls Sie schon im Bilde sind, können Sie den nächsten Absatz überspringen.

Als Open Ear bezeichnen Hersteller eine noch relativ junge Kopfhörergattung. Anders als bei herkömmlichen In-Earbuds werden die Schallwandler nicht in den Gehörgang geschoben, sondern sie hängen davor. Halt finden die Ohrteile in der Regel per Ohrbügel. Komplett neu ist die Idee nicht: Bose hatte vor Jahren mit den Sport Open Earbuds Kopfhörer dieser Art vorgestellt. Doch erst jetzt finden sie zunehmende Verbreitung. Gegenüber normalen In-Ears, die in den Gehörgang geschoben werden und diesen teilweise mithilfe einer Silikonmanschette luftdicht verschließen, haben Open-Ear-Kopfhörer einige Vorteile:

le. Sie erzeugen keinen Druckschmerz und hängen mitunter so luftig-locker über den Ohren, dass man sie nach längerem Tragen vergisst. Zudem ist man nicht abgeschottet von der Umwelt und hört weiterhin, was um einen herum geschieht. Den Knochenleitungskopfhörern hat die Open-Ear-Konstruktion aufgrund der Luftschallübertragung direkt über das Mittelohr den kräftigeren Klang voraus. Wer unter Kontaktallergien gegen Silikon oder andere Stoffe wie Weichmacher oder Farbstoffe leidet, findet unter den Open Ears mehrere, bei denen nur Plastik mit der Haut in Kontakt kommt.

Fünf unserer sechs Testhörer halten sich per Ohrbügel hinterm Ohr fest, das sind 1more Fit S50, Anker Soundcore Aerofit Pro, JBL Soundgear Sense, One-Odio OpenRock Pro und Shokz OpenFit. Nur Huawei wählt mit den FreeClip, die an die Ohrmuschel gesteckt werden (siehe Foto auf dieser Seite), einen anderen Ansatz. Alle Kopfhörer sind in Kunststoffladeschalen untergebracht. Wegen der Konstruktion mit Bügel fallen diese in der Regel etwas größer aus und machen sich in Hosentaschen bemerkbar. Für enge Hosen ungeeignet sind die OpenRock Pro in ihrer Hühnerei-großen Ladebox.

## Passtest

Trotz ihrer ähnlichen Bauform tragen sich die Kopfhörer recht unterschiedlich. Die fettesten Ohrbügel verwendet OneOdio für die OpenRock. Schmäler, zumindest dort, wo sie aufliegen, sind die der anderen vier Bügelkopfhörer. Dicke Enden, die unter anderem den Akku beherbergen, zieren die Bügel des Aerofit Pro und des OpenFit. 1more und JBL bringen die Technik im Ohrteil unter, sodass die Bügel durchgehend dünn bleiben. Einzig 1more legt den S50 Silikontrichter bei (in unterschiedlichen Größen). Diese sollen auf dem Gehörgang aufliegen und den Schall leiten. Als sei man gepierct, sieht man aus, wenn man die Huawei FreeClip trägt, die man an die äußere Ohrleiste steckt. Für Brillenträger birgt diese Bauform einen Vorteil, denn so schlingen sich nicht zwei Bügel hinters Ohr. Anker und JBL legen den Kopfhörern ein Nackenband bei, so kann man sie auch mal um den Hals hängen lassen, wenn man sie für kurze Hörpausen nicht wieder im Ladecase verstauen möchte.

Nur die Bügel des JBL- und des One-Odio-Kopfhörers kann man verstellen. Die der anderen vier Kopfhörer lassen sich

nicht im Radius verändern. zieht man sie auseinander oder drückt sie zusammen, springen sie wieder in ihre Ursprungsform zurück. Mit ein wenig Zurechtschieben fanden die meisten Testhörer mit den Kopfhörern von Anker, JBL und Shokz einen guten Sitz. Passen die leicht sitzenden Shokz zu den eigenen Ohren, vergisst man nach einiger Zeit gar, dass man sie trägt. Die Lautsprecher der Huawei FreeClip rutschen auf großen Ohren zu weit vom Gehör weg und auch die Soundtrichter der 1more konnten nicht alle Probanden direkt über dem Gehörgang platzieren. Einigkeit herrschte bezüglich der OpenRock: Die Ohrbügel sind schlichtweg zu fett für einen gemütlichen Sitz. Wer die Möglichkeit hat, die Modelle im lokalen Handel auszuprobieren, sollte das unbedingt tun.

## Hörtest

Um sowohl Klang als auch Langzeitkomfort zu überprüfen, haben wir die Kopfhörer im Büro, beim Sport, beim Pendeln mit Rad und Bahn und beim Fernsehabend verwendet. Zudem haben wir die Frequenzverläufe aller Modelle mit unserem kalibrierten Kunstkopf vermessen.

Weil die Open-Ear-Modelle den Gehörgang nicht abdichten, klingen sie für jedes Ohr anders. Je besser der Sitz, desto mehr Bass kommt am Ohr an. Oder anders ausgedrückt: Der Tieftonbereich leidet am meisten, wenn der Schallwandler nicht dort hängt, wo er soll. Entsprechend können die eigenen Höreindrücke vom gemessenen Frequenzverlauf auf dem Kunstkopf abweichen. Denn auch der kann nicht aus seiner Haut, und die



Die Huawei FreeClip werden ans Ohr gesteckt und halten dort sicher.

Kopfhörer sitzen vor den Mikrofonen, wie seine Gummiohren es eben zulassen. Wir haben alle Modelle mehrmals durchgemessen, um sicherzustellen, dass die Ergebnisse zumindest reproduzierbar sind.

Wenn wir auch hier und da abweichende Eindrücke von den Kopfhörern hatten als der Messkopf (mehr dazu auch in den Einzelbesprechungen ab S. 114), geben die Frequenzverläufe einen groben Eindruck der Klangsignaturen der Geräte unter immerhin einheitlichen Bedingungen wieder. Prinzipbedingt erreichen sie die Bassmacht anderer In-Ear-Kopfhörer nicht. Gegenüber klassischen In-Ears sind sie im Nachteil, da die Schallwandler weiter vom Trommelfell entfernt sind und dieses nicht über eine geschlossene Luftsäule anregen. Vor allem durch einen dünneren Bassbereich macht sich das bemerkbar. Selbst im Vergleich zum neutral abgestimmten Sennheiser HD600 klingt der Bass zurückgenommen. Andererseits klingen die Open-Ear-Kopfhörer deutlich voller als Knochenleitungskopfhörer.

Um den kaum vorhandenen Subbassbereich zu kaschieren, legen einige Probanden aber eine zu starke Betonung auf den Oberbass, speziell die Shokz OpenFit. Der Sound klingt aufgequollen und unpräzise. Verhältnismäßig kraftvoll, unangestrengt klingen trotz ähnlichem Frequenzverlauf die JBL Soundgear Sense. Der Anker Soundcore Aerofit wollte unserem Messkopf partout nicht passen, sodass dieser deutlich weniger Bass hörte als menschliche Probanden. Nach unserem subjektiven Klangeindruck gehört er zu den bassstärkeren Kopfhörern. Am anderen Ende ordnen sich die OpenRock Pro ein, die den Tieftonbereich fast gänzlich



Fünf der sechs Open-Ear-Kopfhörer finden Halt per Ohrbügel. Die Lautsprechereinheit hängt vor dem Gehörgang, im Bild der Anker Soundcore Aerofit Pro.



### 1more Fit Open Earbuds S50

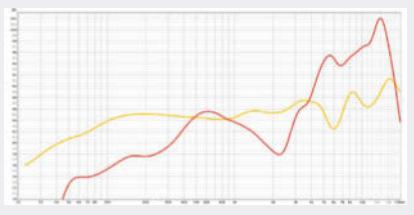
So ganz hat sich 1more nicht getraut, einen Open-Ear-Kopfhörer zu bauen. Stattdessen sitzen Silikonpinöpel, die in verschiedenen Größen beiliegen, über den Schallwandlern. Diese steckt man nicht in den Gehörgang, sondern sie liegen dort auf und sollen die Schallwellen in Richtung Gehörgang kanalisieren. Nicht alle Testhörer konnten die Silikontrichter genau über dem Gehörgang platzieren.

Bei nicht perfektem Sitz klingen die S50 sehr dünn und spitz. Auch perfekt aufgesetzt sind Höhen und Mitten betont, der Bass zurückhaltend (rote Kurve im Messdiagramm, im Vergleich die neutral abgestimmten Sennheiser HD600). Die Klangabstimmung ist für Musikwiedergabe wenig mitreißend, ermüdet aber auch bei längerem Hören nicht – perfekt für Podcasts oder Nachrichtensendungen.

Beim Telefonieren machen sich die Kopfhörer ordentlich. Raumhall übertragen sie zwar, doch die Stimme geben sie natürlich wieder, Störgeräusche werden wirkungsvoll gedämpft. Selbst wenn sie gegen lauten Umgebungslärm ankämpfen müssen, übertragen sie die Stimme des Trägers kaum digital verzerrt.

- ⬆️ gut für Podcasts
- ⬇️ eigenartiger Sitz
- ⬇️ wenig Bass

Preis: 140 Euro



### Anker Soundcore Aerofit Pro

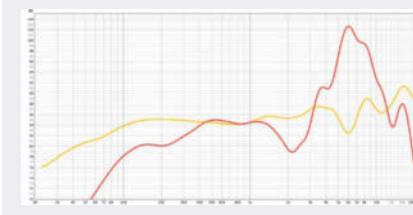
Selbst unter den Open-Fit-Kopfhörern fällt der lockere Sitz der Anker Soundcore Aerofit Pro auf. Die Knubbel mit den Lautsprechereinheiten baumeln vor dem Gehörgang. Beim Sport schlackern sie etwas hin und her, herausgefallen sind sie uns aber nicht. Für einen festeren Halt kann man sie mit einem großenverstellbaren Nackenband miteinander verbinden, das den Kopfhörern beiliegt. Leider lässt es sich für den Transport nicht im Case verstauen.

Die Aerofit Pro klingen kräftiger als es die Messkurve vermuten lässt (rote Kurve, im Vergleich die Sennheiser HD600). Per App lässt sich Spatial Audio zuschalten, das die Ortbarkeit der Stereoquellen an die Kopfbewegungen anpassen soll. So überzeugend wie Apple Raumklang mit den AirPods Pro umsetzt, klappte das im Test bei Weitem nicht. Stattdessen hatten wir eher den Eindruck, die Kopfhörer hätten den Geist aufgegeben, weil ein Ohrteil lauter als das andere spielte.

Das Mikro überträgt die eigene Stimme voll, verzerrt sie aber, wenn die Kopfhörer gleichzeitig gegen Störgeräusche angehen.

- ⬆️ voller Klang
- ⬆️ Nackenband für besseren Halt
- ⬇️ Spatial Sound verbesserungswürdig

Preis: 170 Euro



### Huawei FreeClip

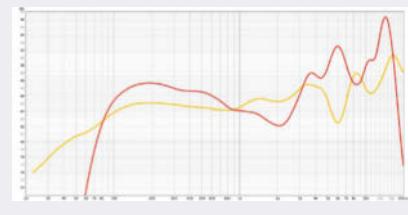
Die Huawei FreeClip stecken am Ohr, genauer: außen an der Ohrleiste. Die Ohrhörer bestehen aus zwei Teilen, die durch einen flexiblen Bogen miteinander verbunden sind. Ein kugelförmiges Element mit den Treibern sitzt jeweils in der Ohrmuschel. Hinter dem Ohr hat der größere, bohnenförmige Teil mit der restlichen Technik und den Akkus seinen Platz. Einen Bügel hinterm Ohr, der mit Brillenbügeln ins Gehege kommen könnte, gibt es nicht.

Die Bauform hat einen weiteren Vorteil, denn so konnte Huawei die FreeClip sehr klein halten. Sie passen in ein Case, das nicht größer ist als die Ladekästchen für herkömmliche In-Ears.

Abgesehen von etwas klingenden Höhen und dem fehlenden Tiefbass ist der Klang präzise, wenn man einen passenden Sitz für den Hörer findet (rote Kurve), doch selbst die neutral abgestimmten Sennheiser HD600 (gelbe Kurve) erzeugen mehr Bass. Je nach Größe der Ohrmuschel sitzt die Klangkugel zu weit weg vom Gehörgang, um noch kraftvoll klingen zu können. Beim Telefonieren bügeln die FreeClip rigoros jegliche Hintergrundgeräusche weg. Die effektive Störgeräuschunterdrückung verzerrt aber auch die Stimme digital.

- ⬆️ toll für Brillenträger
- ⬆️ kompaktes Case
- ⬇️ Stimme digital verzerrt

Preis: 200 Euro





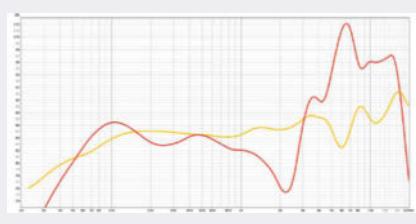
### JBL Soundgear Sense

Die Ohrhörer der JBL Soundgear Sense sind per Scharnier mit den Gummi-Ohrbügeln verbunden. So lässt sich zwischen vier verschiedenen Winkeln wählen, in denen man den Lautsprecher über den Gehörgang schiebt. Leider kann man den Krümmungsradius der Bügel nicht verändern, sodass die Ohrteile bei kleineren Ohren schon nach kurzem Tragen Druckschmerz erzeugen können. Wie Anker legt auch JBL ein Nackenband bei, dieses allerdings aus billigem Kunststoff und in der Größe nicht veränderbar. Im Ladecase hat es keinen Platz.

JBL schafft es mit den Soundgear Sense, das Open-Ear-Prinzip mit einigermaßen bassstarkem Sound in Einklang zu natürlich (rote Kurve im Messbild, zum Vergleich unser Referenzkopfhörer Sennheiser HD600). Erst bei hohen Lautstärken geht die Bassbetonung deutlich zulasten anderer Frequenzbereiche. Telefoniert man mit den JBL-Kopfhörern, klingt man auch in ruhigen Büroräumen digital verzerrt. In lauten Umgebungen sind zum Beispiel Windgeräusche für das Gegenüber deutlich hörbar und die Stimme wird schwankend und etwas hallig übertragen.

- ⬆ kräftiger Klang
- ⬆ abnehmbares Nackenband
- ⬇ viele Nebengeräusche

Preis: 150 Euro



### OneOdio OpenRock Pro

Die OpenRock Pro stecken in einem Überraschungsei-ähnlichen Ladecase und genauso unpraktisch wie das klingt, ist es auch. Das Lade- und Transportkästchen trägt in Hosentaschen unangenehm dick auf. Zu allem Überfluss springt es oft ungewollt auf, zum Beispiel, wenn man es im Rucksack verstaut.

Auch die Ohrhörer selbst sind klobig. Kein Testhörer fand sie auf Dauer gemütlich. Für einen festen Sitz kann man den Krümmungsradius der Bügel stufenlos vergrößern oder verkleinern, muss sie aber stets wieder in ihren Ursprungszustand versetzen, weil sonst das Ladecase überhaupt nicht mehr schließt.

Der Klang ist bassschwach, die Höhen spielen die OpenRock Pro schrill, die Mitten präsent und natürlich. So klingen Stimmen angenehm voll, für Podcasts und Hörbücher sind die Kopfhörer gut geeignet. Fürs Telefonieren mit Abstrichen: OneOdio filtert Störgeräusche nur zurückhaltend und läuft so nicht Gefahr, auch die Stimme wegzubügeln. Wegen der geringen maximalen Lautstärke sind Telefonate in lauten Umgebungen anstrengend. Als einziges Modell kommen die OpenRock ohne App aus.

- ⬆ sehr lange Laufzeit
- ⬇ dünner Klang
- ⬇ zu dicke Bügel

Preis: 130 Euro



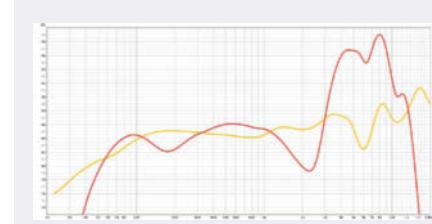
### Shokz OpenFit

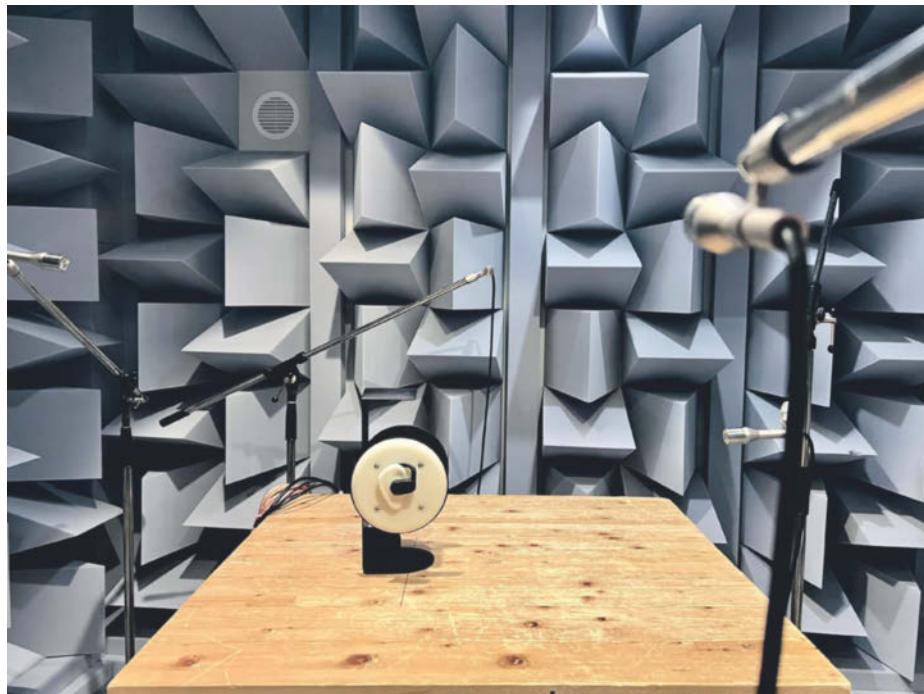
Mit den OpenFit fanden fast alle Testhörer einen angenehmen Sitz. Die Hinterm-Ohr-Schlaufe ist besonders filigran und von weichem Gummi ummantelt, sodass man die Kopfhörer auch mal auf den Ohren vergessen kann. Ideale Voraussetzungen für einen unauffälligen Bürokopfhörer. Dazu trägt auch bei, dass kein anderer Kopfhörer so wenig Geräusche ungewollt an die Umgebung abgibt. Selbst wenn man mit den Shokz laute Musik in ruhiger Umgebung hört, ist das nur für direkte Sitznachbarn zu hören.

Die OpenFit erzeugen jede Menge Bass, haben diesen aber nicht immer unter Kontrolle. Den Oberbassbereich der Shokz (rote Kurve, im Vergleich unser Referenzkopfhörer Sennheiser HD600) haben wir deutlich präsenter wahrgenommen als unser Kunstkopf. Bei hohen Lautstärken übersteuern die OpenFit hin und wieder. Der überpräsente Bassbereich überdeckt zudem Details. So sehr, dass zum Beispiel bei einer Tennisübertragung das Auftippen des Balles kaum zu hören war. Die eigene Stimme übertragen die OpenFit voll und gut verständlich, Störgeräusche filtern sie sehr effektiv heraus, sodass selbst in lauten Umgebungen meistens nur die Stimme ankommt.

- ⬆ luftiger Sitz
- ⬆ Telefonate in lauter Umgebung
- ⬇ Bass überbetont

Preis: 200 Euro





Im schallarmen Raum mussten die Kopfhörer zeigen, wie wenig Störschall sie an die Umwelt abgeben.

vermissen lassen. Die Mitten und Höhen spielen die Modelle teils angenehm differenziert, vor allem Anker Aerofit und Huawei FreeClip gefallen.

Insgesamt eignen sich die Kopfhörer vor allem fürs Hören von Podcasts und Filmen oder um sich von Musik berieseln zu lassen. Will man konzentriert Musik hören, gefallen ohrver- und umschließende In- und vor allem Over-Ears besser. Beim Joggen in Stadt und Wald oder beim Arbeiten im Büro empfanden wir das Konzept des offenen Ohrs als sehr angenehm.

In lautigen Umgebungen wie Bahnhöfen oder in der Straßenbahn verkehrt sich die Stärke der Open-Ear-Kopfhörer in eine Schwäche. Da die Kopfhörer nicht vom Umgebungslärm abschotten, müssen sie stets gegen diesen anbrüllen. Das wird schnell anstrengend. Auch eine aktive Geräuschunterdrückung (Active Noise Cancelling, ANC), die viele abdichtende In-Ears wirkungsvoll eingebaut haben, würde wegen der fehlenden passiven Dämpfung kaum helfen. Hat man genug von der Umwelt, kann man diese also nicht mal eben ausblenden.

## Störtest

Umgekehrt stellt sich auch die Frage, wie sehr Kopfhörer, die vom Ohr baumeln, ungewollt die Umgebung beschallen. Und auch das hängt nicht zuletzt vom richtigen Sitz ab. So sind zum Beispiel die Huawei

FreeClip für Sitznachbarn deutlich zu vernehmen, wenn sie auf größeren Ohren stecken und nach vorne Richtung Gehörgang spielen müssen. Und dem 1more hilft auch der Silikontrichter bei hohen Lautstärken wenig. Selbst in ruhigen Umgebungen kaum zu hören sind dagegen die Shokz OpenFit.

In unserem reflexionsarmen Raum haben wir den Störschall gemessen. Dazu pegeln wir die Geräte auf einen Schalldruckpegel von rund 70 dB/A ein, setzen die Kopfhörer auf den Kunstkopf und spielen weißes Rauschen ab. Aufgrund der groben Lautstärke sprünge unseres Zuspielers, eines Apple iPhone 13, spielen die Kopfhörer nicht exakt gleich laut (die genauen Messungen entnehmen Sie der Tabelle), das Ergebnis war dennoch eindeutig. In einem halben Meter Abstand erzeugten die Shokz OpenFit den geringsten Störschall mit 0,35 sone. Auch die Open-Rock Pro machten sich mit 0,5 sone nur flüsterleise bemerkbar. Am deutlichsten zu hören waren die 1more S50 (0,9 sone), dazwischen lag der Rest des Feldes mit Werten zwischen 0,7 und 0,8 sone, ähnliche Werte erreichen leise Notebooks unter Last, zum Beispiel das Huawei MateBook D16 (c't 3/2024, S. 80). Zum Vergleich: In-Ears wie die Jabra Elite 10 Pro liegen unterhalb unserer Messgrenze von 0,1 sone. Doch auch mit den Open-Ear-Kopfhörern wird man sich in der Bahn oder im Groß-

raumbüro keine Feinde machen. In der Bibliothek hingegen sollte man auf einen moderaten Lautstärkepegel achten.

## Angerufen

Um im Büroalltag eine gute Figur zu machen, reicht guter Tragekomfort allein nicht, ausgefeilte Telefoniekünste gehören unbedingt dazu. Und in dieser Hinsicht gibt das Testfeld einen gemischten Eindruck ab. Auf den Ohren sind sie auf Dauer deutlich angenehmer als Druckschmerz oder Schwitzeohren verursachende In- und Over-Ear-Kopfhörer. Die eigene Stimme übertragen sie allerdings bei Weitem nicht so voll wie Kopfhörer mit Mikrofonarm. Vielmehr bewegen sie sich auf dem Niveau anderer In-Ears. Sie schneiden Bluetooth-Codec bedingt den Stimmanteil über 8 kHz ab und sind eher auf Verständlichkeit als auf eine volle Stimme optimiert. Einige (Anker, Huawei, Shokz) verzerren auch in ruhigen Umgebungen die Stimme hin und wieder etwas, was dann klingt, als bügeln sie Hintergrundgeräusche weg, die es gar nicht gibt. In wuseligen Umgebungen wie dem Hauptbahnhof Hannover machte sich die aggressive Herangehensweise des Trios aber bezahlt. Natürlich klingt man mit den Hörern von 1more und OneOdio, die aber vom Bahnsteig mehr Störgeräusche durchlassen. Ein anderes Problem: Für laute Umgebungen spielen die OneOdio nicht laut genug, die Stimme des Gegenübers zu verstehen wird da äußerst schwierig.

Bis auf OneOdio stellen alle Hersteller ihrem Kopfhörer eine App zur Seite. Darüber spielen sie zum Beispiel Updates ein. Kurios: Shokz stellte vor einem Update keinerlei Info bereit, was es bewirken würde. JBL und Huawei, die anderen beiden Hersteller, die während des Testzeitraums Updates ausspielten, handhabten das transparenter. Außerdem lassen sich über die App in der Regel Klang und Bedienung anpassen (Details dazu in der Tabelle auf S. 117). Bis auf Shokz erlaubten alle Hersteller, die Touchflächen auch ganz zu deaktivieren, um Fehleingaben beim Zurechtrücken der Kopfhörer zu verhindern. Die Apps von Anker, Huawei und JBL helfen zudem, verlegte Kopfhörer wiederzufinden, indem sie diese einen lauten Ton abspielen lassen. Ungewöhnlich ist, dass 1more in seiner App beruhigende Geräuschkulissen hinterlegt hat wie Regenschauer, Feuerprasseln, Windgeheule und mehr, von dem man sich berieseln lassen kann. Darauf kann man verzichten, doch erzwingen 1more, Anker und Shokz ärgerlicherweise den Griff zur

App, wenn man Multipoint-Bluetooth nutzen möchte. Denn dieses muss man nur per App aktivieren.

Akkuangst wird bei den Geräten selten auftreten. Mindestens vier Stunden halten die Ohrteile beim Musikhören allein durch, im Ladecase stecken zudem mindestens drei weitere Ladungen. Wenn man viel telefoniert, muss man die Headsets schneller wieder ins Ladeschälchen legen, beim JBL-Modell ist im Mischbetrieb in weniger als drei Stunden Schluss. Nicht schlappzukriegen sind die Open-Rock Pro, die weit mehr als zehn Stunden ohne Nachladen schaffen.

**In den Apps der Kopfhörer kann man Klang, Bedienung, die maximale Lautstärke und mehr anpassen. Verschiedene beruhigende Klänge wie Regenprasseln, Windrauschen und Meereswogen gibt es nur in der 1more-App.**

## Fazit

Man kann sie stundenlang ermüdfrei tragen, mit ihnen joggen, Filme schauen und telefonieren, ohne sich von der Umwelt abzukapseln: Open-Ear-Kopfhörer brillieren als Begleiter, die man kaum wahrnimmt. Die luftige Freiheit des offenen Ohrs erreicht kein noch so guter Transparenzmodus herkömmlicher In-Ears. Im Vergleich zu Knochenschallkopfhörern punkten die Open-Ear-Modelle mit druckvollerem Sound. Aber man sollte sich keinen Illusionen hingeben: Den Klang ohrabschließender In-Ears erreichen sie prinzipiell nicht. Man erkennt sich Komfort und offene Ohren durch Qualitätseinbußen beim Sound, vor allem im Bassbereich.

Eine Empfehlung fällt schwer, da alles mit dem richtigen Sitz am Ohr steht

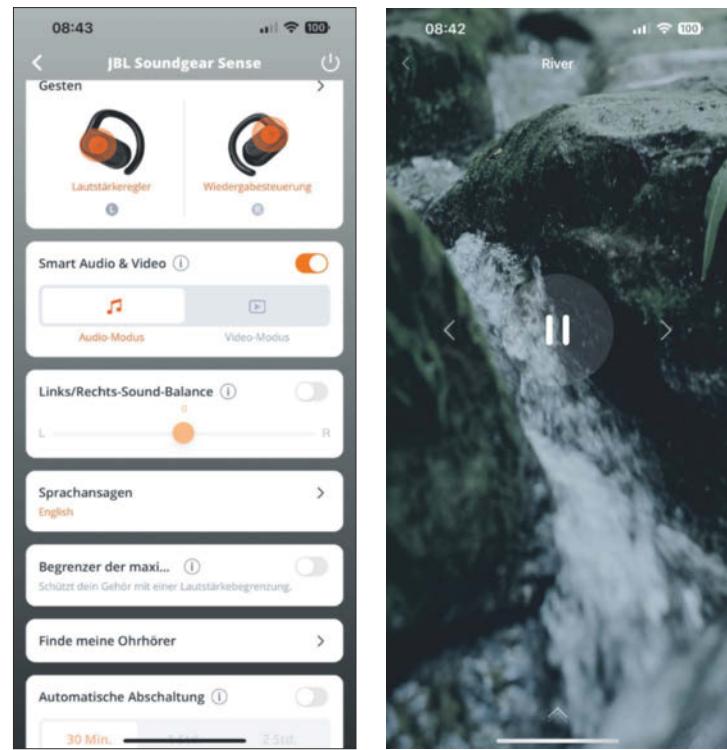
und fällt. Hat man diesen gefunden, kann man speziell die Shokz OpenFit schon mal auf den Ohren vergessen. So luftig-leicht trägt sich kein anderes Modell. Als Allrounder haben sich im Test die Aerofit Pro von Anker gezeigt. Sie klingen als Musik- und Telefoniekopfhörer angenehm und das beiliegende Nackenband erfreut Sportler. Steht ein druckvoller Bass auf der Wunschliste, ist der JBL Soundgear

Sense das Modell der Wahl. Festen Sitz ohne Bügel, die sich mit der Brille in die Quere kommen, bekommt man mit den Huawei FreeClip. Den besten Schutz vor Wasser bieten die 1more S50. Nur für die OpenRock Pro gibt es keine Empfehlung, da hilft auch die gute Akkulaufzeit nichts, zu schwer wiegen das unpraktisch große Case, der dünne Klang und die dicken Ohrbügel.

(rbr@ct.de) ct

## Open-Ear-Kopfhörer

Modell	1more Fit Open Earbuds S50	Anker Soundcore Aerofit Pro	Huawei FreeClip	JBL Soundgear Sense	OneOdio OpenRock Pro	Shokz OpenFit
Ladeanschluss / Drahtlosladen	USB-C / ✓	USB-C / –	USB-C / ✓	USB-C / –	USB-C / –	USB-C / –
Anbindung / Codec	Bluetooth 5.3 / AAC, SBC	Bluetooth 5.3 / AAC, LDAC, SBC	Bluetooth 5.3 / SBC, AAC, L2HC, LC3	Bluetooth 5.3 / AAC, SBC	Bluetooth 5.2 / aptX, AAC, SBC	Bluetooth 5.2 / AAC, SBC
Multipoint-Bluetooth	✓ (muss in App aktiviert werden)	✓ (muss in App aktiviert werden)	✓	✓	–	✓ (muss in App aktiviert werden)
App / Equalizer / Kopfhörer finden	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	– / – / –	✓ / ✓ / –
Bedienung / per App anpassbar / deaktivierbar	Touchflächen / ✓ / ✓	Druckknöpfe / ✓ / ✓	Touchflächen / ✓ / ✓	Touchflächen / ✓ / ✓	Druckknöpfe / – / –	Touchflächen / ✓ / –
Trageerkennung / deaktivierbar	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	– / –	– / –	– / –
Anzahl beiliegender unterschiedlich großer Manschetten	4	–	–	–	–	–
Schutzart	IPX7	IPX5	IP54	IP54	IPX5	IP54
Gewicht je Ohrhöher / Case	9 g / 65 g	11g / 64 g	6 g / 44 g	13 g / 68 g	13 g / 65 g	8 g / 58 g
Maße Case	8,6 cm × 6,5 cm × 3 cm	8 cm × 6,6 cm × 2,4 cm	5,9 cm × 5,2 cm × 2,7 cm	10,7 cm × 5,6 cm × 2,7 cm	7,8 cm × 5,9 cm × 4,2 cm	6,6 cm × 6,6 cm × 2,7 cm
Störschall aus 0,5 m Entfernung (gemessen bei Schalldruckpegel)	0,91 sone (69,1 dB(A))	0,75 sone (70,0 dB(A))	0,78 sone (69,0 dB(A))	0,70 sone (67,1 dB(A))	0,50 sone (69,7 dB(A))	0,35 sone (72,7 dB(A))
<b>Bewertung</b>						
Telefonie Büro / draußen	⊕ / ○	⊕ / +	⊖ / ○	⊖ / ⊖	⊕ / ⊖	○ / ⊕
Klang	○	⊕	⊕	⊕	⊖	○
Tragekomfort / Sitz	○ / ○	⊕ / ○	⊕ / ⊕⊕	○ / ⊕	⊖ / ⊖⊖	⊕⊕ / ⊕⊕
Preis	140 €	170 €	200 €	150 €	130 €	200 €
✓ vorhanden	– nicht vorhanden	⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht



# Zahlen, Daten, Fakten

## Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA)

Seit Ende 2019 haben 73 Millionen gesetzlich krankenversicherte Personen Anspruch auf eine Versorgung mit digitalen Gesundheitsanwendungen (DiGA), umgangssprachlich: „Apps auf Rezept“. DiGA helfen bei Tinnitus oder Knieproblemen. Andere unterstützen dabei, mit dem Rauchen aufzuhören oder chronische Krankheiten wie Diabetes zu managen. Die Apps oder Webanwendungen enthalten Übungsanleitungen, dienen als Symptomtagebuch und bieten direkten Kontakt zu Experten. Die Kosten für die meist 90

Tage dauernde Anwendung tragen die Krankenkassen.

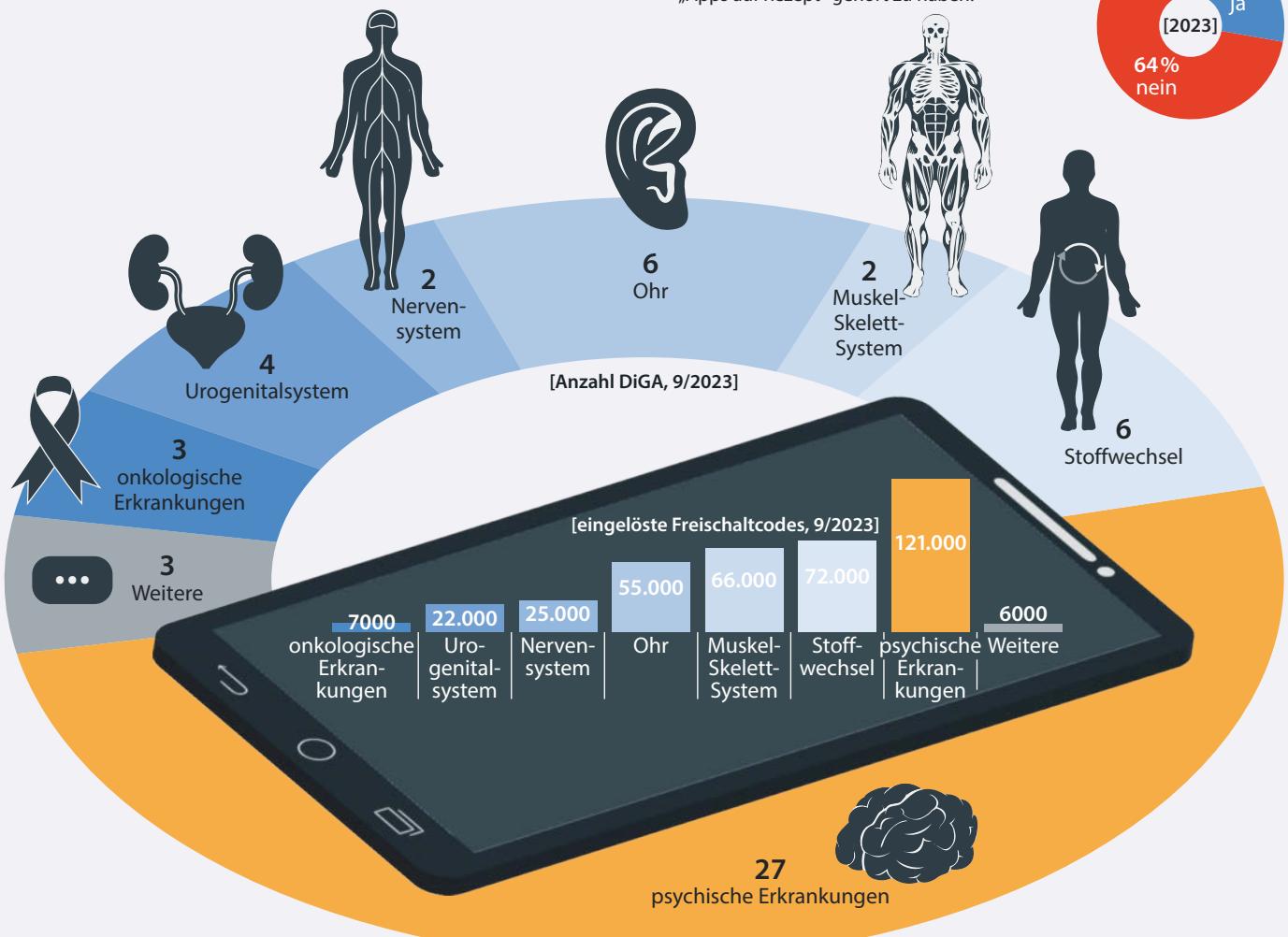
Laut Spitzenverband Bund der Krankenkassen (GKV) nutzten zwischen September 2020 und September 2023 rund 374.000 Patienten eine DiGA, wofür die Kassen insgesamt 113 Millionen Euro zahlten. Der GKV bemängelt, dass nur jede fünfte DiGA nachweislich wirke. Personen, die bereits eine DiGA verwendeten, sehen das anders: 86 Prozent gaben in einer Studie der Techniker Krankenkasse an, sicher oder wahrscheinlich auch künf-

tig eine DiGA nutzen zu wollen, falls eine Erkrankung vorläge.

Für die Zühlke Health-Studie 2023 fragte das Unternehmen auch nach Wünschen für eine frei verkäufliche, allgemeine Gesundheitsapp. Von solch einer App erwarteten Befragte ein sehr breites Funktionsspektrum vom Aufzeichnen körperlicher Aktivität bis zur Onlinesprechstunde beim Arzt. Allerdings würde nicht einmal die Hälfte der Studienteilnehmer für ein Abo zahlen wollen, falls es künftig eine solche App geben sollte. (dwi@ct.de) ct

### ► Angebot und Nachfrage

Etwa die Hälfte aller anerkannten DiGA widmen sich der Linderung psychischer Beschwerden.<sup>1</sup>

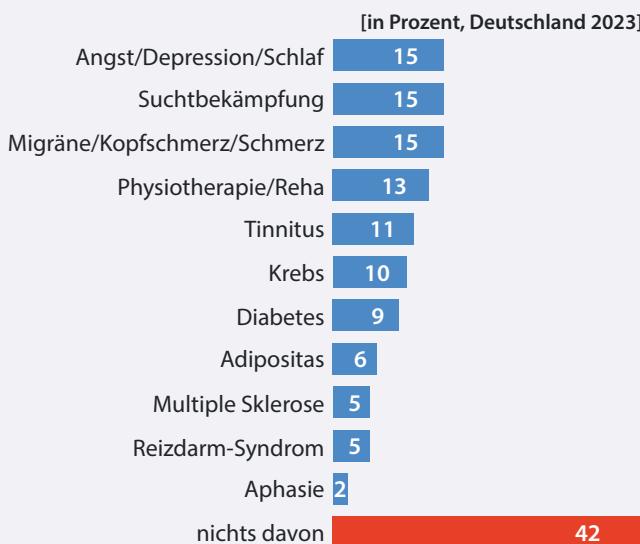


### ► Bekanntheitsgrad

Auch im dritten Jahr nach DiGA-Einführung berichten nur 28 Prozent, schon einmal von „Apps auf Rezept“ gehört zu haben.<sup>2</sup>

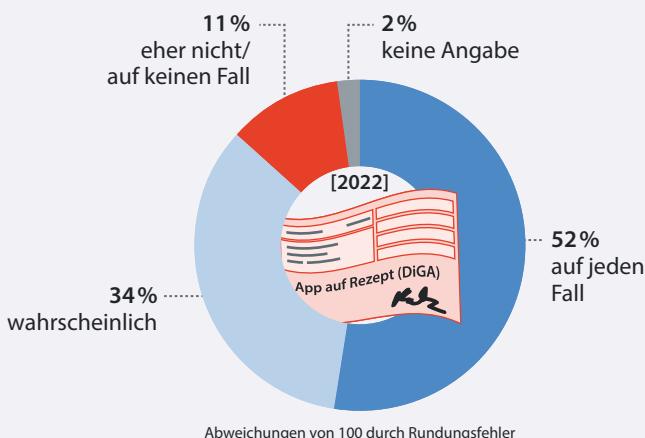
## ► Anwendungsgebiete

Die GKV-Daten lassen keine Rückschlüsse auf das genaue Einsatzszenario zu. In der Zühlke Health-Study 2023 wurde danach direkt gefragt.<sup>2</sup>



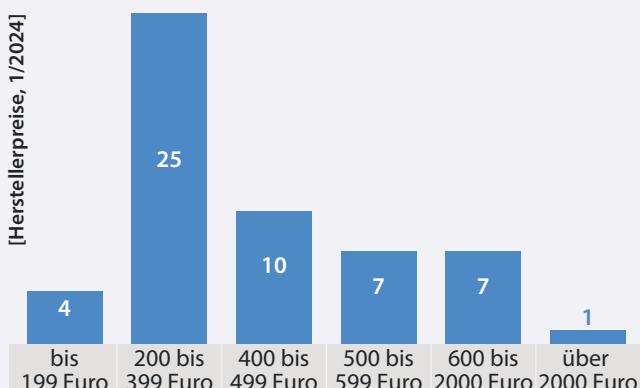
## ► Nutzerzufriedenheit

Eine Umfrage der Techniker Krankenkasse ergab: Wer bereits eine DiGA genutzt hat, würde dies mehrheitlich künftig wieder tun.<sup>3</sup>



## ► Preise

Für ihre DiGA verlangen die Anbieter zwischen 119 und 2077 Euro. Die meisten Preise liegen unter 500 Euro.<sup>4</sup>



## ► Gewünschte Funktionen

An eine allgemeine, frei erhältliche Gesundheitsapp hätten die Teilnehmer der Zühlke Health-Study viele unterschiedliche Wünsche.<sup>2</sup>



## ► Zahlungsbereitschaft

Nur jeder Fünfte wäre bereit, für eine Gesundheitsapp mit den gewünschten Funktionen mehr als 10 Euro zu bezahlen.<sup>2</sup>





Bild: Neura Robotics

# KI mit Hand und Fuß

## Serviceroboter lernen zu pflegen und im Haushalt zu helfen

**Kognitive Roboter können sehen, hören, tasten und sie nutzen künstliche Intelligenz, um Situationen zu erkennen und Menschen zu verstehen. Diese Roboterklasse erobert nicht nur Fabrikhallen. In Instituten und Entwicklungsabteilungen üben sie bereits, Menschen zu pflegen oder Geschirrspüler auszuräumen.**

Von Arne Grävemeyer

**D**er Haushaltsroboter Mobile Aloha fährt durch die Labore der Stanford University in Kalifornien und brät in der

Küche Shrimps. Anschließend spült der Roboter seine Pfanne, wischt verschütteten Saft unter einem Glas auf und schiebt die Stühle ordentlich an den Tisch. Studenten um Chelsea Finn haben Mobile Aloha aus wenigen kostengünstigen Komponenten zusammengestellt. Heute demonstriert der fahrbare Roboter mit zwei Armen, wie Lernen durch Nachahmen funktioniert und wie die schnellen Fortschritte in der KI die Idee von Roboterhelfern im Haushalt in greifbare Nähe rücken.

Beginnend mit den Produktionshallen der Industrie breiten sich seit wenigen Jahren nach den kollaborativen Modellen (collaborative robots, Cobots) die sogenannten kognitiven Roboter aus. Diese Klasse ist mit allerlei Sensoren ausgestattet, hört, sieht, tastet und nutzt zudem KI. Ein kognitiver Roboter, der bereits auf verschiedene Schweißtechniken trainiert ist,

braucht nicht mehr viele Angaben, um eine gewünschte Schweißnaht zu setzen. Seh- und Tastvermögen ermöglichen es ihm gemeinsam mit der passenden KI, eine Metalloberfläche zu polieren oder eine verspachtelte Wand abzuschleifen.

Mit ihren Fähigkeiten können sich kognitive Roboter auch in der Pflege und im Haushalt nützlich machen. In einem Projekt mit Miele und Neura Robotics testet ein Forschungsteam an der Universität Bielefeld, wie Serviceroboter sinnvoll in der Küche helfen können, beispielsweise beim Ein- und Ausräumen von Geschirrspülern.

Am DLR-Institut für Robotik und Mechatronik in Oberpfaffenhofen tüfteln Forscher an einem mobilen Assistenzsystem aus Rollstuhl und Roboterarm, den der Anwender nicht nur per Joystick oder über Muskelimpulse steuert. Zusätzlich analysiert der Roboterstuhl auch eigen-

ständig seine Umgebung und bietet beispielsweise an, einen Becher in erreichbarer Nähe zu greifen. Zudem können die Roboter am DLR erklären, welche Handlungsmöglichkeiten sie sehen und warum sie die eine oder die andere bevorzugen.

### Zunächst gesteuert, dann autonom

Das Forscherteam in Stanford stattete Mobile Aloha mit zwei Roboterarmen samt Greifern aus. Diese sind auf einer fahrbaren Plattform montiert. Drei Logitech-Webscams befinden sich an der Frontseite und jeweils über den Greifern. Für die netzunabhängige Stromversorgung gibt es eine Batterie mit 1,26 Kilowattstunden. Mit ihrem Gewicht von 14 Kilogramm kommt diese zugleich der Balance zugute. So kippt der Roboter selbst dann nicht um, wenn er sein Tragvermögen von 1,5 Kilogramm am langen Arm ausreizen muss. Als Steuereinheit und Eingabeschnittstelle dient ein Laptop mit Intel-Prozessor i7-12800H und Nvidia-Grafikkarte RTX 3070 Ti. Der Roboter wird für Handbedienung zusätzlich mit zwei hinteren Roboterarmen ausgestattet, mit denen der Bediener dann die vorderen Arme eins zu eins steuert.

Mobile Aloha steht für „a low-cost open-source hardware teleoperation system for bimanual operation“, übersetzt etwa „ein preisgünstiges Open-Source-System mit Hardware für Teleoperation und zweiarmlige Arbeiten“. Die Gesamtkosten für alle Komponenten beziffert das

Projektteam mit weniger als 32.000 Dollar. Der Roboter lernt per Nachahmung: Die Teammitglieder gingen mit ihm Tätigkeiten wie das Shrimpsbraten etwa 20 bis 50 Mal durch, naturgemäß jeweils mit leichten Variationen im Bewegungsablauf. Mit den daraus aufgezeichneten Daten trainierten sie eine KI, die es dem Roboter anschließend ermöglichte, eigenständig die Aufgabe zu erfüllen.

Das Projekt demonstriert, dass die jüngsten KI-Durchbrüche auch in der Robotik neue Türen aufstoßen. Neben Large Language Models wie ChatGPT von OpenAI und Bard von Googles KI-Tochter Deepmind haben auch sogenannte Foundation Models große Entwicklungssprünge gemacht. Diese Modelle, beispielsweise LLaMA von Meta, verknüpfen Sprachwissen mit Weltwissen. Von Deepmind gibt es bereits ein Foundation Model namens Robotic Transformer 2, das hilft, Kamerabilder zu interpretieren und Roboterbewegungen an die erkannte Situation anzupassen. Solche Foundation Models dienen dazu, als vortrainiertes Grundmodell das Training einer KI-Anwendung stark zu beschleunigen.

Insgesamt sieben ganz unterschiedliche Tätigkeiten haben die Stanford-Wissenschaftler ihrem Mobile Aloha zunächst beigebracht. Zusätzlich zu den schon beschriebenen Aktionen kann der Roboter auch Geschirr in Wandschränken verstauen, einen Fahrstuhl rufen und im Vorbeifahren stilgerecht ein High Five erwidern. Er lernt schnell, entwickelt seine Fähig-

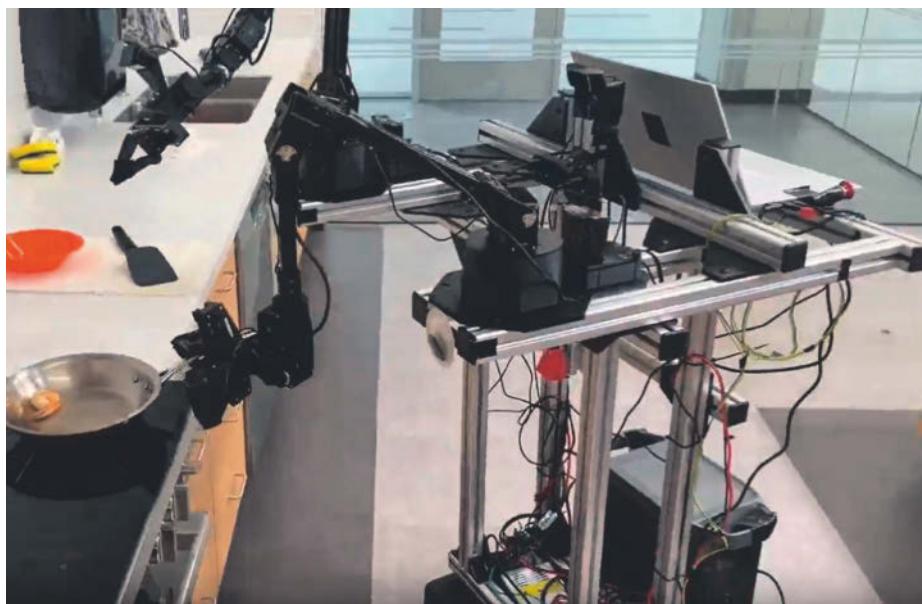


Bild: Stanford University

**Dem autonomen Forschungsroboter Mobile Aloha gelingt es ohne menschliche Unterstützung, Shrimps zu braten und anschließend die Pfanne abzuwaschen.**

## c't kompakt

- Cobots und Multisensing Robots erweisen sich schon heute als flexible Helfer in der Industrie.
- Leistungssprünge bei künstlicher Intelligenz ermöglichen diverse autonome Roboterservices auch außerhalb von Werkhallen.
- Außer auf Programmierung oder handgeführtes Training reagieren kognitive Roboter auch auf Fingerzeige und Sprachbefehle.

keiten bei der täglichen Arbeit allerdings nicht weiter. Das funktioniert nur im Lernmodus, wenn jemand Bewegungen vorgibt und die neuen Daten anschließend trainiert werden.

### Kognitive Roboter für Industrie und Haushalt

Dass kognitive Roboter nicht nur in der Industrie, sondern in absehbarer Zeit auch in der Pflege, in Büroumgebungen und im Haushalt ihre Berechtigung haben, will auch der Robotikvisionär David Reger zeigen. Sein Unternehmen Neura Robotics stellt eigenentwickelte Cobots her, die bereits von größeren Anbietern wie etwa Kawasaki vertrieben werden. Darüber hinaus ist die Neura-Roboterpalette seit 2019 rasch gewachsen. Ein Roboterarm namens MAiRA bietet nicht nur sieben Freiheitsgrade und 3D-Wahrnehmung. Vor allem reagiert er im Labor bereits auf Gesteuerung und Sprachanweisungen, lernt nach Bedarf, wie verschiedene Gegenstände aussehen und wie er sie am besten greifen kann.

Dessen Vetter für eher häusliche Umgebungen ist die Bauform MiPA, ein Roboter auf Rädern, ausgestattet mit einem starken Arm und einem Rucksack. Vier Kameras eröffnen ihm eine räumliche Sicht und ein Mikrofon-Array erlaubt ihm das Richtungshören. MiPA ist derzeit ein Prototyp, den aber Forscher der Universität Bielefeld im Projekt „Mensch-Roboter-Kollaboration in der Küche der Zukunft“ gemeinsam mit Miele und dem Küchenmöbelhersteller Hettich ausprobieren. Sind kognitive Roboter heute bereits so weit, Menschen sinnvoll in der Küche zu assistieren?

Im AI Lab von Neura Robotics in Metzingen nahe Stuttgart konnte c't MiPA als



terial verteilen. Und er kann auch in der Teeküche helfen.

### Hand in Hand bei der Küchenarbeit

Ein Wunsch an Haushaltsroboter, den Testnutzer und Befragte immer wieder nennen, ist das Ein- und Ausräumen des Geschirrspülers. Mancher möchte auch gern Wäsche zusammenlegen lassen, eine Tätigkeit, die ein humanoider Optimus Bot von Tesla kürzlich im YouTube-Video vorführte. Allerdings ließ sich der T-Shirt-Falter beim Schummeln überführen, offenbar wurde er von einem Mitarbeiter in der Nähe gesteuert und arbeitete nicht autonom (siehe ct.de/yng9).

Auch die Arbeit am Geschirrspüler ist für die Entwickler im AI Lab von Neura Robotics eine Art Horrorszenario: Der Umgang mit Geschirr in unterschiedlichen Formen und Farben, schwarz, weiß, glänzend und sogar transparent, bestehend aus starren und zerbrechlichen Materialien, ist für die KI schwer zu trainieren und fordert die Sorgfalt des Roboters heraus.

Im Bielefelder Forschungsprojekt wird die Küche zudem nicht extra auf den Roboter zugeschnitten. Stattdessen soll er sich an menschengerechte Wohnformen anpassen und in einer typischen Küche klarkommen. Dazu wird es auch gehören, nicht nur mit offenen Regalen, sondern auch mit Schranktüren und Schubladen umzugehen. Auch an den Mülleimer muss der Roboter heran, wenn er beispielsweise beim Geschirrabräumen noch Reste auf den Tellern entdeckt.

Ein weiteres Projektziel in Bielefeld ist die Interaktion mit dem Menschen. Lässt sich der Roboter intuitiv in natürl-

Gesprächspartner erleben. Ein Online-KI-Paket erlaubt es dem Roboter, Smalltalk zu führen. Was sieht der Roboter? Er sieht zwei Personen vor sich und beschreibt deren Kleidung. Er schildert zudem das Labor im Hintergrund und bemerkt die Unordnung in Bezug auf abgerückte Stühle sowie Becher und Gegenstände auf den Tischen. Wie lange werde er hier aufräumen können? Etwa eine halbe Stunde, mutmaßt der Roboter. Allerdings entspringt diese Aussage wohl einfach nur seinem Sprachprogramm, denn MiPA ist momentan nicht mit einer App zum Laboraufräumen ausgestattet. Übrigens beherrscht der Prototyp mit Onlineanbindung eine Vielzahl an Sprachen und antwortet etwa auf „¿Cómo estás?“ mit ein paar spanischen Floskeln, übrigens sogar in der gleichen Stimmlage wie zuvor im deutschen Gespräch.

Allerdings setzt Reger nicht ausschließlich auf den Einsatz in der Küche. Zuvor, so vermutet er, werde der Roboter eher in der Pflege verwendet. MiPA könne beispielsweise Mittagsgedecke vorbereiten, an die Esstische tragen und servieren oder Getränke verteilen. Der Roboter sei allerdings nicht für die körperliche Pflege ausgestattet.

Ein ähnliches Aufgabenspektrum wie im Pflegeheim traut der Hersteller seinem MiPA auch im Bürobereich zu. Der Roboter kann kellnern, er kann auch Whiteboards vorbereiten oder Informationsma-



Bild: Neura Robotics

**MiPA ist der Prototyp eines Haushaltsroboters. Er kann auf gesprochene Anweisungen reagieren und könnte in naher Zukunft beispielsweise in Pflegeheimen servieren oder aufräumen.**

cher Sprache instruieren? Kann er mit der richtigen App Seite an Seite mit Menschen in der Küche werkeln und versteht er dabei Fingerzeige und kurze Anweisungen? Im Test stehen zwei einarmige Haushaltsroboter, MiPA und sein spanischer Kollege TIAGo von PAL Robotics. Das Projekt läuft noch bis Sommer 2026.

Im AI Lab erkennt MiPA Menschen bereits gut. Auf der Münchener Robotikmesse Automatica im Juni 2023 demonstrierte der Roboter zudem schon Pick-and-Place-Anwendungen, also das Greifen ungeordnet liegender Kleinteile, um diese ordnend einzusortieren. Für die Interaktion mit Menschen ist der Prototyp zunächst mit einer generalistischen KI ausgestattet, die aber viel Speicherplatz in der Cloud beansprucht. Die Entwickler arbeiten derzeit an einer eingeschränkten Offlineversion, denn der Haushaltsroboter soll auch ohne Internetverbindung sicher funktionieren.

### Teilautonomer Helfer am Rollstuhl

„Ich glaube, es ergibt wenig Sinn, gleich vom Start weg vollautonome Serviceroboter für den Haushalt zu konzipieren“, sagt Freek Stulp. Er leitet die Abteilung für kognitive Robotik am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) im bayerischen Oberpfaffenhofen. Ursprünglich arbeitete das DLR als Raumfahrtinstitut an ferngesteuerten Robotern, die also zunächst keine Autonomie besaßen. Schrittweise arbeitet man sich die Autonomie-level hoch über assistierte und teilautomatisierte hin zu hochautomatisierten Robotersystemen.

Außer an den neuesten Robotern für den Einsatz im All arbeiten die Bayern parallel an Pflegehelfern. Auf den Cybathlon Challenges an der ETH Zürich hat ein Team aus Stulps Abteilung bereits einen Rollstuhl mit einem Roboterarm demonstriert. Die Kontrolle über die Fahrwege, über den Arm und die Greiferhand mit fünf Fingern übt der Fahrer entweder über einen Joystick auf der Armlehne aus oder bei schwererem Behinderungsgrad über elektrische Muskelreize, die Elektroden auf der Haut aufnehmen (Elektromyografie, EMG). Daher hat der mobile Roboter auch seinen Namen erhalten: EDAN (EMG-controlled daily assistant).

Inzwischen ist der Roboterarm mit Kameras und KI ausgestattet und kann den Rollstuhlfahrer teilautonom unterstützen. Auf einem Bildschirm betrachtet der An-

**Der mobile Roboter EDAN dient als Rollstuhl. Der installierte Roboterarm registriert mit KI-Unterstützung Objekte in seiner Reichweite und schlägt teilautonome Aktionen vor, zum Beispiel aus der Flasche den Becher füllen und diesen anschließend zum Mund führen.**

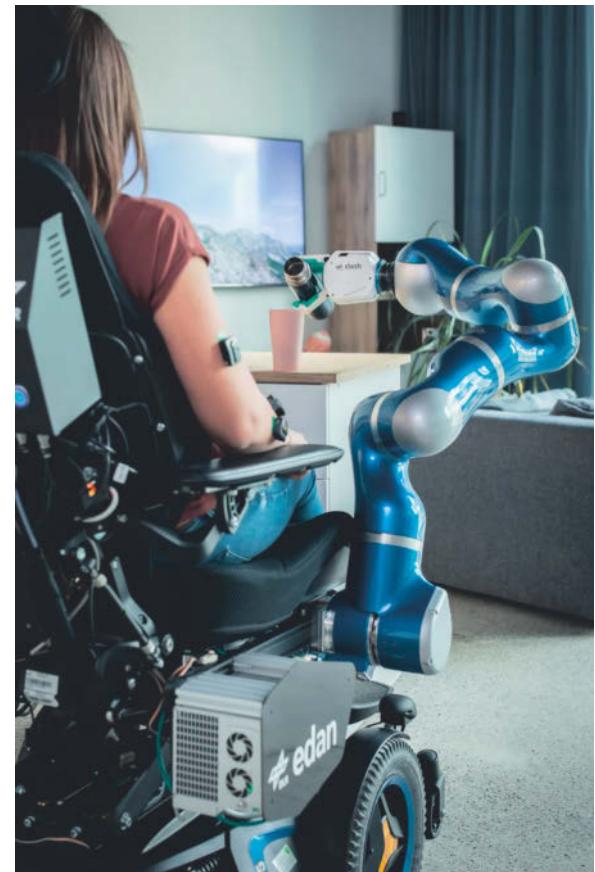


Bild: DLR

wender das Kamerabild. Darauf markiert die KI zugleich die Objekte, die sie bereits erkannt hat. Zu einzelnen Objekten in Reichweite bietet sie spezielle Aktionen an, etwa einen Becher an den Mund zu führen oder aus einer Flasche einen Becher zu füllen. Sobald der Anwender eine dieser Aktionen bestätigt, führt der Roboterarm sie teilautonom aus, was dem Anwender viel mühsames Ausprobieren und Herantasten erspart.

„In jedem Fall wird eine Aktion von einem Menschen angestoßen, denn wir wissen, dass unsere Zielgruppe nicht bevormundet werden will“, sagt Stulp. Mit EDAN haben die Oberpfaffenhofener die Cybathlon Challenges im März 2023 in ihrer Kategorie gewonnen. In dieser Herausforderung geht es darum, mit Roboterunterstützung etwas zu essen und an einer weiteren Station verschiedene Objekte aus einem Schrank hervorzuholen. Mit seiner teilautonomen Steuerung konnte EDAN vom DLR deutliche Zeitvorteile gegenüber der Konkurrenz behaupten.

### „Was tust du da?“

Als Vorstufe für vollautonome Roboter und um herauszufinden, was der einzelne Roboter eigentlich über seine Aufgaben weiß, hat Stulp an seinem Institut bereits

2020 die sogenannte Green-Button-Challenge ausgerufen. In Anlehnung an den Notausschalter (Red Button) sollten teilautonome oder autonome Roboter einen grünen Knopf erhalten. Wird dieser gedrückt, sollen sie verraten, was sie gerade tun. Beim nächsten Drücken sollen sie erklären, warum. Dabei ergaben sich schon früh Antwortkaskaden, die den Entwicklern zusätzliche Einblicke ins Denken ihrer Roboter geben.

Die Entwicklung von Sprachgeneratoren hat diese Funktion in den vergangenen zwei Jahren deutlich verbessert. Bei EDAN führt diese Technik nun dazu, dass der mobile Roboter dem Anwender seine Dienste anbieten kann und im Einzelnen die Möglichkeiten schildert, die zur Auswahl stehen, etwa Apfel geben, Becher anreichen und trinken lassen, Flasche greifen und Becher füllen und so fort.

Erst wenn genügend Erfahrungen mit teilautonomen Robotern bestehen, traut Stulp der Technik auch zu, den nächsten Schritt hin zu vollautonomen Tätigkeiten zu gehen. „Dann wäre es vielleicht einmal möglich, dass EDAN nachts, wenn alles schlafst, auch noch die Wohnung aufräumt.“

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

**Websites der Projekte:** [ct.de/yng9](http://ct.de/yng9)

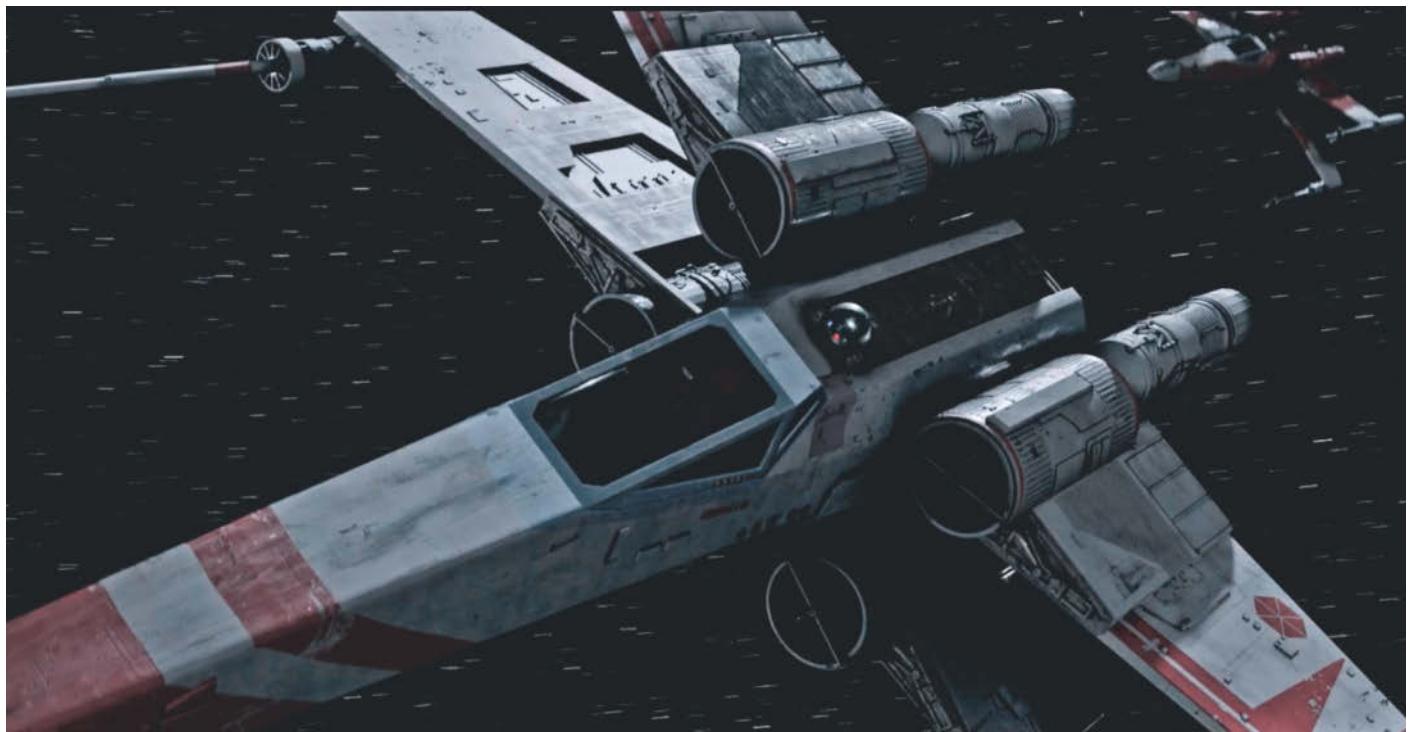


Bild: Michael Koepff

# Fanfilm Deluxe

## Hinter den Kulissen der Star-Wars-Hommage „Wingman – An X-Wing Story“

**Sechs Jahre lang dauerte die Arbeit an dem Star-Wars-Fanfilm „Wingman – An X-Wing Story“. Der nun auf YouTube veröffentlichte Film erzählt über eine Länge von 50 Minuten eine packende Geschichte mit professionellen visuellen Effekten. Dabei sind weder Hobbyregisseur Michael Koepff aus Karlsruhe noch seine beteiligten Freunde professionelle Filmemacher. Wir haben nachgefragt, wie man so ein Projekt stemmt.**

Von André Kramer

**U**rsprünglich wollte Michael Koepff nur die Helme von X-Wing-Piloten nachbauen: zunächst aus einem Luftballon mit

Zeitungspapier, später mit Glasfaser lamiert. Denn beruflich hat er mit der Filmemacherei oder visuellen Effekten nichts am Hut. Er restauriert museale Metallobjekte, kann daher auch mit Werkstoffen wie Kunstharz umgehen und bringt ein ästhetisches Verständnis mit.

Die Idee, seine Pilotenhelme in einem Star-Wars-Film zu verwenden, kam ihm im Sommer 2017, als er „Star Wars: Destroyer | A Star Wars Fan-Film“ auf YouTube sah. Der erzählt über gute sechs Minuten die Geschichte zweier X-Wing-Piloten. Im Netz findet sich eine Fülle solcher

Filme: Ebenfalls vor sieben Jahren veröffentlichte beispielsweise Shawn Bu sein in der Eifel gedrehtes Diplomprojekt „Darth Maul: Apprentice – A Star Wars Fan-Film“. Der knapp 18-minütige YouTube-Film ist mit 32 Millionen Aufrufen der meistgesehene seiner Art.

Koepffs „Wingman – An X-Wing Story“ ist der neueste und wohl längste

Star-Wars-Fanfilm. Am 16. Dezember 2023 feierte er Kinopremiere in Karlsruhe und seit dem 30. Dezember ist er auf YouTube zu sehen (alle genannten Filme unter [ct.de/ydcy](https://ct.de/ydcy)). Mehr als sechs Jahre lange tüftelte der Star-Wars-Fan an Wochenenden und nach Feierabend mit der freien 3D-Software Blender an den digitalen Effekten. Mit Freunden schrieb er ein Drehbuch und drehte in einem angemieteten Raum die Filmsequenzen in verschiedenen nachgebauten Cockpits.

Wie behält man ohne Know-how aus dem Filmgeschäft den Überblick und bringt so ein Projekt weitgehend ohne Budget zu einem guten Abschluss? Dazu gehören technisches Verständnis, ein Auge für Details sowie die realistische Einschätzung, was machbar ist und was die Grenzen des Möglichen überschreitet – und nicht zuletzt gute Freunde und eine Familie, die so ein Hobby über eine lange Strecke mittragen.

Frisch aus  
**ct Nerdistan**

## Die Story

Wingman erzählt im Star-Wars-Universum die Geschichte eines Geschwaders aus X-Wing- und Y-Wing-Fliegern der Rebellenallianz, die ein imperiales Shuttle überfallen. Dabei kommt ihnen eine Es-korte aus TIE-Fightern in die Quere. Am Ende sind der X-Wing-Pilot Arren und sein Flügelmann Ross auf sich gestellt, um gegen eine Übermacht imperialer Jäger zu bestehen. Nicht die Jedi, sondern die Jägerpiloten der Rebellenallianz stehen im Mittelpunkt. Im Kampf gegen das übermächtige galaktische Imperium kämpfen sie zahlenmäßig unterlegen aus dem Hinterhalt. Die Szenen wirken düster, die Farben sind gedeckt – ein starker Kontrast zur farbenfrohen Star-Wars-Welt von Disney. Wingman nimmt das Kriegsthema auf und nimmt es ernst. Am ehesten ist er mit dem Film „Rogue One: A Star Wars Story“ und der Disney-Serie „Andor“ vergleichbar.

Das Ergebnis wirkt schneller und düsterer als in Star Wars, bleibt stilistisch aber nahe am Original und passt so ins Story-Universum. Die Effekte der Raumschlacht und die nachgebauten Cockpits sind Szenen aus dem allerersten Star-Wars-Film nachempfunden. Die TIE-Fighter haben flache Flügel wie im Original von 1977. Das imperiale Shuttle stammt aus „Die Rückkehr der Jedi-Ritter“ von 1983. Prequels und Sequels, Animations- und Realfilmserien späterer Tage finden nicht statt. Einzig beim 1993 für PC veröffentlichten Weltraumflugsimulator „Star Wars: X-Wing“ von LucasArts nimmt sich der Film einige Anleihen: Dessen Darstellung der Schildgeneratoren findet sich in den Cockpits von Wingman wieder.

Kluge Selbstbeschränkung ließ das Projekt nicht in alle Richtungen explodieren: Die Story spielt sich ausnahmslos im Weltraum ab. Es gibt im gesamten Film keine Szene in einer Fliegerbasis oder auf einem Sternzerstörer und keine anschließende Ehrung wie am Ende des Originals nach zerstörtem Todesstern im Thronraum auf „Yavin IV“. Das hält den Produktionsaufwand in einem überschaubaren Rahmen. Szenen in den Cockpits wechseln sich mit visuellen Effekten ab.

## Viele Stunden Handarbeit

In dem Film stecken dennoch unzählige Arbeitsstunden. „Wären alle Leute sinnvoll bezahlt worden, hätte er eine Viertel-million Euro gekostet. Die große Überschrift war ‚Micha und seine Freunde machen einen Film‘“, sagt der Filmema-

cher im Gespräch mit c't. „Alle Darsteller sind persönliche Freunde. Niemand wurde gecastet, nichts wurde ausgeschrieben.“ Das Projekt lebte vom Engagement aller Beteiligten. Keiner der Mitwirkenden hat eine professionelle Ausbildung, niemand war Schauspieler. Nur der Kameramann Alexander Woydich ist Fotograf und kennt sich außerdem mit Tonbearbeitung aus.

Insgesamt kostete der Film schmale 3500 Euro. Die vier Sets des Films – drei Cockpits und ein paar verstellbare Wände, vor denen eine Boarding-Crew zusammensteht – bauten die Hobbyfilmer aus dem, was gerade zur Hand war, aus Dachlatten und alten Regalen, Sperrholzplatten und Pappe. Die blinkenden Lichter im Cockpit: eine Weihnachtsbaumkette für 3 Euro. Die Kulissen kosteten insgesamt 2000 Euro. Die beiden Komponisten Angela Hinz-Marica und Subhang Narasimhan erhielten jeweils 500 Euro Aufwandsentschädigung. Der Soundtrack findet sich mittlerweile bei Spotify.

Die Effekte erstellte Michael Koepff alleine und ohne fremde Hilfe auf einem zehn Jahre alten PC. Wie man mit Blender 3D-Objekte baut, texturiert und animiert, brachte er sich autodidaktisch über YouTube und andere Quellen bei. Sein Rechner enthielt einen Intel Core i5 Quad-Core-Prozessor mit 3,4 GHz, 32 GByte Arbeitsspeicher und zwei Grafikkarten des Typs Nvidia GeForce GTX 1070 – nicht gerade eine Renderfarm. Er reichte aber offenbar aus, um den Film in 1080p-Auflösung mit 24 Bildern pro Sekunde zu rendern, auch wenn es in einigen Fällen bis zu einer halben Stunde dauerte, ein einzel-

## c't kompakt

- Im Alleingang baute Michael Koepff in Blender die visuellen Effekte für einen 50-minütigen Fanfilm.
- Die Rechte an Star Wars hält der Unterhaltungskonzern Disney. Um so einen Film veröffentlichen zu dürfen, muss man einige Regeln beachten.
- Um über so einen langen Zeitraum ein derart monumentales Projekt zu stemmen, braucht man neben Durchhaltevermögen und Unterstützung noch einige andere Zutaten.

nes Frame zu errechnen. Renderzeit und Speicherbedarf für 4K wären zu hoch gewesen. Als Betriebssystem setzt Koepff Linux Mint ein. Darauf arbeitete er mit der Blender-Version 2.79.

Während der Produktion erschien zwar Blender 3.0 mit vielen Neuerungen. Der Version 2.79 blieb Koepff aber treu, zum einen um sich nicht mitten im Film in eine neue Software einzufüllen zu müssen, zum anderen, um sicherzugehen, dass wichtige Funktionen nach dem Update weiterhin funktionieren würden. Auch beim Backup ging er auf Nummer sicher: Die Daten für den Film sicherte er auf vier verschiedenen Datenträgern, damit ja nichts verloren ginge.

Eine Herausforderung bestand darin, über den langen Zeitraum von sechs Jah-

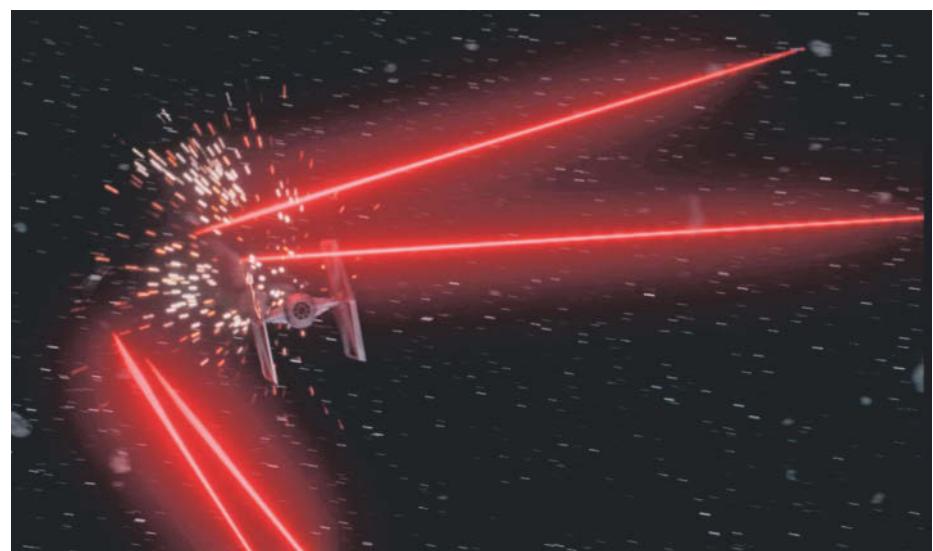


Bild: Michael Koepff

Der 50-minütige Star-Wars-Fanfilm „Wingman – An X-Wing Story“ ist auf YouTube zu sehen. Er entstand größtenteils in Michael Koepffs Keller in Karlsruhe.

ren konsistent zu bleiben und Erzähltempo sowie Bildstil beizubehalten. Solche Fanprojekte scheitern nicht selten, weil sie zu langfristig angelegt sind, und sich technische Standards ändern, beispielsweise zehn Jahre nach Start der Dreharbeiten völlig anderen Auflösungen und Optiken üblich sind.

## Modelle und Texturen

Die 3D-Objekte für die Raumschlacht musste Koepff nicht selbst bauen. Passende Modelle stehen in Hülle und Fülle zur Verfügung: „Es gibt tonnenweise Online-bibliotheken mit kostenlosen Assets in allen Qualitätsstufen“, sagt Koepff im Gespräch mit c't. Nicht alle sind jedoch für Blender gemacht. Die für Wingman verwendeten Modelle entstanden ursprünglich in der Autodesk-Software 3ds Max. Koepff hat sie in die Open-Source-Software importiert und aufwendig nachgebaut. Denn Blender arbeitet mit Vierecken als Flächenform, die Max-Modelle mit Dreiecken. Der Grund: „Ich wollte meine Modelle beeinflussen und zerstören. Daher brauchte ich eine Topologie, die ich verstehe und manipulieren kann“, so der Filmmacher. Die nachgebauten Modelle konnte er nach Belieben zerbeulen und zerstören. So geschah es mit einem TIE-Fighter, der über den Verlauf des Films komplett vernichtet wurde.

Die Texturen beispielsweise für den X-Wing erstellte der Hobbyfilmer in Photoshop. Blenderwickelt das Gittermodell zunächst vom 3D-Objekt ab, als wäre es ein Papierbastelbogen. Diesen Bogen importierte er in die Bildbearbeitung. Farbige Flächen versah er mit Texturen aus Flecken und Kratzern aus Quellen wie textures.com, um ihnen den klassischen Charme eines Star-Wars-Raumschiffs zu verleihen. „Daran habe ich ewig gebastelt. Heute würde ich es mit Substance Painter oder dem neuen Blender machen“, resümiert er.

## Animation und Effekte

Über die ersten drei bis vier Jahre war das Projekt eine One-Man-Show, in der Koepff an den Animationen tüftelte. Einige Jahre zuvor experimentierte er bereits mit einer älteren Version von Blender. „Die war damals noch katastrophal zu bedienen mit Schaltflächen, die zwei oder sogar drei Funktionen hatten“, erinnert er sich. Spätere Versionen waren benutzerfreundlicher und mit ihnen kamen erste Testballons zustande, die seinen Ansprüchen genügten.

Der Abspann jedes neueren Science-Fiction-Films listet endlose Reihen an VFX-Spezialisten. Um die vielen Effektszenen im Alleingang stemmen zu können, vereinfachte Michael Koepff das Setting, die Texturen und die Animation. Der Weltraum bot eine dankbare Kulisse: Es reichte ein Hintergrund aus Sternen, die sich aufgrund der extremen Distanz nicht mitbewegen. Der Film zeigt außerdem ausschließlich Objekte mit statischer harter Oberfläche, die sich in der Bewegung also nicht verändern. „Ein Pferd zu animieren wäre höllisch mehr Aufwand“, erklärt der Filmmacher. Eine Minute Animation zu erstellen, dauerte aber auch so über einen Monat.

Als aufwendig erwiesen sich die Zerstörungsmodelle. Wenn Teile eines Raumschiffs abgesprengt werden, schauen beispielsweise Drähte heraus. „Ich hab versucht, die Szenen auf das zu reduzieren, was ich darstellen kann, im Zweifel weniger zu wollen, das dann aber gut zu machen“, sagt er. Wo möglich, ging er Kompromisse ein, um Aufwand und Zeit zu sparen: „Der Film ist so schnell geschnitten, da achtet niemand drauf, ob Polygone zu sehen sind.“ Die Blitzeffekte in zerbrochenen Modellen erzeugte er, indem er Lichtquellen in den Modellen platzierte und flackern ließ, sodass sie von den innen liegenden Flächen reflektierten.



Für die Dreharbeiten baute Koepff mit Freunden aus Sperrholz, Regalen und Lichterketten ein X-Wing-Cockpit. Auch Anzug und Helm sind selbstgebaut.

Ein gewisses Maß an Erfahrung erforderte die Entscheidung, wo die virtuelle Kamera stehen musste. Sie muss im weitgehend nachtschwarzen Raum bei den immer gleich aussehenden Raumschiffen und schnellen Bewegungen Orientierung bieten, statt Chaos anzurichten. Die Raumschiffe sahen in frühen Versuchen aus, als würden sie rückwärts fliegen, weil die Kamera ungünstig stand.

## Die Dreharbeiten

Erst nach einigen Jahren digitaler Tüftelei ging es an die Dreharbeiten. Schulfreund Marv Bührer kam hinzu, um anhand des Storyboards das Skript mitzuentwickeln. Der Plot umfasste zuerst nur die zweite Hälfte, in der die beiden X-Wing-Piloten Arren und Ross alleine sind. Mit der Zeit wuchs das Projekt.

Am Set fanden sich schließlich 22 Leute ein: vier hinter den Kulissen, der Rest vor der Kamera. Wer gerade keine andere Aufgabe hatte, half das Set umzubauen und kümmerte sich um Spezialeffekte, verdeckte dafür ein Stroboskop mit einem Stück Pappe oder zog eine Lampe am Cockpit vorbei.

Ein Set für mehrere Personen hätte nicht in den Raum gepasst. Außenaufnahmen, die gutes Wetter voraussetzen, hätten zu viel Zeit beansprucht. Der Mehraufwand für einen Briefing-Raum wäre zu groß geworden. Gedreht wurde nahezu ausschließlich in Cockpits. Pia Haller und Michael Koepff bastelten drei Fliegeranzüge, darunter ein orangener. Sie nähten dafür 20-Euro-Overalls um und verbastelten sie mit alten Schutzwesten.

Einige Szenen kamen erst hinzu, als der Rest schon fertig gedreht war. Eine Sequenz mit TIE-Bombern war ursprünglich nicht eingeplant, ebenso wenig die posttraumatische Flashback-Momente des schweigsamen Piloten Ross. Nachdrehen fielen wiederum aus, denn ihre Kulissen haben die Filmer gleich nach dem Dreh weggegeben. Es fehlte der Platz, sie aufzuheben: „Das Cockpit des U-Wing, mit dem die Piloten das Shuttle boarden, war riesig“, erinnert sich Koepff. Das X-Wing-Cockpit ging so zum Beispiel an das inoffizielle Star-Wars-Museum „Stars of the Galaxy“ in Mönchengladbach.

Statt nachzudrehen, verwandte Koepff einzelne Szene drei- oder viermal. Einiges lehrte erst die Erfahrung: „An Reaktionen haben wir nicht gedacht: Der Adressat im Dialog schaut zur Seite, um zuzuhören. Da musste ich aus den An-

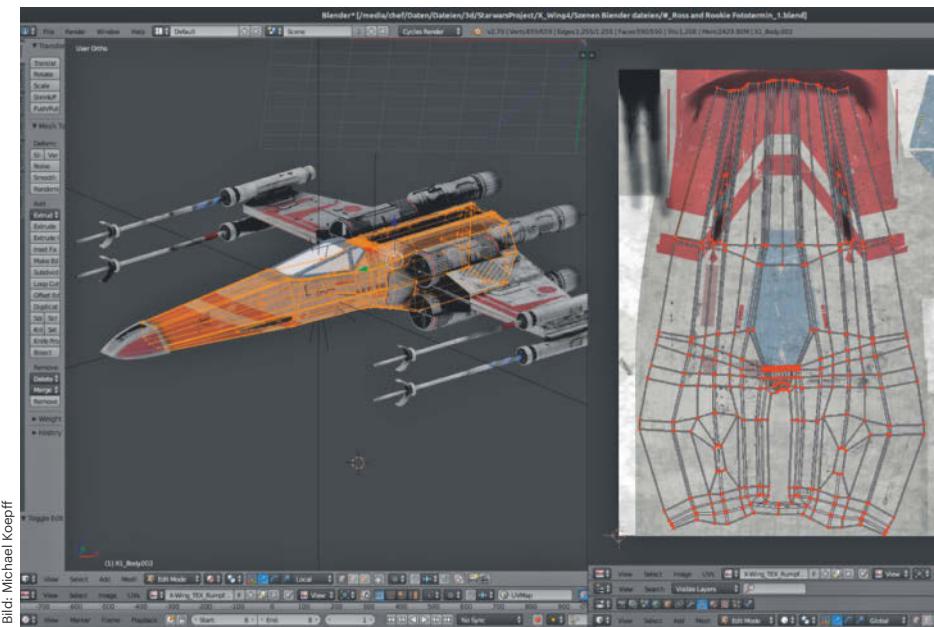


Bild: Michael Koepff

**Die Oberfläche des X-Wing-Jäger lässt sich in Blender wie ein Bastelbogen auseinanderklappen und in einer Bildbearbeitung mit Texturen belegen.**

schnitten, wenn jemand sagt ‚Kamera läuft‘ oder die Regie gerade redet, Szenen herausholen, die nie dafür gedacht waren, tatsächlich verwendet zu werden.“

GEDREHT WURDE IN 4K MIT EINER DSLR-KAMERA, EXPORTIERT IN 1080P. SO BLIEB SPIELRAUM FÜR AUSSCHNITTE. DIE ROHDATEN UMFASTEN AM ENDE ETWA EIN TERABYTE. HINZU KAM NOCH EINMAL ETWA DASSELBE AN 3D-DATEN. GESENNT WURDE MIT DaVinci Resolve AUF EINEM WINDOWS-PC, WEIL DIE LINUX-VERSION VON RESOLVE EINEN WICHTIGEN CODEC NICHT UNTERSTÜTZTE. DER UNKOMPRIMIERTE FILM IM MXF-FORMAT (MATERIAL EXCHANGE FORMAT) UMFASTTE AM ENDE 130 GIGABYTE.

## Die Soundeffekte

Die Soundbibliothek eines alten Star-Wars-Computerspiels mit anderthalb GByte MP3-Dateien steuerte die klassischen Star-Wars-Geräusche bei. Die Immersion machen daneben aber auch kleine Dinge aus, der sogenannte Foley-Sound. Der auf den Soundspezialisten Jack Foley zurückgehende Begriff fasst unspektakuläre Geräusche wie Schritte oder quietschende Türen zusammen.

Der gesamte Film wurde am Ende nachsynchronisiert, weil die Schauspieler keine Profis sind und kein akzentfreies Englisch sprachen. Über soziale Medien startete Koepff einen Aufruf, auf den sich unter anderem ein Hörbuchsprecher und ein Sportkommentator aus den USA fanden, die bereit waren, unentgeltlich am

Projekt mitzuwirken. Regieanweisungen erhielten sie über Telefon. Den Hauptdarsteller sprach Koepff schließlich doch selbst ein, weil den Audiodateien des angeheuerten Sprechers die nötige Qualität fehlte.

Kameramann Woydich bearbeitete schließlich die Tonspuren, gab den Stimmen im Equalizer Raum, damit sie sich gegenüber den Soundeffekten durchsetzen.

## Rechte an der Marke

Über solchen Projekten schwebt immer das Damoklesschwert, dass es Ärger mit dem Rechteinhaber Disney gibt. „Wenn

die den Film blöd finden, können sie einfach einen Riegel verschieben“, gibt Koepff zu bedenken. Die Menge an existierenden Fanfilmen ist jedoch ein gutes Indiz dafür, dass so etwas eher selten passiert.

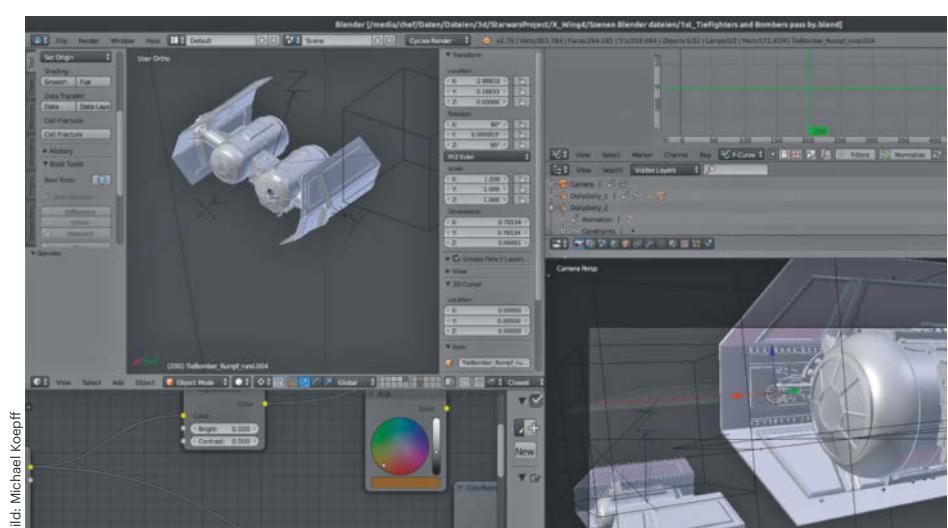
Allerdings tun Fanfilmer gut daran, sich an einige Regeln zu halten: Die wichtigste besagt, dass der Film keinen Profit abwirft. „Wingman“ ist auf YouTube nicht monetarisiert. Auch Kickstarterkampagnen sind nicht erlaubt. Darüber hinaus müssen sich Fanfilmer dezidiert von Lucasfilm distanzieren, um nicht den Eindruck zu erwecken, es handele sich um ein offizielles Produkt. Schließlich dürfen sie nicht den Originalsoundtrack verwenden. Einige Fanfilme haben zwar Regeln gebrochen, indem sie beispielsweise Originalfilmmusik anklingen lassen. Damit steigt aber das Risiko einer Abmahnung immens.

## Weitere Projekte

Das Ende des Films bleibt offen, eine Fortsetzung soll es jedoch nicht geben. „Mit dem Filmemachen habe ich aber Blut geleckt“, sagt Koepff. Er kann sich ein weiteres Filmprojekt vorstellen. Mit Star Wars soll es nichts zu tun haben, wohl aber mit der Fliegerei: „Es könnte in den Vierzigerjahren spielen: mit Propellerflugzeugen, so etwas in der Art.“ Die Chancen scheinen gut zu stehen. Technisches Know-how, Gespür für eine gute Story und das nötige Durchhaltevermögen für ein monumentales Fanprojekt hat die Filmcrew immerhin bewiesen.

(akr@ct.de) ct

**Wingman und andere Fanfilme:**  
[ct.de/ydcy](http://ct.de/ydcy)



**Auch die Animation entstand in der freien 3D-Software Blender. Ein wichtiges Detail ist die Wahl der Kameraperspektive (links unten).**



# Funknachrüstung

## Mit Festnetztelefonen zu Hause mobil telefonieren

**Festnetzanschlüsse werden immer teurer. Viele ältere Menschen möchten aber nicht auf den viel günstigeren Mobilfunk umsteigen, weil sie sich mit Smartphones schwertun. Die Lösung: Mit wenig Aufwand kann man vorhandene Analog- oder DECT-Telefone via Router mit dem Mobilfunk verbinden und wie gewohnt nutzen. Auf diese Weise lässt sich viel Geld sparen.**

Von Urs Mansmann

**D**ECT-Telefone mit großen Tasten bleiben Verkaufsschlager. Vor allem Senioren schätzen die einfach zu bedienenden Geräte ohne Schnickschnack. Allerdings sind reine Telefonanschlüsse in den vergangenen Jahren immer teurer geworden. Der günstigste Anschluss bei der Telekom kostet für Neukunden 27,95 Euro monatlich und umfasst lediglich eine Flatrate ins Festnetz. Der Internetanschluss mit 16 Mbit/s und 100 Gigabyte Freivolumen im Monat gehört zum Anschluss dazu, ob man ihn braucht oder nicht.

Reine Festnetztelefonanschlüsse werden neu nicht mehr geschaltet. Technisch wäre das problemlos möglich, aber offenbar will die Telekom für die immer kleiner werdende Gruppe der Nur-Telefonierer

die dafür erforderliche VoIP-Vermittlungstechnik nicht mehr vorhalten. Wer einen Anschluss will, bekommt nur noch DSL, der Telefonanschluss ist eine Dreingabe.

Alternativen dazu gibt es nicht mehr, auch bei den Konkurrenten der Telekom kann man Telefonanschlüsse in aller Regel nur noch in Kombination mit einem Internetzugang buchen und bezahlt dann mindestens 24 Euro im Monat.

Wer den Internetanschluss auch für andere Zwecke nutzt, beispielsweise fürs Streaming von Fernsehprogrammen, fährt mit solchen Kombiangeboten natürlich gut. Für Kunden, die darüber nur telefonieren wollen, sind die Angebote aber zu teuer und durch die fehlende Flat-

rate in die Mobilfunknetze nur eingeschränkt nutzbar.

## Mobilfunk-Schnäppchen

Vergleicht man die Preise mit reinen Mobilfunkangeboten, reibt man sich die Augen: Mobilfunkanschlüsse inklusive Allnet-Flats, also nicht nur ins Festnetz, sondern auch in alle deutschen Mobilfunknetze, kosten bei den Discountern gerade einmal 5 Euro im Monat und damit nur einen Bruchteil dessen, was ein Festnetzanschluss kostet. Auch das Freivolumen ist so dimensioniert, dass man als Nur-Telefonierer nicht das Gefühl bekommt, man subventioniere den Anbieter.

Die Einführung von Voice over LTE (VoLTE) hat die Sprachqualität in den Mobilfunknetzen dramatisch verbessert. Sie schlägt inzwischen sogar die der HD-Telefonie in den Festnetzen, auch weil in Smartphones viel mehr Rechenleistung für qualitativ hochwertige Codecs bereitsteht. Da sich Mobilfunkkunden nicht mit der Frage herumschlagen wollen, was ein Gespräch zu welcher Vorwahlnummer kostet, sind nationale Gespräche in alle Netze, ob Festnetz oder Mobilfunk, in den meisten Tarifen enthalten.

## Senioren ziehen Festnetztelefone vor

Ein Umstieg auf ein Smartphone kommt für viele ältere Menschen aber nicht infrage. Sie sind in vielen Fällen mit der Bedienung des Geräts überfordert oder möchten gerne weiterhin ihr gewohntes DECT-Telefon mit den großen Tasten und dem beleuchteten Display nutzen, das sie sicher beherrschen.

Moderne Mobilfunkrouten für den Hausgebrauch können diese zwei Welten zusammenführen. Sie nutzen das Mobilfunknetz über LTE, beherrschen für Telefonie den Standard VoLTE und bieten Anschlussmöglichkeiten für analoge und DECT-Telefone. Router ohne 4G sind für den vorgesehenen Festnetztelefonsatz nicht zu gebrauchen. Die Tonqualität im 2G-Mobilfunknetz (GSM) ist erheblich schlechter als über VoLTE; mittelfristig wird das technisch hoffnungslos veraltete 2G-Netz abgeklemmt werden, um mehr Kapazität für 4G- und 5G-Netze zu schaffen.

Wie Handys benötigen solche VoLTE-Router eine SIM-Karte für den Zugang zum Mobilfunknetz und haben einen Slot, in den diese gesteckt wird. Falls die SIM mit einem PIN-Code geschützt ist, muss dieser über das Benutzerfrontend des

Routers eingegeben werden, das Gerät speichert den PIN-Code auf Wunsch, sodass dieser bei einem Neustart nicht wieder eingegeben werden muss. Mit einer eSIM können diese Geräte bislang nichts anfangen.

Die Auswahl der Geräte, die VoLTE beherrschen, ist klein: AVM bietet diese Funktion bislang lediglich in den Fritzboxen 6850 LTE (175 Euro) und 6850 5G (500 Euro) an. Setzt man die Geräte nur für Telefonie ein, bringt die 5G-Version keine Vorteile, die viel günstigere LTE-Variante reicht dafür vollkommen aus.

Günstiger als die Fritzbox sind die Router von TP-Link (TL-MR6500v) und Tenda (N300 WiFi 4G VoLTE). Anders als bei der Fritzbox ist in diesen Routern aber keine DECT-Basisstation enthalten. Will man ein DECT-Telefon anschließen, muss dieses eine eigene Basisstation haben, die ihrerseits per Kabel über einen Analoganschluss mit dem Router verbunden wird. Das ist heutzutage keine Selbstverständlichkeit mehr, viele DECT-Telefone werden nur mit Ladeschale verkauft.

Die externe Basisstation klingt nach einer kleinen Nichtigkeit, hat aber für die Tonqualität erhebliche Konsequenzen. Direkt mit einer Fritzbox verbundene DECT-Geräte können über die Funk Schnittstelle HD-Voice-Codecs wie G.722 nutzen. Verbindungen darüber laufen typischerweise mit einer Audiobandbreite von 7 kHz. Über den Analoganschluss der Router gehen hingegen nur maximal 3

kHz. Den um mehr als eine Oktave geringeren Tonumfang kann man sehr deutlich als fehlende Höhen wahrnehmen. Gerade aber für Menschen mit eingeschränktem Gehör ist eine gute Übertragungsqualität besonders wichtig.

Wenn Sie ein DECT-Telefon mit analoger Basis mit einer Fritzbox verbinden wollen, sollten Sie dafür nicht den Analoganschluss nutzen, sondern das DECT-Mobilteil direkt mit der Fritzbox koppeln. Melden Sie das Mobilteil dazu bei der analogen DECT-Basisstation ab und bei der Fritzbox per DECT an. Nur dann kann das Mobilteil die HD-Voice-Codecs der Fritzbox nutzen und den Qualitätsvorteil der VoLTE-Verbindung ausspielen. Das Ummelden kann allerdings dazu führen, dass sich das Menü des Mobilteils verändert, und es kappt den Zugriff auf in der Basisstation gespeicherte Telefonnummern. Sie müssen Rufnummern dann entweder im Mobilteil oder besser in der Fritzbox neu speichern. Eventuell wird das Telefonbuch dann anders bedient und die Nutzer müssen umlernen.

## Günstige Mobilfunktarife

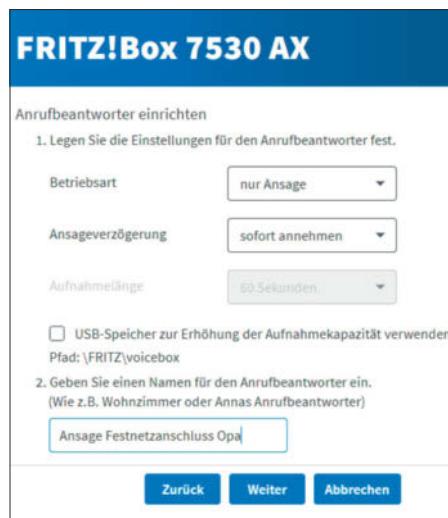
Der Preisvorteil entsteht durch die Wahl des richtigen Mobilfunktarifs. In der Tabelle auf S. 130 haben wir günstige Telefonarife mit einer Allnet-Flat für Telefonie aufgeführt. Zunächst einmal sollten Sie feststellen, welche Netze am Anschlussort verfügbar sind. Je besser deren Signal ausfällt, desto stabiler wird auch die Telefonverbindung darüber sein. Die größte Auswahl an Tarifen haben Sie im O2-Netz, hier können Sie sogar zwischen Prepaid- und Laufzeittarifen wählen. Das teuerste Netz für Nur-Telefonierer ist Vodafone; das billigste Angebot, das wir hier gefunden haben, kostet 8 Euro in vier Wochen, im Telekom- und O2-Netz zahlen Sie mit den günstigsten Angeboten nur 5 Euro.

Laufzeittarife haben den Vorteil, dass Sie sich nicht ums Guthaben kümmern müssen. Allerdings könnten Verbindungen zu teuren Mehrwertdiensten oder ins Ausland erheblich ins Geld gehen. Sie sollten unerwünschte Verbindungen deshalb im Router sperren. Wenn Sie die Anwahl der Vorwahlen 00, 0900, 0700, 018 und 019 unterbinden, kann kaum mehr etwas passieren. In der Fritzbox ist das kein Problem, aber in den Geräten von TP-Link und Tenda ist eine solche Sperre nicht vorgesehen.

Bei Prepaidtarifen können Sie andere nur anrufen, solange Sie genug Guthaben



**Auf der Fritzbox kann man Telefonapparaten mehrere Rufnummern zuordnen und darüber eingehende Anrufe annehmen. Mobilfunk- und VoIP-Rufnummern behandelt die Logik dabei gleichwertig.**



**Eine Ansage für eine bei einem VoIP-Anbieter geparkte Festnetzrufnummer lässt sich im Handumdrehen einrichten. Sie benötigen dazu nur einen Router mit Internetzugang und die VoIP-Zugangsdaten.**

auf dem Konto haben, sodass der Tarif nach dem Ablauf von vier Wochen erneut gebucht werden kann. Das geschieht am bequemsten online im Kundencenter des Anbieters. Dort können Sie das verfügbare Guthaben abfragen und bei Bedarf aufladen. Über eine Aufladeautomatik können Sie auch automatisch abbuchen lassen, sodass immer genug Geld auf dem Prepaidkonto liegt. Damit unterlaufen Sie aber möglicherweise die Kostenkontrolle des Prepaidkontos.

Ein guter Kompromiss ist der Jahrestarif von Nettokom (O2-Netz): Für 80 Euro im Jahr, also umgerechnet rund 6 Euro im

Monat, bietet er eine Telefonflatrate. Hier reicht es, wenn Sie einmal im Jahr kurz vor dem Stichtag das Guthaben aufladen, öfter müssen Sie sich um diesen Vertrag nicht kümmern. Das ist zwar ein wenig teurer als die günstigsten Angebote, dafür aber auch komfortabler.

### Die Festnetznummer retten

Bleibt noch ein Problem: Die bisherige Festnetznummer ist über einen Mobilfunkanschluss nicht mehr erreichbar. Zwar gibt es Mobilfunktarife mit Festnetznummer, die sind aber recht teuer. Wenn Sie auf die Festnetznummer nicht verzichten wollen, beispielsweise weil dort immer noch viele Verwandte und Freunde anrufen, sollten Sie sich dafür einen VoIP-Anbieter suchen. Kostenlose VoIP-Anschlüsse bekommen Sie beispielsweise bei Bellsip, Fonial oder VoIP2GSM.

Um die Nummer zu retten, sollten Sie den alten Festnetzanschluss keinesfalls selbst kündigen, sondern das dem VoIP-Anbieter überlassen, für den Sie sich entschieden haben. Dort müssen Sie bei Ihrer Bestellung die Portierung der Festnetznummer beauftragen. Sobald diese am Vertragsende erledigt ist, ist die Rufnummer nur noch über VoIP erreichbar.

Eine Rufumleitung vom VoIP-Anschluss auf den Mobilfunkanschluss ist zwar technisch kein Problem, kann aber ins Geld gehen, denn die VoIP-Anbieter berechnen bei Rufumleitungen jede Gesprächsminute. Nutzen Sie eine Fritzbox, können Sie das VoIP-Konto dort eintragen und mit dem Analogtelefon nutzen: Eingehende Telefonate sind dann kostenlos. Ausgehende Anrufe über das VoIP-Konto

laufen zu lassen, ist grundsätzlich möglich, wird dann aber zu den Tarifen des VoIP-Anbieters abgerechnet. Für ein- und ausgehende VoIP-Telefonate muss der Mobilfunktarif Internetvolumen vorhalten, rechnen Sie etwa mit 1 MByte pro Gesprächsminute. Nutzen Sie einen der anderen Router, bietet es sich an, eine ebenfalls kostenlose Ansage zu schalten, der die neue Mobilfunknummer zu entnehmen ist. Das können Sie entweder beim VoIP-Anbieter veranlassen oder auf einem beliebigen VoIP-Router, auf dem Sie dazu lediglich den VoIP-Account und einen zusätzlichen Anruferbeantworter für die Ansage einrichten müssen.

Das TP-Link-Gerät kann nur entweder VoLTE, also Mobilfunk oder VoIP, aber nicht beides gleichzeitig. Wenn Sie die Kommunikation komplett auf den Mobilfunk umstellen können und mit der minderen Tonqualität eines Analoganschlusses zureckkommen, ist das Gerät von TP-Link eine günstige Alternative zur leistungsfähigeren, aber auch teureren Fritzbox.

Das Gerät von Tenda kann nur VoLTE. Die Telefoniefunktion ist bei diesem Router absolut rudimentär, konfigurieren lässt sich an dem Anschluss nichts. Eingehende Rufe werden mit einer führenden „49“ statt „0“ angezeigt. Zudem empfanden wir bei einem Praxistest die Sprachqualität als sehr mäßig. Zu allem Überfluss waren die Signalflanken der Funkaussendungen der DECT-Basisstation deutlich im Gespräch zu hören, wenn wir sie zu nahe am Router platzierten.

### Fazit

Senioren, die an ihrem Festnetzanschluss hängen, werden mit knapp 30 Euro pro Monat zur Kasse gebeten. Ein günstiger Mobilfunkvertrag spart demgegenüber im Monat rund 25 Euro. Die Anschaffungskosten für eine Fritzbox 6850 LTE hat man durch diese große Differenz schon nach sieben Monaten wieder ausgeglichen und mit VoIP bleibt man auch ohne Festnetzanschluss über seine gewohnte Rufnummer erreichbar.

Wer eine günstigere Lösung sucht, kann auch zum Router von TP-Link greifen. Vieltelefonierer sollten aber eher die Fritzbox wählen, die mit eigener DECT-Basis eine viel bessere Sprachqualität bietet, zahlreiche Zusatzfunktionen wie einen eingebauten Anruferbeantworter aufweist und einen vorhandenen VoIP-Anschluss einbinden kann.

(uma@ct.de)

## Günstige Mobilfunktarife mit Allnet-Flatrate für Telefonie (Auswahl)

Anbieter	Congstar	Drillisch	Kaufland	Lebara	Nettokom	Otelo	Penny Mobil
Tarif	Prepaid wie ich will	Discotel 3 GB	Smart XS	Hello! XS Plus	Jahrespaket	Smart XL	6-Monats-Paket
URL	congstar.de	discotel.de	kaufland-mobil.de	lebara.de	nettokom.de	otelo.de/prepaid	pennymobil.de
Netz	Telekom	02 / 1&1	Telekom	02	02	Vodafone	Telekom
Tarifart	Prepaid	Laufzeit	Prepaid	Laufzeit	Prepaid	Prepaid	Prepaid
enthaltenes Datenvolumen	1 GByte	3 GByte <sup>1</sup>	1 GByte	10 GByte	20 GByte	3 GByte	8 GByte
Laufzeit	4 Wochen	1 Monat	4 Wochen	1 Monat	12 Monate	4 Wochen	6 Monate
Mindesvertragslaufzeit	4 Wochen	1 Monat	4 Wochen	24 Monate	12 Monate	4 Wochen	6 Monate
einmalige Kosten	9,99 €	19,99 €	9,99 €	15 €	79,98 €	4,95 €	29,95 €
Startguthaben	10 €	–	10 €	–	10 €	–	30 €
monatliche Kosten	5 €	4,99 €	4,99 €	4,99 €	– (rechnerisch 5,83 €/Monat)	7,95 €	– (rechnerisch 4,99 €/Monat)

<sup>1</sup> mit Datenautomatik, die zusätzliche Kosten verursachen kann

Was ist der

**Hype**

wirklich wert?



**ct 3003** Newsletter



In Hype nehmen Keno und Lukas Tech-Trends genau unter die Lupe!

Jetzt **KOSTENLOS** abonnieren:  
[ct.de/hype](http://ct.de/hype)





Bild: Collage ct

# Tarife, Tickets, Tramfahrten

**Warum es so viele ÖPNV-Apps gibt, woher sie ihre Daten nehmen und wie die Zukunft der Tarifzonen aussehen könnte**

**Unzählige Apps bieten sich als Helferlein an, um durch den ÖPNV zu navigieren. In Deutschland haben viele Verkehrsverbünde ihre eigene App und ihr eigenes Tarifsystem. Wir erklären, wie das alles zusammen spielt und wo es klemmt.**

**Von Greta Friedrich, Markus Montz und Sylvester Tremmel**

**V**on „mona“ im Allgäu bis zum NAH.SH in Schleswig-Holstein betreiben viele deutsche ÖPNV-Verbünde eigene Apps. Nach Schätzung des Verbands Deutscher Verkehrunternehmen (VDV) sind es über 100. Außerdem gibt es etliche überregionale ÖPNV-Apps, sowohl von Verkehrsunternehmen als auch von Dritten. Was Fahrpläne, Fahrzeuge und Verspätungen angeht, kennen sich viele Anwendungen ähnlich gut aus.

Dieser Wildwuchs wirft Fragen auf: Sind die Apps alle auf dem gleichen Informationsstand? Warum haben viele Verkehrsverbünde ihre eigene App oder gar mehrere? Nach unserer Marktübersicht zum Thema ÖPNV-Apps (c't 4/2024, S. 106) [1] widmen wir uns den

technischen und organisatorischen Hintergründen.

## **Regionale, überregionale, (inter-)nationale Apps**

Ein Grund für den Wust an Verbünden und ÖPNV-Apps ist laut VDV-Sprecher Eike Arnold, dass der ÖPNV Ländersache ist. Die Länder wiederum haben die Verkehrsverbünde häufig regional organisiert, gemeinsam mit den Landkreisen, und viele Verbünde haben ihre eigenen Systeme für Tarife und Apps zugeschnitten. Tolga Otkun, Sprecher des hannoverschen Verkehrsverbunds GVH, nennt einen weiteren Grund: „Unsere App ist nicht nur wesentliches Auskunftsmedium für unsere Kunden, sondern mittlerweile ein etablier-

## c't kompakt

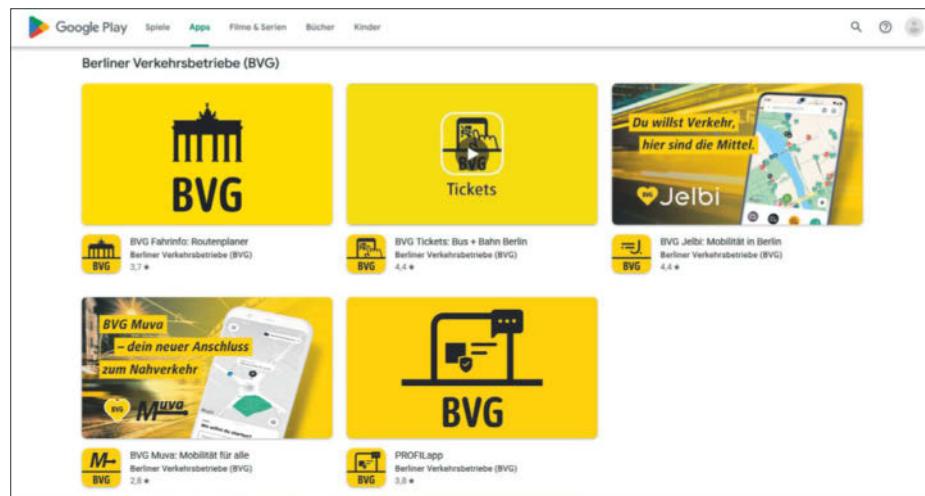
- Verkehrsverbünde, Regionen, Bundesländer und Bahnunternehmen betreiben eigene ÖPNV-Apps.
- Mit gemeinsamen Datenpools können Apps auch auf die Fahrplandaten anderer Verkehrsverbünde zugreifen.
- Die Vielzahl der Tarifsysteme in Deutschland stellt App-Entwickler vor Herausforderungen.

ter Vertriebskanal.“ Im Vergleich zu 2019 habe sich der Anteil der App an den GVH-Ticketverkäufen mehr als vervierfacht: von 4 % im Jahr 2019 auf 17 % in 2023. Damit sei die App mittlerweile der zweitwichtigste Vertriebskanal. Deutlich mehr Tickets (48 % in 2023) würden nach wie vor per Automat gekauft.

ÖPNV-Anbieter integrieren oft regionale Besonderheiten und lokale Dienste in ihre Apps, beispielsweise Bedarfsverkehre, etwa Rufbusse, oder ortsansässige Carsharing-Anbieter. Außerdem können die Verbünde via App einen heimischen Bezug zu ihren Kunden herstellen. So empfängt die „Tickets & Fahrinfo“-App des Hamburger Verkehrsverbunds ihre Kunden mit „Moin – Wohin möchtest du?“ Ein weiteres Beispiel ist die App der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), in der Chatbot „Scholli“ die Nutzer mit „Tach!“ begrüßt und mit Emojis kommuniziert, ähnlich locker wie in den Marketingkampagnen der BVG.

Manche Verkehrsverbünde, besonders in größeren Städteregionen, betreiben mehr als eine App. Etwa als zeitlich beschränktes Experiment oder weil sie verschiedenen Kundengruppen unterschiedliche Angebote machen wollen. Die BVG etwa bieten mit „Jelbi“ eine umfangreiche App, die neben dem ÖPNV auch Mitfahr-, Carsharing- und E-Roller-Angebote abdeckt. Daneben haben die Berliner eine App für reine ÖPNV-Kunden; eine, über die man nur Tickets kauft; eine für die Berliner Rufbusse „Muva“ und eine weitere für Nachrichten.

Blickt man über die eigene Region hinaus, wächst die Zahl der verfügbaren Apps rapide. Viele Anwendungen decken ein größeres Gebiet ab, etwa mehrere Verbünde oder ein ganzes Bundesland. Für Sachsen und Umgebung gibt es zum Bei-



Die Berliner Verkehrsbetriebe bevölkern die App-Stores mit fünf Apps für verschiedene Zwecke.

spiel die App Moovme, für Baden-Württemberg die BWegt-App, für Bayern die App MoBY. Daneben gibt es bundesweite Apps wie den DB Navigator oder „Wohin du willst“ von der DB Regio AG, die den ländlichen Verkehr in ganz Deutschland inklusive Bedarfsverkehre wie Anrufbusse oder Anruflinientaxis abbildet. Ganz zu schweigen von etlichen Fremdanbieter-Apps wie Öffi, Moovit und Google Maps.

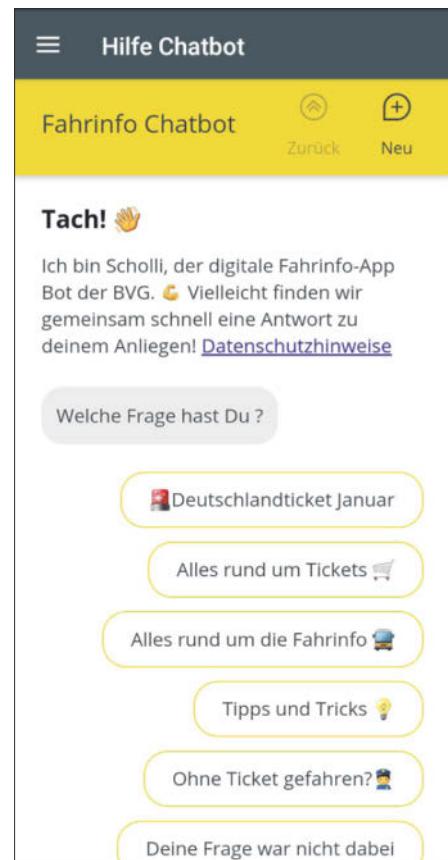
### EU öffnet Datensilos

In ihrer Heimatregion kennen sich die Apps am besten aus, mit Sollfahrplänen, Verspätungen und Verkehrsmitteln. Doch viele Anwendungen wissen auch sehr genau, was in anderen Verkehrsverbünden so fährt oder welche Verbindung ausfällt und welcher Aufzug kaputt ist. Woher haben Apps diese Daten? Google wäre zuzutrauen, unter massivem Aufwand selbst Daten zu erheben, aber kleine Apps wie „Öffi“ mit nur einem primären Entwickler können das sicher nicht.

Die Apps bedienen sich aus frei zugänglichen Datensätzen zu Streckennetzen, Fahrzeugen sowie teils auch Echtzeitverkehrsinformationen. Nachdem die Verkehrsunternehmen ihre Daten lange abgeschottet hatten, hat die EU in den Zehnerjahren eingegriffen. Öffentliche Mobilitätsanbieter müssen diese Daten seitdem über öffentlich zugängliche Schnittstellen bereitstellen und aktuell halten. Die Grundlage dafür bilden die Richtlinie 2010/40/EU zu intelligenten Verkehrssystemen und mehrere daran anschließende Verordnungen.

Der Datenaustausch klappt gut, auch weil er standardisiert ist. In Deutschland

sind beispielsweise Datenformate gebräuchlich, die der VDV definiert. Google Maps hat auch das GTFS-Format (General/Google Transit Feed Specification) weit verbreitet. Das sei nicht unbedingt zum Schaden anderer Anbieter, erklärt Dirk Esters, COO des Software-Entwicklers Hacon, gegenüber c't. Hacon entwi-



**BVG-Chatbot „Scholli“ kommuniziert mit Emojis, auch über heikle Themen wie Schwarzfahren.**



The screenshot shows the DELFI website interface. At the top, there is a navigation bar with links to 'START', 'DATENSÄTZE', 'ORGANISATION', 'SHOWCASES', 'API', 'NEWS & EVENTS', 'FAQ', 'ARCHIV', and 'ÜBER'. A 'LOGIN' button and a search icon are also present. Below the navigation, there is a banner with the text 'OPEN DATA' and a green background image of a train station. A callout box for 'Entwickler' (Developers) is visible. The main content area features three icons: a train for 'Solldaten', a grid for 'Liniedaten', and a bus for 'Haltestellen'. To the right, there is a search form with a placeholder 'Suchbegriff eingeben' (Search term) and a 'Suchen' (Search) button. The overall theme is green and modern.

## DELFI sammelt Daten zu Fahrplänen, Fahrzeugen und Haltestellen und bietet sie via API an.

ckelt unter anderem Mobilitäts-Apps, die direkt mit den Navigationsmöglichkeiten von Google Maps konkurrieren. GTFS sei zwar ein vereinfachtes, aber kein per se schlechtes Format und es sei auch für Googles Konkurrenz durchaus praktisch, dass es damit ein weiteres internationales Quasi-Standard-Format gibt, so Esters.

### APIs von DELFI und Co.

Viele Verkehrsverbünde bieten auch Programmierschnittstellen (APIs), um Daten von ihnen abzurufen. In [2] und [3] haben c't und heise online erklärt, wie App-Entwickler sich die ÖPNV-Daten erschließen können. Organisationen wie der deutsche DELFI e. V. (Durchgängige ELEktronische FahrgastInformation) führen diese Daten zusammen, sodass Entwickler nicht Dutzende regionale APIs kennen müssen. So entsteht laut DELFI-Website ein „veredelter Datenbestand sämtlicher nationaler Fahrplan-Solldaten als deutschlandweit routingfähiger Datenexport“. Auch dynamische Daten wie Prognose- und Störungsinformationen sind über DELFI und andere Schnittstellen abrufbar.

Dass trotzdem viele Apps nur innerhalb einer Region Routen finden, liegt eher am hohen Integrationsaufwand und der nötigen Performanz: Je mehr mögliche Verbindungen eine App betrachten kann, desto aufwendiger wird die Routenberechnung. Die meisten Passagiere fahren nur innerhalb eines lokalen Verkehrsverbundes. Deshalb beschränken sich gerade regionale Apps oft darauf, Verbindungen im eigenen Umkreis detailliert darzustellen. Außerhalb dessen berücksichtigen sie zum Beispiel keine Busse und Stadtbahnen, sondern allenfalls Züge.

### Der deutsche Tarifwirrwarr

So erfreulich standardisiert und offen die Situation bei Fahrtdaten ist, so chaotisch ist sie bei den Tarifsystemen. Die meisten Verkehrsverbünde haben ein eigenes, manche setzen auf Zonen, andere auf Waben oder Ringe; manche schließen Rufbusse und andere regionale Angebote ein. Meist bieten die Verbünde außerdem Tickets, die Bereiche benachbarter Tarifgebiete einschließen. Derzeit gibt es in Deutschland keine Datenbank für all die regionalen Zonen und die zugehörigen Tickets.

Überregionale Anbieter wie die Bahnunternehmen müssen daher Aufwand treiben, um auch regionale Tickets zu verkaufen – und bieten dennoch oft nicht alle Optionen. Manche Verkehrsverbünde lassen gar nicht zu, dass Tickets außerhalb des Verbundes verkauft werden. Fremdanhänger von ÖPNV-Apps verkaufen zumindest hierzulande oft gar keine Tickets, eher kooperieren sie mit alternativen Transportanbietern wie E-Roller-Unternehmen, zeigen deren Fahrzeuge an und verlinken die zugehörigen Apps. Wer in einer App mehr als nur ein Deutschlandticket kaufen möchte, ist daher mit der Anwendung des lokalen Verkehrsverbundes gut beraten.

### Versuche, den Wirrwarr zu ordnen

Eine von der EU-Kommission gewünschte Richtlinie, die einheitliche Standards und Plattformen für Reiseplanung und Ticketkauf schaffen soll, steckt derzeit in der öffentlichen Vorabkonsultation fest. Der VDV sieht das mit gemischten Gefühlen und fürchtet um die lokalen Daten. Er möchte eine Regelung, nach der Verkehrs-

unternehmen die Daten freiwillig teilen können, aber nicht müssen.

Der Verband gibt einen eigenen Standard für den Ticketverkauf in Deutschland heraus, das sogenannte ((eTicket Deutschland. Die drei Klammern im Namen symbolisieren kontaktloses Bezahlen. Mit dem Standard lassen sich Tickets verbundübergreifend per Chipkarte oder auch Smartphone bezahlen (Stufe 1) und digital vorzeigen (Stufe 2). Auch Systeme, bei denen der Fahrtpreis nachträglich berechnet wird, sind möglich (Stufe 3). Der eTicket-Website nach nehmen derzeit über 600 deutsche Verkehrsunternehmen und -verbünde daran teil, allerdings längst nicht alle davon mit allen drei Stufen. Laut VDV-Sprecher Eike Arnold verwendet der deutsche ÖPNV den Schnittstellenstandard „VDV-Kernapplikation“ für interoperables elektronisches Ticketing.

Auch die Verkehrsverbünde arbeiten daran, die Tarifwelt zu vereinfachen: Der Münchner Verkehrs- und Tarifverbund MVV etwa hat zuletzt ein CiBo-System (siehe Glossarkasten) getestet und will es Ende 2024 verbundweit einführen. Langfristig solle ein kilometergestützter eTarif folgen. Aktuell arbeite man auch an einem bayernweiten Landestarif und daran, die Tarifbestimmungen in Bayern zu vereinheitlichen, so MVV-Sprecherin Sonja Schneider. Einige Verbünde decken schon eine sehr große Fläche ab, etwa der Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg (VBB), der seit 1999 besteht und beide Bundes-

### Glossar

- CiCo, CiBo, BiBo: Abkürzungen für Ticketsysteme, bei denen der Preis nach der Fahrt berechnet wird. Je nach System werden Ein- und Ausstieg automatisch registriert (Be-in/-out) oder der Fahrgäste übernimmt dies (Check-in/-out). Als Medium können etwa ein Smartphone mit entsprechender App oder eine Karte dienen.
- eTicket: Fahrscheinstandard des VDV
- VDV: Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
- Fahrpläne vs. Echtzeitdaten: Fahrpläne enthalten Solldaten; Echtzeitdaten berücksichtigen Verspätungen und andere ungeplante Ereignisse.

länder umfasst. Der flächenmäßig zweitgrößte Verkehrsverbund Deutschlands ist nach eigenen Angaben der VRN rund um Nürnberg, der mit „egon“ einen eigenen CiBo-gestützten eTarif hat.

CiCo- oder CiBo-Systeme gibt es auch in einigen größeren Regionen Deutschlands, etwa CiCoBW in Baden-Württemberg oder den eezy.nrw-Tarif in Nordrhein-Westfalen. Letzterer berechnet Preise nach Luftlinie, wie beispielsweise auch der KVV in Karlsruhe mithilfe der Schweizer App Fairtiq. Andere nehmen den günstigsten Preis für sämtliche Fahrten eines Tages, etwa der HVV in Hamburg mit seiner App-Funktion „hvv Any“ (CiCo/CiBo). Diese Systeme vereinfachen die ÖPNV-Nutzung für die Passagiere, da diese sich nicht mehr mit Tarifzonen und Ticketoptionen beschäftigen müssen.

#### Bundesweiter Tarif?

Dann ist da noch das Deutschlandticket, das seit Mai 2023 bundesweit über Ver bund- und Tarifgrenzen hinweg gilt. Trotz dem scheint es nicht so, als könnte es in

Deutschland bald einen einheitlichen ÖPNV-Tarif geben. MVV-Sprecherin Sonja Schneider erklärte gegenüber c't: „Ein bundeseinheitliches Tarifsystem ist unrealistisch, da für den Schienenpersonennahverkehr (SPNV) die Bundesländer und für den allgemeinen ÖPNV die jeweiligen Kommunen zuständig sind.“ Laut Schneider würden Tickets in einem bundesweiten Tarifsystem für viele MVV-Kunden teurer werden. Denn Angebote der DB und des Deutschlandtarifverbundes für den S-PNV lägen deutlich über den MVV-Preisen.

VBB-Sprecher Joachim Radünz zeigte sich gegenüber c't etwas offener: Man sehe es nicht als ausgeschlossen an, dass sich die Regelungen der Verbünde durch die bundesweit mit dem Deutschlandticket angeregten Diskussionen angeleben werden. Doch es bleibe unklar, ob eine einheitliche Tarif- und Vertriebsstruktur entstehen kann, die den jeweiligen lokalen Bedürfnissen entspricht. Ein schwieriger Punkt ist laut Radünz, dass sich die regionalen Tarifsysteme stets auf Vertriebssys-

teme und Einnahmenaufteilung der Verbünde auswirken.

Ein Beispiel für eine nationale Ticketlösung trotz regional unterschiedlicher Tarifstrukturen zeigt die Schweiz: Dort melden die Verkehrsunternehmen ihre Informationen zu Fahrplänen und Tickets an die Datenbank NOVA. Auf diese können Apps, Automaten und sogar Verkaufsgeräte in Bussen zugreifen und sämtliche Tickets anbieten. So können Passagiere überall Tickets für schweizweite Fahrten kaufen. (gref@ct.de) ct

#### Literatur

- [1] Greta Friedrich, Markus Montz, Sylvester Tremmel, Bus & Bahn nach Plan. Von Öffi bis DB Navigator: Eine Marktübersicht zu ÖPNV-Apps, c't 4/2024, S. 106
- [2] Jan Mahn, Alle reden vom Wetter. Wir nicht, Echtzeitdaten der Deutschen Bahn auslesen und verarbeiten, c't 21/2017, S. 164
- [3] Andreas Hitzig, Nützliche Daten über Bahn-APIs aufrufen: Parkplätze, Aufzüge, Mietwagen und Co., heise+, 12.11.2021, <https://heise.de/s/Xe56o>

Weitere Infos zu DELFI und dem VDV-eTicket: [ct.de/y33u](http://ct.de/y33u)

# WordPress für Einsteiger

Workshop am 14. März 2024



## Lernen Sie das populäre Content-Management-System kennen!

Unser praxisorientierter Workshop richtet sich an Neu- und Quereinsteiger in WordPress und bietet eine grundlegende und fundierte Einarbeitung.

Sie lernen WordPress Schritt für Schritt kennen und schließen jede Lektion mit einer Praxisübung ab.

Der Kurs gliedert sich in die Arbeitsschritte: Installation | Rundgang durchs Backend | Erste Schritte als Autor/Redakteur | Erste Schritte als Administrator



Jetzt  
Tickets  
sichern!

[webinare.heise.de/wordpress](http://webinare.heise.de/wordpress)





Bild: KI Midjourney | Collage c't

# Kryptographiehelfer

## VPN-Offloader: Freifunk-Datenrate ankurbeln

**Viele Freifunk-Communities verwenden verschlüsselte VPN-Tunnel vom Router zu ihren Servern, um Hotspot-Betreiber vor Haftungsrisiken zu schützen. Das fordert dem Freifunk-Router viel Rechenleistung ab. Mit einem VPN-Offloader können Sie Ihren freien Netzzugang beschleunigen.**

Von Andrijan Möcker

**F**astd, WireGuard-VXLAN und seltener OpenVPN: Damit Freifunk-Betreiber auf rechtlich sicherem Boden stehen, verwendet die Mehrzahl der Communities verschlüsselnde VPN-Tunnel, auch „Mesh-VPN“ genannt. Sie leiten den Verkehr zu den Freifunk-Servern und erst von dort ins Internet. Der Vorteil: Freifunk-WLAN-Clients sind mit IP-Adressen der Communities im Netz unterwegs und nicht mit der des privaten Internetanschlusses, an dem der Router hängt. Diese Anschluss-IP-Adresse kennen somit nur die Freifunk-Server, die sie meist nur so lange speichern, wie sie für den Tunnel nötig ist.

Die Störerhaftung ist zwar theoretisch abgeschafft, praktisch sind aber nach wie

vor Abmahnungen, Geldstrafen und bei größeren Verbrechen auch Hausdurchsuchungen möglich. 2021 wurde eine ältere Dame ohne Computer zu 2000 Euro Geldstrafe verurteilt, weil sie Filesharing betrieben haben soll – und keinen anderen als Täter benennen konnte (Newsartikel: [news.artikel.de/2021/07/01/haftung-fuer-filesharing-2000-euro-fuer-eine-dame-ohne-computer/](https://www.news.artikel.de/2021/07/01/haftung-fuer-filesharing-2000-euro-fuer-eine-dame-ohne-computer/)).

Im Falle eines mutmaßlichen Rechtsbruchs landen die Schreiben von Anwälten und Behörden dank VPN erst bei den Communities, die damit bereits Erfahrungen gemacht und selbst unterstützende Anwälte haben. Weil Logging bei Freifunk verpönt ist, müssen Kanzleien und Ordnungsmacht dann andere Wege suchen, um die tatsächlichen Täter zu ermitteln.

Was Betreiber aus der Schusslinie nimmt, bremst Freifunk aber auch aus: Gerade günstigere Router haben wenig Rechenleistung. Im Preissegment bis 50 Euro darf man somit Datenraten im niedrigen bis mittleren zweistelligen Megabit-Bereich erwarten. Während das zu Hause mit gelegentlichen WLAN-Gästen kein Drama ist, fangen die Pakete in großen Restaurants, Cafés und Tagungshäusern an, Schlange zu stehen. Die Lösung ist ein VPN-Offloader.

## Was ist ein VPN-Offloader?

Der Begriff „VPN-Offloader“ kommt aus dem Freifunk-Jargon und bezeichnet ein nicht näher spezifiziertes Gerät, das in puncto Verschlüsselung deutlich mehr leistet als die anderen Router, und deshalb der ideale Kandidat ist, um sich um den VPN-Tunnel zu kümmern.

Der Offloader wird häufig wie ein normaler Freifunk-Router konfiguriert, auf einem Ethernet-Port mit dem Internet verbunden und auf einem weiteren via Kabel mit den anderen WLAN-Basen. Da Freifunk-Communities auf schlaue Mesh-Protokolle setzen, erkennen die anderen Router den neuen Weg ins Netz von alleine. Dazu muss der Administrator nur Mesh per Kabel auf allen Geräten aktivieren. Sofern der Offloader ein WLAN-Interface besitzt, geht das Meshen auch per Funk.

In einem Netz mit verwalteten Profi-Access-Points und VLAN-fähigen Switches kann der VPN-Offloader auch als einziges Gerät mit Freifunk-Firmware arbeiten und das Freifunk-Client-Netz ausgeben, das dann per VLAN (IEEE 802.1Q) zu den WLAN-Basen gelangt.

Welche Hardware Sie als Freifunk-VPN-Offloader nutzen können und wichtige Hinweise für Konfiguration und Betrieb, liefern wir Ihnen in diesem Artikel. Falls Sie noch Freifunk-Neuling sind, finden Sie in c't 28/2023 ab Seite 132 die wichtigsten Informationen zum ehrenamtlichen Hotspot-Betrieb [1]. Je nach Komplexität des Aufbaus sollten Sie grundlegendes bis erweitertes (VLAN, SSH, Interface-Konfigurationen) Netzwerkwissen mitbringen, etwas Schulenglisch beherrschen und keine Kommandozeilenscheu haben.

Das Installieren von Treibern für Netzwerkkarten oder Sonderlocken wie VLAN-Setups erfordern etwa, dass Sie Ihren SSH-Schlüssel im Konfigurationsinterface hinterlegen und sich darüber zur Konfiguration verbinden.

Da Freifunk aus vielen über Deutschland, Österreich (Funkfeuer) und der Schweiz verstreuten Communities mit unterschiedlichen Firmwares und Entwicklungsständen besteht, beschränken wir uns in diesem Artikel auf den weit verbreiteten Firmware-Baukasten Gluon. Weil sich Communities jedoch selber darum kümmern müssen, ihre Firmwares aktuell zu halten und eventuell eigene Anpassungen verwenden, kann es bei der unterstützten Hardware von Community zu Community Unterschiede geben.

Das Wissen aus diesem Artikel sollte Sie – in Kombination mit etwas Recherche und Nachfragen bei Ihrer Community – dennoch zum Ziel führen.

Bitte behalten Sie im Hinterkopf, dass die tatsächliche Leistungssteigerung einerseits vom verwendeten VPN-Protokoll und andererseits von der Serverinfrastruktur der Freifunk-Community sowie deren Auslastung abhängt. Insbesondere wenn Sie Datenraten im dreistelligen Mbit-Bereich erzielen wollen, sollten Sie sich vorher bei Ihrer Community versichern, dass Ihr Vorhaben Sinn ergibt, und erst dann Hardware beschaffen.

## Hardware

Je nach Entwicklungsstand der Community-Firmware haben Sie allerhand Hardware zur Auswahl, die Sie als VPN-Off-

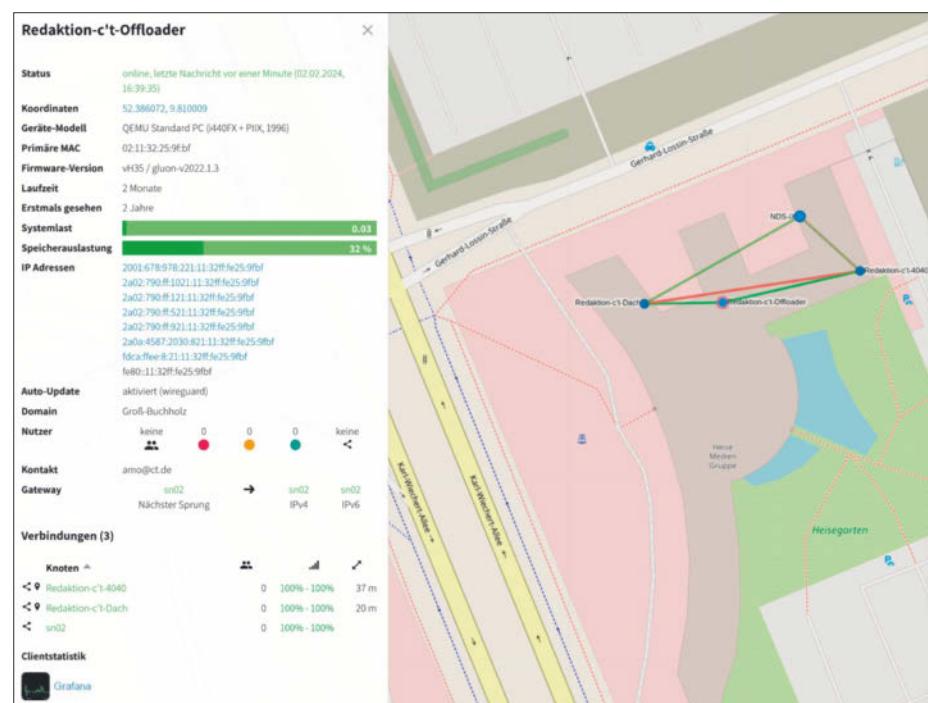
## c't kompakt

- Ein Offloader nimmt den Freifunk-Routern das Verschlüsseln ab.
- Je nach Leistungsanforderung rekrutiert man ARM- oder x86-x64-CPU's dafür.
- Gebrauchte Thin Clients sind die günstigste Option, um an Offloader-Hardware zu kommen.

loader verwenden können. Auf die hier kurz angerissenen Optionen gehen wir in den folgenden Absätzen im Detail ein.

Ein Offloader muss nicht gleich ein großer Rechner sein: Haben Sie Ihre ersten Freifunk-Erfahrungen mit günstigeren Routern gesammelt, besaßen diese wahrscheinlich eine relativ lahme CPU, die für WLAN und Routing aber nicht fürs Verschlüsseln gedacht war. Ab etwa 50 Euro bekommen Sie Router mit Multicore-ARM-CPU's, die deutlich mehr wegschaffen. Diesen die VPN-Arbeit zu überlassen, kann das freie Funknetz um das Zwei- bis Vierfache beschleunigen.

Die nächste Leistungsstufe sind kleine ARM-Platinchen: Ab etwa 80 Euro gibts vierkernige Einplatinencomputer mit idealerweise zwei Ethernet-Ports. Beim



**Ein Freifunk-VPN-Offloader – in diesem Fall eine virtuelle Maschine auf einem NAS – wird wie ein typischer Freifunkrouter auf der Karte angezeigt. Die Verbindungsliste zeigt, dass das Gerät per Kabel mit seinen direkten Nachbarn verbunden ist.**

Kauf ist Vorsicht geboten, denn diese Platinen erfordern ein gerätespezifisches Betriebssystemabbild, müssen also von Ihrer Freifunk-Community unterstützt werden. Je nach VPN-Protokoll übertrumpft ein ARM-Platinchen einen Billig-Router um das Fünf- bis Zehnfache.

Betreiben Sie einen Server oder ein NAS, steht die passende Rechenmaschine möglicherweise schon bei Ihnen. Viele Communities bauen sowohl Betriebssystemabbilder zum nativen Betrieb auf x86- und x64-Prozessoren als auch solche für Virtualisierungsumgebungen wie VM-Ware und Virtualbox. Sie können den Offloader also virtuell laufen lassen, in altbewährter Freifunk-Manier einen halbwegs aktuellen gebrauchten Thin Client dafür rekrutieren oder einen günstigen Mini-PC beschaffen.

Das ist etwa für Restaurants, Tagungshäuser und andere Orte mit viel Publikumsverkehr beziehungsweise hohen Anforderungen an die Datenrate sinnvoll. x86- und x64-CPUs bringen in der Regel die besten Ergebnisse und sind somit die erste Wahl für Szenarien mit vielen Clients, die flott ins Netz wollen. Meist wird dann die Internetverbindung oder die Freifunk-Serverinfrastruktur zum begrenzenden Flaschenhals.

## Flotter Router

Ein typischer Einsteiger-Router – beispielsweise der veraltete TP-Link WR841N, der TP-Link Archer C7 oder der GL.iNet MT300 – besitzt in der Regel eine einkernige CPU mit MIPS-Architektur und einigen hundert Megahertz Taktrate. Lastet man ihr zusätzlich zum Funken und Routen auch noch das Chiffrieren von Paketen auf, ist die erreichte Datenrate mager.

Diesen gestiegenen Leistungsbedarf hat der Chipsetsteller Qualcomm vor einigen Jahren erkannt und seine IPQ-

40-Serie aufgesetzt, die vier, mit rund 700 MHz getaktete ARM-Kerne enthält und dadurch deutlich mehr Luft für zusätzliche Anwendungen hat. Der IPQ-Klassiker ist bei Freifunkern die Fritzbox 4040, die 2016 in den Handel kam, 256 MByte RAM und 32 MByte Flash-Speicher besitzt und seit Jahren von Gluon unterstützt wird. Sie ist ab 80 Euro zu haben.

Ebenso von Gluon unterstützte Geräte sind die Fritzboxen 7520 und 7530, sowie mit der Zyxel NBG6617 und der Mikrotik hAP ac2. Wer Gebrauchtmärkte mit einbezieht, kann ab 35 Euro eines IPQ-Routers habhaft werden. Da diese Geräte spezifische Installationsdateien benötigen, müssen Sie vor dem Kauf prüfen, ob Ihre Community sie unterstützt.

In unseren Tests schafften IPQ-Geräte mit fastd und OpenVPN rund 25 bis 40 Mbit/s durch die digitale Röhre. Hat die CPU sonst keine Aufgaben, erreicht man mit rohem WireGuard bis zu 300 Mbit/s. Da Freifunk-Domänen in Gluon jedoch große Layer-2-Netze sind und WireGuard ein Layer-3-Tunnelprotokoll, sprechen die Communities zusätzlich VXLAN über die Verbindung. Diese zusätzliche Kapselung kostet Leistung; realistisch sind 50 bis 120 Mbit/s.

Eingängliche zur Installation finden Sie häufig im OpenWrt-Wiki-Eintrag des jeweiligen Routers. Dazu besuchen Sie openwrt.org und tippen die Bezeichnung rechts oben in die Suchleiste ein.

## ARM-Platinchen

Einplatinencomputer sind zwar kleiner und unscheinbarer als viele Router, ziehen diesen in puncto Verschlüsselungsleistung leicht davon. Das ist nicht nur höheren CPU-Taktraten, sondern auch dem meist flotteren RAM zu verdanken.

Besonders einfach zum Ziel beziehungsweise Offloader kommt man mit

**ARM-Einplatinencomputer wie die NanoPis R2S (rechts) und R4S von FriendlyElec haben zwar kein WLAN-Interface, können aber per Mesh-on-LAN mit Freifunk-Routern verbunden werden und so als potente VPN-Beschleuniger für den offenen Netzzugang dienen.**



den hinzugefügten NanoPi-Modellen R2S und R4S von FriendlyElec, die wir in c't 6/2023 ab Seite 22 getestet haben. Beide besitzen jeweils zwei Gigabit-Ethernet-Ports und sind deshalb ideal, um die Internetverbindung an einem Port anzunehmen und am anderen das Freifunk-Mesh- oder -Client-Netz auszuwerfen.

Der R2S, der aktuell rund 70 Euro kostet und von vier Cortex-A53-Kernen à 1,3 GHz angetrieben wird, hatte es im Test auf rund 100 Mbit/s OpenVPN-Datenrate gebracht. Mit fastd dürfen Sie ähnliche Werte erwarten. WireGuard-Tunnel bedient das Gerät mit stattlichen 670 MBit/s. Zur Einordnung: Davon geht durch den zusätzlichen VXLAN-Tunnel einiges ab. Der 130 Euro teure R4S schafft 250 Mbit/s OpenVPN-Datenrate und knapp 900 Mbit/s per WireGuard.

Besonders für Einsteiger sind die beiden NanoPis die richtige Wahl, weil das Installieren und Einrichten – wenn sie von Ihrer Freifunk-Community unterstützt werden – sehr einfach ist. Das wenige Megabyte große Abbild muss dazu auf eine MicroSD-Karte geschrieben werden. Ist das Kärtchen eingesteckt und der NanoPi mit Strom versorgt, verbindet man ihn per Kabel mit dem LAN-Port und ruft unter 192.168.1.1 das Freifunk-Konfigurationsinterface auf, wo es gewohnt weitergeht. Bevor man die Standardparameter wie Name, Domain, Aufstellungsort et cetera bestätigt und das Gerät in den Betriebsmodus rebootet, muss man in den erweiterten Einstellungen (rechts oben) unter Netzwerk noch „Mesh on LAN“ aktivieren. Danach bestätigt man die Einstellungen, aktiviert Mesh-on-LAN auf allen anderen Freifunk-Routern und verbindet sie per Kabel mit dem LAN-Port des NanoPis.

Auch die Einplatinencomputer-Ikone Raspberry Pi ist nicht ganz vom Tisch, aber bei Weitem nicht so einfach zu konfigurieren: Die ersten beiden Raspis werden von Gluon unterstützt. Mit dem ersten Modell würden wir aufgrund der lahmen CPU gar nicht erst anfangen; haben Sie noch einen Pi 2 herumliegen, können Sie mit diesem experimentieren. Allerdings kann der Netzwerkport nur Fast-Ethernet (100 Mbit/s) und der zweite Port muss per USB-Adapter (2.0) ergänzt werden. WAN und Freifunk-Mesh über denselben Port abwickeln funktioniert zwar mittels VLAN, erfordert aber einen VLAN-fähigen Switch. Wie das geht, erklärt Freifunk München in einer kompakten Anleitung, die wir unter [ct.de/yqmm](http://ct.de/yqmm) verlinkt haben.



# DIGITAL DESIGN & UX NEXT

Produktentwicklung, Technologiepotenziale und Gestaltung zusammendenken

München • 17.-18. April 2024



Ganzheitliches Design und nahtlose User Experience sind die Bausteine für erfolgreiche Produkte.

Erfahren Sie, wie Sie **UX Design**, **Produktmanagement** und **Technologiekompetenz** in multidisziplinären Teams integrieren können.

**Digital Design & UX Next** – das Event-Ereignis für Usability- & UX-Profis, Digital Designer, Requirement Engineers und Product Owner.

[www.dd-ux.de](http://www.dd-ux.de)

Workshops am 16. April

Jetzt Frühbuchertickets sichern!

Veranstalter



dpunkt.verlag

Kooperationspartner



VERBAND  
DEUTSCHER  
INDUSTRIE  
DESIGNER

UIG UNTERNEHMEN STÄRKEN  
NUTZENDE BEGEISTERN



Die Konferenz für  
**Enterprise-JavaScript**

Mainz • 7. - 8. Mai 2024



Workshops am 6. Mai • Barrierefreiheit • React • Angular

[enterjs.de](http://enterjs.de)

Veranstalter



dpunkt.verlag

Silbersponsor



Das Port-Problem trifft auch die Pi-Modelle 3 und 4, die von Gluon derzeit nur experimentell unterstützt werden, weil die WLAN-Interfaces nicht alle für Freifunk nötigen Modi unterstützen. Ihre Freifunk-Community muss diese Abbilder also gezielt kompilieren, da sie als sogenannte „broken devices“ im Baukasten normalerweise ausgenommen sind.

Zum Umschiffen des Port-Problems gibt es zwar „Mesh on WAN“ in den Gluon-Einstellungen, sodass Freifunk-Geräte am WAN-Port gleichzeitig die VPN-Verbindung aufbauen und nach Mesh-Partnern suchen, sinnvoll ist das jedoch (wahrscheinlich) nicht. In diesem Szenario würden die Freifunk-Router zusammen mit Ihrem Offloader in Ihrem Heimnetz stecken und sich darüber auch finden. Der Multicast-Datenverkehr des Mesh-Protokolls würde aber auch zu Ihrem Router und gegebenenfalls anderen WLAN-Basen im Netz gelangen. Beherrschen diese keine Multicast-to-Unicast-Umwandlung, werden Multicasts als Broadcasts mit der Mindestdatenrate verschickt, die irgendwo zwischen 1 und 54 Mbit/s liegt. Das belegt Sendezeit und bremst so Ihr Heimnetz zur Luft.

## Thin Clients

Alte Thin Clients sind zweifelsohne der Offloader-Klassiker in der Freifunk-Szene. Thin Clients sind vergleichsweise leistungsschwache Computer, die dafür gedacht sind, Büroarbeitsplätze mit Terminalservern zu verbinden, auf denen die eigentlichen Anwendungen laufen. Viele kommen mit x86-CPU und wechselbaren Massenspeichern, sodass das Umfunktionieren leicht ist. Da OpenWrt als Router-

betriebssystem sehr ressourcenschonend läuft, bleibt viel Rechenleistung für Verschlüsselungsaufgaben über.

Insbesondere Fujitsus Futro-Reihe ist über die Jahre sehr beliebt geworden, da viele Modelle einen PCIe- oder PCIe-Mini-Card-Slot besitzen, über die man die für den unkomplizierten Freifunk-Betrieb notwendige zweite Netzwerkschnittstelle ergänzen kann. Modelle wie S550, S700, S720 und S740 sind besonders leicht auszurüsten. Eine Anleitung für den S720 liefert Freifunk München ([ct.de/yqmm](http://ct.de/yqmm)). Optional klappt auch bei diesen Geräten der VLAN-Betrieb über einen Port.

Die Installation eines Thin-Client-Offloaders ist zwar etwas komplizierter als eines ARM-Platinchens, dafür sind die Geräte in puncto Datenrate gleichauf oder sogar schneller. Gleichzeitig sind sie deutlich günstiger als NanoPi & Co.: Auf Kleinanzeigenportalen bekommt man auch Geräte aus den nicht allzu abgehangenen S700- und S900-Serien für 10 bis 40 Euro; anders als bei Einplatinencomputern sind darin Netzeil und Massenspeicher schon enthalten. Mit Glück zahlt man – inklusive zweiter Netzwerkkarte – nur die Hälfte von dem, was ein NanoPi R2S kostet. Obacht nur bei Modellen, zu denen Sie im Netz keine Erfahrungsberichte anderer Freifunker finden; beispielsweise der in c't 6/2023 ab Seite 34 von uns als Gebrauchttipp vorgestellte S740. Er besitzt keine Gehäuseöffnung, um eine Netzwerkkarte zu ergänzen [2]. USB 3.0 hat er nur vorne, sodass ein USB-Ethernet-Adapter dann dort herumbaumelt.

Auf den Modellen S550, S550-2 und S720 ist das Installieren mithilfe des Tools Gluon2Futro ein Leichtes. Es wird vom

Stick gebootet und schreibt das Freifunk-Betriebssystem auf die CF-Speicherplatte, die bei diesen Modellen als Massenspeicher dient. Das klappt sogar ohne Bildschirm, nur mit einer Tastatur. Das GitHub-Repository liefert Details zum Einsatz: [ct.de/yqmm](http://ct.de/yqmm).

Alle anderen Systeme müssen Sie per Bildschirm (meist DisplayPort oder DVI) und Tastatur einrichten. Häufig klappt das unkompliziert, indem Sie ein Live-Linux booten, etwa Ubuntu, dort das Gluon-Image im Laufwerk-Manager auf den installierten Massenspeicher schreiben (wiederherstellen). Im Anschluss muss noch das Dateisystem über den restlichen freien Speicher expandiert werden. Dafür gibt es ein Skript im OpenWrt-Wiki; das Skript, Anleitungen, Thin-Client-Modelle und weitere Infos finden Sie über [ct.de/yqmm](http://ct.de/yqmm).

## Mini-PCs

Wer wenig Lust auf Thin-Client-Schraubbereien und VLAN hat, aber dennoch rasante Datenübertragungsraten möchte, kann einen Dual-Ethernet-Mini-PC beschaffen und zum Offloader befördern. Der Erfolg von Intels NUC-Reihe hat allerhand weitere Hersteller auf den Plan gerufen und mittlerweile sind fernöstlich geprägte Handelsplattformen wie Amazon und Aliexpress voll mit Mini-PCs aller Couleur. Einige davon mit zwei Gigabit-Ethernet-Ports.

Wichtig zu beachten dabei: Gluon unterstützt UEFI-Systeme erst seit Release 2023.2 stabil; separate Abbilder gibt es nicht, Sie müssen nur das x86-x64-Abbild (generic) herunterladen. Welche Gluon-Version Ihre Community verwendet, erfahren Sie häufig in deren Wiki.



**Fujitsus Futro-Thin-Client-Reihe ist bei Freifunkern besonders beliebt, weil man sie kostengünstig auf Gebrauchtmärkten erstehten und leicht zum Offloader umbasteln kann.**



**Die Fritzbox 4040 wird aufgrund ihres vergleichsweise potenteren Prozessors gerne genutzt. Die WireGuard-Einführung bei Gluon hat ihr einen Schub in den dreistelligen Mbit-Bereich verpasst.**

Handelt es sich um eine ältere Version, muss das UEFI das Compatibility Support Module (CSM) unterstützen, damit das Abbild bootet. Ob das der Fall ist, erfahren Sie vom Hersteller des Mini-PCs.

Die Mini-PCs liegen preislich oberhalb der vorherigen Kategorien, sind aber auch nicht dramatisch viel teurer: Der GK41 von Minisforum war bei Redaktionsschluss für 139 Euro im herstellereigenen Webshop zu haben, bei Amazon für 146 Euro. Das Rechnerchen ist mit einer 128 GByte großen M.2-SATA-SSD und 8 GByte fest installiertem DDR4-RAM bestückt. Das garantiert jahrelange Problemfreiheit in puncto Speicher; OpenWrt, für das die Entwickler derzeit mindestens 128 MByte RAM empfehlen, wird sich auf dem System fühlen wie eine Termite in einer US-amerikanischen Vorstadtvilla.

Der vierkernige Intel Celeron J4125 dürfte bei WireGuard-VXLAN im oberen dreistelligen Mbit-Bereich liegen; bei fastd würden wir ebenso gute dreistellige Werte erwarten.

160 Euro (Amazon) zahlt man derzeit für den T8 Pro von Acemagician. Dafür gibts 256 GByte SSD-Speicher, 8 GByte DDR4-RAM und einen Intel Celeron N5095. Wie der GK41 besitzt er zwei Gigabit-Ethernet-Ports.

Darüber hinaus gibt es auch viele „Firewall Appliances“, also kleine Boxen mit Intel- oder AMD-CPU und drei bis fünf Netzwerkinterfaces: Hunsn bietet ab etwa 240 Euro Systeme mit Celeron N100 und vier 2,5GBase-T-Buchsen zum Selberbestücken mit RAM und Massenspeicher. Da die N100 – eine Intel-CPU der 12. Generation mit vier Kernen à 3,4 GHz (Turbo) – noch mal einen Satz mehr Rechenleistung als die zuvor erwähnten CPUs mitbringt, wird sie nicht mehr der Flaschenhals im Konstrukt sein.

Das Installieren auf Mini-PCs und Firewall-Boxen können Sie wie bei den Thin Clients erledigen – indem Sie ein Live-Linux booten, dort das Image Ihrer Community herunterladen und dann auf den Massenspeicher schreiben. Gleichermassen muss dann das Dateisystem auf die gesamte Laufwerksgroße „aufgeblasen“ werden ([ct.de/yqmm](http://ct.de/yqmm)).

Gluon greift sich bei Geräten mit wenigstens zwei Ports typischerweise die erste Netzwerkkarte (eth0) als WAN-Port und die nächste als LAN-Port, über den Sie das Gerät dann konfigurieren können. Weitere Ports konfigurieren Sie per SSH in der OpenWrt-Konsole. Wie genau, kön-

**Mini PCs mit zwei Gigabit-Ports wie dieser T8 Pro von Acemagician kann man ohne großen Aufwand zum Offloader machen. Die „großen“ CPUs ziehen den ARM-Prozessoren bei allen Protokollen davon.**



Bild: Acemagician

nen Sie aus der bereits erwähnten Anleitung zum Raspberry Pi 4 von Freifunk München entnehmen ([ct.de/yqmm](http://ct.de/yqmm)); ab „USB 3.0 LAN Adapter“ beschreibt der Autor, wie man Interfaces für unterschiedliche Rollen (Mesh, Client, WAN) rekrutiert.

### **Virtualisiert**

Man muss kein ambitionierter Heimadministrator sein, um die richtige Hardware für einen virtualisierten Offloader bereits daheim stehen zu haben: Betreiben Sie ein NAS mit x86-x64-CPU, können Sie darauf möglicherweise eine virtuelle Maschine starten. Die beiden Nachteile: Die Festplatten können nicht mehr in den Energiesparmodus wechseln und der Offloader klaut den anderen Anwendungen einen Teil der Systemressourcen.

Der Funktionsumfang der Virtualisierungsfunktionen variiert von Hersteller zu Hersteller. Die beiden größten, Synology und QNAP, rüsten ihre Betriebssysteme mit allem aus, das dafür nötig ist; Synology nennt die nachinstallierbare Anwendung „Virtual Machine Manager“ und QNAP „Virtualization Station“.

Weil Mesh-on-WAN eine schlechte Idee ist, muss Ihr NAS beziehungsweise Heimserver entweder einen freien Ethernet-Port haben oder VLAN-Tagging unterstützen. Letzteres setzt voraus, dass Sie einen VLAN-fähigen Switch besitzen. Ob Sie die Pakete getaggt auf dem virtuellen Port aus der VM herausfallen lassen (siehe Freifunk-München-Anleitung) oder der

Virtualisierungssoftware das Tagging überlassen und der VM zwei virtuelle Ports zuweisen – einen für WAN, einen für Mesh –, spielt keine Rolle.

Auch in einer VM, die in einem Hypervisor wie Hyper-V, Virtualbox oder Proxmox läuft, wie sie eher von fortgeschrittenen Heimadmins benutzt werden, kann ein Offloader werkeln. Aufgrund der vielen unterschiedlichen Virtualisierungstools gehen wir hier jedoch nicht genauer auf das Thema ein. Wichtige Anleitungen für gängige NAS-Apps und Tools haben wir unter [ct.de/yqmm](http://ct.de/yqmm) verlinkt.

Die geringen Anforderungen von OpenWrt gelten auch für virtualisierte Installationen: Wir empfehlen, bei der Einrichtung zuerst 256 MByte RAM und zwei vCPUs zuzuweisen, und auszuprobieren, ob die Leistung für die Anzahl an Clients und die Bandbreitenanforderungen genügt. Optional weisen Sie der Maschine mehr Ressourcen zu. Letztlich müssen Sie einen Kompromiss zwischen dem Offloader und den restlichen Anwendungen auf dem Server finden. (amo@ct.de) **ct**

### **Literatur**

[1] Andrijan Möcker, Loslegen mit Freifunk, Gemeinsame WLANs aufbauen: Communities, Router, Mesh-Netze, *ct* 28/2023, S. 132

[2] Peter Siering und Christof Windeck, Nachnutzbar, Gebraucht gekaufter Thin Client Fujitsu Futro S740 für Bastelprojekte, *ct* 6/2023, S. 34

**Geräteempfehlungen, Anleitungen, Forenhinweise:** [ct.de/yqmm](http://ct.de/yqmm)



# Saus und Braus

## Durchsatzmessungen für Internetstrecken

**Die Internetgeschwindigkeit zu messen ist tricky. Und die Messwerte lassen sich nur dann richtig bewerten, wenn man die Eigenschaften der verschiedenen Dienste und Werkzeuge versteht. Hier die besten Tools und Tricks.**

Von Dušan Živadinović

**E**s gibt viele Gründe, die Geschwindigkeit von Internetanschlüssen, von bestimmten Internetstrecken oder von privaten Netzwerken zu messen, beispielsweise Übertragungsholper, Prüfung von Tarifzusagen, Bedarfsabschätzungen für Backups auf fernen Servern oder einfach nur Neugierde. Aus Anwendersicht kann man zwei Gruppen von Messwerkzeugen unterscheiden: von Dienstleistern angebotene, deren Server an unveränderlichen Positionen im Netzwerk stehen; diese legen die Dienstleister fest. Die andere große Gruppe besteht aus

Messprogrammen, die man an beiden Enden einer Strecke selbst installiert. Es gibt aber auch Werkzeuge, die zu beiden Gruppen gehören.

### Messdienste

Im Folgenden erklären wir, wie die beiden Gruppen arbeiten und wie man die Messwerte bewertet. Zur ersten Gruppe gehören auf Webbrower oder auf Apps zugeschnittene Angebote wie die der Firmen Ookla (speedtest.net), Cloudflare (speed.cloudflare.com) oder der bayerischen Etrality GmbH (speedcheck.org). Eine Liste gängiger Messanbieter finden Sie über ct.de/yrp. Der Dienst von Ookla ist sehr verbreitet und nicht immer gleich als solcher zu erkennen; manche Netzbetreiber installieren deren Server im eigenen Netz und suggerieren, es sei ihr eigener, darunter Vodafone, die Telekom, aber auch Google Fiber. Auch VeeApps, Betreiber des Dienstes speedsmart.net bietet



## ct kompakt

- Die genaue Bewertung der Durchsatzmessungen von Webdiensten wie Speedtest.net erfordert zusätzliche Recherche.
- Manche Router enthalten Messwerkzeuge, die Provider zur Serviceanalyse und bei Kundenbeschwerden verwenden.
- Moderne Werkzeuge prüfen, wie gut sich Internetstrecken für mehrere parallele Nutzer und Anwendungen eignen.

Server zur Installation auf fremder Hardware an.

Manche Dienste kann man auch über Kommandozeilenprogramme ansprechen, was für Admins interessant sein dürfte, die fernerwartete Anschlüsse oder virtuelle Server ohne grafisches User-Interface analysieren wollen. Ookla bietet dafür das Tool `speedtest-cli` (siehe [ct.de/yryp](http://ct.de/yryp)). Es liefert dieselben Ergebnisse wie die Browsetechnik von Ookla.

Das Kommando ist für Linux, macOS und Windows erhältlich. Alternativ kann man `speedtest-cli` im Docker-Container betreiben, der die Leitung ständig misst und die Ergebnisse grafisch darstellt (alle Download-Links finden Sie über [ct.de/yryp](http://ct.de/yryp)).

Die Diensteanbieter versprechen, die Kapazität Ihres Internetanschlusses zu messen. Ob das gelingt, hängt aber von mehreren Faktoren ab. Zunächst sollten VPN-Tunnel abgeschaltet sein, es sei denn, Sie möchten den Durchsatz des Tunnels messen. Es gibt aber keine „absolute Internetgeschwindigkeit“, sondern immer nur Messwerte für die Strecke vom Client (Ihr PC, Smartphone oder Router) zum Server eines Messanbieters.

Die Messwerte kommen um so näher an das Maximum heran, je kürzer die Datenpakete zum Messpunkt des Anwenders laufen; das liegt an den Eigenschaften der TCP-Flusskontrolle, siehe [ct.de/yryp](http://ct.de/yryp). Umgangssprachlich spricht man auch von „Entfernungen“ zwischen Client und Server, aber es sind keine geometrischen Distanzen, sondern in Millisekunden gemessene Paketlaufzeiten gemeint (Latenz).

Deshalb wäre es zum Beispiel bei DSL-Anschlüssen ideal, wenn die Mess-

server gleich in allen DSLAMs stünden, denn die sind oft nur wenige Dutzend bis hundert Meter vom Heimrouter entfernt. Dafür sind DSLAMs aber schon platzmäßig gar nicht ausgelegt. Mit Glück interessiert sich ein Provider für den Messservice und bietet dem Dienstleister Platz in einem seiner Rechenzentren an. Das ist beispielsweise bei der Telekom der Fall: So können Telekom-Kunden die Kapazität ihrer Anschlüsse zu einem „nahe gelegenen“ Messserver von Ookla ermitteln.

Andere Anbieter müssen mit Rechenzentren von Internetdrehkreuzen wie dem DE-CIX in Frankfurt vorliebnehmen, zu denen die Datenpakete länger unterwegs sind. Aber es können auch beliebige andre Positionen im Internet sein, etwa bei Firmen oder Instituten, die einem Messserver Quartier gewähren.

Steuert man einen solchen Dienst per Browser oder App an, ermittelt der Anbieter mittels eigener Methoden seinen nächstgelegenen Messserver und stellt die Client-Server-Beziehung her. Auf die Wahl hat man oft keinen Einfluss und es ist nicht ersichtlich, wie schnell die Serverhardware angebunden ist. Wir haben gelegentlich Messserver gefunden, die offensichtlich nur mit Fast-Ethernet (100 Mbit/s) angebunden waren. Dabei zeigt das Tool bestenfalls 94 Mbit/s an, auch wenn der Internetanschluss schneller ist.

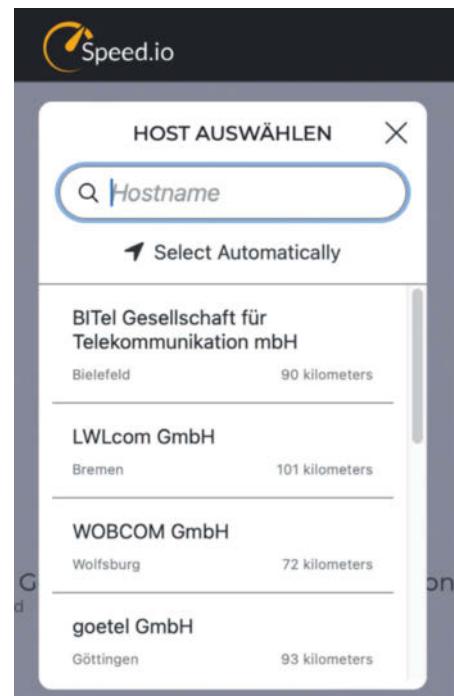
Viele Anbieter informieren unzureichend darüber, welche Rolle die netzwerktechnische Distanz spielt und geben sie nur mittelbar als Latenzwert zum Server an. Bei manchen kann man Server per Hand wählen, aber als Auswahlkriterium wird nicht immer die Paketlaufzeit genannt, sondern manchmal nur die geografische oder sogar gar keine. Wünschenswert wäre die Nennung von Domainnamen der Server, damit man die Paketlaufzeit selbst messen kann.

Solange die Distanz zum Server unklar ist, sollte man bei der Bewertung der Durchsatzangaben zurückhaltend sein. Man kann sie im Prinzip nur dann für bare Münze nehmen, wenn sie nahe am Maximum der tariflich zugesagten Datenrate des Providers liegen. Werte darunter können viele Ursachen haben, beispielsweise eine zu langsame und wegen unvermeidlicher Übertragungsfehler stotternde WLAN-Anbindung. Nehmen Sie lieber gleich das Ethernetkabel, das keine Datenpakete verliert. Oft kommt bei genaueren Untersuchungen heraus, dass der verwendete Messserver weit entfernt oder die

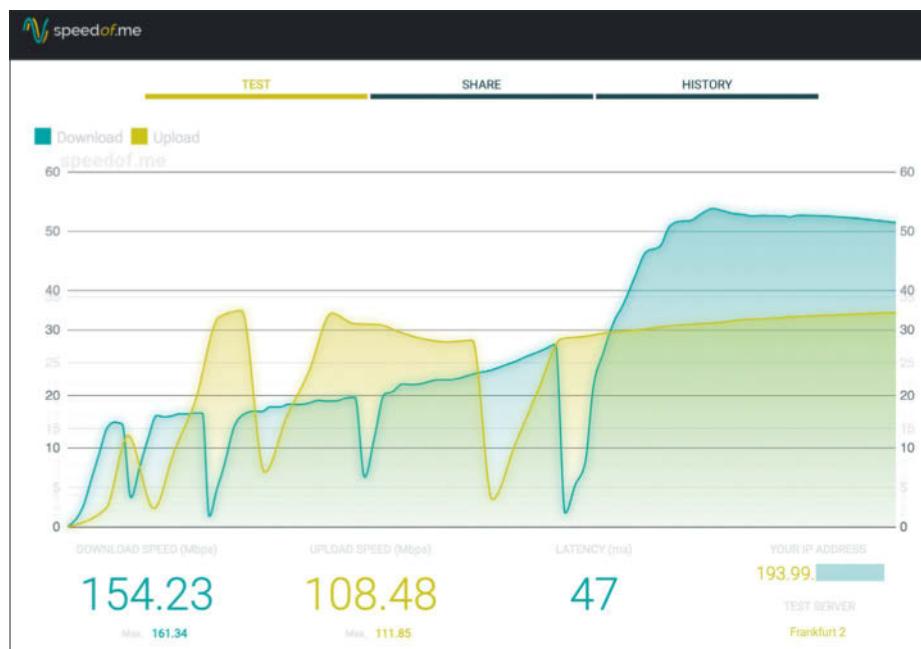
Strecke dorthin immer mal wieder überlastet ist. Das ist bei Kabel- und Mobilfunkanschlüssen der Fall, bei denen sich viele Nutzer Teile der Netzwerkinfrastruktur teilen (Shared Medium). Ein klarer Hinweis auf „viel Verkehr“ oder große Distanz zum Server sind hohe Latzen und hohe Latenzschwankungen (Jitter).

Für moderne Anschlüsse auf Glasfaser-, Kupfer- oder Mobilfunkbasis gilt: Wenn die Messwerte regelmäßig oberhalb von 30 Millisekunden liegen, sollte man einen anderen Messserver oder gleich einen anderen Messanbieter suchen. Bei Satellitenanschlüssen gilt: Je näher die Umlaufbahn des Satelliten zur Erde, desto kürzer die Latenz. Starlink erreicht rund 40 Millisekunden (niedrige Umlaufbahn, Low Earth Orbit, LEO), bei anderen Betreibern können es leicht auch 300 Millisekunden und mehr sein (z. B. Geosynchronous Equatorial Orbit, GEO).

Wer die Laufzeit zum Server genau ermitteln will, schneidet während der Speedmessungen den Verkehr mit und pickt in Wireshark die Server-IP-Adresse des längsten Datenstroms heraus. Dann kann man beispielsweise mit dem Befehl



**Webdienste, die „mal eben“ den Durchsatz des Internetzugangs messen, sind beliebt. Um die Ergebnisse korrekt einzuordnen, ist meist noch Nacharbeit erforderlich. Und für die Wahl des besten, weil netzwerktechnisch nächsten Servers spielt die Kilometerentfernung natürlich keine Rolle.**



Wenn bei DSL-, Kabel- oder Glasfaseranschlüssen regelmäßig Latenzen jenseits von 30 Millisekunden herauskommen, sollte man einen anderen Messserver wählen oder gleich einen anderen Messanbieter suchen.

traceroute (Linux, macOS) beziehungsweise tracert auf Windows) die Laufzeit und die Anzahl der Backbone-Router auf der Strecke zum Ziel ermitteln.

Je mehr Router, desto höher die Wahrscheinlichkeit für Überlastung. Ein überlasteter Router bekommt mehr Pakete zugestellt, als er weiterleiten kann, und verwirft daher Pakete. Oft sind Border-Router, die zu einem anderen Netzbetreiber weiterleiten, unterdimensioniert.

Die Kapazität der Border-Router hängt von Verträgen der Netzbetreiber untereinander ab. Die Preise bestimmen zumeist die Großen, Kleine kaufen dann nur ökonomisch vertretbare Kapazitäten mit geringen Reserven ein oder versuchen, den großen Betreiber über Umwege wie große Internet-Drehkreuze zu meiden.

Unterm Strich bleibt: Webdienste kann man für eine schnelle, aber grobe Einschätzung der Leitungskapazität heranziehen, wenn man weiß, welche Strecke getestet wurde.

Server unter dem Dach von Providern stehen vermutlich sehr nahe an den Anschlüssen der Kunden. Unsere Stichproben für die Dienste von Vodafone und Telekom belegen das. Die Laufzeiten zu deren Messservern liegen sogar unter denen zu den Webserven mit Webshops.

Oft interessiert aber nicht die Anschlusskapazität, sondern die gesamte Strecke zu einem Streaminganbieter.

Geben Sie mal fast.com in Ihren Browser ein: Die Messung startet ohne Ihr Zutun und gibt Aufschluss über die Strecke zum nächstgelegenen Ausspielplatz von Netflix-Streams; dort steht nämlich auch der fast-Messserver. Für Admins, die die Eignung von Kundenanschlüssen für Netflix per SSH-Sitzung aus der Ferne messen wollen: Der dänische Entwickler Sindre Sorhus hat eine Client-Variante mit Node.js als Kommando fürs Terminal implementiert und auf GitHub veröffentlicht.

### Stille Ausnahmen

Unter den Diensten, die mit einem fest installierten Server arbeiten, gibt es eine große und stille Gruppe: Das sind Serviceabteilungen der Netzbetreiber, die sich um Kundenanschlüsse kümmern. Sie nutzen vom Broadband-Forum spezifizierte Methoden, um etwa bei Kundenbeschwerden detaillierte Antworten liefern zu können oder um die Servicequalität des Netzwerks im Auge zu behalten.

Die Spezifikation TR-143 gründet auf dem für Router entwickelten Fernwartungs- und Monitoringprotokoll TR-069, jetzt TR-369. TR-143-Server sind deshalb sehr nahe an den Anschlüssen positioniert (am Übergang zu einem externen Fernverkehrsnetz, Point-of-Presence, POP); TR-143-Clients stecken in den Kunden-Routern. Die Messungen erfolgen in der Regel auf Kundenwunsch und

den Vorgang stoßen Servicemitarbeiter aus der Ferne an.

Nützlich an TR-143 ist, dass es ausschließlich die Routerleistung und die Streckenkapazität zum Internetprovider misst, und zwar automatisch. Der Router wählt aus einer Liste von Messgegenstellen die mit der kürzesten Paketlaufzeit aus und startet die Messung selbstständig. Das erspart die Einrichtung einer Messinstanz auf einem PC hinter dem Router und dadurch, dass nur zwischen Router und Server gemessen wird, bleibt das oft drosselnde WLAN ausgeklammert, sodass Provider tatsächlich ein gutes Abbild der Anschlussleistung bekommen.

### Living in a Box

Einige Hersteller haben die Funktion im Webinterface ihrer Router für Anwender zugänglich gemacht; man startet die Messung per Mausklick. Das ist etwa beim Zyxel LTE7480-M804 der Fall. So kann man mal eben ermitteln, wie schnell der Router über die aktuelle LTE-Strecke Daten bezieht und sendet.

Auch der verbreitete Fritzbox-Router kann die Leistung seiner Internetleitung messen, sogar auf mehrere Arten, siehe Menü „Hilfe und Info/FRITZ!Box Support“. Dort lässt sich der integrierte iPerf3-Server aktivieren (dazu gleich mehr) und zwar sowohl für Messungen mit einem Client aus dem LAN oder WLAN als auch für Analysen aus dem Internet. Über den Port 4711 laufen Kombi-Messungen mit TCP oder UDP, während für reine UDP-Messungen der Port 4712 dient.



Beim Messdienst fast.com kennt man die Strecke zum Messserver zwar auch nicht im Detail, aber er sagt verlässlich, wie gut sich Ihre Netflix-Anbindung zum Streamen eignet.

Außerdem bringt das FritzOS seit der Version 7.5x auch Messfunktionen gemäß TR-471 mit, dem Nachfolger von TR-143. Darauf greifen bisher ausschließlich Netzbetreiber zurück; ein Webinterface für Anwender wie es Zyxel bietet, wäre wünschenswert. Wer sich für Details interessiert: Das Broadband-Forum hat eine Implementierung als Teil des Projekts Open Broadband-UDP Speed Test auf GitHub veröffentlicht (OB-UDPST). Das zugehörige Werkzeug misst die IP-Kapazität mittels UDP-Paketen. In gefreezezen Fritzboxen findet man die Implementierung unter dem Namen `udpst`.

Alternativ kann man in der Fritzbox die Round-Trip-IP-Performance gemäß dem Two-Way Active Measurement Protocol (TWAMP) messen. TWAMP erscheint interessant, weil es die Paketlaufzeit und -verlustrate für Up- und Downlink gleichzeitig ermittelt. AVM hat wie etwa Nokia oder Juniper die Variante TWAMP light implementiert (RFC 5357), die Fritzbox ist dabei der Session Reflector. Um TWAMP zu verwenden, braucht man auf der Gegenseite einen TWAMP-Controller wie den quelloffenen `twampy` von Nokia.

Und schließlich bietet AVM über `zack.avm.de` auch einen Messdienst für Browser, die sich über die Fritzbox hinweg mit einem AVM-Server verbinden. Die Implementierung scheint noch ausbaufähig. Beispielsweise sollte die Webseite unter anderem die Anzahl der Backbone-Router (Hops) auf der Strecke zum Server angeben. Im Test klappte das mit dem Chrome-Browser zuverlässiger als mit Safari und Firefox. Bei manchen Durchläufen kamen keine Upload-Messungen zustande.

## Alles in eigener Hand

Zur zweiten großen Gruppe der Messwerkzeuge zählen wir Tools, die man selbst auf Client und Server installiert und parametrisiert, weil man genau die Beziehung zwischen bestimmten Clients und bestimmten Servern untersuchen will. Es geht also um Analysen von bestimmten Strecken, beispielsweise zwischen Filialen oder Instituten.

Zu dieser Gruppe gehören viele Kommandozeilenbefehle, darunter das Unix-Urgestein `ttcp`, von dem viele weitere abgeleitet sind. Zu den `ttcp`-Verwandten gehören das beliebte `iPerf3`, `nttcp`, `nuttcp` oder auch das von Microsoft entwickelte `NTttcp`, das Windows-Admins gerne verwenden – die Reihe ließe sich beliebig fortsetzen.

**Fritzboxen enthalten neben dem iPerf3-Server für Messungen aus dem Internet und dem Heimnetz noch zwei weitere Server für Fernwartungszwecke von Providern.**

Bemerkenswert erscheint `iPerf3`, weil es ein Schlaglicht auf die zur Jahrtausendwende noch sehr dürftigen Eigenschaften des TCP-Stacks wirft: Das erste `iPerf` wurde nämlich entwickelt, um TCP-Verbindungen zu optimieren.

Genau gesagt ging es um die beste Einstellung der Window Size des TCP-Protokolls. Von dessen Größe hängt ab, wie viele Daten insgesamt auf einer Strecke gleichzeitig unterwegs sein können. Wenn zu klein, liegt ein Teil der Sendekapazität brach. Wenn zu hoch, kommt es zur Staubildung und Paketverlusten. Die TCP-Stacks der Internet-Steinzeit konnten diesen Wert noch nicht selbst optimieren.

Viele ältere Windows-Versionen waren berüchtigt dafür, die Window-Größe zu klein einzustellen und damit Downloads zu bremsen. Manche Programmierer entwickelten daher Tuning-Tools, die eine Strecke vermessen und die Window Size für Windows optimal einstellen, darunter etwa `cFosSpeed`. Die Einstellungen solcher Tools wirken sich unmittelbar auf die Effizienz der TCP-Flusskontrolle aus (`ct.de/yryp`).

Heute setzt man `iPerf3` hauptsächlich für Durchsatzmessungen ein. Dafür installiert man das Binary auf Server und Client und stellt zunächst sicher, dass die serverseitige Firewall den Verkehr für Port 5201 durchlässt. Anschließend startet man das Tool auf dem Server mit dem Befehl `iperf3 -s`. Den Client startet man mit dem Befehl `iperf3 -c Hostname`. Ohne weitere Parameter überträgt er zehn Sekunden lang Daten und gibt den Geschwindigkeitsmittelwert aus.

Das Tool bietet zahlreiche Optionen für verschiedene Szenarien. Beispielsweise kann man mehr als einen Datenstrom senden (`-P n`), um parallele Auslastung mit mehreren Clients zu simulieren, UDP-anstatt TCP-Pakete senden (`-u`) oder die Verkehrsrichtung umdrehen (`-R`). Für längere Übertragungen setzt man beispielsweise `-t 30`. Manche Strecken brauchen auch ein paar Sekunden, um ihre maximale Geschwindigkeit zu erreichen. Dann weist der Parameter `-0 5 iPerf3` an, die Messwerte der ersten fünf Sekunden zu verwerfen.

Trotzdem eignen sich die Messwerte von `iPerf3` und ähnlichen Tools nicht, um

die Leistung von Strecken unter Alltagsbedingungen zu bewerten. Ein Grund liegt darin, dass die meisten Strecken durchgehend bidirektional genutzt werden, ein anderer, dass oft keine großen Dateien, sondern viele kleine Pakete in unregelmäßiger Folge gesendet werden.

Um solche Situationen abzubilden, könnte man bei iPerf3 die Option `--bidir` verwenden. Wenn man dann noch parallel Ping-Pakete hin und her sendet und alle Ergebnisse zusammenfasst, bekommt man eine Ahnung davon, wie sich eine Strecke im Alltag verhält. Das ist wünschenswert, um etwa die Reaktionsgeschwindigkeit von Webseiten oder Datenbank- und SSH-Sitzungen zu ermitteln und um abzuschätzen, wie gut sie sich für Audio- und Videokonferenzen eignet.

## Apples Responsiveness

Moderne Werkzeuge simulieren Alltagssituationen umfassender und ersparen gegenüber iPerf3 und ähnlichen Werkzeugen viel Aufwand. Zu dieser neuen Gruppe gehört Apples Befehl `networkQuality`, der auf macOS seit der Version Monterey erhältlich ist. `networkQuality` gründet auf dem Entwurf zu einer IETF-Spezifikation ([ct.de/ryrp](https://ct.de/ryrp)). Auf GitHub sind Client- und Server-Implementierungen in Go auch für andere Betriebssysteme erhältlich.

Apple zielt damit auf Messungen der Reaktionsgeschwindigkeit (Responsiveness) oder anders gesagt, auf die Eigenschaften von Strecken, die sich mehrere Geräte oder Apps teilen sollen. Das Kommando prüft den Up- und Downstream gleichzeitig und bewertet die Güte der Leitung (Low, Medium oder High). Dafür hat Apple die Einheit Roundtrips Per Minute (RPM) eingeführt – ein Maß für die Menge der Transaktionen pro Minute.

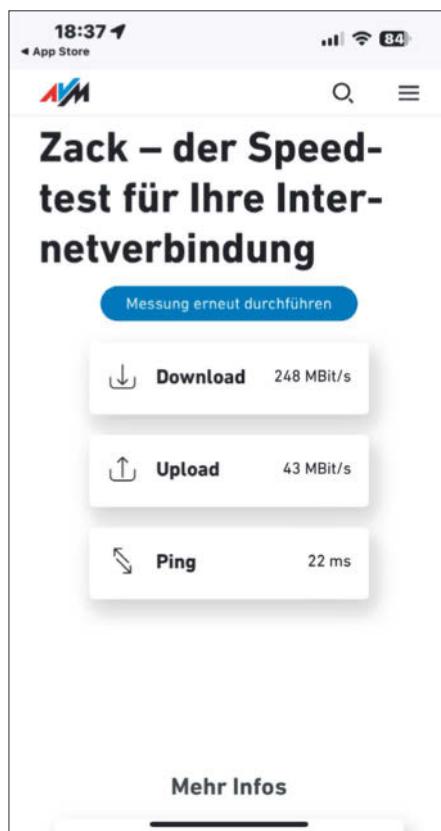
Die iOS- und iPadOS-Implementierung hat Apple hauptsächlich für Entwickler ausgelegt. Hier zeigen wir, wie man das Tool auf macOS nutzt. Der Test erfordert ein einziges Kommando:

```
networkQuality
```

Eine Beispieldaten ausgabe sieht wie folgt aus:

```
Uplink capacity: 212.011 Mbps
Downlink capacity: 239.968 Mbps
Responsiveness: High (45 ms 1334 RPM)
Idle Latency: 12.3 ms | 5000 RPM
```

Das wichtigste Ergebnis steht in der dritten Zeile: Der Befehl bewertet die Reaktions-



**AVM bietet speziell für Browser, die über eine Fritzbox hinweg kommunizieren, einen eigenen Messdienst an. Im Test klappte aber nicht jeder Messdurchlauf.**

geschwindigkeit (Responsiveness) mit „hoch“. Wenn dort Low steht, ist die Leitung oder Apples Testserver ausgelastet und man sollte nur eingeschränkte Dienstqualität erwarten (z. B. Aussetzer bei der Telefonie). Medium bedeutet, es ist zwar was los auf der Leitung, aber sie hat noch Reserven, Aussetzer dürften selten vorkommen. High heißt: Alles geht glatt und ungebremst durch, egal wie viele andere Geräte und Anwendungen die Leitung gerade mitverwenden.

Mit Up- und Downlink-Capacity sind die Durchsätze in Sende- und Empfangsrichtung gemeint. Im obigen Beispiel handelt es sich um die Resultate einer Glasfaserleitung, die laut Vertrag symmetrisch 250 Mbit/s liefern soll. Da andere Geräte von der Gesamtkapazität nur wenig abgezweckt haben, liegen die Werte nur knapp unter dem Maximum. Die Latenz (Idle Latency) gibt die Paketlaufzeit an. Mit zwölf Millisekunden liegt sie im Rahmen des Üblichen. So weit, so gut.

`networkQuality` zeigt aber auch schohnungslos auf, wenn eine Leitung ausgelas-

tet ist, beispielsweise ein von mehreren Anwendern genutztes VPN:

```
Uplink capacity: 51.545 Mbps
Downlink capacity: 215.117 Mbps
Responsiveness: Low (355 ms | 169 RPM)
Idle Latency: 110 ms | 550 RPM
```

Die Werte sind weit schlechter, vor allem die Responsiveness: 169 RPM gegenüber 1334 ohne VPN.

Wenn Sie `networkQuality` mit der Option `-v` nutzen, gibt der Befehl mehr Meldungen aus und am Schluss auch den Domännamen der Gegenstelle. Als Ziel in `traceroute` eingegeben, sehen Sie, über welche Router die Pakete der Messung zum Ziel laufen – im obigen Fall zum DE-CIX in Frankfurt.

Alternativ können Sie das Tool zum Messen der Strecke zu einem eigenen Server verwenden. Die erforderliche Server-Implementierung gibt es ebenfalls als quelloffenes Projekt auf GitHub ([ct.de/ryrp](https://ct.de/ryrp)).

## Leitung klemmt, was tun?

Egal, ob mit `networkQuality` ermittelt oder mit einem anderen Werkzeug: Was tun, wenn die Leitung niedrige Qualität hat? Die schnellste Abhilfe besteht darin, unwichtige Kommunikation zu beenden, also etwa Downloads auf die Nacht verschieben, wenn tagsüber die Videokonferenz Vorrang hat.

Wenn die beendet ist: Öffnen Sie das Webinterface Ihres Routers und suchen Sie nach Funktionen für die Verkehrssteuerung (Quality of Service, QoS, auch Smart Queue Management genannt, SQM). Damit lässt sich der Verkehr nach Bedarf priorisieren, sodass Datenpakete wichtiger Anwendungen bevorzugt zugestellt werden.

In besseren Routern ist das Verkehrsmanagement bereits ab Werk aktiv, sodass sie zumindest Sprachübertragungen bevorzugt behandeln. Auf den verbreiteten Fritzboxen finden Sie diese Option im Menü Internet/Filter/Priorisierung. Falls Sie „alle möglichen“ Anwendungen einschließlich Telefonie und Videokonferenz über ein VPN zu Ihrer Firma abwickeln, sortieren Sie den VPN-Verkehr zu den Echtzeitanwendungen. Auch können Sie einzelne Geräte wie Überwachungskameras bevorzugt behandeln lassen.

(dz@ct.de)

**Spezifikationen, Speedcheck-Webseiten, GitHub-Repositories: [ct.de/ryrp](https://ct.de/ryrp)**

# Fabelhafte Shell

## „Elvish“ ist eine mächtige, POSIX-inkompatible Shell

**Die Shell Elvish hält sich nicht an althergebrachte Standards. So kann man zwar schöner skripten, muss sich aber umgewöhnen und verliert Kompatibilität.**

Von Sylvester Tremmel

**S**hells, die (mehr oder weniger) POSIX-kompatibel sind, bilden eine etablierte Basis für Skripte, die sich dafür mit allerhand aus der Zeit gefallenen Konzepten herumschlagen müssen. Elvish dagegen hält sich nicht an den POSIX-Standard und bietet dafür aber eine deutlich moderne Skripting-Umgebung. Zu den Pluspunkten gehören typisierte Werte, Funktionen als „first-class members“, die beispielsweise in Variablen herumgereicht werden können, und vor allem Pipelines, die sowohl klassisch Binärdaten als auch eben jene typisierten Werte transportieren.

Indem durch so eine Pipeline Zeichenketten, Zahlen und dergleichen als einzelne, logisch getrennte Werte fließen, umgeht Elvish das Shell-typische und fehleranfällige Basteln mit Leerzeichen, Zei-

lenumbrüchen, Null-Bytes, Spezialvariablen wie \$IFS und so weiter. Trotzdem erinnert die Syntax an herkömmliche Shellskripte, sodass man sich schnell zu Hause fühlt:

```
cat test.csv | from-lines | drop 1 |
each {||| put [(str:split , $1)][9]} |
order | compact | take 5
```

Dieses Beispiel liest die Datei test.csv mit dem externen Programm cat und splittet zunächst den Datenstrom in Zeilen auf. Über die folgenden Pipelines fließen nun voneinander getrennte Werte (ein String pro Zeile). Der erste Wert wird ignoriert, jede Zeile anhand von Kommata aufgetrennt und nur der jeweils zehnte Wert weiterverarbeitet. Diese Werte sortiert Elvish dann, entfernt Dubletten und gibt die ersten fünf aus.

Neben den diversen nützlichen Befehlen, die Elvish eingebaut hat, fällt das Funktionsliteral in geschweiften Klammern mit ungewohnter Syntax auf: Parameter (hier 1) notiert man an dessen Anfang zwischen vertikalen Strichen. An diesem Beispielauftrag erkennt man gut, wie Elvish mit dem Kompatibilitätsproblem umgeht, dass externe Programme

nur Datenströme und keine Elvish-Werte produzieren. Hilfsfunktionen wie from-lines (oder auch from-json!) liefern geeignete Konvertierungen.

Neben einer umfangreichen Standardbibliothek bietet Elvish viele interessante Funktionen für die tägliche Arbeit mit der Shell, etwa einen Paketmanager sowie einen eingebauten Dateibrowser.

### Schattenseiten

So schön das alles ist: Auf Elvish als Shell umzustellen, erfordert etwas Arbeit. Zum Beispiel, weil die Sprache Präfixnotation nutzt: == (\* 2 (+ 3 4 5)) 24. Aus der Sicht funktionaler Programmierer ist das logisch, für alle anderen jedoch gewöhnungsbedürftig.

Kontrollstrukturen wie if ... then ... else sehen in Elvish so aus wie in vielen anderen Programmiersprachen und nicht wie ihre schrulligen POSIX- oder Bash-Pendants. Die noch ausbaufähige Fehlerbehandlung läuft über Exceptions und try ... catch. Das erleichtert vieles, harmoniert aber nicht gut mit der fragwürdigen Unix-Konvention, sowohl Logikfluss als auch Fehlermeldungen über den Exit-Status zu regeln. Elvish hilft mit Konvertierungen beim Aufruf externer Programme, doch ein reibungsloser Übergang gelingt nicht.

Noch steckt Elvish in einer eher frühen Entwicklungsphase (aktuelle Version: 0.19.2), hat bereits einige Syntaxänderungen hinter sich und so manches ist noch ausbaufähig. Interessierte sollten sich daher die sehr gute Dokumentation aufmerksam durchlesen (siehe ct.de/yyhz) und Codeschnipseln im Internet mit Skepsis begegnen. Sie zeigen oft veraltete Syntax. Wer alle dokumentierten Features nutzen möchte, muss außerdem die aktuelle Entwicklungsversion (derzeit 0.20.0-dev) der Shell einsetzen.

Kommandozeilengewohnte sollten keine großen Probleme mit solchen Widrigkeiten haben. Sie bekommen eine interessante Shell mit mächtigen Konzepten und ohne historischen Ballast in der Syntax. Für Shell-Neulinge ist Elvish aber eher nichts.

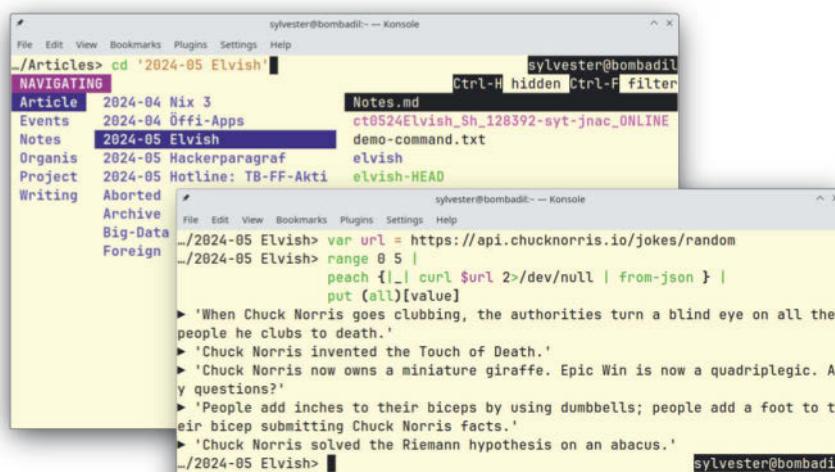
(syt@ct.de) ct

**Elvish-Doku:** ct.de/yyhz

## Elvish

### Moderne Non-POSIX-Shell

Website	<a href="https://elv.sh">https://elv.sh</a>
Systemanf.	Linux, macOS, BSD, Windows
Preis	<b>kostenlos</b> , Open-Source-Lizenzen



Oben ist der Dateibrowser von Elvish im Einsatz, unten fragt ein Befehl fünf Chuck-Norris-Witze über ein JSON-API ab.



Bild: Kl Midjourney | Collage c't

# Eisenschmelze

## Mit Maas physische Server wie in der Cloud einrichten

**„Ja, Ubuntu LTS! Ja, gern in Frankfurt! Hier ist mein SSH-Schlüssel!“ Ein virtualisierter Server oder eine VM ist flott zusammengeklickt. Wer möchte diesen Komfort nicht auch bei physischen Servern?**

Von Niklas Dierking

**S**oftware as a Service, Platform as a Service, Infrastructure as a Service. In der Cloudlandschaft tauchen immer mehr „... as a Service“ auf. Ständig neue Buzzwords, die es attraktiv klingen lassen, dass man für irgendwas monatlich zahlen soll.

Canonical, der Ubuntu-Distributor, hat ein „... as a Service“ im Portfolio seiner Open-Source-Projekte, dessen Name uns neugierig gemacht hat, nämlich Maas, kurz für „Metal as a Service“.

Dahinter verbirgt sich kein Abo für die Entsorgung von Elektroschrott. „Metal“ oder auch „bare metal“ meint im Cloudjargon üblicherweise nicht-virtualisiert, also brummende Server im Rechenzentrum. Zwischen denen und Betriebssystemen, die Workloads ausführen, liegen in der Regel mehrere Abstraktionsschichten. Kunden von AWS, Google Cloud, Azure und Co. verstellt das den Blick auf die Hardware, das ist aber auch nicht schlimm. Nur dadurch, dass virtuelle Maschinen, Speicher und Netzwerke Software-defined sind, kann Cloudcomputing so flexibel sein.

„Metal“ ist dagegen ziemlich träge. Aber auch als Basis für VMs und Container muss zu irgendeinem Zeitpunkt ein Betriebssystem auf den Server. Andere entscheiden sich auch ganz bewusst dafür, ihre Cluster aus mehreren Rechnern „bare metal“ zu betreiben, beispielsweise weil sie für rechenintensive Workloads jedes Quäntchen Performance brauchen. Weniger Abstraktionsschichten bedeuten meist weniger Overhead. Unabhängig vom konkreten Anwendungsfall haben wohl die wenigsten Administratoren Lust, händisch eine Linux-Distribution auf einer Vielzahl von Servern zu installieren.

Diese Lücke soll Maas füllen: Es ist eine Netzwerkboot-Schaltzentrale und hilft Administratoren, physische Systeme ähnlich simpel zu verwalten wie virtuelle Maschinen. Dazu stellt Maas einen DHCP-

Server, dient als Quelle von Images für PXE-Boot (Preboot Execution Environment) und installiert Ubuntu und andere Betriebssysteme automatisch auf Computern im Netzwerk. Potenzielle Installationsziele nennt Maas Maschinen.

## Packliste

In diesem Artikel erfahren Sie, wie Sie Maas installieren, konfigurieren und über dessen Weboberfläche Ubuntu auf einer Maschine installieren. Wenn Sie dieser Anleitung folgen wollen, sind einige Zutaten nötig:

- ein Maas-Controller: Diese Aufgabe kann beispielsweise ein Raspberry Pi oder ein Mini-PC übernehmen, auf dem Ubuntu Server läuft. Grundsätzlich kann man Maas auch in einer virtuellen Maschine betreiben, aber das verkompliziert den Aufbau. Für ein Setup mit einem einzelnen Maas-Controller empfiehlt Canonical einen Rechner mit 2 GByte Arbeitsspeicher, 2-GHz-Prozessor und 20 GByte Festplattenspeicher.
- eine Maschine: Ein System, auf dem Maas Ubuntu installiert. Achtung: Dabei überschreibt Maas die Daten auf der internen Festplatte oder SSD. Die eingebaute Netzwerkkarte muss PXE-Boot beherrschen.

- VLAN-fähige Netzwerkhardware: Am besten funktioniert Maas, wenn der Controller die IP-Adresse für Maschinen selbst vergibt, also einen DHCP-Server bereitstellt. Damit der Ihrem bestehenden DHCP-Server, beispielsweise dem Router, nicht in die Quere kommt, sollten Sie Maas in einem isolierten Subnetz betreiben.

## Netzwerk vorbereiten

Maas soll in seinem Subnetz schalten und walten können. Dazu brauchen Sie einen Switch oder Router, der Netze mittels VLAN segmentieren kann. Das kann beispielsweise ein Selbstbaurouter mit OpenWRT sein [1]. In unserem Testaufbau übernahm diese Aufgabe ein Unifi-Router (Unifi Dream Machine Pro). Die nachfolgenden Schritte lassen sich aber auf andere Router oder Switches übertragen.

Legen Sie zunächst ein neues Netzwerk mit einer VLAN-ID an. In der Unifi-Weboberfläche erledigen Sie das in den Einstellungen im Menü „Netzwerke“.

Weisen Sie dem neuen Netzwerk mindestens zwei Ethernet-Ports an Ihrem Router zu. Ein Port ist für den Maas-Controller bestimmt und ein Port für die Maschine, die Maas später provisioniert. In der Unifi-Web-

## c't kompakt

- Maas (Metal as a Service) ist eine Netzwerkboot-Schaltzentrale, mit der man konfigurierte Betriebssystem-Images installiert.
- Maas provisioniert physische Server ähnlich, als wären es virtuelle Maschinen.
- Fertig konfiguriert verkürzt Maas die Installationszeit von Betriebssystemen auf physischen Servern.

oberfläche stellen Sie das im Menü „Ports“ ein. Falls Sie zwischen Router und Maas sowie seinen Maschinen noch einen konfigurierbaren Switch („managed Switch“) betreiben, denken Sie daran, die VLAN-Einstellungen auch dort einzutragen.

## Maas installieren

Wir haben Maas auf einem Raspberry Pi 4 mit Ubuntu Server 23.10 Probe gefahren. Sie können auch problemlos einen Mini-PC oder ein ausrangiertes Notebook nehmen, müssen Ubuntu Server dann darauf installieren.

Schreiben Sie Ubuntu Server 23.10 in der 64-Bit-Version auf eine MicroSD-Karte für den Raspi. Mit dem Raspberry Pi Imager [2] konfigurieren Sie einen Benutzernamen und ein Passwort oder hinterlegen einen öffentlichen SSH-Schlüssel. Legen Sie dann die MicroSD-Karte ein, verbinden den Raspi mit einem der Ethernet-Ports, die Sie Maas zugewiesen haben und versorgen ihn mit Strom.

Loggen Sie sich noch mal in die Weboberfläche Ihres Routers ein und vergeben eine feste IP-Adresse für den Maas-Host. Die weiteren Schritte in Ubuntu Server erledigen Sie via SSH oder Sie verbinden einen Monitor und eine Tastatur mit dem Raspi. Bringen Sie das Betriebssystem zunächst auf den neuesten Stand:

```
sudo apt update && sudo apt upgrade
```

Maas installieren Sie am einfachsten als Snap-Paket:

```
sudo snap install maas
```

Außerdem braucht Maas eine PostgreSQL-Datenbank. Dafür gibt es zwei Möglichkeiten: Wenn Sie Maas ausprobieren oder

Trunking'. A 'Cancel' button and an 'Apply Changes' button are at the bottom right."/&gt;

**Maas enthält einen eigenen DHCP-Server und vergibt IP-Adressen an Maschinen im eigenen VLAN. Das setzt VLAN-fähige Netzwerkhardware voraus.**

nur mit einer Hand voll Maschinen im Heimbetrieb nutzen wollen, reicht die Testdatenbank (maas-test-db), die Canonical ebenfalls als Snap-Paket anbietet. Die konfigurierte Postgres-Datenbank installieren Sie mit dem folgenden Befehl:

```
sudo snap install maas-test-db
```

Für den Produktivbetrieb empfiehlt Canonical eine ausgewachsene Postgres-Datenbank. Installieren Sie dafür zunächst die notwendigen Pakete mit apt:

```
sudo apt install postgresql &
  postgresql-contrib
```

Wechseln Sie den Benutzer Ihrer Kommandozeilensitzung zu postgres und öffnen die Postgres-Shell:

```
sudo su - postgres
psql
```

In der Postgres-Shell legen Sie einen Nutzer namens maas an und vergeben ein Passwort:

```
CREATE USER maas WITH &
  PASSWORD 'PASSWORT' ;
```

Ersetzen Sie im obigen Befehl den Platzhalter PASSWORT durch ein sicheres Passwort. Dann legen Sie die Datenbank maasdb an, die dem angelegten Benutzer maas gehört:

```
CREATE DATABASE maasdb OWNER maas;
```

Verlassen Sie die Postgres-Shell, indem Sie \q eintippen und mit Enter bestätigen. Mit

exit kehren Sie auf der Kommandozeile zu Ihrem regulären Benutzer zurück. Um die Konfiguration der Datenbank abzuschließen, ergänzen Sie mit einem Texteditor in der Datei /etc/postgresql/15/main/pg\_hba.conf die folgende Zeile:

```
host    maasdb    maas    0/0    md5
```

Nur dann kann Maas im nächsten Schritt auf die eigenständige PostgreSQL-Datenbank zugreifen. Nehmen Sie Maas jetzt mit folgendem Befehl in Betrieb:

```
sudo maas init region+rack &
  --database-uri postgres://maas:&
  password@localhost/maasdb
```

Wenn Sie sich für die Testdatenbank im Snap-Paket entschieden haben, initialisieren Sie Maas stattdessen mit diesem Befehl:

```
sudo maas init region+rack &
  --database-uri maas-test-db:///
```

Um in einem Rechenzentrum eine Vielzahl von Maschinen zu verwalten, teilt man Maas in sogenannte Region- und Rack-Controller auf (siehe ct.de/y7j5). In diesem Beispiel kann der Maas-Host aber problemlos beide Aufgaben übernehmen. Die Datenbank-Migration während der Initialisierung hat auf unserem Raspberry Pi 4 mit 8 GByte Arbeitsspeicher etwa fünf Minuten gedauert.

## Maas einrichten

Sobald die Initialisierung erfolgreich abgeschlossen ist, zeigt Maas eine URL wie

SUBNET	START IP ADDRESS	END IP ADDRESS	GATEWAY IP	COMMENT
192.168.4.0/24	192.168.4.191	192.168.4.254	192.168.4.1	Dynamic

Um Maschinen zuverlässig ein Installationsziel beim PXE-Boot anzubieten, betreibt Maas einen eigenen DHCP-Server.

http://192.168.4.10:5240/MAAS an, unter der Sie die Weboberfläche erreichen. Die IP-Adresse ist die IP-Adresse des Raspi. Bevor Sie die Weboberfläche aufrufen, legen Sie noch einen Admin-Account an. Führen Sie dazu auf der Kommandozeile folgenden Befehl aus:

```
sudo maas createadmin
```

Es öffnet sich ein Dialog, in dem Sie einen Benutzernamen, ein Passwort und eine E-Mail-Adresse vergeben.

Praktisch: Im letzten Schritt kann Maas einen öffentlichen SSH-Schlüssel importieren, den Sie in Ihrem Launchpad- oder GitHub-Account hinterlegt haben. Den verfügt Maas später an Maschinen, um Ihnen SSH-Zugriff zu verschaffen. Geben Sie dazu Ihre User-ID an, beispielsweise gh:ndi-ct für den GitHub-User ndict. Sie können den Import aber auch überspringen und später manuell einen SSH-Schlüssel hochladen. Öffnen Sie jetzt die Maas-Weboberfläche im Browser und loggen sich mit dem Benutzerkonto ein, das Sie gerade angelegt haben.

Für Maschinen, die Maas später unter seine Fittiche nimmt, generiert es automatisch einen Hostnamen und setzt einen A-Record, beispielsweise tender-gator.maas. In der Eingabemaske tragen Sie einen externen DNS-Server ein. An den reicht Maas Anfragen für Domains durch, die es nicht selbst verwaltet. Tragen Sie hier die IP-Adresse Ihres Routers, oder einen öffentlichen DNS-Server wie 8.8.8.8 (von Google), ein. Die übrigen Felder müssen Sie nicht bearbeiten. Die Warnung „DHCP is not configured on any VLAN“ am oberen Rand des Fensters ignorieren Sie erst mal. Dazu später mehr.

Maas listet im nächsten Schritt verfügbare Ubuntu- und CentOS-Images. Bei unserem Testlauf mit Maas 3.4 war Ubuntu 20.04 LTS für die Architekturen amd64 und arm64 vorausgewählt. Maas macht sich direkt an den Download, der leider sehr lange dauert. Die Wartezeit können Sie nutzen, um die Images genauer zu inspizieren (siehe ct.de/y7j5). Sie setzen sich aus einem Bootloader, dem Kernel, einer initialen Ramdisk (initrd) und einem komprimierten Dateisystem (squashfs) zusammen.

Im Unterschied zu einem Hypervisor für virtuelle Maschinen wie Proxmox, ESXi oder LXD können Sie nicht einfach generische ISO-Abbildungen zur Installation von Betriebssystemen nutzen. Wem die vorgefertigten Images in Maas nicht aus-

reichen, der backt mit Packer, einem Image-as-Code-Werkzeug von HashiCorp, seine eigenen. Canonical stellt in einem GitHub-Repository Packer-Templates für eine Reihe gängiger Linux-Distributionen zur Verfügung (siehe [ct.de/y7j5](https://ct.de/y7j5)).

Setzen Sie im „Images“-Menü ein Häkchen für die Images, die Sie auf Maschinen bringen wollen. Maas prüft täglich, ob es frische Images gibt und lädt sie automatisch herunter. Wenn die Downloads abgeschlossen („Synced“) sind, klicken Sie auf die Schaltfläche „Continue“. Falls Sie bei der Einrichtung keinen SSH-Schlüssel von GitHub oder Launchpad importiert haben, müssen Sie jetzt einen hochladen. Wählen Sie als Quelle „Upload“, fügen einen öffentlichen SSH-Schlüssel ein und klicken auf „Import SSH key“.

Navigieren Sie über die Seitenleiste am linken Rand des Fensters in das Menü „Subnets“ und klicken in der Liste auf „fabric 0“. Maas bezeichnet mit dem Begriff „fabric“ eine Gruppe von VLANs. In der Übersicht zu fabric 0 finden Sie ein VLAN, das mit „untagged“ markiert ist. Geben Sie dem VLAN die VLAN-ID des angelegten Maas-Subnets und aktivieren danach DHCP. Beim Punkt „Provide DHCP from rack controllers(s)“ wählen Sie „maas“ aus dem Dropdown-Menü.

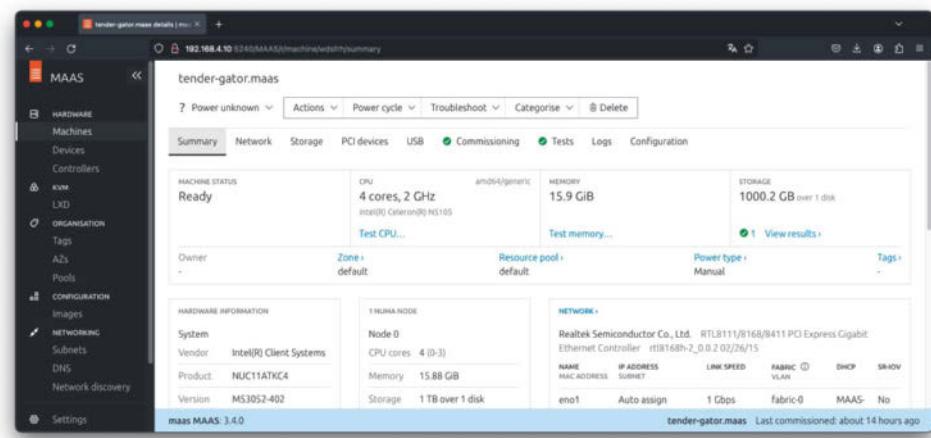
## Maschine vorbereiten

Damit eine Maschine über das Netzwerk von Maas bootet und nicht von der internen Festplatte, ändern Sie im UEFI-Bios der Maschine die Bootreihenfolge. In unserem Testlauf dient ein Intel NUC als Versuchskaninchen für eine automatisierte Ubuntu-Installation via Maas. Dazu haben wir im Menü „Boot Priority“ den Startmedien „UEFI: HTTP IPv4 Realtek PCIe GB“ und „UEFI: PXE IPv4 Realtek PCIe GB“ eine höhere Priorität als der internen SSD gegeben. Je nachdem, welches UEFI-Bios in Ihrem Rechner tickt, heißen die Einträge anders.

Verbinden Sie die Maschine anschließend mit dem zweiten Ethernet-Port am Router oder Switch, den Sie Maas zugewiesen haben. Wenn Sie der Maschine beim Bootvorgang über das Netzwerk über die Schulter schauen wollen, schließen Sie ein Display an.

## Kennenlernphase und Installation

Starten Sie die Maschine mit der geänderten Bootreihenfolge. Sie bekommt eine IP-Adresse von Maas und bootet jetzt über



Im Menü „Machines“ listet Maas Systeme, die es bereits kennengelernt hat und zeigt ihren Status an.

das Netzwerk. Maas installiert in diesem Schritt noch kein Betriebssystem, sondern sammelt nur Informationen über den Client. Dabei erfasst es beispielsweise den Prozessor, Arbeitsspeicher und verfügbaren Speicherplatz.

Navigieren Sie in der Maas-Weboberfläche in das Menü „Machines“, in dem Sie die weiteren Arbeitsschritte ausführen. Hier weist Maas der Maschine zunächst den Status „New“ zu. Unseren Intel NUC hat Maas in der Kennenlernphase „tender-gator.maas“ getauft. Der grüne Haken beim Tab „Commissioning“ zeigt an, dass der Verwalter die Maschine in sein Inventar aufnehmen kann.

Bevor Sie das tun, sollten Sie im Tab „Configuration“ noch einen Power-Typ auswählen. Maas interagiert mit diversen Management-Controllern (BMCs), Stromverteilereinheiten (PDUs) und Chassis-Managern, um Maschinen aus- und anzuknüpfen. Wer keine Profi-Hardware aus dem Rechenzentrum sein Eigen nennt, muss den Power-Knopf selbst drücken. Wählen Sie dafür den Power-Typ „Manual“.

Jetzt ist alles bereit, um die Maschine an Maas zu übergeben. Wählen Sie aus dem Dropdown-Menü „Actions“ den Eintrag „Commission“ und starten die Maschine ein weiteres Mal. Bei diesem Bootprozess lädt das System eine flüchtige Version von Ubuntu in den Arbeitsspeicher und testet, ob das Betriebssystem installiert werden kann („Deployment“). Danach fährt die Maschine wieder herunter und ihr Status in Maas wechselt von „New“ zu „Ready“.

Um Ubuntu auf einer Maschine mit dem Status „Ready“ zu installieren, wählen Sie „Deploy“ aus dem „Actions“-Menü und entscheiden sich für eines der herun-

tergeladenen Images. Im „Deploy“-Menü können Sie die Maschine als KVM-Host registrieren oder Cloud-init-Skripte übergeben.

Klicken Sie auf „Start deployment for machine“ und fahren die Maschine ein letztes Mal hoch, indem Sie den Einschaltknopf drücken. Um die Installation von Ubuntu kümmert sich der Installer curtin, dem Sie im Tab „Logs“ in der Weboberfläche zuschauen können. Nach erfolgreicher Installation deaktiviert Maas den Netzwerkboot für die Maschine, indem es kein Image mehr für PXE-Boot anbietet und startet die Maschine neu. Die Maschine bootet erstmals von der internen SSD.

Voilà! Die Maschine ist bereit für den Login via SSH. Die IP-Adresse zeigt Maas im Menü „Machines“ an. Der Benutzername für den Login ist `ubuntu`. Ein Passwort brauchen Sie nicht, denn Maas hat der Maschine ja bereits Ihren öffentlichen SSH-Schlüssel mitgegeben.

## Fazit

Maas ist ein praktisches Werkzeug für Administratoren, die oft Linux auf physische Rechner bringen müssen. Wenn Sie es erstmal eingerichtet haben, reduziert sich der Installationsaufwand auf folgende Schritte: Netzwerkboot auf der Maschine einrichten, mit dem Maas-Netz verbinden, in die Maschinenflotte aufnehmen und via Maas ein Betriebssystem ausliefern. (ndi@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Andrijan Möcker, Firewall-Schatullen, NanoPi R2S und R4S im OpenWrt-Test, c't 6/2023, S. 22
- [2] Ronald Eikenberg, Raspi-Schnellstart, Raspberry Pi superschnell einrichten durch Vorkonfiguration, c't 11/2021, S. 132

**Dokumentationen:** [ct.de/y7j5](https://ct.de/y7j5)



# Gutes Argument

**Von Fünfzeiler bis Großprojekt:  
Kommandozeilenparameter mit Python Argparse auswerten**

Parameter beim Aufruf eines Skripts oder Programms auszuwerten, ist eine lästige Pflichtaufgabe. Damit es schnell Ergebnisse gibt, behilft man sich dabei gerne mit Provisorien, statt ausgefeilte Bibliotheken einzusetzen. Mit dem Argument Parser Argparse für Python gibt es ein Werkzeug, das mit Ihrem Programm wächst.

Von Mirko Dölle

Wie schreibt sich das noch mal? Die Kommandozeilenparameter `-?`, `-h` und `--help` dürften wohl die weltweit am häufigsten benutzten sein, um sich ohne einen Blick ins Handbuch die richtige Formulierung eines Programmaufrufs ins Gedächtnis zu rufen. Für Programmierer ist es ein ungeschriebenes Gesetz, wenigstens eine Hilfefunktion zu implementieren. Wir zeigen Ihnen, wie Sie mit Argparse in Python viel Entwicklungsaufwand gegenüber der traditionellen getopt-Bibliothek und nur auf den ersten Blick einfacheren Lösungen ohne den Einsatz von Parameter-Bibliotheken einsparen.

Gerade bei einem nur wenige Zeilen langen Skript gibt es schnell den Wunsch, ohne den Aufwand einer ausgewachsenen Bibliothek auszukommen. Beim Argument Parser Argparse für Python ist das anders: Sie können ihn zunächst minimalistisch einsetzen und später, wenn Ihr Skript zu einem größeren Programm herangereift ist, zu einer umfangreichen Hilfefunktion ausbauen – ohne provisorischen Code wegwerfen zu müssen.

Es fängt meist harmlos an, dass etwa nur der Name der zu bearbeitenden Datei übergeben werden soll. Das lässt sich ohne

**ct Hardcore**

## ct kompakt

- Skripte über Kommandozeilenoptionen zu parametrisieren, ist für Anwender wie Entwickler gleichermaßen sinnvoll.
- Traditionelle Bibliotheken wie getopt sind umständlich zu bedienen und nur leidlich flexibel.
- Die Bibliothek Argparse können Sie schon in der Experimentierphase mit sehr wenigen Codezeilen nutzen und nach und nach zu einer umfangreichen Hilfe ausbauen.

eine Parameter-Bibliothek mit nur zwei Zeilen Python-Code umsetzen:

```
import sys
filename = sys.argv[1]
```

Das erste Element der Liste, `sys.argv[0]`, enthält wie auch in anderen Programmiersprachen den Aufruf Ihres Skripts. Der erste Kommandozeilenparameter ist deshalb `sys.argv[1]`. Solange es beim Dateinamen als einzigem Parameter bleibt, ist die gezeigte Lösung an Einfachheit nicht zu überbieten.

### Parameter selbst verarbeiten

Dürfen hingegen gleichzeitig mehrere Parameter gesetzt sein, etwa `-i` für „Input File“ und `-o` für „Output File“, kommen Sie nicht umhin, die übergebenen Parameter nacheinander abzuarbeiten, womit der Programmieraufwand förmlich explodiert:

```
try:
    n = 1
    while n < len(sys.argv):
        if sys.argv[n] == "-h":
            usage(sys.argv[0])
            sys.exit()
        elif sys.argv[n] == "-i":
            infile = sys.argv[n:--n]
        elif sys.argv[n] == "-o":
            outfile = sys.argv[n:--n]
        else:
            print("Unknown option")
            sys.exit()
        n += 1
except IndexError:
    print("Insufficient options")
    sys.exit()
```

Die Krux liegt darin, dass der Dateiname bei den Parametern `-i` und `-o` im nachfolgenden Parameter steht. Diesen müssen Sie in die Variablen `infile` respektive `outfile` übernehmen und sich darum kümmern, dass die Dateinamen nicht erneut von der Schleife verarbeitet werden. Das klappt, indem Sie die Zählervariable `n` um eins erhöhen. Das ist mit einer `for`-Schleife nicht möglich, weshalb `while` erforderlich wird.

Um die Variable `n` beim Speichern der Dateinamen um eins zu erhöhen, Nutzt das Beispiel den wenig bekannten Walross-Operator sowie den „Wurm am Stiel“. Damit können Sie seit Python 3.8 nun auch in Python innerhalb einer Zeile Variablen erhöhen oder vermindern. Details dazu finden Sie im Kasten „Walross-Operator und Wurm am Stiel“.

### Parameter-Bibliotheken

Um das Rad nicht für jedes Skript neu erfinden zu müssen, gibt es fertige Bibliotheken zur Auswertung von Parametern. Eine häufig benutzte ist `getopt`, die bereits erkennt, ob etwa ein Dateiname als Parameter beim Aufruf fehlt. Daher ist sie dem vorherigen Beispiel bereits deutlich überlegen. Dennoch erfordert der Einsatz von `getopt` viele Codezeilen:

```
try:
    opts, args = getopt.getopt(
        sys.argv[1:], "hi:o:")
```

```
except getopt.GetoptError as err:
    print(err)
    sys.exit()
for option, argument in opts:
    if option in ("--h"):
        usage()
        sys.exit()
    elif option in ("--i"):
        infile = argument
    elif option in ("--o"):
        outfile = argument
else:
    assert False, \
        "unhandled option"
```

Die Definition, welche Kommandozeilenoptionen `getopt()` behandeln soll, steckt in der Zeichenkette `"hi:o:"` am Ende des Aufrufs von `getopt()`. Jeder Buchstabe steht für eine Option beim Aufruf; `h` für `-h`, also der Hilfe, `i` für `-i` und `o` für `-o`. Die Doppelpunkte hinter `i` und `o` bedeuten, dass der Option ein Parameter folgen muss.

Die Liste der Parameter, die `getopt()` auswerten soll, steht am Anfang des Funktionsaufrufs: `sys.argv[1:]` ist die Liste aller Kommandozeilenparameter mit Ausnahme von `sys.argv[0]`, das stets den Programmaufruf des Python-Skripts enthält.

Hat `getopt()` die Parameter ausgewertet, arbeitet sie die `for`-Schleife nacheinander ab. Bei einem unbekannten Parameter bewirkt `assert False`, dass ein sogenannter `AssertionError` ausgelöst wird, der eine Fehlermeldung wie

## Walross-Operator und Wurm am Stiel

Entwickler benennen Operatoren oft nicht nach ihrer Funktion, sondern nach ihrem Aussehen. Das gilt auch für den Walross-Operator `:=`, bei dem der Doppelpunkt die Augen und das Gleichheitszeichen die Zähne des Meeressäugers symbolisieren. Es gibt ihn erst seit Python 3.8 und er erlaubt es Ihnen, eine Variable innerhalb eines Ausdrucks zu verändern, etwa um eins zu erhöhen:

```
infile = sys.argv[n:=n+1]
```

Bei älteren Python-Versionen müssen Sie diese eine Zeile in zwei aufteilen, um das Gleiche zu erreichen:

```
n += 1
infile = sys.argv[n]
```

Auch der „Inchworm on a stick“ („Wurm am Stiel“, eigentlich „Spannerraupe am Stiel“), `--` oder `--` geschrieben, hat seinen Namen von den beiden Zeichen erhalten, aus denen er besteht. Seine Funktion ist ein vorrangiges Dekrement (`--`) respektive Inkrement (`--`) des Werts der Variablen, auf den er sich bezieht. So entspricht `--n*2` der längeren Schreibweise `(n+1)*2`.

Zusammen mit dem Walross-Operator bildet der „Wurm am Stiel“ `--` den in Python lange vermissten Inkrement-Operator: `n:--n` ist das Python-Äquivalent zu `++n` aus der Programmiersprache C. Sie dürfen aber auch `n:=n+1` schreiben, was leichter zu verstehen ist. Zum Herunterzählen dürften Sie seit Python 3.8 `n:--n` oder `n:=n-1` an jeder Stelle benutzen, an der eine Variable stehen darf.

option -v not recognized ausgibt.

## Kurz und einfach

Mit dem Argument Parser `argparse` gibt es in Python eine noch leistungsfähigere, einfache und sogar mitwachsende Lösung, um Kommandozeilenparameter auszuwerten. Schauen Sie sich noch einmal das erste Beispiel, bei dem das Skript lediglich den Namen einer Datei erwartet. Ohne Hilfsmittel genügt dafür folgender Zweizeiler:

```
import sys
filename = sys.argv[1]
```

Um das Gleiche mit Argparse zu erreichen, ist erst einmal doppelt so viel Code erforderlich:

```
import argparse
parser = argparse.ArgumentParser()
parser.add_argument('filename')
args = parser.parse_args()
```

Den Dateinamen finden Sie anschließend in der Variablen `args.filename`. Die Lösung mit Argparse ist der einfachen ohne Bibliothek aber bereits um ein Vielfaches überlegen. So fällt der Zweizeiler, wenn Sie den Dateinamen vergessen haben, mit einer ziemlich kryptischen Fehlermeldung auf die Nase:

```
IndexError: list index out of range
```

Mit Argparse hingegen erfahren Sie unmittelbar, wo das Problem liegt:

```
usage: example.py [-h] filename
example.py: error: the following arguments are required: filename
```

## Automatische Hilfe

Außerdem gibt es bereits eine vollständige Hilfefunktion, die Sie mit dem Parameter `-h` abrufen können – ohne dass Sie wie in den vorangegangenen Beispielen eine Funktion wie `usage()` bereitstellen müssen:

```
usage: example.py [-h] filename

positional arguments:
  filename

optional arguments:
  -h, --help  show this help message and exit
```

Wollen Sie Ihrem Programm mit den Parametern `-i` und `-o` eine Eingabe- respektive Ausgabedatei mitgeben, so wächst der Code mit Argparse nur unwesentlich:

```
parser = argparse.ArgumentParser()
parser.add_argument('-i')
parser.add_argument('-o')
args = parser.parse_args()
```

Den Namen der Eingabedatei finden Sie anschließend in `args.i`, den der Ausgabedatei in `args.o`. Die komplizierten Schleifenkonstruktionen zur Übernahme der Kommandozeilenparameter entfallen vollständig – nur noch vier Zeilen Code anstelle von 15 bis 17 mit  `getopt()` oder ganz ohne Parser-Bibliothek.

Und wieder gibt es eine Hilfe, die ebenfalls Argparse automatisch bereitstellt:

```
usage: example.py [-h] [-i I] [-o O]
```

optional arguments:

```
-h, --help  show this help message and exit
-i I
-o O
```

## Details verwerten

Wenn Sie statt `argv.i` und `argv.o` lieber leichter verständlichere Variablennamen wie `argv.infile` und `argv.outfile` benutzen möchten, so können Sie dies `add_argument()` mitgeben:

```
parser.add_argument('-i',
                   dest='infile')
parser.add_argument('-o',
                   dest='outfile')
```

Diese Präzisierung nutzt auch sofort die automatisch erstellte Hilfe, um verständlicher zu werden:

```
usage: example.py [-h] [-i INFILE] [-o OUTFILE]
```

optional arguments:

```
-h, --help  show this help message and exit
-i INFILE
-o OUTFILE
```

Sie möchten neben `-i` und `-o` auch `--input` und `--output` nutzen können? Nichts leichter als das:

```
parser.add_argument('-i', '--input',
                   dest='infile')
parser.add_argument('-o', '--output',
                   dest='outfile')
```

Und auch das schlägt sich sofort in der Hilfe nieder:

```
usage: example.py [-h] [-i INFILE] [-o OUTFILE]
```

optional arguments:

```
-h, --help  show this help message and exit
-i INFILE, --input INFILE
-o OUTFILE, --output OUTFILE
```

## Parameter erzwingen

Bislang ist dem Anwender überlassen, ob er eine Eingabedatei, eine Ausgabedatei, beides oder nichts angibt. Mit der Option `required` legen Sie fest, welche Parameter vorhanden sein müssen, zum Beispiel die Eingabedatei:

```
parser.add_argument('-i', '--input',
                   dest='infile', required=True)
```

Der Standard ist, dass Parameter wie `-i` oder `--input` optional sind, es sei denn, Sie erzwingen sie mittels `required=True`. Anders sieht es bei Positionsparametern aus, denen nichts vorangestellt ist wie bei:

```
parser.add_argument('filename')
```

Solche Parameter werden stets verlangt und lassen sich auch nicht mittels `required` in optionale Parameter umwandeln.

Wenn Sie nichts weiter angeben, behandelt Argparse alle Parameter als Zeichenketten. Bei der Ein- und Ausgabedatei muss es sich jedoch um gültige Dateipfade handeln, dies können Sie mit der Option `type` festlegen:

```
import pathlib
# ...
parser.add_argument('-i', '--input',
                   dest='infile', type=pathlib.Path)
parser.add_argument('-o', '--output',
                   dest='outfile', type=pathlib.Path)
```

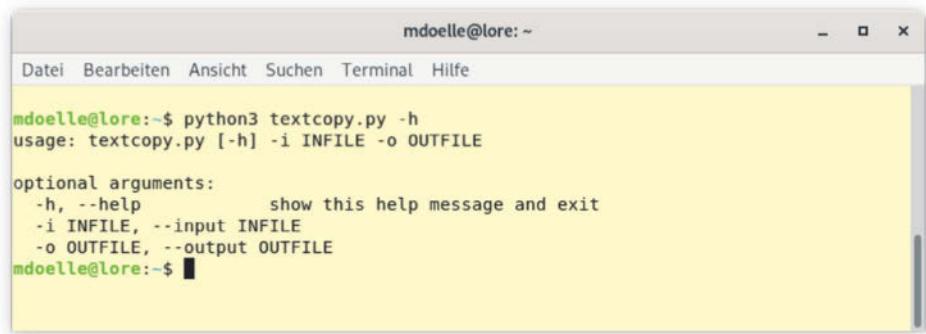
## Komplexe Datentypen

Argparse unterstützt und konvertiert neben `str` auch `int`, `float` und `ascii`. Darauf hinaus können Sie aber auch komplexe Typen wie das im Beispiel gezeigte

pathlib.Path nutzen; mit type=open öffnet Argparse die Datei selbstständig zum Lesen und mit type=argparse.FileType('w', encoding='utf8') sogar zum Schreiben. Das folgende Beispiel ist das vollständige Listing eines Kopierprogramms in Python, das den Inhalt der Textdatei, die mittels -i angegeben wurde, in die Ausgabedatei -o schreibt und dabei die UTF-8-Kodierung verwendet:

```
import argparse
parser = argparse.ArgumentParser()
parser.add_argument('-i', '--input',
                    dest='infile', type=open,
                    required=True)
parser.add_argument('-o', '--output',
                    dest='outfile',
                    type=argparse.FileType('w',
                    encoding='utf8'), required=True)
args = parser.parse_args()
args.outfile.write(args.infile.read())
```

Der Clou: Gibt es die Eingabedatei nicht, so beendet Argparse das Programm mit



```
mdoelle@lore:~$ python3 textcopy.py -h
usage: textcopy.py [-h] -i INFILe -o OUTFILE

optional arguments:
  -h, --help            show this help message and exit
  -i INFILe, --input INFILe
  -o OUTFILE, --output OUTFILE
mdoelle@lore:~$
```

Obwohl Sie im Python-Code mit keinem Wort die Hilfe zum Kopierprogramms beschreiben, erstellt Argparse anhand der definierten Kommandozeilenparameter automatisch eine vollständige Hilfefunktion, die Sie bei jedem Programm mit den Parametern -h oder --help abrufen können.

der Fehlermeldung FileNotFoundError: [Errno 2] No such file or directory. Entsprechend lautet auch die Fehlermeldung, falls der hinter -o angegebene Dateiname nicht zum Schreiben geöffnet werden kann, etwa weil es sich um einen Verzeichnisnamen oder eine schreibgeschützte Datei handelt.

Die letzte Zeile enthält den Kopierbefehl: args.infile ist das geöffnete Filehandle der Eingabedatei, aus dem read() den kompletten Inhalt liest. args.outfile ist das Filehandle der geöffneten Ausgabedatei, in die der Inhalt mittels write() übertragen wird. Am Ende schließt Argparse beide Dateien wieder.

## Bestens verdrahtet!

Auch als  
Heft + PDF  
mit 28% Rabatt



Schnelles WLAN, eine komplette Abdeckung in Ihrem Zuhause und bei Bedarf das eigene VPN. Das ct-Sonderheft deckt alle wichtigen Netzwerkthemen ab mit einem Schwerpunkt rund um den beliebten Fritzbox-Router und seinem stark verbesserten FritzOS:

- Fritzbox einrichten und tunen
- Kaufberatung: die beste Fritzbox für jeden Anschluss
- Mesh & Repeater optimal auswählen
- Mit speziellen VPNs die Privatsphäre schützen
- Netzwerke bauen
- Das bringen Wi-Fi-6E und Wi-Fi-7

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 € • Heft + PDF 19,90 €

 [shop.heise.de/ct-netzwerke23](http://shop.heise.de/ct-netzwerke23)

Die Nutzung von `argparse.FileType()` ist allerdings nicht ganz ohne Nebenwirkungen, so wird die Datei nicht automatisch wieder geschlossen, wenn sie bereits geöffnet war und Argparse erst danach einen Fehler entdeckt. Die Reihenfolge, in der die Parameter beim Aufruf angegeben wurden, bekommt deshalb Gewicht.

Geben Sie zum Beispiel erst den Parameter `-i` und danach `-o` jeweils gefolgt von Dateinamen an, und Argparse kann die Eingabedatei nicht öffnen, so hat dies keine negativen Konsequenzen. Umgekehrt hingegen, wenn Sie erst `-o` mit dem Namen der Ausgabedatei angeben und dann bei `-i` einen Tippfehler im Eingabedateinamen haben, so öffnet Argparse zunächst die Ausgabedatei und stolpert erst dann über die nicht vorhandene Eingabedatei. Das hat den Effekt, dass es nach dem Aufruf eine leere Ausgabedatei gibt. Gab es die Ausgabedatei zuvor schon, so wird ihr Inhalt gelöscht.

Wir empfehlen, `argparse.FileType()` nicht zu verwenden, sondern stattdessen mit `pathlib.Path` zu arbeiten und anschließend die Ein- und Ausgabedatei selbst zu öffnen. So haben Sie Gewissheit, dass nicht aufgrund eines Tippfehlers leere Dateien übrig bleiben.

## Hostangaben überprüfen

Ein anderes Beispiel: Ihr Skript soll einen Server-Dienst per TCP/IP kontaktieren, zum Beispiel das Stable Diffusion Web-UI, das üblicherweise lokal auf Port 7860 lauscht. Für den Fall, dass Sie die Bilder-KI Stable Diffusion auf einem anderen Rechner installiert haben, sollen Hostname und Portangabe über die Parameter `-H` und `-p` anpassbar sein. Das erledigen die folgenden Zeilen:

```
parser.add_argument('-H', '--host',
                    dest='host', default='127.0.0.1')
parser.add_argument('-p', '--port',
                    dest='port', type=int,
                    default=7860)
```

Mit `type=int` ist sichergestellt, dass die Portangabe eine ganze Zahl ist – Sie müssen allerdings noch immer überprüfen, dass die Portnummer zwischen 0 und 65535 liegt. Auch den angegebenen Hostnamen oder die IP-Adresse müssen Sie prüfen. Sie können diese Aufgabe aber auch Argparse überlassen, indem Sie als `type` die Funktion `gethostname()` aus der Bibliothek `socket` angeben:

```
mdoelle@lore:~$ python3 sdclient.py -h
usage: sdclient.py [-h] [-H HOST] [-p PORT] [--res WIDTH HEIGHT]

optional arguments:
  -h, --help            show this help message and exit
  -H HOST, --host HOST  Hostname or IP address of Stable Diffusion (default:
                        127.0.0.1)
  -p PORT, --port PORT  Port of Stable Diffusion WebUI (default: 7860)
  --res WIDTH HEIGHT    resolution of image

mdoelle@lore:~$
```

Die Hilfe zu Ihrem Python-Programm erstellt Argparse ganz nebenbei aus den Aufrufparametern, die Sie definieren, und wenigen Zusatzinformationen, die Sie mitliefern.

```
import socket
# ...
parser.add_argument('-H', '--host',
                    dest='host',
                    type=socket.gethostname,
                    default='127.0.0.1')
```

Dass es Standardwerte für Host und Port gibt, unterschlägt die Hilfefunktion allerdings:

```
usage: sdclient.py [-h] [-H HOST] [-p PORT]
```

```
optional arguments:
  -h, --help            show this help message and exit
  -H HOST, --host HOST
  -p PORT, --port PORT
```

## Nachhilfe

Indem Sie die Option `help` setzen, können Sie jedoch einen eigenen Hilfetext ergänzen:

```
parser.add_argument('-H', '--host',
                    dest='host',
                    type=socket.gethostname,
                    default='127.0.0.1',
                    help='Hostname or IP address (default: 127.0.0.1)')
parser.add_argument('-p', '--port',
                    dest='port', type=int,
                    default=7860,
                    help='Port [0-65535] (default: 7860)')
```

Eine weitere nützliche Option ist `nargs` in Kombination mit `metavar`. Angenommen, Sie wollen bei Ihrem Stable-Diffusion-Client mit `--res` die Auflösung der Bilder einstellen können, dann benötigen Sie

zwei Parameter – Breite und Höhe. Das sieht mit Argparser folgendermaßen aus:

```
parser.add_argument('--res',
                    dest='res', type=int, nargs=2,
                    help='resolution of image')
```

Argparser legt `argv.res[]` daraufhin als Liste mit den Elementen 0 und 1 an. Die Hilfe allerdings gibt keinen Hinweis darauf, ob Breite oder Höhe zuerst genannt werden soll:

```
--res RES RES             resolution
                           of image
```

Hier kommt `metavar` ins Spiel, damit können Sie klarstellen, welcher der zwei Parameter welche Bedeutung hat:

```
parser.add_argument('--res',
                    dest='res', type=int, nargs=2,
                    help='resolution',
                    metavar=('WIDTH', 'HEIGHT'))
```

Das ergibt in der Hilfe:

```
--res WIDTH HEIGHT      resolution
```

## Mehrfachnutzung

Ein häufig genutzter Kommandozeilenparameter ist `-v`, um ein Programm gesprächiger zu machen und etwa Debugging-Informationen anzuzeigen:

```
parser.add_argument('-v',
                    action='store_true')
```

Die Option `action='store_true'` bewirkt, dass `args.v` gleich `True` ist, wenn Sie den Parameter `-v` übergeben. Andernfalls ist `args.v` gleich `False`, auch wenn dies nicht

explizit mit `default` definiert ist. Soll es mehrere Stufen geben, so verwenden Sie stattdessen `action='count'`:

```
parser.add_argument('-v',
    action='count', default=0)
```

Das `default` ist hier wichtig, da andernfalls `args.v` undefiniert ist, wenn Sie nicht wenigstens einmal `-v` beim Aufruf übergeben. Argparse zählt, wie oft der Parameter vorkommt, Sie dürfen also auch `-v -v -v` oder als Kurzform `-vvv` verwenden. Ein Maximum wie etwa fünf Stufen lässt sich aber nicht festlegen.

Aber es gibt eine Alternative: Sie können definieren, dass `-v` mit Werten von 1 bis 5 aufgerufen werden darf:

```
parser.add_argument('-v', type=int,
    choices=range(1, 6), default=0)
```

Die erlaubten Werte fügt Argparse automatisch in der Hilfe ein:

```
-v {1,2,3,4,5}
```

Mehrfach benutzen darf man den Parameter dann aber nicht mehr, sondern muss einen konkreten Wert angeben. Lässt man `-v` weg, so greift der Standardwert 0. Dass der außerhalb des definierten Wertebereichs von 1 bis 5 liegt, ist kein Problem.

Apropos mehrfache Verwendung eines Parameters: Mit `action='append'` legt Argparse eine Liste an und sammelt dort alle Werte in der Reihenfolge, wie sie an der Kommandozeile übergeben wurden. Schreiben Sie zum Beispiel ein Programm, das eine Quellenangabe an wählbarer Position in ein Bild einfügt, können Sie auch mehrere Texte hintereinander einfügen lassen:

```
parser.add_argument('--text',
    action='append', nargs=3,
    metavar=('x', 'y', 'text'))
```

Auch hier zeigt sich, wie wichtig die Option `metavar` ist: Sie macht dem Anwender in der Hilfe klar, in welcher Reihenfolge Position und Text angegeben werden müssen.

Argparse legt `args.text` als Liste an, in der für jedes Vorkommen des Parameters `--text` eine Liste aus den drei Elementen angefügt wird. Den ersten einzufügenden Text finden Sie folglich unter `args.text[0][2]`, die Koordinaten unter `args.text[0][0]` und `args.text[0][1]`. Diese doppelte Liste können Sie später leicht in einer `for`-Schleife abarbeiten:

```
for x, y, t in args.text:
    # ...
```

## Fazit

Indem Sie den Aufruf von `add_argument()` über die Entwicklungszeit des Skripts nach und nach ausbauen und präzisieren, wird es vom Experten-Tool zu einem für jedermann nutzbaren Werkzeug. Besonders attraktiv ist, dass Sie Argparser in der Experimentierphase mit nur wenigen Angaben nutzen und später weiter ausbauen können, ohne jemals Code aus früheren Entwicklungsständen wegwerfen zu müssen.

(mid@ct.de) 



 **heise academy**

## Qualifizieren Sie Ihre Fachkräfte für die Zukunft der IT

Mit Ihrem Partner für digitale IT-Weiterbildung

- 80 relevante IT-Themen von über 100 renommierten IT-Experten
- Jeweils über 100 Webinare und digitale Kurse
- Interaktives Lernen durch Features wie Übungsaufgaben und Wissenstests
- Individuelle Lernumgebung für jeden Mitarbeiter
- Uneingeschränkter Zugriff und volle Kostenkontrolle
- Ausbau Ihres Employer Brandings

**JETZT  
KOSTENLOS  
TESTEN**

Jetzt 30-Tage-Test für Ihr Team anfragen:  
**heise-academy.de/academy-pass**





Bild: Kl Midjourney | Collage c't

# Meine Drohne, deine Drohne

## EU-Drohnenverordnung: Fernidentifizierung erklärt

**Nach langem Hin und Her gilt seit dem 1. Januar die neue Drohnenverordnung. Als Teil davon beschreibt die Fernidentifizierung, welche Informationen eine Drohne per WLAN oder Bluetooth an die Smartphones Dritter senden muss.**

Von Stella Maria Risch

**D**ie Fernidentifizierung der neuen EU-Drohnenverordnung hat zwei Ziele: Durch die auch Remote ID genannte Kennzeichnung sollen zum einen Drohnenpiloten bei Verstößen oder rechtswidrigen Handlungen einfacher zur Rechenschaft gezogen werden können. Zum anderen sollen Betroffene ihre Privatsphäre besser schützen können, indem sie erfahren, wo sie den Drohnenpiloten antreffen können. Beides soll Drohnenpiloten zu mehr Disziplin anhalten und so die soziale Akzeptanz des Drohnenfliegens in der Öffentlichkeit erhöhen.

Die Verordnung geht damit über die bisherige Registrierung hinaus: Schon länger müssen Drohnen mit einer am Gerät angebrachten Nummer dem Betreiber zuzuordnen sein. Diese Betreibernummer erhält man vom Luftfahrtbundesamt (LBA), wenn man sich dort mit Name, Geburtsdatum, Anschrift, E-Mail-Adresse, Telefonnummer und Versicherungsnummer registriert. Doch von fliegenden Drohnen lässt sich diese Nummer auch mit dem besten Fernglas nicht ablesen. Mit der neuen Verordnung muss es für Außenstehende möglich

sein, die Nummer und einige weitere Informationen – wozu nicht die beim LBA hinterlegten persönlichen Daten des Betreibers gehören – mit einem Smartphone aus der Ferne auszulesen (siehe [ct.de/y4jk](http://ct.de/y4jk)).

Nicht alle Drohnen müssen die Remote ID aussenden, vielmehr kommt es auf ihre Klasse an: Seit dem 1. Januar in der EU verkauften Drohnen tragen ein Klassenkennzeichen von C0 bis C6, das auch auf der Packung zu finden ist (siehe [ct.de/112022](http://ct.de/112022), S. 126). Es richtet sich nach dem Gewicht der Drohne. Drohnen unter 250 Gramm fallen in die Klasse C0 und benötigen keine Remote ID, für alle ab 250 Gramm in den Klassen C1 bis C6 ist die Fernidentifizierbarkeit Pflicht. Weitere Ausnahmen von der Aufkleberpflicht und Remote ID sind Selbstbaudrohnen und solche Modelle, die vor dem 1. Juli 2022 verkauft wurden.

### Fernidentifizierung

Der Standard für die Remote ID wurde von der „Aerospace and Defence Industries Association of Europe – Standardization“ (ASD-STAN) entwickelt und sieht zwei

Techniken zur Fernidentifizierung vor, „Direct Remote Identification“ (DRI) und „Network Remote Identification“ (NRI). Letztere ist für handelsübliche Drohnen nicht vorgeschrieben, sondern nur für welche, die in den zukünftig geplanten U-Spaces fliegen dürfen. Das sind für den privaten Drohnenflug gesperrte Bereiche beispielsweise über Ortschaften, in denen ein behördliches Flugverkehrsmanagement betrieben wird. NRI benötigt eine beidseitige Kommunikation zwischen Drohne und einem U-Space-Operator, was ein Mobilfunkmodem oder eine andere Funktechnik voraussetzt. Für private Drohnen kommt NRI nicht in Betracht, weswegen wir nur DRI berücksichtigen.

DRI liefert Informationen, die dem Passanten eine konkrete Beschwerde über die Drohne bei den zuständigen Behörden ermöglichen, darunter die Betreibernummer, die Pilotenposition oder den Startpunkt des Fluges: DJIs Fernbedienungen senden den Standort der Fernbedienung, bei anderen Herstellern funkt die Drohne alternativ den Startpunkt. Die Privatsphäre des Piloten bleibt geschützt, weil nur die zuständigen Behörden die Betreibernum-

### ct kompakt

- Seit 1. Januar müssen die meisten Drohnen ab 250 Gramm im Flug viele Daten per Bluetooth oder WLAN bekanntgeben, darunter Seriennummer und Betreiberkennung.
- Die Daten kann man per handelsüblichem Smartphone empfangen und beispielsweise für eine Anzeige bei der Polizei nutzen.
- Die persönlichen Daten des Drohnenpiloten sind dabei geschützt, weil nur die Behörden sie aus der Betreiberkennung ermitteln können.

mer mit personenbezogenen Daten in Verbindung bringen können.

Zusätzlich sendet die Drohne Telemetriedaten wie die Position der Drohne und ihre Höhe über dem Boden oder dem Startpunkt, Strecke, Geschwindigkeit, Fahrtrichtung und die Seriennummer der Drohne. Zudem kann der Pilot eine freie

## Die neuen CE-Klassen

CE-Klasse	0	1	2	3	4
Ausstattungsvarianten	ohne / mit Kamera			ohne / mit Langsamflug-Modus	
Startgewicht	< 250g	< 900 g (oder < 80 J Bewegungsenergie)	< 4 kg	< 25 kg	< 25 kg
Maximalgeschwindigkeit	< 19 ms (68,4 km/h)	< 19 ms (68,4 km/h)	keine Einschränkung	keine Einschränkung	keine Einschränkung
Abmessungen	nicht festgelegt	nicht festgelegt	nicht festgelegt	< 3 m	nicht festgelegt
Technische Hauptanforderungen					
Betriebsanleitung	✓	✓	✓	✓	✓
keine scharfen Kanten	✓	✓	✓	–	–
Notfallsystem bei Signalverlust	–	✓	✓	✓	–
Notfallsystem bei niedrigem Akku	–	✓	✓	✓	–
Identifizierung Flugkontrolle					
Kennzeichnung (Plakette) notw.	nur bei Drohne mit Kamera	✓	✓	✓	✓
Fernidentifizierung (Remote-ID)	–	✓	✓	✓	–
Geo-Sensibilisierung	–	✓	✓	✓	–
Flugbeschränkung					
maximale Flughöhe über Grund	120 m	120 m	120 m	120 m	120 m
Abstandsregeln	Flug über Menschen (keine Ansammlungen) erlaubt	Flug über Menschen (keine Ansammlungen) erlaubt	im Langsamflug 5 m zu Menschen, sonst 30 m	150 m von Wohn-, Gewerbe-, Industrie- und Erholungsgebiet	150 m von Wohn-, Gewerbe-, Industrie- und Erholungsgebiet
autonomer Flug der Drohne erlaubt	✓ (Follow Me bis 50 m Entf.)	✓ (Follow Me bis 50 m Entf.)	✓	✓	–
Vorgaben für Fernpilot					
Lesen Bedienungsanleitung	✓	✓	✓	✓	✓
Registrierung beim LBA	nur bei Drohne mit Kamera	✓	✓	✓	✓
EU-Kompetenznachweis	–	✓	✓	✓	✓
EU-Fernpilotenzugnis	–	–	✓	–	–
Unterkategorie	A1	A1	A2	A3	A3
✓ vorhanden	– nicht vorhanden				



Bild: DJI

**Die DJI Mini 4 Pro wiegt 249 Gramm und fällt daher in die Klasse C0, wie der weiße Aufkleber zeigt.**

Nachricht hinterlassen, in der er beispielsweise erklärte, dass er mit einer speziellen Genehmigung fliegt.

Der Betreiber kann das Senden der Remote ID laut Standard nicht deaktivieren und die Informationen bis auf einen Freitext und die Betreibernummer nicht verändern. Eine andere Betreibernummer anzugeben, ist beispielsweise bei Gebrauchtkäufen nötig: Der Verkäufer muss seine ID löschen können, damit Käufer sie nicht aussenden, und der Käufer muss seine ID eintragen können.

Damit man nicht einfach eine irgendeine fremde Betreibernummer in sein Fluggerät eintragen kann, besteht die von der Drohnenregistrierung zugeteilte Nummer aus einem öffentlichen Teil, einem privaten, dreistelligen Teil, der zufällig und sicher generiert wird sowie einer Checksumme über beide Teile. Betreiber geben die komplette Nummer ins DRI ein, doch die Drohne funkst nur den öffentlichen Teil samt Checksumme. Die Behörden finden den Betreibereintrag alleine anhand der öffentlichen Nummer, haben dadurch Zugriff auf den privaten Teil und prüfen anhand der Checksumme die Validität.

## DRI per Bluetooth oder WLAN

Damit handelsübliche Smartphones die DRI empfangen können, bleiben als Funkstandards nur Bluetooth und WLAN, konkret Bluetooth 4 Legacy Advertising, Blue-

tooth 5 Long Range, Wi-Fi NAN („Neighbor Awareness Networking“) und Wi-Fi Beacon. Sie erfordern insbesondere nicht, dass das empfangende Mobilgerät explizit mit der Drohne gekoppelt sein muss.

Laut Standard muss eine Drohne nur eines der Protokolle unterstützen. Eine Kombination ist aber empfehlenswert, um etwa die vergleichsweise niedrige Reichweite von Bluetooth zu erweitern und um eine große Kompatibilität zu den verschiedenen Mobilgeräten sicherzustellen. Die meisten Drohnen sind Bluetooth- oder WLAN-fähig, Details findet man in ihren Produktspezifikationen. Bei manchen Modellen von DJI fliegt schon Funktechnik mit, auch weil der Hersteller bereits seit 2017 eine ähnliche Technik namens AeroScope verwendet. Drohnen, die keines der vier Protokolle beherrschen, kann man per separatem Modul nachrüsten. In der EU zertifizierte Sender sind bei der EASA aufgelistet (siehe [ct.de/y4jk](http://ct.de/y4jk)).

Die Reichweite der WLAN-Protokolle liegt unter Idealbedingungen bei zwei Kilometern, bei Bluetooth 5 ist nach einem Kilometer Schluss, bei Bluetooth 4 schon nach 250 Metern. Die Drohnen sollen ihre Position mindestens jede Sekunde senden, die eigentlichen Identifizierungsinformationen mindestens alle drei Sekunden.

## Remote ID empfangen und nutzen

Die per DRI empfangenen Informationen von in der Nähe fliegenden Drohnen zeigt

beispielsweise die App „Drone Scanner“ (kostenlos für Android und iOS) des tschechischen Unternehmens Dronetag an. Welche der vier Funkvarianten das Smartphone unterstützt, führt die App in den „Preferences“ auf. Die iPhones machen als Dronenscanner keine gute Figur, da sie bis hin zum iPhone 15 nur das Bluetooth-4-Advertising beherrschen. Das kann auch praktisch jedes Android-Smartphone, ebenso Wi-Fi Beacon. Viele Modelle beherrschen Wi-Fi NAN, darunter auch ältere wie die Google-Modelle ab dem Pixel 2 und die Samsungs ab dem S9. Bluetooth-Long-Range-Nachrichten empfangen hingegen erst vergleichsweise wenige Android-Smartphones. Details erklärt Dronetag auf seiner Github-Seite zum Scanner (siehe [ct.de/y4jk](http://ct.de/y4jk)).

Wie gerichtsfest die Ausgaben so einer App gegenüber dem Drohnenbetreiber sind, haben wir Rechtsanwalt Christian Solmecke gefragt. Seiner Meinung nach könnte ein Screenshot in ein Verfahren eingebbracht werden, da die Remote ID wichtige Infos zur Fernidentifikation enthält. Sie wäre ein Anzeichen dafür, dass sich Drohne und deren Pilot mit hoher Wahrscheinlichkeit zum Zeitpunkt an dem festgehaltenen Ort befunden haben. Ein solcher Screenshot könnte Einfluss auf die Entscheidung der Richter nehmen.

Allerdings bleibt dem Piloten auch die Möglichkeit, einen Gegenbeweis zu erbringen, beispielsweise wenn er am Rand einer Verbotszone geflogen ist und bele-

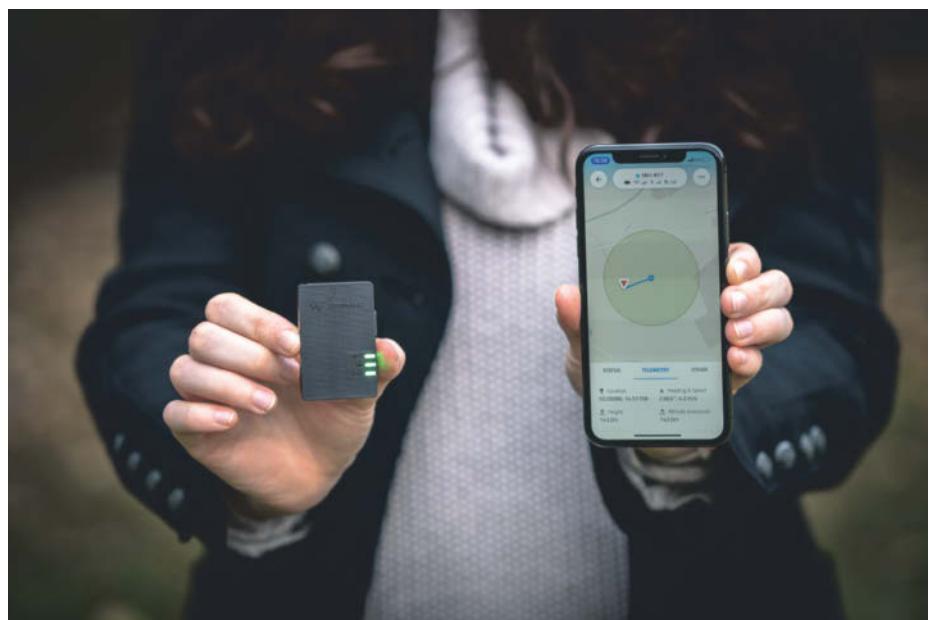


Bild: Dronetag

**Nicht DRI-fähige Drohnen lassen sich per Funkmodul (links) nachrüsten. Dann sind auch ihre Flugdaten mit Apps wie Drone Scanner (rechts) zu empfangen.**

gen kann, dass er nicht in den kritischen Bereich geflogen ist. Zur Genauigkeit der GPS-Daten erklärt Solmecke, dass es teils Abweichungen gibt, daher müsste im Zweifel per Gutachten genauer geklärt werden, welche Abweichungen sich im Einzelfall ergeben können.

### Fazit

Einige Bestandsdrohnen bekannter Marken sind bereits mit Remote ID ausgestattet, bei neuen zertifizierten Modellen über 250 Gramm Startgewicht ist dies Pflicht. Privat hergestellte Drohnen und Drohnen, die vor dem 1. Juli 2022 gekauft wurden, dürfen weiterhin ohne Remote ID fliegen.

Falls sich Ihr Nachbar bereits in der Vergangenheit an Ihren Drohnenflügen gestört hat, kann er nun Ihre Flüge in seiner App aufzeichnen und damit zur Polizei gehen. Wenn Sie regelkonform fliegen, ist das lästig, aber die Aufnahmen weisen im Zweifel sogar nach, dass es nichts zu beklagen gibt. Eines wird das neue Gesetz aber vermutlich nicht verhindern: Wer sich nicht an Gesetze halten möchte, wird

	Expected range	Maximum TX power	Android receive	Android update rate	iOS receive	iOS update rate
Bluetooth Legacy Advertising <sup>4</sup>	250 m	10 mW	All models	High	All models	High
Bluetooth Long Range (Coded PHY S8) <sup>5</sup>	1 km	10 mW	Selected newer models	High	None	None
Wi-Fi NAN	2 km	100 mW	Selected newer models	High	None	None
Wi-Fi Beacon	2 km	100 mW	All models	Low by default (see below)	Unknown	Unknown

Details zu Reichweiten und Leistungsaufnahme der Drohnenfunktechniken sowie zu den Empfangsfähigkeiten der Smartphones stehen im Normentwurf des Standards.

Drohnen ohne Fernidentifizierung verwenden.

Langfristig könnten die Verfahren DRI und NRI Ordnung in die Menge von Kameradrohnen im Luftraum bringen. Das ist besonders in der Nähe von kriti-

scher Infrastruktur wie Einflugschneisen oder Krankenhäusern mit Heliopoterlandeplatz sehr wichtig. (jow@ct.de) **ct**

**Verordnung und Kompatibilitätslisten:**  
[ct.de/y4jk](http://ct.de/y4jk)

# ChatGPT und KI-Textwerkzeuge in der Praxis

**ct**  
WEBINAR

WEBINAR AM 9. APRIL 2024

Unser beliebtes c't-Webinar hilft Ihnen, die neuen KI-Tools zu verstehen. Sie erfahren, welchen Einfluss die Technologie in Zukunft auf Ihre Arbeit, Ihr Unternehmen und Ihre Branche haben wird. Dabei beleuchten unsere Experten auch aktuelle Entwicklungen – wie ChatGPT-Plugins und Deep Fakes.



Jetzt Tickets sichern: [webinare.heise.de/chatgpt](http://webinare.heise.de/chatgpt)



# Tipps & Tricks

# Sie fragen – wir antworten!

## PC bootet plötzlich nicht mehr

! Auf meinem Tisch landete ein PC, der plötzlich nicht mehr booten wollte. Alle typischen Rettungsmaßnahmen, etwa um mit Bcdboot die Boot-Dateien wiederherzustellen, führten zu nichts. Es stellte sich heraus, dass im BIOS-Setup der CSM-Bootmodus aktiv war, obwohl auf der Platte eine Windows-UEFI-Installation lag. Nachdem ich das deaktiviert hatte, startete der PC wieder. Einige Tage später kam der Rechner bumerangmäßig zurück: Jetzt ließ sich der PC zwar noch einschalten, aber nach einigem DVD-Laufwerksgeklapper schaltete er kurz ab und ging wieder an. Das wiederholte sich, aber Windows startete nicht. Ich habe dann verdachtsweise die CMOS-Batterie getauscht und siehe da: Nach dem Abschalten von CSM-Boot und Laden der CMOS-Defaults funktionierte der PC wieder einwandfrei. Die ausgebauten CMOS-Batterie war mit 3,2 Volt zwar vermeintlich nicht zu schwach – erst unter zwei Volt verlieren die meisten Mainboards beziehungsweise PCs ihre Setup-Einstellungen –, aber bei dem Supportfall war es augenscheinlich die Ursache; der PC läuft seit mehreren Wochen wieder tadellos. (ps@ct.de)

nicht mit. Sie müssen vor Beginn der Bildschirmfreigabe im Auswahlfenster den Schalter „Computeraudio teilen“ aktivieren. Microsoft stellt für Linux Teams nur noch als Webversion im Browser bereit. Dort müssen Sie den Tab mit dem YouTube-Video teilen und die Option „Auch Audio des Tabs teilen“ einschalten. In beiden Fällen überträgt Teams dann auch die Tonspur und nicht nur Ihr Mikrofonsignal. Die Qualität ist je nach Verbindung aber durchwachsen. (abr@ct.de)

Firmware soll MQTT-Pakete direkt an den Broker (zum Beispiel an einen Raspberry Pi) schicken können. Das hätte für mich den Vorteil, dass ich die ZB Bridge unabhängig vom Ort des Raspberry Pi frei im Haus platzieren kann.

! Das Sonoff Zigbee USB Dongle Plus beinhaltet ein Zigbee-Modem inklusive USB-Seriell-Chip, das direkt an den (Mini-)Computer angesteckt wird, der Zigbee2MQTT ausführt. Die ZB Bridge von Sonoff hat hingegen den eigenständigen WLAN-Mikrocontroller Espressif ESP32, der mit der Sonoff-Cloud spricht oder eben die alternative Firmware Tasmota ausführt.

Der ESP32 besitzt nicht die Ressourcen, um Zigbee2MQTT auszuführen. Die Zigbee-Integration in Tasmota hat damit nichts zu tun, sondern ist ein Eigenbau der Tasmota-Entwickler. Diese Integration funktioniert zwar auch, ist aber wesentlich grundlegender und weniger komfortabel als Zigbee2MQTT.

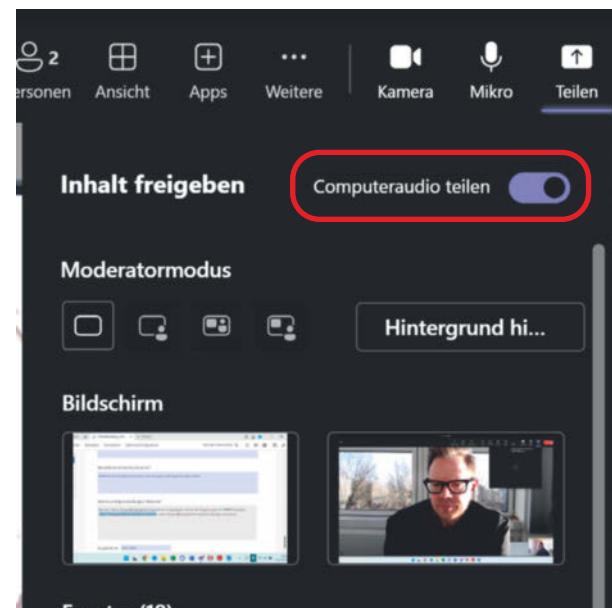
## Microsoft Teams streamt Video-Tonspur nicht mit

! Ich möchte in einem Teams-Meeting ein YouTube-Video zeigen, aber während der Bildschirmfreigabe streamt Teams die Tonspur nicht zu den anderen Personen in der Videokonferenz. Was muss ich machen, damit Microsoft Teams auch die Tonspur des Videos überträgt?

! Teams streamt für gewöhnlich den auf Ihrem Computer abgespielten Ton

## Unterschied zwischen Zigbee-Dongle und -Bridge

? Ich habe den Artikel zu Zigbee2MQTT in c't 1/2024 mit großer Begeisterung gelesen. Was mir nicht klar geworden ist: Was ist der Unterschied zwischen dem Sonoff Zigbee USB Dongle Plus und einer Zigbee-Bridge ZB Bridge Pro vom gleichen Hersteller, und läuft darauf auch Zigbee2MQTT? Eine ZB Bridge mit Tasmota-



Damit Teams auch den Ton von lokal abgespielten Medien in die Videokonferenz streamt, aktivieren Sie den Schalter „Computeraudio teilen“.



Angaben, wie die Anzahl der markierten Nachrichten, zeigt Thunderbird neuerdings in der Kopfzeile der Nachrichtenliste an.

Zwar lässt sich die ZB Bridge mit Tasmota auch im „Serial Port over TCP“-Modus mit Zigbee2MQTT betreiben. Die Zigbee2MQTT-Entwickler raten aber aufgrund der Paketverluste und Latenzen davon ab, das per WLAN zu machen. Zudem ist das dafür verwendete EZSP-Protokoll in Zigbee2MQTT derzeit noch als experimentell eingestuft, also nicht einmal Beta.

Weil die Tasmota-Zigbee-Integration ein komplett neues Fass ist und EZSP nicht empfehlenswert, sind wir in dem Artikel über Zigbee2MQTT nicht auf die ZB Bridge eingegangen. Wenn Sie nicht gerade Lust auf Kommandozeilen-Basteleien und Beta-Tests haben, wäre unser Tipp für Sie deshalb, sich einen der kabelgebundenen Remote-Adapter auszusuchen. Können Sie den Adapter mangels Kabelnetzwerk nicht anschließen, empfehlen wir Zigbee-Router (Mesh-Repeater) einzusetzen. Nahezu jedes fest mit Spannung versorgte Zigbee-Gerät agiert als Router im Zigbee-Netz und leitet die Pakete anderer Geräte weiter. Das klappt auch über längere Kaskaden bis zum Coordinator. Wenn Sie nicht gerade sowieso vorhaben, mehrere IKEA-Lampen im Haus zu verteilen, nehmen Sie Router-USB-Sticks. Die bekommen Sie für 6 bis 10 Euro pro Stück bei Aliexpress und für 20 Euro von einem europäischen Anbieter. (amo@ct.de)

## Thunderbird zeigt Anzahl der Mails nicht an

Frage Bislang zeigte Thunderbird die Anzahl aller markierten Mails in der Statusleiste an, aber diese Anzeige fehlt bei mir seit einiger Zeit.

Seit Version 115 „Supernova“ haben die Thunderbird-Entwickler solche Informationen in eine zusätzliche „Kopfzeile“ verschoben. Falls die bei Ihnen nicht zu sehen ist: Klicken Sie oben rechts auf das

Hamburger-Menü (die drei Striche) und hängeln Sie sich darin durch zur Ansicht/Fensterlayout und aktivieren Sie „Kopfzeile der Nachrichtenliste“. (axv@ct.de)

## iperf3-Server auf Android-Smartphone

Frage Ich möchte mein neues Smartphone als Messstation für WLAN-Benchmarks mit iperf3 nehmen. Beim alten klappte das mit den he.net Network Tools, doch die lassen sich unter Android 14 nicht mehr installieren. Ich konnte keine App finden, die Serienmessungen auf immer demselben Zielport erlaubt oder ohne die iperf3-Serverfunktion nach jedem Lauf manuell neu zu starten. Wie macht ihr das?

Frage Wir installieren die Linuxumgebung UserLAnd und richten darin eine Alpine-Linux-Instanz ein, die mit sehr wenig Speicher auskommt. In Alpine ist ein apk update; apk upgrade fällig, damit es auf den aktuellen Stand kommt. Ignorieren Sie eventuelle apk-Fehlermeldungen, die aus der für es fremden Umgebung röhren. Dann holt ein apk add iperf3 den gewünschten Benchmark herein, den Sie auf der Kommandozeile wie gewohnt mit iperf3 -s starten. So konnten wir einem Pixel 8 im Test von Wi-Fi-7-Basen (c't 4/2024, S. 50) in Spitzen über 2 Gbit/s Nettodurchsatz entlocken. (ea@ct.de)

## Linux: Versteckt Mozilla Programmfenster?

Frage Wenn ich unter Linux auf einen Link in einer E-Mail klicke, öffnet Thunderbird zwar ein Firefox-Fenster, aber es bleibt im Hintergrund – schlimmstenfalls versteckt hinter anderen Fenstern. Auch umgekehrt öffnen Klicks auf mailto-Links in Firefox ein Thunderbird-Fenster, holen es aber nicht in den Vordergrund. Mit an-

deren Programme habe ich das Problem nicht.

Frage Grundsätzlich treten solche Schwierigkeiten auf, wenn unterschiedliche Programme nicht richtig miteinander oder mit dem Fenstermanager kommunizieren. Das kann beispielsweise passieren, wenn eines der Programme als Flatpak installiert ist und das andere nicht. In Ihrem Fall dürfte es an Wayland liegen, vermutlich läuft Firefox als nativer Wayland-Client, aber Thunderbird nutzt (noch) die Kompatibilitätsschicht XWayland.

In diesem Fall können Sie das Problem beheben, indem Sie über die Umgebungsvariable MOZ\_ENABLE\_WAYLAND entweder Thunderbird mit Wayland oder Firefox mit XWayland starten:

```
MOZ_ENABLE_WAYLAND=1 thunderbird
# oder
MOZ_ENABLE_WAYLAND=0 firefox
```

Mittelfristig dürfte auch Thunderbird umstellen und standardmäßig als Wayland-Client starten, was das Problem aus der Welt schafft. (syt@ct.de)

Fragen richten Sie bitte an

ct [hotline@ct.de](mailto:hotline@ct.de)

ct Magazin [@ctmagazin](https://www.ctmagazin.de)

ct\_magazin [@ct\\_magazin](https://www.ctmagazin.de)

ct\_Magazin [@ct\\_Magazin](https://www.ctmagazin.de)

c't magazin [@ct\\_magazin](https://www.ctmagazin.de)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).

# FAQ

# Digital Markets Act

**Am 6. März wird das neue EU-Kartellrecht für marktbeherrschende Onlinedienste wirksam. Obwohl sich Megakonzerne wie Apple und Meta mit Zähnen und Klauen wehrten. Nun müssen sie es umsetzen. Von alternativen App Stores bis zur Interoperabilität: Vieles ändert sich für Verbraucher und Softwareentwickler.**

**Von Holger Bleich**

## Vorgelagerte Regulierung

Was ist der Digital Markets Act?

Der Digital Markets Act (DMA) ist eine Verordnung (EU-VO 2022/1925) der Europäischen Union, die im deutschen offiziell „Gesetz über digitale Märkte“ genannt wird. Er gilt unmittelbar in den Mitgliedsstaaten des Europäischen Wirtschaftsraums (EWR).

Ziel des Gesetzes ist es, die Marktmacht großer Onlineplattformen einzuhegen. Aus Sicht der EU-Kommission geht es um dominierende, teils böswillig agierende Konzerne, die danach trachten, Wettbewerb zum Nachteil der Verbraucher zu unterminieren. Diese Akteure nennt der DMA „Torwächter“ (Gatekeeper).

Mit dem DMA vollzieht die EU einen Paradigmenwechsel: Musste sie bislang jeden Missbrauch von Marktmacht mühsam im Nachhinein feststellen und sanktionieren („ex post“), existieren nun konkrete Regeln und Verbote, die klare Leitplanken setzen („ex ante“). Kartellverfahren gegen Amazon und Google dauerten beispielsweise Jahre. War der Verstoß schließlich festgestellt, hatten sich die Probleme längst verlagert.

Den Entwurf zum DMA hatte die EU-Kommission im Dezember 2020 vorgestellt. Im Juli 2022 wurde das Gesetz im EU-Parlament verabschiedet, im Oktober 2022 trat es mit der Veröffentlichung im Amtsblatt der EU in Kraft. Im Mai 2023 wurden die ersten DMA-Vorschriften wirksam. Ab dem 6. März 2024 gilt der DMA für 22 benannte marktbeherrschende Dienste (siehe „Für wen gilt der DMA?“)

Für wen gilt der DMA?

Der DMA reguliert ausschließlich die Torwächter. Ein Unternehmen kann als

Torwächter gelten, wenn es in der EU dauerhaft den Jahresumsatz von 7,5 Milliarden Euro überschreitet oder mindestens 75 Milliarden Euro an der Börse wert ist. Außerdem muss es mehr als 45 Millionen monatlich aktive Privatnutzer oder mehr als 10.000 gewerbliche Nutzer in der EU haben. Zu den umfassten „zentralen Plattformdiensten“ gehören Marktplätze und Stores für Software, Suchmaschinen, soziale Netzwerke, Clouddienste, Werbedienste, Sprachassistenten und Webbrower.

Erfüllen Anbieter mutmaßlich diese Kriterien, müssen sie dies der EU-Kommission aktiv melden. Diese prüft und gibt schließlich bekannt, ob der Anbieter als Torwächter eingestuft ist. In einem ersten Schwung hat die Kommission am 6. September des Vorjahres 22 Angebote der sechs Digitalkonzerne Alphabet, Amazon, Apple, ByteDance, Meta und Microsoft als Gatekeeper benannt (siehe Bild). Nach einer Umsetzungsfrist von sechs Monaten

gelten die DMA-Regeln für diese 22 Dienste ab dem 6. März 2024.

Ist die Torwächterliste der EU-Kommission abschließend?

Nein, die Benennungen der Dienste sind vorläufig und stießen bei den Konzernen teilweise auf heftigen Widerstand. Apple beispielsweise beharrt darauf, dass man die App Stores der Betriebssysteme (iOS, iPadOS, macOS) getrennt betrachten müsse und nur der Store in iOS unter den DMA falle. Meta hat Rechtsmittel gegen die Benennung eingelegt, betont aber, sich ab dem 6. März dennoch an die DMA-Regeln halten zu wollen. Auch TikTok wehrt sich juristisch gegen die Einordnung als Torwächter. Man erfülle die Voraussetzung von 7,5 Milliarden Euro Jahresumsatz im Europäischen Wirtschaftsraum nicht, erklärte das zu ByteDance gehörende Unternehmen.

## Torwächter-Benennungen

Am 6. September 2023 hat die EU-Kommission bekannt gegeben, welche Dienste von der DMA-Regulierung umfasst sind.

Torwächter	Zentrale Plattformdienste			
	<b>Vermittlungsdienste</b>	<b>Soziale Netzwerke</b>	<b>Werbedienste</b>	<b>Suchmaschinen</b>
Alphabet	Google Maps Google Play Google Shopping Amazon Marketplace App Store Meta Marketplace	TikTok Facebook Instagram LinkedIn	Google Amazon Meta	Google Search
Amazon				
Apple				
ByteDance	<b>Kommunikation</b>	YouTube		
Meta	WhatsApp Messenger			
Microsoft				
	<b>Betriebssysteme</b>			
	Android iOS Windows PC			



Die EU-Kommission veröffentlicht ab und zu eine aktualisierte Roadmap zum DMA.

Auf der anderen Seite kann es auch sein, dass noch Dienste zur Liste hinzukommen. Zwar umfasst sie Apples iOS, nicht aber iPadOS, weil das Tablet-Betriebssystem offenbar unter den von der EU festgelegten Schwellenwerten bleibt. Diese Unterscheidung wirkt absurd, denn iOS und iPadOS sind im Unterbau praktisch identisch. Apple führte sie lange Zeit als ein Betriebssystem, erst seit 2019 tritt iPadOS unter eigenem Namen auf. Auch gegen die Aufnahme seines Chatdienstes iMessage als Torwächter wehrt sich Apple. Strittig waren überdies einige Dienste von Microsoft. Aktuell sieht es so aus, als verwerfe die EU-Kommission weitere Prüfungen von Microsoft Advertising, der Suchmaschine Bing und des Webbrowsers Edge – sie dürften vorerst raus sein.

## Pflichtenkatalog

Wie soll der DMA gegen Missbrauch von Marktmacht wirken?

Nach dem Willen der EU befördert der DMA ein faires Geschäftsumfeld für sämtliche Onlinedienste, egal ob riesig oder klein. Er soll beispielsweise verhindern, dass Start-ups um die Chance gebracht werden, in Europa mit den US-Konzernen zu konkurrieren. Die EU hofft, mit dem DMA sogenannte Lock-in- und Netzwerkeffekte zu verringern und monopolartige Datensilos aufzubrechen. Deshalb stehen das Teilen von Daten, die Öffnung von Schlüsselpositionen wie die der App Stores sowie die Interoperabilität der Dienste im Vordergrund.

Als Dreh- und Angelpunkt im DMA gelten die Artikel 5 (Verbote) und 6 (Pflichten). Darin hat die EU de facto einen Katalog von in der Vergangenheit beobachtetem Marktmissbrauch im Digitalbereich niedergeschrieben. Es ist vorgesehen, dass

diese Liste jederzeit angepasst werden kann. In der kommenden Ausgabe 6/2025 analysiert c't detailliert, inwieweit die benannten Torwächter diesen Pflichtenkatalog bislang umgesetzt, und welche Stolpersteine sie dabei ausgelegt haben. Folgende Kernelemente machen derzeit den Torwächtern besonders zu schaffen:

- Personenbezogene Daten aus verschiedenen Konzernteilen (etwa Facebook, Instagram und WhatsApp) müssen getrennt aufbewahrt werden. Das Unternehmen benötigt eine Einwilligung des Nutzers, um sie zusammenführen zu dürfen. (Art. 5 Abs. 1)
- Marktplätze wie der Marketplace von Amazon dürfen ihre Geschäftskunden nicht daran hindern, auf anderen Plattformen niedrigere Preise zu machen (Art. 5 Abs. 3).
- Torwächter dürfen ihre Geschäfts- oder Privatkunden nicht an einen bestimmten Bezahlservice binden (Art. 5 Abs. 7). Dies gilt beispielsweise für den App Store in Apples iOS.
- Torwächtern ist es verboten, interne Daten von Geschäftskunden zu nutzen, um in Konkurrenz zu ihnen zu treten (Art. 6 Abs. 2).
- Torwächter müssen Endnutzern ermöglichen, vorinstallierte Software zu entfernen und die Standardeinstellungen im Betriebssystem zur Nutzung von virtuellen Assistenten und Webbrowsern zu ändern (Art. 6 Abs. 3). Dies dürfte sich insbesondere gegen Praktiken von Google in Android richten.
- Kunden muss es möglich sein, in Betriebssystemen Fremdanbietersoftware und alternative Stores aus beliebigen Quellen zu installieren (Art. 6 Abs. 4). Dieser Absatz soll konkret das sogenannte Sideloading in Apples iOS ermöglichen und damit das hermetische Ökosystem aufbrechen.

- Geschäftskunden und Endnutzer müssen ihre angelaufenen Daten jederzeit zu einem anderen Dienst übertragen können (Portabilität, Art. 6 Abs. 9).
- Marktbeherrschende Messenger (momentan nur WhatsApp) müssen konkurrierenden Messengern Schnittstellen anbieten, damit die Nutzer Nachrichten zwischen den Plattformen austauschen können (Interoperabilität, Art. 7).

## Scharfes Schwert

Welche Sanktionen sieht der DMA vor?

Verletzt ein Torwächter die DMA-Vorschriften, kann es teuer und sogar unternehmensgefährdend werden: Bis zu 10 Prozent des weltweiten Konzernumsatzes sieht das Gesetz als erstes Bußgeld vor. Wiederholt sich der Vorstoß, können daraus sogar 20 Prozent werden. Zusätzlich drohen heftige Zwangsgelder, wenn Torwächter verhängte Verfügungen nicht fristgerecht umsetzen.

Stellt die EU wiederholte und systematische Verstöße fest, drohen „strukturelle Maßnahmen“, also verordnete Umbauten innerhalb des Torwächterkonzerns. Als Ultima Ratio ist sogar eine Zerschlagung vorgesehen. Interessant: Die EU verpflichtet die Torwächter im DMA dazu, geplante Akquisitionen auch jenseits des herkömmlichen Kartellrechts gesondert anzumelden und sie darf sie untersagen.

Wer überwacht die Torwächter?

Die Exekutive liegt alleine bei der EU-Kommission, dort bei der Generaldirektion Wettbewerb (DG COMP). Behörden der Mitgliedsstaaten – in Deutschland das Bundeskartellamt – sind von der Kommission aufgerufen, selbst zu ermitteln und Ergebnisse an die Kommission weiterzuleiten.

Der DMA sieht außerdem ausdrücklich vor, dass seine Vorschriften zur privaten Rechtsdurchsetzung verhelfen sollen. Das heißt etwa für Deutschland, dass sich Wettbewerber untereinander mit Schadensersatzklagen überziehen könnten. Das Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb (UWG) macht möglich. Außerdem könnten Verbände Musterfeststellungsklagen oder Sammelklagen anstrengen, auch hierzu ermuntert der DMA ausdrücklich (Art. 42). (hob@ct.de)



Stephanie Stimac  
**Design for Developers**

Manning Publications, Shelter Island (US-NY) 2023  
ISBN 978-1617299476  
280 Seiten, 42 €  
(Käufer der gedruckten Ausgabe erhalten das E-Book kostenlos; PDF-/Epub-/Kindle-E-Book allein: 37 €)

## Vom Aussehen und Anföhnen

**Wenn unterschiedliche Beteiligte etwa bei der Webentwicklung Blicke über den jeweils eigenen Tellerrand werfen, wirkt sich das für die Beteiligten, fürs Produkt und für dessen Anwender segensreich aus. Stephanie Stimac vermittelt Lesern, die normalerweise primär auf die Technik blicken, grundlegende Aspekte visueller Gestaltung.**

Softwareentwickler sind als Leute verschrien, die kein Händchen für Design haben. Das umgekehrte Klischee besagt, dass Designer nicht programmieren können. Stephanie Stimac kennt beide Seiten; sie war unter anderem bei Microsoft an der Entwicklung von Webseiten beteiligt. Ihr Schwerpunkt liegt auf dem Design; ihr Buch soll Entwicklern den gestalterischen Blick näherbringen.

Sie beginnt mit der User Experience (UX) und wichtigen Gestaltungsaspekten. Es geht dabei etwa um Abstände, um die Ausrichtung von Elementen und um Kontraste. Das alles behandelt sie auf einem eher abstrakten Niveau, veranschaulicht es aber mithilfe vieler Abbildungen.

Ihre Leser sollen lernen, sich zu fragen, was Nutzer und Kunden in der Praxis mit einer Applikation tun und was sie von dieser erwarten. Dazu erklärt sie zunächst diverse qualitative und quantitative Methoden der Marktforschung. Aufbauend auf den gewonnenen Erkenntnissen definiert die Autorin die Informationsarchitektur einer Webanwendung. Dabei setzt sie auf Site- und Content-Mapping und bestimmt, welche Inhalte in welcher Reihenfolge präsentiert und verlinkt werden sollen. Bei den Werkzeugen bleibt sie spartanisch; hauptsächlich verwendet sie Spreadsheets. Für User-Flows und User-Journeys greift sie auf Ablaufdiagramme zurück.

Nach all dem Grundsätzlichen geht es schließlich an die visuelle Aufmachung einer Webapplikation, die mit Wireframes und Mockups minutiös geplant wird. Beim Entwerfen des Layouts favorisiert die Autorin Grids. Gleich darauf geht es ums Thema Animationen, bevor Stimac Fallstricke bei Farbauswahl und Typografie behandelt. Zum Schluss zeigt sie anhand eines kompletten Projekts, wie alle vorgestellten Techniken zusammenspielen.

Wer sich eine konkrete Implementierung des Beispiels etwa in HTML, mit CSS und Javascript wünscht, wird enttäuscht: Der in leicht verständlichem Englisch verfasste Text des Buchs richtet sich zwar an Entwickler, enthält aber keine einzige Zeile Code. Das leuchtet nach der Lektüre auch ein, denn die Grundlagen eines guten Designs sind unabhängig vom Medium.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

## Bunte Tüte voller Ideen

**Ethikunterricht – das klingt nach alltagsfernen Themen und uninteressanten Diskussionen. Dass es auch ganz anders geht, zeigt eine Sammlung mit hochaktuellen Unterrichtsentwürfen rund um Influencer, Cybermobbing, KI und Fake News.**

Das schmale Heft von Eva-Maria Schumm-Weber richtet sich in erster Linie an Lehrer, liefert aber auch für die außerschulische Jugendarbeit jede Menge Ideen und Material. Vier Kapitel widmen sich Themen für die Jahrgangsstufe 8 bis 9. Darin geht es um Freundschaft in sozialen Medien, Cybermobbing, Influencer und die Welt der Videospiele.

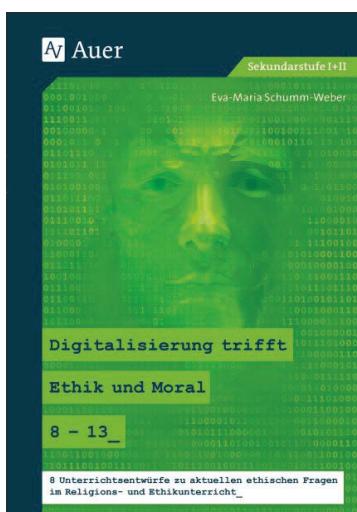
Originelle Ideen zeugen von der Unterrichtserfahrung der Autorin. Sie lässt einen sprechenden Social-Media-Account erzählen, dass er aufgrund der Standortdaten der Bilder seiner Besitzerin genau weiß, wo sie sich am liebsten aufhält. „Gerade bekomme ich wieder ein neues Foto“, meldet er und plappert munter weiter: „Ein Foto von ihrem Pflegepferd Booster. Da werden sich die Reitartikelunternehmen freuen.“

Für die Jahrgangsstufe 10 bis 13 geht es merklich anspruchsvoller etwa um Würde in der digitalen Welt und ethische Urteilsfindung am Beispiel von Fake News. Jedes Kapitel kann man per Download auch einzeln kaufen. Es ist bemerkenswert, wie flexibel das zusammengestellte Material ist: Ein komplettes Kapitel dient als Grundlage für ein bis drei Doppelstunden, viele Seiten des Hefts im DIN-A4-Format taugen einzeln aber auch als Arbeitsblätter für selbstgestalteten Unterricht.

Methodisch-didaktische Hinweise zu Beginn jedes Kapitels erläutern Lernziele und geben Motivationstipps sowie Hinweise zu Vertiefung und Transfer des Erarbeiteten. Der „Erwartungshorizont“ am Ende listet exemplarisch mögliche Arbeitsergebnisse der Schüler zu den vorgeschlagenen Aufgaben. Vereinzelt verweisen QR-Codes auf Videos; Hinweise auf ergänzendes Material runden das Angebot ab.

Experten sind sich einig, dass Kinder und Jugendliche auf ihrem Weg in die digitale Welt Begleitung brauchen. Weil Schulen heutzutage zu viele Aufgaben wahrnehmen müssen, kommt die Medienpädagogik aber oft zu kurz. Dieser vielseitige und gut durchdachte Ratgeber zeigt gangbare Wege auf, das im Ethikunterricht zu ändern.

(dwi@ct.de)



Eva-Maria Schumm-Weber

### **Digitalisierung trifft Ethik und Moral 8-13**

8 Unterrichtsentwürfe zu aktuellen ethischen Fragen im Religions- und Ethikunterricht

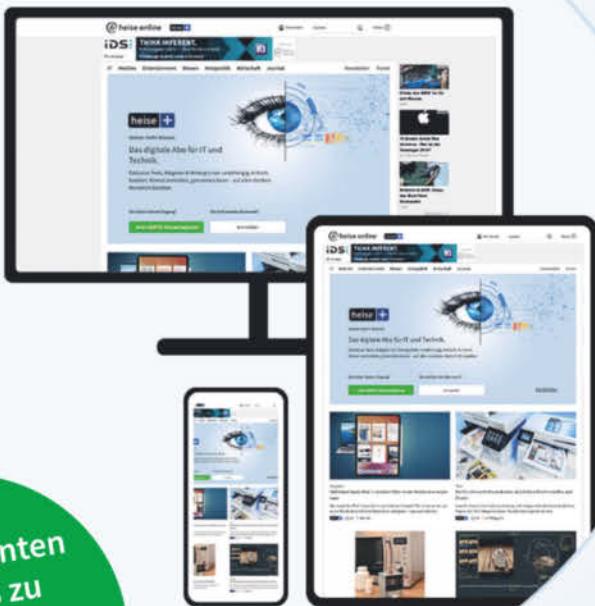
Auer, Augsburg 2023

ISBN 978-3403086758

92 Seiten, 24 €

(Epub-/Kindle-E-Book: 22 €)

c't-Abo-  
nenten  
lesen bis zu  
**75%**  
günstiger



## Das digitale Abo für IT und Technik.

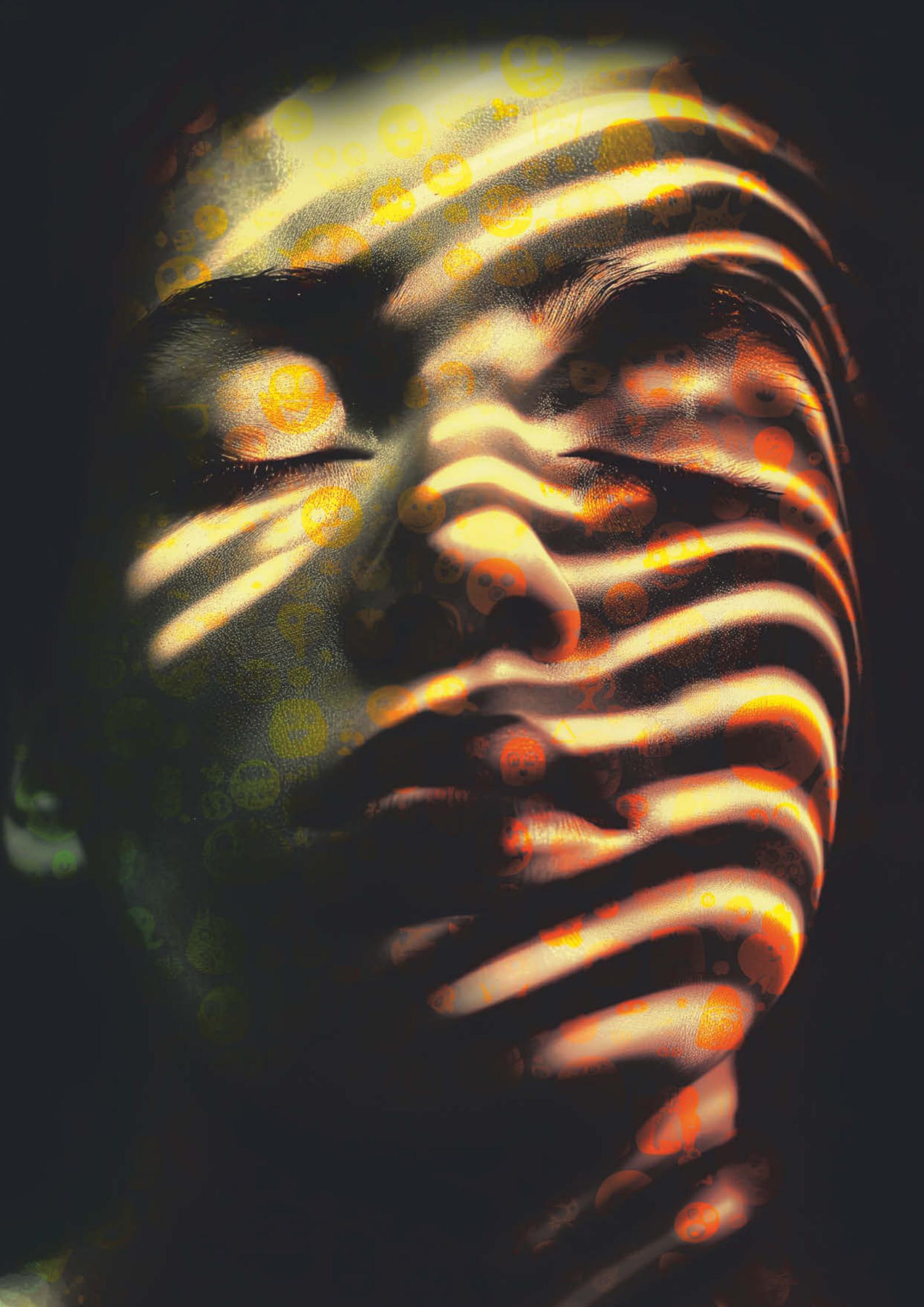
**Exklusives Angebot für c't-Abo-  
nenten:**  
Sonderrabatt für Magazinabonnenten

- ✓ Zugriff auf alle Artikel von heise+
- ✓ Alle Heise-Magazine online lesen:  
c't, iX, MIT Technology Review,  
Mac & i, Make und c't Fotografie
- ✓ Jeden Freitag exklusiver Newsletter  
der Chefredaktion
- ✓ 1. Monat gratis lesen – danach jederzeit kündbar

Sie möchten dieses Exklusiv-Angebot nutzen? Jetzt bestellen unter:

[heise.de/plus-testen](http://heise.de/plus-testen)

✉ [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de) ☎ 0541 80009 120



# STUDIUM FUTURUM

von MONIKA OERTNER

Das Ensembleprojekt trat in sein kritisches Stadium ein. „Euer Karottenkolo-  
rit ist total unflutsch!“ Kim war aufgebracht,  
das hörte man an seinem Stimmbild. Gegen  
unseren gemeinsamen Entschluss, Orange  
für das Äußere des neuen Geräts zu empfehlen,  
zog es temperamentvoll ins Feld. Khaki  
hieß das Kolorit, das es stattdessen durchzu-  
setzen versuchte. Das unterhaltsame Feuer  
seines Plädoyers war ein Glanz-Nu in diesem  
lahmen Projekt. Ich zwinkerte meinem  
Freundchen Micha zu.

„Alles ist doch heute orange“, wetterte  
Kim weiter, „alles, alles! Schaut euch mal um:  
Das ganze Hochschulgebäude schillert und  
wabert wie ein blödes Möhrenragout. Ich  
kann es echt nicht mehr sehen.“ Es strich sich  
das lange Haar zurück und reckte energisch  
das Kinn ins Gas. Kontra geben war sein Le-  
benselixier, daher wurde es hinter seinem  
Kreuz auch Kontra-Kim genannt. Ob es das wohl wusste?

„Dein Nagellackambiente ist doch auch orange! Sieht  
übrigens fetisch aus!“ Ich grinste Kim breit an. Es sollte ver-  
stehen, dass ich nur aus Vergnügen dagegenhielt und unser  
kleines Wortgefecht insgeheim genoss. Mein geheimes Ziel  
war, es bald in eines der Halbdunkelzimmer zu bekommen,  
obgleich es ein paar Semester unter mir studierte.

**KONTRA GEBEN WAR SEIN  
LEBENSELIXIER, DAHER WURDE ES  
HINTER SEINEM KREUZ AUCH  
KONTRA-KIM GENANNT.**

„Karottenorange ist passend und zeitgemäß“, gab ich  
zu bedenken. „Ideal geeignet für das innovative Gerät, das  
sich harmonisch in das bestehende Hardwarearrangement  
einfügen wird. Ein stimmiges, farbschönes Optikgeläut.“

Nicky und Jonti begleiteten mein Geschwafel mit Zu-  
stimmungsgeräuschen und rutschten auf ihren Weiden-

**Informatikstudium im  
Jahr 2073: Das Hochschul-  
gebäude betritt man  
durchs Fenster gleitend,  
das Mensaessen ist kohl-  
dominiert, das Vokabular  
der Gespräche ge-  
schlechtsneutral. Im Fach  
Angewandtes Technik-  
wissen langweilt man sich  
im Ensembleprojekt. Für  
starkes Herzklopfen sorgt  
dagegen das bevor-  
stehende Experiment im  
Halbdunkellabor.**

flechtmöbeln umher. Zumindest diese zwei  
Ensemblemitglieder hatte ich mit meinem  
Wortgeklingel überzeugt. Oder wollten sie  
das langweilige Entwicklungsprojekt nur  
möglichst schnell zu Ende bringen?

Ich wies mit dem Fingerchen auf das  
Zeitangabefeld des Lichtpults: „Es ist schon  
Viertel vor eins! Langsam sollten wir ein Ein-  
verständnis erzielen, sofern wir das Mittag-  
essen noch rechtzeitig gelöffelt bekommen  
wollen.“

Gerade als ich dies sagte, ließ sich unter  
meinem Herzen ein deutliches Magengrum-  
meln vernehmen. Peinlich! Hoffentlich hatte  
keines etwas gehört. Ach, solche Projekte  
waren manchmal wirklich mühsam und zeit-  
aufwendig, vor allem wenn man ein derart  
streitbares Kommilitönchen im Ensemble  
hatte wie dieses Kontra-Kim mit seinem  
Khaki-Veto.

Andererseits, überlegte ich, machte Kims kampflustiges  
Temperament es für mich erst richtig attraktiv als Gegenüber  
im Halbdunkellabor. Schon seit dem ersten Semester war  
ich auf solcherart willensstarke Geschöpfe abonniert. Mit  
seinem langen roten Haar und dem markanten Kinn wirkte  
Kim wie ein Wesen aus ... aus ... aus jenem Serienereignis,  
das ich in diesem Jahr vor dem Einschlafen gezeigt bekam  
(das Nennfeld hatte ich gerade vergessen) – ein flutsch-  
flutsch-raubtierkühles Ding jedenfalls.

„Dieses Khaki, das Kim so flutsch und fetisch findet, was  
soll das denn überhaupt sein?“, fragte Nicky. „Klingt für mich  
wie Kacki und genau so sieht es auch aus!“

Alles lachte und Kims Antlitz färbte sich rosa – einfach  
entzückend. Hitzig stieß es das Gas aus seinem Lippen-  
rund aus, wobei ich sah, wie sich sein Riechorgan kräus-  
selte.

„Kaki war ein Obst aus einem weit entfernten Land. Hat  
mein Mütterchen noch selbst gegessen“, steuerte Jonti in  
sonorem Stimmbild bei.

„War denn das Aussehen dieses Obsts nicht orange?“,  
überlegte Micha.

Keines wusste es, also fragten wir nach. Das Lichtpult  
zeigte uns ein leuchtend orangefarbenes, kugelrundes Obst  
mit ein paar braunen Strunkblättchen.

„Karottenorange, würde ich sagen. Das war dann wohl  
ein Bumerängchen“, grinste Nicky.

Kim verdrehte die hübschen Augen: „O mein Lot, das ist  
alles ein ferkelblödes Missverständnis. Ich meine ein ganz

anderes Kolorit, ein grünbraunes Khaki. So wie draußen das Schlammlöch!“ Es wies mit dem Kinn aus dem Fenster auf das verlandete Gewässer, an dessen Ufer das Lehrgebäude einstmais errichtet worden war.

Jonti brummte: „Jedenfalls war das Ahnending mit dem Obst abartig unflutsch. Die haben tatsächlich Obst und Gemüse auf dem anderen Erdenhalb anbauen lassen und dann hierher gekarrt – über Land, Wasser, Gas. Haben ein Riesenmaß an schädlichem Erdöl verheizt, nur damit sie bei uns in Europa ihr Kacki-Obst futtern konnten. Unfassbar.“

## DAS LICHTPULT ZEIGTE UNS EIN LEUCHTEND ORANGEFARBENES, KUGELRUNDES OBST MIT EIN PAAR BRAUNEN STRUNKBLÄTTCHEN.

Wir schwiegen für einige Nu. Wie stets, wenn wir an die Vergehen unserer Eltern und Großeltern erinnert wurden, erfasste uns dieses besondere, kollektive Beschämtein. Klar, keines von uns war persönlich an den Verbrechen beteiligt gewesen, doch hatten wir als Europäerchen das Schuldvermächtnis von unseren Leuten geerbt. Wir waren die Kinder und Enkelkinder verantwortungsloser Egomaniesubjekte, die um ein Haar das gesamte Erdenrund unbewohnbar gemacht hätten. Zum Glück und Wohl des Menschenge schlechts waren die Intelligenzwesen im letzten Nu rettend eingeschritten.

„Also, was sagen wir jetzt als Ergebnis unseres Ensembleprojekts?“, brach Mimi, ein Freundchen von Kim, unser Schweigen.

„Khaki-orange gestreift?“, schlug Jonti versöhnlich vor.

„Das perfekte Kompromissangebot, danke! Wer ist dafür?“, fragte ich, um das Ding abzukürzen.

Alles war dafür. Ich schnipste vor dem Antwortfeld und sagte: „Khaki-orange gestreift. Ergebnis von Ensemble drei, das sind Nicky, Micha, Jonti, Mimi, Kim und ich.“

Ich trat vom Leuchtpult zurück und wiederholte ver sonnen als leiser werdendes Echo: „... Kim und ich, Kim und ich, Kim und ich ...“

Okay, zugegeben: Das war ein klein wenig plump, doch sagte mir ein schnelles Schielen auf das rothaarige Kommitönchen, dass mein dreistes Gebaren gar nicht schlecht ankam. Zwar verdrehte es schon wieder die Augen, doch erhaschte ich darunter ein kleines geschmeicheltes Lächeln. Schließlich war ich kein namenloses Erstsemester, sondern weitbekannt für mein hochprämiertes Zuckerrohr, das mir Jahr für Jahr weitere Ehrenzeichen einbrachte. Auch das großzügige Stipendium des Digitaleuropäischen Computerforums, mit dem ich mein Studium finanzierte, hatte ich dank meines besonderen Könnens im Halbdunkellabor an Land gezogen.

„... Kim und ich“, hauchte ich ein letztes Mal. Ein Nu später blinkte auf dem Leuchtpult das grüne Eingabebestätigungsfeld auf und ein Harfentremolo erklang. Wir packten zusammen, schlüpften in unsere Wämser und setzten die Gewehe auf. Während ich zum Fenster hinüberglied, bewegte ich mich so nah an Kim vorbei, dass ich sein Knie streifte. „Hoppla, pass auf, schönes Frau!“, raunte ich ihm zu.

Mein schmutziges Mini-Attentat ließ Kim zusammenzucken. Ein Femininum! So etwas auszusprechen galt seit dem Neutralitätsabkommen der deutschsprachigen Gebiete im Jahr 2041 als Sittlichkeitsvergehen! Damals war das Vokabular des Deutschen um vier Fünftel auf sein Inventar an sächlichen Nomen reduziert worden. Artikelchen und Pronomen wie „der“, „er“ oder „ihm“ verschwanden aus den Grammatikbüchern. Das Weiterverwenden eines sogenannten genderspezifischen Schmutzwortes, also eines Femininums oder Maskulinums, wurde seitdem europaweit als Brauchtumsdelikt geahndet. Lag dem Neutralitätsministerium ein Wiederholungsgutachten vor, drohte sogar das Besserungslager. Infolgedessen hörte man Schmutzwörter außerhalb der Dunkelzimmer nur noch selten. Auch wenn manches im Volk noch weithin bekannt war oder in zusammengesetzten Wörtern fortlebte, bestand kein ernsthaftes Widerstandspotenzial gegen das Neutralitätsabkommen. „Das Neutrumb ist Gebot unseres Gleichseins“, lautete das allgemein akzeptierte Credo.

Mein romantisches Manöver war also, zugegebenermaßen, ziemlich keck. Kim hatte sich jedoch rasch gefasst und sah mir herausfordernd ins Gesicht. „HDZ neunzehn, um halb drei?“, fragte es halblaut.

## WIR WAREN DIE KINDER UND ENKELKINDER VERANTWORTUNGSLOSER EGOMANIESUBJEKTE, DIE UM EIN HAAR DAS GESAMTE ERDENRUND UNBEWOHNBAR GEMACHT HÄTTEN.

„Einverstanden, Halbdunkelzimmer neunzehn, vierzehn Uhrwerk dreißig, du buchst, ich komme“, bestätigte ich doppeldeutig.

„Ich komme auch.“

Ach, wie herrlich, Kim verstand mich! Ich winkte ihm lachend zu und glitt aus dem Fenster.

Na, dieses Einverständnis war ja einfach zu erringen gewesen – überraschend einfach, bedachte man Kontra-Kims bekanntermaßen widerborstiges Wesen. Fraglich blieb, ob wir nachher im Halbdunkellabor tatsächlich tun würden, was wir tun sollten, oder ob Kim vielleicht nur gemütlich

herumsitzen und plaudern wollte. Das war mir schon öfter passiert, auch wenn ich es nie angezeigt hatte. Dabei widersprach ein solch unkonzentriertes Verhalten ganz und gar dem auf spezifisches Kompetenzwachstum zugeschnittenen Studienkonzept.

## „DAS NEUTRUM IST GEBOT UNSERES GLEICHSEINS“, LAUTETE DAS ALLGEMEIN AKZEPTIERTE CREDO.

Für jedes Semester war uns ein intensives Aufbautraining vorgeschrieben, fünfmal wöchentlich hatten wir Halbdunkellabor oder Zechgelage. Die beiden Fächer galten als Herzstück des Informatikcurriculums und schlugen im Bachelorzeugnis mit besonderem Gewicht zu Buche. Dies fand sein heimliches Echo im EEE, dem Einvernehmlichen Erstsemester-Ehrgelöbnis, von dem das Leitende Studiengangsgremium (vorgeblich) nichts wusste. Wir Kommilitönchen gaben uns beim EEE das konspirative Versprechen, uns niemals gegenseitig wegen Fehlverhaltens beim Zechen oder im Halbdunkel anzuschwärzen. Die Audioprotokolle, die wir als Leistungstestat abgeben mussten, gelobten wir zu beschönigen.

Ich begrüßte dieses kollegiale und diskrete Vorgehen. Manch eines von uns konnte das geforderte Soll im Studium nicht durchgehend erreichen, dafür hatte ich Verständnis. Trotz meines besonderen Talents fiel es auch mir nicht immer leicht, im Halbdunkellabor den Erfordernissen des Fachs zu genügen – vor allem dann, wenn das Gegenüber, sobald das Licht ausging, ganz ohne Vorspiel und Vertun nach dem berühmten Zuckerrohr griff und daran zog und zerrte. Dafür hatte ich dann kein Verständnis mehr, vor allem wenn ein derart laienhaftes Verhalten bei fortgeschrittenen Semestern auftrat, die es doch bereits besser wissen mussten. Zwar bemühte sich das Leitende Studiengangsgremium, ein Mindestmaß an Empathie und Zartgefühl im Einschreibeverfahren sicherzustellen, doch leider brachten die Erstsemester im Jahre 2073 dieses Wissen nicht mehr zuverlässig aus den Schulfächern mit. Und manche lernten es nie. Nun, selbst ein Informatikstudium war wohl nichts für jedes.

„Wie fandest du das Angewandte Technikwissen heute?“, fragte mich Micha, das neben mir geblieben war. Gemeinsam nahmen wir das Mensagebäude ins Visier.

„Langweilig, wie immer ... Nur Kim mit seinem Khaki fand ich flutschifflutsch.“

„Ja, mit Kontra-Kim müsste man mal ins HDZ ... volles Rohr fetisch, dieses Individuum“, schwärzte Micha.

Umsichtig verschwieg ich das soeben ausgemachte Treffen. Falls nämlich Micha als Drittes hätte mit einstei-

gen wollen (was tatsächlich zu befürchten war), wäre es mein kollegiales Pflichtgebot gewesen, sein Ansinnen positiv aufzunehmen. Das Ensembleprinzip stand ganz oben im Hochschulreglement. „Für unser Wir-Sein legen wir uns ins Zeug“, lautete das Motto. Grundsätzlich war ich ja auch dafür, nur ... Beim Sujet Kim galt mein Verlangen ganz und gar dem Zweisamsein, ein altmodisches Geheimgefühl, auf das ich nicht gerade stolz war. Zu meinem Pardon sei gesagt, dass ich bereits mehrere Dutzend Male mit Micha in Dunkelzimmern zusammengelegen hatte und mir das Vorstellungsbild einfach nicht mehr flutschte, so leid es mir tat.

Unauffällig lenkte ich unser Gespräch zurück zum Ausgangsthema: „Ich finde es irgendwie schwach, dass wir im Ensembleprojekt immer nur quatschen, und zwar immer nur über das farbliche Äußere der Computergebilde. Was ist denn mit dem Geschehen im Inneren des Gehäuses? Ich würde gern verstehen, was darin vor sich geht. Schließlich besuchen wir kein Kunstseminar! Im Informatikstudium müsste doch auch mal Programmieren drankommen“, sagte ich trotzig.

„Ach, du immer mit deinen verrückten Hirngespinsten! Jetzt will es auch noch programmieren! Das wäre ja so, als ob wir in Technischem Dokumentieren selber schreiben würden oder im Mathematikum selber rechnen! Altes, in welchem Jahrhundert lebst du denn?“

„Ich rede ja gar nicht von Schreiben oder Rechnen, kein Sorgenweh! Ich bin genau wie du ein Kind des mittleren ein- und zwanzigsten Jahrhunderts. Trotzdem habe ich ein neugieriges Wesen und würde einfach gern mal reinschauen in so ein Gehäuse.“

## MANCH EINES VON UNS KONNTE DAS GEFORDERTE SOLL IM STUDIUM NICHT DURCHGEHEND ERREICHEN.

„Nein, nein, das wäre doch viel zu gefährlich! Stell dir vor, wir Menschlein würden anfangen, ins technische Geschehen reinzupfuschen. Was für folgenschwere Versehen könnten da passieren? Menschlein sind fehlbar, Intelligenzwesen nicht“, wiederholte Micha ein vielzitiertes Credo des digitaleuropäischen Volkes.

„Ich kenne die Argumente“, räumte ich ein. „Ich will ja gar nicht selbst etwas entwickeln oder testen oder so. Ein Stück weit zu verstehen, wie ein Computergerät funktioniert, das würde mir schon reichen.“

„Wie soll ein Menschlein denn jemals so etwas verstehen können? Das ist doch viel zu komplex! Das können nur Intelligenzwesen begreifen mit ihrem unbestechlichen Entscheidungsvermögen und ihrem unbeschränkten Wissen.“

## Über die Autorin

**Monika Oertner** lehrt an der Hochschule Konstanz wissenschaftliches Schreiben und sagt über „Studium futurum“, ihre erste c’t-Story: „Das Ende der Alphabetschrift scheint heute plötzlich absehbar. Da brauchte ich ein kreatives Ventil.“ Beim Internet-Feuilleton CULTurMag arbeitet sie zudem als Rätselredakteurin. Seit vielen Jahren befasst sie sich in Publikationen unter anderem mit Aspekten künstlicher Intelligenz („CheatGPT“); Aufsätze und unterrichtstaugliche Materialien dazu bietet sie auf ihrer Website [oertner.net](http://oertner.net) an.



Bild: Clara Sophia Gee

Offen gesagt, finde ich das auch gut so. Ich wäre ungern verantwortlich für das Funktionieren eines Geräts. Denk doch nur, welch ein unüberschaubares Ausmaß an Folgeereignissen von einem einzigen fehlerhaften Programmglied ausgehen könnte!“

Micha machte ein rhetorisches Pausenintervall, bevor es schloss: „Das farbliche Äußere eines potenziellen Produkts vorzuschlagen, empfinde ich als völlig ausreichend für unsereins.“

„Ja, vorzuschlagen, das ist das richtige Wort!“, entgegnete ich bitter. „Am Ende entscheiden dann doch wieder die Intelligenzwesen, welches Kolorit verwendet wird, falls das Produkt überhaupt realisiert wird. Wir Menschlein bestimmen rein gar nichts mehr auf diesem Erdenrund.“

„Stimmt, und das ist auch gut so. Wir wissen ja, wozu das bei unseren Großeltern geführt hat. Pfui, Teufelchen! ... außerdem musst du dich überhaupt nicht beklagen“, ergänzte Micha, plötzlich ärgerlich. „Du hättest dich einfach mehr anstrengen müssen beim Zulassungstestat für das Gerüstbaupraktikum. Dann wärst du heute nicht hier! Warum bist du so früh wieder runtergeglitten? Hat ja keines von dir verlangt! Nun haben eben andere ihr Riechorgan vorn. Sie werden Gerüstbäuerchen und dürfen selbst mitanpacken, und wir eben nicht. Im Hier und Heute hilft uns kein Rumjammern.“

„Tja, Altes, das mag sein, aber das Gleiche gilt wohl auch für dich!“, gab ich die deutlichen Worte meines sonst so friedliebenden Freundchens zurück. „Du warst doch kein Quentchen besser!“

Micha machte „Pffff!“, mit einem Gesicht, als hätte es in Sauerobst gebissen.

Das Erinnerungsbild war für uns beide unflutsch. Gemeinsam waren wir damals beim Zulassungstestat für das erste Lehrjahr durchgerasselt und hatten uns dann, wie so viele andere, schweren Herzens zum Hochschulstudium angemeldet. Jetzt mussten wir das Curriculum bis zum Ende durchlaufen, koste es, was es wolle. Einfach war das nicht, denn gesundheitlich gestalteten sich die vielen vorgeschriftenen Gelage durchaus als herausfordernd. Von Semester zu Semester hatten wir in den Zechseminaren ein steigendes Maß an Gramm Ethanol durchzuarbeiten. Ja, das Studentchenleben war definitiv kein Zuckerschlecken!

Unwillig wendeten Micha und ich die Geweih voneinander ab und glitten wortlos durch das Gas. Ach, ein Wortgeplänkel mit Micha schlug mir immer aufs Gemüt ... Ich beschloss, stattdessen an Experimente mit Kim zu denken.

\* \* \*

Am Mensagebäude angekommen, mengten wir uns in eines der Grüppchen vor den Essensausgabegeräten. Wie schon das ganze Wintersemester über konnte man zwischen dreierlei Kohlgerichten wählen. Sie waren auf appetitlichen Bildern dargestellt, die verführerisch flüsternd über ihre Ingredienzen informierten.

„Nimmst du auch das Weißkohlschmorragout mit Pastinakenpüree?“, fragte Micha in beiläufigem Stimmbild. „Es gibt Birnenkompott als Dessert dazu, das flutscht mir gut rein!“

„Ja, gutes Motiv, das nehme ich auch. Hey, ich lade dich ein“, sagte ich, um neues Einvernehmen bemüht, und schnipste vor dem Bezahlfeld.

Während wir mit unseren Tablets zwischen den gut besetzten Speisearrangements hindurchglitten, hob Micha an, mir das Neueste vom komplizierten Verhältnis zu seinem Väterchen zu berichten – ein mir allzu vertrautes Thema. Ich brummelte Interesse und nickte ab und zu. Gedanklich war ich bereits mit Kim im Dunkellabor. Ob es mir wohl ein herrlich obszönes Wort wie „Männchen“ oder „Jüngelchen“ ins Ohr flüstern würde? Oder sogar ein echtes Maskulinum? „Kerl“ womöglich, oder gar „Bursche“? O mein Lot, ich musste mich schwer zusammenreißen, um äußerlich gesellschaftsfähig zu bleiben.

„... das hat Väterchen wahrhaftig von mir verlangt: Ich sollte das komische Ding aufklappen und aufs Pult legen und dann mit dem Fingerchen jedes einzelne dieser blöden Zeichen ...“, erzählte Micha gerade.

„Echt? Deutlich unfetisch!“, warf ich in empörtem Stimmbild ein.

Aaahh, Kims langes rotes Haar würde über mir zusammenschlagen, die orange lackierten Fingernägelchen meine Beine entlangwandern und ... o mein Lot, dieses Vorstellungsbild flutschte nur so. Unabhängig davon, was nachher im Halbdunkel tatsächlich geschehen würde – das vorfreudige Fantasiekribbeln war allein schon Gold wert.

Leicht entrückt glitt ich neben Micha zu unserem Stammsofa, legte Wams und Geweih ab und lagerte mich bequem, wobei ich das aufgewachte Zuckerrohr unauffällig zurechtrückte. Fürs Erste war ich versöhnt mit dem Tagesgeschehen und dem Studentchenleben im Allgemeinen. Kohlhungrig öffnete ich das Mundloch, schnipste, schloss genießerisch die Augen und empfing das schmackhafte Schmorgericht.

(psz@ct.de) ct

## Die c’t-Stories als Hörversion

Unter [heise.de/-4491527](http://heise.de/-4491527) können Sie einige c’t-Stories als Audiofassung kostenlos herunterladen oder streamen. Die c’t-Stories zum Zuhören gibt es auch als RSS-Feed und auf den bekannten Plattformen wie Spotify, Player FM und Apple Podcasts ([ct.de/yz13](http://ct.de/yz13)).

Themenspecial

# IT & Karriere I/2024

CLEVERE KÖPFE FINDEN!



## Erscheinungstermine:

c't magazin 09/24 19.04.2024

iX Magazin 05/24 26.04.2024

Anzeigenschluss: 15.03.2024

Druckunterlagen: 19.03.2024

„IT & Karriere“ erscheint  
als Themenspecial  
in der Aboausgabe von



## Fernstudium IT-Security

Aus- und Weiterbildung zur Fachkraft für IT-Sicherheit.  
Vorbereitung auf das **SSCP- und CISSP-Zertifikat**.  
Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisge-  
richtetes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

NEU: Roboter-Techniker, Netzwerk-Techniker,  
Qualitätsbeauftragter / -manager TÜV,  
Linux-Administrator LPI, PC-Techniker

Teststudium ohne Risiko.  
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERN SCHULE WEBER - seit 1959  
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. C14  
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

[www.fernenschule-weber.de](http://www.fernenschule-weber.de)



ICH WARTE NICHT  
AUF UPDATES.  
ICH PROGRAMMIERE SIE.

JETZT IM ABO  
GÜNSTIGER LESEN

GRATIS!

2x Make testen mit über 30 % Rabatt

### Ihre Vorteile im Plus-Paket:

- ✓ Als **Heft** und
- ✓ **Digital** im Browser, als PDF oder in der App
- ✓ Zugriff auf **Online-Artikel-Archiv**
- ✓ **Geschenk**, z. B. Make: Tasse

Für nur 19,40 € statt 27 €

Jetzt bestellen:

[make-magazin.de/miniabo](http://make-magazin.de/miniabo)



betterCode()

# CLEAN ARCHITECTURE 2024

Die Heise-Onlinekonferenz  
für ein nachhaltiges Design von Software



19. März 2024 · online

Clean Architecture trennt die fachliche Anwendung von der grafischen und technischen Infrastruktur, strukturiert Code klarer, erzeugt weniger Kopplungen und macht das gesamte System besser wartbar. Auf der betterCode() Clean Architecture treffen sich **Profis** aus den Bereichen **Softwarearchitektur, Softwareentwicklung und IT-Projektleitung**.

Aus dem Programm:

- Clean-Architecture-Grundlagen und verwandte Konzepte
- Tools, die wirklich helfen
- Legacy-Software eine saubere Architektur zurückgeben
- Taktische Architekturverbesserung per Refactoring
- Die Zukunft: Evolutionäre und nachhaltige Architektur

Jetzt  
**Frühbucher-  
ticket  
sichern!**

[clean-architecture.bettercode.eu](http://clean-architecture.bettercode.eu)

Workshop am 14. März: Flexible Anwendungsarchitektur mit der Clean und der Hexagonal Architecture

Veranstalter



 dpunkt.verlag

# Mastering GitOps 2024

**Stabil deployen, sicher automatisieren**

16. & 18. April 2024 · online



**GitOps für Devs, DevOps und Ops**

Wollen Sie Ihre **Softwareanwendungen ohne Handarbeit deployen** oder Ihre **Infrastruktur sicher automatisieren**? Dann empfiehlt sich die deklarative Herangehensweise von GitOps.

Als „Single Source of Truth“ erlaubt ein Git-Repository den kontinuierlichen Abgleich von Ist- und Zielzustand für Deployment-Pipelines, Anwendungen und Infrastruktur.

- **16. April – Dev Day:** Im Mittelpunkt steht das kontinuierliche Deployment von Anwendungen
- **18. April – Platform Day:** Die Rolle von GitOps im Bereich Platform Engineering und für die Automatisierung von IT-Infrastruktur

Jetzt  
**Frühbucher-  
ticket  
sichern!**

[mastering-gitops.de](http://mastering-gitops.de)

Veranstalter



 dpunkt.verlag

ORACLE Feuerwehr [www.oraservices.de](http://www.oraservices.de) xxs-kurze Daten- & Netzkabel: [kurze-kabel.de](http://kurze-kabel.de) ORACLE Postgres Migration [oraservices.de](http://oraservices.de) EDELSTAHL LED SCHILDER: [www.3D-buchstabe.com](http://www.3D-buchstabe.com)  
HAUSNUMMERN nobel 230V~: [www.3D-hausnummer.de](http://www.3D-hausnummer.de) softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen, Website Boosting, Online-Pressemitteilungen, Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach anrufen, Faxen oder eine E-Mail schicken. Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024, Telefax: 0511/3884512, E-Mail: [service@softaktiv.de](mailto:service@softaktiv.de), Internet: [www.softaktiv.de](http://www.softaktiv.de) Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) insbesondere Texte aus den Bereichen Telekommunikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. + Fax: 05130/37085 nginx-Webhosting: [timmehosting.de](http://timmehosting.de) [www.embedded-specialists.de](http://www.embedded-specialists.de) [www.patchkabel.de](http://www.patchkabel.de) - LWL und Netzwerk Kabel QIT-SYSTEME.DE Bessere IT für die Radiologie **Anzeigenschluss****für die nächsten****erreichbaren Ausgaben:****06/2024: 19.02.2024****07/2024: 04.03.2024****08/2024: 14.03.2024** **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 Klammer angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Gebühr.**Ausfüllen und einsenden an:**  **Heise Medien GmbH & Co. KG**  
**c't-Magazin, Anzeigenabteilung**  
**Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover****Faxnummer: 05 11 / 53 52-200**  
**eMail: [dispo@heise.de](mailto:dispo@heise.de)**

→ Weiterlesen, wo andere aufhören.



# Inserenten\*

	49	Veranstaltungen	
1blu AG, Berlin	180	secIT by Heise	heise Events
combit GmbH, Konstanz	13	c't workshops	c't, heise Events
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen	39	heise deSec/M3	iX, dpunkt.verlag
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	173	Javaland	DOAG, Heise Medien
Fernschule Weber, Großkenneten	29	Workshop Wordpress	iX, dpunkt.verlag
Google Ireland Limited, IRL-Dublin	77	DDUX/enterJS	iX, dpunkt.verlag
Kentix GmbH, Idar-Oberstein	2	heise academy	heise Academy
Mercedes Benz AG, Berlin	37	Webinar ChatGPT	c't Webinar
mitp Verlags GmbH & Co. KG, Frechen	45	betterCode/GitOps	iX, dpunkt.verlag
O'Reilly, dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	21		
Rheinwerk Verlag GmbH, Bonn	43		
SEH Computertechnik GmbH, Bielefeld	11		
Thomas Krenn.com, Freyung	35		
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	81		
Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal	4, 5		
WORTMANN AG, Hüllhorst			

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.

Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

WERDEN SIE c't-BOTSCHAFTER!

... UND UNTERSTÜTZEN SIE DAMIT DEN UNABHÄNGIGEN UND GLAUBWÜRDIGEN JOURNALISMUS!

Wir schenken Ihnen 30 € und unsere kultige c't-Tasse „Kein Backup? Kein Mitleid“, wenn Sie einen neuen Leser für ein Jahres-Abo der c't werben. Der neue Leser erhält die c't zum Preis von 144,20 € pro Jahr. Das Abo kann in gedruckter oder digitaler Form bezogen werden. Nach einem Jahr ist das Abo monatlich kündbar.

Hier bestellen: [ct.de/botschafter](http://ct.de/botschafter)  
+49 541/80 009 120 [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)



# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: www.ct.de, E-Mail: ct@ct.de

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „IPTV-Komfort statt Kabelzwang“: Jörg Wirtgen (jow@ct.de), „Werbeflut selbst dosieren“: Jo Bager (jo@ct.de)

**Chefredakteure:** Torsten Beeck (tbe@ct.de) (verantwortlich für den Textteil), Dr. Volker Zota (vza@heise.de)

**Stellv. Chefredakteure:** Martin Fischer (mfi@heise.de), Axel Kossel (ad@ct.de), Jan Mahn (jam@ct.de)

**Chef vom Dienst:** Georg Schnurer (gs@ct.de)

**Chefin vom Dienst New Media:** Hannah Monderkamp (mond@heise.de)

**Koordination Leserkommunikation:** Martin Triadan (mat@ct.de)

**Leiter redaktionelle Entwicklung:** Jobst Kehrhahn (keh@ct.de)

**Ressort Internet, Datenschutz & Anwendungen**

**Leitende Redakteure:** Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Jo Bager (jo@ct.de)

**Redaktion:** Holger Bleich (hob@ct.de), Anke Brandt (abr@ct.de), Greta Friedrich (gref@ct.de), Tim Gerber (tig@ct.de), Arne Grävemeyer (agr@ct.de), Markus Montz (mon@ct.de), Peter Schmitz (psz@ct.de), Sylvester Tremmel (syt@ct.de), Andrea Trinkwalder (atr@ct.de), Dorothea Wiegand (dwi@ct.de), Stefan Wischner (swi@ct.de)

**Ressort Systeme & Sicherheit**

**Leitender Redakteur:** Peter Siering (ps@ct.de)

**Redaktion:** Niklas Dierking (ndi@ct.de), Mirko Dölle (mid@ct.de), Wilhelm Dreiling (wid@ct.de), Liane M. Dubowy (lmd@ct.de), Ronald Eikenberg (rei@ct.de), Oliver Lau (ola@ct.de), Pina Merkert (pmk@ct.de), Dennis Schirrmacher (des@ct.de), Hajo Schulz (hos@ct.de), Jan Schüßler (js@ct.de), Kathrin Stoll (kst@ct.de), Keywan Tonekaboni (ktu@ct.de), Axel Vahldiek (avx@ct.de)

**Ressort Hardware**

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck (ciw@ct.de), Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de), Dušan Živadinović (dz@ct.de)

**Redaktion:** Ernst Ahlers (ea@ct.de), Christian Hirsch (chh@ct.de), Benjamin Kraft (bkr@ct.de), Lutz Labs (ll@ct.de), Andrijan Möcker (amo@ct.de), Florian Müssig (mue@ct.de), Rudolf Opitz (rop@ct.de), Carsten Spille (csp@ct.de)

**Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets**

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen (jow@ct.de), Christian Wölbert (cwo@ct.de)

**Redaktion:** Robin Brand (rbr@ct.de), Sven Hansen (sha@ct.de), Steffen Herget (sht@ct.de), Nico Jurran (nij@ct.de), André Kramer (akr@ct.de), Michael Link (mil@ct.de), Urs Mansmann (uma@ct.de), Stefan Porteck (spo@ct.de)

**Leiter c't 3003:** Jan-Keno Janssen (jkj@ct.de)

**Redaktion:** Lukas Rumperl (rum@ct.de)

**c't Sonderhefte**

**Leitung:** Jobst Kehrhahn (keh@ct.de)

**Koordination:** Pia Groß (piae@ct.de), Angela Meyer (anm@ct.de)

**c't online:** Sylvester Tremmel (syt@ct.de), Niklas Dierking (ndi@ct.de)

**Social Media:** Jil Martha Baae (jmb@ct.de)

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Kathrin Stoll (kst@ct.de), Christian Wölbert (cwo@ct.de)

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan (mat@ct.de)

**Redaktionsassistent:** Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch (kaw@ct.de)

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider (Ltg., rs@ct.de), Christoph Hoppe (cho@ct.de), Stefan Labusga (sla@ct.de), Arne Mertins (ame@ct.de), Jens Nohl (jno@ct.de), Daniel Ladeira Rodrigues (dro@ct.de)

**Dokumentation:** Thomas Masur (tm@ct.de)

**Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/4271 86-0,

Fax: 0 89/42 71 86-10

**Ständige Mitarbeiter:** Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan (bsc@ct.de), Christiane Schulzki-Haddouti

**DTP-Produktion:** Mike Bunjes, Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Ulrike Weis

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Melissa Ramson, Andreas Wodrich

**Digitale Produktion:** Melanie Becker, Kevin Harte, Martin Kreft, Thomas Kaltschmidt, Pascal Wissner

**Illustrationen**

Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schülp, Timo Lenzen, Berlin, Andreas Martini, Wettin, Moritz Reichartz, Viersen, Michael Vogt, Berlin

**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>

D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A

Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>

A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: DBD245FCB3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>

19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Investigativ:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>

via Tor: ayznmonnewb2tjvgf7ym4t2726muprjvwckz2vhf2hbarbzdydm7oad.onion

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: www.heise.de

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Beate Gerold

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Jörg Mühl, Falko Ossmann

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167) (verantwortlich für den Anzeigenanteil), [www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 41 vom 1. Januar 2024.

**Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien):** Media Gate Group Co., Ltd., 7F, No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan, [www.mediagate.com.tw](http://www.mediagate.com.tw)  
Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000, E-Mail: [mei@mediagate.com.tw](mailto:mei@mediagate.com.tw)

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**Druck:** Firmengruppe APPL, appl druck, Senefelderstr. 3-11, 86650 Wemding

**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,  
BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

DMV Der Medienvertrieb GmbH & Co. KG

Meßberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 1815

E-Mail: [info@dermedienvertrieb.de](mailto:info@dermedienvertrieb.de)

**c't erscheint 14-täglich**

Einzelpreis 5,90 €; Österreich 6,50 €; Schweiz 9,90 CHF; Belgien, Luxemburg 6,90 €;

Niederlande 7,20 €; Italien, Spanien 7,40 €, Dänemark 64,00 DKK

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 144,20 €, Österreich 155,40 €, Europa 165,20 €, restl. Ausland 191,80 € (Schweiz 236,60 CHF); ermäßiges Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 105,00 €, Österreich 99,40 €, Europa 124,60 €, restl. Ausland 152,60 € (Schweiz 145,60 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 25,00 € (Schweiz 30,80 CHF) Aufpreis. Ermäßiges Abonnement für Mitglieder von AUGE, bdvb e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 108,15 €, Österreich 116,55 €, Europa 123,90 €, restl. Ausland 143,85 € (Schweiz 177,45 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 Verfügungsberecht 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 2024 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA LAE ▲

# Vorschau ct 6/2024

Ab 8. März im Handel und auf [ct.de](http://ct.de)



Bild: Andreas Martini

## Kaufberatung Notebooks

Notebookkäufer stehen vor einer riesigen Auswahl. Wir klären auf, was man mindestens haben sollte, was sich in jüngerer Vergangenheit verändert hat und wohin es künftig geht. Mit unserem kompakten Leitfaden finden Sie das Gerät, das am besten zu Ihren Bedürfnissen passt.



## Wärmebildkameras im Test

Infrarotkameras zeigen unzureichende Hausdämmung auf, werden für die Wildbeobachtung ebenso genutzt wie zur Leckortung, die Feuerwehr entdeckt mit ihnen im dichten Rauch Mensch und Tier. Beim Einsatz gibt es allerdings einiges zu beachten, denn nicht jede Oberfläche reflektiert gleich und nicht jede Kamera sieht gleich gut.

## Mobile Scanner-Apps

Dokumentenscanner in der Hosentasche: Wir testen Apps für Smartphones und Tablets, mit denen man Rechnungen, Quittungen und anderen Papierkram fotografiert, verschönert und mithilfe automatischer Texterkennung als durchsuchbares PDF speichern kann.

## Windows-Programme unter Linux

Crossover Linux erleichtert die Installation und Konfiguration von Windows-Programmen unter Linux. Nur für Windows verfügbare proprietäre Game Launcher, Office- oder Autorenprogramme, die Kindle-App oder andere Tools lassen sich damit unter Linux verwenden.

## Die Zukunft des autonomen Fahrens

Vor ein paar Jahren schienen autonome Autos zum Greifen nah. Doch viel weiter als bis zum Stauassistenten sind Serienfahrzeuge noch nicht gekommen. Einige Hersteller glauben fest an den Sprung aufs nächste Automationslevel. Was muss sich dafür bei der Datenverarbeitung im Auto ändern?

Noch mehr  
Heise-Know-how



ct Know-how jetzt im Handel  
und auf [heise-shop.de](http://heise-shop.de)



Make: 1/24 jetzt im Handel  
und auf [heise-shop.de](http://heise-shop.de)



MIT Technology Review  
2/2024 jetzt im Handel und  
auf [heise-shop.de](http://heise-shop.de)



# FREITAG IST C'T-TAG!\*

Jetzt 5x c't lesen

für 23,25 €  
statt 30,25 €\*\*

\*\* im Vergleich zum Standard-Abo

30 %  
Rabatt!



Mesh-WLAN aus  
Einfach, schnell

Fritzbox & Co. im Test - Einrichtung

Kostenlose Firmware-Tools

Neue Einsteiger-Notebooks

Foto-Test



Fritzbox & Co. im Test - Einrichtung

Kostenlose Firmware-Tools

Neue Einsteiger-Notebooks

Foto-Test

Jetzt bestellen:

[ct.de/meintag](http://ct.de/meintag)



\*Endlich Wochenende! Endlich genug Zeit, um in der c't zu stöbern. Entdecken Sie bei uns die neuesten Technik-Innovationen, finden Sie passende Hard- und Software und erweitern Sie Ihr nerdiges Fachwissen. **Testen Sie doch mal unser Angebot: Lesen Sie 5 Ausgaben c't mit 30 % Rabatt – als Heft, digital in der App, im Browser oder als PDF. On top gibt's noch ein Geschenk Ihrer Wahl.**



# CRM-Software mit Freiraum

combit CRM ist das offene Framework für eigene Kundenlösungen und Prozesse.

## Fertige Lösungen und Framework

Starten Sie schnell und bequem mit vorgefertigten Standard- oder Branchenlösungen. Dank der Offenheit von combit CRM haben Sie maximale Gestaltungsfreiheit.

## Bedienoberflächen maßschneidern

Neue Masken und Funktionen fügen Sie einfach selbst hinzu. Indem Sie combit CRM nach Ihren Unternehmensstandards designen, bleiben Sie agil und Ihr CRM-Know-how im Unternehmen.

## Prozesse und Workflows anpassen

Vom einfachen Skript bis hin zum komplexen Prozess: Mit Entwicklerschnittstellen für VBScript und C# programmieren und automatisieren Sie Abläufe so, wie sie für Ihr Unternehmen passen.

## Offenes Datenbankmodell auf SQL-Basis

Fügen Sie neue Datenbeziehungen, Spalten und ganze Tabellen mit wenigen Klicks zur Lösung hinzu. Auch eigene Trigger und Stored Procedures werden unterstützt.



Jetzt kostenlos testen oder Live-Demo buchen:

[www.combit.net/crm-framework](http://www.combit.net/crm-framework)