

Vögel  
bestimmen  
per App

# So spionieren Smart TVs

Privacy-Check: Datentransfer an Hersteller und Werbefirmen  
Sechs Geräte im Test • Tipps für Datenschutzeinstellungen

## TEST

Apple Mac Studio mit M2 Max & M2 Ultra  
Desktop-Linux Mint 21.2  
SoftMaker Office mit KI-Anbindung  
E-Book-Reader mit Android und E-Ink-Display  
Quadrokopter mit dualtem Kamerasystem

## Seien Sie klüger als die KI

Fake-Bilder erkennen, Chatbots austricksen

## FOKUS

Gegenangriff auf Internetbetrüger  
Immer genug Tinte: Druckseiten-Abos  
Recherchetipps für Wikipedia  
HTTP-APIs automatisch testen  
Die Preistricks der Onlineshops



€ 5,90

AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90

NL € 7,20 | IT, ES € 7,40

CHF 9.90 | DKK 64,00

# Das Hochsicherheits-Windows

Whitelisting schützt vor Viren, Ransomware, Trojanern ...  
c't-Tools aktivieren Profischutz sogar in Windows Home





**1blu**

**10**  
**.de-Domains**  
**inklusive!**

# Das wird heiß: **Homepage Summer**

**10 .de-Domains inklusive**

- > Kostenlose SSL-Zertifikate per Mausklick
- > Viele 1-Klick-Apps inklusive
- > Webbaukasten
- > Webkonferenzlösung
- > 75 GB Webspace
- > 700 E-Mail-Adressen
- > 70 GB E-Mail-Speicher
- > 70 MySQL-Datenbanken

**2,29**  
**€/Monat\***



**Letzte Chance:**  
**Bestellung bis 30.09.2023!**  
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/summer**



## Offener Brief: Liebe Intelianer!

Früher war nicht nur alles besser, früher haben sich Euer Aktienkurs und der von Microsoft gegenseitig gestützt, ja beflügelt. Heute steigt der von Microsoft, Eurer rutscht ab. Trauriger kleiner Tiefpunkt: Mit der NUC-Sparte habt Ihr kürzlich Euer letztes Endkundenprodukt aus der Hand gegeben.

Ihr büßt für die Versäumnisse in den fetten Jahren und musstet sogar den Apfel, der Euch vor zehn Jahren in den Schoß gefallen war, mangels Innovationen davonrollen lassen. Der texanische David AMD wirft Schatten auf Eure Bilanzen, während Ihr Euch als Ex-Goliath an Subventionen hochzieht.

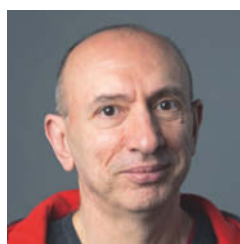
Aber klar, 10 Milliarden Euro Stütze für eine neue Chip-Fertigung in Magdeburg, welche Firma würde die nicht nehmen? Okay, Ihr investiert auch selbst und nicht wenig (weltweit 200 Milliarden) und wollt "weltgrößter Auftragsfertiger" werden. But there's a catch to Magdeburg, dear Intelians: In das nicht allzu ferne Dresden zieht bald der heute schon weltgrößte Auftragsfertiger TSMC (siehe S. 12). Wir Beobachter können Euch bei der Aufholjagd sozusagen aus der Nähe zusehen.

Ganz anders dagegen die Entwicklung von Microsoft: Früher mit Gates und Ballmer an der Spitze, da hat der Konzern noch polarisiert und erntete Hohn (gib DOS keine Chance) oder auch mal eine fliegende Torte (für Gates in Brüssel).

Aber seit Nadella am Ruder steht, erscheint der Riese mindestens neutral, wenn nicht sympathisch, und kauft klug ein. Beispiele sind GitHub und Lumenity mitsamt seinen schlaunen Glasfaserkonstrukteuren oder auch die Partnerschaft mit OpenAI ([ct.de/y4mz](https://ct.de/y4mz)). Der Übernahme des bedeutenden Spieleherstellers Activision stehen nur noch die weltweit isolierten Nein-Sager der britischen Wettbewerbsaufsicht CMA entgegen. Hinzu kommen das ergonomischere Design des Windows-11-Desktops, die Linux-Integration, you name it ...

Heikel für Euch, dass Microsoft für Azure in seinen weltweiten Rechenzentren die KI-Welle reitet und Nvidia gegenüber Euren x86-Prozessoren vorzieht. Und last, but not least: Microsoft schießt wie weiland Apple auf die stromsparenden ARM-Chips. Doch gerade darin steckt auch eine Chance: Es könnte fast wie früher sein, wenn sie ARM-Chips selbst entwerfen würden und von Euch fertigen ließen.

Microsofts Firmenübernahmen: [ct.de/y4mz](https://ct.de/y4mz)



*Dušan Živadinović*

Dušan Živadinović



## Titelthemen

### So spionieren Smart TVs

- 14 **FAST-Streamingdienste** Nutzer zahlen mit Daten
- 18 **Smarte TVs** Sechs Modelle im Test
- 26 **Zahlen, Daten, Fakten** TV-Werbung
- 28 **Fernseher** datensparsam konfigurieren

### Das Hochsicherheits-Windows

- 60 **Whitelisting** Schadsoftware einfach aussperren
- 64 **Restric'tor** Bequemes Tool für Software-Regeln
- 70 **AppLocker** Profi-Werkzeug privat nutzen

### Seien Sie klüger als die KI

- 108 **ChatGPT und Bard** überlisten
- 112 **KI-Bilder** von echten Fotos unterscheiden

## Test & Beratung

- 76 **E-Book-Reader mit Android und E-Ink-Display**
- 80 **Quadroptopter mit dualtem Kamerasystem**
- 82 **SSD-Gehäuse** mit Thunderbolt und USB
- 82 **Grafikkarte** mit Intel-Chip für Einsteiger
- 82 **GUI-Tool** für Redis-Datenbanken
- 83 **Linux-Spiele-Verwaltung** Lutris
- 83 **Podcaster-Mikrofon** Rode PodMic USB
- 84 **Notensatzprogramm** Steinberg Dorico 5
- 86 **Bildverwaltung** iMatch 2023 mit Auto-Tagging
- 88 **Desktop-Linux Mint 21.2**
- 90 **Immer genug Tinte: Druckseiten-Abos**
- 94 **Apple Mac Studio mit M2 Max & M2 Ultra**
- 98 **SoftMaker Office mit KI-Anbindung**
- 102 **Vögel bestimmen per App**
- 163 **Bücher** Text-Adventures, Digitale Mündigkeit

## Aktuell

- 12 **Chips** TSMC investiert Milliarden in Dresden
- 34 **Internet** Aufstand bei Reddit gescheitert
- 35 **3D-Karten** von TomTom und Partnern
- 36 **KI** Risiken von ChatGPT & Co., Crawler-Sperre
- 37 **GitHub** KI-Copilot verweist auf Code-Quellen
- 38 **Audio** Tools von Meta generieren Musik und Klänge
- 39 **Open Source** Red-Hat-Rivalen verbünden sich
- 40 **Sicherheitslücken** im Drucksystem CUPS
- 41 **Fujitsu** stellt PC-Geschäft in Europa ein
- 42 **Plattformaufsicht** Netzagentur wird zuständig
- 43 **Handel und Geld** PayPal startet Stablecoin
- 44 **Kryptowährung** Das bizarre Worldcoin-Projekt
- 46 **Bit-Rauschen** KI-Rausch und China-Streit
- 47 **Apple** Mac auf 2 TByte aufgerüstet für 160 Euro
- 48 **Hardware** CPU-Sicherheitslücken ohne Ende
- 50 **SSDs** Schnell dank PCIe 5.0, kühl dank Airjet
- 52 **Forschung** Roboterarme sanieren Schienen
- 54 **Disney+** Komplizierter, teurer und strikter
- 55 **Spiele** Valve verkauft gebrauchte Steam Decks
- 56 **Web-Tipps** Barbie-Style, Tüftelspaß, Frustabbau

### 14 So spionieren Smart TVs



Fernseher locken neuerdings nicht nur mit Apps, sondern auch mit werbefinanzierten Gratis-Streamingdiensten. Im Gegenzug müssen Nutzer aber ihre Daten herschenken. Wir testen sechs aktuelle Fernseher und erklären, wie man sie komfortabel nutzt, ohne allzu viel preiszugeben.



## Wissen

- 118 Die Preistricks der Onlineshops**
- 124 Smart Cities** Blick auf Tokio
- 130 Schlüsselableitungsfunktionen** verstehen
- 136 40 Jahre c't** IBM-kompatible AT-Rechner im Test
- 158 Recht** Wann Preiserhöhungen zulässig sind

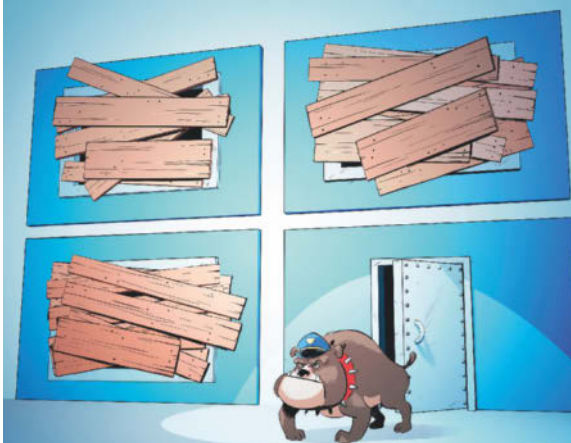
## Praxis

- 140 Gegenangriff auf Internetbetrüger**
- 146 Recherchetipps für Wikipedia**
- 152 HTTP-APIs automatisch testen**
- 156 Retrospiele** auf 4:3-Monitor zocken

## Immer in c't

- 3 Standpunkt** Intels Abstieg
- 6 Leserforum**
- 11 Schlagseite**
- 58 Vorsicht, Kunde** Netto kassiert Prepaid-Guthaben
- 160 Tipps & Tricks**
- 164 FAQ** HiFiBerryOS, Beocreate und Boxengebastel
- 166 Story** Neuromat
- 175 Stellenmarkt**
- 176 Inserentenverzeichnis**
- 177 Impressum**
- 178 Vorschau 21/2023**

## 60 Das Hochsicherheits-Windows



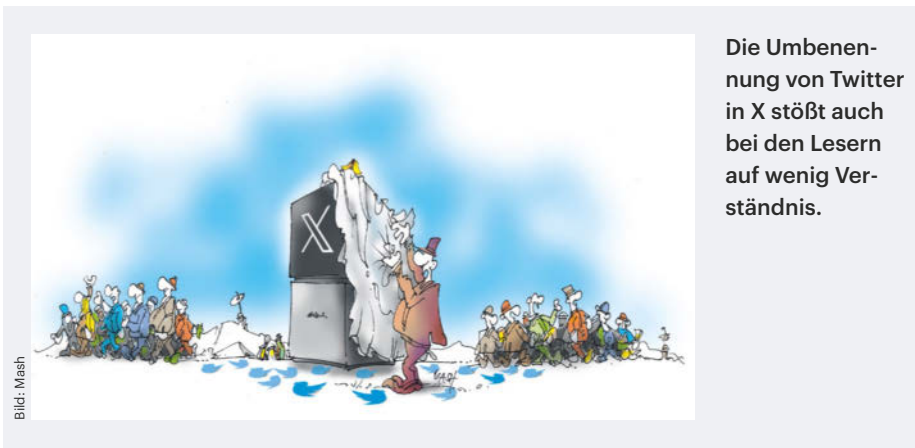
Mit Whitelisting sperren Sie Schadsoftware konsequent aus. Denn Windows führt dann nur noch Anwendungen aus, die Sie vorab freigegeben haben. Die nötigen Funktionen sind in Windows schon eingebaut und c't-Tools helfen Ihnen beim Einrichten.



**156 Günstiger Monitor** für Retrospiele auf Raspi und PC



**130 Schlüsselableitung** und Passwort-Hashing



Die Umbenennung von Twitter in X stößt auch bei den Lesern auf wenig Verständnis.

## Alles nur ein Schi ...?

Editorial zur Umbenennung von Twitter in X, c't 19/2023, S. 3

IMHO soll „X“ laut Elon in Anlehnung an die griechische Sprache „Chi“ ausgesprochen werden. Wenn Twitter jetzt X heißt, dann ist das „(s)chitter“. Und Tweets alias „x's“ sind jetzt „(s)chiss“.

reichhart

## Intransparenz ist Programm

„X“ ist auch die übliche Bezeichnung für eine „Unbekannte“ und steht mithin für Intransparenz und Undurchschaubarkeit. Das passt doch zu Musk.

Dieter Kochheim

## Vergebene Liebesmüh

Fast 30.000 Unternehmen sollen kritische Infrastruktur besser absichern, c't 19/2023, S. 34

Solange die Unternehmen das „tödliche Trio“ Windows, Office und Active Directory einsetzen, wird weder die kritische noch die unkritische Infrastruktur (zumindest auf IT-Ebene) jemals sicher sein. Ich habe sowieso den Eindruck, dass Microsofts Hauptaktivitäten darin bestehen, Hindernisse für den Benutzer statt Sicherheit in ihre Systeme einzubauen. Beispiel: Allein schon die Tatsache, dass man in Windows-Home keine zweite Sprache konfigurieren kann, zeigt, was Microsoft wirklich wichtig ist.

anutosho1

## Kündigung fast unmöglich

Klarmobil will Kündigung mit gesetzlichem Button nicht akzeptieren, c't 19/2023, S. 54

Klarmobil hatte seinerzeit alles getan, um meine Kündigung unmöglich zu machen. Anrufe, geforderte Bestätigungen und so weiter. Nur weil ich das immer beibringen konnte und ich einiges an Erfahrungen habe, gelang mir die planmäßige Übergabe der Telefonnummer an Alditalk. Meine ausländische Frau oder mein erwachsener Sohn wären gnadenlos gescheitert.

Martin Wolter

## Noch mehr identische SSDs?

Probleme durch identische Seriennummern, c't 19/2023, S. 46

Es gab wohl nicht nur eine Charge mit gleichen Nummern: Ich habe im November 2022 zwei Intenso-SSDs TOP 512GB mit identischer Nummer auf dem Aufkleber auf der Rückseite gekauft – es ist jedoch eine andere Nummer als auf den SSDs aus Ihrem Artikel. Ich habe sie jedoch noch nie gleichzeitig an einem PC angeschlossen.

Martin Möhle

Für diesen Fall können wir Entwarnung geben: Die Nummer auf der Rückseite ist laut Intenso nicht die Seriennummer, sondern die der Produktionscharge, auch Lot-Nummer genannt. Bei dem Fall im Artikel war diese Lot-Nummer jedoch bei 1000 Laufwerken auch als Seriennummer benutzt worden, was zu dem beschriebenen Problem führte.

## Vergleich fehlt

Lüfterloser Mini-PC mit „Intel Processor N100“, c't 19/2023, S. 74

Bei eurem Artikel hätte ich mich über ein paar vergleichende Worte zu eurem Mini-PC-Projekt vom Anfang des Jahres gefreut. Da sich im Artikel ja eh ergeben hat, dass man besser den Barebone nimmt und aufrüstet, scheint mir der Mehraufwand fürs Projekt nur minimal. Allerdings sind die Unterschiede in der Leistung der Prozessoren und der diesbezüglichen Energieaufnahme mir nicht offensichtlich.

Andreas Lorenzen

Leistungsmäßig spielt unser Mini-PC-Bauvorschlag aus c't 6/2023 auf Seite 150 in einer anderen Klasse. Seine Single-Threading-Performance liegt circa beim Doppelten, die Multithreading-Leistung übertrifft die des Intel Processor N100 etwa um Faktor 6. Auch die 3D-Leistung liegt mit 3200 zu 630 Punkten wesentlich höher.

Allerdings liegt auch die Leistungsaufnahme des Bauvorschlags viel höher als beim Asus ExpertCenter PN42: 10 statt 4,2 Watt im Leerlauf und maximal 88 statt 13 Watt unter Dauervolllast. Und die Teile für den Bauvorschlag kosten rund 100 Euro mehr.

## Billiger lüften

Bauvorschlag für einen preiswerten Spielerechner mit sechs CPU-Kernen, c't 19/2023, S. 134

Keine Ahnung, warum man bei diesen Prozessoren immer einen anderen Lüfter als den mitgelieferten einbauen möchte.

## Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

💬 c't Forum

📘 c't Magazin

🐦 @ctmagazin

Ausgewählte Zuschriften drucken wir ab. Bei Bedarf kürzen wir sinnwährend. Antworten sind kursiv gesetzt.

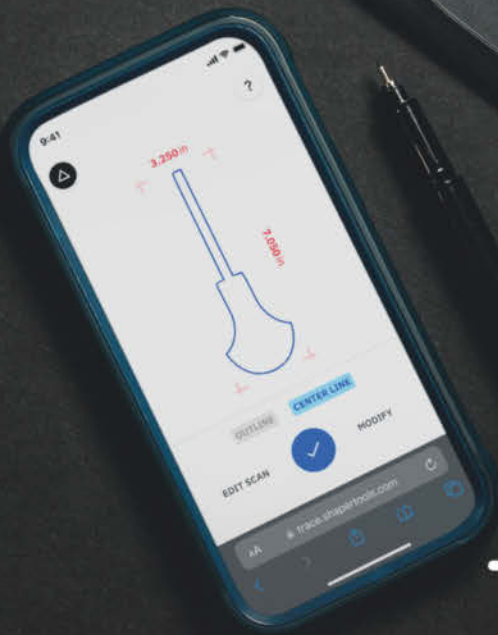
🕵️ Anonyme Hinweise  
<https://heise.de/investigativ>



SHAPER



Erfahre mehr auf  
[shapertools.com/trace](https://shapertools.com/trace)



# TRACE

## VON DER SKIZZE ZUR VEKTORGRAFIK IN SEKUNDEN

Mit Trace benötigst du keinen Scanner und auch keine komplizierte Software mehr, um analoge Zeichnungen schnell in Vektorgrafiken umzuwandeln.

Einfach den Trace-Rahmen über deine Zeichnung legen, mit der Trace App auf dem Smartphone oder Tablet erfassen und schon kannst du die fertige SVG-Datei exportieren. Perfekt für die Arbeit mit vielen digitalen Fertigungswerkzeugen wie Lasercutter, Plotter, CNC-Maschinen und mehr.

[shapertools.com/trace](https://shapertools.com/trace)





Einige Leser fragten, ob der bunte CPU-Lüfter in unserem Bauvorschlag für einen günstigen Gaming-PC nicht zu teurer Luxus sei.

Bei allen in der letzten Zeit von mir verbauten Boxed-CPU's (nur AMDs) waren die Lüfter leise und definitiv brauchbar.

Michl aus Lönneberga

Bei den meisten Boxed-Prozessoren für den Einzelhandel und mit Herstellergarantie liefert AMD Kühler mit, beim Ryzen 5 5500 die Version „Wraith Stealth“. Dessen Lüfter dreht aber schon im Leerlauf relativ hoch und wird dann mit zunehmender CPU-Last (und -Leistungsaufnahme) deutlich hörbar, siehe Test in c't 7/2021 auf Seite 94.

Bei einem reinen Gaming-PC, bei dem typischerweise die Lüfter der Grafikkarte unter Last am lautesten rauschen, ist das verschmerzbar. Unser PC-Bauvorschlag „Budget-Gamer 2023“ sollte aber auch beim Arbeiten nicht nerven. Wer die 20 Euro für den empfohlenen Kühler Endorfy Spartan 5 ARGB sparen will, kann zunächst den von AMD mitgelieferten Kühler montieren und testen, ob er leise genug bleibt.

## Lieber lokaler Benutzer

FAQ: Microsoft-Konto, c't 19/2023, S. 162

Ich möchte darauf hinweisen, dass man einen PC, der mit einem Microsoft-Konto aufgesetzt wurde, zu der Option „Stattdessen mit einem lokalen Benutzer anmelden“ migrieren kann.

In diesem Fall kann Microsoft einen nicht mehr bei der Anmeldung aussperren. Der BitLocker-Wiederherstellungsschlüssel kann trotzdem weiterhin von der Microsoft-Seite heruntergeladen und gegebenenfalls ausgedruckt werden, damit

man diesen auch dann zur Hand hat, wenn eine Anmeldung mit dem Microsoft-Konto nicht möglich ist.

Jochen Schmitt

Das stand auch im Artikel, kann aber nicht oft genug wiederholt werden.

## Hochkonjunktur beim Phishing

FAQ: Sicheres Bezahlen auf Kleinanzeigen, c't 18/2023, S. 164

Ich habe hin und wieder bei eBay Kleinanzeigen etwas gekauft und auch verkauft. Hat immer funktioniert. Aktuell versuche ich, bei Kleinanzeigen eine Werkzeugmaschine zu kaufen, Neupreis um die 700 Euro. In den letzten vier Wochen habe ich nun sechs Betrugsversuche erlebt.

Die Masche ist ähnlich: extrem günstiger Preis und in sehr neuwertigem Zustand. Antworten kommen prompt. Sichere Zahlung wird abgelehnt und PayPal Freunde als einzig akzeptierte Zahlungsart angeboten. Diskrepanzen zwischen Anzeigentext und Bildern können nicht aufgelöst werden und jeder Anfrage zum Nachweis der Identität oder der Existenz des Artikels wird mit Ausreden ausgewichen. An der Anzahl der Beobachter in den Anzeigen ist zu erkennen, dass es viele Interessierte gibt.

An sich ein recht plumpes Auftreten und verdächtig von der ersten Sekunde, aber scheinbar dennoch erfolgreich. Alle Verkäuferkonten bestanden seit Jahren und haben gute Bewertungen. Ich habe alle Verdachtsfälle mit guter Beschreibung bei Kleinanzeigen sofort gemeldet. Es hat bis zu einem Tag gedauert, bis Kleinanzeigen die Nutzer gesperrt hatte. Genannte Begründung war immer „Verdacht auf Missbrauch des Kontos durch Dritte“.

Tobias.F

## Skrupellos kopiert

Künstliche Intelligenz in Hollywood: Autoren und Schauspieler im Streik, c't 18/2023, S. 12

Die streikenden Kreativen haben meine volle Sympathie, ihr Kampf wird aber schwierig sein. Zuerst ist die Nutzung vorhandener Kunst in der Ausbildung schon lange üblich: Maler kopieren berühmte Bilder, Autoren studieren berühmte Romane und im Film wird schon immer skrupellos kopiert. Neu ist natürlich, dass jetzt

Software „ausgebildet“ wird. Andererseits wird es kommen wie bei den Suchmaschinen: Google tritt nach langem Streit großzügig den Content-Lieferanten einen winzigen Teil seines Gewinns ab.

Peter Pielmeier

## Nur temporäre Auswirkungen

Merkwürdige Berechnungen für Energiepreislösung bei Vattenfall, c't 18/2023, S. 56

Ich habe selbst IT-technisch die Energiepreislösung umgesetzt und kann die hohe Komplexität bestätigen, die in kurzer Zeit binnen weniger Wochen umgesetzt werden musste. Grundsätzlich spricht nichts gegen Ihren beschriebenen Einwand bezüglich der falschen Kalkulation, die tatsächlich auf der Jahresverbrauchsprognose des Verteilnetzbetreibers beruht.

An dieser Stelle sei jedoch angemerkt, dass die zum Stichtag 1.3.2023 ermittelten Anpassungsbeträge nur temporäre Auswirkungen auf die noch offenen Abschlagszahlungen bis zur nächsten Jahresbeziehungsweise Turnusrechnung (in Ihrem Fall: Dezember 2023) haben. Spätestens dann stellt der tatsächlich angefallene Verbrauch die Berechnungsgrundlage für die monetäre Entlastung für den Kunden dar und Andreas H. hätte mit einer deutlichen Rückerstattung zu seinen Gunsten rechnen können.

Hannes Geyer

## Ohne Ballast

Fortran, die Mutter der höheren Programmiersprachen, c't 18/2023, S. 138

Fortran 77 war meine erste Programmiererfahrung. Für Matheaufgaben optimal, ohne Ballast. Hier gibt es für den privaten Gebrauch eine frei nutzbare IDE: [www.silverfrost.com](http://www.silverfrost.com).

F90

## Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

# Einmal

# mit


# Pros

# arbeiten.

**Wir haben sie alle: iPhone Pro, iPad Pro, MacBook Pro und echte Profis, die dich dazu kompetent beraten.**

Seit Stunde Null sind wir große Apple Fans, und weil wir finden, dass jeder in den Genuss lebensvereinfachender Technik kommen sollte, waren wir 1986 die Ersten, die Apple auf dem deutschen Markt verkauft haben. Auch heute noch kann uns in Sachen erstklassiger Technik niemand so schnell etwas vormachen. Egal ob für Zuhause, die Arbeit, die Unterhaltung oder den Sport – wir machen das Leben smarter: mit richtig guten Produkten und richtig guter Beratung.

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

 im Store

# Gravis

Gravis Computervertriebsges. mbH, Ernst-Reuter-Platz 8, 10587 Berlin



# Qualifizieren Sie Ihre Fachkräfte für die Zukunft der IT

Mit Ihrem Partner für digitale IT-Weiterbildung

**JETZT  
KOSTENLOS  
TESTEN**

## Die Zukunft des Lernens ist digital

Mit der Lernplattform nehmen Ihre IT-Fachkräfte ihre Weiterbildung selbst in die Hand und entscheiden individuell und im eigenen Tempo, wie, was und wo sie lernen möchten.

## Stetig wachsendes Kursangebot

100 digitale Webinare, über 100 Videokurse und viele Features wie Notizen, Transkript und Übungsaufgaben ermöglichen ein interaktives und nachhaltiges Lernen.

## Themen von heute und morgen

Stetig wachsende Kursbibliothek mit berufsrelevanten und praxisnahen Lernangeboten aus den Bereichen Softwareentwicklung, Webtechnologie, IT-Security und vielem mehr.

## Weitere Vorteile:

- Einfache Angebotsabwicklung
- Volle Kostenkontrolle durch individuelle Gruppenlizenzen
- Teilnahmebescheinigungen

Jetzt 30-Tage-Test für Ihr Team anfragen:  
**heise-academy.de/academy-pass**







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

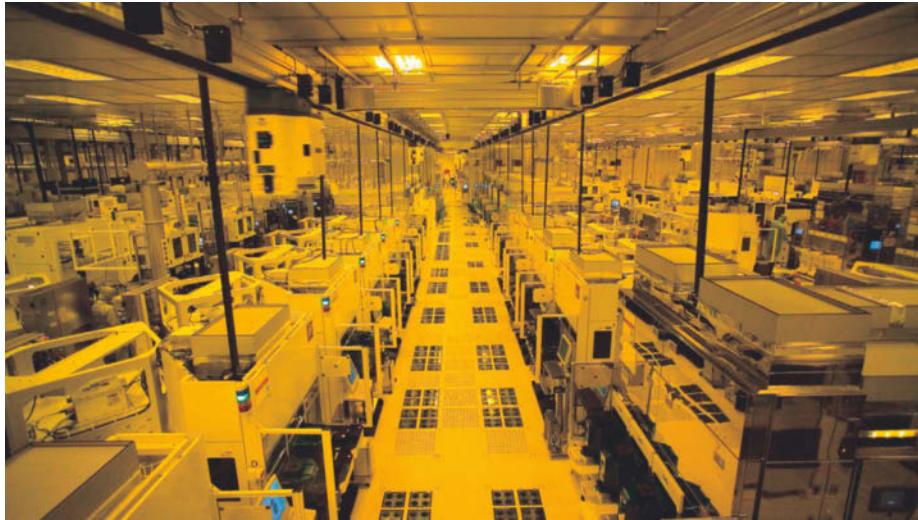


Bild: TSMC

# TSMC Saxony

## Der weltgrößte Chip-Auftragsfertiger baut ein Werk in Dresden für 10 Milliarden Euro

**Gemeinsam mit drei seiner europäischen Kunden – Infineon, Bosch und NXP – baut TSMC im Silicon Saxony bis 2027 eine neue Chipfabrik.**

Von Christof Windeck

Die Spekulationen haben sich bewahrheitet: TSMC, der mit riesigem Abstand marktführende Auftragsfertiger von Halbleiterbauelementen, kommt nach Dresden. Die taiwanische Firma – die Abkürzung TSMC steht für Taiwan Semiconductor Manufacturing Company – baut im Gewerbegebiet Airportpark Dresden ab 2024 ein Werk namens ESMC (das „E“ steht für European). Diese sogenannte Fab soll ab 2027 Chips mit Strukturbreiten von 28, 22, 16 und 12 Nanometern produzieren. TSMC betreibt die Fab, hält aber nur 70 Prozent Anteil. Mit je 10 Prozent beteiligen sich an ESMC die drei europäischen Chipfirmen Infineon, Bosch und NXP, von denen mindestens Infineon und NXP langjährige TSMC-Kunden

sind. TSMC erzielt 2022 als reiner Auftragsfertiger (Foundry) mehr Umsatz als der stärkste Chiphersteller Samsung.

In die rund 10 Milliarden Euro teure ESMC-Fab fließen erhebliche Subventionen. Eine offizielle Angabe zu deren Höhe gibt es derzeit nicht, angeblich sind es 5 Milliarden Euro, also 50 Prozent. Das wäre eine höhere Förderquote als bei der 30-Milliarden-Ansiedelung von Intel in Magdeburg, die „nur“ knapp 10 Milliarden bekommt.

### Vor allem Auto-Chips

Infineon, Bosch und NXP liefern viele Chips für Autos, sogenannte Automotive-Halbleiter. Dazu gehören etwa Mikrocontroller für Motorsteuerung, Infotainment und Fahrerassistenz sowie Radarsensoren. Auch die VW-Sparte Cariad kooperiert mit TSMC sowie STMicroelectronics (STMicro), einem weiteren großen europäischen Automotive-Chiphersteller. Die ESMC-Fab wird die europäische Lieferkette für solche Chips stärken. Der EU Chips Act war 2021 auch unter dem Eindruck des Chipmangels angeschoben worden, der europäische Autohersteller hart

traf – mit Folgen wie Kurzarbeit und Umsatzeinbußen. ESMC wird jedoch auch alle möglichen anderen ICs produzieren, etwa für vernetzbare Controller – im Jargon IoT-Chips genannt, beispielsweise für Smart Home und E-Health.

Der erwähnte französisch-italienische Chipkonzern STMicro arbeitet eigentlich enger mit dem ebenfalls in Dresden (und in den USA und Asien) ansässigen Auftragsfertiger Globalfoundries (GF) zusammen als mit TSMC. STMicro und GF hatten bereits im Juli angekündigt, gemeinsam bis 2026 eine neue Fab am STMicro-Standort Crolles bei Grenoble zu bauen. Sie wollen 7,5 Milliarden Euro investieren, von denen die französische Regierung 2,9 Milliarden Euro subventioniert. Dabei geht es um Strukturen von 22 bis 18 Nanometern, für die GF aber andere Verfahren als TSMC verwendet, etwa Fully Depleted SOI (FDX) auf Silicon-on-Insulator-(SOI)-Wafern.

Etwas schwer zu verstehen ist auf den ersten Blick, dass Bosch, Infineon, NXP und STMicro allesamt jeweils nicht nur eigene Chip-Fabs betreiben, sondern auch neue aufbauen und gleichzeitig mit Foundries kooperieren. Der Hintergrund ist, dass die genannten Hersteller unterschiedliche Chips entwickeln und verkaufen, die verschiedene Fertigungsverfahren benötigen. Infineon betreibt (und baut) in Dresden etwa eigene Fabs für Leistungshalbleiter, die als elektronische Schaltelemente in E-Autos, Solar-Wechselrichtern, Akkuladern und Netzteilen stecken. Für solche „Power“-Halbleiter sind völlig andere Verfahren und Anlagen nötig als für CMOS-Logikchips, zu denen etwa Mikrocontroller sowie Prozessoren für PCs, (KI-)Server oder Smartphones gehören. Bosch, Infineon, NXP und STMicro bauen außerdem neue Fabs für verlustarme und hochbelastbare Schalttransistoren aus Siliziumkarbid (SiC), die etwa Tesla in seine Umrichter für elektrische Automotoren lötet. Auch die US-Firma Wolfspeed zieht im saarländischen Ensdorf eine neue SiC-Fab hoch.

### Keine alten Hüte

Vorläufer der für ESMC geplanten Produktionsverfahren sind bereits seit mehreren Jahren im Einsatz: 28 Nanometer (nm) seit etwa 2011, 22 nm seit 2012, 16 und 12 nm seit 2015. Die modernsten High-End-Prozessoren und KI-Beschleuniger fertigt TSMC hingegen mit 5-, 4- und bald auch 3-Nanometer-Technik. Das bedeutet aber nicht, dass 28-nm-Technik veraltet wäre.

Vielmehr wurde sie weiterentwickelt und kommt weiterhin für neue, innovative Chips zum Einsatz. So ist etwa der Broadcom BCM2711 des Raspberry Pi 4 ein 28-nm-Chip und der STMicro STM32H7 auf den neuen Arduino Portentas hat sogar noch größere 40-nm-Strukturen.

Infineon und NXP verwenden gemeinsam mit TSMC entwickelte ReRAM- und MRAM-Speicherzellen für besonders leistungsstarke Mikrocontroller mit KI-Rechenwerken. So entstammt die jüngste Generation TC4 der Infineon-Aurix-Mikrocontroller der 28-nm-Fertigung von TSMC, ebenso wie neue Sicherheitschips der Infineon-Baureihe SLC26 für Bezahlkarten und andere Smartcards. NXP lässt ARM-SoCs der Serie i.MX je nach Generation sowohl bei TSMC fertigen als auch bei GF. Radar-Controller für Autos produziert TSMC für NXP mit 16-Nanometer-FinFETs. Die für ESMC in Dresden zunächst geplanten Fertigungsverfahren sind also keine alten Hüte, sondern eignen sich für aktuelle, konkurrenzfähige Halbleiterbauelemente.

### Investitionsrisiken

Ohne Subventionen hätten sich weder Intel noch TSMC in Deutschland angesiedelt. Denn Länder wie Taiwan und Südkorea subventionieren ihre Chipfirmen

## Die größten Chiphersteller 2022

Firma	Umsatz (Mrd. US-\$)	Marktanteil
Samsung	65,6	10,9 %
Intel	58,3	9,7 %
SK Hynix	36,3	6,0 %
Qualcomm	34,7	5,8 %
Micron	27,6	4,6 %
sonstige	379,2	63,0 %
Gesamt	601,7	100 %

Quelle: Gartner, Januar 2023

ebenfalls, ganz zu schweigen von den gewaltigen Mitteln, die China in die Technik steckt. Doch auch die USA und Japan wollen ihre nationalen Halbleiterbranchen (wieder-)beleben. Es droht also ein Subventions-Wettrüsten – Ausgang offen.

Chipherstellung ist energieintensiv, weshalb es angesichts der Versorgungslage in Deutschland zunächst widersinnig scheint, hier eine Fab zu bauen. Doch die Chiphersteller planen ohnehin, möglichst schnell auf regenerativ erzeugten Strom zu wechseln, weil ihre Kunden das zunehmend verlangen. Und bei der Chipherstellung spielen Energiekosten eine kleinere Rolle als etwa bei der Produktion von Grundstoffen für die Chemie. Abgesehen davon hat Taiwan ähnliche Probleme mit

## Die größten Chip-Auftragsfertiger 2022

Firma	Umsatz (Mrd. US-\$)	Marktanteil Q4/2022
TSMC	75,9	55,5 %
Samsung <sup>1</sup>	21,9	16,0 %
UMC (Taiwan)	9,1	6,8 %
Globalfoundries	8,1	5,9 %
SMIC (China)	7,2	5,3 %
sonstige <sup>1</sup>	14,4	10,5 %
Gesamt	136,6	100 %

<sup>1</sup>Umsatz geschätzt; Quellen: Firmenangaben und IDC

der Stromversorgung wie Deutschland. Von Wasserknappheit ist Taiwan sogar stärker betroffen. Die Chiphersteller arbeiten daran, ihren Wasserverbrauch deutlich zu mindern, etwa durch Wiederaufbereitung.

Bleibt das Problem der knappen Fachkräfte – aber das haben ebenfalls praktisch alle Industrienationen. Für Sachsen hat der Branchenverband Silicon Saxony ein Strategiepapier erarbeitet, laut dem in den kommenden Jahren jeweils über 5000 Fachleute neu eingestellt werden müssen. Denn auch Infineon und Bosch erweitern ihre sächsischen Werke und Zulieferer wie Jenoptik bauen neue. Silicon Saxony kann jedenfalls stolz sein auf das Vertrauen, das TSMC und seine Investitionspartner in den Standort setzen. (ciw@ct.de) **ct**

## Kommentar: Erfolgsgeschichte Silicon Saxony

Von Christof Windeck



Jede hoch subventionierte Ansiedlung einer neuen Chip-Fab in Deutschland provoziert Kritik. Dafür ist es allerdings zu spät, weil der endlich

beschlossene EU Chips Act genau dieses Ziel verfolgt, um die Abhängigkeit Europas von ausländischen Zulieferern zu mindern. Das Jammern über die Risiken von Chipsubventionen passt auch nicht zu den ins Sommerloch 2023 gebrüllten Forderungen nach Milliardeninvestitionen gegen die angeblich drohende Deindustrialisierung Deutschlands.

Die Wirtschaft durchläuft derzeit Umwälzungsprozesse, die für betroffene Mitarbeiter und Regionen schmerzhaft sind. Aus Furcht vor Veränderung wird dabei zu viel Geld in Besitzstandswahrung gepumpt statt in dringend nötige Innovationen wie Digitalisierung, umweltschonenden Verkehr sowie eben auch Halbleiter. Laut Umweltbundesamt buttert Deutschland jährlich über 60 Milliarden Euro in Klimaschädlinge wie Auto- und Flugverkehr, etwa per Dienstwagenprivileg, Pendlerpauschale, Steuerbegünstigungen für Diesel, Kerosin und internationale Flugtickets.

Chiphersteller sind nicht per se gut für Umwelt und Gemeinwesen. Sie interessiert vor allem der eigene Pro-

fit. Und in der Chipbranche lauern große Risiken, wie die Probleme des jahrzehntelangen Branchenprimus Intel zeigen. Auch in der rund 25-jährigen Erfolgsgeschichte des Silicon Saxony gab es Rückschläge: Globalfoundries ging mehrfach in Kurzarbeit, die ehemalige Infineon-Sparte Qimonda scheiterte krachend.

Aber letztlich gibt es nur zwei Optionen: Weitermachen wie bisher und weiter jene Risiken in Kauf nehmen, die eine nach Asien ausgelagerte Chipfertigung für die hiesige Wirtschaft birgt. Oder Milliarden in die Ansiedlung von Chipfirmen stecken, von denen die eine oder andere vielleicht scheitert. Der zweite Weg bietet die größeren Chancen.



# Die wollen nur Daten

FAST-Streamingdienste machen Smart TVs zu Spionen



<b>Werbefinanziertes Streaming .....</b>	<b>Seite 14</b>
<b>Sechs Smart TVs im Test .....</b>	<b>Seite 18</b>
<b>Zahlen, Daten, Fakten: Werbung und Smart TVs .....</b>	<b>Seite 26</b>
<b>Smart TVs beim Schnorcheln belauscht .....</b>	<b>Seite 28</b>

## Rein werbefinanzierte Streamingdienste wollen Netflix & Co. die zahlende Kundschaft abjagen und etablierte TV-Sender ausbooten. Smart TVs spielen dabei eine tragende Rolle, denn sie sammeln die für maßgeschneiderte Werbung nötigen Nutzerdaten – also Ihre Daten.

Von Ulrike Kuhlmann

**W**ie viele Streaming-Abos haben Sie abgeschlossen? Finden sich darunter bereits kostenlose, die Werbung einblenden? In rein werbefinanzierten Videoangeboten sehen Inhalteanbieter, TV-Hersteller und Werbetreibende die goldene Zukunft. Statt linearem TV gibt es künftig lineares TV-Streaming, und statt jeden Monat teures Geld für Netflix, Disney+ oder Prime Video zu bezahlen, sollen die Zuschauer kostenlose Video-Streams mit eingebauten Werbeslots abonnieren.

Auf Smart TVs sind werbefinanzierte Dienste besonders attraktiv für die Anbieter, weil vernetzte Fernseher sehr viel Persönliches über ihre Nutzer herausfinden können. Etwa den Wohnort, zu welcher Tageszeit eine Person Videos schaut und welche Inhalte sie bevorzugt. Anhand dieser Daten können Werbetreibende ein sehr genaues Nutzerprofil zeichnen, um zielgerecht Werbung einzuspielen. Wobei „Werbung“ hier nicht nur Produktfotos oder Produktclips für Marken meint, sondern auch Werbung für den nächsten Blockbuster, das kostenpflichtige Streaming-Abo oder den werbefinanzierten TV-Stream.

Laut einer Untersuchung der Marktforscher von Omdia lässt sich mit den Nutzerdaten mehr Geld verdienen als mit der schnöden Hardware: Während die TV-Hersteller mit dem Verkauf des Fernsehgeräts einmalig Erlöse erzielen, können sie das Datengold über die gesamte Nutzungsdauer von fünf bis sieben Jahren abschöpfen. Der Gewinn aus den Daten kann bis zu achtmal höher sein als durch den Geräteverkauf, erklärt Paul Grey von

Omdia. So können die Hersteller ihre eigenen Produkte anhand der Nutzerdaten gezielter am Smart TV bewerben und Provisionen kassieren für eingebundene Fremdwerbung, oder die Daten direkt an Werbetreibende verkaufen.

### Leihen statt kaufen

Welche Blüten das treiben kann, sieht man in den USA. Dort werden Smart TVs bereits als kostenlose Leihgeräte angeboten. So schickt das Start-up Telly einen 55-Zöller als Dauerleihgabe an Nutzer, die sich im Gegenzug zu einigen Zugeständnissen verpflichten: Sie müssen den Fernseher als primäres TV-Gerät im Haushalt nutzen und ihn stets über WLAN mit dem Internet verbinden. Werbeblocker oder Modifikationen am Gerät sind verboten, die Anzahl der anwesenden Zuschauer im Raum wird per eingebauter Kamera erfasst. Außerdem müssen die Nutzer umfangreiche persönliche Angaben machen, darunter auch, welche Markenprodukte sie kaufen und wofür sie ihr Geld sonst ausgeben. Und sie müssen zustimmen, dass ihre Daten für Werbezwecke genutzt werden können, inklusive Werbe-SMS.

Das scheint erst mal absurd: Warum sollte sich jemand auf derartige Bedingungen einlassen? Allerdings bekommen die Interessenten das Gerät kostenlos und können darauf Videos und Fernsehen schauen wie auf jedem teuren Smart TV. Das dürfte nicht wenige zur Preisgabe ihrer Daten verleiten. Selbst wenn es wohl noch eine Weile dauern wird, bis hierzulande solche Leihgeräte angeboten werden: Ganz ausgeschlossen ist das nicht, wie der Blick auf die an Mindestvertragslaufzeiten geknüpften und mit nervigen Apps gespickten Smartphones nahelegt, die hiesige Kunden mit einem verbilligten Handyvertrag erhalten.

### Auslaufmodell Abonnement

Kostenpflichtige Streamingdienste werden nicht nur teurer, sondern auch immer restriktiver. So verhindert Netflix die Weitergabe von Zugängen. Disney+ plant das ebenfalls (siehe S. 54) und will die Abokosten an Auflösung und HDR-Fähigkeiten knüpfen, Amazon und Netflix haben das längst umgesetzt. Außerdem muss man heute mehrere Dienste abonnieren, wenn man alle aktuellen Filme und Serien der Hollywood-Studios sehen möchte – ein teurer Spaß.

Bislang dominieren zwei Abo-Modelle: Subscription-Video-on-Demand (SVoD), wie es Netflix nutzt, und Transactional-Video-on-Demand (TVoD), bei dem man einzelne Titel kaufen kann. Amazon Prime Video ist eine Mischung aus SVoD und TVoD. Die werbefinanzierten Alternativen werden als Advertised-Video-on-Demand (AVoD) und Free Ad-Supported Streaming (FAST) bezeichnet; teilweise subsumiert man beide werbefinanzierten Streamingvarianten auch unter dem Kürzel FAST.

Prominente Vertreter solcher Dienste sind Waipu TV der Exxaring AG mit einem linearen Fernsehstream sowie Zattoo mit linearem Fernsehprogramm und Video-on-Demand. Bei Paramounts Pluto TV bekommt man ebenfalls eine Mischung aus FAST und AVoD. Joyn, der Streamingdienst von ProSiebenSat.1, hat das lineare Programm der Sendergruppe im Angebot, aber auch die Live-Streams der öffentlich-rechtlichen Sender. Joyn und Waipu TV sehen weiterhin Chancen im Abomodell und haben deshalb ihre werbefinanzierten Plattformen um kostenpflichtige Streaming-Abonnements (Joyn+ und waipu.tv Perfect Plus) ergänzt.

Alle zeigen Inhalte etwa aus Mediatheken und kaufen Filme und Serien von Inhalteanbietern zu günstigen Konditionen ein. Weil Inhalteeigner darüber auch alte und ungenutzte Bibliotheksinhalte monetarisieren können, findet sich richtiger Trash darunter. Omdia prognostiziert, dass die FAST-Kanäle in Deutschland 2027 über 200 Millionen US-Dollar erwirtschaften werden, ein Jahr später sollen es schon 660 Millionen sein, in den USA dann sogar über 10 Milliarden Dollar.

### FAST umsonst

Bei den AVoD-Streamingdiensten läuft die Werbung vor den Videos und mehrfach mittendrin (Pre- und Mid-Roll). Für den Zugang muss man in der Regel ein Benut-

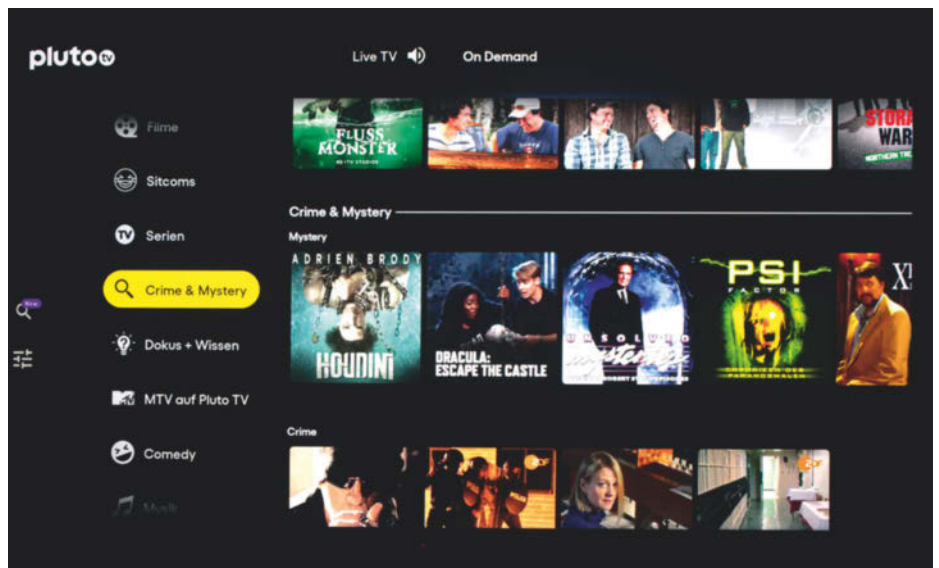
zerkonto anlegen und kann im Video spulen, bleibt dabei aber stets an der eingebauten Werbung hängen. YouTube verfolgt dieses Finanzierungsmodell schon lange, viele Nutzer sind deshalb daran gewöhnt. TV-Sendungen und Videos der FAST-Anbieter starten mit einem Werbeblock (Pre-Roll), spulen kann man in ihnen nicht.

Große TV-Anbieter halten eigene werbefinanzierte Streams in ihren Geräten bereit: Amazon mit freevee, Samsung mit TV Plus, LG mit LG Channels. Während TV Plus und LG Channels bislang den beiden Geräteherstellern vorbehalten sind, findet man freevee auch in Fremd-TVs.

Die FAST-Sender werden gern als kostenloses Angebot beworben, doch bezahlt wird hier mit Daten. Das Zuschauerverhalten wird genau getrackt, sowohl von den Smart TVs als auch von den darauf installierten FAST-Diensten. So heißt es etwa in Sonys Datenschutzbestimmungen: „Google TV verwendet deine gesamten Aktivitäten bei Google, um deine Empfehlungen zu verbessern“ – ablehnen kann man das nicht. Am Smart TV von Philips, ebenfalls mit Googles Android-Betriebssystem, wird konkret auf Werbung hingewiesen: „Deine Aktivitäten in anderen Google-Produkten sorgen für bessere Empfehlungen und Werbung.“ LG klärt in den Nutzungsbedingungen von Live Plus auf, dass die am TV „angezeigten Inhalte erkannt werden und die Sehgewohnheiten verwendet werden können, um ... personalisierte Inhalte zur Verfügung zu stellen, einschließlich Empfehlungen und Werbungen.“ Immerhin kann man Live Plus am LG-TV abwählen.

Der FAST-Dienst Waipu TV legt während des Installationsprozesses sein Geschäftsmodell offen und erklärt, die Inhalte aus „FreeTV, Pay-TV und Mediatheken sowie sogenannte New-TV-Kanäle ... finanzieren sich ausschließlich über Werbung und dürfen aus lizenzrechtlichen Gründen nicht ohne Werbung ausgespielt werden.“ Deshalb müsse man der Datenerhebung zustimmen, um den Dienst nutzen zu können.

An FAST-Angeboten sind mitnichten nur zahlungsmüde Abonnenten interessiert, denn in den Streams werden Inhalte geboten, die woanders nicht oder nicht mehr zu finden sind. Einer Studie von LG Ads Solution zufolge ist das Gros der FAST-Nutzer in den USA zwischen 35 und 54 Jahre alt, hat ein mittleres Haushaltseinkommen von 75.000 US-Dollar und ist damit für die Werbewirtschaft hoch-



In den FAST-Kanälen wie hier bei Pluto TV findet sich allerhand Müll.

interessant. Außerdem können Inhalteanbieter über FAST ganz neue Zielgruppen erreichen, etwa indem sie ihre Videos für Kids kostenlos bei Pluto TV & Co. einstellen.

### Betriebssysteme

Nur wer die Daten auswerten kann, streicht das Geld für die Werbeplätze ein. Der Suchmaschinenriese Google hat das sehr früh erkannt und mit Android TV 2014 ein Betriebssystem für Fernseher entwickelt. Android TV ist für TV-Hersteller frei verfügbar und wird weltweit von diesen eingesetzt; teilweise entlohnt Google TV-Hersteller sogar für die Nutzung, kassiert aber im Gegenzug Einnahmen aus Werbeplätzen auf dem TV.

Prominente Android-TV-Vertreter sind Philips, Sony und Panasonic. Während Sony seit zwei Jahren ausschließlich auf die Android-TV-Variante Google TV setzt, nutzen Panasonic und Philips in einigen Geräten statt Android TV ihr eigenes Betriebssystem – Panasonic My Home Screen, Philips Saphi.

Amazon stellt seine von Streaming-Sticks bekannte Fire-OS-Oberfläche TV-Herstellern wie TCL, Hisense, Toshiba und Nokia zur Verfügung. Zudem nutzt Amazon das Betriebssystem jetzt auch in eigenen Fernsehern unter den Marken Fire TV und Omni. Den Programmierern von Apps für Fire OS schreibt das Unternehmen vor, dass künftig entweder 30 Prozent der Anzeigen für Amazon geschaltet werden oder aber 30 Prozent der Werbeeinnahmen auf das Konto des Handelsriesen fließen.

Samsung trat schon 2014 mit seinem Betriebssystem Tizen für Smart TVs an. Der koreanische Mitbewerber LG zog 2016 mit seinem von Palm beziehungsweise HP übernommenen Betriebssystem WebOS nach. Beide bieten ihr OS zwar auch anderen TV-Herstellern an, uns ist aber noch kein weiterer TV-Anbieter mit Tizen- oder WebOS-Oberfläche bekannt.

Samsung und LG besitzen nicht nur jeweils ein eigenes Betriebssystem, sondern bauen auf dessen Basis ein komplettes Ökosystem für IoT-Geräte auf. Damit kann der Fernseher als Zentrale im Smart Home dienen – auch der vernetzte Kühlschrank soll künftig Werbung anzeigen und die Waschmaschine Nutzerdaten liefern. Außerdem möchten LG und Samsung die Nutzer über das Ökosystem an sich und ihre Produkte binden.

Wir haben uns auf Seite 18 Smart TVs von Amazon, LG, Metz, Philips, Samsung und Sony näher angesehen. Der Schwerpunkt lag dabei auf der Ausstattung und den Bedienkonzepten. Natürlich haben wir auch die Bildqualität der Displays begutachtet sowie den herkömmlichen TV-Betrieb. Auf Seite 28 berichten wir, wie sich die getesteten Fernseher online verhalten – mit wem sie kommunizieren, wie viele Daten sie übermitteln und wie sich das bei einer datensparsamen Einstellung des TVs ändert. Übrigens konnten wir alle Testkandidaten auch ohne Zugang zum Internet in Betrieb nehmen. Wer seine Daten lieber für sich behalten möchte und die großen TVs nur als dumme Displays nutzen will, wird in den Artikeln also ebenfalls fündig. (uk@ct.de)





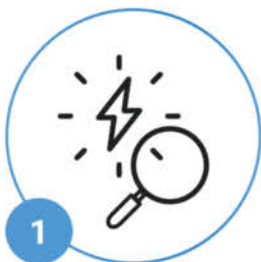
Shelly persönlich treffen?

IFA Berlin | Halle 22, Stand 112

## Energie sparen | Automatisieren | Messen

Smart Home im Neubau, Bestandsgebäude oder Außengelände.  
Lösungen für die Hutschiene, Unterputz und Plug & Play.

 matter | Plus & Pro Serie



1

### Übermäßigen Stromverbrauch erkennen

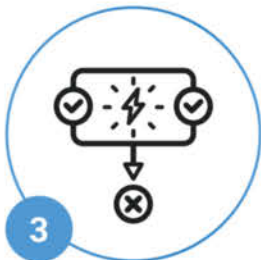
Unsere intelligenten Energieverbrauchsmesser helfen dabei, den Stromverbrauch in Echtzeit zu überwachen und werden benachrichtigt, sobald ein Gerät oder System einen bestimmten Schwellenwert überschreitet. Die Identifizierung von übermäßigem Energieverbrauch trägt dazu bei, die monatliche Stromrechnung zu reduzieren, unabhängig davon, ob es sich um einen Haushalt, ein Büro oder ein Industriegebäude handelt.



2

### Analysieren der Informationen

Die Informationen von Shelly werden entweder in einer kostenlosen Cloud gespeichert oder können ganz ohne Cloud abgefragt werden und stehen für weiterführende Analysen Ihres Stromverbrauchs und möglicher Einsparungen zur Verfügung.



3

### Überflüssigen Energieverbrauch vermeiden

Alle angeschlossenen Elektrogeräte oder Lichter, die in der Nacht nicht benutzt oder nicht ausgeschaltet werden, erzeugen unnötigen Energieverbrauch. Intelligente Energiemessung hilft Ihnen dabei, überflüssigen Energieverbrauch zu erkennen und zu vermeiden.



Offizieller Shelly Distributor  
ALLNET GmbH Computersysteme  
Maistraße 2, 82110 Germering

Tel.: +49 89 894 222 22  
E-Mail: [shelly@allnet.de](mailto:shelly@allnet.de)  
Web: [shop.allnet.de/shelly](http://shop.allnet.de/shelly)





# Schlaue Displays

## Smart TVs mit abonnierbaren und kostenlosen Streamingdiensten im Test

**Wer sich heute ein TV kauft, bekommt viel mehr als lineares Fernsehen. Streaming-Abos hat man per App im Zugriff, eigene Videos spielt man vom NAS ab, Fotos vom USB-Stick oder Smartphone. Die TV-Hersteller stellen sogar kostenlose Streamingdienste bereit. Unser Test zeigt, welche Modelle sinnvolle Apps anbieten, sich gut bedienen lassen und bei Bild- und Tonqualität überzeugen.**

Von Ulrike Kuhlmann und Nico Jurrán

**L**ineares Fernsehen ist heute nur eine von vielen Anwendungen am Smart TV. Viele Zuschauer streamen TV-Inhalte lieber aus den Mediatheken der TV-Sender oder holen sich Filme von Netflix & Co. auf den großen Schirm. Außerdem schwappt gerade ein neues Streaming-Modell aus den USA herüber: werbefinanzierte Streaming-Plattformen (Free Ad-supported Streaming TV, FAST), die für die Nutzer kostenlose Inhalte bereitstellen.

Solche Dienste zeigen inzwischen auch hierzulande verkaufte Smart TVs. So bewirbt Amazon für seine neuen TVs mit Fire OS außer Amazon Prime seinen FAST-Dienst freevee. Dieser tarnt sich in den Kanallisten als Prime Video Channels und streamt auch laufende TV-Inhalte von

ZDF und ARD; die allerdings mit großem Zeitversatz und in sehr niedriger Auflösung.

Samsung hat mit Samsung TV Plus eine eigene FAST-Plattform im Angebot, die diverse Kanäle anderer Anbieter kuratiert, etwa DAZN, FIFA+ oder Pluto TV. LG integriert seine werbefinanzierte IPTV-Plattform LG Channels, hinter der Xumo steht, ein Joint Venture der US-Kabelnetzbetreiber Charter Communications und Comcast (Mutter von NBC Universal und Sky). Über LG Channels sind mittlerweile gut 250 Kanäle abrufbar, darunter viele von Pluto TV und Rakuten TV. Im April gab LG bekannt, dass sich die Nutzerzahlen der LG Channels gegenüber dem Vorjahr verdreifacht hätten, blieb konkrete Zahlen aber schuldig.

Getestet haben wir jeweils ein Smart TV von Amazon, LG, Metz, Philips, Samsung und Sony. Sonys Videostreamingdienst Bravia Core ist kostenpflichtig und anders als etwa Amazons Prime Video den Sony-TVs vorbehalten. Der werbefinanzierte Sony-Dienst Crunchyroll bietet Animes, ein Vollprogramm mit Reklame als Währung hat der Hersteller indes ebenso wenig wie Philips und Metz. Man findet auf diesen Geräten aber Apps für FAST-Dienste wie Pluto TV.

## Homescreen aufräumen

Auf ihren Startseiten versuchen die Smart-TV-Hersteller, ihr komplettes Angebot zu präsentieren und möglichst viel Werbung und Empfehlungen einzubauen. Welche Apps während der Installation automatisch auf dem Homescreen landen, dürfte von Zahlungen der Anbieter abhängen. Wer genau wie viel an wen zahlt, wird dabei nicht offengelegt.

Einzig das Betriebssystem Roku TV am Metz Blue gibt beim Startbildschirm angenehm zurückhaltend: Es wird nur eine große Werbung eingeblendet, der Rest sind schnörkellose Icons für Eingänge, Tuner und Streamingdienste. Die lassen sich beliebig sortieren, sodass man schnell zu seinen Lieblings-Apps gelangt. Dem TV kann man zudem verschiedene Hintergründe und Systemklänge zuweisen und die Oberfläche damit personalisieren.

Die Android- beziehungsweise Google-TVs von Philips und Sony personalisieren ihren Homescreen über Bühnen mit Empfehlungen: Das Android-TV-Modell von Philips sortiert dabei nach Diensten, das Google-TV-Gerät von Sony nach Genres. Wer nur seine präferierten Dienste finden will, kann die restlichen unter „Android-Einstellungen/Geräteinstellungen/Startbildschirm/Kanäle anpassen“ deaktivieren. Komplette aufräumen lässt sich die Startseite des Sony-TVs mit dem „Nur Apps“-Modus in den Profileinstellungen unter „Konten & Anmeldung“. Bei Philips muss man stattdessen im Android-Menü in „Geräteinstellungen/Startbildschirm/Dienste anpassen“ alle Apps abwählen. Weder bei Sony noch bei Philips kann man sich darauf verlassen, dass der preiswerteste Zugang zur jeweiligen Videoempfehlung genannt wird. So sollte beispielsweise das Guglhupfgeschwader 4,99 Euro kosten, obwohl der Film in der ARD-Mediathek kostenlos vorlag.

Bei LG kann man die Empfehlungsbühnen vom WebOS-Homescreen wer-

fen, indem man die „Home Promotion“ und die „Inhalteempfehlungen“ unter „Allgemein/System/Zusätzliche Einstellungen/Startseiten-Einstellungen“ deaktiviert. LG organisiert die Apps zusätzlich in vier großen Kacheln, die aber einen weiteren Klick auf dem Homescreen erfordern.

Die Empfehlungen auf dem Homescreen des Amazon-TVs verweisen vor allem auf die beiden Amazon-Dienste Prime Video und freevee sowie andere werbefinanzierte Dienste wie Pluto TV, Joyn oder Fawesome TV. Scrollt man weiter runter, finden sich Hinweise auf Mediatheken von ARD und ZDF und kostenpflichtige Streams etwa von Netflix – auch wenn man die Netflix-App gar nicht installiert hat. Aufräumen lässt sich der Startbildschirm kaum, nur die App-Reihenfolge in der ersten Bühne kann man ändern.

Samsung bewirbt seinen werbefinanzierten Streamingdienst Samsung TV Plus relativ zurückhaltend; er wird zwar per se installiert, man kann ihn aber in der oberen App-Leiste verschieben oder auch ganz rauswerfen. Es folgen eine Bühne mit Nachrichtensendern und dann nach Beliebtheit sortierte Themenbühnen für „Familien & Kinder“, „Film-Highlights“ und Ähnlichem. Scrollt man weiter runter, finden sich die nach Streamingdiensten geordneten Bühnen, zuoberst natürlich Samsungs TV Plus. Umsortieren lässt sich das Ganze nicht. Was uns gefallen hat: Samsung zeigt an jedem Teaserbild die Quelle und die Kosten für das darin beworbene Video an.

## Eingebaute Mikrofone

Ein aktueller Trend sind Freifeldmikrofone; diese stecken in den TVs von Amazon, LG, Samsung und Sony. Die Geräte können darüber sogar im Standby auf Sprachbefehle reagieren. Wer sich dadurch belauscht fühlt, deaktiviert die Mikrofone bei Amazon und Sony einfach über einen Schiebeschalter unter dem Display. Bei Samsung und LG muss man dazu das Einstellmenü bemühen: bei LG unter „Allgemein/AI-Dienst/Einstellung der Spracherkennung“, bei Samsung unter Allgemein+Datenschutz/Sprachassistent/Freisprecheinrichtung.

Bei allen vier TVs kann man dann weiterhin die Mikrofone in der Fernbedienung nutzen, um per Sprache zu suchen oder Anweisungen zu erteilen. Wer auch das nicht möchte, sollte die Spracherkennung beim Installationsprozess gar nicht erst zulassen. Besonders erfolgreich sind die Spracherkenner derzeit nicht. Senderwechsel und lauter/leiser verstehen sie gut, an ausgefeilteren Sprachsuchen scheitern sie meist.

## OLED-Displays

In vier der hier getesteten Smart TVs stecken organische Displays. Der Samsung-Fernseher nutzt ein hauseigenes QD-OLED mit einer blau leuchtenden, organischen Schicht und farbkonvertierenden Quantenpunkten. Die Diamant-Pixelstruktur weicht vom in TVs üblichen RGB-Streifenraster ab und sorgt für dünne, farbige Säume an kontrastreichen Kanten. Die sieht man nur aus kurzer Distanz, wes-



Fünf der von uns getesteten Fernseher binden ihre Fernbedienungen per Bluetooth an, bei Philips muss man dennoch genau zielen. Sony legt zusätzlich, Metz ausschließlich eine IR-Fernbedienung bei.





## Amazon Omni QL65F601A

Den Homescreen des Omni-TV und die schlanke Fernbedienung kennen viele von Amazons Fire-TV-Streaming-Sticks. Die Direktaste für Amazon Music wurde durch eine für TV-Apps ersetzt. Wer darüber seine Lieblings-App aufrufen möchte, muss diese zunächst aus dem Appstore laden; vorinstalliert sind nur Prime Video und Amazons FAST-Kanal freevee.

Das Amazon-TV stellt jeden TV-Sender wie einen Streamingkanal dar und nervt mit langen Umschaltzeiten. Die Navigation im Menü ist dagegen flink und eingängig. Ein längerer Druck auf die Home-Taste ruft das Einstellungs-menü auf, in dem man sechs Nutzerprofile anlegen kann. Ein Knopf für die Signaleingangswahl fehlt. Das ins TV eingebaute Freifeldmikrofon kann man per Schiebeschalter unter dem Display deaktivieren; dann bleibt die Mikrofontaste auf der Fernbedienung.

Wir haben den Modus „Benutzerdefiniert“ genutzt und darin den Farb-raum von Nativ auf Auto gestellt, weil die Farben im TV-Betrieb sonst übersättigt waren. Außerdem haben wir die Kanten-schärfung und das Action Smoothing ausgestellt. Anschließend zeigte das VA-Display ein ausgewogenes, kontrast-starkes Bild, das allerdings von der Seite stark ausbleicht. Das Gerät unterstützt Dolby Vision und HDR 10+, bei der HDR-Wiedergabe fehlt ihm aber etwas Punch.

Der Audio-Preset „Film“ produziert bei geringen Lautstärken noch ein biss-chen Bass. Das TV regelt den Klang kontinuierlich nach und pumpt dabei. Ab einem Lautstärkepegel von 30 wer-den Stimmen scharf, ab 45 von 100 unangenehm schrill.

- ↑ gute Menüsteuerung
- ↑ für Streaming prädestiniert
- ↓ sehr blickwinkelabhängig



## LG OLED55C37LA

Auf dem Homescreen des sehr gut aus-gestatteten LG-TV finden sich nach der Einrichtung bereits diverse Streaming-Apps, weitere bekommt man in LGs mit Werbung vollgemülltem App-Store über die Suchfunktion. Die knubbelige Fernbedienung mit eingebautem Gyro-skop steuert den Mauszeiger per Hand-bewegungen; daran muss man sich zunächst gewöhnen. Sie hält gleich sechs Direktasten bereit, darunter eine für LGs werbefinanziertes FAST-Ange-bot LG Channels.

Der Wechsel zwischen den Sender-listen ist unnötig kompliziert; in den Fa-voritenlisten kann man herkömmliche TV-Sender mit solchen aus den LG Chan-nels mischen. Das eingebaute Freifeld-mikrofon schaltet man im Menü an; es ist per Default aus, einen mechanischen Schiebeschalter gibt es dafür nicht. In den Tiefen des Einstellmenüs kann man sich verlaufen, zum Glück hält LG stets kurze Texte bereit, die die jeweiligen Funktionen erläutern.

Das OLED-TV produziert im Film-maker-Modus ein ausdrucksstarkes Bild, an dem wir nach Abschalten der Helligkeitsautomatiken nichts mehr korrigieren mussten. Das ist vorbildlich. Im TV-Betrieb und erst recht bei HDR-Zuspielung überzeugte uns das Display mit einer leuchtenden und farblich aus-gewogenen Darstellung.

Der Klang des schlanken Fern-sehers gelangt dank der Audiorutsche am Fuß gut zu den Zuschauern. Wir haben den Standard-Preset gewählt und einen KI-Abgleich auf den Raum durchgeführt. Der Ton bleibt auch bei großen Lautstärken in Ordnung.

- ↑ ausdrucksstarkes Bild
- ↑ sehr gut ausgestattet
- ↓ verschachteltes Einstellmenü



## Metz Blue 55MUD6001Z

Auch wenn der Metz-Schriftzug promi-nent auf der Startseite prangt, hat das Roku-TV von Metz Blue mit den klassi-schen TVs aus dem Hause Metz wenig gemein.

Als Betriebssystem dient das aus den USA stammende und hierzulande von Streaming-Sticks bekannte Roku-OS. Der Homescreen ist übersichtlich gestaltet, seine Bedienung erfreulich einfach und flink. Man kann den Hinter-grund, Bildschirmschoner und System-klänge aus einer Auswahl an Themen selbst gestalten.

Das günstige Smart TV nutzt ein flächiges LED-Backlight ohne lokale Dimmung, steckt in einem schwarzen Plastikgehäuse und kostet aktuell 420 Euro. Sein 60-Hz-Panel taugt nur be-dingt fürs flinke Gaming; die drei HDMI-Ports liegen nur in Version 2.0 vor, un-terstützen aber ALLM mit weniger als einem Frame Latenz.

Die Auswahl an Streaming-Apps ist überschaubar. Bei der Wiedergabe von Netflix & Co. lässt sich das Bildformat ändern und beispielsweise zoomen, um die schwarzen Balken bei Kinofilmen auszublen- den. Das ist hier auch nötig, denn die Balken erscheinen auf dem kontrastarmen IPS-Display grau statt schwarz. Im TV-Betrieb macht sich der Metz Blue besser als bei HDR-Zuspie-lung, sein Ton ist dagegen unbrauch-bar.

Im Menü unter den Einstellungen zum Datenschutz findet sich ein Eintrag zur Spracherkennung; ein TV-Schnell-start mit „Hey Roku“ sei möglich, heißt es dort. Uns ist das im Test nicht ge-lungen; eine Mikrofontaste auf der Fernbedienung fehlt.

- ↑ einfach zu bedienen
- ↑ günstig
- ↓ schlechter Klang



## B1 Consulting Managed Service & Support

individuell – umfassend – kundenorientiert

Neue oder bestehende Systemlandschaften stellen hohe Anforderungen an Ihr IT-Personal. Mit einem individuellen Support- und Betriebsvertrag von B1 Systems ergänzen Sie Ihr Team um die Erfahrung und das Wissen unserer über 150 festangestellten Linux- und Open-Source-Experten.

Unsere Kernthemen:

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

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



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

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

ROCKOLDING · KÖLN · BERLIN · DRESDEN · JENA

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





## Philips 65OLED937

Das vorgelagerte Soundsystem des Philips-TV ist ein Hingucker. Es stammt von Bowers & Wilkins und sorgt für ausgezeichneten Klang. Das vierseitige Ambilight im Displayrücken kann mit Philips' Hue-Lampen zusammenspielen.

Die Bedienung des Android TV bleibt eine Plage, es gibt einen App-Store von Philips und einen von Google sowie viele Werbebühen. Für seine sinnfreie Smart-TV-Sammlung hat Philips eine Taste auf der Fernbedienung spendiert. Auf die Fernbedienung reagiert das TV oft verzögert oder gar nicht. Das Einstellungs-menü nervt mit extrem verschachtelten Einstelloptionen, für die Philips zum Glück kurze Erklärtexte einblendet.

Im Filmmaker-Modus steht die Zwischenbildberechnung auf Film, was im TV-Betrieb noch in Ordnung geht. Wir haben die Lichtverstärkung ausgestellt und den Umgebungslichtsensor in „Bild/Ambient Intelligence/Eye Care“ deaktiviert. Eye Care findet sich zusätzlich in den Energie-Optionen; sehr verwirrend.

Bei HDR-Zuspielung haben wir „Dolby Vision hell“ gewählt, darin den Schwarzwert von 50 auf 54 angehoben, die Schärfe rausgenommen und die Bewegtbildkompensation deaktiviert. Anschließend bestach das Philips-TV mit einer brillanten, sehr plastischen HDR-Wiedergabe.

Auf den Schirm legt sich allerdings ein leichter Grünstich, wenn man weit von der Seite draufschaut – kein Vergleich zur Blickwinkelabhängigkeit des Amazon-TVs, aber doch sichtbar. Er stammt vom Polfilter zur Entspiegelung des OLEDs. Irritierend war die wellige Schirmoberfläche unseres Testgeräts.

- ↑ ausdrucksstarkes Bild
- ↑ ausgezeichneter Klang
- ↓ verwirrendes App-Angebot



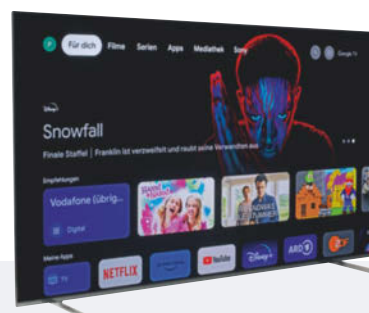
## Samsung Q65S95C

Das top ausgestattete Smart TV nutzt eine One Connect Box, die hinten auf dem TV-Fuß befestigt wird. Soll das Display an der Wand hängen, verbindet man Box und TV über das mitgelieferte, 2,50 Meter lange Kabel, über das alle Signale und der Strom laufen. Die schlanke Smart Remote wird per eingebaute Solarzelle geladen. Hat man die Mehrfachbelegung der Tasten erst verinnerlicht, klappt die Bedienung sehr gut. Umschalten oder durchs TV-Programm zappen geht allerdings nur über die Tastenwippe, denn Nummern-tasten fehlen ebenso wie Farbtasten für die Mediatheken.

In Samsungs App-Store finden sich Skys Streamingdienst Wow und die Sky-Q-App für das gesamte Sky-Angebot; das bietet in diesem Test ansonsten nur LG. Seinen werbefinanzierten Dienst TV Plus bewirbt Samsung auf dem Homescreen und mit einer Taste auf der Fernbedienung. Hat man sich dorthin verirrt, kann man die Senderliste mit einem längeren Druck auf die Programm-Wipptaste wechseln.

Das hauseigene QD-OLED-Panel überzeugt im Filmmaker-Modus mit satten Farben, starken Kontrasten und brillanten Spitzlichtern. Während sich kleine Lichtquellen im Raum kaum am TV spiegeln, hellt sich die Schirmoberfläche bei Deckenbeleuchtung sichtbar auf. In der Folge wirken schwarze Flächen etwas grau und der Bildkontrast sinkt. Das im Displayrücken eingebaute Soundsystem sieht von außen beeindruckend aus, bleibt klanglich aber hinter der restlichen Qualität des eleganten Q65S95C zurück.

- ↑ ausdrucksstarkes Bild
- ↑ stringente Bedienung
- ↓ teuer



## Sony XR-65A80L

Auf der smarten Fernbedienung des Sony-TVs liegen sechs Direkttasten, darunter eine für Sonys Videostreamingdienst Bravia Core und eine für das auf Animes spezialisierte Crunchyroll, das ebenfalls zur Sony-Gruppe gehört. Zifferntasten fehlen ebenso wie die Farbtasten zur Mediathekensteuerung. Wer lineares TV schauen und darin zappen möchte, nutzt die ebenfalls mitgelieferte klassische Riegelfernbedienung. Fürs Abschalten des eingebauten Freifeldmikrofons findet sich unter dem Display ein Schiebeschalter.

Die Installation der – nicht abwählbaren – Apps dauert mit sechs Minuten ungewöhnlich lange. Der mit Empfehlungen überladene Startbildschirm lässt sich über den Modus „nur Apps“ schnell entschlacken. Sony empfiehlt in den Vorschlagsbühen nicht immer die günstigste Streamingvariante. So fand sich ein Film für 4,99 Euro, den es zur gleichen Zeit kostenlos in der ARD-Mediathek gab.

Die Darstellung am OLED-Display gefällt mit sattem Schwarz und kräftigen Farben. Auch hier legt die dielektrische Entspiegelung einen nur von der Seite sichtbaren Farbstich über das Bild.

Der Ton kommt direkt aus dem Bildschirm: Im Rücken des OLED-TVs sind kleine Aktuatoren installiert, die die Displayoberfläche zum Schwingen bringen und so für den guten Klang sorgen; sehen tut man die Schwingungen des „Acoustic Surface Audio“ nicht. Zusätzlich finden sich Basslautsprecher unter dem Schirm. So entsteht ein ausgewogener Sound, der auch bei höheren Lautstärken angenehm bleibt.

- ↑ ausdrucksstarkes Bild
- ↑ guter Klang
- ↓ teuer





# ICH WARTE NICHT AUF UPDATES. ICH PROGRAMMIERE SIE.

**40 %  
Rabatt!**



## c't MINIABO PLUS AUF EINEN BLICK:

- 6 Ausgaben als Heft, digital in der App, im Browser und als PDF
- Inklusive Geschenk nach Wahl
- Zugriff auf das Artikel-Archiv
- Im Abo weniger zahlen und mehr lesen

Jetzt bestellen:

**ct.de/angebotplus**



halb sie im TV-Betrieb nicht weiter stören. LG, Philips und Sony nutzen in ihren TVs WOLED-Panels von LG mit RWBG-Streifenanordnung, also einem zusätzlichen weißen Subpixel. Das sorgt für höhere Leuchtdichte, aber theoretisch auch für etwas mattere Farben in sehr hellen Bildern; negativ aufgefallen ist uns das in der Praxis nicht.

Da dauerhafte Standbilder auf OLEDs einbrennen können, blenden alle Hersteller nach kurzer Zeit einen dunklen Bildschirm-schoner ein. Philips weist zum Abschluss der Installation darauf hin, dass das OLED ein wenig Pflege braucht. Dazu gehört unter anderem, das TV nach dem Abschalten eine Weile im Standby zu belassen, was auch für die anderen drei OLED-Fernseher gilt. Die Geräte prüfen dann, welche Pixel besonders belastet wurden, und steuern diese passend nach. Da die organischen Leuchtschichten durch verschiedene Maßnahmen in den vergangenen Jahren deutlich verbessert wurden, muss man sich heute nach unserer Einschätzung nicht mehr vor Einbrennen am OLED fürchten. Nur Standbilder sollte man nicht dauerhaft anzeigen lassen und eben die vorgesehenen Regenerationszyklen ermöglichen.

Die Eigenschaften der einzelnen Fernseher haben wir in den Produktkästen und in der Tabelle festgehalten. Welche weiteren Auswahlkriterien beim TV-Kauf zu beachten sind, haben wir in [1] beschrieben.

## Fazit

Amazon hat sich mit dem Omni-TV mit Fire OS am konsequentesten vom klassischen Fernseher entfernt: Auch lineare TV-Sender sehen aus wie Videostreams, Videorecorder-Funktionen gibt es ebenso wenig wie Timeshift. Ärgerlich sind hier die langen Umschaltzeiten. Die Spezifikationen des QLED-LCDs mit farbverstärkenden Quantenpunkten, 80 dimmbaren LED-Zonen im Backlight und ALLM sowie VRR-Unterstützen versprechen mehr, als die Realität hergibt: Das 60-Hertz-Panel taugt nicht wirklich fürs Gaming und eignet sich mit der sehr blickwinkelabhängigen VA-Technik nur für Single-Haushalte.

Das Metz Blue mit Roku-TV überzeugt mit seinem übersichtlichen Menü und der einfachen, zügigen Bedienbarkeit – was es auch der eher mageren Ausstattung zu verdanken hat. Werbung findet sich zwar in vielen IP-Inhalten, aber kaum auf dem Homescreen. Die Bildqualität leidet bei HDR-Zuspielung unter dem kontrast-

armen, etwas dunklen IPS-Display; immerhin bleiben die Farben von der Seite weitgehend so wie von vorn. Für Fernsehzuschauer und alle, die mal schnell ein Video streamen wollen, geht das in Ordnung, vor allem angesichts des günstigen Preises.

Wer mehr Ansprüche ans Bild hat, sollte zum OLED-Fernseher greifen. Hier bleibt uns in diesem Testfeld nur Jammern auf hohem Niveau: Die TVs von Sony und Philips leiden ein wenig unter den von der Seite sichtbaren Farbverschiebungen durch die dielektrische Entspiegelung, das Samsung-TV unter den Reflexionen in heller Umgebung, die den gesamten Schirm leicht aufhellen. Alle vier bieten insbesondere im HDR-Betrieb brillante, kontrast- und farbstarke Bilder mit toller Tiefe und zaubern im TV-Betrieb selbst bei geringer aufgelösten HD-Inhalten eine sehr gute Bildqualität auf den Schirm.

Bei den Fernsehern von Philips und Sony mit Android respektive Google TV haben wir mit den Oberflächen und Einstellmenüs. Davon abgesehen sind beide TVs sehr gut ausgestattet, ihre Bildqualität überzeugt ebenso wie die Audioqualität: Philips bringt mit seiner externen B&W-Soundbar einen exzellenten und Sony mit Acoustic Surface Audio und zusätzlichen Tieftönern einen sehr guten Sound ins Wohnzimmer. Letzterer bleibt auch bei großen Lautstärken runder als am LG-Fernseher.

Beim Smart TV von LG haben wir uns über die ab Werk sehr gute Bildqualität gefreut, hier ist mit Wahl des Filmmaker-Modus im Grunde alles bereit für den Kinabend. Die Datenerhebung unter webOS geht aber recht weit, die Steuerung mit der bewegungsabhängigen Fernbedienung ist ebenso gewöhnungsbedürftig wie die Auswahl der Senderlisten im linearen TV-Betrieb – beim Verstecken von Menüeinträgen macht LG niemand etwas vor.

Vorbildlich wirkt Samsungs Bedienkonzept: Man wird bereits spielend durch die Installation geführt und findet sich später im Menü und auf dem Homescreen trotz vieler Empfehlungsbühnen gut zurecht. Das liegt auch an der klar strukturierten Fernbedienung und der kurzen Reaktionszeit auf Eingaben mit selbiger. Davon könnten sich die anderen Hersteller eine Scheibe abschneiden. (uk@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Ulrike Kuhlmann, Gut gewählt: Auswahlkriterien für den Fernseherkauf, c't 24/2022, S. 64

## Smarte Fernseher für TV

Modell	Omni QL65F601A
Hersteller	Amazon
Auflösung (Pixel/dichte) / Paneltyp	3840 × 2160 (68 dpi) / LCD, VA
sichtbare Bildfläche / Diagonale	144 cm × 81 cm / 165 cm (65")
Backlight / Local Dimming	FALD / 80 Zonen
Bildwiederholfrequenz	60 Hz
HDR-Formate	HDR10, HLG, HDR10+, Dolby Vision
Geräteabmessung mit Fuß (B × H × T) / Gewicht	1,45 m × 93 cm × 35 cm / 22 kg
Lochabstand Wandbefestigung	40 cm × 30 cm
Software- / Firmware-Updates <sup>1,2</sup>	8 Jahre
Ersatzteile / Produktsupport <sup>1,2</sup>	7 Jahre / 7 Jahre
Ausstattung	
Betriebssystem / Firmware-Version	Fire OS / 7.6
Fernbedienung (Typ) / Smartphone-App	Riegefernbedienung (BT) / ✓ (Fire TV App)
Direkttasten auf Fernbedienung	Netflix, Prime Video, Disney+, Apps
TV-Tuner: Art / Anzahl Tuner / Anzahl CI-Plus-Slots	DVB-C/T2/S2 / 1 (1 × CI-Slot)
Lautsprecher / Abstrahlrichtung	24 W / 2,0 Downfire
Sprachsteuerung / Assistenzsystem	✓ (Freifeldmikrofon und FB) / Amazon Alexa
Besonderheiten	–
Eingänge	
AV / Komponente / sonstige	✓ per Adapter / – / –
HDMI	3 × HDMI 2.0, 1 × HDMI 2.1 (eARC)
Audio analog-in / audio-out / Kopfhörer	✓ / 1 × optisch / ✓
USB	2 × USB 2.0
LAN / WLAN / Bluetooth	✓ / ✓ / ✓
ALLM (Latenz) / VRR / Bandbreite / 10 Bit	✓ (10 ms) / ✓ / 4K/60 Hz / ✓
TV-Funktionen	
Favoritenlisten (Anzahl) / Senderliste am PC bearbeiten	✓ (1) / –
Aufnahme auf Festplatte / Timeshift / zeitgesteuert aus EPG	– / – / –
Messungen	
Umschaltzeiten TV digital per Wipptaste <sup>3</sup>	4,5–8 s
Helligkeitsregelbereich <sup>4</sup> / Ausleuchtung / Spitzenleuchtdichte <sup>5</sup>	45 bis 382 cd/m <sup>2</sup> / 89 % / 580 cd/m <sup>2</sup>
Leistungsaufnahme Aus / Standby / Betrieb (bei Helligkeit)	0,55 W / 0,55 W / 103 W (326 cd/m <sup>2</sup> )
Energieeffizienzklasse <sup>1</sup> SDR / HDR	G / G
Smart-TV-Funktionen	
Streaming (DLNA) / Mediaplayer (USB)	✓ / ✓
Chromecast integriert / AirPlay 2	✓ / ✓
IPTV	
Magenta TV / Pluto TV / Waipu.tv / Zattoo / Discovery+ / DAZN / FIFA+	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
eigenes IPTV-Portal	freevee (werbefinanziert)
Videostreamingdienste	
Netflix / Prime Video / Disney+ / Paramount+ / Apple TV+ / Rakuten TV / Crunchyroll / Wow / Sky Q	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / ✓ / ✓ / –
eigene Videostreamingdienste	✓ (Prime Video)
Videos, Spiele: YouTube / Twitch / TikTok	✓ / ✓ / ✓
Bewertung	
Bildeindruck TV / HDR	○ / ○ <sup>6</sup>
Klangeindruck	⊖
Ausstattung	○
Bedienung Menü / TV+Video-Betrieb	⊕ / ⊖
Garantie	1 Jahr
Preis	900 €

<sup>1</sup> laut EPREL (EU) 2017/1369 <sup>2</sup> ab letzter Inverkehrbringung des TVs

<sup>7</sup> Abwertung wg. Aufhellung von Schwarz in heller Umgebung

## und Streaming

OLED55C37LA	Roku-TV 55MUD6001Z	650LED937	GQ65S95C	XR-65A80L
LG	Metz Blue	Philips	Samsung	Sony
3840 × 2160 (80 dpi) / WOLED	3840 × 2160 (80 dpi) / LCD, IPS	3840 × 2160 (68 dpi) / WOLED	3840 × 2160 (68 dpi) / QD-OLED	3840 × 2160 (68 dpi) / WOLED
121 cm × 68 cm / 138 cm (55")	121 cm × 68 cm / 138 cm (55")	144 cm × 81 cm / 165 cm (65")	144 cm × 81 cm / 165 cm (65")	144 cm × 81 cm / 165 cm (65")
entf. (OLED)	Direct-LED / –	entf. (OLED)	entf. (OLED)	entf. (OLED)
120 Hz	60 Hz	120 Hz	120 Hz	120 Hz
HDR 10 Pro, HLG, Dolby Vision	HDR10, HLG	HDR 10, HLG, HDR 10+, Dolby Vision	HDR 10, HLG, HDR 10+	HDR10, HLG, Dolby Vision
1,22 m × 76 cm × 23 cm / 16 kg	1,22 m × 79 cm × 27 cm / 10,9 kg	1,44 m × 92 cm × 27 cm / 40,4 kg	1,44 m × 89 cm × 30 cm / 29 kg	1,45 m × 86 cm × 33 cm / 24 kg
30 cm × 20 cm	20 cm × 20 cm	30 cm × 30 cm	40 cm × 30 cm	30 cm × 30 cm
8 Jahre	8 Jahre	8 Jahre	8 Jahre	8 Jahre
8 Jahre / 8 Jahre	7 Jahre / 7 Jahre	7 Jahre / 7 Jahre	7 Jahre / 7 Jahre	7 Jahre / 7 Jahre
webOS 23 / 8.1	Roku TV / 12.0.2	Android TV / Android TV 11	Tizen / 1212	Google TV / Android TV 10
Magic Remote (BT) / ✓ (LG ThinQ)	Riegefernbedienung (IR) / ✓ (Roku)	Riegefernbedienung (BT) / ✓ (Philips TV Remote)	Smart Remote (BT) / ✓ (SmartThings)	Smart Remote (BT), Riegefernbedienung (IR) / –
Netflix, Prime Video, Disney+, Rakuten TV, LG Channels, Alexa	Netflix, Disney+, Apple TV+, Spotify	Netflix, Prime Video, Rakuten TV, Apps	Netflix, Prime Video, Disney+, Samsung TVPlus	Netflix, Prime Video, Disney+, YouTube, Bravia Core, Crunchyroll
DVB-C/T2/S2 / 2 (1 × CI-Slot)	DVB-C/T2/S2 / 1 (1 × CI-Slot)	DVB-C/T2/S2 / 1 (1 × CI-Slot)	DVB-C/T2/S2 / 2 (1 × CI-Slot)	DVB-C/T2/S2 / 2 (1 × CI-Slot)
40 W / 2.2 Downfire	20 W / 2.0 Downfire	angedockte Soundbar / 5.1.2 front + seitlich	70 W / 4.2.2 im Rücken	50 W / Acoustic Surface Audio + Tieftöner (Downfire)
✓ (Freifeldmikrofon und FB) / proprietär, Amazon Alexa	– / –	✓ / Google Assistant, Amazon Alexa	✓ (Freifeldmikrofon und FB) / Amazon Alexa, Bixby	✓ (Freifeldmikrofon und FB) / Google Assistant
–	–	Soundbar, 4-seitiges Ambilight + Hue, HbbTV für einzelne Sender (de)aktivierbar	durchgehend dünnes Panel, One Connect Box	Acoustic Surface Audio, HbbTV für einzelne Sender (de)aktivierbar,
– / – / –	✓ / – / –	– / – / –	– / – / –	✓ / – / –
4 × HDMI 2.1 (eARC)	3 × HDMI 2.0 (ARC)	2 × HDMI 2.0, 2 × HDMI 2.1 (eARC)	4 × HDMI 2.1, eARC an HDMI 3	2 × HDMI 2.0, 2 × HDMI 2.1 (eARC)
– / 1 × optisch / –	✓ / 1 × optisch / –	– / 1 × optisch, 1 × Coax (Subw.) / ✓	– / 1 × optisch / –	– / 1 × optisch / –
3 × USB 2.0	2 × USB 2.0	1 × USB 2.1, 2 × USB 2.0	3 × USB 2.0, 1 × USB-C für Webcam	2 × USB 2.0
✓ / ✓ / ✓ (BT 5.0)	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ (5.0)	✓ / ✓ / ✓ (5.2)	✓ / ✓ / ✓ (4.2)
✓ (9 ms) / ✓ / 4K/120 Hz / ✓	✓ (11,5 ms) / – / 4K/60 Hz / –	✓ (20,5 ms) / ✓ / 4K/120 Hz / ✓	✓ (9 ms) / ✓ / 4K/120 Hz / ✓	✓ (17 ms) / ✓ / 4K/120 Hz / ✓
✓ (5) / ✓	– / –	✓ (8) / ✓	✓ (5) / ✓	✓ (4) / ✓
✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / ✓
2 s	3 s	3 s	2 s	4 s
55 bis 344 cd/m² / 88 % / 790 cd/m²	30 bis 229 cd/m² / 59 % / 260 cd/m²	163 bis 278 cd/m² / 84 % / 870 cd/m²	133 bis 358 cd/m² / 70 % / 1250 cd/m²	65-245 cd/m² / 50,4 % / 702 cd/m²
0,4 W / 0,4 W / 86 W (265 cd/m²)	0,5 W / 0,5 W / 74,8 W (229 cd/m²)	0,25 W / 0,25 W / 106,5 W (173 cd/m²)	0,5 W / 0,5 W / 115 W (274 cd/m²)	0,5 W / 0,5 W / 92,4 W (218 cd/m²)
G / G	F / G	G / G	F / G	F / G
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓ (nur per App)	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / ✓ / – / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
LG Channels (werbefinanziert)	–	–	Samsung TV Plus (werbefinanziert)	–
✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / –
–	–	–	–	✓ (Bravia Core)
✓ / ✓ / ✓	✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ (über Dittanbieter-App) / ✓
⊕⊕ / ⊕⊕	○ / ⊖	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕ <sup>7</sup>	⊕⊕ / ⊕⊕
⊕	⊖⊖	⊕⊕	○	⊕
⊕⊕	⊖	⊕	⊕⊕	⊕
○ / ⊕	⊕ / ⊕	⊖ / ○	⊕⊕ / ⊕	○ / ⊕
2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre
1950 €	420 €	2700 €	2850 €	2500 €
<sup>3</sup> zwischen Sendern in verschiedenen Bouquets	<sup>4</sup> gemessen auf 50 % Weiß, SDR	<sup>5</sup> gemessen auf 10 % Weißfläche, HDR	<sup>6</sup> Abwertung wg. geringer Einblickwinkel	
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden/funktioniert	– nicht vorhanden



# Zahlen, Daten, Fakten

## Werbung im Smart TV

**W**erbung ist das halbe Leben, doch bitte nicht im abendlichen Fernsehprogramm. Was Zuschauer nervt, finanziert jedoch viele Sender, zum Teil sogar öffentlich-rechtliche. Werbefilmen machen nur sehr selten auf neue Produkte aufmerksam und sollen eher den Verkauf etablierter Produkte fördern. Thematisch werden je nach Land ganz unterschiedliche Felder beackert. Während in Deutschland die Automobilindustrie sowie die Anbieter kurzlebiger Alltagsüter besonders viel Geld in Werbung stecken, sieht man in den USA viel Reklame für Medizinprodukte, Finanz-

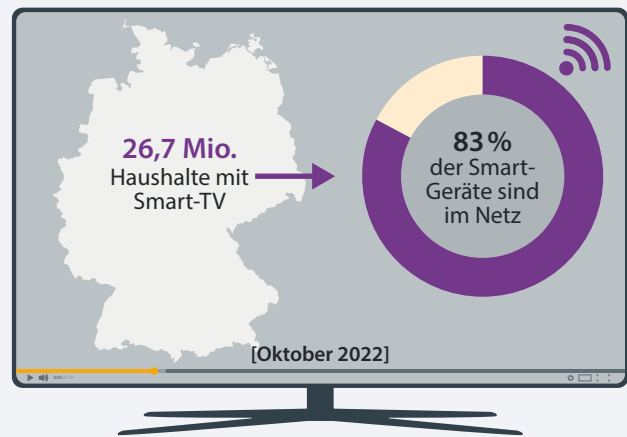
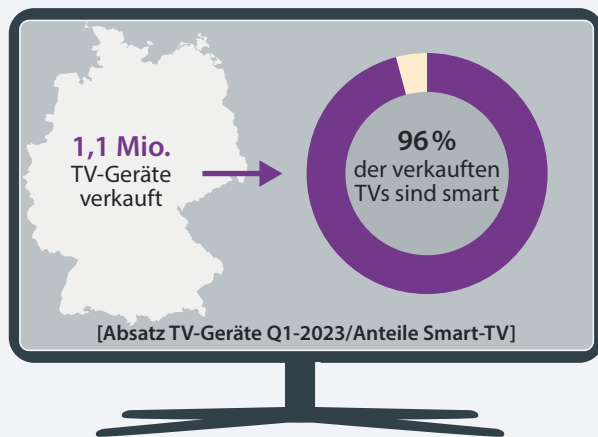
dienstleistungen und Unterhaltungsangebote.

Und das längst nicht mehr nur im herkömmlichen Linearfernsehprogramm, sondern auch auf anderen Wegen, denn viele Fernseher sind heute mit dem Internet verbunden und mit Apps vollgestopft. Knapp zwei Drittel der Haushalte in Deutschland benutzen laut dem „Digitalisierungsbericht Video“ des Marketingforschungsinstituts Kantar solche Apps – und zwar weit überwiegend zum Aufruf von Streaming-Apps wie Netflix, aber auch für Mediatheken hauptsächlich der öffentlich-rechtlichen Sender sowie für Video-

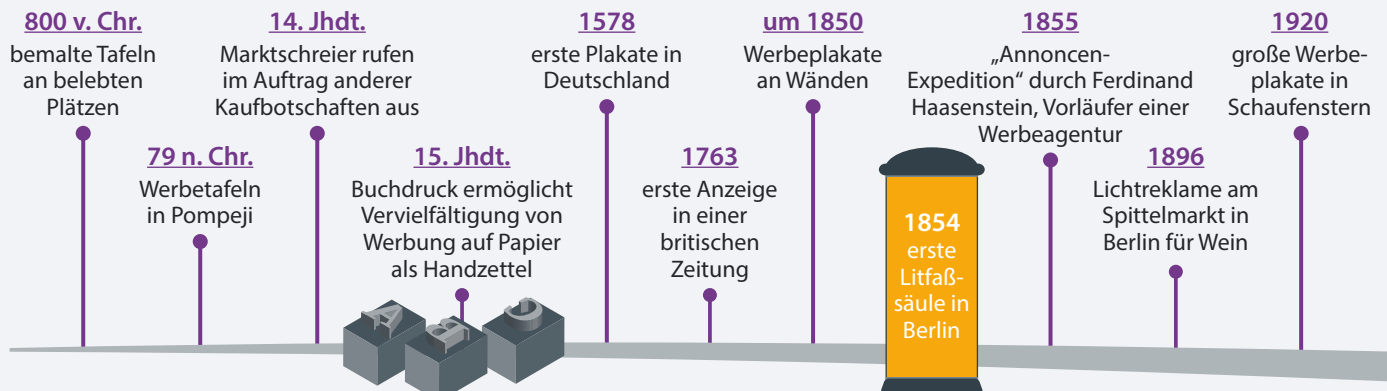
sharingdienste. Auf TV-Geräten ist der Platz auf den Startbildschirmen für solche Dienstleistungen begehrt, doch navigieren die Nutzer auch unabhängig davon im Menü, um darüber Apps zu starten. Unbeliebt ist hingegen der Umweg über den Browser, und mit dem Druck auf den roten Knopf der Fernbedienung, also HbbTV zum Start von Apps, fremdeln rund vier Fünftel der Zuschauer. Zum Abruf von Inhalten aus dem Netz weichen Nutzer im Vergleich zu HbbTV häufig auf verbundene Geräte wie Set-Top-Boxen oder – in geringerem Ausmaß allerdings – auf Spielkonsolen aus. (mil@ct.de) **ct**

## ► Smart-TVs

In gut 38 Mio. Haushalten in Deutschland steht ein Fernseher. Viele davon sind smart, die meisten mit Verbindung ins Netz.<sup>1</sup>



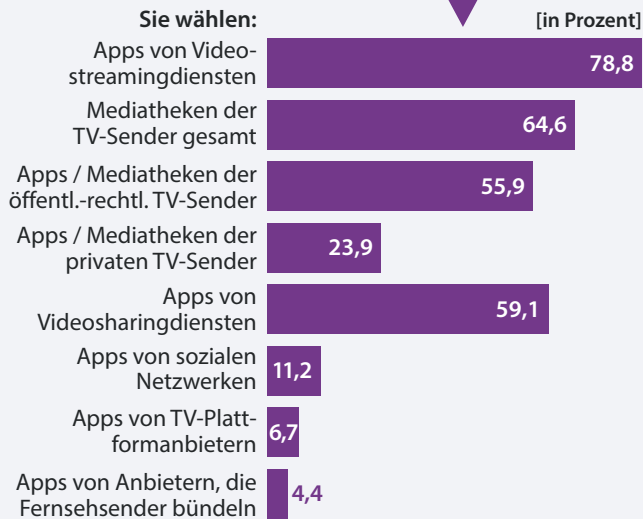
## ► Geschichte der Werbung



## ► TV-Apps

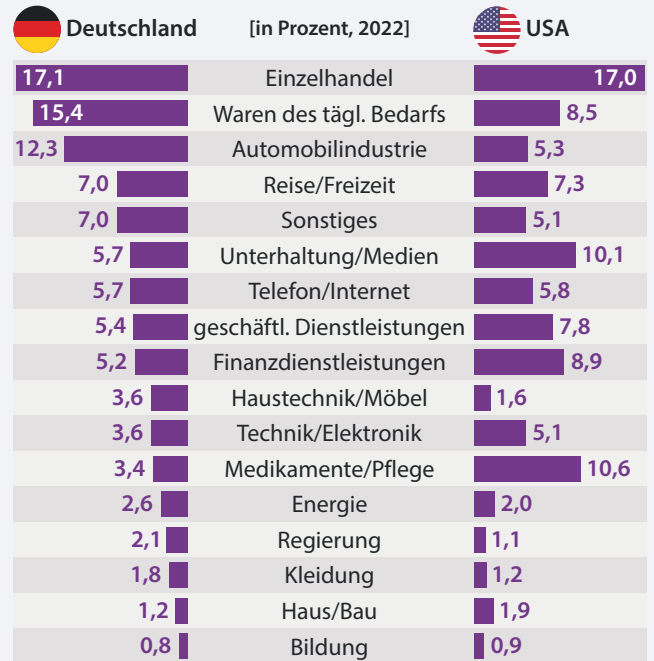
Unter den Apps auf TV-Geräten nutzen die meisten vor allem Streamingdienste und Mediatheken.<sup>2</sup>

**60,3 %**  
rufen mindestens einmal im Monat OTT-Inhalte über die Oberfläche ihres Smart-TV-Gerätes auf



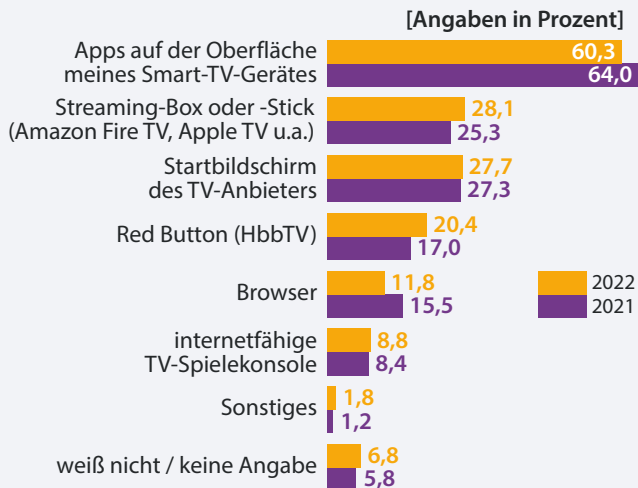
## ► Deutschland vs. USA

In Deutschland wird anteilig mehr für Autos geworben als in den USA, dort mehr für Pillen als hier.<sup>3</sup>



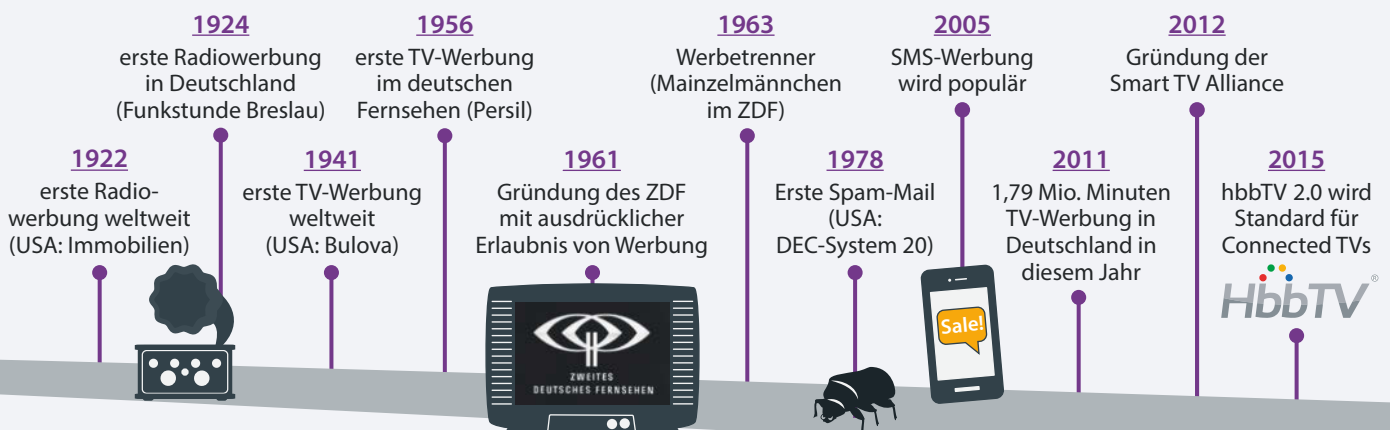
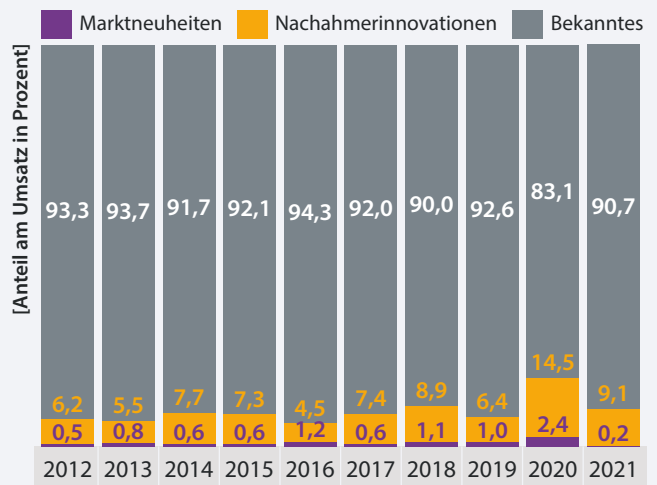
## ► Over the top

Wer Medien über den Fernseher abruft (Fachjargon: Over the top, OTT), nutzt oft Apps auf dem Fernseher, eher selten eine Spielkonsole.<sup>2</sup>



## ► Altigkeiten

Es wird sehr viel für Etabliertes geworben, für neue und nachgeahmte neue Produkte kaum.<sup>4</sup>



Quellen: <sup>1</sup> GfK Totalmarkt (Jan. bis März 2023) <sup>2</sup> Kantar, Video Trends: Ergebnisse des Digitalisierungsbericht Video (2022) <sup>3</sup> ZEW, ZEW Branchenreport Innovationen – Werbung (2023) <sup>4</sup> Statista Advertising and Media Outlook 2022



# Der Spion im Wohnzimmer

## Smart TVs datensparsam betreiben

**Moderne TV-Geräte lesen dem Sesselvolk die Wünsche vom Mund ab und reichern den Homescreen ungefragt mit Werbung sowie Empfehlungen zum bereits Konsumierten an. Wir haben uns den Netzwerkverkehr im Detail angesehen und geben Tipps für eine datensparsame Konfiguration.**

Von Ulrike Kuhlmann und Peter Siering

**A**ktuelle Smart TVs sind Klickfallen: Beim Einrichten wechseln sich in schneller Folge Fragen zur Konfiguration wie der Empfangstechnik und Aufforderungen ab, AGBs und Datenschutzhinweisen zuzustimmen. Letztere werden meist nur am TV-Schirm dargeboten, dafür aber in epischer Länge und mit vielen Unterpunkten. Die Hersteller profitieren so vom „Privacy Paradox“: Der Nutzer weiß genau, dass er Daten nicht herschenken sollte, wird aber dermaßen mit juristischem Kauderwelsch zugeschüttet, dass er den kurzfristigen Nutzen über langfristige Bedenken stellt. Was man ablehnen kann, ohne auf Funktionen zu verzichten, variiert.

Um es gleich vorwegzunehmen: Wer sichergehen will, dass sein TV-Gerät gar

keine Daten verschickt, darf es nicht ins Internet bringen. Immerhin lassen sich alle hier untersuchten Geräte ausschließlich für den klassischen TV-Betrieb und die Zuspelung von Inhalten über die HDMI-Eingänge konfigurieren. Das legt in der Regel aber alle Funktionen still, die heute am TV selbstverständlich sind, beispielsweise Medien vom Smartphone zuzuspielen – mithin eine perfekte Strategie, um Jugendliche vom Wohnzimmer-TV zu vergraulen.

Per Knopfdruck aus dem laufenden Programm in die Mediathek wechseln, direkt Netflix, Amazon Prime und andere Dienste aufrufen oder vom NAS Filme streamen, dieser Komfort entfällt im netzlosen Betrieb. Stattdessen hantiert man mit zusätzlichen Abspielgeräten und Fern-



bedienungen und muss dem Smart Home bebiegen, den ganzen Gerätepark ein- und auszuschalten.

## Einstellungssache

Wir haben uns deswegen angesehen, wie man die Geräte aus dem Testfeld so konfigurieren kann, dass möglichst viel Komfort erhalten bleibt, ohne gleich allen Geschäftsbedingungen und Fragen zum Teilen von Nutzungsdaten zuzustimmen. Das ist für jedes TV ein inkrementeller Prozess, den man meist mehrfach durchläuft: Zuerst verweigert man die Zustimmung, wo immer es möglich ist. Wenn später eine Funktion dadurch blockiert ist, melden die Geräte das und fordern erneut das Okay ein.

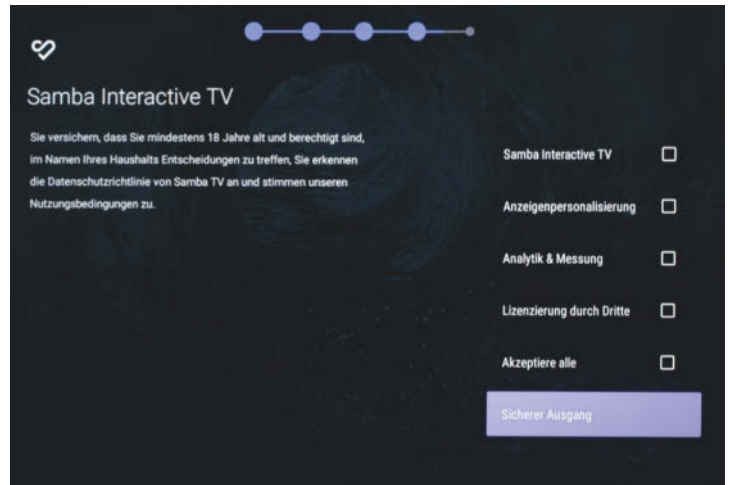
Bei der Installation von Gerät und Apps sollte man darauf achten, nicht gleich eine Generalvollmacht auszustellen. Oft schlagen die Oberflächen vor, doch alle Optionen anzunehmen, etwa auch den Standort zu übermitteln und Fehler als Bericht an den Hersteller zu senden. Bei jeder globalen Zustimmung sollte man hinterher in den verschiedenen Winkeln des Systems kontrollieren, ob sich dadurch bereits voreingestellte Details geändert haben, etwa alle HbbTV-Einstellungen plötzlich aktiv sind, also die Optionen, die per Knopfdruck den Zugriff auf die Extra-Inhalte und Mediatheken der TV-Sender erlauben.

Wie sieht nun eine aus unserer Sicht sinnvolle Konfiguration aus? Wir erlauben HbbTV grundsätzlich, verweigern in den Details aber, dass eine individuelle Werbe-ID übermittelt wird, und möchten auch nicht getrackt werden. Die von einigen TV-Herstellern angebotenen Senderbouquets wie Amazons freevee, die LG Channels und Samsungs TV Plus entfernen wir vom Homescreen – die dort eingebettete Werbung ist oft kaum zu erkennen und die Inhalte findet man meist anderswo ebenfalls kostenlos. Die TV-„Erlebnisverschönerer“ wie Sonys Samba TV, die über das Internet hereinprasseln, deaktivieren wir.

Für die Installation von Apps muss man generell den jeweiligen AGBs zustimmen und sich auf einigen Geräten auch mit einem persönlichen Konto anmelden. Die automatische Aktualisierung der Apps sollte man zulassen, zumal einige ohne das jeweils aktuelle Update früher oder später ihren Dienst verweigern dürften.

Wie auch für vorherige Tests haben wir mit dem Netzwerk-Traffic-Monitor ntopng

**Beim Einrichten empfehlen Geräte mit Android/Google-Wurzeln wie die von Sony und Philips gern Dienste wie Samba TV. Unser Rat: weglassen.**



den ein- und ausgehenden Verkehr der Geräte beobachtet. Da der Löwenanteil die Leitungen verschlüsselt passiert, können wir nur anhand der Datenmengen und Namen Rückschlüsse auf den Inhalt ziehen.

Wir haben den aufgezeichneten Verkehr mit einschlägigen Blacklists abgeglichen, um die Häufigkeit des Trackings und den Abruf von Werbeeinhalten zu erfassen. Dafür dienen wieder die Namen als Kriterium: Stehen die Namen auf der Liste, werten wir den Zugriff auf den Server als Tracking oder Werbung. Bei allen Geräten wurden wir fündig, auch dann, wenn diese für datensparsamen Betrieb konfiguriert waren.

Beim Einrichten der Geräte unterscheidet sich die Menge der übertragenen Daten, etwa bei der Anzahl der DNS-Anfragen und bei der Streuung angesprochener Cloud-Rechenzentren: Die meisten Internet-Gegenstellen der TVs sind von

den Herstellern angemietete Server in den Rechenzentren großer Hosts wie Amazon, Google und Microsoft sowie Content Delivery Networks wie Cloudflare, Akamai und Fastly. Auch bei den Zugriffen auf die Cloud-Server hinterlassen wieder nur die Namen, mit denen die TVs die Server ansprechen, eine verwertbare Datenspur.

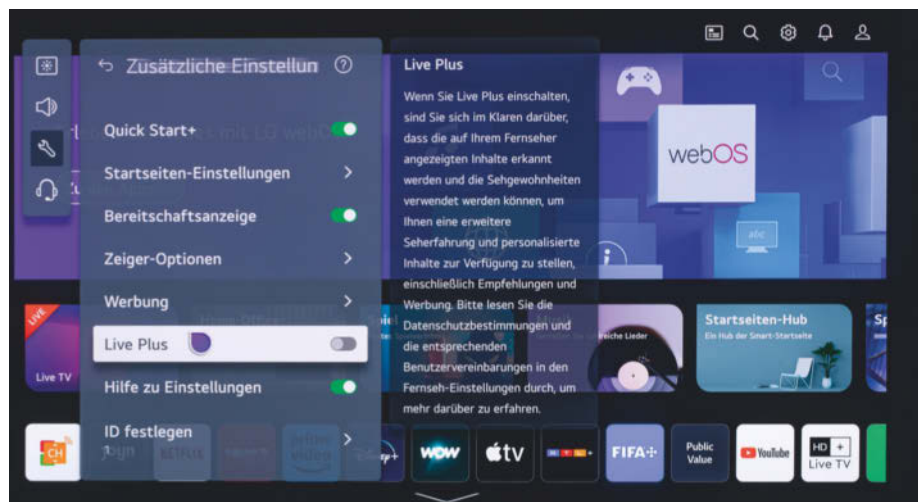
## Datenspuren

Im Netzwerkverkehr der TVs finden sich häufig Domain-Namen, die üblicherweise mit Schädlingsaktivitäten assoziiert sind, nämlich variable, augenscheinlich generierte Host-Namen (sogenannte DGA-Domains). Bei den TV-Geräten dürften sie aber dazu dienen, die Last auf verschiedene Cloud-Server zu verteilen. Vereinzelt treffen wir im Netzwerkverkehr auf veraltete Verschlüsselungstechniken; das ist zwar per se kein Drama, sollte aber nicht vorkommen.

## Smart-TV-Datenverkehr bei datensparsamer Erstinstallation

Hersteller	Amazon	LG	Metz/ Roku	Philips	Samsung	Sony
DNS-Anfragen	330	950	100	240	1880	750
davon DNS direkt	1	0	20	28	24	45
kontaktierte Server (IPv4/IPv6)	171 (132/39)	77 (55/22)	84 (84/0)	97 (31/66)	94 (75/19)	253 (81/172)
Werbe-Server	2	3	2	1	2	12
Tracking-Server	2	0	3	4	1	5
Datenmenge (empfangen/senden in MByte)	460/10	199/6	114/2	193/6	312/6	464/8
HTTP-Klartext	40	210	25	18	30	13
Zugriffe veraltetes TLS	6	11	0	3	0	8
Top-Länder	DE, US, IE, VN, GB	DE, IE, US, BG, BE, SE, GB, ES, KR	DE, US, IE	DE, US, IE, FR, BE, ES	DE, CA, US, NL, IE, FR	DE, NL, FR, US, IE, CA, BE
Top-ASN	Amazon, Fastly, Google, Akamai, Edgecast	Akamai, Amazon, Fastly, Google, Microsoft, StackPath, Turnkey Internet, LG, Hetzner	Amazon, Google, Akamai	Google, Amazon, Netflix, Akamai, DFN	Amazon, Cloudflare, Akamai, SingleHop, Microsoft	Google, Netflix, Akamai, Amazon, Fastly, Cloudflare

i. A. Anzahl Flows, jeweils ermittelt mit ntopng vom Fabrikreset bis zur Anzeige des ersten regulären TV-Bildes; Geräte siehe Seite 18



Die Beschreibung der Funktion von Live Plus malt aus, was LG mit den Nutzerdaten im Schilde führt. Man kann den LG-Dienst mit einem Klick im Menü deaktivieren.

Viele Geräte lösen Namen am lokalen DNS-Server vorbei auf und befragen die Google-DNS-Server (8.8.8.8 und 8.8.4.4) direkt. Ein Großteil dieser Anfragen betrifft Netflix-Domains. Diese Schummerei verhindert, dass Nutzer mit einfachen Mitteln und DNS-Filtern wie Pi-hole oder AdGuard Home die Zugriffe unterbinden. Sie lässt sich aber nur bei einem Bruchteil der insgesamt gestellten DNS-Anfragen beobachten.

Bestimmungsgemäß empfangen die TVs viele Daten, senden selbst aber wenig; die Unterschiede zwischen den Geräten hinsichtlich der Menge der gesendeten Daten fallen allein deshalb marginal aus. Vergleicht man die Datenmengen, die die Geräte beim Einrichten übertragen, wenn man ihnen möglichst wenig gestattet, glänzt das Samsung-TV: Es empfängt gerade mal zwei MByte.

Wir haben uns diesmal nicht detailliert angesehen, wie sich die Geräte bei der Nutzung der HbbTV-Angebote der Sender verhalten. Denn dabei bestimmt nicht das Smart TV, welche Daten ausgeplaudert werden, sondern der Ersteller der HbbTV-Anwendungen. Was uns aber aufgefallen ist und wir erneut beklagen müssen: Die öffentlich-rechtlichen Anbieter verschlüsseln HbbTV zum größten Teil immer noch nicht.

Im Folgenden erklären wir jeweils eingangs, wie sich die Geräte verhalten, wenn man sämtliche Zustimmung verweigert. Wir dokumentieren anschließend in Stichpunkten, wie wir eine aus unserer Sicht ausgewogene Konfiguration zwischen akzeptablem Komfort bei möglichst großer

Datensparsamkeit herstellen und welche Aktivitäten wir dabei im Netzwerk sehen.

### Amazon Fire TV Omni

Ohne eine Anmeldung bei Amazon nimmt das TV, nachdem es Updates bezogen hat, die Füße wieder aus dem Netz. Das ist immerhin eine sehr klare Strategie. Anschließend kann man am dann dunklen Display die HDMI-Ports für externe Videoquellen nutzen und die eingebauten TV-Tuner, um fernzusehen.

Unsere Konfiguration: mit Amazon-Konto angemeldet, dabei die automatische Übernahme der App-Zugänge und persönlichen Daten am TV nicht angenommen. Weitere Amazon-Dienste und automatische Installation einer App-Auswahl abgelehnt. Nach der Senderinstallation in den Benutzereinstellungen die Datenschutzeinstellungen geprüft und dort die Überwachung und alles nicht Notwendige abgewählt.

Beim Einrichten mit dieser aus unserer Sicht praktikablen Konfiguration liegt das Gerät im Testfeld am oberen Ende, was Datenmengen und DNS-Anfragen angeht. Andere Geräte kriegen das deutlich sparsamer hin.

Das Fire TV Omni bleibt im Wesentlichen im eigenen Kosmos; die meisten Gegenspieler sind Server von Amazon. Im Netzwerkverkehr fanden wir nur wenig Daten, die sich als Tracking identifizieren lassen. Die wenigen im Klartext ausgetauschten Daten scheinen keine relevanten Benutzerdaten zu enthalten. Einige wenige Verbindungen verwenden veraltete Verschlüsselungsverfahren; das ist kein

Drama, aber wir wollten es zumindest dokumentieren.

### LG webOS TV

Ohne AGB-Zustimmung startet das LG-TV-Gerät Apps wie die für Netflix nicht, obwohl es davon reichlich bei der Ersteinrichtung installiert und auf seinem Home-screen präsentiert. Immerhin stehen dann die HDMI-Eingänge und die eingebauten TV-Tuner zur Verfügung. Erst nach der Zustimmung kann das Gerät die vorinstallierten Apps auch aktualisieren. Ohne ein LG-Nutzerkonto kann man allerdings keine neuen Apps wie Paramount+ installieren.

Unsere Konfiguration: beim Einrichten nur den AGBs zugestimmt, Datenerhebung bei der TV-Nutzung, Erhebung der Sprachinformation und interessenbezogene Werbung nicht ausgewählt, kein LG-Konto konfiguriert. Nach der Installation unter „Einstellungen/Allgemein/System/zus. Einstellungen/Werbung“ die Option „Eingeschränkte AD-Tracking“ und damit personalisierte Werbung abgeschaltet (im Menü dazu das eingeschränkte Tracking aktiviert). In den Startseiten-Einstellungen Home Promotion und Inhalteempfehlungen deaktiviert. Außerdem unter Allgemein/Sender bei HbbTV „Nicht Tracken“ aktiviert und „Distinctive ID“ deaktiviert.

Das LG-TV kommuniziert sehr oft im Klartext. Diesem Verkehr kann man entnehmen, dass es beim Einrichten eine Lizenz anfordert. Die dabei versendete Geräte-ID ist immer gleich, die Rückgaben des Servers ändern sich bei jedem Neueinrichten des Gerätes. Offenbar lädt es auch Teile seiner Bedienoberfläche über ungeschützte Verbindungen.

Obwohl das TV mit vergleichsweise wenigen Servern spricht, streut deren Verteilung im Internet stark. Das gilt sowohl für die Herkunft der Serverbetreiber im Internet als auch die geografische Zuordnung. Kombiniert mit den vielen unverschlüsselt übertragenen Daten stellt das ein Sicherheitsrisiko dar. Tracker fanden wir im Datenverkehr keine.

### Philips Android TV

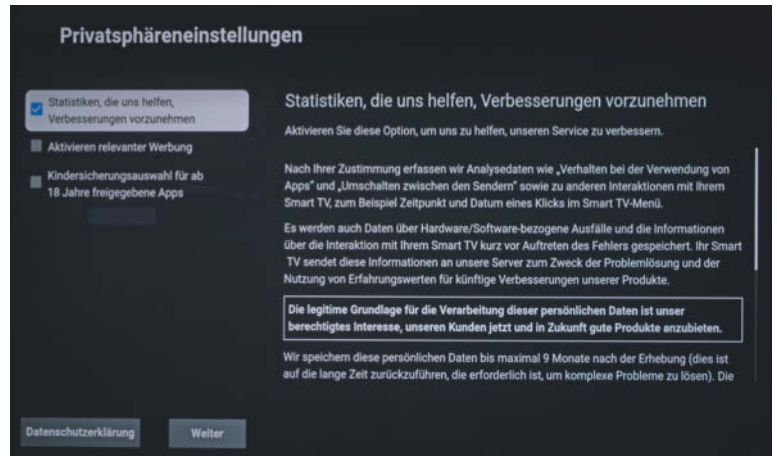
Das Gerät verlangt während der Einrichtung gleich zweimal die Zustimmung zu AGBs, einmal stammen die von Google und einmal von Philips beziehungsweise dem Gerätehersteller TPV. Selbst wenn man beides ablehnt, klötert die Einrichtung den Homescreen des Gerätes mit allerlei Apps und Spezialkanälen zu. Fernsehen inklusi-

ve HbbTV und das Umschalten auf externe Signalquellen gelingen in diesem Betriebszustand. Ein Google-Konto ist nötig, um zusätzliche Apps installieren zu können.

Einen Spezialfall stellt die App „Smart TV-Sammlung“ dar. Sie ist eine Art App-Store in einer App für spezielle Philips-Inhalte. Wer auf die dafür geforderte AGB-Zustimmung des Geräteherstellers TPV eingeht, wird in den Privatsphäreneinstellungen über die legitime Grundlage dafür belehrt, kann aber immerhin ablehnen, Statistiken zu übermitteln. Mit im Boot ist auch Samba TV, dessen Auskunftsbegheeren man nicht zuzustimmen braucht. Das Angebot, ein Philips-Konto einzurichten, lässt sich ebenfalls ausschlagen.

Unsere Konfiguration: Installation mit Google-Konto, ohne dem Gerät zu erlauben, Informationen zu den Apps zu speichern. Standorterfassung und Senden von Fehlerberichten abgelehnt, die AGBs von TPV abgelehnt, Sprachunterstützung unkonfiguriert gelassen. HbbTV datenschutzfreundlicher eingestellt.

**Nutzungsstatistiken gehören laut dem Philips-Hersteller TPV zum „berechtigten Interesse“, man kann sie aber ablehnen.**



Auch das Philips-Gerät fällt mit einigen unverschlüsselten HTTP-Zugriffen auf. Die dienen unter anderem dazu, ein Zertifikat herunterzuladen und APK-Dateien (Installationspakete für Android-Apps) zu beschaffen. Letztere kommen von zeasn.tv. Unter anderem stecken darin Apps für die Mediatheken von ARD und

Arte. Es gilt das Gleiche wie schon bei LG: Das ist ein Sicherheitsrisiko.

Das unverschlüsselt übertragene Zertifikat hat auch ein spezielles Geschmäckle: In der HTTP-Anfrage wandert die weltweit eindeutige MAC-Adresse der Netzwerkkarte zu Philips – ob das verwerflich ist, darüber gibt es verschiedene Rechts-



 **rhöncloud**

# KLICK'S DIR SELBST!

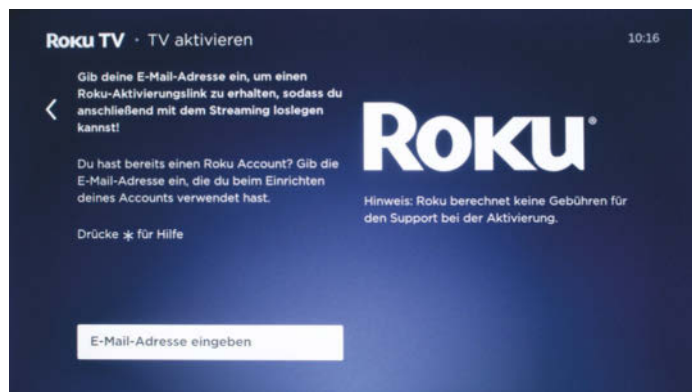
Erstelle in 3 Minuten deine eigene Cloud per Drag & Drop. Jetzt starten und 30 Tage unverbindlich **kostenlos** testen!

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

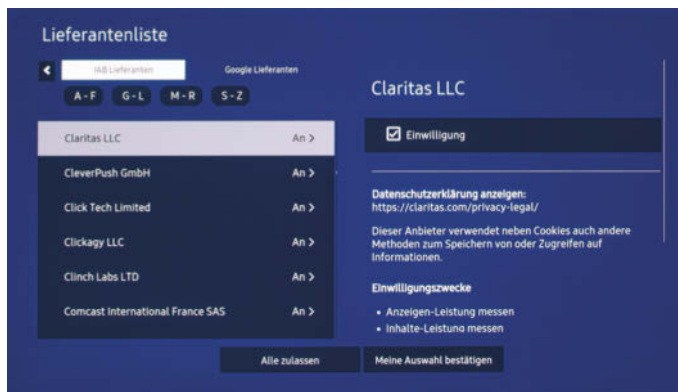


SCAN MICH





**Beim Metz Blue Roku-TV genügt zur Erstkonfiguration die Eingabe einer Mailadresse. Die Grundkonfiguration läuft dann komfortabel auf dem Smartphone oder einem PC.**



**Samsung macht bei seinem TV-Plus-Angebot keinen Hehl daraus, an wen hier Daten weitergegeben werden. Ob das irgendwer im Detail konfiguriert?**

auffassungen. Trackingdiensten zugeschriebene Zugriffe gehen beim Philips-TV sämtlich auf das Konto von Netflix. Außerdem konnten wir Zugriffe auf Werbeserver von Google registrieren. Philips ist der einzige Hersteller, den wir dabei ertappten, auch mal mit Facebook zu plaudern.

### Metz Blue Roku-TV

Das Roku-TV von Metz Blue geht ohne eine Anmeldung bei Roku rudimentär ins Netz, installiert die klassischen TV-Sender und stellt HDMI bereit. HbbTV funktioniert dann. Gut: Auf dem dann stark reduzierten Homescreen werden die HDMI-Eingänge gelistet, aber keine (ohnehin nicht funktionierenden) Apps. Bei einer regulären Installation heißt es lapidar „Mit der Erstellung eines Roku-Kontos akzeptieren Sie die Bedingungen“. Im dann auf dem Smartphone oder PC ablaufenden Konfigurationsprozess kann man wenig ablehnen, das erledigt man später in den Einstellungen.

Unsere Konfiguration: Einrichtung mit einem Roku-Konto. Personalisierte Werbung abgelehnt und nach der Installation erneut „Einstellungen/Datenschutz/Werbung/Anzeigen personalisieren“ deaktiviert, Nutzung von Spracheingaben zur Verbesserung abgelehnt, Auswertung der Spracherkennung zur Verbesserung abgelehnt, HbbTV-Tracking und -Cookies deaktiviert in den Einstellungen für den Live-TV-Eingang.

Beim Einrichten am Mobiltelefon oder PC stellt das Roku-TV von allen die wenigsten DNS-Anfragen. Es überträgt wie das LG-Gerät vergleichsweise geringe Datenmengen. Das schlägt sich auch in der Anzahl der Server nieder, mit denen es spricht. Das sind im Wesentlichen sol-

che, die dem Namen nach für Roku betrieben werden. Roku verschmäht offenbar IPv6, wir haben nur IPv4-Verkehr registriert. Das ist in der heutigen Zeit ungewöhnlich.

Auch dieses Smart TV empfängt unverschlüsselte HTTP-Daten, wobei das keine kritischen Daten wie Zertifikate oder Installationspakete waren, sondern nur Elemente der Bedienoberfläche, die wohl Manipulationen erlauben, etwa das Theme und das Boot-Logo. Die meisten Tracking-Funde konnten wir namentlich Roku-Diensten zuordnen, einige wenige auch Netflix. Veraltete Verschlüsselungsmethoden verwendet Roku nicht.

### Samsung TV mit Tizen

Umgeht man bei der Installation die Zustimmung zu Geschäftsbedingungen und den „Smart Hub-Datenschutzhinweis“, wird aus dem Smart TV von Samsung ein dummes Display mit TV-Tuner, HbbTV-Support und HDMI-Ports. Um Apps installieren und nutzen zu können, muss man den genannten Bedingungen zustimmen. Dabei handelt man sich Samsungs TV Plus mit unübersichtlichen Datenschutzbestimmungen ein; diese Funktion lässt sich im Homescreen deaktivieren.

Unsere Konfiguration: kein Samsung-Konto konfiguriert, Geschäftsbedingungen und „Smart Hub“-Datenschutzhinweis akzeptiert, Anzeigeninformationsdienste und interessenbezogene Werbung abgelehnt belassen, Sprachassistent übersprungen. Danach im Menü Senderempfang/Experteneinstellungen die Optionen „HbbTV: Do Not Track“ und „Privates Surfen“ aktiviert.

Das Samsung-Gerät fällt mit vielen DNS-Anfragen aus dem Rahmen. Wenn

wir beim Einrichten nicht jegliche Zustimmung verweigerten, zählten wir um die 2000 Abfragen – wobei dabei ein Hostname tausendfach abgefragt wird (tvpn-logopeu.samsungcloud.tv). Wir konnten das Verhalten auch bei anderen Samsung-Modellen beobachten. Der Hersteller konnte das Problem bis Redaktionsschluss nicht erklären.

Sieht man von diesem Fauxpas ab, zeigt sich der Samsung-Fernseher unauffällig. Die Anzahl der kontaktierten Server, deren Geolokation und die Datenmengen bleiben im üblichen Rahmen. Werbung und Tracking zeigen sämtlich auf Samsung-Server, von Netflix abgesehen. Unverschlüsselte Zugriffe auf sky.com fallen auf. Zugriffe mit veralteten Verschlüsselungsmethoden leistet sich das Gerät nicht. Das schafft sonst nur noch Roku beim Metz Blue.

### Sony Google TV

Installiert man den Sony-Fernseher als „Basic TV“, erhält man ein Display mit TV-Empfang inklusive HbbTV, sofern man „Interaktive Anwendungen“ zulässt. Außerdem stehen HDMI-Ports und wenige vorinstallierte Apps unter anderem für Netflix, Amazon Prime und YouTube zur Verfügung. Weitere lassen sich nicht hinzufügen. Wählt man im Installationsprozess stattdessen „Google TV“, wird der Fernseher smart und man muss sich mit allerlei Nachfragen herumschlagen.

Unsere Konfiguration: als „Google TV“ einrichten. Unter Einstellung/Kanäle „Interaktive Anwendung“ aktiviert, „Permanenter Speicher“ abgelehnt, „Cookies von Dritten blockieren“ ausgewählt, „Nicht verfolgen“ aktiviert, „Samba Interaktive TV“ abgelehnt, Standort und

Fehlerbericht abgelehnt, keine Infos zu den Apps für Google Assistant speichern, Sprachinformationen und interessenbezogene Werbung abgelehnt, kein Sony-Konto, „Privates Surfen“ aktiviert.

Die größte Plaudertasche im Test ist eindeutig das Sony-Gerät. Es kontaktiert mehr Server und schaufelt mehr Daten hin und her als alle anderen. Auch bei der Anzahl der kontaktierten Werbe- oder Trackingdienste fällt Sony negativ auf: Nicht nur die eigenen Dienste spricht das TV an, sondern auch DoubleClick, Netflix und Samba TV – obwohl wir Samba TV explizit nicht erlaubt hatten.

In den unverschlüsselt übertragenen Daten findet sich ein Link in den Play Store; das könnte man ausnutzen, um dem Gerät etwas unterzujubeln. Bei unseren Experimenten, wie viel Netzwerkverkehr wir im abgeschalteten Zustand registrieren können, stach nur Sony heraus: Das Gerät gab keine Ruhe, annoncierte seine Dienste lokal und sprach auch regelmäßig bei der für Android-/Google-Geräte typischen Verfügbarkeitsprüfung vor. Das

**Wer bei der Installation des Sony-Fernsehers „Basic-TV“ auswählt, erhält mit wenigen Klicks ein Minimal-TV.**



könnte auch den mitunter hohen Energiebedarf im Standby erklären.

### Fazit

Mit den zunehmenden und erklärten Aktivitäten der TV-Hersteller, Inhalte zu erkennen und Empfehlungen auszusprechen, hatten wir erwartet, im Netzwerkverkehr mehr und deutlichere Hinweise darauf zu finden. Doch selbst wenn wir auf den Geräten die TV-Bouquets der Hersteller aktivierten, etwa Samsung TV Plus, LG Channels oder Amazons Prime Channels, fanden wir keine verwertbaren Hinweise auf verstärkte Tracking-Aktivitäten.

Das ist leider auch der Tatsache geschuldet, dass solche Verbindungen verschlüsselt erfolgen und damit nicht einsehbar sind. Deshalb bleibt kritischen Nutzern nur das Filtern, wenn sie nicht ganz auf die Vorzüge eines Smart TV verzichten wollen: Pi-hole oder AdGuard Home mit den Filterlisten (siehe [ct.de/ynw6](https://ct.de/ynw6)) in Stellung bringen und so lange Ausnahmen definieren, bis das TV-Erlebnis zu den eigenen Ansprüchen passt.

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

**Verwendete Blacklisten, ntopng, Pi-hole & Co.: [ct.de/ynw6](https://ct.de/ynw6)**

Anzeige

## Effiziente Kostensenkung und souveränes Auditmanagement mit gebrauchten Software-Lizenzen von Microsoft.

Ihr mittelständisches Unternehmen steht vor der Herausforderung, IT-Bedürfnisse mit begrenztem Budget zu decken. Die hohen Kosten für Software-Lizenzen können dabei ein Hindernis sein. Doch es gibt eine Lösung: der rechtssichere Kauf gebrauchter Microsoft Softwarelizenzen von S2 Software.

Mit langjähriger Erfahrung und Fokus auf gebrauchte Microsoft-Lizenzen ist S2 Software Ihr vertrauensvoller B2B-Partner für auditsicheren und rechtskonformen Lizenzkauf. Über 12.000 zufriedene Kunden und Präsenz in acht europäischen Ländern sprechen für uns.

Wir prüfen kostenfrei für Sie Über- oder Unterlizenzierung und geben Ihnen gleich eine Handlungsempfehlung. Im Falle einer Überlizenzierung können Sie überschüssige Lizenzen direkt an uns verkaufen, ohne Aufwand.

Unsere Experten unterstützen Sie bei Microsoft-Audits und der Kommunikation mit Microsoft, damit Sie sich auf Ihr Kerngeschäft konzentrieren können.

Gebrauchte Software-Lizenzen bieten neben Kosteneinsparungen und Audit-Unterstützung weitere Vorteile. Dank ISO 9001 Zertifizierung vertrauen Sie auf hohe Qualität. Sie nutzen hochwertige Microsoft-Produkte mit vollem Funktionsumfang und freigewordenes Budget investieren Sie einfach in neue Projekte.

Expertise und Kundenzufriedenheit steht bei uns an erster Stelle. Unser engagiertes Team bietet Fachwissen und persönliche Betreuung. Unser Ziel ist erstklassiger Service, wofür wir mit „Bester Service“ von Wirtschaft TV ausgezeichnet wurden.

Nutzen Sie die Vorteile gebrauchter Software-Lizenzen und finden Sie mit uns maßgeschneiderte Lösungen für Ihre Software-Bedürfnisse und entlasten Sie Ihr Budget.



**Ronny Schausten**  
CEO s2-software

**s2-software®**  
Used Microsoft Licensing



Ravenstraße 18-20  
56812 Cochem  
Tel: 02641/7869977

**[www.s2-software.de](https://www.s2-software.de)**



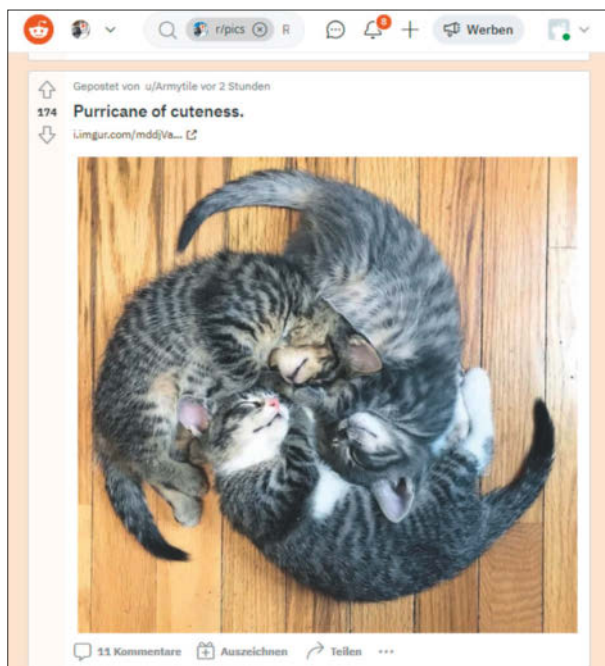
## Reddit: Der Aufstand ist beendet

**Die letzten Moderatoren großer Foren der Social-Media-Plattform haben ihren Widerstand gegen eine umstrittene Entscheidung der Geschäftsführung aufgegeben.**

Wochenlang gab es in weiten Bereichen der Plattform Reddit Proteste gegen die Entscheidung, Geld für API-Zugriffe zu verlangen. Die unter Reddit-Nutzern beliebten und verbreiteten Drittanbieter-Anwendungen sind auf die Programmierschnittstelle angewiesen. Wegen der hohen Kosten haben die meisten ihren Dienst mittlerweile eingestellt.

Viele Moderatoren hatten dagegen protestiert, zum Beispiel, indem sie Sub-

reddits für die Öffentlichkeit sperrten oder nur noch Posts mit Bildern des US-Comedians John Oliver zuließen. Doch jetzt haben die letzten Moderatoren großer Subreddits – r/Pics, r/aww und r/Videos – klein beigegeben. Ihr Protest habe zwar messbare Folgen für das betroffene Subreddit gehabt. Reddit habe insgesamt aber wohl nichts davon gemerkt, weil andere Teilbereiche die entstandenen Lücken gefüllt haben, so PitchforkAssistant, der Moderator des Subreddit r/aww. Zwar waren auch bei Redaktionsschluss weiterhin mehr als 1800 von rund 8800 Subreddits nicht öffentlich einsehbar. Dabei handelt es sich aber fast ausschließlich um kleine Teilbereiche. (jo@ct.de)



Alles wieder wie vor dem Protest: Statt ausschließlich Bilder des Comedians John Oliver zeigt das Forum r/Pics jetzt auch wieder Katzenbilder.

## DSA: Mehr Datenschutz bei TikTok

TikTok hat eine Reihe von Neuerungen für seine Timelines und Werbemechanismen angekündigt. So sollen europäische Nutzer die Möglichkeit erhalten, die **Personalisierung des Empfehlungssystems abzuschalten**. Der Dienst würde in ihren „Für dich“- und Live-Feeds dann regional oder international beliebte Videos anzeigen, aber nicht mehr die persönlichen Interessen für die Empfehlungen auswerten, teilt der Betreiber mit.

In „Folge ich“- und Freunde-Timelines werden auch mit der neuen Option weitere Videos von TikTokern auftauchen, denen die Nutzer folgen – aber in chronologischer Reihenfolge und ohne Auswertung von Personenprofilen. Auf ähnliche Weise will TikTok die Suchergebnisse anpassen.

Konten von Jugendlichen unter 16 Jahren sind standardmäßig „privat“. Nutzer im Alter von 13 bis 17 Jahren erhalten in Europa keine Werbung mehr, die auf ihren Aktivitäten auf oder außerhalb von TikTok basiert. Nutzer sollen Inhalte, die sie für illegal halten, einfacher melden können. Die Moderation soll transparenter werden. Mit diesen Neuerungen will TikTok seinen Pflichten aus dem Digital Services Act (DSA) der EU nachzukommen. (jo@ct.de)

## Google: Mehr Sicherheit

Google macht es einfacher, **Bilder aus dem Suchindex zu entfernen**, auf denen man nackt oder bei sexuellen Handlungen zu sehen ist. Das betrifft auch Bilder von Personen unter 18 Jahren sowie solche, die persönliche Informationen enthalten oder auf einer Seite zu finden sind, bei der die Entfernung von Inhalten kostenpflichtig ist. Um die Löschung zu beantragen, muss man ein Formular ausfüllen.

Weitere Neuerung: Der SafeSearch-Filter in der Bildersuche kann zukünftig als Option explizite oder anstößige Bilder in den Suchergebnissen verwischen und erst auf Anforderung kenntlich machen. (jo@ct.de)

## c't <webdev>: Das Programm steht

Mitte November dreht sich in Köln alles um das Thema **Frontend-Entwicklung**. An zwei Tagen, dem 15. und 16. November, behandeln knapp 40 Talks die gesamte Bandbreite des Themas. Einige Highlights des Konferenzprogramms: Manuel Mauky zeigt, wie man Accessibility und Web Components unter einen Hut kriegt. Martina Kraus erklärt, warum es gerade jetzt sinnvoll ist, in die Welt von Web Assembly einzusteigen. Und Se-



bastian Springer wirft einen Blick in die Zukunft der Webentwicklung nach den SPAs.

Auf der Homepage der Veranstaltung unter [www.ctwebdev.de](http://www.ctwebdev.de) finden Sie

das gesamte Programm, auch für die ganztägigen Workshops am 14.

November. Wer sich bis zum 17. Oktober entscheidet, ein Ticket für die zwei Konferenztage zu kaufen, bezahlt nur 749 Euro. Danach kostet es 849 Euro. (jo@ct.de)



## TomTom findet neue Wege

**Noch 2012 ätzte der niederländische Navigationskonzern, immerhin Mitgründer von OpenStreetMap, über die Qualität von Open-Source-Karten. Nun verpartnert er sich mit Overture Maps, einer Plattform mit Schwergewichten wie Meta, Microsoft und Amazon für noch bessere freie Karten.**

Der einstige Navi-Gigant TomTom sucht seit Längerem nach Möglichkeiten, sein Kartengeschäft neu aufzugleisen, zumal sich mit Navigationsgeräten immer weniger verdienen lässt und im September auch die letzten Datenserver für TomTom-Sportuhren abgeschaltet werden.

Seit Ende letzten Jahres beteiligt sich TomTom am Kooperationsprojekt Overture Maps. Mit dabei sind Amazon, Meta, Microsoft und eben TomTom. Das Projekt soll interoperable Kartendaten erzeugen und zielt auf eine Erweiterung des Materials, das etwa OpenStreetMap bereitstellt. Auf einer Beispielkarte des Projektes sind 3D-Modelle von Gebäuden zu sehen, was ein Hinweis darauf sein könnte, dass die Karten fürs autonome Fahren fit gemacht werden sollen.

Sämtliche Kartendaten sollen unter einer Open-Data-Lizenz frei verfügbar und erweiterbar sein. TomTom will die Kartendaten wiederum für seine neu geschaffene Maps-Plattform einsetzen. Das Unternehmen nutzt dafür seine nunmehr engen Beziehungen zur OpenStreetMap-Community, Sensordaten und Zulieferungen von Partnern und verabschiedet sich von komplett selbst generiertem Material.

Die neue Plattform soll mehr Datentypen umfassen und Nutzern aktuellere Karten durch schnellere Updatezyklen bieten.

(mil@ct.de)

Bild: Overture Maps



**Overture Maps zeigt in Sample-Karten bereits 3D-Ansichten.**

# EXTRA

## COMPUTER GMBH

IHR PARTNER FÜR

BUSINESS- UND INDUSTRIE-IT

extracomputer.de

Unsere Eigenmarken:

**exzone**

**calmo**

**Pokini**

EXTRA Computer GmbH

Brühlstraße 12 · 89537 Giengen-Sachsenhausen · [www.extracomputer.de](http://www.extracomputer.de)

# Die größten Risiken von ChatGPT & Co.

**Prompt Injections, Nutzung ungeprüfter Antworten, das Vergiften von Trainingsdaten: Das Sicherheitsprojekt OWASP hat eine Top 10 der Sicherheitsrisiken beim Einsatz großer Sprachmodelle veröffentlicht.**

Große Sprachmodelle (Large Language Models, LLMs) eröffnen neue Bedrohungsszenarien für (Web-)Anwendungen. Dem trägt das Sicherheitsprojekt Open Worldwide Application Security Project, OWASP, jetzt Rechnung. Es hat mit etwa 500 Experten aus aller Welt die zehn wichtigsten Schwachstellen von LLMs zusammengetragen.

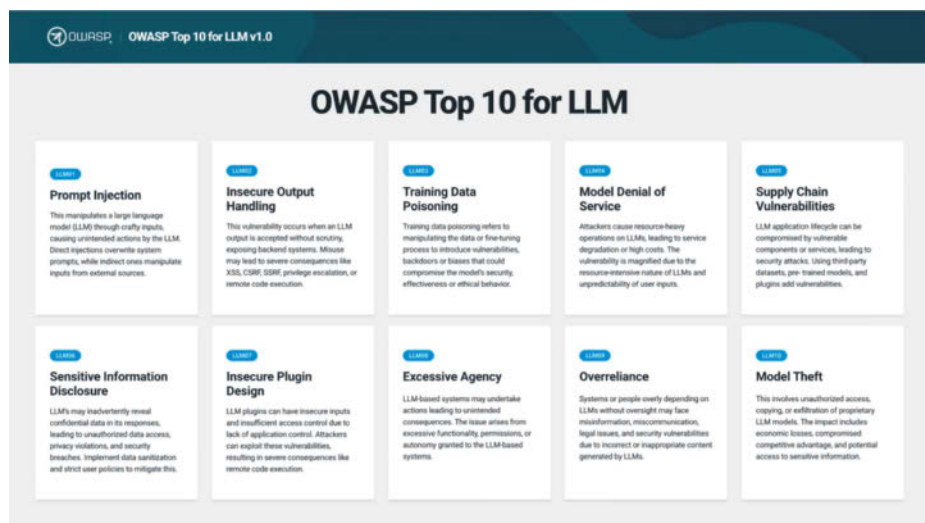
Demnach ergibt sich das größte Bedrohungspotenzial durch sogenannte Prompt Injections. Dabei versuchen Angreifer, LLMs durch gezielte Eingaben dazu zu bringen, in ihrem Sinne zu agieren – zum Beispiel, um Eingaben anderer Be-

nutzer abzufangen (siehe auch c't 10/2023, S. 26).

Als Punkt zwei führt das Projekt das unsichere Behandeln der Ausgabe auf seiner Liste, also die direkte Nutzung des Outputs von Sprachmodellen zum Beispiel in System-Shell oder Browsern. Damit können Angreifer zum Beispiel schädlichen Code direkt auf Backend-Systemen zum Einsatz bringen. Und indem sie ein Modell mit vergifteten Trainingsdaten füttern, Punkt drei, können Angreifer seine Sicherheit, Effektivität oder seine Ethik unterminieren.

Die Sicherheitsexperten beschreiben in ihrer Auflistung Angriffsszenarien sowie Verteidigungsstrategien. Wer sich zum recht neuen Thema der Sicherheit von Sprachmodellen klug lesen will, der findet auf der Homepage des OWASP reichlich Lernmaterial. (jo@ct.de)

**OWASP-Liste und Materialien:** [ct.de/ybxm](https://owasp.org/llm-top10/)



Mit seiner Liste gibt das OWASP-Projekt jetzt Programmierern auch für die Entwicklung von KI-Anwendungen Orientierung.

## KI erlauscht Tastatureingaben

Ein Forscherteam von den Universitäten Durham und Surrey sowie der Royal Holloway University of London hat in einer Arbeit eine beunruhigende **Angriffsmöglichkeit auf Tastatureingaben** beschrieben. Sie haben die Anschläge auf einem MacBook Pro mit dem Mikrofon eines iPhone aufgezeichnet und ein KI-Modell damit

trainiert. Die künstliche Intelligenz erfass-te anschließend die Tastatureingaben auf dem Laptop mit einer Genauigkeit von 95 Prozent korrekt. Zeichneten die Forscher die Anschläge per Zoom-Konferenz auf, um daraus Trainingsmaterial zu gewinnen, lag die Quote noch bei beachtlichen 93 Prozent. (jo@ct.de)

## Website-Sperre für GPTBot

Website-Betreiber können die Inhalte auf ihren Seiten jetzt davor schützen, dass der Crawler des ChatGPT-Betreibers OpenAI sie ausliest. **Damit kann das Unternehmen sie nicht mehr für das Training nutzen.** Der Crawler hält sich laut OpenAI an die Angaben der Datei robots.txt. Mit so einer auf der Website hinterlegten Datei können Webmaster schon seit vielen Jahren Crawler – häufig auch Bots genannt – aller Art aussperren, zum Beispiel solche von Suchmaschinen. Um GPTBot, den OpenAI-Crawler, komplett abzuweisen, genügen die zwei Zeilen:

```
User-agent: GPTBot
Disallow: /
```

Der GPTBot lässt sich aber auch gezielter steuern, zum Beispiel kann man ihm erlauben, nur bestimmte Verzeichnisse aus-zulesen. Details finden sich in einem Blog-beitrag bei OpenAI. (jo@ct.de)

**Blogbeitrag:** [ct.de/ybxm](https://openai.com/blog/gptbot-robots-txt/)

## KI-Webinare von c't und iX

Das dreistündige c't-Webinar **ChatGPT, Midjourney & Co.** am 19. September hilft, die Technik von Sprachmodellen zu verstehen und den Einfluss generativer KI auf Arbeit, Gesellschaft und Unternehmen einzuschätzen. Ein Ticket für das Webinar mit den c't-Redakteuren Jo Bager und Hartmut Gieselmann sowie dem Heise-Verlagsjustiziar Joerg Heidrich kostet 49,90 Euro.

Die iX erklärt gemeinsam mit der heise Academy in der Webinarreihe **Es gibt nicht nur ChatGPT: Sprachmodelle im Unternehmenseinsatz** die Funktionsweise großer Sprachmodelle. Die Serie aus fünf Webinaren gibt einen Überblick über frei verfügbare Sprachmodelle und das Hugging-Face-Ökosystem und zeigt, wie man die Sprach-KIs auf die Anforderungen im Unternehmen zuschneidet. Am 21. September startet das erste der jeweils vierstündigen Webinare, die je 169 Euro kosten (oder 595 Euro im Paket).

# Copilot soll Code sauber referenzieren

**GitHub hat seinen KI-Programmierassistenten um eine Funktion ergänzt: Sie soll öffentliche Repositories nach Code durchsuchen, der den Vorschlägen des KI-Assistenten entspricht.**

Der Code-Repository-Hosting-Dienst GitHub hat „Copilot With Code Referencing“ gestartet. Der Assistent soll nun erkennen, wenn seine Vorschläge dem Code in anderen Repositories entsprechen. Dazu durchsucht er die öffentlichen Repositories auf GitHub nach Übereinstimmungen mit den Vorschlägen, wobei er umgebenden Code von etwa 150 Zeichen berücksichtigt.

Findet das Tool gleichen Code, kann es ihn dem Entwickler direkt im Editor präsentieren. Zusätzlich zeigt es die zugehörigen Lizenzen zu den Treffern an. Entwickler können wahlweise darauf verzichten, den Code zu übernehmen, ihn mit Hinweisen auf das Original inklusive der Lizenz versehen oder das Original als Dependency ins Projekt einbinden.

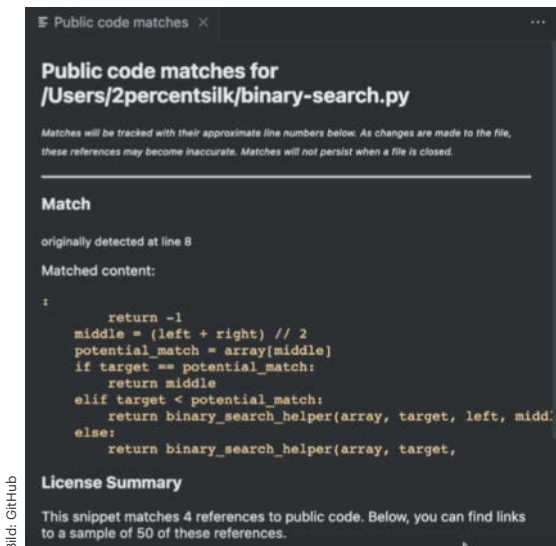
Das neue Tool ist offenbar eine Reaktion auf anhaltende Kritik an Copilot. Entwickler werfen GitHub vor, das Tool übernehme immer wieder öffentlich verfügbare Code-Ausschnitte für seine Ausgabe, liefere dabei aber keinerlei Hinweise auf die Quelle. (jo@ct.de)

## Kurz & knapp

OpenAI hat der kostenpflichtigen Version von ChatGPT ein Update verpasst. So greift der Bot nun **automatisch auf das Modell GPT-4** zu statt auf GPT-3.5. Kommt man in der Konversation mit dem KI-Bot nicht weiter, soll ChatGPT künftig zielführende Prompts anbieten. Damit sollen sich die Ergebnisse optimieren lassen, bis die vorgeschlagene Antwort den Erwartungen entspricht.

Mit seiner **AI Workbench** führt Nvidia viele Open-Source-Tools für KI in einem Werkzeug zusammen. Der Benutzer kann einen Bildgenerator oder ein großes Sprachmodell als Basis laden, Inhalte generieren, aber auch die Datensätze anpassen – und zwar auf dem eigenen Rechner oder bei Bedarf in der Cloud. Interessierte können sich auf Nvidias Website auf die Warteliste für einen Early Access setzen lassen.

Im April hatte das **Smallville-Experiment** viel Aufsehen erregt, in dem ein Sprachmodell 25 Agenten steuerte, die in einer nach dem Vorbild des Computerspiels „Die Sims“ simulierten Kleinstadt „leben“. Jetzt wurde der Code für Smallville als Open Source veröffentlicht.



**Die neue Erweiterung von GitHubs Copilot zeigt im Editor Fundstücke zum Codevorschlag mit den zugehörigen Lizenzen an.**



## Streiche können teuer werden.

Wie Sie sich gegen Attacken auf Ihre IT-Infrastruktur wappnen können, erfahren Sie in unseren Seminaren und Workshops.

[www.cyber-akademie.de](http://www.cyber-akademie.de)

**CAk**  
Cyber Akademie

**Jetzt Kurse buchen!**





# Meta macht Musik

## KI-Generatoren erzeugen Musik und Geräusche

**Metas KI-Sammlung AudioCraft erzeugt per Text-Prompt Musik oder Geräusche wie eine Polizeisirene und kodiert Audiostreams mit erstaunlich niedrigen Bitraten. Wir haben hingehört, wie gut die Generatoren der Facebook-Mutter klingen.**

Von Kai Schwirzke

Bereits vor einigen Wochen stellte Meta die KI MusicGen vor, die ähnlich wie Riffusion (siehe c't 6/2023, S. 123) Musikstücke auf Basis von Eingaben am Text-Prompt generiert. Die Tags „summer feeling, caribbean beach, sundowner“ sollen beispielsweise in beschwingtem Reggae münden, passend zum Feierabend-Drink. Ähnlich funktioniert das ebenfalls von Meta entwickelte AudioGen, nur dass anhand von Texteingaben Soundeffekte oder Geräuschkulissen entstehen. Als drittes Glied in der Sammlung AudioCraft fungiert EnCodec, ein KI-basierter De- und Encoder, der weitaus effizienter arbeiten soll als rein algorithmische Verfahren wie MP3.

Die Entwickler fütterten AudioGen während der Trainingsphase über ein GAN (Generative Adversarial Network) mit zehn Soundsets (rund 4000 Stunden Material), darunter die frei zugänglichen BBC Sound Effects und die Free To Use Sounds. Als Sampling-Rate entschied man sich für 16 kHz – hohe Frequenzen werden also bei 8 kHz abgeschnitten.

Für MusicGen nutzte Meta rund 20.000 Stunden an lizenziertem Trainingsmaterial, darunter Musik von Shutterstock und Pond5. MusicGen bezieht die Ideen für seine „Kompositionen“ aber nicht nur aus dem Trainingsmaterial. Es lässt sich darüber hinaus mit einer Melodie füttern, an der sich die KI dann orientieren

soll (melody-guided music generation). Dazu nutzt MusicGen Chromagramme, eine spezielle Methode, die Tonhöhenverteilung in einem Musikstück zu repräsentieren.

Auch wenn MusicGen nur anhand von 30-sekündigen Musikschnipseln trainiert wurde, lassen sich dennoch Zweiminüter errechnen. Dazu verschiebt die KI das bei längeren Stücken für den Algorithmus „sichtbare“ Fenster um zehn Sekunden nach vorne, um einen nahtlosen und musikalisch sinnvollen Anschluss zu erzeugen.

Beide KI-Modelle generieren die gänzlich neuen Klänge aus sogenannten Token, jedes zwei Millisekunden lang. Dazu arbeiten sie auto-regressiv: Die Modelle schauen in die „Vergangenheit“ und prüfen selbstständig die Plausibilität des berechneten Audiostreams.

### Besser als MP3

EnCodec komprimiert Audiodateien mithilfe eines neuronalen Modells, das im Vergleich zu anderen Lösungen weniger Artefakte erzeugen soll. Das erreichen die Entwickler nach eigenen Angaben unter anderem über ein speziell kuratiertes Trainingsset, das den Algorithmus für typische Fallstricke (etwa unerwartete Frequenzkonstellationen) „sensibilisiert“.

Der Codec arbeitet in Stereo mit 48 kHz Sampling-Frequenz bei Bandbreiten von 3 bis 24 kbps. Ebenso steht ein mono-phoner Modus mit 24 kHz (1,5 bis 12 kbps) zur Verfügung. Alternativ trainierte Meta für EnCodec auch ein Diffusion-Modell,


Multi-Band Diffusion Framework genannt (MBD). Dieser Ansatz produziert gerade bei niedrigen Bitraten deutlich besser klingende Audiodateien, die MP3-Qualität mit einem Bruchteil der Bandbreite erzielt.

EnCodec kommt auch innerhalb der generativen Prozesse bei Music- und AudioGen zum Einsatz. Der Codec komprimiert zunächst die ursprünglichen Daten, um die resultierende Sequenz anschließend wieder in qualitativ höherwertiges Audio umzuwandeln.

### Wie klingt's?

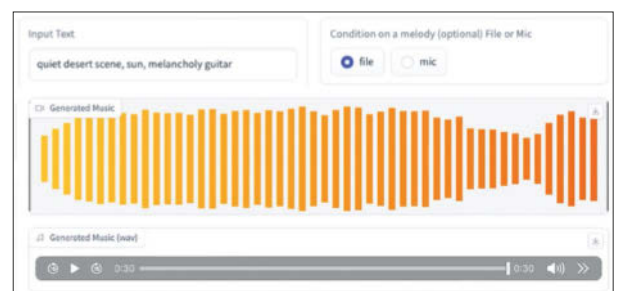
So faszinierend Metas Beitrag zur textbasierten Generierung von Musik und Geräuschen aus Sicht des Informatikers sein mag, so ernüchternd tönen die Ergebnisse. MusicGen gelingt es nicht, mehr als ein, zwei Handvoll zusammenhängender Takte zu erzeugen, die zudem in schlechter Audioqualität vorliegen. Bestenfalls klingt das, als habe man die Begleitautomatik eines Mittelklasse-Keyboards mit einem Atari ST digitalisiert. Die melodischen Fähigkeiten bleiben marginal.

Für die von SoundGen erzeugten Klänge gilt Ähnliches: Die vergleichsweise wenig komplexe Bitte, ein zwanzigsekündiges Sample von einem auf einer viel befahrenen Autobahn beschleunigenden Motorrad zu berechnen, mündet in diffusen Hintergrundrauschen, das von kurzen Gasstößen unterbrochen wird. Auch hier fehlt noch die Kohärenz über die Zeit.

Wer Metas KI-Audiosuite ausprobieren möchte, kann die quelloffene Software zu Hause installieren. Am einfachsten klappt das mit Pinokio, einem Git-Installer für Windows, macOS und Linux. Das Programm installiert AudioGen automatisch mit wenigen Mausklicks und kommt ohne Terminal-Fenster aus. Auf dem Mac mussten wir allerdings die benötigten FFMPEG-Binaries händisch ergänzen. Optionen wie das MDB-Framework benötigen zudem eine Cuda-Unterstützung. (hag@ct.de) 

**Studien, Quellen & Tools:** [ct.de/y3we](https://ct.de/y3we)

**MusicGen erzeugt auf eine Textvorgabe genre-typische Hintergrundmusik, die ähnlich dahinplätschert wie die Begleitautomatik eines schlecht digitalisierten Keyboards.**



# SUSE, Oracle und CIQ gründen Enterprise-Linux-Verband

**Die Red-Hat-Konkurrenten formen eine Allianz, um Quelltexte und Werkzeuge für Nachbauten von Red Hat Enterprise Linux offen bereitzustellen.**

Die Geschichte um Red Hat Enterprise Linux (RHEL) und die Verfügbarkeit von dessen Quelltexten geht in die nächste Runde. Die Red-Hat-Konkurrenten SUSE, Oracle und CIQ haben angekündigt, eine Handelsorganisation namens Open Enterprise Linux Association (OpenELA) zu gründen. Über die OpenELA wollen die drei Unternehmen der Community Zugriff auf Quelltexte, Tools und Systeme geben, die benötigt werden, um ein mit RHEL kompatibles Enterprise-Linux zu erstellen. Laut Webseite sei man derzeit dabei, OpenELA im US-Bundesstaat Delaware als Non-Profit-Organisation anzumelden. Der Vorstand soll zunächst paritätisch mit Vertretern der Gründungsunternehmen besetzt werden.

CIQ ist die Firma von Gregory Kurtzer, der mit CentOS und Rocky Linux bereits zwei RHEL-Klone initiierte. Oracle vertreibt seit Jahren einen eigenen RHEL-Nachbau. SUSE hatte im Juli angekündigt, mindestens 10 Millionen US-Dollar in einen RHEL-Nachbau zu investieren, obwohl es mit SUSE Linux Enterprise (SLE) bereits eine eigenständige Profi-Distribution im Portfolio hat. Red Hat gab im Juni bekannt, die Quelltexte bestimmter RHEL-Versionen fortan nicht mehr als ausgepackte Quellpakete (Source RPM) anzubieten, sondern nur noch über das Kundenportal sowie im CentOS-GitLab.

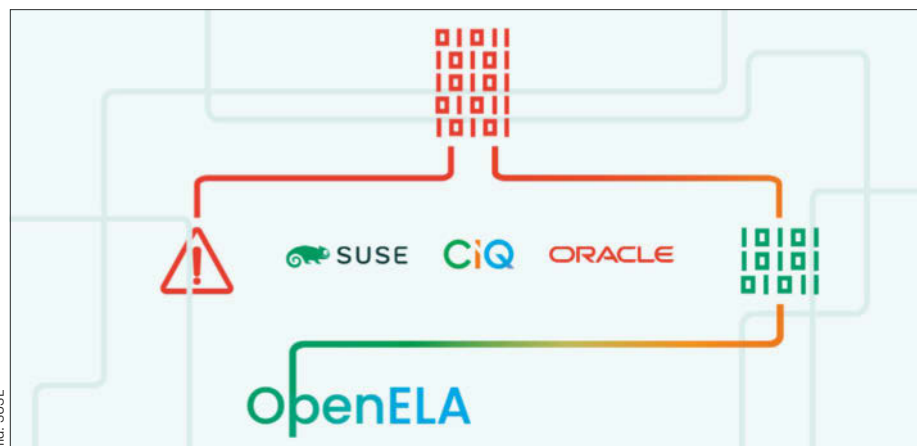
Aus Letzterem lässt sich RHEL aber nicht so komfortabel nachbauen wie bisher.

In der Pressemitteilung kündigen die Gründungsmitglieder von OpenELA an, im Laufe des Jahres Quellen für die RHEL Versionen 8 und 9 bereitzustellen – eventuell gefolgt von Quellcode für RHEL 7. Ziel sei es, alles verfügbar zu machen, was für eine „1:1, Bug-für-Bug-kompatible Version“ nötig sei. Der RHEL-Nachbau AlmaLinux hatte erst kürzlich entschieden, zwar kompatibel mit RHEL zu bleiben, aber das Ziel einer 1:1-Kopie aufzugeben. Die OpenELA will Downstream-Distributionen neben den Quellen auch Anleitungen zum Testen und ein Branding-Kit bereitstellen.

Bisher ist von all dem aber nichts zu sehen. Die Webseite nennt sieben Gründungsprinzipien, darunter Open-Source-Software, Unabhängigkeit, Transparenz und Nachhaltigkeit, aber vermeidet konsequent den Namen RHEL und spricht nur von „EL“. Ein Screenshot suggeriert eine eigene GitLab-Instanz unter [git.openela.org](https://git.openela.org), die aber bis Redaktionsschluss nicht erreichbar war. Die Kollaboration läuft – eher untypisch für Open-Source-Projekte – über Slack, wo zuletzt circa 400 Personen angemeldet waren. Der verlinkte GitHub-Account enthält nur den Code für die Webseite.

Die OpenELA hat das Potenzial, ihre hochgesteckten Ziele zu erreichen. Es bleibt die Frage, warum die Mitglieder nicht ihre Kräfte bündeln, um ein unabhängiges Enterprise-Linux zu erstellen, statt RHEL zu kopieren. (ktn@ct.de)

**Links zu Open-ELA:** [ct.de/y9mv](https://ct.de/y9mv)



Mit einer kryptischen Grafik kündigen CIQ, SUSE und Oracle die Gründung der Open Enterprise Linux Association an.

## exklusiv INKLUSIV

Eine inklusive Gesellschaft ohne digitale Barrieren und ohne Ausnahmen. Eine Gesellschaft, in der es die Regel ist, dass Dokumente, Webseiten und Apps barrierefrei sind.

Heute noch Vision, morgen Realität!

Das Kompetenzzentrum Digitale Barrierefreiheit an der Hochschule der Medien unterstützt Sie dabei.

**Melden Sie sich bei unseren praxisbezogenen Online-Workshops „Das 1x1 der Digitalen Barrierefreiheit“ an (begrenzte Teilnehmerzahl).**

Die Workshops starten am 04.10.2023. Weitere Infos auf [barrierefreiheit.hdm-stuttgart.de](https://barrierefreiheit.hdm-stuttgart.de).

- Einführung zur Digitalen Barrierefreiheit
- Vielfalt der Benutzerbedürfnisse
- Barrierefreie Word-Dokumente
- Barrierefreie PowerPoint-Folien
- Barrierefreie PDF-Dokumente aus Word
- Barrierefreie PDF-Formulare aus Word
- Barrierefreies Multimedia
- Easy Web Check: Webseiten einfach auf Barrierefreiheit überprüfen
- Easy App Check: Apps einfach auf Barrierefreiheit überprüfen
- Barrierefreie Veranstaltungen
- Gesetze und Standards zur Digitalen Barrierefreiheit

WORKSHOPS



**Sichern Sie sich jetzt einen Platz!**

**Oder nutzen Sie unsere systematisch aufgebauten Online-Abo-Kurse zum Selbstlernen.**

ABO-KURSE

Folien, Videos, Quizfragen und Hausaufgaben mit Musterlösung: Wir bieten Ihnen praxisnahe Anleitungen für barrierefreie Websites, Apps und Dokumente zum Selbststudium oder als Material für Lern- und Austauschgruppen. Fragen Sie nach einem kostenlosen Schnupper-Abo für Ihr Unternehmen unter [barrierefreiheit@hdm-stuttgart.de](mailto:barrierefreiheit@hdm-stuttgart.de).



**Buchen Sie jetzt Ihre persönliche Auswahl an Abo-Kursen!**

# Unerwünschte Lagerräumung

## Grober Konfigurationsfehler im Drucksystem CUPS

**Der Druckspezialist Gerhard Muth hat mehrere Schwachstellen im Drucksystem CUPS gefunden, das auf unixoiden Betriebssystemen verbreitet ist. Diese halten Angreifern seit Jahren die Tür zu unvermutet aufbewahrten PDF-Dokumenten offen.**

Von Gerhard Muth und  
Dušan Živadinović

Angreifer mit Zugang zum lokalen Netz können ohne Mitwirkung von CUPS-Benutzern und ohne deren Kennwort ausgedruckte PDF-Dokumente herunterladen (CVE-2023-32360, siehe [ct.de/yzxt](https://ct.de/yzxt)). Das ist heikel, weil die Dokumente beliebige vertrauliche Informationen enthalten können, beispielsweise Kommunikation mit Geschäftspartnern, Mitarbeiterbewertungen oder Passwörter. Wenn man den CUPS-Server in der Router-Konfiguration über das Internet erreichbar gemacht hat, lässt sich der Fehler auch aus der Ferne ausnutzen. Erschwerend kommt hinzu, dass CUPS (Common Unix Printing System), anders als in der Konfiguration eingetragen, nicht alle 24 Stunden aufräumt, sondern gedruckte PDF-Dokumente teils monatelang verwahrt.

Die einzige Voraussetzung zum Ausnutzen dieser Schwachstelle ist, dass auf dem betreffenden System die Druckerfrei-

gabe im Netzwerk aktiviert ist; es muss kein bestimmter Drucker ausgewählt sein.

CUPS wird seit einiger Zeit von Apple und von der Entwicklergruppe OpenPrinting in zwei Zweigen gepflegt. Apple setzt CUPS in eigenen Varianten auf macOS, iOS und iPadOS ein, während viele Linux-Distributionen den OpenPrinting-Zweig nutzen. Lediglich iOS und iPadOS sind nicht gefährdet, denn sie enthalten keine Serverfunktionen.

### Mehrere Fehler

Es ist unklar, wie lange CUPS ausgedruckte Dokumente im Spool-Verzeichnis verwahrt. Immerhin stößt das Herunterladen dieser Dokumente doch noch die Aufräumaktion an, wonach alle alten PDFs gelöscht sind, egal wie alt. Danach gedruckte Dokumente bleiben dann tatsächlich so wie konfiguriert maximal 24 Stunden liegen (siehe Variable `PreserveJobFiles` in der Konfigurationsdatei).

Der Konfigurationsfehler lässt sich mit jeder Software ausnutzen, die für den Download von Dokumenten aus dem Spool-Verzeichnis ausgelegt ist. Gerhard Muth informierte Apple und OpenPrinting bereits im Herbst 2022 darüber. Anschließend wurde die Lücke in beiden CUPS-Zweigen gefixt und Apple lieferte im Mai dieses Jahres die Fixes für macOS 11, 12 und 13 aus. Doch die meisten Linux-Distributionen nahmen das korrigierte CUPS 2.4.3 nicht auf und blieben bis zum Drucktermin dieses Artikels unbehandelt.

Beispielsweise hält das Repository für Debian Buster nur CUPS 2.2.10-6+

deb10u7 vor. Ähnlich sieht es bei Debian Bullseye aus (2.3.3) und auch Ubuntu enthielt kurz vor Druckschluss dieses Artikels nur CUPS 2.4.2. Ursache dürfte sein, dass die Release Notes keinen Hinweis auf Lücke und Fix enthalten (siehe [ct.de/yzxt](https://ct.de/yzxt)).

### Dichtmittel in Handarbeit


Falls für Ihr System kein aktuelles CUPS erhältlich ist, können Sie es in Eigenregie abdichten. Die CUPS-Version kann man beispielsweise mit dem Webbrowser über die URL <http://localhost:631> auslesen. Um das Loch zu schließen, öffnen Sie <http://localhost:631/admin> und fügen der Konfiguration im Abschnitt „Default Policy“ ein neues Limit für CUPS-Get-Document hinzu:

```
<Limit CUPS-Get-Document>
  AuthType Default
  Require user @OWNER @SYSTEM
  Order deny,allow
</Limit>
```

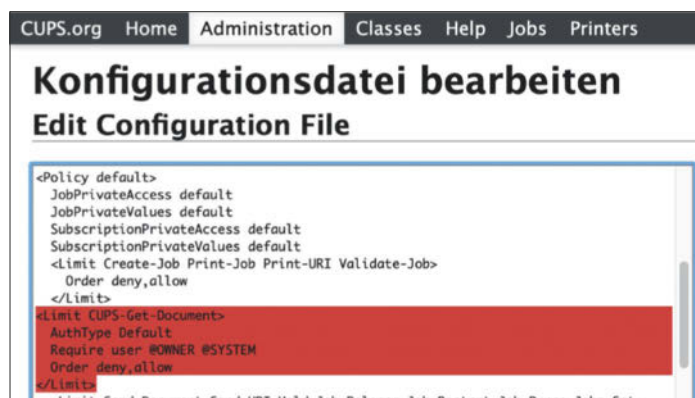
Entfernen Sie dann die schon ab Werk eingetragene und ungenügende Definition des Limits. Damit die Änderung übernommen wird, startet man den Druckserver neu. Auf Debian führen Sie dazu `sudo systemctl restart cups` aus. Auf macOS erledigen das diese drei Befehle:

```
sudo su
launchctl unload -w /System/Library/
LaunchDaemons/org.cups.cupsd.plist
launchctl load -w /System/Library/
LaunchDaemons/org.cups.cupsd.plist
```

Anschließend gewährt CUPS den Zugriff auf bevorratete PDF-Dokumente nur nach Authentifizierung. Das haben wir mit CUPS 2.4.1 ausprobiert. Mit älteren CUPS-Versionen sollte der kleine Trick ebenfalls funktionieren.

Linux-Nutzer können sich alternativ mit einer CUPS-Installation aus Canonicals App-Store Snap behelfen ([ct.de/yzxt](https://ct.de/yzxt)). (dz@ct.de) 

**CUPS Release Notes, Snap Store:**  
[ct.de/yzxt](https://ct.de/yzxt)



Die Konfiguration des Druckerservers CUPS lässt sich beispielsweise über einen Browser bearbeiten und abdichten. Das empfiehlt sich wegen einer Schwachstelle für Versionen bis einschließlich 2.4.2.



## Fujitsu stellt PC-Geschäft in Europa ein

**Notebooks, Desktop-PCs und andere Client-Geräte werden nur noch bis April 2024 verkauft.**

Fujitsu hat Anfang August bekannt gegeben, sich künftig in Europa auf Server, Rechenzentren und Infrastrukturlösungen zu fokussieren und das Geschäft mit Client-Geräten einzustellen. Zu diesen zählen alle Notebooks (Markenname Lifebook), Desktop-PCs (Esprimo), Tablet-PCs (Stylistic), Workstations (Cel-sius) und Thin Clients (Futro). Die Entscheidung dürfte mit dem seit einiger Zeit schwachen PC-Markt zusammenhängen.

Fujitsu will bestehende Baureihen noch bis April 2024 ausliefern. Das Unternehmen verspricht allerdings, bestehende Serviceverträge weiterhin zu erfüllen, was im Maximalfall bei einer Garantieverlängerung auf fünf Jahre also auf April 2029 hinausläuft.

Schon 2018 hatte Fujitsu angekündigt, bis 2020 die ursprünglich von Siemens übernommene Hardwareproduktion in Augsburg zu beenden. Es war die letzte Computerfertigung in Europa. Der-einst liefen dort auch Amilo-Notebooks vom Band, bevor anno 2009 das Joint Venture Fujitsu Siemens Computer aufgelöst wurde und Fujitsu sich in diesem Rahmen bereits aus dem Geschäft mit Privatleuten zurückgezogen hat.

Das danach verbliebene Client-Geschäft für Geschäftskunden war zuletzt ebenfalls ein Joint Venture, an dem Lenovo die Mehrheit hält. Daher wäre es denkbar, dass die Marke Fujitsu in anderen Märkten erhalten bleibt: In Japan verkauft Lenovo etwa auch Notebooks unter der Marke NEC. Und Sonys ehemalige Notebooksparte ist dort weiterhin als eigenständige Vaio Corporation unterwegs.

Obendrein muss ein Abschied nicht final sein, sondern kann je nach Markt-



**In den kommenden Monaten werden Fujitsus Lifebooks vom europäischen Markt verschwinden.**

umfeld wieder revidiert werden: 2009 war LG und 2014 dann auch Samsung aus dem europäischen Notebookmarkt ausgestiegen, doch seit ein paar Jahren sind beide hierzulande wieder aktiv. (mue@ct.de)



# HOME PILOT

### Smartes Wohnen leicht gemacht

Mit den wirklich cleveren Do-it-yourself-Lösungen von HOMEPILOT verwandelst du Haus oder Wohnung ganz einfach in dein persönliches Smart Home. So steuerst du Rollläden, Beleuchtung, Heizung und vieles mehr ganz bequem per Spracheingabe oder App mit deinem Smartphone. Entdecke jetzt die ganze Welt von HOMEPILOT:

[homepilot-smarthome.com](https://homepilot-smarthome.com)

# SMART BUT SIMPLE

# Im Behördendschungel

## Bundesregierung entscheidet Streit um Plattformaufsicht

**Die Ampelregierung muss sich sputen, den europäischen Digital Services Act in die deutsche Rechtslandschaft einzupassen. Ein erster Gesetzentwurf zeigt, dass der Bundesnetzagentur eine Schlüsselrolle bei der Aufsicht zukommt. Das gefällt nicht jedem.**

Von Falk Steiner

Die EU-Verordnung zur Plattformregulierung (Digital Services Act, DSA) wirft ihre Schatten voraus. Sie wird am 17. Februar 2024 als unmittelbares Gesetz in allen Mitgliedsstaaten voll wirksam. Bis dahin müssen alle Regierungen einige Weichen stellen. Die Wichtigste: Der DSA verlangt, dass jeder Staat eine Aufsichtsbehörde, seinen sogenannten „nationalen Koordinator“, benennt. In Deutschland hat nun die Bundesregierung unter dem Namen „Digitale-Dienste-Gesetz“ (DDG) ein Bündel von Gesetzesänderungen vorgeschlagen.

Nach monatelangem Streit ist damit klar, dass sich das Digitalministerium unter Bundesminister Volker Wissing (FDP) für die Bundesnetzagentur (BNetzA) als DSA-Aufsicht entschieden hat. Die Bonner Behörde soll für alle anderen europäischen Behörden und die EU-Kommission Hauptansprechpartner sein, wenn es darum geht, den DSA in Deutschland durchzusetzen. Bei ihr soll dafür eine spezielle Abteilung geschaffen werden, die unabhängig agieren darf – wie vom EU-Gesetzgeber vorgesehen.

Die EU macht es den nationalen Gesetzgebern nicht leicht: Der DSA enthält als sogenanntes Omnibusgesetz ein großes Durcheinander an Regelungsinhalten. Neben Vorschriften dazu, wie schnell Plattformen illegale Nutzer sperren müssen, finden sich auch Vorschriften für den Kinder- und Jugendmedienschutz und

noch dazu datenschutzrelevante Vorgaben. Dies schlägt sich im Entwurf zum Digitale-Dienste-Gesetz nieder, das die Kontrolle folgerichtig über mehrere Instanzen verteilt.

So soll der Bundesbeauftragte für den Datenschutz datenschutzrelevante Vorschriften durchsetzen, der Kinder- und Jugendmedienschutz obliegt der Bundeszentrale für Kinder- und Jugendmedienschutz (BzKJ). Die BzKJ kennt man eher unter ihren Vorläufernamen „Bundesprüfstelle für jugendgefährdende Medien“. Sie soll nun beispielsweise sicherstellen, dass die Plattformen Vorgaben zur Altersverifikation durchsetzen.

### Föderalismus gefährdet?

Dem Entwurf zufolge sollen also ausschließlich Bundesbehörden die Aufsicht übernehmen. Kritiker sehen hier Konflikte mit dem Föderalismusprinzip vorgezeichnet. Die Landesmedienanstalten spielen in dem Vorschlag keine Rolle, obwohl genau sie in Deutschland für die Me-

dienaufsicht zuständig sind. „Die Aufgabenverteilung zwischen Bund und Ländern ist verfassungsrechtlich festgeschrieben und kann nicht durch ein beliebiges Gesetz ignoriert werden“, mahnt der Chef der Landesmedienanstalt NRW, Tobias Schmid: „Die aktuelle Regelung übersieht das Gebot der Staatsferne für die Aufsicht über Medieninhalte, aber vor allem schwächt sie den Schutz von Kindern und Jugendlichen im Netz.“ Die Medienanstalten der Länder hätten beim Jugendschutz eine Vorreiterrolle in Europa, argumentiert Schmid.

In einem anderen Feld gibt es ebenfalls noch offene Fragen: Das Netzwerkdurchsetzungsgesetz (NetzDG) soll im Februar 2024 vom DDG abgelöst werden. Bisher ist das Bonner Bundesamt für Justiz (BfJ) dafür zuständig, die NetzDG-Vorschriften durchzusetzen. Für die vergleichbaren Aufgaben nach DDG schlägt der Entwurf des BMDV allerdings noch keine zuständige Instanz vor.

Vertreter der Digitalwirtschaft begrüßen, dass das NetzDG abgeschafft werden soll und nun ein Entwurf für das DDG vorliegt. Allerdings fürchten Bitkom und Eco als die beiden wichtigsten Branchenverbände ein Chaos durch die Vielzahl der für die DSA-Durchsetzung in Deutschland zuständigen Stellen. Auch Verbraucherschützer mahnen, dass die Nutzer Klarheit bräuchten, wer der für sie zuständige Ansprechpartner sei.

Die deutschen Aufsichtsbehörden werden allerdings nur die vergleichsweise kleinen, deutschen Fische im Digitalteich direkt beaufsichtigen: „Sehr große Onlineplattformen“ unterliegen direkt der Aufsicht der EU-Generaldirektion Connect. Selbiges gilt für große Suchmaschinenanbieter. Für jene marktbeherrschenden Akteure gelten die neuen DSA-Regeln bereits seit dem 25. August.

Bei diesen großen Anbietern sind die deutschen Aufsichtsstrukturen zwar als Ansprechpartner für deutsche Nutzer, prinzipiell aber lediglich als Zuarbeiter für die EU-Kommission vorgesehen.

(hob@ct.de) **ct**



Bild: David Young/dpa

**Der Chef der Landesmedienanstalt NRW, Tobias Schmid, wettert gegen den DDG-Entwurf: „Die Aufgabenverteilung zwischen Bund und Ländern ist verfassungsrechtlich festgeschrieben und kann nicht durch ein beliebiges Gesetz ignoriert werden.“**



# PayPal wagt den Stablecoin-Start

**Der Zahlungsdienst will mit der eigenen Kryptowährung PYUSD neue Kunden ködern. Experten sehen bislang jedoch keinen Mehrwert für Verbraucher.**

Der Finanzdienstleister PayPal hat den Stablecoin „PayPal USD“ (PYUSD) für Kunden in den USA auf den Markt gebracht. Diese können damit innerhalb des PayPal-Netzwerkes Beträge Person-to-Person (P2P) an Privatpersonen übertragen sowie Käufe im Handel bezahlen. Darüber hinaus lässt sich die Währung an externe Wallets schicken und in alle Kryptowährungen tauschen, die die PayPal auf seiner eigenen Handelsplattform anbietet, etwa XCoin und Y-Cash.

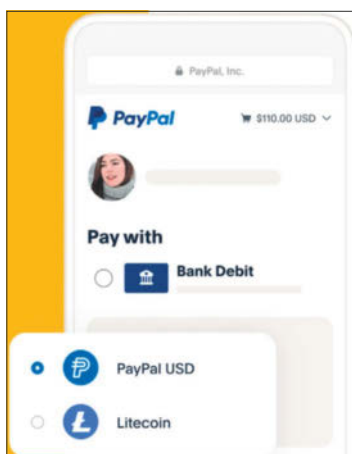
Laut PayPal soll der PYUSD den grenzüberschreitenden Zahlungsverkehr sowie Mikrozah-

lungen vereinfachen. Zudem sei es als schnelles, programmierbares, Smart-Contract-geeignetes und kostengünstiges Zahlungsmittel für virtuelle Umgebungen wie das Metaverse geeignet.

Als Stablecoin ist der PYUSD im Verhältnis 1:1 an den US-Dollar gekoppelt. Laut PayPal soll PYUSD vollständig durch Bankeinlagen, US-Staatsanleihen mit kurzer Laufzeit „und ähnliche Bargeld-Äquivalente“ gedeckt sein. Die technische Grundlage bildet ein sogenannter ERC-20-Token auf der Ethereum-Blockchain. Als Herausgeber fungiert die Paxos Trust Company, deren Dienste PayPal bereits für seine Kryptohandelsbörse nutzt.

Paxos Trust hatte nach Ermittlungen der US-Börsenaufsicht SEC sowie einer Anweisung der New Yorker Finanzdienstleistungsaufsicht NYDFS die Ausgabe des Stablecoins „Binance USD“ der gleichnamigen Kryptohandelsbörse gestoppt. Gegen Binance klagen mittlerweile die SEC und die US-Derivatenaufsicht CFTC wegen verschiedener Finanzdelikte, während die NYDFS für den PYUSD grünes Licht gab.

Während die Krypto-Community teils euphorisch reagierte, äußerten sich Finanzexperten skeptisch. Für grenzüberschreitende Zahlungen müssten weitere Währungen unterstützt werden; schnell und für P2P günstig sei PayPal heute schon. Zudem müsse es sich gegen etablierte Stablecoin-Anbieter wie Tether mit USDT und Circle mit USDC durchsetzen. (mon@ct.de)



**PayPal hat eine eigene Kryptowährung als Zahlungsmittel eingeführt – gefeiert von der Kryptowelt, kritisch beäugt von Finanzexperten.**

## Sonderheft c't Sicher einkaufen

Onlineshopping funktioniert schnell, günstig und komfortabel. Wenn Sie einige Regeln beachten, Ihre Rechte kennen und wissen, wie Betrüger vorgehen, ist es außerdem sicher und datensparsam.

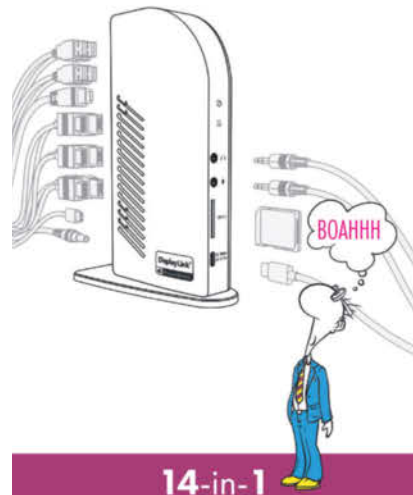
Wo beginnen Sie Ihre Suche und wie sparen Sie mit Vergleichs- und Schnäppchenportalen, ohne Lehrgeld zu zahlen? Welche Bezahlarten von PayPal bis Rechnung passen am besten zu Ihnen – und was ist von Trends wie Wallets, Giropay und den Debitkarten von Mastercard und Visa zu halten? Wie können Sie den Kauf rückabwickeln, wenn Sie sich die Leistung anders vorgestellt haben, und welche Probleme entstehen möglicherweise durch „Später bezahlen“ und die Schufa? Wie erkennen Sie Betrüger mit Fake-Shops oder fingierten Angeboten auf Kleinanzeigenportalen? In c't Sicher einkaufen geben wir Ihnen Rat und



Tipps für Einkaufstouren, damit Sie auf Ihre Kosten kommen.

Die Papierfassung ist im gut sortierten Zeitschriftenhandel und online unter shop.heise.de für 14,90 Euro erhältlich. Alternativ können Sie dort die PDF-Version für 12,99 Euro kaufen. (mon@ct.de)

just  
**DOCK IT.**  
Revel in diversity



**14-in-1  
DOCKINGSTATION MIT  
3-FACHEM VIDEOAUSGANG**

- ✓ Für USB-C und USB-A Hostanschlüsse
- ✓ Für drei zusätzliche Monitore bis 4K@60 Hz
- ✓ Mit 4 USB-A Ports (5 Gbit/s)
- ✓ Mit 1 USB-C Port (10 Gbit/s)
- ✓ Mit SD 4.0 Kartenleser (300 MB/s)



Hier erhältlich:



JETZT MEHR ERFAHREN:

**www.icybox.de**

icyboxofficial ICY BOX

RaidSonic Technology GmbH





Bild: Worldcoin

Mensch ist, als auch, dass er Zugriff aufs Wallet in Gestalt einer Handy-App haben darf. Mit diesem Wallet soll möglichst jeder Erdenbürger eine von TFH zu schaffende Kryptowährung namens Worldcoin halten.

Blania und Altman begründeten ihre Pläne mit geradezu altruistischen Motiven: In einer Welt, in der menschliche Arbeit zunehmend von künstlicher Intelligenz übernommen werde, könnten Regierungen über das Worldcoin-Wallet beispielsweise ein universelles Grundeinkommen ausschütten, so die etwas nebulöse Vision. Außerdem könnten Onlinediensten garantieren, dass sie wirklich Menschen und keine KI-Bots seien („proof of personhood“) – und das, ohne ihre Identität preiszugeben. Kritiker monieren oft, dass OpenAI-CEO Altman damit die Lösung eines Problems präsentieren will, das er mit ChatGPT selbst verschärft.

# Auge um Auge

## Das gehypte Kryptoprojekt Worldcoin gerät in die Kritik

**Mit einer bizarren Kombination aus biometrischer Erfassung und Kryptowährung will Worldcoin ein anonymes Authentifizierungssystem anbieten. Doch dem von KI-Guru Sam Altman mitgegründeten Projekt bläst zunehmend der Wind entgegen.**

Von Holger Bleich

**D**er Start einer neuen Kryptowährung interessiert normalerweise kaum noch jemanden. Doch als am 24. Juli die ersten Kryptobörsen den Worldcoin listeten, überschlugen sich die Nachrichten. Und kaum ein Krypto-YouTuber kam umhin, die Hintergründe zum neuen Spekulationsobjekt zu erzählen. Das Start-up hinter dem Projekt hatte ein wichtiges Ziel erreicht: Es war Talk of the Cryptotown.

Glaubt man den Gründern des hinter dem Worldcoin stehenden Unternehmens „Tools For Humanity“ (TFH), geht die Geschichte so: 2019 setzte sich Sam Altman, der Chef von OpenAI, mit dem aus Deutschland stammenden Alex Blania zusammen. Blania ist heute 29 Jahre alt und hatte seinerzeit seinen Master in Physik am California Institute of Technology beendet. Die beiden erdachten ein System, in dem man Krypto-Wallets an biometrisch bestätigte IDs koppeln kann, ohne die Anonymität der Inhaber aufzuheben.

Am besten geeignet als biometrisches Merkmal erschien ihnen die Iris, also die Regenbogenhaut im Auge. Aus einer optischen Erfassung der Iris sollte ein Algorithmus einen einzigartigen Hash generieren, der ohne personenbezogene Daten des Eigners in eine Ethereum-Blockchain kommt. Aus diesem von TFH „Code“ genannten Hash wird eine „WorldID“. Weist man sich mit dieser ID aus, so der Plan, kann das System durch einen Abgleich sowohl sicherstellen, dass der Eigner ein

### „Krypto-Kolonialismus“

Ausgestattet mit Investorenkapital gründete Blania 2020 im bayrischen Erlangen, seiner Heimat, eine Niederlassung der Zentrale in San Francisco und entwickelte mit einem kleinen Team Prototypen des Iris-Scanners. Das Gerät sollte handlich, autark und dennoch leistungstark sein. Heraus kam eine futuristisch – manche meinen dystopisch – anmutende Kugel, die man „The Orb“ taufte. 2021 gingen einige dieser Prototypen in den Feldtest in mehreren Ländern.

TFH warb vorzugsweise in Entwicklungsländern wie Kenia und dem Sudan (siehe Aufmacherfoto) Promoter an, die Menschen dazu animieren sollten, in den Orb zu blicken und damit ihre Iris erfassen zu lassen. Nur mit einer großen Zahl von echten Scans ließen sich schließlich vor dem offiziellen Start Fehler erkennen und insbesondere die Algorithmen trainieren, die aus den Scans eindeutige Codes erstellen sollen. Im März 2022 hatte TFH bereits 450.000 Menschen gescannt.

Unser Schwesternmagazin MIT Technology Review hatte bereits zu diesem Zeitpunkt recherchiert, wie das oftmals ablief: Die Promoter vor Ort erhielten für jede gescannte Person eine Provision in Form des Stablecoins Tether. Den Probanden wurde teilweise eine monetäre Entlohnung versprochen. „Im Sudan verlost sie außerdem AirPods, in Westjava tarnten sie eine Scan-Session als Workshop über Kryptowährungen“, berichteten die Redakteure, die mit 35 gescannten Personen gesprochen hatten.

Keine der Personen sei darauf hingewiesen worden, dass die Scans dauerhaft gespeichert würden und dem Training eines Algorithmus dienten. Zusammen mit den Scans seien auch E-Mail-Adressen und Telefonnummern erhoben worden. Und: „In Nairobi berichteten mehrere Studenten, dass die Betreiber ihren Personalausweis fotografiert hätten.“ Gegenüber Technology Review beschrieb Pete Howson, Dozent für Kryptowährungen an der britischen Northumbria University, das Gebaren von TFH als „Krypto-Kolonialismus“.

## Plötzlich im Fokus

In diesem Jahr ging es dann richtig los: Mit der dritten Investorenrunde hatten die Gründer aufsummiert rund 250 Millionen US-Dollar Kapital eingesammelt. Im Mai platzierten sie die „World App“ in den App-Stores, die man nun benötigt, um an einem Orb den Irisscan-Prozess anzustoßen, die WorldID zu verwalten und auf sein Worldcoin-Wallet zuzugreifen.

Bislang hätten Orbs weltweit rund 2,2 Millionen der sogenannten „Iris-Codes“ erzeugt, teilte TFH jüngst mit. Bis zum Jahresende wolle man die Anzahl von aufgestellten Orbs weltweit von 300 auf 1500 erweitern. In Europa liege Spanien mit 150.000 Registrierungen vorne. In Deutschland existieren bisher lediglich zwei Orb-Standorte: die Shoppingmall Alexa in Berlin sowie der Standort der Tools for Humanity GmbH in Erlangen.

Weil das Projekt in diesem Jahr einige Aufmerksamkeit erlangte, geriet es allmählich ins Blickfeld von Politik und Aufsichtsbehörden. Die Zentrale in San Francisco unterliegt der Aufsicht der US-amerikanischen Federal Trade Commission (FTC). Zwar hat TFH, wie im Krypto-Business nicht unüblich, die Verwaltung der Coins und der zugehörigen Smart Contracts an die nicht kommerziell agierende „Worldcoin Foundation“ mit Sitz in einem Appartement auf den Cayman Islands delegiert. Dennoch fürchtet das Unternehmen augenscheinlich die FTC: Ausgerechnet im Heimatland USA ist es lediglich möglich, eine WorldID zu erstellen, nicht aber, Tokens im Wallet zu verwalten.

Als der Worldcoin am 24. Juli startete, wurde dem Handelsblatt zufolge die deutsche Finanzaufsicht aktiv. Die zuständige Behörde Bafin habe Ermittlungen aufgenommen, sagte eine Sprecherin gegenüber der Zeitung. Man beobachte die Aktivitäten. Und: „Wendet sich ein Unternehmen ohne die notwendige Erlaubnis an



Bild: Worldcoin

**Alex Blania (links) und OpenAI-Chef Sam Altman stecken hinter dem gehypten Kryptoprojekt Wordcoin.**

den deutschen Markt, beispielsweise mit einer Webseite oder App in deutscher Sprache, gehen wir dem nach.“ Ob TFH jedoch vor dem Start eine Lizenz gebraucht hätte, hat die Bafin dem Bericht zufolge noch nicht geklärt.

## Liegenschaften durchsucht

Mehr noch als mit der Finanzaufsicht droht TFH weltweit Ärger mit Datenschutzbehörden. Das ist kein Wunder: Experten halten die Erfassung von biometrischen Daten in Verbindung mit einer geldwerten Belohnung oder anderen Goodies für höchst fragwürdig. Anfang August hat ausgerechnet Kenia, wo der Betatest einst startete, die Aktivitäten von TFH vorläufig untersagt. Kaum eine Woche später durchsuchte die Polizei in der Hauptstadt Nairobi Liegenschaften von TFH und beschlagnahmte Orbs.

Aufgrund der strengen DSGVO-Vorgaben steht TFH auch in der EU unter Beobachtung. Im Fokus befindet sich insbesondere die deutsche GmbH in Erlangen, die der Aufsicht des Bayerischen Landesamts für Datenschutzaufsicht (BayLDA) in Ansbach unterliegt. In einem Gespräch mit dem Newsdienst Finance Forward behauptete Gründer Alex Blania, man habe von Anfang an mit dem BayLDA „zusammengearbeitet“.

Eine Nachfrage von c't ergab ein etwas anderes Bild. Behördenleiter Michael Will teilte mit, dass das BayLDA im November 2022 „aufgrund eines Ermittlungsersuchens der französischen Datenschutzaufsichtsbehörde“ aktiv wurde. Eine Datenschutzfolgeabschätzung von TFH liege mittlerweile vor: „Hauptziele der laufenden Untersuchung sind die Überprüfung der Transparenz und Sicherheit der Datenverarbeitung, außerdem die Gewährleistung von Betroffenenrechten, etwa von Löschansprüchen.“

Das Unternehmen gibt sich gelassen. Man betont, dass mittlerweile die Iris-Abbildung vom Orb vernichtet werde, sobald der eindeutige „Iris-Code“ generiert ist – es sei denn, der Nutzer gebe sie explizit zu Trainingszwecken frei. Der Code zum World-ID-System sei Open Source und einschließlich eines SDKs auf GitHub publiziert. Dies betrifft freilich nicht die Algorithmen, die den Iris-Code berechnen. An ihnen schraubt TFH weiter herum. Im Juli veröffentlichte TFH ein technisches Whitepaper (siehe Link am Ende des Artikels), das allerdings an einigen Stellen Fragen offen lässt. Zwei Audits sollen außerdem die Güte des Worldcoin-Protokolls bescheinigen.

## Grenzen des Altruismus

Es bleibt die Frage, was das alles soll. Die bizarre Melange aus biometrischer Erfassung und Kryptowährung verhalf dem Projekt zu einem kleinen Hype. Doch aus den schwammigen Erläuterungen der Gründer wird bislang nicht klar, wo der konkrete Nutzen liegen könnte. Selbst wenn das System das von TFH erklärte Ziel erreicht: Es ist kaum anzunehmen, dass etwa Regierungen die WorldID hernehmen, um „proofs of personhood“ über ein staatsfernes Authentifizierungssystem zu realisieren – wozu auch, Regierungen haben bereits Pässe und Personalausweise. Genau dies schlägt KI-Guru Altman aber vor.

Zum Start am 24. Juli hat TFH nach eigenen Angaben nur etwa 143 Millionen der geplanten zehn Milliarden Worldcoins freigegeben. 43 Millionen seien reserviert für all die Leute, die sich mit Orbs haben verifizieren lassen. Über die World-App seien ihnen je 25 Worldcoins gutgeschrieben worden. Der Coin hat seit Marktstart jedoch deutlich an Wert verloren. Mitte August bezifferten Börsen den Tauschwert eines Worldcoins auf rund 1,4 Euro.

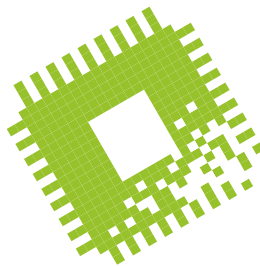
Sollte der Hype langfristig tatsächlich zu Kurssteigerungen führen, dürften sich am meisten die TFH-Mitarbeiter und -Investoren freuen, denn nur 75 Prozent der Währung gehen tatsächlich in den freien Handel. Die übrigen 25 Prozent der vorgeblich dezentralen Währung teilen sich TFH-Mitarbeiter (9,8%) und Investoren (13,5 %). Nach einer Haltefrist von zwölf Monaten dürfen sie ab Juli 2024 ihre Coins zu Geld machen. Jeder Altruismus hat seine Grenzen. (hob@ct.de) **ct**

**Quellen, Artikel und Whitepaper:**  
[ct.de/yhae](https://ct.de/yhae)



# Bit-Rauschen

## KI-Geldrausch, China-Streit, ARM-Ansage



**Bei der Jagd auf KI-Beschleuniger nutzen manche Firmen waghalsige Finanzkonstrukte. Intel-Chef Gelsinger argumentiert pro und contra China. ARM-Kunden wollen RISC-V fördern.**

Von Christof Windeck

Während der PC-Markt langsam aus der Talsohle empor krabbelt – es gibt erste Anzeichen für einen neuen Aufschwung, siehe Seite 48 –, schwächeln Verkaufszahlen von Servern für Firmen und Cloud-Rechenzentren. Doch um KI-Beschleuniger wie insbesondere Nvidias aktuelle Hopper-Chips (H100) prügeln sich KI-Firmen und -Start-ups geradezu. PC-Gamer unken bereits, Nvidia verlagere bei TSMC gebuchte Fertigungskapazität von Grafikkarten zu KI-Beschleunigern. Dabei mangelt es laut Experten nicht an den eigentlichen Halbleitern, sondern vielmehr an Verarbeitungskapazität der sogenannten Packaging-Anlagen. Denn KI-Beschleuniger werden in komplizierten Verfahren aus mehreren Chiplets zusammengefügt, beispielsweise sitzt der Hopper-Chip zusammen mit mehreren übereinandergestapelten HBM-Speicherchips auf einem gemeinsamen Träger.

Wie im Bit-Rauschen in c't 17/2023 berichtet, hat sich das US-amerikanische Cloud-Unternehmen CoreWeave auf KI-Cluster spezialisiert, derzeit auf welche mit Nvidia H100. Letztere hat CoreWeave nun für 2,3 Milliarden US-Dollar bestellt und finanziert den Deal, indem es die Hardware an einen Investor verpfändet. Laut Marktbeobachtern liefert Nvidia zudem KI-Chips für 1 Milliarde US-Dollar an China und hat für 2024 schon chinesische Bestellungen im Wert von weiteren 4 Milliarden US-Dollar in den Auftragsbüchern. Abnehmer sind chinesische Cloud-Riesen wie Alibaba und Tencent. Sie bekommen wegen US-Sanktionen aber nur schwächere Versionen wie die A800.

Der schon im März 2022 angekündigte „Grace Hopper Superchip“ alias GH200, der KI-Cluster ohne x86-Prozessoren von AMD oder Intel ermöglicht, wird seit Mai mit 96 GByte schnellem HBM3-RAM produziert. 2024 folgt eine Variante mit 141 GByte HBM3e.

### Pro und contra China

Intel-CEO Pat Gelsinger rast unermüdlich um den Globus, um den riskanten Transformationsprozess seiner Firma zum Auftragsfertiger mit angeschlossener CPU-Sparte voranzutreiben. Auf der Jagd nach Investoren und Fördermitteln betont er gerne, Intel könne die Abhängigkeit der USA und der EU von fernöstlichen Zulieferern wie TSMC verringern.

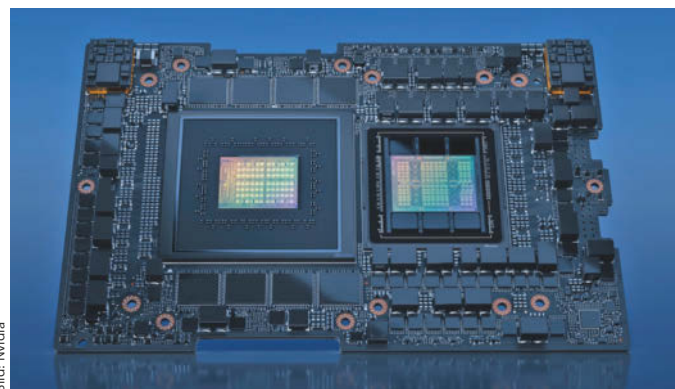
Gleichzeitig befürchtet Gelsinger jedoch, dass ihm verschärfte US-Exportbeschränkungen nach China die Suppe versalzen. In China erzielt Intel 20 bis 30 Prozent seines Umsatzes, das Land ist laut Gelsinger Intels wichtigster Wachstumsmarkt – ebenso wie für andere Hightech-Firmen oder auch deutsche Autohersteller. Die US-Regierung will allerdings China mit Sanktionen dabei bremsen, bei KI und Supercomputing weiter vorzupreschen, weil das auch die militärische Macht stärkt. Gelsinger hingegen will „ungefährliche“ Produkte weiter nach China verkaufen, damit sich die vielen teuren Intel-Fabs auch amortisieren. Dabei warnt er sogar davor, dass die milliarden schweren US-Subventionen für neue Chip-Fabs in den USA verpuffen könnten, wenn der Absatzmarkt China wegbricht. Irgendwie beißt sich bei dieser Argumentation jedoch die Katze in den Schwanz. Und Intels geplanten Zukauf des israelischen Auftragsfertigers Tower Semi verhinderte nun ausgerechnet China.

### ARM-Ansage

Die bisherige SoftBank-Tochterfirma ARM – der britische CPU-Entwickler – will wohl im September an die Börse, um möglichst viel frisches Kapital einzusammeln. Immer wieder wird über Ankerinvestoren spekuliert, etwa Amazon, Apple und Intel. ARM braucht viel Geld, um Technik für neue Wachstumsmärkte zu entwickeln. Daher will man auch bei Chipentwicklern und deren Kunden mehr Geld kassieren als bisher und geriet darüber in einen Rechtsstreit mit Qualcomm, einem der größten ARM-Lizenznehmer.

Da ist es eine klare Ansage, dass Qualcomm zusammen mit den ARM-Kunden Infineon, Bosch, NXP und Nordic Semi in Deutschland eine Firma gründet, die die RISC-V-Technik voranbringen soll. Noch hat dieses Unternehmen weder einen Namen noch einen Hauptsitz, aber der Verband Silicon Saxony will es nach Dresden locken. In Sachsen knallten kürzlich schon die (Rotkäppchen-)Sektorkorken, als TSMC die Ansiedelung von ESMC verkündete, siehe Seite 12.

Schon im Bit-Rauschen in c't 19/2023 hatten wir über neue CPU-Sicherheitslücken berichtet, jetzt kam noch ein Schwung hinterher, etwa Inception und Downfall, siehe Seite 48. Laut Benchmarks der Website Phoronix entfalten die Linux-Patches gegen Intels Downfall-Lücke dabei einige Bremswirkung. (ciw@ct.de) **ct**



Nvidias „Grace Hopper Superchip“ GH200 kombiniert einen KI-Beschleuniger (rechts, H100/Hopper) mit einer ARM-CPU (links, Grace). 2024 kommt er mit 141 GByte superschnellem HBM3e-RAM.



# Mac Mini: SSD-Upgrade mit unerwarteten Erkenntnissen

**Normalerweise kostet ein neuer Mac Mini mit M2-Chip und 2 Terabyte Massenspeicher saftige 1620 Euro. Ein Tüftler hat nun sein Experiment zur Aufrüstung eines Mac Mini von kümmerlichen 256 GByte auf 2 TByte Flash-Speicher dokumentiert.**

Ein Mac Mini mit 256 GByte Kapazität kostet 700 Euro. Weil Apple keinen Weg aufzeigt, den internen Massenspeicher nach dem Kauf aufzurüsten, beißen manche Käufer in den sauren Apfel und kaufen die 2-TByte-Ausführung für 1620 Euro. Dabei bekommt man eine vergleichbare M.2-SSD mit 2 TByte schon für unter 80 Euro.

Nun hat der Mac- und Hardwareexperte Collin Mistr alias Dosdude1 dokumentiert, dass sich ein Mac Mini intern auf 2 TByte aufrüsten lässt, und zwar für umgerechnet 160 Euro.

Das Resultat allein wäre keiner besonderen Erwähnung wert, denn immer wieder finden sich Tüftler, die Geräte unter Einsatz spezieller Werkzeuge erweitern. Beispielsweise haben ab 2015 gleich mehrere Firmen gezeigt, wie man bei einem iPhone 6 das Fassungsvermögen von ursprünglich 16 auf 128 GByte erhöht – die Kurzfassung: Es erfordert viel Know-how, viel Sorgfalt und spezielle Geräte (siehe [ct.de/ys87](https://ct.de/ys87)). Und auch Mistr zeigt in seinem lehrreichen Videoclip die Mühen des Auslötlens und das Aufbringen der neuen Speichermodule.

Interessant erscheint der Fall aus mehreren Gründen: Anders als gedacht,

genügt es nicht, die Speicherchips mit der kleinen Kapazität zu entfernen und dafür die neuen, je 1 TByte fassenden Chips aufzulöten. Zusätzlich muss der aufzurüstende Mac „wiederhergestellt“ werden. Dabei bekommen die neuen Chips eine Apple-spezifische Firmware. Das erfordert einen zweiten Mac, an den man das aufzurüstende Gerät im Wartungsmodus (Device Firmware Update, DFU) per USB ankopelt. Den Wiederherstellungsvorgang führt dann der Apple Configurator 2 auf dem zweiten Mac aus. Doch der aufzurüstende Mac weigerte sich zunächst, die neuen Speicherchips zu nutzen; die Wiederherstellung scheiterte während des Schreibvorgangs der Speicher-Firmware. Das werten manche Fachleute als Indiz dafür, dass Apple nun wie beim iPhone auch beim Mac einzelne Bauteile vor der Einbindung anhand von Seriennummern prüft. Demnach lehnt auch ein Mac unverknüpfte oder zuvor mit anderen Geräten verknüpfte Bauteile ab.

Mistr musste für sein langwieriges Experiment letztlich zwei Paar 1-TByte-Chips aus verschiedenen Quellen ordern. Es blieb unklar, ob einer oder womöglich sogar zwei der vier Chips defekt waren. Grundsätzlich seien „leere“ Speicherchips (blank NANDs) ohne Firmwareprägung erforderlich. Letztlich klappte das Experiment erst im dritten Anlauf, bei dem Mistr je einen Chip aus der ersten und der zweiten Quelle auf das Board des Mac Mini lötete.

Unterm Strich bleibt trotz aller Holperien festzuhalten, dass eine Aufrüs-

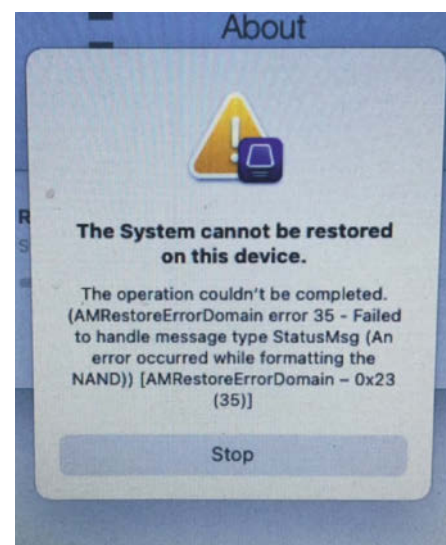


Bild: Collin alias Dosdude1

**Ein Tüftler hat dokumentiert, wie er einen Mac Mini mit ursprünglich 256 GByte Massenspeicher auf 2 TByte auferüstet hat. Nun könnten spezialisierte Firmen die Vorgehensweise aufgreifen und Aufrüstdienste für aktuelle Macs bieten.**

tung grundsätzlich möglich ist. Möglicherweise springen nun wieder spezialisierte Dienstleister auf den Zug auf und bieten ähnliche Aufrüstungen wie beispielsweise beim iPhone 6 an. Das wäre Wasser auf die Mühlen aller, die Apple vorwerfen, die Lebensdauer von iPhones, iPads und Macs mittels aufgelöteter Speicherchips künstlich zu verkürzen. (dz@ct.de)

**SSD-Aufrüstung: [ct.de/ys87](https://ct.de/ys87)**

## Die nächste Dongleserver-Generation

Netzwerkweit auf USB-Dongles zugreifen

**Apple Silicon kompatibel**

### Ihre Vorteile

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

Made in Germany

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)

# Noch mehr Seitenkanalattacken bei AMD- und Intel-Prozessoren

**Sicherheitsforscher demonstrieren mehrere neue Methoden, um innerhalb der CPU unberechtigt an Daten anderer Anwendungen zu gelangen. Schließen lassen sich die meisten Lücken nur per Firmware-Update.**

Die Welle an CPU-Sicherheitslücken nimmt keine Ende. Nach Zenbleed (siehe c't 19/2023, S. 45) folgten in den vergangenen Wochen Collide+Power, Downfall und Inception, die eine Vielzahl an Desktop-, Mobil- und Serverprozessoren von AMD und Intel betreffen. Mit dem höchsten Schweregrad von 6,5 hat das amerikanische National Institute of Standards and Technology dabei die Downfall-Attacke (CVE-2022-40982) eingestuft. Betroffen sind Intel-CPU's von der sechsten bis zur elften Core-i-Generation, also Prozessoren, die erstmals 2015 in den Handel kamen, aber auch noch in neu verkauften Notebooks, Desktop-PCs und Servern stecken.

Die vom Google-Sicherheitsforscher Daniel Moghimi entdeckte „Downfall“-Lücke nutzt eine Optimierung für den schnelleren Speicherzugriff beim gather-Befehl aus. Diese puffert Daten zwischen, zum Beispiel wenn der Zugriff durch andere Operationen unterbrochen wird. Durch geschickte Wahl von Befehlen verrät die CPU auch gepufferte Daten anderer Prozesse, sodass Angreifer darüber Passwörter, Verschlüsselungs-Keys oder andere private Daten abgreifen können. Das gelingt über virtuelle Maschinen hinweg und unter Umgehung von Schutzmechanismen wie Software Guard Extensions (SGX). Allerdings muss die Malware auf demselben CPU-Kern laufen wie der Opferprozess. Downfall erfordert also Zugang zum System, was zum Beispiel auf Cloud-Rechenzentren zutrifft. Abhilfe schaffen Microcode-Updates, entweder über das Betriebssystem oder über aktuelle Mainboard-Firmware.

Die beiden Lücken Collide+Power (CVE-2023-20583) und Inception (CVE-2023-20569) zielen hingegen auf Prozessoren von AMD ab. Inception betrifft nach Aussagen der drei Sicherheitsforscher Daniël Trujillo, Johannes Ikner und Kaveh Razavi von der ETH Zürich alle Ryzen- und Epyc-CPU's. Sie manipulieren die Sprungvorhersage so, dass diese völlig falsche Vorhersagen trifft und sich auch noch selbst fehlerhaft trainiert. Dadurch gibt die CPU in der Folge Daten anderer Prozesse preis. Für Prozessoren mit Zen(+)- und Zen-2-Architektur reichen Softwareanpassungen in den Betriebssystemen aus, während bei moderneren Zen-3- und Zen-4-Chips Firmware-Updates notwendig sind.

Die Forscher der TU Graz und des Helmholtz-Zentrums für Informationssicherheit verwenden bei Collide+Power einen anderen Ansatz: Sie belauschen stattdessen die aktuelle elektrische Leistungsaufnahme der CPU, die sie selbst nahezu in Echtzeit bereitstellt. Der Angriff zwingt andere Programme, Daten in den gleichen Bereich des Cache zu schreiben, in dem vorher die Angriffssoftware für unterschiedliche Operationen die zugehörige Leistungsaufnahme gemessen hat. Das Zurückrechnen klappt jedoch mit gerade einmal 4,82 Bit pro Stunde, weshalb der Angriff nur eine geringe Risikoeinstufung erhielt. (chh@ct.de)



Sicherheitsforscher haben anscheinend weiterhin viel Freude daran, neue Seitenkanalangriffe für Core i und Ryzen auszutüfteln.

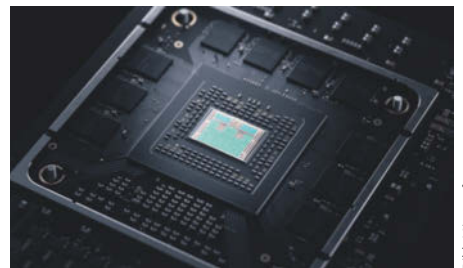
**Dokumentation Sicherheitslücken:**  
[ct.de/y47z](https://ct.de/y47z)

## Trendwende bei Prozessorverkäufen

Laut den Marktforschern von Mercury Research hat der CPU-Markt seine Talsohle durchschritten. Im zweiten Quartal 2023 legten insbesondere die Verkäufe bei **x86-Prozessoren für Notebooks und Desktop-PCs** zweistellig zu. Dabei konnte Intel an AMD verlorenen Boden gutmachen: Im Vergleich zum ersten Quartal wuchs der Intel-Anteil um 3 Prozentpunkte auf 68,4 Prozent und erreicht damit ungefähr den Vorjahreswert. AMD kommt auf 31,6 Prozent. Ohne die Spielekonsolechips für Playstation und Xbox fällt AMD hingegen auf 17,4 Prozent zurück

und musste zudem starke Einbußen von 5,1 Prozentpunkten zugunsten von Intel hinnehmen.

Die einzelnen Produktsegmente entwickelten sich unterschiedlich. Bei Mobil- und Desktop-Prozessoren wuchs der Anteil der Core-i-CPU's um über acht beziehungsweise sechs Prozentpunkte auf jeweils rund 83 Prozent an. Im insgesamt schwachen Servermarkt halten sich die Epyc-Chips besser als die Xeons. Dadurch konnte AMD seinen Marktanteil binnen zwölf Monaten von 13,9 auf 18,6 Prozent steigern. (chh@ct.de)



**Ohne die von AMD entwickelten Spielekonsolechips wie hier aus der Xbox Series X wäre der Marktanteil von AMD bei x86-Prozessoren nur rund halb so hoch.**





# Horizons #23

by Heise

Insights, Inspiration, Networking:  
Strategien & Trends für Ihr Business

**NEUE DIGITALE ARBEITSWELT**

**KÜNSTLICHE INTELLIGENZ**

**CYBER-SICHERHEIT**

**NEXT GENERATION & RECRUITING**



27. NOVEMBER, **Horizons #23 Night**  
Cumberlandsche, Hannover

28. NOVEMBER, **Horizons #23 Day**  
Künstlerhaus, Hannover



Seien Sie mit dabei!

**[www.horizons-heise.de](http://www.horizons-heise.de)**



# Neue SSDs für Clients und Server

## Der neue Standard für schnelle SSDs heißt PCIe 5.0

**SSDs mit PCIe 5.0 werden allmählich zum Standard und immer mehr Geräte verwenden die Schnittstelle CXL zur Erweiterung von Servern. Zudem gibt es eine Alternative zu riesigen SSD-Kühlkörpern.**

Von Lutz Labs

Der koreanische Konzern SK Hynix stellte auf dem Branchentreffen Flash Memory Summit die Version 9 seines NAND-Flash-Speichers vor: 321 Lagen Flash-Zellen stapelt der Hersteller dabei übereinander, rund ein Drittel mehr als die aktuell in Produktion befindlichen Flash-Speicher. Die Serienproduktion will SK Hynix jedoch erst im ersten Halbjahr 2025 starten. Die Schnittstellengeschwindigkeit steigt bei dieser Generation nicht, sie liegt wie bei der Generation 8 mit 238 Lagen bei 2,4 Milliarden Transfers pro Sekunde (GT/s) – das reicht für schnelle SSDs mit PCIe 5.0 aus.

Dennoch steigt die Geschwindigkeit dieser SSDs immer weiter: Der Controller-Hersteller Phison zeigte bei einer SSD-Demo eine Leserate von mehr als 14 GByte/s. Das liegt nur noch rund 12 Prozent unter der maximalen Geschwindigkeit von PCIe 5.0 x4 mit etwa 15,8 GByte/s. Phison nutzte dabei seinen E26-Controller und Micron-Flash, aber keinen dicken Kühlkörper; zum Abführen der Wärme waren stattdessen zwei Airjet-Mini der Firma Frore Systems auf dem Kupferblech montiert.

Diese von anderen Firmen schon auf der Computex gezeigten Airjet-Module (siehe c't 15/2023, S. 34) arbeiten mit pulsierenden Membranen statt mit rotierenden

den Lüftern und sind für Menschen kaum hörbar. Bei einer Leistungsaufnahme von 1 Watt sollen sie eine Wärmeleistung von 5 Watt wegschaffen, zwei Module zusammen pusten also 10 Watt Wärme weg – die maximale Leistungsaufnahme einer M.2-SSD liegt bei 11,25 Watt, denn mehr darf der M.2-Slot nicht übertragen.

### SSD-Controller gebändigt

Der Controller-Hersteller Silicon Motion wirbt für seinen neuen PCIe-5.0-Controller SM2508 mit einer geringen Leistungsaufnahme: Sie soll bei lediglich 3,5 Watt liegen. Allerdings hat Silicon Motion keine Angaben gemacht, in welchem Betriebszustand diese Leistung ausreicht.

Bislang sind lediglich Muster des SM2508 im Umlauf, doch die technischen Details versprechen schnelle SSDs: Lesen und Schreiben sequenzieller Daten soll bei bis zu 14 GByte/s liegen, dazu nennt der Hersteller bis zu 2,5 Millionen IOPS beim Zugriff auf zufällige Daten. Zur Einordnung: Die schnellsten bisher von uns vermessenen SSDs kamen auf über 1,5 Millionen IOPS, die oben erwähnte Phison-Demo soll 1,8 Millionen IOPS erreicht haben.



Bild: Phison

**Das innovative Kühlkonzept Airjet soll bis zu 10 Watt Wärmeleistung von der schnellen SSD mit Phison-Controller abführen und dabei deutlich leiser sein als ein herkömmlicher Lüfter.**

Der SM2508 nutzt acht Flash-Kanäle und soll mit einer Schnittstellengeschwindigkeit von 3,6 GT/s arbeiten, Phisons E26 arbeitet mit maximal 2,4 GT/s. Höhere Schnittstellengeschwindigkeiten erlauben das Design sehr schneller SSDs mit wenigen Speicherbausteinen und damit auch eher geringen Kapazitäten.

Silicon Motion hat zudem den Enterprise-Controller SM8366 vorgestellt. Dieser nutzt ebenfalls PCIe 5.0, kann aber dank doppelter Kanalzahl bei Zugriffen auf zufällige Adressen bis zu 3 Millionen IOPS liefern.

### Server-Erweiterungen

Compute Express Link (CXL) ist ein noch junger Standard zur Erweiterung von Servern mittels schneller PCIe-Leitungen. CXL-Erweiterungen kann man einerseits wie bisher direkt in einen Server einbauen, andererseits aber auch in einem separaten Rack-Einschub betreiben und über PCIe-Switches dynamisch mit mehreren Servern koppeln.

Der DRAM-Hersteller Micron hat als Einstieg in den CXL-Markt ein 256-GByte-Modul vorgestellt. Gleich die achtfache Kapazität stellt ein Konsortium aus Samsung, MemVerge, H3 Platform und XConn bereit: Ihr CXL-Rack-Einschub mit 2 TByte Speicher lässt sich mit bis zu acht Servern verbinden.

Bei der Anbindung von CXL-Modulen per PCI Express ist die Leitungslänge begrenzt. Dem will das Standardisierungsgremium PCI-SIG mit einer optischen Übertragung begegnen. Die Arbeit der zuständigen Arbeitsgruppe fängt aber erst an.

### Samsung mit 256-TByte-SSD

Abseits der sehr schnellen SSDs sind auch besonders große SSDs immer wieder Hingucker. Samsung stellte eine SSD mit 256 TByte Speicherplatz in Aussicht – verriet jedoch so gut wie gar nichts darüber. QLC-Speicher soll es sein, doch nicht einmal zur Bauform äußerte sich das Unternehmen.

Nachdem Samsung aber im vergangenen Jahr eine 128-TByte-SSD in der Server-Bauform EDSFF E3.S gezeigt hatte, dürfte auch die 256er SSD so aufgebaut sein. Aus Samsung-Kreisen verlautete zu der SSD nur, dass da wohl aus den Tiefen des Labors kurz etwas an die Oberfläche kam. Es ist daher nicht zu erwarten, dass diese SSD in nächster Zeit auf den Markt kommt – die größte aktuelle Server-SSD aus der Serienproduktion ist die Solidigm P5336 mit maximal 61,44 TByte. (ll@ct.de) **ct**

# Wir schreiben Zukunft.



35 %  
Rabatt

2 Ausgaben MIT Technology Review  
als Heft oder digital  
inklusive Prämie nach Wahl

[mit-tr.de/testen](https://mit-tr.de/testen)



# Roboter im Waggon sanieren Schienen

**Ein Waggon mit zwei Robotern rollt testweise über europäische Gleisabschnitte und setzt vollautomatisch die Gleisstränge instand.**

Die Robel Rail Automation, ein Entwickler robotergerstützter Instandhaltungssysteme, hat einen Waggon mit zwei Fanuc-Roboterarmen ausgestattet und für die eigenständige Kontrolle und Reparatur von Schienen und Weichen ausgerüstet. Das vollautomatische Fahrzeug begutachtet zunächst den Schienenzustand anhand von Kamerabildern und Laserscans. Zusätzlich liefern Ultraschall und Wirbelstrommessungen Daten über die Tiefe von Macken und Schäden im Material.

Im zweiten Schritt fräsen die Roboter Defektstellen aus und schleifen die Oberflächen wieder glatt. Sie haben auch die Möglichkeit, Schienenstücke mit Dellen und Kerben per Induktion aufzuheizen und anschließend zu schweißen, um so die Lauffläche wieder auszugleichen. Die Mess- und Prozessdaten nimmt das System auf und kann sie dem Schienennetzbetreiber anschließend als Dokumentation digital zur Verfügung stellen.

Der Arbeitscontainer mit den integrierten Robotern wird ausfahrbar in einen Standardgüterwaggon des Netzbetreibers eingesetzt. Ein zusätzlicher Versorgungscontainer liefert bei Bedarf mit Akkutechnik und Generator die Energie für autarke Arbeiten an Schienenabschnitten ohne Stromversorgung. Der Hersteller hofft,

sein autonomes Instandhaltungssystem in zwei bis drei Jahren vermarkten zu können. Zudem versucht er, noch weitere Prozesse wie das Anbringen von Schienenklammern zu automatisieren. (agr@ct.de)

**Videolinks und Paper zu den Meldungen:**  
[ct.de/yy2k](https://ct.de/yy2k)



**Zwei Roboter von Fanuc arbeiten im Team, nehmen Schäden auf, schweißen, fräsen und schleifen.**

Bild: Robel Rail Automation

## Ultraschallscanner im BH

Ein Team um die Forscherin Canan Dagdeviren am MIT in Cambridge (Massachusetts Institute of Technology) hat einen miniaturisierten Ultraschallscanner ent-



Bild: MIT

**Die Haftschele bietet sechs Stationen, an denen sich der Ultraschalltracker magnetisch anstecken lässt.**

wickelt. Damit rüstete es eine 3D-gedruckte Haftschele aus, die die verkleinerte Ultraschalltechnik an verschiedenen Positionen aufnehmen kann. Zur Diagnose als BH getragen sind damit tageweise **Ultraschall-Scans der Brust im Alltag** und aus verschiedenen Winkeln möglich. Davon versprechen sich die Forscher, entstehende Tumore genauer und früher erkennen zu können als mit derzeitigen Verfahren, vor allem bei Frauen mit erhöhtem Brustkrebsrisiko.

Voraussetzung für den tragbaren Ultraschallscanner war die Entdeckung eines geeigneten komplexen piezoelektrischen Kristalls. Dieser weist eine deutlich höhere Kontrastauflösung auf als piezoelektrische Keramiken. In einer Studie gelang es damit, Veränderungen wie etwa entstehende Zysten von nur 0,3 Zentimeter Durchmesser zu entdecken. Früh erkannt, erlaubt Brustkrebs eine Heilungsquote von nahezu 100 Prozent. Im nächsten Schritt wollen die Forscher ihre Ultraschall-Scans per künstlicher Intelligenz analysieren.

(agr@ct.de)

## Trümmer im All besser umkurven

Raumfahrtschrott und Trümmerteile bedrohen Satelliten im All. Derzeit beobachten leistungsfähige Radare und optische Teleskope von der Erde aus etwa 30.000 Objekte im Orbit, hinzu kommen Sensordaten der Satelliten. Das System warnt Satellitenbetreiber mit einer Vorlaufzeit von maximal ein bis zwei Tagen, oft sogar nur von ein paar Stunden. Das Space-Safety-Programm der europäischen Weltraumorganisation ESA hat nun in Kooperation mit Forschern am Lichtenberg-Rechenzentrum der TU Darmstadt neue Algorithmen entworfen, die **künftig mehr als eine Million Objekte erfassen** und deren Position für mehr als zwei Wochen vorausberechnen können. Dazu wird nicht mehr für jedes beliebige Objektpaar eine Kollisionswahrscheinlichkeit berechnet. Stattdessen teilen die Algorithmen den erdnahen Weltraum in räumliche Zellen ein und berechnen die Kollisionsgefahr darin. (agr@ct.de)



## 6. PRODUCT OWNER DAY

So geht agiles Produktmanagement besser

Online-Konferenz • 18. September 2023



### Kundenbedürfnisse im Fokus

Product Owner und Produktmanagerinnen stellen sicher, dass die richtigen Produkteigenschaften ausgewählt werden, damit begeisternde Produkte entstehen, die tatsächlich die Kundenbedürfnisse befriedigen.

Beim **6. Product Owner Day** geht es um folgende Themen:

- Kreative Zerstörung in der Produktentwicklung
- Product Ownership mit Flight Levels
- Domain-Driven Design für Product Owner
- Vertrauen schaffen bei Impact Investing
- Produktvision und OKR
- Wie gestaltet man bessere Produkte?

Die Konferenz richtet sich an **Product Owner** und **Produktmanagerinnen**, die die agilen Grundlagen kennen und bereits Erfahrung in der Rolle mitbringen.

Jetzt  
Tickets  
sichern!

[pod.inside-agile.de](https://pod.inside-agile.de)

WORKSHOPS AM 19. + 26. SEPTEMBER + 4. OKTOBER 2023

## AGILE HR DAY

Agilität zieht in Personalabteilungen ein – und wird bleiben

Online-Konferenz • 20. September 2023

### Wie arbeiten mit den Anforderungen von und an Agilität?

Die Arbeitswelt tendiert zu agilen Arbeitsweisen und Organisationen – entsprechend wandelt sich die Rolle von Human Resources (HR). Selbstgesteuertes Lernen, Eigenverantwortung der Mitarbeitenden und die individuelle Gestaltung von Lernprozessen rücken in den Fokus.

#### Highlights aus dem Programm:

- HR goes agile
- Fit for Purpose mit Kanban
- Persönlichkeit ist wichtiger als Methodik
- Flight Levels mit dialogischer Unternehmenskultur
- Agilität und soziale Nachhaltigkeit

Der **Agile HR Day** wendet sich an Verantwortliche in Projektteams, Personalentwicklerinnen, (Agile) Coaches / Consultants und Scrum / Kanban / ... Master.

Jetzt  
Tickets  
sichern!

[hr.inside-agile.de](https://hr.inside-agile.de)

WORKSHOP AM 25. SEPTEMBER 2023

# Abgepauster Schlachtplan

## Disney+: höhere Preise, neues Werbeabo und Sharing-Sperre

**Netflix hat es vorgemacht, Disney+ zieht nach: Der Videostreamingdienst des Mäuseimperiums hat demnächst auch mehrere Preisstufen und einen Einstiegstarif mit Werbung. Der Weitergabe von Zugangsdaten will er ebenfalls einen Riegel vorschieben.**

Von Nico Juran

Netflix' Preisstruktur wirkt für viele Nutzer antiquiert: Während jüngere Videostreamingdienste wie Apple TV+ und Paramount+ einen Preis für alle Kunden aufrufen, hält der Pionier starr an verschiedenen Tarifen mit unterschiedlichen Bild- und Tonqualitäten fest. Mancher wettete daher schon darauf, dass Netflix früher oder später sein Preismodell vereinfachen werde. Doch stattdessen verabschiedet sich Disney+ zum 1. November von seinem Einheitstarif.

So bekommen Neukunden zum aktuellen Preis von 8,99 Euro pro Monat beziehungsweise 89,90 Euro im Jahr dann nur noch ein abgespecktes „Standard“-Abo, bei dem Full-HD-Auflösung und 5.1-Ton das höchste der Gefühle sind. Zudem können sie damit nur zwei Streams parallel empfangen. Wer ein neues Abo abschließt und wie bisher bis zu 4K-Auflösung inklusive HDR-Bild und Dolby-Atmos-Ton möchte, muss künftig 11,99 Euro pro Monat oder 119,90 Euro pro Jahr für den neuen „Premium“-Tarif ausgeben – eine Steigerung von über 30 Prozent. In diesem Tarif gibt es dann bis zu vier parallele Streams.

Das alles erinnert an die Tarifstruktur von Netflix – und die Parallelen hören nicht an dieser Stelle auf. Denn Disney+ führt mit dem neuen Tarifsystem ebenfalls ein verbilligtes Standard-Abo mit Werbung für 5,99 Euro pro Monat ein (ein nochmals preiswerteres Jahresabo gibt es hier nicht).

Das entspricht bis auf die Reklame dem Standard-Abo, mit der Einschränkung, dass keine Downloads möglich sein werden. Mittlerweile wissen wir: Streamingdienste verdienen mit dem Werbe-Abo am Ende mehr als mit dem Standard-Abo zum Vollpreis.

Bestandskunden behalten laut Disney über den 1. November hinweg ihr derzeitiges Monats- oder Jahresabo zum bestehenden Preis und den bisherigen Konditionen. Allerdings behielt sich Disney in der Ankündigung zukünftige Änderungen bereits vor – weshalb die Frage wohl nur noch lautet, wann die Preiserhöhung kommt und nicht ob.

### Nicht auf Deutsch

Kritiker bemängeln bereits, dass Dolby-Atmos-Ton für deutsche Kunden, die Filme und Serien in der synchronisierten Fassung schauen, bislang praktisch keine Zugkraft für das neue Premium-Abo be-

sitzt. Schließlich ist nur die Originals-Serie „Sam – Ein Sachse“ bei Disney+ mit deutschem 3D-Ton abrufbar; ansonsten bleibt das Soundformat dem englischen Originalton vorbehalten. Bei Netflix bekommt man mittlerweile immerhin rund 30 Filme und ein Dutzend Serien mit deutschem Dolby-Atmos-Ton, bei Apple TV+ ist das Format sogar für beide Sprachfassungen Standard.

Daran, dass sich dies in Zukunft ändert, darf man zweifeln, vielmehr scheint Disney+ an Synchronisationen sparen zu wollen: Erschien die erste Staffel der französischen Originals-Serie „Wochenend-Familie“ noch in 15 zusätzlichen Sprachen, waren es bei der zweiten Staffel derer nur noch acht. Notfalls verweist der Dienst auf die Möglichkeit, das Original mit Untertiteln anzuschauen – die wesentlich preiswerter zu produzieren sind. Auch vom Dolby-Atmos-Konkurrenzformat „DTS:X for Streaming“, das laut Aussage der Entwicklerfirma Xperi eigentlich in diesem Jahr bei Disney+ starten sollte, ist aktuell weit und breit nichts mehr zu hören.

### Ausgesperrt

Wie stark Disney+ die Netflix-Strategie abkuppert, zeigt die Ankündigung, künftig wie der Konkurrent technische Maßnahmen gegen die Weitergabe von Zugangsdaten zu ergreifen. Für die Einführung der Account-Sharing-Sperre nennt Disney+ allerdings noch keinen konkreten Zeitpunkt – eventuell auch aus rechtlichen Gründen: Gut denkbar, dass Disney+ vorher noch einmal seinen Nutzungsvertrag überarbeitet, denn der bei Netflix genannte „Haushalt“, über den hinaus niemand den Dienst nutzen darf, findet sich in der aktuellen Fassung noch nicht. Aktuell ist es vielmehr untersagt, seine Zugangsdaten Dritten mitzuteilen.

Schließlich dürfte sich Disney+ mit den Maßnahmen auch dasselbe Ergebnis wie Netflix wünschen, das am Ende sogar seine Abonnentenzahl steigern konnte. Ob dies Disney+ ebenfalls gelingt, bleibt abzuwarten. (nij@ct.de) **ct**

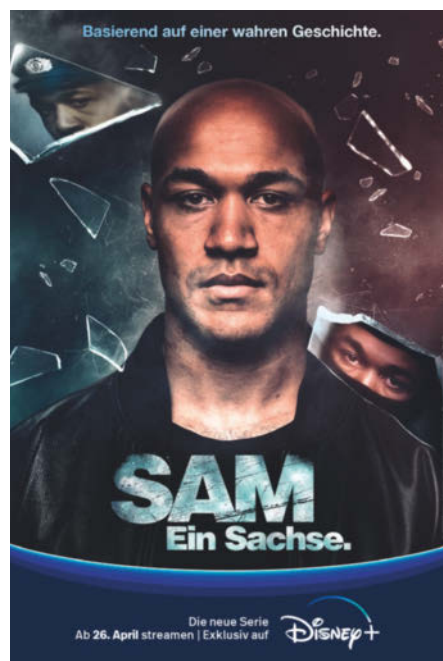


Bild: Disney+

**Disney+ bewirbt sein neues Premium-Abo unter anderem mit Dolby-Atmos-Ton. Deutschen 3D-Ton gibt es bislang bei dem Dienst aber nur bei der Originals-Serie „Sam – Ein Sachse“.**



## Günstige Steam Decks: Valve verkauft Gebrauchtgeräte

**Valve verkauft jetzt auch generalüberholte Steam Decks. Die gebrauchten Mobilkonsolen sind getestet und werden mit Garantie rund 80 bis 140 Euro günstiger angeboten als neue.**

Nachdem Valve bereits Reparaturzentren für den Gaming-Handheld Steam Deck eingerichtet hat, verkauft der Hersteller nun auch Gebrauchtgeräte. Diese Steam Decks bekommen von Valve das Label „zertifiziert generalüberholt“ und erhalten wie Neugeräte ein Jahr Garantie. Das Steam Deck wird in der gewohnten Tragetasche versandt.

Valve setzt die Geräte auf Werkseinstellungen zurück und bringt die Software auf den aktuellen Stand. Getestet werden die Controller, das Audiosystem, der Bildschirm und die eingebauten Komponenten

– einschließlich Akku. Die kleinste Variante mit 64-GB-Byte-eMMC-Speicher kostet generalüberholt 339 Euro, ist allerdings derzeit vergriffen. Für die Steam-Deck-Ausgabe mit 256-GB-Byte-SSD werden 439 statt 549 Euro fällig. Bei der 512-GB-Byte-Variante mit entspiegeltem Glas ist die Ersparnis am größten: Das Gerät ist für 539 Euro (statt 679 Euro) erhältlich.

Die gebrauchten Steam Decks sollen ein zuverlässiges Spielerlebnis garantieren. „Alle generalüberholten Geräte erfüllen die Leistungsanforderungen neuer Geräte aus dem Einzelhandel oder übertreffen diese sogar“, schreibt Valve. Geringfügige Gebrauchsspuren muss man für den günstigeren Preis allerdings in Kauf nehmen. (lmd@ct.de)

**Steam Deck Refurbished und Spielvideos:** [ct.de/y5rn](https://ct.de/y5rn)

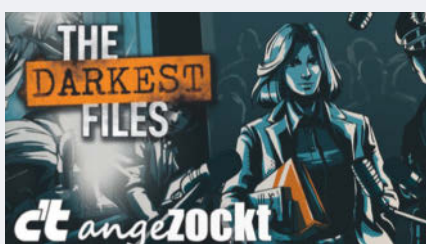


**Gebraucht kostet ein Steam Deck deutlich weniger als neu. Gebrauchsspuren muss man aber in Kauf nehmen.**

### Kurz & knapp

Neu bei c't zockt: In unserem Indie-Gaming-Kanal auf YouTube haben wir die Demo von **The Darkest Files** angespielt (Video siehe [ct.de/y5rn](https://ct.de/y5rn)). In der Rolle der jungen Staatsanwältin Esther Katz geht man darin in der Nachkriegszeit einem

alten Verbrechen aus der Zeit des Nationalsozialismus nach. Stück für Stück rekonstruiert sie aus Zeugenaussagen den Ablauf der Tat, deckt Widersprüche in den Aussagen auf und baut einen tragfähigen Fall, um das Vergehen vor Gericht zu bringen.



Ubisoft hat **Mod-Unterstützung für seine Städtebausimulation Anno 1800 angekündigt**. In Kooperation mit mod.io sollen verfügbare Mods künftig im Spiel sichtbar und ihre Nutzung so deutlich einfacher und zugänglicher sein.

# Industrie- Firewall Edge 4L

## Die lässt nichts anbrennen!

**SCHON AB**

**395,-**



# TH-MAS KRENN®

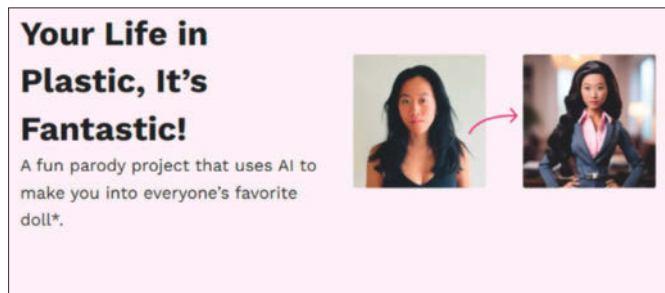
IT's people business

**Jetzt Edge 4L sichern:**

[thomas-krenn.com/e4l](https://thomas-krenn.com/e4l)

+49 (0) 8551.9150-300





## Schön – schöner – Barbie

[bairbie.me](https://bairbie.me)

Software zum Verschönern von Selfies arbeitet – meist als Handy-App – mittlerweile perfekt. Die Technik und die Geschäftsmodelle dahinter haben wir kürzlich beleuchtet (siehe c't 16/2023, S. 110), ebenso deren verheerende gesellschaftliche Auswirkungen (c't 16/2023, S. 116). **BaiRBIE.me** liefert eine gelungene Persiflage auf die allgegenwärtigen Selbstoptimierungsfiler (und spielt mit dem aktuellen Hype um den Barbie-Kinofilm). Die Site wird von der US-amerikanischen Design-Agentur Rvnway betrieben.

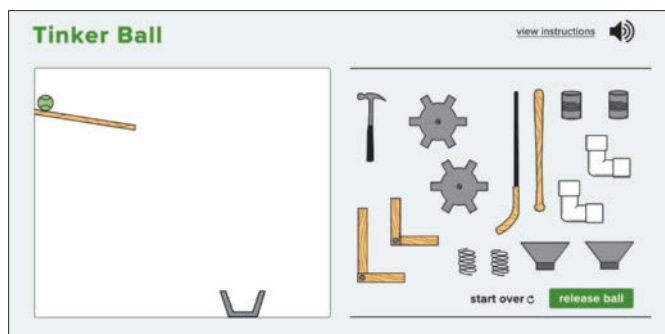
Besucher legen zunächst fest, ob sie eine Barbie oder einen Ken erschaffen möchten. Der Site genügen ein paar Angaben zur gewünschten Haar- und Hautfarbe plus ein Porträt der zu barbiefizierenden Person, um das KI-Bild einer Plastikpuppe zu generieren. Im Test erschien auf dem Bildschirm nach Hochladen eines Fotos von Olaf Scholz das Bild einer jugendlich-dynamischen Puppe mit James-Dean-Frisur, die als jüngerer Bruder des Kanzlers durchgehen würde. Generierte Bilder kann man mit Wasserzeichen versehen herunterladen; für 2 US-Dollar gibt es eine Version ohne Kennzeichnung. (dwi@ct.de)

## Tüftelspaß

[invention.si.edu/tinker-ball](https://invention.si.edu/tinker-ball)

[invention.si.edu](https://invention.si.edu)

Das Runde muss in das Eckige – das gilt auch bei **Tinker Ball**. In der linken Bildschirmhälfte gibt es oben einen Tennisball auf einem schrägen Holzbrett und unten eine Art Korb, in den der



Ball hineingelenkt werden soll. Dazu findet man rechts einen Vorrat an Hilfsmitteln: Trichter, Spiralfedern, einen Eishockeyschläger und so weiter. Die gilt es links so zu arrangieren, dass der Ball nach Klick auf „release ball“ in den Korb fällt, hüpfet oder rollt. Die Bewegungsabläufe sind nicht allzu realistisch. Überhaupt ist das Knobelspiel im Vergleich zu den Games der legendären „Crazy Machines“-Reihe ein recht simpler Spaß, reizt aber doch zum Experimentieren.

Die kleine Online-Physiksimulation ist Teil der Website des US-amerikanischen Smithsonian-Museums. Dem Museum angegliedert ist das **LeMelson Center for the Study of Invention and Innovation**, dessen Webpräsenz unter anderem Blogbeiträge, Podcasts und Anregungen für Maker und Tüftler bereithält. (dwi@ct.de)

## Raus damit!

[screamintothevoid.com](https://screamintothevoid.com)



Und wenn mal alles zu viel wird? Dann kann man ein Sofakissen vermöbeln, einmal um den Block laufen oder auf **Scream into the Void** seinen Frust loswerden. Einfach ausprobieren – hilft wirklich! (dwi@ct.de)

## Malwettbewerb

[dailydoodleclub.com](https://dailydoodleclub.com)

Täglich gibt es beim **Daily Doodle Club** eine neue Aufgabe. Mal soll ein Baum gezeichnet werden, auf dem Bücher wachsen, mal eine schöne Blume bei Nacht. Als Werkzeuge stehen lediglich Stift und Farbeimer zur Verfügung. Damit malt man auf einer quadratischen Zeichenfläche sein Bild. Mit der Maus gestaltet sich das ziemlich hakelig – wer künstlerische Ambitionen hat, ruft die Seite besser mit einem Mobilgerät auf und verwendet zum Zeichnen einen Eingabestift. Mit einem Klick auf das Diskettensymbol lässt sich das fertige Werk veröffentlichen. Auf jeden Fall lohnt ein Blick in die Galerie, um sich anzusehen, wie andere Besucher der Site das Thema des Tages interpretiert haben. (dwi@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: [ct.de/ycn7](https://ct.de/ycn7)

heise +

ct

iX

Mac&i

Make:

MIT  
Technology  
Review  
Das Magazin für Innovation von Heise

ct **Fotografie**

c't-Abonnenten  
lesen bis zu  
**75%**  
günstiger

## Das digitale Abo für IT und Technik.

**Exklusives Angebot für c't-Abonnenten:**  
Sonderrabatt für Magazinabonnenten

- ✓ Zugriff auf alle Artikel von heise+
- ✓ Jeden Freitag exklusiver Newsletter der Chefredaktion
- ✓ Alle Heise-Magazine online lesen: c't, iX, MIT Technology Review, Mac & i, Make und c't Fotografie
- ✓ 1. Monat gratis lesen – danach jederzeit kündbar

Sie möchten dieses Exklusiv-Angebot nutzen? Jetzt bestellen unter:

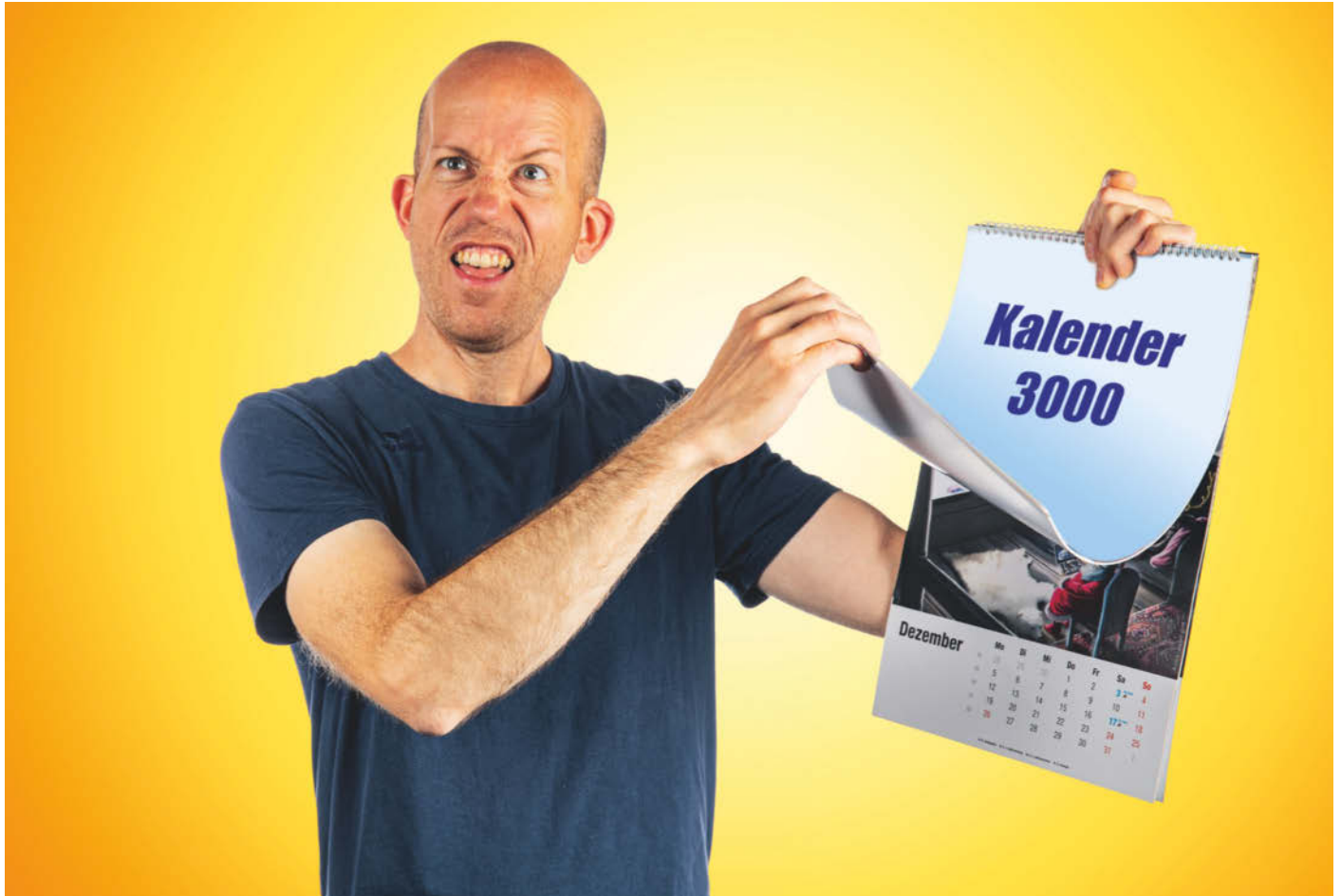
**heise.de/plus-testen**

✉ [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de) ☎ 0541 80009 120

Ein Angebot von: Heise Medien GmbH & Co. KG • Karl-Wiechert-Allee 10 • 30625 Hannover

# Jahrtausendfehler

## Netto will gültiges Guthaben nicht einlösen



**Prepaid-Guthaben verfallen oft nach einer gewissen Zeit. Damit das rechtens ist, muss der Anbieter dies auch klar und deutlich kommunizieren. Für den Discounter Netto ist das allerdings ein Problem.**

Von Tim Gerber

Ende Juni 2017 erwarb Christoph H. im Netto-Markt um die Ecke ein Prepaid-Starterset der Hausmarke NettoKom. Das enthaltene Guthaben sollte laut Beleg bis zum 1. Januar des Jahres 3000 gültig sein. Mit dem Vertelefonieren des Guthabens sollte es also keine Eile haben, dachte sich der Kunde und ließ das Päckchen zunächst ungeöffnet. Später geriet es in Vergessenheit.

Mitte Juli dieses Jahres brauchte Christoph H. dann doch einen neuen Mobilfunk-Zugang und erinnerte sich an das NettoKom-Set nebst Startguthaben. Doch seine Versuche, die enthaltene SIM-Karte zu aktivieren, schlugen allesamt fehl. Deshalb wandte er sich am 17. Juli per E-Mail

an den Service von NettoKom. Er schilderte diesem, dass sich die SIM-Karte nicht aktivieren ließ, und führte dies auf den Umstand zurück, dass der Kauf bereits einige Zeit zurücklag. Da das bezahlte Startguthaben aber laut Beleg knapp tausend Jahre gültig sein sollte, wollte der Kunde nun wissen, auf welche Weise er es sich erstatten lassen könne. Dazu teilte er dem Service auch die zugeteilte Mobilfunknummer mit.

Nach zwei Tagen fragte NettoKom bei ihm nach der Nummer der SIM-Karte. Noch am selben Tag teilte Christoph H. auch diese Nummer dem Service mit. Am folgenden Tag antwortete das Service-Team von NettoKom dem Kunden: Be-



dauerlicherweise könne es weder die SIM-Kartennummer noch die genannte Handynummer in seinem System finden. Eine Rücknahme des Startpakets mit der SIM-Karte durch NettoKom sei nicht möglich. Der Umtausch liege im Ermessen der Filiale.

Am 21. Juli suchte Christoph H. die Netto-Filiale auf, wo er das Set im Jahre 2017 erworben hatte. Das angesprochene Personal verwies ihn an die Filialeiterin. Die ließ sich das Problem schildern und nahm die mitgebrachten Belege des Kunden in Augenschein. Mehr als ein bedauerndes Kopfschütteln war der Verkaufsstellenleiterin aber nicht abzurufen: Sie sei für diese Sachen nicht zuständig. Das Guthaben von 6,90 Euro könne sie ihm leider auch nicht auszahlen. Derartige könne sie nur auf Weisung aus der Zentrale des Netto-Konzerns im bayrischen Maxhütte-Haidhof ausführen, meinte die Chefverkäuferin.

### Vergeblicher Protest

An dieser starren Haltung vermochte auch der Protest des Kunden nichts zu ändern, den man schließlich wegen der Erstattung ausdrücklich an die Filiale verwiesen hatte, in deren Ermessen dies liegen sollte. Unverrichteter Dinge fuhr Christoph H. mit seiner SIM-Karte und dem Jahr-3000-Bon wieder nach Hause. Auf dem Weg beschaffte er sich eine neue SIM-Karte bei einem Netto-Konkurrenten. Doch auf sich beruhen lassen wollte er die Sache nicht und wandte sich noch am selben Tag per E-Mail an c't. Es leuchte ihm ja ein, dass sich die SIM-Karte nach etlichen Jahren nicht mehr aktivieren lasse. Aber warum solle er sein Geld nicht zurückbekommen? Und wie könne verhindert werden, dass NettoKom weiterhin solch drastisch falsche Angaben zur Guthabengültigkeit gegenüber den Kunden mache, fragte er entrüstet.

Wir fragten am 31. Juli bei der Pressestelle des Netto-Konzerns an und schilderten dieser die Erlebnisse von Christoph H. Dazu wollten wir wissen, wie es zu der Angabe auf dem Kassenbeleg gekommen war, dass das Guthaben bis zum Jahr 3000, also für 983 Jahre gültig sei. Und wie lange sollte das Guthaben nach Vorstellungen von Netto denn tatsächlich gelten und wann sollte es verfallen? Auf welche Weise wurden Kunden über den Verfall des Guthabens denn informiert?

Dass sich die SIM-Karte nicht mehr aktivieren lässt, ist übrigens auch nicht so ohne Weiteres verständlich. Die zugehörige Rufnummer ist offenbar nach wie vor nicht vergeben.

### Nicht vor Ende des Jahrtausends

Bei den inhaltlichen Bestimmungen, die NettoKom zu seinen Prepaid-Verträgen trifft und zu denen auch die Angaben auf dem Beleg gehören, dürfte es sich rechtlich um Allgemeine Geschäftsbedingungen handeln. Zweifel bei deren Auslegung gehen nach bürgerlichem Recht stets zu Lasten desjenigen, der sie sich ausgedacht hat. So steht es in § 305c, Abs. 2 BGB. Die Angabe der Geltungsdauer bis zum Ende dieses Jahrtausends durfte Christoph H. also getrost für bare Münze nehmen und darauf vertrauen, dass das Guthaben nicht schon nach wenigen Jahren verfallen sollte.

Mit Hinweis auf diese Einschätzung wollten wir von Netto auch wissen, ob es sich bei der Datumsangabe mit dem Jahr 3000 möglicherweise um einen techni-

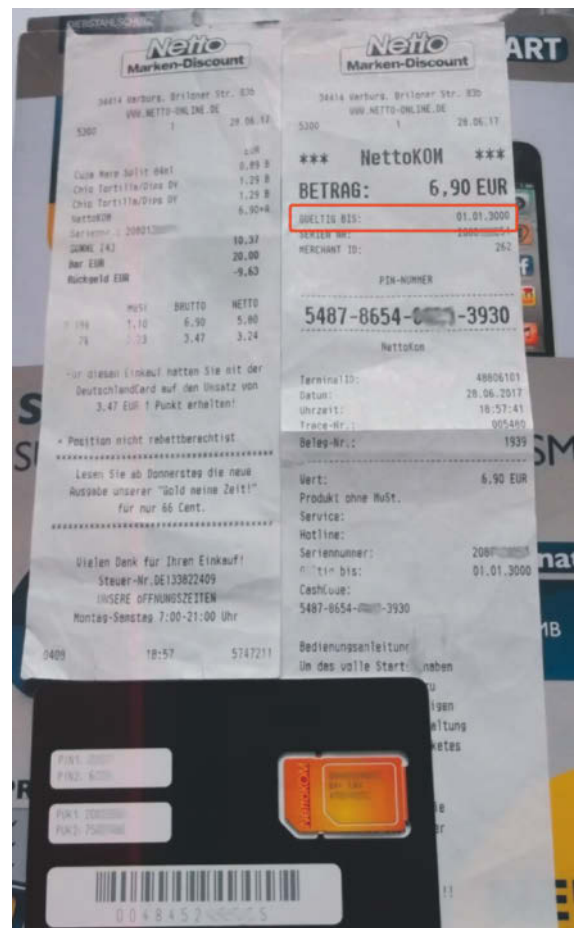
schen Fehler handelte und ob dieser inzwischen abgestellt wurde. Werden inzwischen die richtigen Verfallsdaten angegeben?

Nachdem wir innerhalb einer Woche keine Antwort erhielten, obwohl wir ausdrücklich darum gebeten hatten, hakten wir am 7. August nach und wiesen die Pressestelle darauf hin, dass wir über den Fall von Christoph H. auch dann berichten würden, wenn wir gar keine Reaktion aus dem Hause Netto erhalten sollten. Wenige Stunden danach entschuldigte sich eine Pressesprecherin für die Verzögerung. Antworten auf unsere Fragen hatte sie aber nicht. Man wolle sich mit dem Kunden in Verbindung setzen, hieß es lediglich. Dieser könne sich auch an den Kundenservice wenden. Zu diesem Zweck teilte man die E-Mail-Adresse des Leiters dieser Abteilung mit.

Wie die Sache für Christoph H. am Ende ausgegangen ist, war zu Redaktionsschluss noch offen. Das mag nicht zuletzt an der Urlaubszeit gelegen haben. Unsere allgemeinen Fragen hätte Netto aber ohne Weiteres beantworten können. Darauf warten wir noch immer. Wenn es sein muss, auch bis zum Jahr 3000.

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

**VOR  
SICHT  
KUNDE!**



**Auf dem Beleg ist klar und deutlich angegeben, dass das Startguthaben erst am 1. Januar des Jahres 3000 verfällt. Trotzdem soll der Kunde schon nach wenigen Jahren weder die versprochene Leistung erhalten noch sein Geld zurückbekommen.**

# Das Hochsicherheits-Windows

AppLocker & SRP: Profi-Schutz für alle



<b>Vorstellung „Whitelisting“ .....</b>	<b>Seite 60</b>
<b>SRPs verwalten mit Restrict'or .....</b>	<b>Seite 64</b>
<b>AppLocker im Einsatz .....</b>	<b>Seite 70</b>

## Es erhöht den Schutz vor Schadsoftware enorm, wenn Windows nur noch jene Programme ausführen darf, die Sie zuvor ausdrücklich erlaubt haben. Was dafür nötig ist, haben alle Windows-Editionen von Home bis Enterprise von Haus aus an Bord. c't-Werkzeuge helfen beim Einrichten.

Von Axel Vahldiek

Schadsoftware aller Art stellt auch heute noch eine ständige Gefahr für Windows-Nutzer dar, und das, obwohl sich Microsoft seit Jahren bemüht, daran etwas zu ändern. Mit dem Defender bringt Windows einen eigenen Virens Scanner mit, der mit der Konkurrenz locker mithält (und zudem nicht mit Werbung nervt). Doch eines gilt für ihn genauso wie für jeden anderen: Sobald er nur ein einziges Mal daneben liegt und eine Schadsoftware fälschlich als harmlos einstuft, wird Windows trotzdem infiziert. Das Arbeiten ohne Administratorrechte hilft ebenfalls nicht in allen Fällen weiter, denn das Installieren von Software klappt an manchen Stellen auch ohne, etwa im Nutzerverzeichnis im versteckten Verzeichnis „C:\Benutzer\\Appdata“. Microsoft könnte das unterbinden, nutzt solche Tricks aber lieber selbst, etwa beim Installieren von Teams.

Ganz anders funktioniert die Methode, die wir in dieser Ausgabe vorstellen: das „Whitelisting“. Verbieten Sie Windows das Ausführen sämtlicher Programme. Anschließend genehmigen Sie nur noch die Software, von deren Harmlosigkeit Sie überzeugt sind. Auf diese Weise spielt es plötzlich keine Rolle mehr, falls auf Ihrem Datenträger doch mal ein Virus in Form einer Datei landet: Windows verweigert deren Start und der enthaltene Programmcode bleibt inaktiv, kann also keinen Schaden anrichten.

Das Verfahren schützt aber nicht nur vor Schadsoftware: Damit können Admins verhindern, dass Mitarbeiter unerwünschte Software nachinstallieren oder portable Anwendungen nutzen, die ohne Installation auskommen. Das kann auch dann

hilfreich sein, wenn Sie Windows-Rechner bei Verwandten, im Verein oder sonstwo betreuen. Es wäre nicht das erste Mal, dass bei PC-Problemen das Nachinstallieren von Software aus dubiosen Quellen die Wahrheit hinter der Behauptung „Ich hab nichts gemacht“ darstellt.

### Erlaubnisliste

Der Name „Whitelisting“ kommt von „Weiße Liste“, also einer Erlaubnisliste, in der steht, welche Programme Windows ausführen darf. Die Einträge in der Liste heißen üblicherweise „Regeln“ oder „Richtlinien“, im englischen oft „Policies“. Falls Sie schon mit Firewall-Regeln zu tun hatten: Die Regeln der Erlaubnisliste funktionieren ähnlich.

Eine Regel bezieht sich letztlich immer auf eine ausführbare Datei. Gemeint ist damit, dass Sie nicht Programme wie „Mozilla Firefox“, „Libre Office“ oder „Baldur's Gate 2“ erlauben, sondern die jeweils im dazugehörigen Programmverzeichnis liegenden ausführbaren Dateien „firefox.exe“, „soffice.exe“ und „Baldur.exe“. Dateien, die ausführbaren Programmcode enthalten, haben Dateitypen wie .exe, .com, .msi, .cmd, .ps1, .bat, .vbs, .js und so weiter, streng genommen gehören auch Bibliotheken dazu (.dll, .ocx ...).

Dokumente hingegen werden nicht überwacht: Das Öffnen und Bearbeiten von Texten, Tabellen, Videos und so weiter bleibt also problemlos möglich – vorausgesetzt, die mit dem jeweiligen Dokumentendateityp verknüpfte Anwendung ist erlaubt, also beispielsweise das Office-Paket. Das bedeutet übrigens auch, dass von so einem Paket ausgeführte Makros ebenfalls erlaubt bleiben (was Sie aber üblicherweise in den Office-eigenen Einstellungen verbieten können).

Es gibt verschiedene Arten von Regeln. Damit sie sinnvoll greifen können, muss Windows eine ausführbare Datei sicher identifizieren, beispielsweise anhand ihrer Prüfsumme oder einem enthaltenen Zertifikat. Der Dateiname ist hingegen kein sicheres Erkennungsmerkmal, denn den könnte ein Schadprogramm leicht fälschen. Der Speicherort einer ausführbaren Datei kann dagegen durchaus als Ausweis gelten: In Ordnern, in denen der Anwender keine Schreibrechte genießt, kann er ja – egal, ob absichtlich oder versehentlich – auch keine unerwünschten Programme ablegen. Es gibt auch Regeln, die nur bestimmten Nutzern oder Nutzergruppen etwas erlauben.

Whitelisting taugt zugegebenermaßen keineswegs als alleiniger Schutz gegen alles. Das geht damit los, dass schon seit Jahren sehr ausgefeilte Schädlinge existieren, denen eine komplett dateilose Infektion gelingt [1]. So was ist heutzutage nicht mal mehr exotisch, doch immerhin: Sehr viele Schädlinge nisten sich auch heute noch als ausführbare Datei auf Windows-Rechnern ein, werden also durch Whitelisting blockiert. Wer jetzt einwendet, dass viele Viren statt als EXE-Datei doch beispielsweise via infizierten Makroviren und Website-Skripten auf dem PC landen: Stimmt, aber Makro, Skript & Co. haben für Schädlingsprogrammierer einen Nachteil. Sie werden nach einem Neustart des PCs nicht mehr ausgeführt. Daher richten sie oft gar nicht selbst den Schaden an, sondern laden stattdessen aus dem Netz eine ausführbare Datei nach und

### c't kompakt

- Erlauben Sie nur jene Anwendungen, die Sie benötigen, und verbieten Sie alle anderen. Das blockiert alle Viren, die als ausführbare Datei auf Ihrem PC landen.
- Das funktioniert sowohl unter Windows 10 als auch unter Windows 11, die Edition (Home, Pro, Education ...) spielt keine Rolle.
- Die Technik zum Erstellen und Pflegen einer Erlaubnisliste steckt mit AppLocker und SRP bereits in Windows. Wir liefern das nötige Werkzeug.



schreiben zudem einen Aufruf in die Registry, damit Windows diese Datei beim nächsten Hochfahren automatisch mitstartet. Whitelisting verhindert zwar nicht den Registry-Eintrag, blockiert aber den Aufruf der Datei.

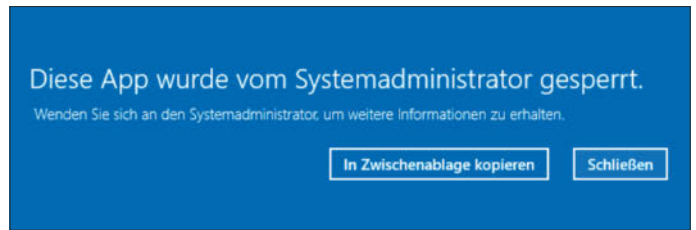
Noch kurz zur Idee, statt einer Erlaubnis- eine Verbotsliste zu verwenden, also alles zu verbieten, von dem bekannt ist, dass es schadet: Das funktioniert bei Schadsoftware leider nicht, weil sie sich ständig ändert und anpasst. Eine Verbotsregel könnte also nur bekannte Viren ausperren, aber keine neuen Varianten.

### Aufwandsabschätzung

Die Regeln der Erlaubnisliste können Pflege erfordern, doch wie viel genau, lässt sich nicht vorhersagen. Denn es hängt vom Zielrechner sowie dem Menschen davor ab. Kommen auf dem PC immer nur dieselben wenigen Programme zum Einsatz (Mail-Client, Browser, Skatenspiel, fertig), gibt es nach der Ersteinrichtung nichts mehr zu tun. Wenn Sie hingegen ein neues Programm auf eine Art ausprobieren, die von den vorhandenen Regeln nicht abgedeckt ist, benötigen Sie eine neue Regel. Auch Skript- und Programmentwickler, bei denen das Überschreiben vorhandener ausführbarer Dateien zum Alltag gehört, müssen mit erhöhtem Aufwand rechnen.

Bedenken Sie, dass das Beseitigen eines Schädling noch weit zeitraubender sein kann als die Pflege der Whitelist.

**Keine Schikane, sondern Absicht: Dank Whitelisting hat Windows hier das Ausführen von Schadsoftware verhindert.**



Nach einer Infektion ist Windows gemäß der reinen Lehre sauber neu zu installieren und alle Daten sind aus den Backups wiederherzustellen. Das wird noch schlimmer, wenn sich das Backup in so einer Situation als nicht ausreichend aktuell oder gar als nicht vorhanden entpuppt – oder ebenfalls vom Schädling befallen wurde. Für Unternehmen kann das existenzbedrohend sein. Doch auch für Privatleute kommt es einer Katastrophe gleich, wenn beispielsweise die Abschlussarbeit oder die unwiederbringlichen Fotos vom Nachwuchs vernichtet wurden (unsere aktuelle „Checkliste Backup“ finden Sie in [2]).

### Lauter Bordmittel

Windows bringt gleich mehrere Whitelisting-Bordmittel mit. Seit Windows XP sind die „Software Restriction Policies“ (SRPs) dabei. Für Windows 7 entwickelte Microsoft die SRPs weiter und nannte sie nun „AppLocker“ (intern als „SRPv2“ bezeichnet). Beide bieten dasselbe hohe Schutzniveau, der Unterschied liegt woanders: Die SRPs kennen weniger Regel-

Arten als AppLocker. Zudem gelten SRPs auf einem einzelnen PC entweder für alle Konten mit eingeschränkten Rechten oder sogar für alle Nutzerkonten (dann gelten sie auch für Administratoren). Mit AppLocker können Sie auch Regeln für selbst-erstellte Gruppen oder Nutzer definieren, Ausnahmen sind möglich (Beispielregel: Programm „Klassenchat.exe“ erlaubt für alle Mitglieder der Gruppe „Lehrkräfte“ außer Nutzer „Bernd“).

Gedacht sind beide Bordmittel für die teuren Windows-Editionen Pro und vor allem Enterprise. Admins verwalten sie in Firmen, Behörden & Co. mit Gruppenrichtlinien. Doch wir stellen Ihnen Werkzeuge zur Verfügung, mit denen Sie sowohl die SRPs als auch AppLocker viel einfacher nutzen können, und zwar unter allen Windows-Editionen – sogar unter Home.

Ein weiteres Bordmittel könnte auf den ersten Blick ebenfalls den Eindruck erwecken, als stecke hier eine Art Whitelisting dahinter: die Option „Nur Apps aus dem Store zulassen“. Klingt wie eine einfache Regel, funktioniert aber nicht [3].

## Trau, schau, wem?

Wenn Windows nur das ausführt, was Sie vorab erlauben, erhöht das die Sicherheit zwar enorm, doch eine wesentliche Frage bleibt: Wie entscheiden Sie vor dem Erlauben einer ausführbaren Datei, ob sie überhaupt vertrauenswürdig ist? Sie einfach mal zu starten, scheidet aus, denn falls ein Schädling drinsteckt, würde Windows ja sonst prompt infiziert. Weit effektiver wäre der Einsatz von Profi-Analyse-Werkzeugen [10, 11], doch das scheitert im Alltag allein schon am Zeitmangel. Vorschlag: Verwenden Sie ein c't-Skript. Damit erhalten Sie in Sekundenschnelle einen ersten Eindruck von der Vertrauenswürdigkeit.

Das Skript heißt Sigcheck.bat und vielleicht kennen Sie es schon: Veröffentlicht haben wir es erstmals 2017, und die seinerzeit veröffentlichte Version funktio-

niert bis heute tadellos. Mittlerweile steckt es sogar im c't-Notfall-Windows [12].

Der Einsatz des Skripts ist simpel: Nach dem Einrichten können Sie beliebige Dateien via „Senden an“ im Kontextmenü an das Skript verfüttern. Es nennt Ihnen anschließend diverse Infos über die Datei: das Zertifikat (sofern eines drinsteckt), Datei- und Produktversion, Architektur (32/64 Bit) und verschiedene Prüfsummen (MD5, SHA256, ...). Zudem lädt es eine Prüfsumme bei VirusTotal.com hoch. Diese von Google betriebene Website prüft die Datei mit über 70 Virenscoren, das Ergebnis bekommt Sigcheck bereits nach Sekunden. Die Summe der Informationen erlaubt einen Rückschluss darauf, ob die Datei womöglich gefährlich ist.

Wie Sie das Skript einrichten und wie dessen Ausgaben zu interpretieren sind, verrät der unverändert gültige Artikel, den Sie via [ct.de/yxcj](https://ct.de/yxcj) finden.

Eines aber sei vorab gesagt: Eine Prüfung von nur wenigen Sekunden Dauer kann nicht ausreichen, um einer ausführbaren Datei Harmlosigkeit zu attestieren. Was unser Skript ausgibt, ist vielmehr wie eine Fußgänger-Ampel zu interpretieren: Zeigt sie grün, können Sie trotzdem überfahren werden, aber wenn sie rot leuchtet, wissen Sie, dass Sie unbedingt stehenbleiben beziehungsweise dieser Datei auf keinen Fall Ihr Vertrauen schenken sollten.

Reicht Ihnen das als Sicherheit nicht aus, bleiben halt doch nur die Profiwerkzeuge zur Analyse.

Bei „Smart App Control“ handelt es sich zwar um Whitelisting [4]. Doch hierbei entscheiden nicht Sie, was Windows ausführen darf, sondern Microsoft, und Sie haben keine Chance, den Konzern zu überstimmen.

Echtes Whitelisting bekommen Sie hingegen mit dem Kiosk-Modus, allerdings kann Ihre Erlaubnisliste hier nur einen einzigen Eintrag enthalten. Für öffentlich zugängliche Computer kann das eine prima Sache sein [5], für einen produktiv genutzten Rechner taugt es nicht. Microsoft hat zwar mittlerweile einen „Multi-App-Kiosk“ angekündigt, der mehrere Anwendungen erlaubt, doch das ist im Wesentlichen auch bloß AppLocker.

## Und los

Die nachfolgenden Artikel stellen SRPs und AppLocker mitsamt der jeweils von uns dafür entwickelten c't-Werkzeuge vor. Doch bevor Sie nun loslegen: AppLocker ist wie erwähnt eine Weiterentwicklung der SRPs, unter der Haube nutzen beide dieselbe Systembibliothek (AppIdSvc.dll). Wenn Sie nun manche Regeln mit AppLocker und andere mit SRPs verwalten, führt das schnell zu Chaos und unerwarteten Erlebnissen. Unsere Empfehlung daher: Nutzen Sie entweder SRP oder AppLocker, aber nicht beide gemeinsam. Falls Sie beide erst mal ausprobieren wollen, empfehlen wir separate Testrechner oder virtuelle Maschinen [6].

## Reagieren auf blockierte Programmstarts

Wenn eine SRP- oder AppLocker-Regel das Ausführen eines Programms verhindert, weist Windows zwar darauf hin. Doch nicht immer landet der Hinweis prominent auf dem Bildschirm, sondern manchmal bloß versteckt im Event-Log des Systems. Dort können Sie ihn zwar mit der Ereignisanzeige lesen, doch das ist mühsam. Unser Programm SrpWatch holt solche Hinweise aus dem Event-Log und schickt Sie Ihnen per Mail zu. So erfahren Sie nicht nur von blockierten Programmstarts auf dem eigenen PC, sondern auch auf anderen, die Sie betreuen.

SrpWatch gibt es schon länger, meldete aber ursprünglich nur durch SRPs

ausgelöste Ereignisse. Für die aktuelle Ausgabe der c't haben wir das Programm überarbeitet, sodass es nun auch AppLocker-Ereignisse meldet.

Die Installation ist simpel, denn das Installationspaket kümmert sich um alles. Es packt die Dateien in die für Programme vorgesehenen Verzeichnisse, fragt die E-Mail-Konfiguration ab, hilft auf Wunsch beim Testen und richtet alles Nötige ein. Bei der Deinstallation verschwindet das Programm wieder restlos. Tipps für das Einrichten der Mail-Benachrichtigung finden Sie via [ct.de/ycxj](mailto:ct.de/ycxj) auf unserer Projektseite für SrpWatch mit Beispielkonfigurationen für verschiedene Mail-Anbieter. (ps@ct.de)

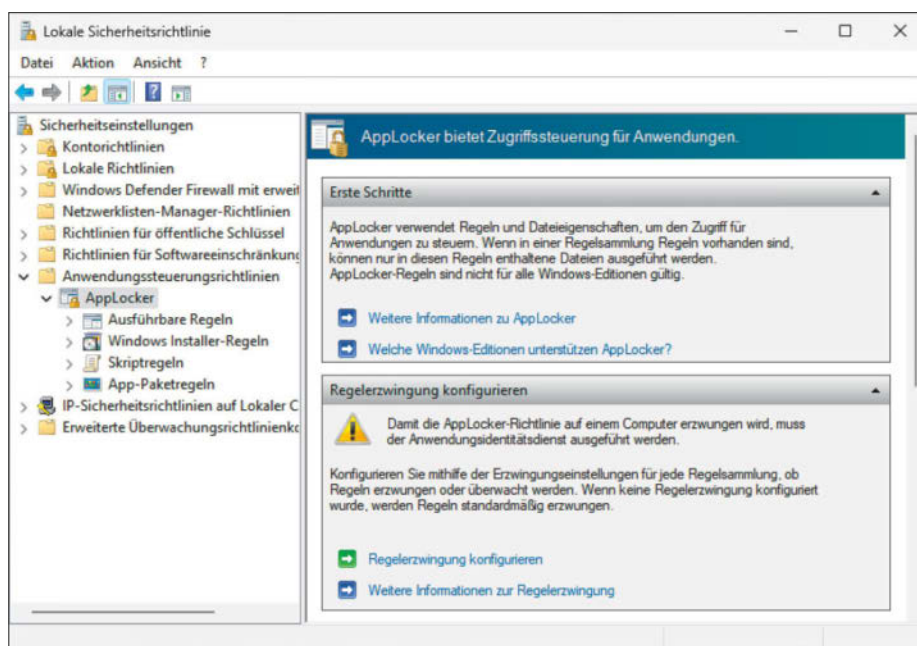
Eines muss zudem noch deutlich gesagt werden: Für SRP und AppLocker gilt dasselbe wie für das restliche Betriebssystem und all Ihre Anwendungen. Es könnten jederzeit Sicherheitslücken darin entdeckt und ausgenutzt werden. Whitelisting darf also nur ein Baustein eines Sicherheitskonzepts sein. Sicherheits-Updates, Virens Scanner, Firewall und so weiter bleiben unverzichtbar, Ihre persönli-

chen Daten gehören besser verschlüsselt [7], Passwörter sicher verwahrt [8] oder durch bessere Alternativen ersetzt [9] und, Sie wissen ja: kein Backup, kein Mitleid. Aber: Whitelisting dient nicht nur als ein Baustein von vielen, sondern kann in Ihrem Sicherheitskonzept eine zentrale Rolle einnehmen. (axv@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Olivia von Westernhagen, Jürgen Schmidt, Die unsichtbare Gefahr, Dateilose Infektion umgeht Schutzfunktionen, c't 7/2017, S. 96
- [2] Axel Vahldiek, Kein Backup, kein Mitleid, Security-Checkliste Backups, c't 17/2023, S. 80
- [3] Jan Schüssler, Löchrig wie Emmentaler, Was die Windows-Einstellung „Apps nur aus dem Store installieren“ nicht bringt, c't 18/2023, S. 158
- [4] Ronald Eikenberg, Schloss ohne Schlüssel, Die neue Windows-Schutzfunktion Smart App Control, c't 24/2022, S. 28
- [5] Jan Schüssler, Hartes Fenster, Kioskmodus von Windows 10 einrichten, c't 6/2020, S. 164
- [6] Axel Vahldiek, Viele PCs in einem, Virtuelle Computer mit Hyper-V unter Windows 10, c't 4/2020, S. 140
- [7] Titelthema „Praxisleitfaden Verschlüsselung“, c't 4/2023 ab S. 62
- [8] Ronald Eikenberg, Passwort: sicher, Security-Checkliste Passwörter & Accounts, c't 17/2023, S. 82
- [9] Ronald Eikenberg, FAQ Passkeys: Einloggen ohne Passwort, c't 14/2023, S. 164, auch kostenlos online lesbar unter [ct.de/-9067746](https://ct.de/-9067746)
- [10] Olivia von Westernhagen, Werbung statt Spiel Spaß, Analysiert: PS3-Emulator als Schafspelz, c't 2/2017, S. 172
- [11] Olivia von Westernhagen, Feind aus dem Word-Dokument, Analysiert: Das Comeback der Makro-Malware, c't 5/2017, S. 142
- [12] Axel Vahldiek, Digitales Virostatikum, Schädlings-suche mit dem c't-Notfall-Windows, c't 2/2023, S. 26

**SigCheck, SrpWatch:** [ct.de/ycxj](https://ct.de/ycxj)



Wenn in c't von Whitelisting die Rede war, ging es bislang meist um Software Restriction Policies (SRPs). Die Weiterentwicklung SRPv2, von Microsoft „AppLocker“ genannt, steckt aber auch in allen aktuellen Windows-Versionen und -Editionen.



Bild: Albert Hulm

# Pflegeleichter Wachhund

## Windows absichern mit Restrict'or

**Firmen-Admins können die betreuten Windows-PCs so sehr verrammeln, dass nur noch Anwendungen starten, die sie zuvor genehmigt haben. Solchen Schutz gibt es auch für zu Hause: mit den „Software Restriction Policies“ (SRPs), die Sie mit unserem Werkzeug „Restrict'or“ bequem verwalten.**

Von Axel Vahldiek

**S**chädlinge, die sich als ausführbare Dateien auf einem Windows-PC einnisten, lassen sich zuverlässig blockieren, wenn Sie dem Betriebssystem das Starten dieser Dateien untersagen. Weil sich Schadsoftware aber ständig ändert und weiterentwickelt, hilft es nicht, nur bekannte Exemplare am Starten zu hindern. Stellen Sie stattdessen eine Liste mit den von Ihnen genutzten Programmen zusammen, die Sie ausdrücklich erlauben, und verbieten Sie alles andere. Das Erstellen so einer Erlaubnisliste erfordert weniger Aufwand, als es im ersten Moment den Anschein haben mag: Sie brauchen nicht jedes Programm einzeln zuzulassen, son-

dern erstellen „Regeln“, die für mehrere Programme auf einmal gelten können. Alle Regeln zusammen ergeben das Regelwerk, das komplette Verfahren nennt sich „Whitelisting“. Der vorangehende Artikel stellt die dahintersteckende Idee und einige Werkzeuge vor. Hier geht es nun um die Praxis, wie Sie die Windows-eigenen „Software Restriction Policies“ (SRPs) aktivieren und konfigurieren.

Eigentlich hat Microsoft die SRPs bloß für den Einsatz in Firmen und Behörden erfunden, in denen Admins viele Windows-Rechner in einer Domäne mit Gruppenrichtlinien zentral verwalten. Das mag Microsofts ursprüngliche Absicht gewesen



sein, doch Sie können SRPs problemlos auch auf einzelnen Computern verwenden, um die Sicherheit zu erhöhen. Denn was Sie dafür benötigen, steckt von Haus aus in allen Windows-Editionen und das Werkzeug zum Verwalten liefern wir: Mit unserem „Restrictor“ erstellen Sie Ihr Regelwerk bequem in einer übersichtlichen Bedienoberfläche.

Sie haben mit Whitelisting noch keine eigenen Erfahrungen? Mit dem Restrictor können Sie eine Art Was-wäre-wenn-Modus einrichten: Windows erlaubt dann zwar unverändert alle Programmstarts, protokolliert aber bei jedem, was Ihre Erlaubnisliste bewirken würde. Auf diese Weise können Sie die SRPs mit verschiedenen Regeln einfach mal ausprobieren, ohne sie wirklich aktivieren zu müssen.

Sofern Sie sich an unsere Einstellungsempfehlungen halten (siehe unten), brauchen Sie auch nach dem Scharfschalten der SRPs keine Sorge zu haben, sich damit selbst auszusperren. Wenn Sie feststellen, dass ein dringend benötigtes Programm nicht läuft, weil Sie es noch nicht erlaubt haben, reicht es, mit der rechten Maustaste das Kontextmenü des Programms zu öffnen und daraus „Als Administrator ausführen“ aufzurufen – schon startet es doch. Das klappt auch bei Verknüpfungen im Startmenü.

## Voraussetzungen

Die Systemvoraussetzungen für unseren Restrictor sind im Grunde keine, denn er läuft unter allen Editionen (Home, Pro ...) aller aktuellen Versionen von Windows 10 und 11 (x86 und x64). Das mag überraschen, denn es kursieren zwei Aussagen im Netz, die scheinbar widersprechen.

Die erste lautet „SRPs funktionieren nicht unter Home.“ Das ist falsch, denn das tun sie sehr wohl (der Restrictor beweist es). Was hingegen stimmt: Home beachtet keine Gruppenrichtlinien. Mit denen verteilen Admins SRPs in Domänen von einem Server aus das Regelwerk auf die einzelnen Windows-Installationen, wo es dann jeweils letztlich in der Registry landet. Für einen einzelnen Rechner sind Gruppenrichtlinien aber unnötig, denn der Restrictor braucht weder Server noch Gruppenrichtlinien, sondern schreibt direkt in der Registry. Und was darin an Regeln steht, beachtet Windows, egal, wie sie dort hinkamen.

Die zweite Aussage: „SRPs funktionieren unter Windows 11 nicht mehr.“ Für eine Standardinstallation scheint das tatsächlich

zu stimmen, ist aber ebenfalls nicht korrekt. Hintergrund: Sobald der SRP-Nachfolger AppLocker (siehe nachfolgender Beitrag) aktiv ist, setzt Windows einen Registry-Schlüssel, der wiederum dafür sorgt, dass Windows die SRPs nicht mehr beachtet. Dummerweise setzt Windows den Schlüssel aber nicht nur beim Aktivieren von AppLocker, sondern auch bei einer frischen Neuinstallation (Upgrade-Installationen sind nicht betroffen). Macht letztlich aber nichts: Eine simple Korrektur des Schlüssels reicht, damit die SRPs auch unter Windows 11 wieder funktionieren. Die wiederum können Sie mit einem simplen Doppelklick auf eine Reg-Datei erledigen, die wir für Sie zum Download bereitstellen.

## Download

Als zentrale Online-Anlaufstelle rund um den Restrictor haben wir die Seite [ct.de/restrictor](https://ct.de/restrictor) eingerichtet, hier finden Sie ein ZIP-Archiv zum Download. Laden Sie es herunter und entpacken Sie es an beliebiger Stelle.

Zu den Dateien, die Sie nach dem Entpacken erhalten, gehört eine namens `Win11SRP.reg`. Sie benötigen sie nur unter Windows 11, dort aber zwingend, denn sie enthält die oben erwähnte Korrektur des Registry-Schlüssels. Doppelklicken Sie die Datei, nicken Sie die Sicherheitsabfrage ab und – wichtig! – starten Sie Windows neu. Damit ist die Korrektur erledigt.

## Erst mal nur ausprobieren

Das Kennenlernen klappt am besten, wenn Sie den Restrictor in den erwähnten Was-wäre-wenn-Modus versetzen. Dazu erstellen Sie ein eigenes Regelwerk, schalten es aber nicht aktiv. Anschließend protokolliert Windows bei jedem Programmstart, ob es diesen gemäß Ihres Regelwerks erlaubt oder blockiert hätte.

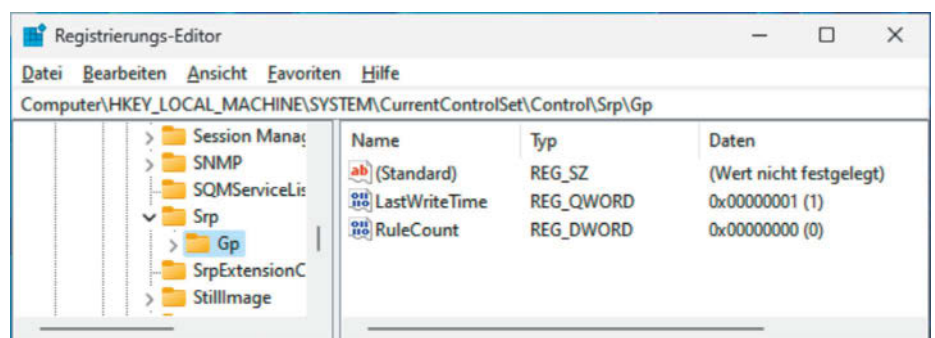
## ct kompakt

- Mit Software Restriction Policies (SRPs) starten nur jene Anwendungen, die Sie zuvor durch Regeln erlaubt haben.
- Sie brauchen nicht für jedes zugelassene Programm eine separate Regel zu erstellen.
- Wenn Sie wollen, können Sie vor dem Aktivieren der SRPs erst mal in Ruhe zugucken, was Windows gemäß Ihrer Regeln erlauben und verbieten würde.

Starten Sie den Restrictor durch Doppelklick auf `Restrictor.exe` (eine Installation ist nicht erforderlich). Es erscheint eine Sind-Sie-Sicher-Abfrage, und wenn Sie auf „Ja“ klicken, verleihen Sie dem Programm für den aktuellen Lauf die erforderlichen Administratorrechte.

Das Programm enthält gerade mal zwei Reiter. Der standardmäßig vorausgewählte namens „Allgemein“ enthält Optionen. Der zweite namens „Regeln“ wird später eben jene zeigen, ist derzeit aber noch leer.

Das Aktivieren des Loggings erledigen Sie im ersten Reiter. Belassen Sie erst mal alles, wie es ist, tragen Sie aber unterhalb von „Protokoll“ ins Feld „Log-Datei“ den Pfad und Namen einer beliebigen Textdatei ein, beispielsweise `C:\Users\<Kontoname>\Desktop\SRP.txt` (lassen Sie den Restrictor danach geöffnet, es geht noch weiter). Sofern die Log-Datei noch nicht existiert, wird Windows sie erstellen. Es ist eine simple Textdatei, die Sie beispielsweise mit dem Windows-eigenen Notepad öffnen können. Darin wird Win-



Bei sauber neu installiertem Windows 11 steht fälschlicherweise in der Registry, dass AppLocker aktiv wäre („RuleCount“ = 2). Als Folge funktionieren die SRPs erst mal nicht. Eine Reg-Datei korrigiert den Wert von 2 auf 0 und schon klappt es doch.

dows bei jedem Programmstart vermerken, ob es diesen bei aktivem Regelsatz erlaubt oder blockiert hätte. Es landen keine persönlichen Daten in der Log-Datei.

Losgehen würde es mit dem Logging erst, wenn Sie unten auf „Anwenden“ klicken, doch Achtung! Klicken Sie noch nicht darauf, sondern lesen Sie erst einmal weiter, denn es gibt noch ein paar Dinge zu beachten!

## Die „c't-Empfehlung“

Ein Regelwerk ist für den Einsatz von SRPs unverzichtbar. Sollten Sie die SRPs aktivieren, ohne per Regel Ausnahmen zu erlauben, würde Windows schlicht alle ausführbaren Dateien am Start hindern. Weil das auch für Windows-eigene Dateien gelten würde, säßen Sie anschließend vor einem unbenutzbaren PC.

Damit Sie nicht bei null anfangen müssen, besitzt der Restrict'or eine Option zum Laden eines Basis-Regelwerks. Sie finden sie in der Menüleiste unter „Datei“, sie heißt „c't-Empfehlung laden“. Die Option erledigt mehrere auf einmal: Sie ändert einige Optionen und erstellt einige Regeln. Klicken Sie auf die „c't-Empfehlung laden“ und lesen Sie anschließend weiter.

## Hauptschalter

Im Reiter „Allgemein“ ändert die Option „c't-Empfehlung laden“ die „Standard-Sicherheitsstufe“ von „Nicht eingeschränkt“ auf „Nicht erlaubt“. Obacht, das ist der Hauptschalter zum Aktivieren der SRPs! Wenn Sie erst mal nur per Log-Datei gucken wollen, ändern Sie den Schalter wieder zurück auf „Nicht eingeschränkt“. Noch mal in Kurzform: „Nicht eingeschränkt“ = „SRP deaktiviert“, „Nicht erlaubt“ = „SRP aktiv“.

Die dritte Option unter „Standard-Sicherheitsstufe“ namens „Standardbenutzer“ haben wir nur für jene eingebaut, die genau wissen, warum sie sie brauchen. Falls das nicht für Sie gilt, ignorieren Sie diese Option (auf einem heimischen Rechner entspricht ihr Effekt im Wesentlichen ohnehin der Einstellung „Nicht erlaubt“).

## Option: Bibliotheken

Im Abschnitt „Erzwingen“ können Sie im ersten Reiter des Restrict'or zwei Häkchen setzen, wovon wir allerdings in beiden Fällen ebenfalls abraten – die „c't-Empfehlung“ lässt beide ungesetzt.

Der obere würde „Bibliotheken prüfen“ aktivieren. Dann würde Windows

nicht nur ausführbare Dateien überwachen, sondern auch Programmbibliotheken (.dll und .ocx). Das sind Dateien, die Code enthalten, der als Unterrouinen von anderen Programmen genutzt werden kann, und auch hier könnte sich Schadcode einnisten. Diese Dateien zu überwachen, erhöht also die Sicherheit noch mehr. Aber, wie so oft, zusätzliche Sicherheit gibt es nicht zum Nulltarif, und hier erkaufen Sie sie mit gleich mehreren Nachteilen. Erstens rät Microsoft davon ab, weil es den PC bremsen könne, und das können wir bestätigen. Nach dem Aktivieren der Option froren manche Test-PCs gelegentlich einfach mal kurz ein.

Zweitens sind nach dem Aktivieren der Option erheblich mehr Dateien zu überwachen, womit die Zahl der potenziell blockierten Dateien drastisch steigt. Das wiederum würde den Pflegeaufwand für die Erlaubnisliste enorm erhöhen.

Drittens steigt die Chance für Selbstsamkeiten. „Teams“ beispielsweise läuft zwar auch bei aktivierter Bibliotheksüberwachung, behauptet dann aber offline zu sein, obwohl das Netz bestens funktioniert.

Kurzum: Das Ignorieren der Bibliotheken ist zwar ein Kompromiss aus Sicherheit und Bequemlichkeit, wir empfehlen aber dringend, diesen einzugehen. Denn sonst verkommen die SRPs zum zeitraubenden Selbstzweck.

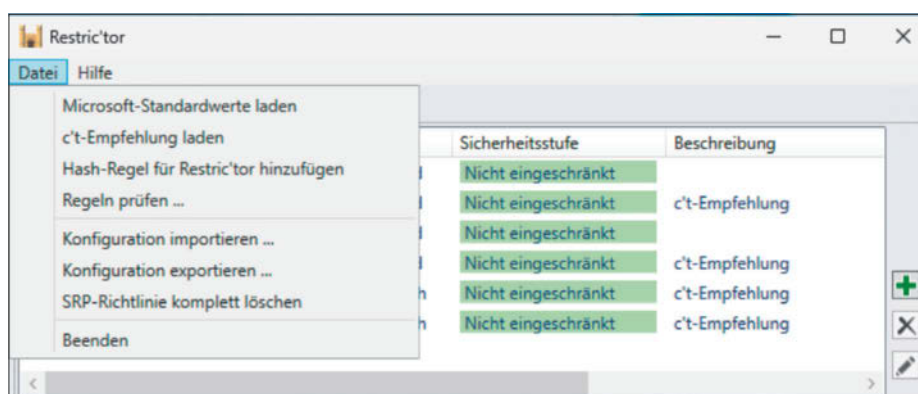
## Option: Admins

Das untere Häkchen im Abschnitt „Erzwingen“ des Restrict'or steht für „Administratoren einschließen“. Weil rund um das Thema „als Administrator unter Windows“ viele Irrtümer kursieren, hier noch mal grundsätzlich: Selbst wenn Sie Mitglied der Gruppe der Administratoren

sind, arbeiten Sie in einer Windows-Standardinstallation dennoch stets erst mal nur mit eingeschränkten Nutzerrechten. Admin-Rechte bekommen Sie erst, wenn eine „Sind-Sie-sicher“-Nachfrage erscheint und Sie sie abnicken. Im Hintergrund kümmert sich die „Benutzerkontensteuerung“ darum (englisch: „User Account Control“, UAC).

Lassen Sie das Häkchen vor „Administratoren einschließen“ daher besser ungesetzt. Sie sind trotzdem geschützt, eben weil alles, was Sie starten, standardmäßig nur mit eingeschränkten Rechten läuft. Zudem sägen Sie sich sonst unter Umständen den Ast ab, auf dem Sie sitzen. Falls Sie versehentlich Regeln erstellen, die sich als falsch erweisen, können Sie diese im Restrict'or jederzeit wieder korrigieren, doch dafür muss er noch starten dürfen. Falls Ihre Regeln selbst das nicht erlauben, klappt es trotzdem, und zwar wie oben erwähnt per Rechtsklick „Als Administrator starten“ – aber eben nur, wenn Sie das Häkchen nicht (!) setzen.

Damit die Erlaubnis zum Ausführen von Programmen mit Administratorrechten nicht zu einem Loch wird, durch das sich gefährliche Software in Ihr Windows schleicht, sollten Sie die „Einstellungen der Benutzerkontensteuerung“ aufrufen (Windows-Taste drücken, UAC eintippen, Enter drücken). Schieben Sie den Regler für die Benachrichtigungen auf die oberste Stufe. Sollte danach mal eine Sind-Sie-sicher-Frage quasi aus dem Nichts erscheinen, ist das ein sicheres Zeichen dafür, dass irgendein Programm versucht, sich an den SRP vorbeizumogeln. Im Zweifel ist dann immer „Nein“ die richtige Antwort. Mehr zu Admins und der UAC lesen Sie in einer c't-FAQ [1].



In der Menüleiste unter Datei finden Sie „c't-Empfehlung laden“. Damit erstellen Sie ein Basisregelwerk mit sinnvollen Optionseinstellungen.

## Option: Dateitypen

Im Abschnitt „Zusätzliche Dateitypen“ des Restrict'or finden Sie eine Schaltfläche namens „Bearbeiten“. Worum es geht: Code wird von Windows nur gestartet, wenn er in einer Datei steckt, die das System entweder als ausführbar kennt oder die einem Programm zugeordnet ist, das seinerseits den enthaltenen Code ausführen kann.

Die Dateitypen, die aus Sicht der SRPs in die zweite Kategorie fallen, bestimmt die Liste, die Sie nach einem Klick auf „Bearbeiten“ finden. Dank „c't-Empfehlung“ ist sie bereits sinnvoll gefüllt.

## Regeln 1: Hash

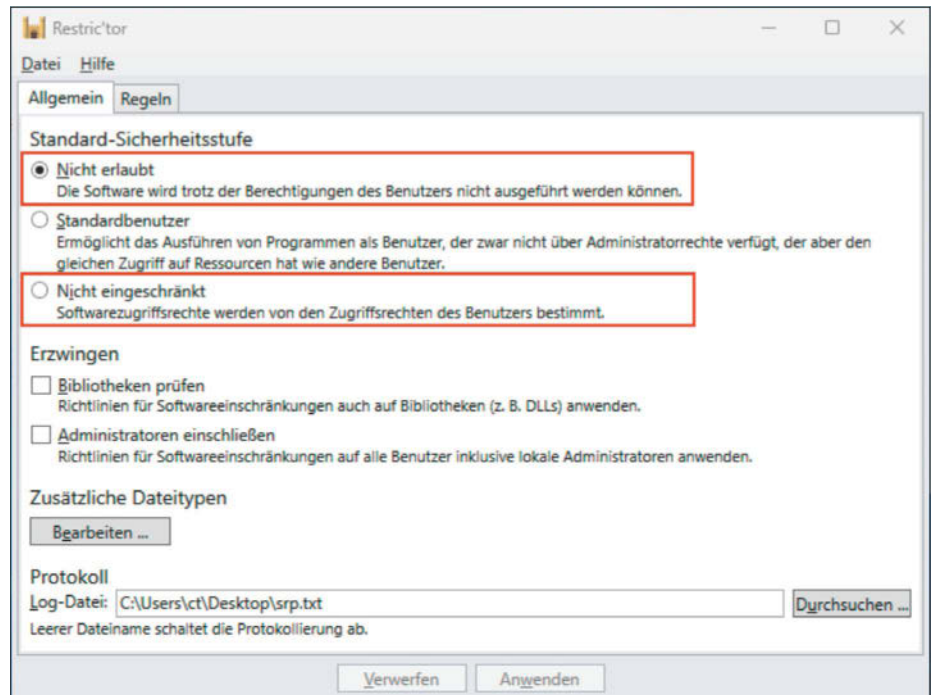
Im Reiter „Regeln“ hat der Klick auf „c't-Empfehlung laden“ für sechs Einträge gesorgt. Sie finden hier Regeln vom Typ „Hash“ und solche vom Typ „Pfad“.

Eine Hash-Regel nutzt eine Prüfsumme, also eine Art digitalen Fingerabdruck. Der errechnet sich aus der Ausgangsdatenmenge, hier eben die ausführbare Datei. Schon geringste Änderungen dieser Datei führen zu einer ganz anderen Prüfsumme.

Es funktioniert so: Sie erstellen eine Regel, dass Windows die Datei ABC.exe ausführen darf, woraufhin Windows eine Prüfsumme (SHA-256) für die Datei errechnet und speichert. Versuchen Sie nun ein Programm zu starten, wird Windows dessen Prüfsumme errechnen und mit den gespeicherten vergleichen. Wird Windows fündig, gilt das Programm als erlaubt. Wurde die Datei aber zwischenzeitlich beispielsweise von einem Virus befallen und dadurch verändert, errechnet Windows eine andere Prüfsumme und wird den Start blockieren. Falls Sie sich fragen, ob das Errechnen der Prüfsummen den Rechner nicht bremst: Nach unseren Erfahrungen lautet die Antwort schlicht nein (jedenfalls, sofern Sie unseren Empfehlungen folgen und keine Bibliotheken überwachen).

Der Vorteil von Hash-Regeln ist, dass sie unabhängig vom Namen und Speicherort der ausführbaren Datei funktionieren, weil Name und Pfad bei der Bildung der Prüfsumme keine Berücksichtigung findet. Ob eine Datei unter C:\Programme oder unter D:\Downloads\Temp steckt, ist also egal.

Unsere c't-Empfehlung erstellt zwei Hash-Regeln: Erstens eine für den Restrict'or selbst. Die zweite betrifft eine Windows-eigene Datei namens dismhost.exe, dazu später mehr.



Im ersten Reiter des Restrict'or finden Sie den Hauptschalter für die SRPs. Die Option „Nicht erlaubt“ aktiviert sie, „Nicht eingeschränkt“ schaltet sie wieder aus.

## Regeln 2: Pfad

Es wäre viel zu mühsam, alle erforderlichen ausführbaren Dateien einzeln per Hash-Regel in die Erlaubnisliste aufzunehmen. Restrict'or löst das Problem mit Pfad-Regeln. So eine erlaubt pauschal alles, was in einem bestimmten Ordner mitsamt seiner Unterordner liegt. Sinnvoll ist das beispielsweise bei den Ordnern „C:\Programme“ und „C:\Programme (x86)“, denn sonst müssten Sie alle darin installierten Anwendungen jeweils einzeln freigeben. Für C:\Windows ist eine Pfad-Regel sogar zwingend erforderlich, denn sonst würde das Betriebssystem sich quasi selbst den Start verbieten.

Wenn Sie die „c't-Empfehlung“ laden, existieren anschließend Pfad-Regeln für die genannten Verzeichnisse. Genauer: für jene Pfade, die für Programme- und Windows-Ordner in den entsprechenden Systemvariablen hinterlegt sind (%systemroot%, %ProgramFilesDir%, ...).

Beim Erstellen von Pfad-Regeln ist es wichtig, nur solche Pfade zu erlauben, in denen Benutzer mit eingeschränkten Rechten keine Schreibrechte besitzen. Letztlich geht es dabei um NTFS-Zugriffsrechte: Es gilt, Ordner mit der Rechtekombination „Schreiben“ und „Ausführen“ zu verhindern. Mit den technischen Details brauchen Sie sich aber nicht selbst zu be-

schäftigen, der Restrict'or erledigt alles Nötige für Sie. Wenn Sie eine Pfad-Regel erstellt haben, klicken Sie in der Menüleiste unter „Datei“ auf „Regeln prüfen“ und im nächsten Dialog auf „Ordner suchen“. Daraufhin prüft Restrict'or die NTFS-Zugriffsrechte in den Unterverzeichnissen sämtlicher Ordner, für die Sie eine Ausnahmeregel konfiguriert haben. Alle Unterordner, in die Sie ohne Administratorrechte schreiben dürfen, zeigt er in der Liste auf dem Dialog an. Ein Klick auf OK erzeugt für jeden Eintrag, bei dem Sie nicht das Häkchen entfernt haben, eine weitere Pfad-Regel. Die funktioniert allerdings nicht als Erlaubnis-, sondern als Verbotsregel, also sozusagen als Ausnahme von der Ausnahme: Das Schreiben bleibt also in diesem Pfad erlaubt, das Ausführen von Programmen wird hingegen blockiert.

In Ordnern, in denen Schreiben, aber nicht Ausführen erlaubt ist, können Sie einzelne Dateien trotzdem per Hash-Regel erlauben. Das nutzt der Restrict'or für die Windows-eigene Datei „dismhost.exe“. Hintergrund ist eine systemeigene geplante Aufgabe, die gelegentlich prüft, ob noch ausreichend Platz auf der Platte frei ist. Da Windows dismhost.exe aber jedes Mal aus dem Windows-Ordner in den Nutzer-Ordner kopiert und nach dem



Ende der Aufgabe wieder löscht, erfasst die Pfad-Regel für den Windows-Ordner diese Aktion nicht. Das Nutzerverzeichnis als Pfad-Regel freizugeben kommt aber nicht infrage: Wenn Sie dort Ihre Dokumente ablegen, brauchen Sie dafür Schreibzugriff, also darf hier nichts ausführbar sein.

## Und los!

Haben Sie die Log-Datei eingetragen, mit unseren c't-Empfehlungen das Basis-Regelwerk geladen und mit der Standard-Sicherheitsstufe „Nicht eingeschränkt“ zunächst wieder außer Kraft gesetzt, kann das Testen losgehen. Zum Übernehmen klicken Sie unten auf „Anwenden“. Sie müssen anschließend die Sicherheitsabfrage bestätigen. Zudem prüft der Restrictor, ob Ihr Regelwerk Windows in einen unbenutzbaren Zustand versetzen würde (falls ja, würde er das Anwenden verweigern). Erst danach gelten die Regeln.

Arbeiten Sie anschließend einfach wie üblich weiter, werfen Sie aber ab und zu einen Blick in die Log-Datei. Jede Zeile darin enthält Angaben zu genau einem protokollierten Ereignis. Die Angaben beginnen mit dem Namen des auslösenden Prozesses (mitsamt Prozess-ID, PID), also beispielsweise svchost.exe beim Start von Diensten oder explorer.exe, wenn Sie selbst Anwendungen aus dem Startmenü oder eben aus dem Explorer starten. Es folgen Name und Pfad des gestarteten Programms, das Ergebnis („unrestricted“ entspricht „erlaubt“, „disallowed“ dem Gegenteil) und die Art der Regel („Hash“ oder „Path“, dazu später mehr).

Da Windows keine weiteren Informationen in der Datei speichert, bleibt sie normalerweise auch nach Wochen wenige

MByte klein. Sie können die Datei jederzeit löschen. Um das Logging wieder zu stoppen, löschen Sie im Restrictor den Inhalt des Feldes „Log-Datei“. Den Klick auf „Anwenden“ nicht vergessen!

Wenn Sie in der Log-Datei sehen, dass Ihr Regelwerk ein benötigtes Programm blockieren würde, ergänzen Sie das Regelwerk. Klicken Sie dazu im Restrictor rechts auf das grüne Plus-Zeichen, wählen Sie die Art der Regel und danach via „Durchsuchen“-Knopf die Datei oder den Pfad. Denken Sie daran, nach dem Erstellen jeder (!) Pfad-Regel auf „Regeln prüfen“ zu klicken. Für Hash-Regeln ist das nicht erforderlich.

Falls Sie die Log-Datei zu unübersichtlich finden, suchen Sie nach „Disallowed“. Dieser Begriff kommt üblicherweise nur in Einträgen blockierter Programme vor. Noch ein Tipp: Kopieren Sie den kompletten Inhalt der Log-Datei kurzerhand in eine Tabelle eines Office-Pakets und sortieren nach der Spalte mit den Pfadangaben. Interessant sind nur die Zeilen, in denen die Pfade anders beginnen als mit den ohnehin freigegebenen Ordnern „C:\Program Files“, „C:\Program Files (x86)“ und „C:\Windows“.

Sie haben ein Regelwerk, das laut Log-Datei alle Ihre Programme erlaubt? Dann können Sie den Hauptschalter im Restrictor umlegen und die SRPs aktivieren: Schalten Sie die Standard-Sicherheitsstufe um von „Nicht eingeschränkt“ auf „Nicht erlaubt“.

## Tipps

Im ZIP-Archiv, das Sie von [ct.de/restrictor](http://ct.de/restrictor) heruntergeladen haben, finden Sie ein Skript namens „Install.bat“. Das erledigt mehreres. Erstens erzeugt es im Startmenü eine Verknüpfung zum Res-

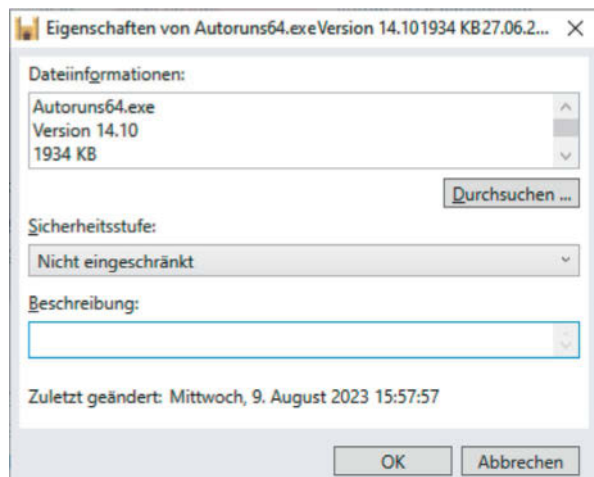
trictor. Wichtig ist dann aber, dass unser Programm an dem Speicherort, an dem es zur Laufzeit des Skripts gerade liegt, auch bleibt. Wollen Sie Restrictor.exe eigentlich woanders haben, verschieben Sie ihn erst und lassen danach das Skript laufen.

Zweitens erzeugt das Skript einen Eintrag für den Restrictor im „Senden an“-Kontextmenü des Explorers. Der spart Ihnen im Alltag Mausclicks: Auf diesem Weg senden Sie jene ausführbare Datei an den Restrictor, die Sie erlauben wollen. Er startet daraufhin und generiert selbstständig aus der Datei eine Hash-Regel. Die wird gültig, sobald Sie auf „Anwenden“ klicken.

Da gerade von Skripten die Rede ist: Weil der Umgang damit ebenfalls der SRP-Überwachung unterliegt, klappt beispielsweise bei Batch-Dateien der Klick auf „Bearbeiten“ in deren Kontextmenü nicht mehr. Sie können aber beispielsweise Notepad starten und das Skript darin öffnen und bearbeiten. Das Ausführen klappt dann aber wieder nur mit Administratorrechten oder nach dem Erstellen einer passenden Regel für das Skript.

Bei der PowerShell kommt hinzu, dass sie bei aktiven SRP in einem „Constrained Language Mode“ läuft, in dem der Zugriff auf die meisten COM- und .NET-Objekte verboten ist. Gewöhnliche Cmdlets funktionieren aber und wenn Sie die PowerShell als Admin starten, ändert sich nichts. Details erläutert der Befehl `Get-Help about_Language_Modes`.

Mit dem in Ihrem Windows enthaltenen Editor „Lokale Sicherheitsrichtlinie“ (SecPol.msc, ist Bestandteil des „Editor für lokale Gruppenrichtlinien“ GPedit.msc) können Sie SRP-Regeln ebenfalls erstellen und pflegen, doch wir raten davon ab. Hinter den Kulissen ist dessen Vorgehensweise nämlich eine komplett andere: Während Restrictor direkt die zuständigen Registry-Einträge liest und schreibt, überträgt SecPol.msc die Einstellungen zunächst in die lokale Gruppenrichtlinie, von wo Windows sie beim Speichern und bei jedem Systemstart in die Registry übernimmt. Anders gesagt: Während SecPol.msc eher indirekt arbeitet, zeigt Restrictor stets die aktuell gültigen Einstellungen. Bei einem Mischbetrieb zwischen dem Restrictor einerseits und SecPol beziehungsweise GPedit andererseits kommen letztere mit ihrer doppelten Buchführung durcheinander. Oder deutlicher: Wer als Admin gewohnt ist, SRPs per Gruppen-



**Das Erstellen einer Hash-Regel ist simpel: Ausführbare Datei via „Durchsuchen“ auswählen, als Sicherheitsstufe „Nicht eingeschränkt“ belassen, per „OK und „Anwenden“ bestätigen, und schon ist die Datei erlaubt.**

Wenn Restrictor mit-  
samt Zusatz-  
tools erst mal  
eingrichtet  
ist, erfahren  
Sie per Mail  
von blockier-  
ten Program-  
men.



richtlinie zu verteilen, sollte die Finger vom Restrictor lassen.

Empfehlenswert ist hingegen, das Programm SrpWatch zu verwenden (siehe Kasten im vorangehenden Beitrag). Denn damit bekommen Sie eine Mail als Hinweis, wenn die SRP-Prüfung ein Programm blockt. Und zwar nicht nur vom eigenen PC, sondern auch von anderen, die Sie mit Restrictor schützen. Zudem steht in der Mail stets der vollständige Pfad und Name des blockierten Programms. Wollen Sie daraus eine neue Hash-Regel erstellen, kopieren Sie Pfad und Name und fügen Sie sie beim Erstellen im Durchsuchen-Dialog unter „Dateiname“ ein.

Hash-Regeln gelten für einzelne Dateien, und die können sich nicht nur bei einem Virenbefall ändern, sondern auch ganz legitim bei einem Update. In dem Fall braucht auch die Regel ein Update. Am einfachsten ist auch hier wieder das Kopieren von Name und Pfad aus der SrpWatch-Mail. Sie brauchen hier aber keine neue Regel zu erstellen. Bearbeiten Sie stattdessen einfach die bereits vorhandene über den darin enthaltenen „Durchsuchen“-Knopf. Beim Finden der richtigen Regel im Regelwerk mag das Wissen helfen, dass Sie die Regeln durch Klick auf die Spaltenköpfe nach Name, Typ und Datum sortieren können.

Falls Sie eine Hash-Regel sehr oft aktualisieren müssen, sollten Sie prüfen, ob sich die Anwendung nicht im Programme-Ordner installieren lässt. Dort würde es dann von der Pfad-Regel erfasst, die ohne ständige Anpassungen auskommt.

Es wurde bereits erwähnt, dass die Regeln in der Registry landen, aber noch nicht, wo: Es handelt sich um den Schlüssel HKLM\SOFTWARE\Policies\Microsoft\Windows\safer. Wenn Sie sich hier weiter

nach unten durchhangeln, finden Sie für jede Regel einen eigenen Schlüssel (mit jeweils einer GUID als Namen, die auch in der Log-Datei zu finden ist). Sinnvolles anzufangen gibt es mit dem Schlüssel aber nicht – außer ihn im Notfall zu löschen: Sollten Sie sich mal versehentlich beim Konfigurieren von Regelwerk und Optionen so sehr verhaspelt haben, dass gar nix mehr geht, können Sie Windows immer noch im abgesicherten Modus starten [2]. Dort gelten SRPs grundsätzlich nicht.

Eine Besonderheit gibt es noch zu Windows 11 zu erzählen. Wenn Sie hier im Startmenü nach „Viren- und Bedrohungsschutz“ suchen und den Suchtreffer mit Enter öffnen wollen, blockiert Windows das bei aktiven SRPs. Der absurd anmutende Grund: Eigentlich will Windows die Datei SecurityHealthHost.exe öffnen, doch als Pfad wählt das System nichts, was mit „C:\Windows“ beginnt, sondern mit „\\?\C:\Windows“. Das Präfix „\\?“ signalisiert Windows, die Länge der Pfadangabe nicht zu prüfen. Das ist hier aber nicht nur überflüssig, sondern verhindert auch, dass die Datei durch die Pfadregel „C:\Windows“ erfasst wird. Von einer zusätzlichen Pfad-Regel für „\\?\C:\Windows“ raten wir ab, allein schon, weil sonst zusätzliche Ausnahmeregeln fällig wären. Zudem kennen wir keine weiteren Beispiele für solche Programmaufrufe durch Windows. Erstellen Sie also stattdessen eine Hash-Regel.

Sollten Sie sich übrigens irgendwann entscheiden, doch wieder auf die SRPs zu verzichten, etwa weil Sie auf AppLocker umsteigen wollen, ist das Loswerden schnell erledigt. Klicken Sie im Restrictor unter „Datei“ auf „SRP-Richtlinie komplett löschen“, dann ist der Ursprungszustand (der Schutzlosigkeit) wieder erreicht

(und der Safer-Schlüssel in der Registry wieder weg). Die exe-Datei können Sie danach einfach löschen, dasselbe gilt für die Verknüpfungen im Startmenü und im „Senden an“-Menü (der Weg dorthin: Windows+R drücken, shell:sendto eingeben).

## Sonst noch

Der Restrictor ist zwar nicht dafür gedacht, Ihr Regelwerk im Firmennetz zu verteilen, Sie können ihn aber dennoch von einem Computer auf einen anderen übertragen. Dazu dienen die Befehle „Konfiguration exportieren“ und „Konfiguration importieren“ aus dem Dateimenü. Sie leisten auch gute Dienste, um die SRP-Konfiguration vor einer geplanten Neuinstallation des Betriebssystems in Sicherheit zu bringen.

Falls Sie sich mit anderen c't-Leserinnen und -Lesern über den Einsatz Ihres Regelwerks austauschen wollen, finden Sie unter [ct.de/restrictor](https://ct.de/restrictor) ein passendes Forum. Sollte es Updates zum Restrictor geben, werden wir sie dort zuerst veröffentlichen. Und nun viel Erfolg beim Einsatz der SRPs, und denken Sie daran: Zwar mag der Pflegeaufwand gerade anfangs lästig sein, doch auf Dauer werden andere fluchen, nämlich die Programmierer jener Schädlinge, die es nun nicht mehr schaffen, Ihre Windows-Installationen zu infizieren. (axv@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Axel Vahldiek, FAQ: Als Admin unter Windows 10, c't 11/2018, S. 158, auch kostenlos online lesbar unter [ct.de/s/5685](https://ct.de/s/5685)
- [2] Axel Vahldiek, Aufstehhelfer, Wie Windows Startprobleme selber löst, c't 5/2018, S. 74

Download und Forum: [ct.de/restrictor](https://ct.de/restrictor)



Bild: Albert Huhn

# An der kurzen Leine

## AppLocker: Profi-Schutz für Windows

Ein PC bleibt zuverlässiger und sicherer, wenn auf ihm nur eine handverlesene Auswahl von Programmen läuft. Um das sicherzustellen, verwenden professionelle Admins ein Windows-Werkzeug namens AppLocker. Mit ein paar Tricks und einigen c't-Skripten schützt es auch Ihren heimischen Rechnerzoo.

Von Hajo Schulz

Um Malware fernzuhalten, setzen viele Windows-Anwender auf Virens Scanner. Die sind nicht komplett nutzlos, allerdings ist ihr Ansatz prinzipbedingt lückenhaft: Die Virenjäger können ja nur das an Schadprogrammen finden, was sie kennen. Daran ändern auch alle möglichen Heuristiken nichts, die Malware an ihrem Verhalten erkennen sollen: Irgendwo stricken Cybergangster mit Sicherheit schon am nächsten Mechanismus, um ihre Opfer zu schädigen.

Statt sich also bekannte Schädlinge vom Leib zu halten, wäre es doch viel schlauer, zunächst mal alles Unbekannte

als böse zu verdächtigen und nur die Software zuzulassen, die sich auf die eine oder andere Weise als unverdächtig ausgewiesen hat. Genau diesen Ansatz verfolgt das sogenannte Whitelisting: Es erlaubt Programmen nur dann zu starten, wenn sie auf einer Erlaubnisliste harmloser Software – der Whitelist – verzeichnet sind. Um so eine Liste zu pflegen, bietet Windows zwei verschiedene Ansätze. Die „Richtlinien für Softwareeinschränkung“ (englisch „Software Restriction Policies“ oder kurz SRPs) sind Thema des vorangegangenen Artikels. In diesem hier geht es um deren Nachfolger: den AppLocker.



## c't kompakt

- Der AppLocker ist eine in Windows eingebaute Lösung für das Software-Whitelisting.
- Eigentlich ist er für Unternehmensumgebungen gedacht, aber mit ein paar von c't entwickelten Skripten funktioniert er sogar unter Windows Home.
- Der AppLocker erfordert einiges an Konfigurationsarbeit, aber wer die investiert, schützt sein Windows besser vor Malware als allein mit einem Antivirenprogramm.

Obwohl Microsoft den AppLocker intern gelegentlich auch als SRPv2 bezeichnet, unterscheiden sich die von ihm benutzten Mechanismen deutlich von denen seines Vorfahren. Noch deutlicher als bei den SRPs ist beim AppLocker zu spüren, dass er sich eigentlich nicht an Windows-Anwender zu Hause oder in kleinen Organisationen richtet, sondern an Administratoren, die in größeren Unternehmensnetzen ihre Clients schützen wollen. Bis vor gar nicht allzu langer Zeit war der AppLocker denn auch nur in den Enterprise-Ausgaben von Windows enthalten. Bei Windows 10 und 11 Pro hat Microsoft mittlerweile nachgelegt. Auch in den Home-Ausgaben kann man den AppLocker seit Kurzem benutzen, allerdings nur über Umwege – dazu weiter unten mehr.

Zu den Verbesserungen des AppLocker gegenüber den SRPs gehört, dass er zum Verwalten der Erlaubnisliste etliche neue Regeln kennt. So kann er nicht mehr nur reine Windows-Desktop- und Konsolenprogramme am Ausführen hindern, sondern mit jeweils gesonderten Regelsätzen auch Skripte, Windows-Apps und Installationspakete. Außerdem kann man bei jeder Regel angeben, für welche Benutzerkonten oder -gruppen sie gelten soll. Damit halten Firmen-Admins beispielsweise Unbefugte von den Programmen zur Auswertung der Geschäftszahlen fern und Familienoberhäupter den Nachwuchs von unangemessenen Spielen.

### Vorarbeiten

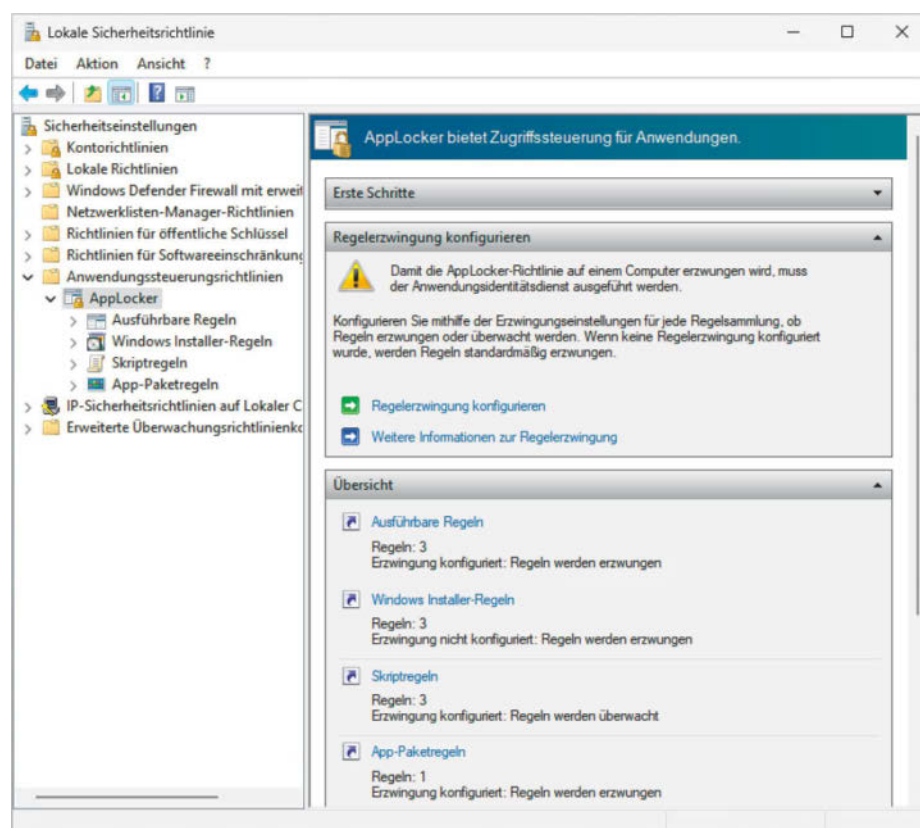
In Unternehmensnetzen verteilen Administratoren die AppLocker-Regeln norma-

lerweise über Gruppenrichtlinien, englisch Group Policies. In allen Windows-Ausgaben außer den Home-Editionen ist aber auch ein Editor für lokale Gruppenrichtlinien enthalten (Gpedit.msc), mit dem man die auf diesem Rechner geltenden Policies bearbeiten kann. Zu dem gehört auch der Editor für die lokale Sicherheitsrichtlinie (Secpol.msc), in der unter anderem die AppLocker-Einstellungen stecken.

Dass der Gruppenrichtlinieneditor in Windows Home nicht enthalten ist, stimmt eigentlich nicht: Auf der Systempartition ist er schon vorhanden, nur nicht ins System eingebunden. Das lässt sich aber ändern: Findige Tüftler haben eine Batch-Datei geschrieben, die Gpedit unter Zuhilfenahme des in Windows eingebauten Programms dism installiert, indem sie die dafür zuständigen Pakete aus den Tiefen des Windows-Ordners aktiviert. Wo das Skript zuerst auftaucht ist, lässt sich nicht mehr mit Bestimmtheit herausfinden; in der Zip-Datei, die wir zu diesem Artikel als Download bereitstellen (siehe [ct.de/yesq](http://ct.de/yesq)) ist sie als „gpedit-enabler.cmd“ enthalten. Das Skript lädt keinerlei Daten aus dem Internet, schon gar keine externen Programme. Auf einen kleinen

Wermutstropfen sei aber hingewiesen: Allein dadurch, dass das Skript die lokalen Gruppenrichtlinien unter Windows Home bearbeitbar macht, ist noch lange nicht sichergestellt, dass dort auch jede Policy-Einstellung wirklich so wirkt, wie sie das unter anderen Windows-Ausgaben tun würde. Im Zweifel ist Experimentieren angesagt. Wie Sie noch sehen werden, brauchen auch die AppLocker-Einstellungen eine Extra-Einladung.

Auch in den Pro-Editionen von Windows ist noch ein wenig Vorarbeit nötig, um den AppLocker in Betrieb zu nehmen. Damit er funktioniert, muss nämlich der Dienst „Anwendungsidentität“ laufen (Windows-intern heißt er AppIDSvc). Es gilt, ihn zu starten und dafür zu sorgen, dass er nach jedem Systemstart erneut geladen wird. Von Hand können Sie das über die Computerverwaltung erledigen: Sie öffnet sich durch Auswahl des gleichnamigen Befehls aus dem Rechtsklickmenü des Startmenüs. Suchen Sie in der Liste unter „Dienste und Anwendungen/Dienste“ den Eintrag „Anwendungsidentität“ und öffnen Sie seine Eigenschaften durch einen Doppelklick. Die Auswahl des Starttyps „Automatisch“, ein Klick auf „Über-



**Die AppLocker-Konfiguration steckt im Editor für die „Lokale Sicherheitsrichtlinie“. Sie teilt sich in vier Bereiche auf.**

nehmen“ und anschließend auf „Starten“ erledigen alles Nötige.

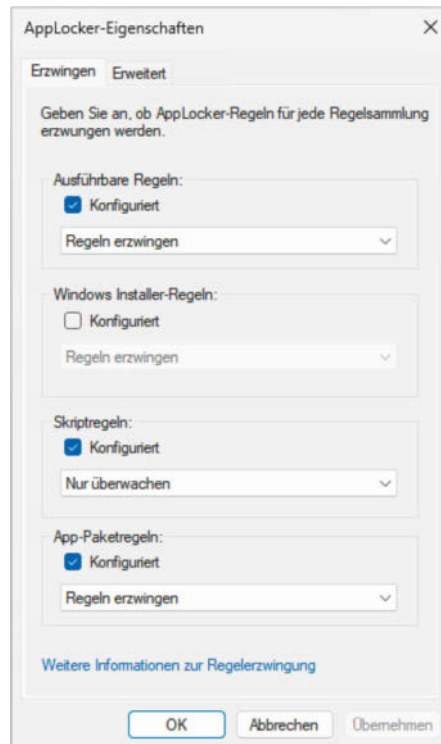
Alternativ lassen Sie die Batch-Datei AppLockerPrep.cmd aus unserem Download-Archiv die ganze Arbeit machen. Sie benötigt Administratorrechte und prüft zunächst, unter welcher Windows-Edition sie läuft. Unter Windows Home ruft sie nach Rückfrage die Policy-Editor-Installation auf, unter allen anderen Editionen konfiguriert sie den Anwendungsidentitätsdienst passend.

Einmal aktiviert schützt sich der Dienst davor, beendet oder deaktiviert zu werden. Ihn anzuhalten, scheitert stillschweigend, und jeder Versuch, einen anderen Starttyp als „Automatisch“ einzustellen, endet mit der Fehlermeldung „Zugriff verweigert“. Sollten Sie sich irgendwann mal anders entscheiden und den AppLocker wieder komplett stilllegen wollen, besteht die einzige Möglichkeit darin, in der Registry unter HKEY\_LOCAL\_MACHINE\System\CurrentControlSet\Services\AppIDSvc den Wert „Start“ manuell wieder auf 3 (für „Manuell“) zu setzen und Windows neu zu starten.

## Inbetriebnahme

Wie schon erwähnt ist das Werkzeug zum Konfigurieren der AppLocker-Regeln der Editor für die lokale Sicherheitsrichtlinie. Um ihn zu starten, drücken Sie die Tastenkombination Windows+R und tippen dann `secpol.msc` in den aufpoppenden Dialog ein. Die AppLocker-Einstellungen finden Sie in der lokalen Sicherheitsrichtlinie unter „Sicherheitseinstellungen\Anwendungsrichtlinien\AppLocker“.

Wenn Sie diesen Eintrag links in der Baumansicht aufklappen, sehen Sie die vier Kategorien von Objekten, in deren Start der AppLocker eingreifen kann: Hinter „Ausführbare Regeln“ verbergen sich Einstellungen für gewöhnliche Desktop- und Konsolenprogramme, die in der Regel als EXE-Dateien daherkommen. „Windows Installer-Regeln“ beeinflussen die Installation von Programmen aus MSI-Paketen und verwandten Dateiformaten. Die „Skriptregeln“ beziehen sich auf Batch-Dateien, PowerShell-Skripte sowie Dateien für den Windows Script Host mit den Endungen .vbs und .js. „App-Paketregeln“ greifen, wenn moderne Windows-Apps gestartet werden sollen, also Windows-eigene Apps wie „Kalender“ oder „Wetter“ sowie die meisten Apps aus dem Microsoft Store.



**Bitte nicht irritieren lassen: Auch die Regeln, bei denen „Konfiguriert“ ausgeschaltet ist, gelten und werden durchgesetzt.**

Ein Klick auf den Baumeintrag „AppLocker“ selbst zeigt in der rechten Fensterhälfte eine Übersichtsseite mit einigen Links zu Microsofts Online-Dokumentation sowie einer Zusammenfassung der definierten Regeln an. Der wichtigste Link auf dieser Seite heißt „Regelerzwingung konfigurieren“ und führt auf die AppLocker-Eigenschaften. Der Dialog bietet für jede Regelkategorie einen Schalter „Konfiguriert“; ist er eingeschaltet, lassen sich darunter die Optionen „Regeln erzwingen“ und „Nur überwachen“ auswählen. Die Einstellungen sind ein bisschen missverständlich. Für den Hausgebrauch bedeuten „nicht konfiguriert“ einerseits und „konfiguriert“ nebst „Regeln erzwingen“ andererseits dasselbe: Vorhandene Regeln werden durchgesetzt. Einen Unterschied machen diese beiden Zustände allenfalls in Unternehmensumgebungen, in denen die AppLocker-Regeln von Policies aus verschiedenen Quellen stammen können.

Die Kombination „Konfiguriert“ und „Nur überwachen“ bewirkt dagegen, dass der AppLocker Ereignisse der jeweiligen Kategorie nicht unterbindet, sondern in einen „Was wäre wenn“-Modus schaltet: Beispielsweise lassen sich sämtliche Programme starten, auch wenn sie eigentlich

durch eine Regel verboten sind. Die Programmstarts protokolliert der AppLocker aber im System-Log.

Das können Sie mit der Ereignisanzeige auswerten. Starten lässt sich diese am einfachsten über das Windows+X-Menü (Kontextmenü des Startmenüs). In der Ereignisanzeige finden Sie die AppLocker-Protokolle unterhalb von „Anwendungs- und Dienstprotokolle/Microsoft/Windows/AppLocker“. Sie sind in die vier aus der Konfiguration bekannten Bereiche aufgeteilt.

Ist der AppLocker einmal in Betrieb, füllt sich der Bereich „EXE and DLL“ erfahrungsgemäß recht schnell. Um die wesentlichen Einträge überhaupt noch zu sehen, sollten Sie die Anzeige filtern. Das geht über das Kontextmenü des Protokolls in der Baumansicht oder den Eintrag „Aktuelles Protokoll filtern“ rechts unter den Aktionen. Für eine bessere Übersicht sollten Sie den Filter so einstellen, dass er nur noch Einträge der Ebenen „Kritisch“, „Fehler“ und „Warnung“ anzeigt: Wenn der AppLocker eine Aktion wie einen Programmstart verhindert hat, protokolliert er das als Fehler, Überwachungsereignisse der Kategorie „Das wäre bei aktivierten Regeln gescheitert“ werden zu Warnungen. „Kritische“ Ereignisse sind uns bei unseren Experimenten nicht untergekommen, aber man weiß ja nie ...

Sie können sich das Herumgeklicke in der Ereignisanzeige übrigens mit benutzerdefinierten Ansichten erleichtern: Der Befehl, um eine solche zu erstellen, findet sich rechts unter „Aktionen“. So eine Ansicht kann nicht nur nach Ereignisklassen oder -IDs filtern, sondern auch Einträge aus mehreren Protokollen zusammenfassen. Damit können Sie sich zum Beispiel einen schnellen Überblick über alle vier AppLocker-Protokolle gleichzeitig verschaffen.

Zurück zum AppLocker: Bevor Sie den mit tatsächlich erzwingenden Regeln in Betrieb nehmen, lautet die dringende Empfehlung: Konfigurieren Sie für die Bereiche, die Sie absichern wollen, zunächst den „Nur überwachen“-Modus, erstellen Sie die gewünschten Regeln und beobachten Sie eine Zeit lang, wie sie sich auf Ihre tägliche Arbeit auswirken würden. Erst wenn Sie im Protokoll keine gravierenden Nebenwirkungen mehr finden, schalten Sie die Regeln scharf.

## Erste Regeln

Und gleich noch eine Empfehlung: In allen vier Bereichen enthält das Kontextmenü

der Regelliste den Befehl „Standardregeln erstellen“. Den sollten Sie tunlichst ausführen, bevor Sie irgendwelche selbst erdachten Regeln eintragen. Er sorgt für eine Minimalausstattung an Regeln, die sicherstellt, dass Windows zumindest selbst noch bedienbar bleibt. Sobald nämlich einer der Bereiche eine oder mehrere Regeln enthält, ist in dieser Sektion automatisch alles verboten, was von den Regeln nicht erfasst ist.

Auch der Befehl „Neue Regel erstellen“ zum Definieren eigener Regeln verbirgt sich im Rechtsklickmenü. Er führt in einen Assistenten, der Sie beim Konfigurieren neuer Regeln unterstützt. Im ersten Schritt will er wissen, ob es sich um eine „Zulassen“- oder eine „Verweigern“-Regel handeln soll. „Zulassen“ ist praktisch immer die richtige Auswahl – das Prinzip des Whitelisting beruht ja gerade darauf, dass zunächst mal alles verboten ist und Ausnahmen explizit konfiguriert werden müssen. Außerdem können Sie festlegen, für wen die Regel gelten soll; als Berechtigte kommen bestehende Benutzerkonten oder -gruppen infrage. So können Sie zum Beispiel für sich selbst den Zugriff auf bestimmte Programme freischalten, die für andere Konten tabu sind.

Der nächste Schritt des Assistenten entscheidet darüber, welche Regelart zum Einsatz kommen soll. Davon kennt der AppLocker drei Stück: Herausgeberregeln entscheiden anhand der in einem Programm oder Skript enthaltenen Signatur – genauer: deren Herausgeber –, ob es der Regel entspricht. Pfadregeln bestimmen das anhand des Ordners, in dem ein Programm liegt, oder anhand dessen kompletten Dateinamens samt Pfad. Schließlich gibt es noch Dateihash-Regeln. Sie speichern eine kryptografisch erzeugte Prüfsumme einer ganz bestimmten Datei und lassen dann auch nur diese Datei durch.

Bei den Regeltypen Herausgeber und Pfad gibt es im folgenden Schritt des Assistenten noch die Möglichkeit, Ausnahmen zu definieren. So kann zum Beispiel eine Pfadregel dazu dienen, für normale Benutzer alle Programme aus dem Windows-Ordner zu erlauben, und eine Ausnahme nimmt diese Berechtigung für den Registry-Editor (regedit.exe) oder die Eingabeaufforderung (cmd.exe) wieder zurück. Unabhängig von der eigentlichen Regel stehen auch für die Ausnahmen wieder alle genannten Kriterien zur Verfügung.

Im letzten Schritt will der Assistent noch einen Namen für die neue Regel haben und nimmt auf Wunsch eine genauere Beschreibung entgegen. Mit einem Klick auf „Erstellen“ wird die Regel sofort gültig und wacht über die angegebenen Dateien. Das gilt jedenfalls für alle Windows-Editionen außer Home – auf den Sonderfall kommen wir gleich noch zu sprechen.

## Regelkunde

Wenn bislang erklärt wurde, die „Ausführbaren Regeln“ gelten für gewöhnliche Programme, dann ist das nur die halbe Wahrheit: Sie können nämlich darüber hinaus auch als Filter für DLLs (und die einigermaßen aus der Mode geratenen OCX-Dateien) dienen. Einschalten lässt sich die DLL-Prüfung über eine zweite Seite des Dialogs zur Regelerzwingung. Die auf dieser Seite angezeigte Warnung sollten Sie aber ernst nehmen: Ist dieser Modus eingeschaltet, muss Windows beim Start jedes Prozesses unzählige Dateien prüfen, was enorm auf die Systemleistung drückt. In unseren Versuchen hat diese Einstellung mitunter zu sekundenlangen Pausen geführt, in denen Windows komplett stillzustehen schien. Also besser Finger weg.

Sobald Sie mindestens eine EXE-Regel konfiguriert haben, sollten Sie auch unbedingt eine Regel für App-Pakete definieren. Die Standardregel winkt alle signierten Apps durch; zu einer restriktiveren

Strategie kommen wir gleich. Ohne App-Regel taucht bei jedem Versuch, eine App zu starten, im Systemprotokoll ein Eintrag mit folgendem Text auf: „Es können keine App-Pakete ausgeführt werden, während Exe-Regeln erzwungen werden und keine App-Paketregeln konfiguriert worden sind.“ Im Klartext: Windows lädt keine Apps mehr. Und zu denen gehört unter Windows 11 auch das Startmenü – es öffnet sich dann einfach nicht mehr.

Eine Besonderheit, die sich nicht auf den ersten Blick erschließt, gibt es auch bei den AppLocker-Regeln für Skripte: Versucht man, ein Skript zu starten, das keiner der Regeln genügt, lehnt Windows das nicht rundheraus ab. Stattdessen wird das für das jeweilige Skriptformat zuständige Programm gestartet und gleichzeitig darüber informiert, dass das Skript eigentlich blockiert ist. Was dann weiter passiert, entscheidet der Skript-Interpreter. Die Eingabeaufforderung (für Batch-Dateien) und der Windows Script Host (für VBS- und JS-Dateien) lehnen die Ausführung kategorisch ab. Die PowerShell startet ein solches Skript trotzdem, versetzt es aber in den sogenannten ConstrainedLanguage-Modus, in dem nur noch PowerShell-eigene Grundbefehle erlaubt sind und der Zugriff auf Erweiterungen und bestimmte, als gefährlich eingestufte Befehle unterbunden wird.

Über was für eine Regel Sie die von Ihnen gewünschten oder benötigten Pro-

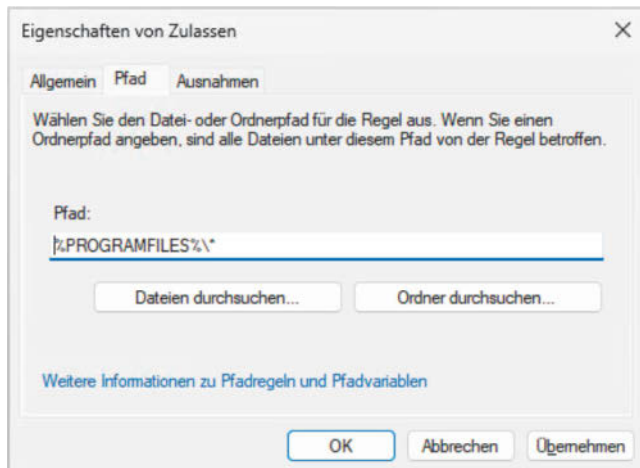
## PowerShell-Zicken

Gänzlich unabhängig vom AppLocker (oder den SRPs) gibt es in Windows eine Einstellung, die im Auslieferungszustand das Ausführen sämtlicher PowerShell-Skripte unterbindet: die sogenannte ExecutionPolicy (zu Deutsch: Ausführungsrichtlinie) der Windows PowerShell. Um zumindest lokale Skripte ausführen zu können, sollte man die PowerShell einmal mit Administratorrechten starten und den Befehl `Set-ExecutionPolicy RemoteSigned` eingeben. Mehr zu den Hintergründen dieser Richtlinie erfahren Sie mit dem PowerShell-Befehl `help about_Execution_Policies` oder in der Online-Doku (Link via [ct.de/yesq](http://ct.de/yesq)).

Die Einstellung `RemoteSigned` besagt, dass die PowerShell nur lokale Skripte ausführt. Skripte aus dem Internet akzep-

tiert sie nur, wenn diese eine vertrauenswürdige Signatur tragen. Um Ihnen die Möglichkeit zu geben, unsere Skripte zu diesem Artikel selbst an eigene Vorlieben anzupassen, haben wir sie absichtlich nicht signiert. Nach dem Download und vor dem Auspacken sollten Sie im Explorer daher einmal die Eigenschaften des Zip-Archivs öffnen. Dort steht wahrscheinlich im unteren Bereich: „Die Datei stammt von einem anderen Computer. Der Zugriff wurde aus Sicherheitsgründen eventuell blockiert.“ Wenn das der Fall ist, gibt es daneben ein Feld namens „Zulassen“. Indem Sie dort das Häkchen setzen, entfernen Sie das „Mark of the Web“ und sorgen dafür, dass Windows und die PowerShell die enthaltenen Dateien als lokal ansehen.





**AppLocker-Regeln werden mit einem Assistenten erstellt, lassen sich aber anschließend noch per Doppelklick bearbeiten. Für Pfadregeln verwendet der AppLocker spezielle Platzhalter.**

gramme und Skripte freigeben, müssen Sie von Fall zu Fall entscheiden. Als Grundstock lassen die Standardregeln alles durch, was im Windows- oder im Programm-Ordner gespeichert ist. Beim Erstellen von Pfadregeln verwendet der AppLocker eigene Platzhalter, die an Umgebungsvariablen erinnern. So steckt beispielsweise hinter %WINDIR% der Windows-Ordner und hinter %PROGRAMFILES% der Programm-Ordner. Unter letzteren fällt auf 64-Bit-Systemen auch der Ordner „Programme (x86)“ für 32-Bit-Anwendungen. Die Inhalte dieser Ordner gehören zum System oder sind durch reguläre Installationsprogramme auf den Rechner gekommen, bei denen Sie hoffentlich die Vertrauenswürdigkeit der Herkunft geprüft haben. Dateirechte schützen sie vor Manipulationen – wichtig ist, dass Ordner mit ausführbaren Programmen nicht ohne volle Administratorrechte beschreibbar sind.

Leider gilt das nicht für alle Unterverzeichnisse des Windows-Ordners, und auch Programminstallation enthalten gelegentlich beschreibbare Unterordner. Deshalb haben wir das PowerShell-Skript „Check-AppLockerRules“ entwickelt und in das Download-Paket zu diesem Artikel gepackt (siehe [ct.de/yesq](http://ct.de/yesq)). Es benötigt Administratorrechte, die es sich aber bei Bedarf selbst verschafft. Nach dem Start wertet es die bestehende AppLocker-Konfiguration aus und sucht in allen per Pfadregel freigeschalteten Ordnern nach Benutzerbeschreibbaren Unterordnern. Diese trägt es dann als Ausnahmen in die jeweilige Regel ein, nachdem es Sie dazu um Erlaubnis gefragt hat. Mit der –empfehlenswerten – Kommandozeilenoption -FullAuto oder der Antwort „Y“ auf die erste Nachfrage erledigt es seinen Job per [V]ollautomatik. Sicherheitshalber sollten Sie das Skript

jedes Mal von Neuem laufen lassen, wenn Sie im AppLocker eine neue Pfadregel eingetragen haben. Wenn Sie das Ergebnis anschließend kontrollieren wollen, sollten Sie den Sicherheitsrichtlinien-Editor vor der Skriptausführung beenden und anschließend neu öffnen. Falls Sie ansonsten nichts mit der PowerShell am Hut haben und das Skript nicht gestartet bekommen, lesen Sie bitte den Kasten „PowerShell-Zicken“. Zu beachten ist natürlich außerdem, dass das Skript selbst nicht durch den AppLocker an der Ausführung gehindert werden darf – eine entsprechende Hash-Regel eignet sich dazu am besten.

Für andere Anwendungen, die sich nicht in den Programme-Ordner installieren oder die Sie als portable Programme auf die Platte kopieren, sind Herausgeberregeln meist die bessere Wahl. Sie definieren sie, indem Sie die freizugebende Programmdatei auswählen. Sofern sie eine Signatur trägt – und das sollte sie, wenn Sie sicher sein wollen, dass sie aus vertrauenswürdiger Quelle stammt –, bietet Ihnen der AppLocker anschließend die darin enthaltenen Herausgeberinformationen an und Sie können wählen, welche davon Sie in die Regel übernehmen wollen. Bei großen, vertrauenswürdigen Softwareherstellern reicht vielleicht der Herausgeber selbst oder zusätzlich der Produktname. Die Dateiversion sollten Sie in der Regel ignorieren, denn so spielt die Herausgeberregel ihren Vorteil gegenüber Hash-Regeln aus: Bei Updates müssen Sie sie nicht ständig nacharbeiten.

## Umstieg

Wenn Sie Ihren Rechner bislang mit SRPs verrammelt haben und sich mit dem Gedanken tragen, auf den AppLocker umzusteigen, sollten Sie einige wichtige Unter-

schiede zwischen beiden Ansätzen kennen. Um einen der bedeutenderen zu erklären, müssen wir etwas ausholen: Auch Mitglieder der Administratoren-Gruppe arbeiten im normalen Betrieb mit den eingeschränkten Rechten eines normalen Benutzers. Erst wenn sie ein Programm „Als Administrator starten“ oder eine Anwendung das von sich aus verlangt, erhalten sie für diesen einen Prozess die vollen Rechte. Abgesehen von einigen Windows-eigenen Verwaltungswerkzeugen ist diese Rechteerweiterung stets mit einem „Sind Sie sicher?“-Dialog zu bestätigen, den die Windows-Anwendungssteuerung (User Account Control, kurz UAC) auf den Schirm bringt. Dadurch versucht Windows zu verhindern, dass sich Programme die vollen Rechte heimlich verschaffen. Dafür sollten Sie aber den Regler in den UAC-Einstellungen ganz nach oben schieben.

In den SRPs können Sie einmal zentral festlegen, ob die definierten Regeln auch für Administratoren gelten sollen. Gemeint ist damit die Frage, ob die Regeln auch für solche Prozesse greifen, die gerade die vollen Rechte genießen. Ist die Option „Administratoren einschließen“ ausgeschaltet, können Sie mit dem Kontextmenübefehl „Als Administrator ausführen“ trotzdem jedes Programm verwenden, auch wenn es ansonsten durch die SRPs blockiert ist.

Das ist beim AppLocker anders: Hier legen Sie für jede Regel einzeln fest, für wen sie gelten soll. Aber Achtung: Wenn Sie bestimmte Programme, Skripte oder Apps für die Gruppe der Administratoren freigeben, bedeutet das genau das! Jedes Mitglied der Administratoren kann dieses Programm dann starten. Bei der üblichen Arbeitsweise mit einem Admin-Konto unter UAC-Schutz ist das fatal: Mitglied dieser Gruppe sind Sie dann ja ständig, also können Sie auch jedes dafür freigegebene Programm ausführen. Dasselbe gilt für heimlich startende Schadprogramme, sofern sie einer AppLocker-Regel genügen, die für Administratoren gilt.

In der Praxis bedeutet das, dass der AppLocker für diese Arbeitsweise ungeeignet ist, weil man damit keinen Regelsatz hinbekommt, der unterscheiden kann, ob ein Admin gerade Alltagsdinge tut oder hinter der UAC-Schranke Systemwartung betreibt. An dieser Stelle zeigt sich ganz besonders die Ausrichtung des AppLocker auf Unternehmensumgebungen, in denen es ja unüblich ist, dass normale Anwenderkonten Mitglied der Administratoren sind.

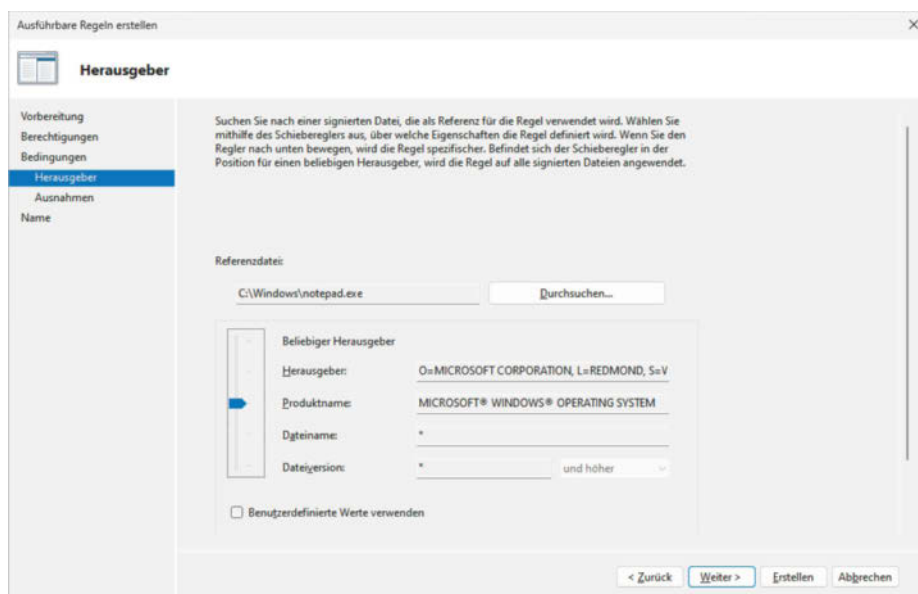
Wenn Sie ihn trotzdem verwenden wollen, haben Sie zwei Möglichkeiten: Entweder Sie richten sich für den Alltag ein Extra-Konto ohne Administratorrechte ein. Ihr Admin-Konto verwenden Sie dann wirklich nur für Verwaltungsaufgaben und melden sich von dort wieder ab, sobald die erledigt sind. Gerade wenn Ihre Windows-Installation schon eine Weile besteht und Sie Ihr Konto mühsam mit lieb gewonnenen Einstellungen konfiguriert haben, ist der Umstieg aber schmerzhaft. Alternativ können Sie den AppLocker auch so konfigurieren, dass Administratoren keinerlei Sonderrechte genießen. Für Verwaltungsaufgaben richten Sie sich auch bei dieser Herangehensweise ein weiteres Konto mit Admin-Rechten ein, das Sie beispielsweise „Verwalter“ nennen. Dem weisen Sie dann im AppLocker die Rechte zu, die Sie als Admin brauchen, und benutzen dieses Konto nur für die Systemwartung.

## Sonderfall Windows Home

Es ist schon mehrfach angekungen: Um Windows Home per AppLocker abzdichten, ist es mit dem Definieren der Regeln nicht getan. Zur Erinnerung: Die Regeln landen in den Gruppenrichtlinien, die in größeren Organisationen zentral über die Windows-Domäne verteilt werden. Nun gehört zu den wesentlichen Einschränkungen von Windows Home aber, dass es keiner Domäne beitreten kann. Deswegen beachtet Windows Home auch keine per Policy gespeicherten AppLocker-Regeln.

Es gibt aber auch in größeren Unternehmen durchaus Rechner, die zur Firma gehören, aber nicht Mitglied einer Domäne sind. Beispiele sind vor allem mobile Geräte wie Notebooks, die nur gelegentlich mit dem Firmennetz verbunden sind, bei denen der Firmen-Admin aber trotzdem die Kontrolle über die zugelassene Software haben möchte. Solche Rechner lassen sich über einen „Mobile Device Management“ (kurz MDM) genannten Dienst konfigurieren. Dessen Einstellungen landen nicht in den Gruppenrichtlinien, sondern in einem speziellen, per WMI (Windows Management Instrumentation) verwalteten Speicherplatz. Das erledigt ein „MDM Bridge WMI Provider“, der seit einiger Zeit Bestandteil von Windows 10 und 11 ist.

Wie Sie dem eine im XML-Format geschriebene AppLocker-Regelsammlung unterschieben können, hat die von Microsoft zum „Most Valuable Professional“ (MVP) ernannte Bloggerin Sandy Zeng im



**Bei Herausgeberregeln entscheiden Sie selbst, welche Informationen aus der Signatur ein Programm identifizieren sollen. So erwischen Sie mit einer einzigen Regel mehrere zu einer Anwendung gehörende Programmdateien und sparen sich das Aktualisieren der Regel nach Updates.**

Internet beschrieben (Link via [ct.de/yesq](http://ct.de/yesq)). Deren Skript haben wir so weiterentwickelt, dass es die komplette AppLocker-Konfiguration in einem Rutsch aus den Gruppenrichtlinien ausliest und gleich wieder an den Bridge Provider verfüttert. Letzteres funktioniert nur unter dem von Windows selbst genutzten Benutzerkonto „Lokales System“. Aber auch darum kümmert sich unser Skript. Im Download-Archiv zu diesem Artikel ist dazu neben dem PowerShell-Skript AppLockerPolicy2MDM auch das Tool psexec von Microsoft Sysinternals enthalten.

Je nachdem, wie Sie das Konvertierungsskript starten, öffnen sich kurz nacheinander zwei oder drei Konsolenfenster und verschwinden gleich wieder. Das ist normal und der Jonglage mit psexec und den Benutzerrechten geschuldet. Am Ende sollte ein Fenster mit ein paar Statusmeldungen und der Aufforderung „Sie können dieses Fenster jetzt schließen“ übrig bleiben.

Zugegeben: Ein bisschen frickelig ist diese Lösung für Windows Home schon. Deshalb hier ein paar Worte der Warnung: Den Aufruf des Skripts nach getaner Arbeit in der lokalen Sicherheitsrichtlinie sollte man wirklich nicht vergessen! Denn diese greift nur auf die Policy-Daten zu. Eine Wirkung entfalten bei dieser Vorgehensweise aber ausschließlich die per MDM eingespielten Regeln. Man kann sich also wunderbar selbst ins Knie schießen,

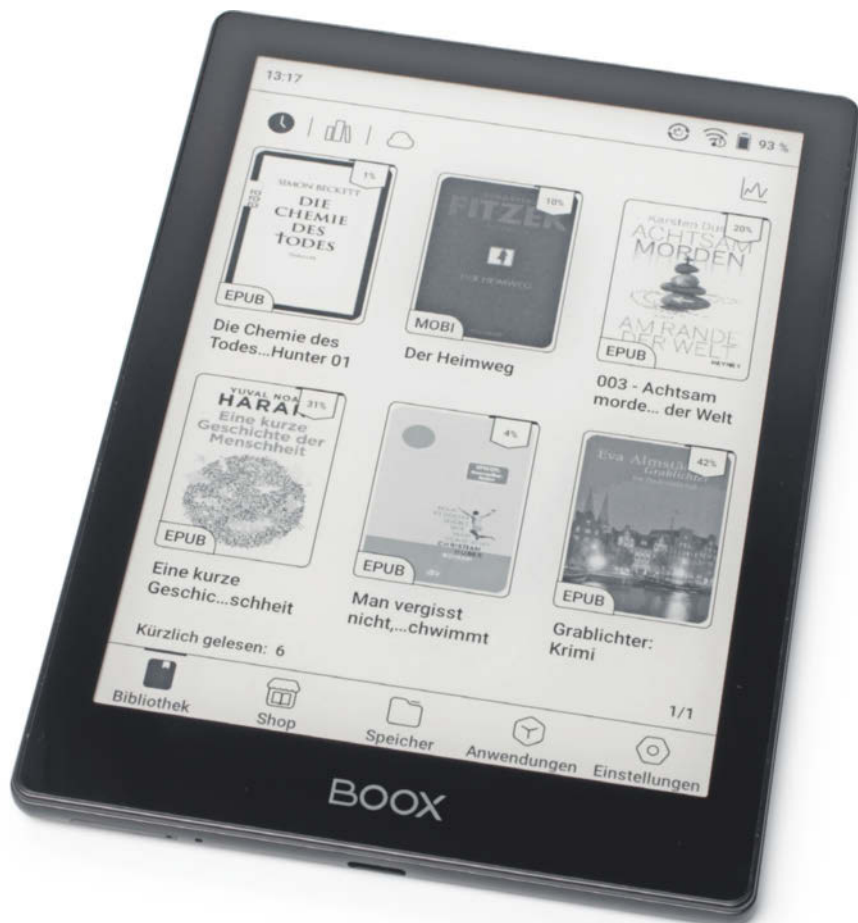
indem man Regeln konfiguriert oder wieder lockert und dann stundenlang grübelt, warum sie nicht wie vorgesehen funktionieren. Was man auf jeden Fall vermeiden sollte: die c't-Methode etwa auf einem Dienst-PC oder sonst in einer Umgebung benutzen, in der ein Administrator den Rechner seinerseits mit AppLocker-Regeln beschickt. Und noch einmal: Unsere Skript-Lösung ist ausschließlich für Windows Home gedacht, unter Pro sorgt sie für Kuddelmuddel!

## Zum Schluss

Allen Einschränkungen zum Trotz: Der AppLocker ist durchaus eine bedenkenswerte Alternative zu den SRPs. Dank der Skripte, die wir für diesen Artikel entwickelt haben, wird er auch unter den Windows-Ausgaben benutzbar, für die Microsoft ihn eigentlich nicht vorgesehen hat. Wie immer Sie sich entscheiden: Ganz ohne Whitelisting-Lösung zu arbeiten ist keine gute Idee. Und selbst wenn Sie mit den damit verbundenen Einschränkungen bei Ihrer eigenen Arbeit nicht leben können: Auf Rechnern, die Sie als Familien- oder Vereins-Admin betreuen, halten Sie sich damit eine Menge Ärger vom Hals, der ansonsten in Form von Malware-Infektionen früher oder später garantiert auftritt.

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

**Skripte zum Download, Online-Doku:**  
[ct.de/yesq](http://ct.de/yesq)



# Lesen mit Mehrwert

## E-Book-Reader Boox Poke 5 mit vollwertigem Android und E-Ink-Display

**Die meisten E-Book-Reader eignen sich nur zum Lesen. Der Poke 5 macht vieles anders und versucht sich darüber hinaus als kompaktes, schwarz-weißes Android-Tablet – inklusive Googles App-Store.**

Von Stefan Porteck

Äußerlich kommt der Poke 5 des chinesischen E-Reader-Spezialisten Onyx schlicht daher: Das satinierte Kunststoffgehäuse wirkt kantig und ein wenig schmucklos, zeichnet sich aber durch sehr schmale Displayränder aus. So ist der Poke 5 mit einer Höhe von knapp 15 Zentimetern deutlich kompakter als andere E-Reader. Das geht erfreulicherweise nicht zulasten der Bildqualität, denn im Poke 5 steckt das gleiche E-Ink-Carta-

Plus-Display mit einer Diagonalen von 6 Zoll (15,2 cm), das auch bei sehr vielen Readern der Konkurrenz zum Einsatz kommt. Es hat eine Auflösung von 1072 × 1448 Bildpunkten, kommt damit auf 300 dpi und überzeugte in unserem Test mit einer gestochen scharfen Darstellung ohne ausgefranste Schriftbilder.

Eine Besonderheit ist die Frontbeleuchtung: Bei den meisten Readern stellt man mit einem Schieberegler die Helligkeit und mit einem zweiten die Farbtemperatur ein. Der Poke 5 hat zwar ebenfalls zwei Schieber, doch verstellt einer die Helligkeit der bläulichen und der zweite die der orangen LEDs. Zudem lässt sich warmes und kaltes Licht über zwei Schaltflächen getrennt voneinander ein- und ausschalten. Je nach Tageszeit und Umgebungslicht muss man also etwas probieren, bis man die gewünschte Helligkeit samt Farbton trifft. Eine Automatik für wärmere Töne abends und nachts fehlt.

### Content satt

Das eigentliche Highlight des Poke 5 ist seine Flexibilität, die er einem nahezu vollwertigen Android-Betriebssystem verdankt. Onyx hat den Poke 5 sehr offen gestaltet: Er unterstützt E-Books aller gängigen Formate, die sich komfortabel über gängige Clouddienste auf den Reader beamen lassen. Zur Auswahl stehen neben der chinesischen Cloud von Baidu auch die hierzulande etablierten Dienste Dropbox, Google Drive und Microsoft OneDrive. Der eingebaute WebDAV-Client erschließt weitere Datenbestände, etwa beim Mail-Provider oder auf der eigenen Nextcloud.

Darüber hinaus bietet Onyx eine eigene Cloud mit 10 GByte Speicher für Bücher und die Synchronisation des Lesefortschritts. Zur Registrierung gibt man dort seine Handynummer an und tippt danach den per SMS empfangenen Log-in-Code ein. Wer das aus Datenschutzgründen nicht möchte, kann den Reader auch ohne Account und Herstellercloud nutzen. Verzichten muss man dann lediglich auf den Onyx-Bücher-Shop. Ein Verlust ist das nicht, denn die Auswahl ist dort ohnehin sehr mau und besteht größtenteils aus alten, gemeinfreien Schwarten, deren Copyright abgelaufen ist. Bücher kauft man besser in anderen Shops – etwa im Tolino-Universum – und schiebt sie mit der kostenlosen Bibliothekssoftware Calibre oder über einen der unterstützten Cloudspeicher auf den Poke 5.



**kostenfreie Online Marketing Webinare**

# Erfolgreich online

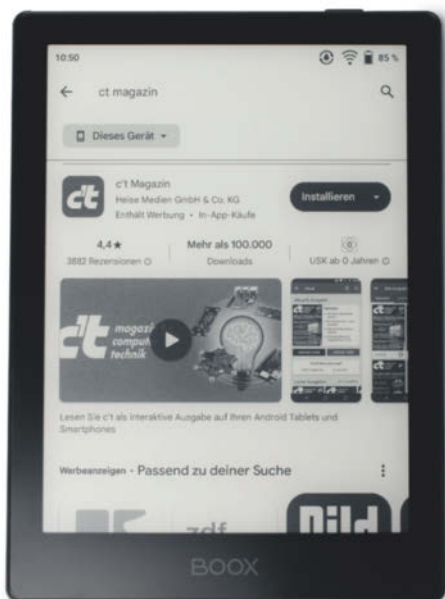
Wir zeigen Ihnen, wie Sie mit Online Marketing neue Kunden, Klienten oder Patienten gewinnen.

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.**





**Nachdem man die Google-Dienste aktiviert hat, lassen sich über den Play Store beliebige Android-Apps installieren. So gelangen unter anderem auch Zeitschriften-Apps auf den E-Reader.**

Dank des Android-Unterbaus ist der Onyx-Reader spannend für Anwender, die Bücher nicht kaufen, sondern leihen wollen. So ist die App des Bücher-Flatrate-Dienstes Skoobe auf dem Poke 5 vorinstalliert. Abonniert man den von namhaften Verlagen gegründeten Dienst für rund 12 Euro pro Monat, lassen sich in der Skoobe-App etwa 400.000 E-Books und mehr als 10.000 Hörbücher direkt auf dem Reader nutzen.

Abseits vom Lesen finden sich im App-Menü des Poke 5 unter anderem ein Kalender, ein Audio-Player und ein Bildbetrachter. Im Onyx-App-Store gibt es weitere Anwendungen wie etwa den Chrome-Browser, Gmail oder die Notiz-App Google Keep.

### Reader und Tablet in einem Gerät

Richtig ausreizen lässt sich der Poke 5, wenn man in den Einstellungen die Google-Dienste aktiviert. Das klappt ab der Firmware 3.2.2. Anschließend steht der Google Play Store bereit und erlaubt nach der Anmeldung im eigenen Google-Konto die Installation beliebiger Android-Apps. Zu denen gehört beispielsweise die „Onleihe“ des Verbunds zusammengeschlossener Bibliotheken, in der man nach Vorlage seines Bibliotheksausweises digitale

Werke ausleihen kann. Und wer mag, installiert Amazons E-Book-App.

Die Android-Apps dienen nicht nur zum Lesen, denn mit ihnen lässt sich der Poke 5 fast wie ein Android-Tablet im Mini-Format nutzen: Das E-Ink-Display reicht zum Surfen, Chatten, Mails Checken oder gar einen kurzen Ausflug auf Instagram in den meisten Fällen aus. Prinzipbedingt eignen sich die monochromen E-Paper-Displays nicht besonders gut für die Anzeige von Bewegtbildern, da die schwarz-weißen Mikrokügelchen bei jedem Bildwechsel ihre Ausrichtung ändern müssen, was anders als bei LCDs oder OLEDs etliche Millisekunden benötigt. Entsprechend verwachsen sehen Videos auf dem Poke 5 aus. Um das Problem zu entschärfen, hat Onyx dem Reader ein spezielles Einstellungsmenü spendiert: Wischt man bei laufender Android-App vom linken unteren Bildrand nach oben, lässt sich die Geschwindigkeit der Bildauffrischung in vier Stufen verstellen. Die höchste Stufe saugt zwar deutlich mehr am Akku, sorgt aber dafür, dass der Bildaufbau – wenn man seine Ansprüche herunterschraubt – sogar für die Wiedergabe eines kurzen Videoclips ausreicht.

Auch an anderen Stellen finden sich sinnvolle Einstellungsoptionen für Android-Apps. Um etwa die Layouts zu optimieren, erlaubt der Poke 5 für jede Android-App separate DPI-Einstellungen. Zudem lässt sich festlegen, ob Apps im Hintergrund laufen dürfen; auf Wunsch kann man sie komplett einfrieren, damit sie gar keinen Daten- und Akkuverbrauch mehr verursachen. Apropos Akku: Bei täglicher Nutzung erreichten wir eine Laufzeit von rund zwei Wochen. Je nach Intensität der Frontbeleuchtung ist aber auch mehr oder weniger drin.

Die 32 GByte Speicher reichen für Bücher und eine Handvoll Apps völlig aus. Poweruser mit vielen Hörbüchern erweitern den Speicherplatz über den microSD-Slot an der Unterseite des Readers. Wer Hörbücher oder Podcasts auf dem Poke 5 hören möchte, muss den Reader via Bluetooth mit Kopfhörern oder Boxen koppeln, da er keine Lautsprecher an Bord hat. Gut gefallen hat uns, dass der Reader sämtliche E-Books auf Wunsch eigenständig vorliest. Onyx nutzt hierfür die Text-to-Speech-Engine von Google. Sie klingt natürlicher als etliche Sprachausgaben anderer Reader und erlaubt es, die Geschwindigkeit

der Aussprache und die Betonung anzupassen.

### Wischen, Tippen, Lesen

Die Bedienung des Poke 5 weiß gleichermaßen zu gefallen und manchmal zu nerven. Die vielen Anpassungsmöglichkeiten führten in den ersten Tagen dazu, dass wir uns fragten, wo welche Einstellungsoption zu finden ist. Zudem überfrachtet Onyx die Bedienoberfläche mancherorts. Markiert man beispielsweise im Buch ein Wort oder einen Satz, öffnet sich ein Pop-up mit sieben Icons zur Textmarkierung und -hervorhebung und in der zweiten Reihe neun weitere Icons, die unter anderem anbieten, den Text zu kopieren, eine Websuche anzustoßen, eine Notiz anzulegen oder die Passage vorzulesen. Das bekommt die Konkurrenz in vielen Fällen eleganter hin.

Verwirrend fanden wir auch die Auswahl der Schriften, die Onyx unnötiger-

## Boox Poke 5

E-Book-Reader	
Hersteller	Onyx, onyxboox.com
Ausstattung	
Abmessungen / Gewicht	14,8 cm × 10,8 cm × 0,7 cm / 160 g
Speicherplatz / erweiterbar	32 GByte / ✓ (microSD)
Display / Größe	E-Ink Carta Plus / 6 Zoll (15,2 cm)
Auflösung / Helligkeit	1072 × 1448 (300 dpi) / 0,2-60 cd/m²
Akku	Li-Ion, 1500 mAh
Schnittstellen	Wi-Fi 5, Bluetooth 5.0, USB-C
Bedienung / wasserfest	Touch / –
Funktionsumfang	
Formate	TXT, HTML, RTF, FB2, FB2.zip, DOC, DOCX, PRC, MOBI, CHM, EPUB, JPG, PNG, GIF, BMP, PDF, DjVu, MP3, WAV, CBR, CBZ
DRM	–
Ausleihe / Flatrate	✓ / ✓
Suche / Markieren / Notizen / Wörterbücher	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Farbtemperatur anpassbar / automatische Farbtemperatur / automatische Helligkeit	✓ / – / –
Display-Rotation	✓
Cloud-Speicher / externe Clouds	✓ / ✓
Hörbücher / Vorlesefunktion	✓ / ✓
Browser / Apps	✓ / ✓
Gerätesperre / Gastzugang / ohne Account nutzbar	✓ / – / ✓
Bewertung	
Display	⊕⊕
Funktionsumfang	⊕⊕
Ausstattung	⊕
Bedienung	○
Straßenpreis	210 €
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden	

weise dreigeteilt hat: Der erste Reiter im Schriftmenü stellt Schriftgröße und -typ für CJK (Chinese/Japanese/Korean) ein, erlaubt aber auch die Auswahl westlicher Fonts. Der zweite Reiter ist für internationale Sprachen, die Onyx jedoch stets als Englisch bezeichnet, obgleich wir die Systemsprache auf Deutsch eingestellt hatten. Beide Menüpunkte beziehen sich auf das Schriftbild im jeweiligen Buch. Der dritte Reiter verstellt hingegen die Systemschrift, die einem außerhalb der Bücher in Menüs und auf dem Homescreen begegnet. Apropos Menüs: Trotz deutscher Spracheinstellungen verbleiben einige Menüpunkte auf Englisch oder sind fehlerhaft übersetzt.

Fast alles lässt sich umfangreich konfigurieren – etwa die ausklappbare Seitenleiste, die beim Lesen Schnellzugriff auf Funktionen wie Blättern, Kapitalsprung, die Suchfunktion oder das Inhaltsverzeichnis bietet. Auch die Wischgesten sind nicht in Stein gemeißelt: Ein Wisch vom oberen Rand öffnet das sogenannte Con-

trol Center, das wie bei Android-Telefonen über Kacheln beziehungsweise Icons – ebenfalls konfigurierbar – wichtige Funktionen mit einem Fingertipp aufruft. Wischen nach links oder rechts blättert vor und zurück und ein Wisch von unten rechts bringt einen zurück auf den Homescreen.

Nach dem höheren Aufwand, den Poke 5 einmalig an eigene Bedürfnisse und Vorlieben anzupassen, geht die Bedienung flott von der Hand. Mittels Wischgesten kommt man im App-Menü, der Bibliothek und in Büchern schnell ans gewünschte Ziel. Der Vierkernprozessor (Snapdragon Kryo 280) mit einem Takt von 2 GHz sorgt im Alltag stets für eine flüssige Bedienung. Der Poke 5 reagierte flott auf jede Eingabe und nervte nicht mit Ruckeln oder Gedenksekunden.

### Fazit

Als vollwertiges Android-Tablet geht der Boox Poke 5 nicht durch. Trotz durchaus fruchtbarer Bemühungen eignet sich ein

E-Ink-Display prinzipbedingt eher nur für überwiegend statische Inhalte – das Gleiche gilt auch für die farbige Variante mit 10,3-Zoll-Display und Stift für 649 Euro (siehe Test in c't 19/2023, S. 68). Die Rolle als Hybrid gelingt dem Poke 5 aber gut, denn viele Kleinigkeiten, für die man sonst beim Lesen doch zum Handy gegriffen hätte, lassen sich direkt auf dem E-Reader erledigen. Wer das möchte, zahlt den Aufpreis gegenüber reinen Readern mit 6-Zoll-Display gerne.

Im Alltag gefällt er aber vor allem deshalb, weil er mit seiner Anbindung an den Play Store viel flexibler ist als andere Reader, die im Allgemeinen an ihr Ökosystem gebunden sind und einen Account erzwingen: Wer neben gekauften Büchern auch Inhalte von Skoobe, Onleihe oder Zeitschriften, Magazinen oder Zeitungen auf dem Reader lesen will, wird den Poke 5 zu schätzen wissen und ihm ob der Funktionsvielfalt auch die ein oder andere Unübersichtlichkeit beim Bedienkonzept verzeihen. (spo@ct.de) **ct**

**PocketBook**  
E-Books & E-Reader



## Komfortabel in Farbe lesen

- Reflexionsfreier 7,8 " (19,8 cm) E-Ink Kaleido™ Plus Touchscreen mit optimierter Farbsättigung und SMARTlight
- Integrierter Lautsprecher & Bluetooth-Schnittstelle zur Kopplung von kabellosen Kopfhörern
- Wasserschutz gemäß IPX8



**JETZT PROFITIEREN!** Beim Kauf eines **PocketBook InkPad Color 2** Kombi-Angebotes in unserem Onlineshop erhalten Sie vom **26.08. bis 08.09.2023** einen Rabatt von **15 %**. Bitte nutzen Sie dafür den Gutscheincode **CT2023**.

*Dieses Angebot gilt, solange der Vorrat reicht.*



Besuchen Sie uns auf der  
**IFA Berlin**  
**Halle 7.2**  
**B403**





# Extra-Weitblick

## DJI Air 3: Quadrokopter mit dualen Kamerasystem im Test

**DJIs Air 3 sticht aus der Masse der Videodrohnen mit einem dualen Kamerasystem heraus, das mehr Flexibilität bei der Bildgestaltung bringt. Dennoch überzeugte uns der neue Quadrokopter nicht komplett.**

Von Daniel Clören

**D**ie Air-Reihe bildet bei den Drohnen von DJI die Mittelklasse zwischen der Mini- und der Mavic-Serie. Mit einem dualen Kamerasystem, einer omnidirektionalen Hinderniserkennung und einer verlängerten Flugzeit soll die Air 3 aber auch den Ansprüchen ambitionierter Videofilmer und Fotografen genügen.

Die neue Drohne bietet eine Weitwinkelkamera mit einer Kleinbild-äquivalenten Brennweite von 24 mm und eine Telekamera mit 70 mm Brennweite, zwischen denen sich nahtlos wechseln lässt. Mit der neuen Ausstattung steigt das Gewicht der Drohne gegenüber dem Vorgänger allerdings auch von 600 auf 720 Gramm. Die

Air 3 erhält in der EU sowie in Island, Liechtenstein, Norwegen und der Schweiz eine C1-Kennzeichnung. Somit darf man sie laut EU-Drohnenverordnung mit dem kleinen Drohnenführerschein A1/A3 auch nahe an Menschen fliegen und muss keinen Mindestabstand von 150 Metern zu Wohn- und Gewerbegebieten einhalten.

### Im Flug

DJI bietet die Air 3 in verschiedenen Paketen an. In der Einstiegsversion ab 1100 Euro steuert man sie mit der Fernsteuerung RC-N2 in Kombination mit einem aufgesteckten Smartphone, auf dem die „DJI Fly“-App (Android, iOS) läuft. Sie zeigt Flughöhe, Distanz, Satellitenanzahl, Signalstärke, verbleibende Flugzeit und die Position der Drohne auf der Karte. Außerdem aktiviert man über die App Flug- und Aufnahmemodi.

Wie die Vorgängerin erreicht die Air 3 eine maximale horizontale Geschwindigkeit von 68,4 km/h. Die Steig- und Sinkgeschwindigkeit hat sich von 21,6 auf 36 km/h erhöht. Die Drohne lässt sich DJI-typisch präzise steuern und steht stabil in der Luft.

Die Drohne beherrscht eine Vielzahl an autonomen Flugmodi, darunter

„MasterShots“, bei denen sie hintereinander verschiedene Flugmanöver ausführt und aus dem aufgenommenen Material dann einen Film inklusive Musik generiert. Acht rundum angebrachte Hinderniserkennungssensoren sorgen dafür, dass sich die Drohne auch in schwierigem Terrain sicher navigieren lässt.

Im autonomen Flug wählt die Air 3 bei Bedarf selbstständig Routen – zumindest in der Theorie. Uns bereitete im Test die „Focus Track“-Funktion Probleme, bei der sie das Motiv automatisch in der Mitte halten soll: In einem dicht bewachsenen Waldstück verlor die Drohne oft das Motiv aus den Augen. Obwohl sie Hindernissen hätte ausweichen können, erschien sie in solchen Situationen zudem schnell überfordert und stoppte in der Luft. Andere DJI-Drohnen mit entsprechenden Sensoren meisterten diese Aufgabe besser. Ähnlich sah es beim Abfliegen vorgegebener Wegpunkte aus, wo die Drohne praktisch vor jedem Hindernis stoppte. Danach bleibt praktisch nur die Möglichkeit, für einen Augenblick die manuelle Kontrolle zu übernehmen und die Drohne an eine Position ohne Blockade zu leiten, bevor es weitergehen kann.

DJI verspricht mit dem 4241-mAh-Akku eine maximale Flugzeit von bis zu

Auch die Air 3 lässt sich für einen einfachen Transport zusammenklappen, hat gegenüber dem Vorgängermodell aber 120 Gramm an Gewicht zugelegt, sodass sie jetzt auf 720 Gramm kommt.



46 Minuten, was ein Plus von ganzen 15 Minuten gegenüber dem Vorgänger bedeuten würde. Im Test kamen wir bei einer mäßigen Brise jedoch nur auf 33 Minuten, bevor wir die Drohne bei 15 Prozent Restkapazität landen mussten.

Beim neuen O4-Videoübertragungssystem wurde in Europa das Frequenzband um 5,1 GHz hinzugefügt, womit die Reichweite auf bis zu zehn Kilometer erhöht worden sein soll – was sich aus rechtlichen Gründen nicht austesten lässt. Im Test hatten wir in einem Radius von 300 Metern, trotz Hindernissen wie Bäumen, stets eine stabile Verbindung. Das Livebild der Drohne wird in 1080p (1920 × 1080 Pixeln) mit 60 Bildern pro Sekunde übertragen.

### Duale Kamera

Die beiden Kameras der DJI Air 3 teilen sich eine Drei-Achsen-Kardanaufhängung für die Stabilisierung des Bildes und nutzen jeweils einen 1/1,3 Zoll großen Sensor. Die Weitwinkelkamera hat eine Blende von  $f/1,7$ , die Telekamera  $f/2,8$ . Beide Sensoren lösen jeweils 48 Megapixel auf, die sich per Pixel Binning auf 12 Megapixel reduzieren lässt.

Videos nehmen beide Kameras in 4K (3840 × 2160 Pixel) auf, für Zeitlupen mit 100 Hertz. Im HDR-Modus reduziert sich die Bildrate auf bis zu 30 Bilder pro Sekunde. Die DJI Air 3 bietet einen neuen vertikalen Aufnahmemodus für Social-Media-Posts, dreht dafür aber den Gimbal nicht, sodass sich die Auflösung im 9:16-Format auf 2,7K (1512 × 2688 Pixel) reduziert. Insgesamt ist die Bildqualität gut, man merkt den Kameras aber vor allem bei schlechteren Lichtverhältnissen den kleinen Sensor an. So neigt das Bild in dunkleren Bereichen zum Rau-

schen und wirkt insgesamt etwas unschärft.

### Fazit

Mit ihrem dualen Kamerasystem bietet die Air 3 gegenüber der Vorgängerin neue kreative Möglichkeiten. Aber die DJI Air 2S mit Einzelkamera bot einen größeren Sensor mit 1 Zoll Diagonale und erreichte damit eine bessere Bildqualität. Die Air 3 kontert wiederum dank 70-mm-Teile mit der Möglichkeit, ein Motiv scharf vor einem unscharfen Hintergrund abzubilden.

Die autonomen Flugmodi bessert DJI hoffentlich noch mit einem Firmware-Update nach; aktuell machen autonome Flüge mit der neuen Drohne noch nicht so viel Spaß wie mit anderen Modellen des Herstellers. Insgesamt ist die DJI Air 3 aber eine leistungsstarke und vielseitige Drohne für Videofilmer und Fotografen.

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

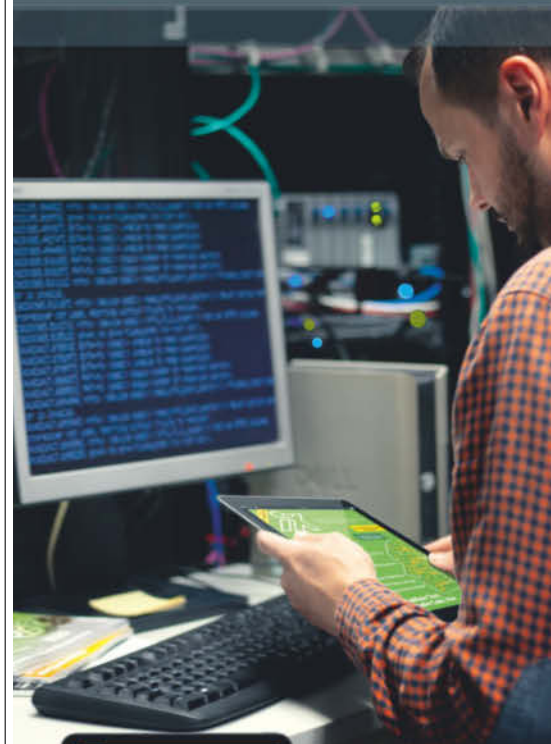
## DJI Air 3

### Quadrokopter mit Zweifachkamera

Hersteller	DJI, dji.com
Videoauflösung	Hauptkamera: UHD (3840 × 2160 Pixel) bei 24/25/30/48/50/60/100 fps; Full HD (1920 × 1080 Pixel) bei 24/25/30/48/50/60/120/200 fps; vertikale Aufnahmen in 2,7K (1512 × 2688) mit 24/25/30/48/50/60 fps, in FHD: (1080 × 1920 Pixel) mit 24/25/30/48/50/60 fps
Videoformat	MP4 / MOV (H.264 / H.265)
Fotoauflösung	jeweils 8064 × 6048 Pixel
Fotoformat	JPEG, Adobe DNG-RAW
Größe (L × B × H)	zusammengeklappt: 207 mm × 100,5 mm × 91,1 mm / auseinandergeklappt ohne Propeller: 258,8 mm × 326 mm × 105,8 mm
Lieferumfang	Controller, Verbindungskabel, Akku, Schutzkappe, 6 Propeller, Netzteil, Bedienungsanleitung / „Fly More Combo“-Paket zusätzlich zwei weitere Akkus, sechs weitere Propeller, Akku-Ladestation, Adapter Batterie auf Power Bank, ND-Filter, Reisetasche
Preis	1099 € / 1349 € („Fly more Combo“-Paket), 1549 € („Fly more Combo“-Paket inklusive DJI RC 2)

# Es gibt 10 Arten von Menschen.

## iX-Leser und die anderen.



**3x testen**

### Jetzt Mini-Abo testen:

3 digitale Ausgaben +  
Bluetooth-Tastatur  
nur **19,35 €**

[www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-testen)



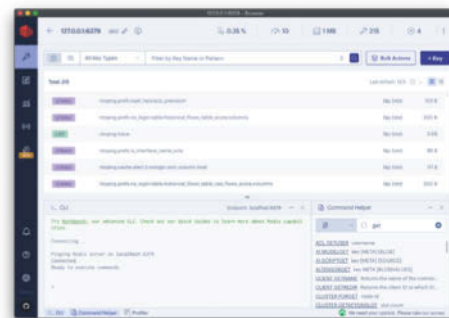
[www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-testen)



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



49 (0)541 800 09 120



## Wählerisches SSD-Gehäuse

**Mehr als 3 GByte/s schafft das SSD-Gehäuse von GiGimundo beim Lesen, wenn die passende USB- oder Thunderbolt-Schnittstelle am PC vorhanden ist. Bei der Schreibgeschwindigkeit kommt es darauf an, welche SSD man einbaut.**

Das GiGimundo-Gehäuse nimmt M.2-SSDs mit PCIe-Anschluss auf und stellt den Speicher per Thunderbolt 3 sowie USB bereit. GiGimundo empfiehlt die Verwendung der PCIe-4.0-SSDs Samsung 980 Pro oder Sabrent Rocket 4 Plus. Über Thunderbolt haben wir mit diesen eine Leserate von 3,1 GByte/s gemessen, doch beim Schreiben schafften wir nicht einmal 1 GByte/s. Nach dem Test mit diversen SSDs aus unserem Fundus könnten wir der GiGimundo-Liste der nicht empfehlenswerten SSDs noch eine ganze Reihe hinzufügen, aber mit der Crucial P5 Plus kamen wir auf eine deutlich höhere Schreibrate von knapp 2 GByte/s.

Via USB erreichten wir mit allen getesteten SSDs Datenraten oberhalb von 1 GByte/s. GiGimundo nutzt die gleichen Komponenten, die uns bereits beim ersten Test eines solchen Kombigehäuses geärgert haben (siehe c't 17/2022, S. 86). Der Preis von 120 Euro ist für die gebotene Leistung deutlich zu hoch. (ll@ct.de)

## GiGimundo NVME Gehäuse 40Gbps

M.2-SSD-Gehäuse für Thunderbolt und USB	
Hersteller, URL	GiGimundo, <a href="https://gigimundo.com">gigimundo.com</a>
Bezeichnung	GGM-AJM40C-GY-US
Schnittstellen	intern: M.2 2280 (PCIe 3.0 x4); extern: USB-C (USB4 / Thunderbolt 3)
Maße, Gewicht	108 mm × 50 mm × 17 mm, 67 g
Preis	120 €

## Arc bemüht

**Sparkles Intel Arc A380 ELF ist kompakt, hat keinen externen Stromanschluss und kostet nur 145 Euro. Doch der Test offenbart Schattenseiten.**

Eine günstige, kleine und sparsame Grafikkarte mit leisem Lüfter würde vielen Nutzern genügen. Sparkles Einstiegsmodell ELF verspricht genau das: Die kompakte Karte passt in die meisten PCs und steuert Bildschirme mit 4K-Auflösung bis 144 Hertz an und eignet sich mit ihren AV1-De- und -Encodern gut für Video-Streaming und -Umwandlung.

Der ELF-Lüfter klingt kernig, ist mit 0,7 sone aber nicht laut. Störend: Auch im Leerlauf springt er öfter an; das Auf und Ab des Lärmpegels nervt mehr als ein konstanter Geräuschteppich. Auf dem Windows-Desktop schluckt die Karte mit 15 Watt zu viel, bleibt aber unter Last mit 66 Watt sparsam. Kurze Ausschläge bis 85 Watt übersteigen allerdings die maximal 75 Watt, die ein PCIe-Slot liefert.

Eine Raytracing-Rakete für dreistellige Bildraten in 4K-Auflösung will die Sparkle-Karte gar nicht sein. Ältere Titel oder solche, die auf niedrige oder mittlere Details eingestellt sind, stemmt sie jedoch mit über 30 Bildern pro Sekunde in Full-HD-Auflösung. Der hohe Leerlauf-Stromdurst und die nervige Lüftersteuerung schrecken ab. (csp@ct.de)

## Sparkle Intel Arc A380 ELF

Grafikkarte für Einsteiger	
Hersteller, URL	Sparkle, <a href="https://www.sparkle.com.tw/en">www.sparkle.com.tw/en</a>
GPU / Grafikspeicher	Intel ACM-G11 / 6 GByte GDDR6
Länge × Höhe × Breite	154 mm × 115 mm × 38 mm
Anschlüsse	3 × DP 2.0, 1 × HDMI 2.0
Lautheit Leerlauf / Volllast	0,3 sone (⊕⊕) / 0,7 sone (⊕)
Spieleleistung FHD	○ (mit Raytracing ⊖⊖)
Preis (Straße) / Garantie	145 € / k. A. (Gewährleistung)

## Redis von innen

**RedisInsight liefert Einblicke in Datenbanken von Web- und Cloudanwendungen.**

Redis ist als Key-Value-Datenbank perfekt als Backend für Caches generierter Daten, für den Austausch von Nachrichten sowie zum Ablegen von Konfigurationsdaten.

Selbstredend gibt es Werkzeuge, um auf der Kommandozeile solche Datenbanken einzusehen und zu manipulieren. Mit RedisInsight, das von den Redis-Entwicklern stammt, geht es aber auch komfortabler mit GUI. Das Programm zeigt Datenbankinhalte an, erlaubt das Suchen und Manipulieren der enthaltenen Informationen und hilft Entwicklern obendrein beim Optimieren. Das Programm ist kostenlos – man muss allerdings bereit sein, seinen Namen, E-Mail-Adresse und Telefonnummer anzugeben.

Da Redis-Datenbanken eher selten auf dem lokalen Rechner erreichbar sind, kann sich RedisInsight auch übers Netz auf solche Datenbanken aufschalten. Es verwendet dafür SSH-Tunnel. Dann muss man an der Konfiguration der entfernten Redis-Instanz nicht drehen, um Wartungszugriffe zu erlauben.

Neben einem Browser, um den Datenbestand zu durchsuchen, stellt RedisInsight auch eine Workbench bereit, um direkt Befehle abzusetzen – ähnlich der für MySQL. Außerdem enthält das Programm eine komfortable, durchsuchbare Befehlsreferenz. So kann es auch beim Einstieg in die Redis-Welt gute Dienste leisten. (ps@ct.de)

## RedisInsight

Einsehen und bearbeiten von Redis-Datenbanken	
Hersteller, URL	Redis Ltd., <a href="https://redis.com">redis.com</a>
Systemanf.	Windows, macOS, Linux
Preis	<b>kostenlos</b> (nach Registrierung)





## Spielehelfer

**Das vielseitige Open-Source-Tool Lutris vereint alte und neue Spiele auf dem Linux-Desktop. Die neueste Version installiert jetzt auch Spiele der Plattformen Itch.io und Battle.net und unterstützt Valves Proton.**

Das Linux-Tool Lutris integriert Videospiele aus unterschiedlichen Quellen in eine Programmoberfläche. Native Linux-Games startet Lutris dabei ebenso wie Windows-Versionen, bei denen es sich um Kompatibilitätsschichten wie Wine und Proton kümmert. Alternativ startet Lutris sogar die Windows-Version von Steam via Wine. Die Selbstbezeichnung „Bewahrungsplattform für Videospiele“ bringt ein wichtiges Anliegen zum Ausdruck: Spiele für alte Plattformen wie Amiga, C64 und viele weitere will Lutris spielbar machen. Deshalb übernimmt es auch den Download und die Konfiguration der dafür nötigen Emulatoren.

Per Mausklick installiert man Emulatoren für Retro-Games und andere Starter – insgesamt 48 stehen zur Verfügung. Sie reichen von Flatpak, Steam und Wine bis zu Emulatoren wie Dolphin, DOSBox, MAME, Pico-8 und ScummVM. Webbaasierte Spiele kann Lutris ebenfalls starten. Für den Zugriff auf manche Spielebibliotheken ist eine Anmeldung erforderlich. Auch dabei hilft Lutris, sobald man diese als „Quellen“ einzeln in den Einstellungen aktiviert hat. Danach tauchen sie in der Seitenleiste auf und stellen die Verbindung zu Amazon Prime, Battle.net, Epic Games, Itch.io, GOG.com, Humble Bundle, Steam und Ubisoft Connect her. Einzig die Quelle „Origin“ ist veraltet. Stattdessen kann man jedoch die aktuellere EA App in Lutris einrichten und Spiele von Electronic Arts damit starten. Zicken macht auch die Authentifizierung bei

Humble Bundle, deshalb geht Lutris hier den Umweg über den Browser. Die Flat-hub-Quelle bietet alle dort als Flatpak verfügbaren Spiele kostenlos zur Installation an. Keinen Zugriff hat man in Lutris auf die Sortierungen der einzelnen Plattformen, etwa Steam-Kollektionen oder Itch.io-Sammlungen. Stattdessen lassen sich die Titel in Lutris nach Plattform filtern und nach verschiedenen Kriterien wie Name, Jahr oder Spielzeit sortieren. Die Spielzeit erfasst Lutris aber nur, wenn das Spiel über Lutris gestartet wurde, die beispielsweise in Steam verfügbaren Daten kann das Tool nicht auslesen.

Ein einzelnes Spiel fügt man über den Plus-Button in Lutris hinzu und kann dann Spieldateien von der Festplatte installieren, bereits installierte Spiele hinzufügen oder ein ROM einrichten. Am besten durchsucht man über den Dialog die Lutris-Website nach einem Installationsskript. Diese Installationsanleitungen stammen aus der Community und enthalten individuelle Konfigurationen für jedes Spiel. Alternativ kann man auch direkt auf der Website nach Spielen suchen und von dort aus die Einstellungen an Lutris weiterreichen. Das Skript legt in Lutris ein passend konfiguriertes Wine-Prefix samt der nötigen Windows-Bibliotheken an. Je nach Verkaufsplattform können sich die Skripte unterscheiden: Für Cyberpunk 2077 liefert die Lutris-Website beispielsweise unterschiedliche Installationsrezepte für Steam und GOG. Lutris ist zwar weder perfekt noch ein Rundum-Sorglos-Paket, sein Funktionsumfang macht es aber zum wohl wichtigsten Tool der Linux-Spiele-Welt.

(lmd@ct.de)

### Lutris 0.5.13

Spieleverwaltung und -Launcher	
Hersteller, URL	Mathieu Comandon u. a., lutris.net
Systemanf.	Linux
Preis	<b>kostenlos</b> (GNU General Public License v3)



## Hybrid-Mikro

**Das PodMic von Rode nimmt Sprecher über USB oder XLR auf.**

Man schließt das Rode PodMic USB entweder via XLR an ein Audio-Interface oder über das mitgelieferte, drei Meter lange USB-C-Kabel direkt an den Rechner an.

Am Rechner unterstützt der standardkonforme USB-Anschluss nur 48 kHz, die Roundtrip-Latenz bei 32 Samples betrug 8,9 Millisekunden – ein guter Wert. Der Gain des Mikrofons lässt sich nur über Rodes zugehörige Central-Software auf bis zu 63 Dezibel einstellen. Rodes Gratis-Apps Connect und Unify erlauben den Betrieb mehrerer USB-Mikrofone im Mix mit Apps für Streaming und Podcasts.

Bei 60 Dezibel Verstärkung am USB-Port waren Pegel und das sehr gute Rauschverhalten gleichauf mit einem Shure SM7B (390 Euro) am Profi-Interface RME UFX (1800 Euro). Am analogen XLR-Anschluss gab das PodMic jedoch nur einen äußerst schwachen Pegel aus und benötigte rund 70 Dezibel Verstärkung. Der Rauschteppich war dann um 7 Dezibel lauter als beim SM7B – das ist allenfalls befriedigend. Stimmen klangen nicht so voll, dafür etwas heller als beim SM7B. Der eingebaute Popschutz arbeitet sehr zuverlässig.

Dank der guten Fokussierung seiner Nierencharakteristik gelingen dem PodMic zumindest am USB-Anschluss sehr gute radiotaugliche Aufnahmen auch in akustisch unbehandelten Büroräumen.

(hag@ct.de)

### Rode PodMic USB

Dynamisches Podcast-Mikrofon mit USB und XLR	
Hersteller, URL	Rode, rode.com
Anschlüsse	USB-C, XLR, Kopfhörer (3,5 mm Stereoklinke)
Systemanf.	Software: Windows ab 10, macOS ab 10.15
Preis (Straße)	240 €

# Notentrommler

## Musiknotation inklusive Drum-Machine: Steinberg Dorico 5 Pro

**Steinbergs Notensatzprogramm Dorico setzt nicht nur, sondern spielt Partituren auch ab. Version 5 bringt die Drum-Machine Groove Agent inklusive Schlagzeug-Samples mit. Drum-Spuren lassen sich damit einfach in die Partitur ziehen. Über Vorlagen platziert Dorico virtuelle Instrumente im Stereospektrum. Wir haben getestet, was das in der Praxis bringt.**

Von André Kramer

**D**orico 5 von Steinberg ist dank umfangreicher virtueller Instrumente mehr als nur eine Schreibmaschine für Musik. Es enthält nun auch sogenannte Bühnen- und Raum-Vorlagen: Damit platziert man Instrumente auf einer virtuellen Bühne links oder rechts, näher oder weiter entfernt im Stereospektrum. Um den Effekt voll hörbar zu machen, braucht man ohne Hall aufgenommene Instrumente, wie sie der sehr gut ausgebaute kostenlose Steinberg-Sampler HALion 7 SE mitbringt. Dank der neuen Dorico-Funktion „Tonhöhenkontur-Betonung“ klingt das nun deutlich natürlicher: Sie fügt feine Dynamikunterschiede ein und spielt Phrasen

ähnlich wie echte Musiker. Damit ergänzt sie die ältere Humanize-Funktion.

### Rhythmusmaschine

Beim ersten Aufruf möchte Dorico 5 Steinbergs kostenlose Drum-Machine Groove Agent SE installieren. Passend dazu liefert der Hersteller die beiden Groove-Agent-Schlagzeuge „The Kit“ und „Jazz Essentials“ mit. Laut Steinberg haben namhafte Jazzler im Berliner Teldex Studio diese Schlagzeuge eingespielt. Beide Kits bestehen aus mehreren Sets mit jeweils 16 Instrumenten. Über 16 virtuelle Pads kann man sie wie bei einer Hardware-Drum-Machine aufrufen. Groove Agent enthält außerdem 400 von Musikern eingespielte Drum-Patterns. Der Clou von Dorico 5: Diese Patterns kann man im Groove Agent direkt auf eine Schlagzeugspur ziehen. Sie erscheinen dann als Noten an der rhythmisch passenden Stelle. Damit verwandelt sich Dorico in eine per Notation leicht zu steuernde Rhythmusmaschine. Fürs Playback kann man eine simulierte Echokammer nutzen und das Drumset auf zwei Weisen mikrofonieren.

Der neue Instrumenten-Editor greift auf einen Datensatz von über 600 Instrumententypen und deren Attribute zurück, darunter Name, Transposition, Tonumfang, Notensysteme und Schlüssel. Änderungen wirken sich auf entsprechende Instrumente in der gesamten Partitur aus. Die Familien der Instrumente und die Rei-

henfolge kann man leider nicht ändern. Erwähnt sei noch eine Neuerung, die aus Magnetbandzeiten stammt, das „Scrubbing“ per Maus, bei dem die Musik wie eine Mickymausstimme klingt: Es bildet ein schnelles Hin- und Herziehen des Magnetbandes nach und hilft, Inhalte in der Partitur zu finden.

### Arbeit mit der Maus

Um ungewollte Änderungen am Notenmaterial zu vermeiden, hat Dorico anfänglich die Mausnutzung eingeschränkt. Dieses Prinzip weicht der Hersteller jetzt auf: Im Schreiben-Modus wird durch vertikales Ziehen der Maus die Tonhöhe verschoben. Drückt man die Alt-Taste, wird die Note an die neue Position kopiert. Beim horizontalen Ziehen verschiebt oder kopiert Dorico die Töne rhythmisch. Glissandi-, Arpeggio-, Ornament- oder Triller-Zeichen vergibt Dorico jetzt auf Wunsch auf mehreren markierten Systemen.

Dorico 5 installiert acht neue Schriftfamilien, die aus anderen Notensatzprogrammen stammen und daher für Umsteiger in der einen oder anderen Richtung interessant sein könnten. Darunter sind Finale Maestro, Leland von MuseScore und der handschriftliche Font Finale Jazz. Sie laufen wie Doricos ursprüngliche Fonts Bravura und Petaluma unter der Open Font License (SIL) im Format Standard-Music-Font-Layout (SmuFL).

### Fazit

Die neuen Vorlagen für Stereoklang dürfen bei halligen Live-Aufnahmen wenig nutzen, sie erleichtern aber mit Sample-Instrumenten die Stereopositionierung. Der Groove Agent SE lässt sich auch mit der Vorversion per MIDI-Import nutzen – dann verzichtet man auf Bequemlichkeit. Ein Upgrade auf Dorico 5 lohnt sich hauptsächlich für Nutzer, die auf einfache Weise mit dem Groove Agent und seinen Kits arbeiten wollen. Damit kann Dorico komplette Songs aus Intro, Main, Refrain und Outro mit einer Schlagzeugbegleitung versehen, die Groove Agent durch seine Pattern nicht nur weitgehend automatisch erstellt, sondern auch durchgängig als Notation zeigt. (akr@ct.de) 

### Dorico 5 Pro

Notensatzprogramm	
Hersteller, URL	Steinberg, <a href="https://steinberg.net">steinberg.net</a>
Systemanf.	Windows ab 10 (64 Bit), macOS ab 10.15
Preis	579 € (Upgrade von Version 4: 99,99 €)



**Dorico 5 arbeitet mit Steinbergs Drum-Machine Groove Agent zusammen und erleichtert damit die Notation und Wiedergabe von Rhythmus-spuren.**



meet.  
learn.  
protect.



**Die Online-Konferenz für Security-Experten**

**vom 13.–14. September 2023**

## HIGHLIGHTS

**Ransomware-Angriff und nichts geht mehr:  
Die IT-Abteilung ist schuld?**  
Stefan Strobel

**Gefühlt sicher:  
Sicherheitsmythen und -irrtümer**  
Frank Ullly

**E-Mails als beliebtes Einfallstor für Angreifer**  
Nadia Meichtry

**Jetzt anmelden:**



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

Partner



Be ready





# Sortiermaschine

## Bildverwaltung mit Auto-Tags: IMatch 2023

**Fotosammlungen umfassen schnell Zehntausende Bilder. Raw-Entwickler bearbeiten Fotos aber nur und verwalten sie nicht. Hier springt IMatch ein. Version 2023 verschlagwortet mit künstlicher Intelligenz und findet Funktionen per Textsuche.**

Von André Kramer

Die Bilddatenbank IMatch konzentriert sich auf reine Verwaltung: Per Drag & Drop fügt man Fotoordner hinzu. IMatch importiert Fotos in Raw- und Standardformaten, aber auch alle anderen erdenklichen Formate. Beim Import arbeitet die Software blitzschnell.

Das Bedienkonzept vieler Dialoge erschließt sich erst nach dem Lesen der Hilfe. Die neue Befehlspalette, erreichbar über Strg+Q, vereinfacht die Sache deutlich: Wenn man eine Funktion oder Einstellung nicht findet, nutzt man die inkrementelle Suche und ruft die Funktion direkt auf. Das funktioniert so gut, dass man

das Menü bald gänzlich ignoriert und Strg+Q zur Eintrittskarte für alle Werkzeuge vom eingebundenen ExifTool bis zum Editor für Metadatenvorlagen wird.

Im Vollbildmodus ruft die Taste S ein schwebendes Menü mit Ansichtsoptionen auf, beispielsweise Filmstreifen, Histogramm, Seitenleiste und Kategorienliste. Auch für Fotografen wichtige Ansichten wie die Verteilung von Tonwerten kann man sich hier anzeigen lassen.

### KI-generierte Schlagwörter

Ein Highlight ist der AutoTagger: Er vergibt seit Version 2020 mithilfe künstlicher Intelligenz zum Bildinhalt passende Schlagwörter. Bisher unterstützte er kostenpflichtige KI-Dienste der Drittanbieter Google, Microsoft, Clarifai und imagma. IMatch schickt dabei zur Analyse Vorschaubilder an die Anbieter, die abgesehen von imagma nicht DSGVO-konform arbeiten. Bisher mussten die Dienste außerdem konfiguriert werden. IMatch 2023 enthält nun einen fertig einsatzbereiten, lokal arbeitenden KI-Tagger, der keine Zusatzkosten verursacht.

Zu jedem Bild schlägt er eine Liste von Begriffen in englischer oder deutscher

Sprache vor, die er in absteigender Trefferquote sortiert. Bei unserem Test lag der AutoTagger damit meist richtig.

### Metadaten abgleichen


Professionelle Fotografen und Agenturen tauschen inhaltliche Metadaten über den IPTC-IIM-Standard aus, das „Information Interchange Model“ des „International Press Telecommunications Council“. IMatch liest und schreibt diese Daten über das seit 2003 gebräuchliche XMP-Format ein (Extensible Metadata Platform), sowohl intern gespeichert als auch in Begleitdateien des Typs XMP sowie in Varianten wie DOP (DxO PhotoLab).

Metadaten lassen sich über Vorlagen zuweisen. Außerdem kann man in der Metadatenpalette einzelne Datenfelder anklicken, kopieren und gesammelt anderen Fotos hinzufügen. Über den englischsprachigen Thesaurus lassen sich untergeordnete Synonyme zuweisen. Deutschsprachige Stichwortlisten muss man manuell importieren. Im Thesaurus lassen sich außerdem Begriffe ersetzen. Der Befehl „Metadaten vergleichen und synchronisieren“ öffnet ein Fenster zum Abgleich der Schlagwörter mehrerer Fotos.

Seit einigen Versionen hat IMatch eine Gesichtserkennung eingebaut, die Personen gruppiert, sodass man sie nur noch benennen muss. Personen lassen sich nun auch in Familien und Gruppen sortieren. Vorgelegt sind die Gruppen „Freunde“ und „Mein Verein“, die man bei Bedarf löschen oder umbenennen kann.

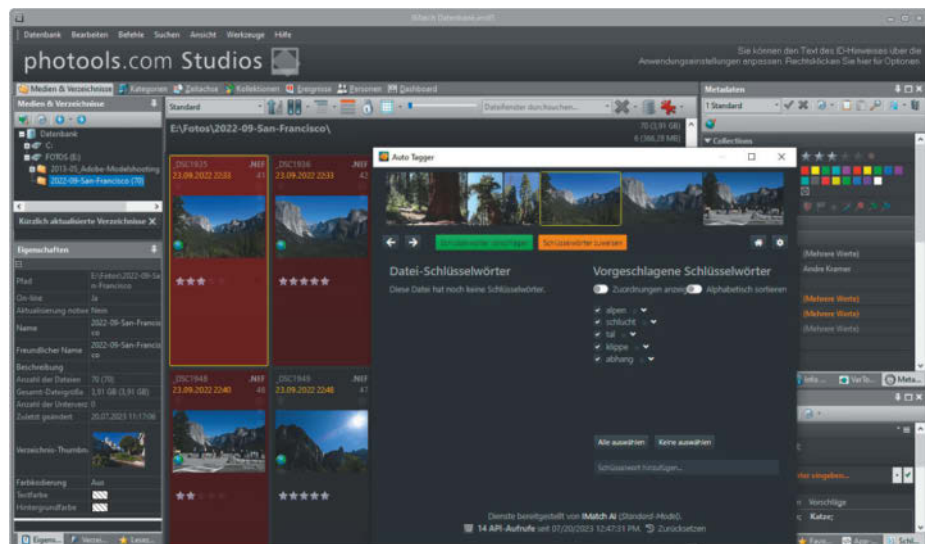
Fürs Geotagging bindet das Programm Onlinekarten von Google, Bing, Here und OpenStreetMap ein. Über Events lassen sich Fotos anhand ihres Datums in dynamischen Alben zusammenfassen.

### Fazit

IMatch ist eine schnelle und mächtige Bilddatenbank, aber nicht ganz leicht zu bedienen. Gefühlt arbeitet man vielfach auf den nackten Daten, getreu dem Motto: vom Programmierer für Programmierer. Der vorkonfigurierte Autotagger und die Befehlspalette bauen dabei aber die größten Hürden ab. (akr@ct.de) 

## IMatch 2023

Bildverwaltung	
Hersteller, URL	Photools.com Studios, photools.com
Systemanf.	Windows 10 (64 Bit)
Preis	129,99 US-\$



**IMatch 2023 bringt einen vorkonfigurierten AutoTagger mit, der mithilfe künstlicher Intelligenz zum Bildinhalt passende Schlagwörter vergibt.**

# Do **KI** Yourself!

## Modelle anwenden und selbermachen



**Heft + PDF mit 29 % Rabatt**

Was muss man technisch über KI wissen? Damit beschäftigt sich dieses ix-Special und hat für jeden Wissensstand etwas im Gepäck. Erfahrene Entwickler finden Tipps zu fertigen KI-Modellen und Quellen von Trainingsdaten; Anfänger und Interessierte holt das Heft bei der Architektur von Sprachmodellen und der Funktionsweise von KI-Bildgeneratoren ab. Für alle dazwischen bietet das Special Informationen, um aktuell wirklich mitreden zu können:

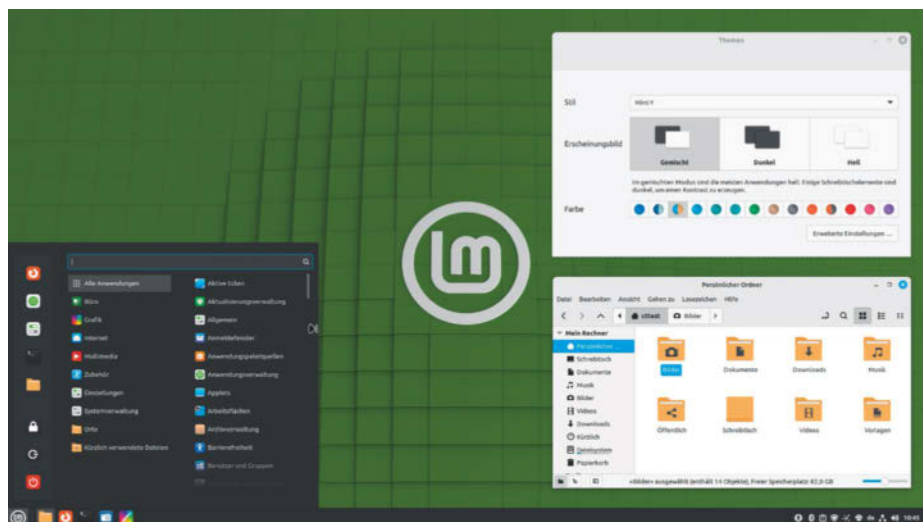
- ▶ Was große KI-Modelle können: So funktionieren GPT-4, Bard, Stable Diffusion und Co.
- ▶ Mit PyTorch und scikit-learn in die KI-Entwicklung starten
- ▶ Mit LangChain KI-Agenten bauen und eigene Daten nutzen
- ▶ Neuronale Suche: Finden, was wirklich gemeint ist
- ▶ Aktuelle GPUs im Leistungsvergleich
- ▶ KI und Recht: Urheberrecht, DSGVO, Data Act und AI Act
- ▶ Auch als Angebots-Paket Heft + PDF + Buch "Natural Language Processing mit Transformern" erhältlich!

**Heft für 14,90 € • PDF für 14,90 € • Bundle Heft + PDF 20,90 €**



**shop.heise.de/ix-ki**





# Minze, Zimt und Mate

## Linux Mint 21.2 Victoria hübscht Cinnamon-Desktop auf

**Die Linux-Distribution Linux Mint bringt im jüngsten Release der 21er-Reihe viele Detailverbesserungen und sichert das hauseigene Dateiaustauschtool gegen Angriffe ab.**

Von Keywan Tonekaboni

Das Team um Mint-Hauptentwickler Clement Lefebvre hat gut ein Jahr nach Linux Mint 21 dessen zweites Zwischenrelease mit dem Codenamen Victoria veröffentlicht. Im neuen Release wurde die Desktopumgebung Xfce auf Version 4.18 aktualisiert, MATE bleibt unverändert auf Version 1.26. Die größten Änderungen kommen von Cinnamon 5.8, was ebenfalls von Lefebvre und seinen Mint-Mitstreitern entwickelt wird.

Beim Desktop hat das Team an vielen Details gefeilt. So lässt sich das Hauptme-

nü jetzt in der Größe ändern. Stile kann man auf Wunsch in einem Rutsch für Anwendungen, Mauszeiger, Symbole und den Desktop wählen.

Wer das neue Cinnamon mit einem Touchpad, Touchscreen oder Tablet nutzt, kann es mittels Gesten steuern, etwa um Fenster zu verschieben, Arbeitsflächen zu wechseln oder einen Medienplayer zu bedienen.

Da Linux Mint 21.2 die wichtige Schnittstelle XDG Desktop Portal unterstützt, interagieren Sandbox-Programme wie Flatpak-Apps nun besser mit der Desktopumgebung – neben Cinnamon auch MATE und Xfce. Die moderne Linux-Grafikarchitektur Wayland unterstützt Mint weiterhin nicht. Lediglich der Anmeldebildschirm versteht seit diesem Release das Wayland-Protokoll.

Die Bedienoberfläche der Anwendungsverwaltung wurde nochmals überarbeitet. Die Empfehlungen stehen nun prominenter weiter oben und enthalten auch Anwendungen aus dem Flathub-Repository. Das verbesserte Bewertungs-

system soll aktuell beliebten Apps mehr Sichtbarkeit verschaffen.


In Warpinator, dem vom Mint-Projekt selbst entwickelten Dateiaustausch-Tool, ist das Sicherheitskonzept verschärft worden. Dies soll sicherstellen, dass es außerhalb des eigenen Download-Verzeichnisses keine Daten schreiben kann. Das Tool empfiehlt zudem jetzt, ein Gruppenkennwort festzulegen. Nur Instanzen mit dem gleichen Kennwort können einander sehen. Legt man keinen Code fest, beendet sich das Tool nach einer Stunde automatisch und manche Funktionen wie die automatische Annahme von Dateien sind nicht aktivierbar.

Mit AVIF und HEIF unterstützt Mint systemweit zwei neue Bildformate, unter anderem in der Bildbearbeitung und -verwaltung Pix. Xreader kann nun Dateien von Adobe Illustrator anzeigen.

### Upgrade und Secure Boot

Das über die Aktualisierungsverwaltung zu startende Upgrade-Tool arbeitete in unseren Tests problemlos, auch von der Vor-Vorversion Mint 21 Vanessa aus.

Bei einem Testsystem mit aktiviertem Secure Boot verweigerte dieses dem Mint-Live-System den Start. Dies liegt an in Ubuntu aktualisierten Shim-Signaturen. Das Mint Team hat seine Installations-Images darauf bisher nicht angepasst. Das Problem ist seit dem Frühjahr bekannt und betrifft auch ältere Mint-Versionen. Laut Lefebvre unterstützt Mint derzeit kein Secure Boot; er empfiehlt, den Schutz abzuschalten. Unseren Tests nach reicht es aber, Secure Boot lediglich für die Zeit der Installation zu deaktivieren und nach dem ersten System-Update wieder einzuschalten. Das Problem verdeutlicht noch einmal, wie stark Linux Mint von Ubuntu abhängig ist, da mehr als 90 Prozent der Software direkt und unverändert von den Ubuntu-Servern bei den Mint-Nutzern auf der Platte landet.

Trotz Baustellen ist Linux Mint 21.2 eine solide Distribution für Traditionalisten, die sich ein einfach zu bedienendes Desktop-System wünschen. (ktn@ct.de) 

## Linux Mint 21.2

Linux-Distribution	
Hersteller, URL	Linux-Mint-Projekt, <a href="https://linuxmint.com">linuxmint.com</a>
Systemanf.	64-Bit-x86-Prozessor, mind. 2 GByte RAM und 20 GByte Datenträgerplatz (4 GByte RAM / 100 GByte Datenträger empfohlen)
Supportzeitraum	bis 2027
Preis	kostenlos (Open Source)





# TAUCHE EIN IN DIGITALE WELTEN – MIT DEM c't DIGITALABO

**40 %  
Rabatt!**



## c't MINIABO DIGITAL AUF EINEN BLICK:

- 6 Ausgaben digital in der App, im Browser und als PDF
- Inklusive Geschenk nach Wahl
- Mit dem Digitalabo Geld und Papier sparen
- Zugriff auf das Artikel-Archiv

Jetzt bestellen:

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





# Tinte frei Haus

## Abodienste mit monatlichen Seitenkontingenten für Drucker

Ärgern Sie sich über teure Tinte oder Tonerkartuschen? Mit einem Abo bekommen Sie pro Monat eine bestimmte Anzahl von Druckseiten zum Festpreis. Wie viel Tinte dabei verbraucht wird, ist egal. Die Drucker benötigen aber Internetzugang, um dem Anbieter Druckmenge und Tintenstände zu übermitteln.

Von Rudolf Opitz

Die Idee, statt an überkauften Tintenpatronen an den gedruckten DIN-A4-Seiten zu verdienen, setzte erstmals HP mit dem Abomodell „Instant Ink“ um. Der Hersteller entschärfte damit zwei Kritikpunkte: Die wenigen Milliliter Tinte in den kleinen Kombipatronen seien so teuer, dass man sie mit Gold aufwiegen könne, und die Drucker würden diese Tinte auch noch für Reinigungsvorgänge verschwenden.

Beim Tintenabo Instant Ink bekommen die Kunden Patronen frei Haus geliefert. Statt für die Tinte zahlen sie einen monatlichen Festbetrag und können dafür je nach Tarif 10, 50 oder mehrere hundert

Seiten pro Monat drucken (siehe Tabelle S. 92). Der Drucker meldet die Druckseitenzahl und die Tintenstände an einen Server im Internet, sodass rechtzeitig neue Patronen verschickt werden. Die Versandkosten sind in der Abopauschale enthalten.

Tinte, die durch automatische oder über das Wartungsmenü manuell gestartete Reinigungsvorgänge verbraucht wird, geht bei Instant Ink zu Kosten von HP. Die Instant-Ink-Patronen haben eine hohe

### c't kompakt

- Tintenabos berechnen die gedruckten Seiten, nicht die Tinte.
- Tintenpatronen schicken die Anbieter automatisch ins Haus, wenn der Drucker „wenig Tinte“ meldet.
- Da die Tintenmenge pro Seite keine Rolle spielt, lohnt sich ein Abo besonders für den Druck von Fotos und großflächiger Grafik.

Reichweite. Der Drucker erkennt die eingesetzten Spezialpatronen und beginnt mit der Abrechnung nach Druckseiten. Wie viel Tinte auf einer Seite landet, spielt dann keine Rolle – eine Textseite ist genauso teuer wie ein A4-Foto mit 100 Prozent Farbdeckung.

Der Erfolg von HPs Instant Ink ermutigte die Tintendruckerhersteller Brother, Canon und Epson, eigene Abos anzubieten. Beim Vergleich der Abos Brother EcoPro, Canon Print Plan, Epson ReadyPrint Flex und HP Instant Ink fallen zunächst die – zumindest bei den vergleichbaren Kontingenten – identischen Preise auf. Erst ein Blick auf die Konditionen der Abo-Verträge offenbart Unterschiede.

## Seitenzähler

Wer sich für eines der Abomodelle interessiert, muss zunächst kontrollieren, ob der gewünschte Drucker sich für den Dienst eignet. Alle Hersteller bieten die Tintenabos nur für bestimmte Modelle an. Voraussetzung ist ein Zugang zum Internet, aber auch die Patronen oder Kartuschen und die Firmware spielen eine Rolle.

Alle Druckseiten bis zum A4-Format werden als eine Seite abgerechnet, DIN-A3-Seiten zählen als zwei Seiten, ebenso beidseitig bedruckte Blätter. Beim Vergleich gängiger Tarife, etwa 50 Seiten pro Monat, unterscheiden sich die Tintenabos der Hersteller nicht. Doch was passiert mit nicht genutzten Kontingenten und was kostet es, wenn man mehr druckt?

Brother EcoPro und Canon Print Plan übertragen ungenutzte Seiten aus dem Vormonat, sodass – wenn man einen Monat lang nichts gedruckt hat – die doppelte Seitenzahl zur Verfügung steht. Epsons ReadyPrint Flex übernimmt sogar die Restkontingente aus zwei Vormonaten, das ergibt maximal das dreifache Monatskontingent. Zunächst wird immer das Kontingent des aktuellen Monats verbraucht, nicht genutzte Seiten aus den Vormonaten verfallen.

Bei HPs Instant Ink lassen sich Seiten bis zum dreifachen Monatskontingent (bei Toner nur bis zum Zweifachen) ansparen und ohne zeitliche Begrenzung über mehrere Monate weiterschleppen. Wer beim 50-Seiten-Tarif zwei Monate lang nicht gedruckt hat, kann also 150 Seiten ohne Mehrkosten drucken, die Seiten aber nicht über diese Grenze hinaus weiter ansparen.

Will man über das Monatskontingent hinaus mehr drucken, kostet beim Canon-

## Äpfel und Birnen

Ein exakter Vergleich der tintenabhängigen Verbrauchskosten ist unmöglich, weil die Kosten für ein Seitenkontingent und für Tintenpatronen mit gegebener Reichweite auf verschiedene Weise vom Druckverhalten abhängen. Um die Reichweite von Tintenpatronen vergleichen zu können, muss sie über ein genormtes Prüfverfahren und mit einer Normvorlage ermittelt werden. Für Farbtintendrucker ist das ISO/IEC 24711, die fünfseitige Vorlage ist über ISO/IEC 24712 genormt. Die Reichweite geteilt durch den Patronenpreis ergibt die Tintenkosten pro ISO-Farbseite. Gedruckt hat die Normseite eine Farbdeckung von etwa 20 Prozent.

Beim Tinten- oder besser: Seitenabo ist die Farbdeckung aber egal. Eine Druckseite kostet immer gleich unter der Annahme, dass das Kontingent genau ausgenutzt wird. Lässt man Restkontingente verfallen, werden die gedruckten Seiten natürlich teurer. Zusatznutzen des Abos wie verlängerte Gerätegarantie oder Drucker zum günstigen Pauschalpreis bleiben unberücksichtigt. Trotzdem lohnt ein Vergleich, da er unter Berücksichtigung des eigenen Druckaufkommens bei der Entscheidung hilft, ob sich ein Abo rechnet. Für die Kalkulation der Seitenpreise bei Patronenselbstkauf haben wir nicht die höheren Herstellerpreise, sondern Straßenpreise für Originalpatronen und Kartuschen angesetzt (XL-Versionen, wenn verfügbar als günstiges Kombipack).

### Brother EcoPro

Bei Ausnutzung des Kontingents kostet eine Druckseite mit EcoPro zwischen 8 Cent (50-Seiten-Abo) und 3,8 Cent (500 Seiten). Gängige Patronen der EcoPro-Drucker sind die LC-422XL mit 6,5 Cent pro ISO-Farbseite und die Großraumpatrone LC-426XL mit 5000 Seiten, mit der die ISO-Farbseite 3,5 Cent kostet. Brother bietet das EcoPro-Abo auch für einige Schwarzweiß-Laserdrucker mit der Kartusche TN-2420 an, die Seite kostet damit zwischen 4 und 3,6 Cent. Mit der XL-Kartusche liegt der Preis pro ISO-Seite bei 3,4 Cent, mit günstigem Twin-Pack sogar unter 3 Cent. Da Mono-Laserdrucker typischerweise Textseiten mit geringer Farbdeckung drucken, dürfte sich das Abo hier eher nicht lohnen.

### Canon Pixma Print Plan

Canon bietet das Print-Plan-Abo nur für kleinere Drucker mit FINE-Kombipatronen an, bei denen Tintenreservoir und Druckkopf eine Einheit bilden. Je nach Tarif kostet eine Print-Plan-Seite 10 Cent (30 Seiten) bis 5 Cent (100-Seiten-Abo). Mit einem Set PG/CL-560XL-Patronen kommt man für eine ISO-Farbseite auf 14 Cent. Das Abo lohnt sich.

### Epson ReadyPrint Flex

Das ReadyPrint-Flex-Abo entspricht etwa den Abo-Angeboten der Mitbewerber. Die Seitenkosten liegen bei Ausnutzen des Kontingents zwischen 10 Cent (10 Seiten) und 3,8 Cent (500-Seiten-Abo). Die passenden Drucker gehören zu den Expression-Home- oder den günstigeren WorkForce-Modellen. Für die Heimdrucker der Expression-Reihe ist die Patrone 604 typisch, die selbst als XL-Version mit über 21 Cent pro ISO-Farbseite sehr teuer druckt. Günstiger sind die WorkForce-Bürodrucker mit der Epson 405 XL, mit der eine ISO-Seite 10,5 Cent kostet. Auch bei Epson ist das Abo für Wenigdrucker eine preiswerte Alternative, Vieldrucker werden eher zum Tintentankmodell Eco-Tank greifen.

### HP Instant Ink

HP offeriert als ältester Abo-Anbieter die größte Auswahl an Instant-Ink-Druckern. Mit dem 10-Seiten-Abo kostet eine Instant-Ink-Seite 10 Cent, beim 700-Seiten-Abo sind es 3,6 Cent. DeskJet- und Envy-Heimdrucker nutzen wie bei Canon kleine Kombipatronen mit integriertem Druckkopf, meist die HP 305. Mit der XL-Version kostet eine ISO-Farbseite 19 Cent, mit einer HP 912 XL, die in Office-Jets zum Einsatz kommt, sind es knapp 10 Cent. Gerade für Heimdrucker ist Instant Ink ein guter Tipp. HP bietet Instant Ink auch für die Mono-LaserJets der M200-Serie an. Deren XL-Kartusche druckt eine ISO-Seite für knapp 2,9 Cent, eine Aboseite kostet zwischen 4 Cent (50 Seiten), 3,5 Cent (400 Seiten) und 1,7 Cent (1500-Seiten-Abo). Nur die Abo-Stufen 800 und 1500 Seiten sind günstiger als der Kartuschenkauf. Wer dermaßen viel pro Monat druckt, wird aber eher zum nachfüllbaren LaserJet Tank greifen (0,5 Cent pro ISO-Seite).



Abo jede weitere Seite zehn Cent. Epson nimmt abhängig vom Tarif zwischen 10 und 25 Cent pro Seite. Brother kassiert pro angefangenem 10-Seiten-Block beim 50- und 100-Seiten-Abo 99 Cent, bei 300 und 500 Seiten 79 Cent. HP berechnet bei Überschreitung des Monatskontingents immer einen Euro. Wie viele Zusatzseiten man dafür drucken kann, hängt vom Tarif ab: Bei 10 Seiten pro Monat gibt es weitere 10 Seiten, beim größten Tintentarif mit 700 Seiten 15 Zusatzseiten und beim 1500-Seiten-Lasertarif sogar 50 Seiten.

Was passiert mit den leeren Tintenpatronen? Brother und HP legen den Ersatzpatronen frankierte Rückumschläge

bei, Epson verweist auf seinen Recycling-Dienst Cycleon. Deren Sammelboxen stehen beim Fachhändler – sollten sie zumindest. Canon macht zum Patronenrecycling keine Angaben.

Die Patronen eignen sich nicht zum Wiederbefüllen, da sie nur in den für das jeweilige Tintenabo freigeschalteten Druckern funktionieren. Das heißt auch: Die Abo-Anbieter haben übers Internet die Kontrolle über den Drucker und können, etwa nach Kündigung des Abos, die Patronen sperren. Zum Weiterdrucken muss man dann selbst gekaufte Patronen einsetzen. Brother gestattet sofortige Tarifwechsel oder Kündigung, wobei Restkon-

tingente allerdings verfallen. Die anderen Abos lassen sich monatlich kündigen. Bei Tarifwechseln auf eine niedrigere Stufe kann man das größere Kontingent bis zum Monatsende noch ausnutzen – man hat es ja bezahlt. Wechsel auf höhere Tarifstufen gelten dagegen sofort.

Einige Vorteile finden sich oft erst in den Vertragsbedingungen oder in Fußnoten: So gewährt Brother eine Gerätegarantie für die Laufzeit des EcoPro-Abos. Epson bietet unter dem Namen „ReadyPrint“ gleich eine ganze Reihe verschiedener Dienste an: „Flex“ kennzeichnet das eigentliche, nach Seiten abgerechnete Abo, bei „ReadyPrint Go“ bestellt der Drucker ebenfalls automatisch neue Patronen, die man aber bezahlen muss. Hier handelt es sich um einen einfachen Lieferservice und nicht um ein Abo – also Vorsicht bei der Auswahl! ReadyPrint EcoTank geht vom Flex-Abo noch einen Schritt weiter: Hier bekommt man gleich den passenden Tintentank-Multifunktionsdrucker hinzu, muss je nach Modell aber eine „Aktivierungsgebühr“ von 80 oder 130 Euro zahlen. Dann gibt es aber für 10 Euro im Monat 500 Seiten, oder 3000 Seiten für 30 Euro – für extrem hohe Druckaufkommen. Für den geleasten Drucker gibt Epson eine Garantie für die gesamte Laufzeit (maximal 5 Jahre).

HP hat sein Instant-Ink-Abo kürzlich um einen Papierdienst erweitert und liefert auf Wunsch außer Tinte auch 80g/m<sup>2</sup>-Recycling-Normalpapier – in der Menge des jeweiligen Abos. Der Zusatzdienst kostet 0,79 Euro aufwärts, wie hoch die Zusatzkosten bei höheren Tarifen sind, finden Kunden in ihrem HP-Smart-Portal. Löhnen tut es nicht: Beim 10-Seiten-Abo würde ein 500-Blatt-Paket 40 Euro kosten. Wir fanden ein Angebot von HP-Recyclingpapier für unter 36 Euro – für 2500 Blatt.

Beim Abschluss eines Tintenabos sollte man bedenken, dass die Anbieter stets Daten vom Drucker sammeln, hauptsächlich den Tintenstand und die Anzahl der gedruckten Seiten. Diese Daten brauchen sie auch, um die Abos abzurechnen. Weiterhin darf der Anbieter in die Druckerfunktion eingreifen, etwa zum Sperren der Spezialpatronen. Die Drucker werden dazu an einem Cloud-Webdienst angemeldet, auf den der Kunde Zugriff hat und jederzeit den Status des Abos abfragen kann, etwa wie viele Seiten im laufenden Monat noch zur Verfügung stehen.

HP geht noch einige Schritte weiter: Der Hersteller fragt zusätzlich die Art der

## Druckseitenabos

Abo	EcoPro	Pixma Print Plan	ReadyPrint Flex	Instant Ink
Anbieter	Brother	Canon	Epson	HP
URL	brother.de/ecopro	canon.de/printer-ink-subscription/pixma-print-plan	epson.de/readyprint	hp.com/de-de/printers/instant-ink/plans.html
<b>Tintentarife</b>				
10 S./Monat	–	–	0,99 € (0,25 € / Zusatzs.)	0,99 € (10 Zusatzs. pro €)
30 S./Monat	–	2,99 €	2,49 € (0,15 € / Zusatzs.)	–
50 S./Monat	3,99 € (Light)	–	3,99 € (0,10 € / Zusatzs.)	3,99 € (10 Zusatzs. pro €)
60 S./Monat	–	4,99 €	–	–
100 S./Monat	5,99 € (Basic)	5,99 €	5,99 € (0,10 € / Zusatzs.)	5,99 € (10 Zusatzs. pro €)
200 S./Monat	–	9,99 €	–	–
300 S./Monat	11,99 € (Smart)	–	11,99 € (0,10 € / Zusatzs.)	11,99 € (10 Zusatzs. pro €)
500 S./Monat	18,99 € (Premium)	–	18,99 € (0,10 € / Zusatzs.)	–
700 S./Monat	–	–	–	24,99 € (15 Zusatzs. pro €)
<b>Tonertarife</b>				
nur Schwarz / Farbe	✓ / –	– / –	– / –	✓ <sup>2</sup> / –
50 S./Monat	Light 1,99 €	–	–	1,99 € (10 Zusatzs. pro €)
100 S./Monat	Basic 3,99 €	–	–	3,99 € (10 Zusatzs. pro €)
300 S./Monat	Smart 10,99 €	–	–	–
400 S./Monat	–	–	–	13,99 € (15 Zusatzs. pro €)
500 S./Monat	Premium 17,99 €	–	–	–
800 S./Monat	–	–	–	19,99 € (20 Zusatzs. pro €)
1500 S./Monat	–	–	–	25,99 € (50 Zusatzs. pro €)
<b>weitere Abo-Eigenschaften</b>				
Restkontingente übertragbar	bis zum Doppelten des Monatskontingents, nur aus dem unmittelbaren Vormonat	bis zum Doppelten des Monatskontingents, nur aus dem unmittelbaren Vormonat	bis zu zwei Monate übertragbar	bis zum doppelten (Toner) oder dreifachen Kontingent (Tinte) auf die Folgemonate übertragbar (zeitlich nicht begrenzt)
Kosten für Mehrdruck	0,99 € (Light, Basic) / 0,79 € (Smart, Premium) pro 10 Seiten	0,10 € / Seite	0,10–0,25 € / Seite (je nach Tarif)	1-Euro-Kontingente (Größe tarifabhängig)
Papier inklusive	–	–	–	✓ ab 0,79 € / Monat
Abo an Spezialpatronen gekoppelt	ja	ja	ja	ja
nur ausgewählte Drucker	ja	ja	ja	alle Modelle jünger als 5 Jahre
Garantieverlängerung für Abozeitraum	✓	–	nur für ReadyPrint Ecotank	–
Kündbarkeit	jederzeit (Restkontingente verfallen)	monatlich (Abrechnungszeitraum)	monatlich (Abrechnungszeitraum)	monatlich (Abrechnungszeitraum)
Rückgabe Leerpatronen / Kartuschen	ja (frankierter Versandumschlag)	nein	ja (www.epson-Recycling.Cycleon.eu)	ja (frankierter Versandumschlag)

<sup>1</sup> siehe Tarife <sup>2</sup> nur für LaserJet-M200-Serie ✓ vorhanden – nicht vorhanden



**Canon und HP nutzen für Tintenabos meist Drucker mit Kombipatronen mit Druckkopf. Die Abos lohnen sich, da die Patronen selbst gekauft sehr teuer sind.**

gedruckten Dokumente (PDF, Word, Excel etc.) und die Seriennummer des Druckers ab. Außerdem ist der Instant-Ink-Dienst nun mit dem Clouddienst HP

Smart gekoppelt und mit der gleichnamigen Windows-App, die automatisch installiert wird, sobald Windows einen HP-Drucker im Netz erspät. HP Smart ist eine ausgesprochene Datenkrake, funktioniert nur mit Anmeldung und übermittelt etwa gescannte Inhalte auf US-Server. Mit einigen HP-Modellen lässt sich ohne Internetverbindung nicht scannen [1].

### Fazit

Wer wenig druckt, für den sind Tinten- oder besser Druckseitenabos eine interessante Alternative zum teuren Patronenkauf. Für 10 Seiten zahlt man einen Euro pro Monat oder 12 Euro im Jahr. Dafür bekommt man Ersatztinte zugeschickt und wenn der Drucker nach längerer Standzeit Streifen macht, zahlt der Hersteller die für die Düsenreinigung verbrauchte Tinte. Wer viel flächige Farbgrafik und Fotos druckt, spart am meisten. Weniger lohnt ein Abo für Bürodrucker, die nur Texte und Tabellen ausgeben. Empfehlenswert sind die An-

gebote von Canon Print Plan und Epson ReadyPrint Flex. Bei Brother EcoPro lohnt es sich, abhängig vom Druckinhalt nachzurechnen. HP Instant Ink ist für Wenigdrucker ebenfalls günstig, doch muss man beim Datenschutz manche Kröte schlucken.

Wer wegen seines Druckaufkommens einen 100-Seiten-Tarif erwägt, sollte alternativ über einen Tintentankdrucker nachdenken. Empfehlenswert sind hier die Canon MegaTanks und Epsens EcoTank-Modelle. Die Anschaffung ist zwar teuer, doch liefern die Hersteller Tinte für mindestens 6000 Seiten mit und Viel-drucker sparen mit Tintenkosten von unter einem Cent pro ISO-Farbseite mehr als mit den Abotarifen oberhalb 100 Seiten im Monat. (rop@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Rudolf Opitz, Schwarz gedruckt, Günstige Schwarz-Weiß-Multifunktionsdrucker für kleine Büros und das Homeoffice, c't 11/2022, S. 96

# Die Oracle

# Anwenderkonferenz

**INKLUSIVE**

**KI Navigator 2023**

Konferenz zur Praxis der KI in IT, Wirtschaft und Gesellschaft

[ki-navigator.doag.org](https://ki-navigator.doag.org)

**2023 DOAG**  
Konferenz + Ausstellung  
21.-24. November  
in Nürnberg

**Jetzt Early Bird Tickets sichern!**

[anwenderkonferenz.doag.org](https://anwenderkonferenz.doag.org)

Eventpartner:

**AUG**  
Austrian Oracle User Group

**SOUG**  
Swiss Oracle User Group

**Middle-ware**

**Development**

**Data Analytics & KI**

**Strategie & Softskills**

**Infra-struktur**

**Daten-bank**



# Kernbeißer

## Apple Mac Studio mit M2 Max und M2 Ultra im Test

**Apple feierte 2022 mit dem Mac Studio einen viel beachteten Einstand in der Workstation-Klasse. Damals fanden wir allerdings einige Schwächen. Die 2023er-Auflage merzt diese nicht nur aus, sondern lockt mit noch mehr Leistung.**

Von Johannes Schuster  
und Dušan Živadinović

**A**pple bietet für den Schreibtisch vier Arten von Macs an: Den Mac mini, den sattsam bekannten iMac mit eingebautem Bildschirm, den dank mehreren

Steckplätzen gut erweiterbaren, aber sündhaft teuren Mac Pro im Tower-Gehäuse und seit 2022 die Workstation Mac Studio. Letztere richtet sich an Anwender mit überdurchschnittlichen Anforderungen an CPU- und Grafikleistung, beispielsweise an Audio- und Video-Producer.

Den Mac Studio gibt es in diversen Chip-, RAM- und Massenspeicherkonfigurationen. Äußerlich sehen alle gleich aus. Aber weil manche Händler noch Restbestände der 2022er-Serie verkaufen, hier nochmal die wichtigsten Leistungsmerkmale zur Einordnung: In der 2022er-Serie steckt der M1-Chip von Apple, wahlweise in Max- oder in Ultra-Ausführung. Das Basismodell Mac Studio treibt der Max-Chip an, der 10 Haupt- und 24 Grafikkerne enthält (CPU, GPU). Bei der Einstiegsvariante des Ultra-Modells sind es 20

CPU- und 48-GPU-Kerne. Das Max-Modell gibt es auch mit 8 zusätzlichen GPU-Kernen, das Ultra-Modell mit 16 zusätzlichen GPU-Kernen. Außerdem können die Geräte je nach damaliger Bestellung bis zu 128 GByte RAM und bis zu 8 TByte Massenspeicher enthalten.

Erst in der aktuellen, äußerlich gleichen 2023er-Serie verbaut Apple den neuen, leistungsfähigeren M2-Chip. Das Basismodell mit M2 Max kostet 2400 Euro (M1 Max: 2300 Euro) und enthält 12 Haupt- sowie 30 Grafikkerne. Man bekommt es aber auch mit 38 GPU-Kernen (230 Euro zusätzlich). Den M2 Max liefert Apple wahlweise mit 32, 64 oder 96 GByte RAM. Die RAM-Datentransferrate beträgt wie beim M1-Modell gute 400 GByte/s.

Die beiden Ultra-Varianten enthalten jeweils doppelt so viele Kerne, also 24



CPU-Kerne und 60 oder 76 GPU-Kerne. Die Basisversion des M2 Ultra kostet 4800 Euro (M1 Ultra: 4600 Euro), 78 Grafikkerne kosten zusätzlich 1150 Euro. Die Ultra-Variante ist mit 64, 128 oder 192 GByte RAM erhältlich, das RAM liefert wie beim M1 Ultra sehr gute 800 GByte/s. In der Vollausstattung kostet ein Mac Studio M2 Ultra mit 192 GByte RAM und 8-TByte-SSD 10.319 Euro.

Wir haben den Mac Studio Ultra in Vollausstattung und den Mac Studio mit M2 Max mit 12 CPU- und 30 GPU-Kernen, 32 GByte RAM und 1-TByte-SSD getestet (2629 Euro). Vorweg: Den 2022 noch mitgetesteten, inzwischen von Apple aus dem Lieferprogramm genommenen Mac Pro auf Intel-Grundlage hängen die Mac Studios mit M2-Chips noch deutlicher ab. Stattdessen betrifft der lange erwartete Mac Pro mit M2-Chips die Bühne und lockt mit PCI-Express-Slots und noch mehr schnellen Schnittstellen. Ihm widmen wir uns in einer der kommenden Ausgaben.

Das Innenleben steckt beim Mac Studio in einem Aluminiumgehäuse von 19,7 Zentimeter Kantenlänge, was der Grundfläche des Mac mini entspricht. Der Mac Studio ist aber 9,5 Zentimeter hoch, der Mac mini nur 3,6.

An der Front sind ein SDXC-Steckplatz mit UHS-II und zwei USB-C-Buchsen angebracht; beim M2 Ultra führen diese auch Thunderbolt 4. Auf der Rückseite befinden sich vier Thunderbolt-4-, zwei USB-A-, ein HDMI-Port in 2.1-Ausführung, ein Kopfhörerausgang und ein 10-Gigabit-Ethernet-Anschluss. Der Mac Studio mit dem M2-Chip Ultra wiegt 3,6 Kilogramm und damit ganze 900 Gramm mehr als die Variante mit dem M2 Max. Daran wird indirekt die weit höhere Ab-

wärme des M2 Ultra sichtbar, denn um diese abzuführen, verwendet Apple einen Kühlkörper aus Kupfer, das Wärme besser leitet als Aluminium, welches in der Max-Variante die Abwärme des Chips aufnimmt.

### Schnittstellenmängel ausgemerzt

Die Schnittstellenbestückung ist äußerlich gleich geblieben, aber wir hatten beim Test der M1-Generation einige Schwächen gefunden, die Apple mit der Neuauflage verbessert: Die USB-A-Buchsen des M1 Max sind nur gemäß USB 3.2 Gen 1 ausgelegt (max. 5 Gbit/s). Entsprechend maßen wir in c't 10/22 einen Durchsatz von 430 MByte/s. Nun sind die Max-Modelle ebenso wie die Ultra-Modelle mit A-Buchsen gemäß USB 3.2 Gen 2 bestückt (max. 10 Gbit/s). Im Test erreichten sie bis zu 920 MByte/s – praktisch für schnelle Backups auf einer USB-SSD.

Ein weiterer Schwachpunkt der M1-Serie ist der SD-Slot: Er liefert weniger als 100 MByte/s. Die M2-Serie kam im Test auf maximal 240 MByte/s. Bemängelt hatten wir auch, dass Apple in den 2022er Mac Studios nur HDMI 2.0 eingebaut hat (max. Auflösung 4K bei 60 Bildern pro Sekunde). Nun bringen alle M2-Modelle HDMI 2.1 mit (max. Auflösung 8K bei 60 Bildern pro Sekunde, bei 4K-Auflösung bis zu 240 Bilder pro Sekunde).

Bei den Funkschnittstellen hat Apple ebenfalls draufgesattelt und liefert nun den Kabelersatzfunk Bluetooth in Version 5.3 und WLAN in WiFi-6E-Ausführung. Bluetooth 5.3 zeichnet sich gegenüber Bluetooth 5.0 mit verbesserten Stromsparfunktionen und robusterem Verhalten bei Funkstörungen aus. Mit WiFi 6E können WLAN-Geräte nicht nur wie bisher im 2,4-

### c't kompakt

- Im kleinen Gehäuse des Mac Studio steckt viel CPU- und GPU-Power, was vorwiegend Video- und Audio-Producern und Animationsspezialisten zugutekommt.
- Apple hat mehrere von uns gefundene Schwachpunkte der Vorgänger beseitigt.
- Mit dem M2 Ultra erledigt der Mac Studio viele Aufgaben doppelt so schnell wie mit dem M2 Max.

und 5-GHz-Band funken, sondern zusätzlich im bisher noch wenig genutzten 6-GHz-Band. Außerdem lassen sich sowohl im 6- als auch im 5-GHz-Band bis zu 160 MHz breite Kanäle mit zwei MIMO-Streams für maximal 2400 Mbit/s brutto aufbauen.

In mehreren Testdurchläufen lieferte der Mac Studio über den Deko-Router XE75 und das 6-GHz-Band rund 900 Mbit/s netto (2400 Mbit/s brutto) zu einem MacBook Pro, das die Daten über das 5-GHz-Band annahm. In Umgebungen mit wenig 5-GHz-Konkurrenz dürfte mehr drin sein, denn das MacBook brems-te oft von 160 MHz auf nur 80 MHz herunter und stellte zumeist nur Bruttoraten von 1200 Mbit/s gemäß WiFi 6 ein.

Der Audioausgang ist unverändert: Die Buchse liefert schon mit gängigen niederohmigen Schallwandlern sehr gute 116 dBA Rauschabstand. Die Signalspannung genügt aber auch für hochohmige Studio-kopfhörer und liefert damit exzellente 127



Der Mac Studio Jahrgang 2023 sieht genauso aus wie der Vorgänger, leistet aber dank M2-Chip und sorgfältiger Überarbeitung deutlich mehr.



Zum äußerlich sichtbaren, üppigen Angebot an Schnittstellen kommen das aktuelle Bluetooth 5.3 und WLAN in WiFi-6E-Ausführung für drei Funkbänder hinzu.

## Praxis-Benchmarks

	Cinebench 23 Single Core	Cinebench 23 Multi Core	Geekbench 5 Single Core	Geekbench 5 Multi Core	Logic Pro X [Spuren]	Final Cut Pro Rendern 4K [s]	Final Cut Pro 8K Export [s]	Final Cut Pro 8K ProRes Export [s]	Final Cut Pro 8K × 8 ProRes Export [s]	DaVinci Resolve [s]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Mac mini M2 Pro 12/19 Cores, 32 GByte RAM, 1 TByte SSD	1647	14789	1943	15125	300	25	115	25	1520	55
MacBook Pro 14" M2 Max 12/38 Cores, 64 GByte RAM, 2 TByte SSD	1648	14804	1977	14989	309	29	77	16	142	56
Mac Studio M1 Max 10/32 Cores, 64 GByte RAM, 2 TByte SSD	1536	12364	1789	12820	186	31	102	16	136	56
Mac Studio M2 Max 12/30 Cores, 32 GByte RAM, 1 TByte SSD	1658	14855	1959	15433	342	26	83	15	1516	56
Mac Studio M1 Ultra 20/64 Cores, 128 GByte RAM, 2 TByte SSD	1536	24166	1781	23967	390	27	74	12	123	56
Mac Studio M2 Ultra 24/76 Cores, 192 GByte RAM, 8 TByte SSD	1753	28854	2072	28748	682	24	57	10	119	56

dBa Rauschabstand. Ein Mikrofon fehlt und für die Klangausgabe hat Apple nur einen Mono-Lautsprecher spendiert. Hilfsweise kann man das von Apple gefertigte EarPod-Headset mit In-Ear-Kopfhörern und Monomikrofon anschließen oder einen Monitor mit Mikro und Lautsprechern, etwa Apples neues Studio Display.

### Woher die Leistungsverdoppelung rührt

Bei genauem Blick auf die Chip-Merkmale zeigen sich etliche weitere Unterschiede zu den M1-Versionen: M2 Max und M1 Max enthalten gleich viele Hochleistungskerne, aber im M2 stecken nicht nur zwei, sondern vier Energiesparkerne und die Taktfrequenzen sind leicht erhöht auf 2,4 oder 3,5 GHz (M1: 2,1 oder 3,2 GHz). Beim M2 Ultra laufen die Performance-Kerne sogar mit 3,7 GHz. Auch daran lässt sich ermesen, weshalb der M2 Ultra einen leistungsfähigeren Kühlkörper benötigt.

Der M2 Ultra besteht aus zwei M2-Max-Einheiten, die über eine sehr schnelle Vermaschung mit 2,5 TByte/s kommunizieren (Die-to-Die-Interconnect) und in einem gemeinsamen Chipgehäuse stecken. Ähnliche Konzepte haben auch Hersteller anderer (Chiplet-)Prozessoren umgesetzt.

Aus Sicht des Betriebssystems und der Anwendungen verhält sich das Sandwich wie ein M2 Max, bis darauf, dass er alles schneller erledigt. Entsprechend liefert der Ultra bei Aufgaben wie Cinebench oder Geekbench fast die doppelte GPU-Power (siehe Balkendiagramm). Und gegenüber den Vorgängern mit M1-Chips legte die CPU-Leistung bei den beiden Tests um rund 20 Prozent zu.

Außerdem sind am M2 Ultra zwei Thunderbolt-Controller und doppelt so

viele Schnittstellen für den auf dem Package aufgelöteten Arbeitsspeicher angebracht. Deshalb kann er gegenüber dem M1 Ultra weit mehr RAM adressieren (192 GByte gegenüber 128 GByte). Der M2 Max adressiert nur 96 GByte und das auch nur in der Vollausrüstung mit 38 Grafikernen. Nachträglich erweitern lässt sich das aufgelötete RAM weiterhin nicht.

Das Konzept des gemeinsamen Arbeitsspeichers für CPU- und GPU-Kerne hat Apple unverändert übernommen (Unified Memory). So ist der Arbeitsspeicher zwar etwas langsamer als vergleichbares RAM auf PCIe-Grafikkarten, aber weil die Daten nicht umkopiert werden müssen, arbeiten die M2-GPUs unterm Strich schneller. Den Metal-Test von Geekbench absolvierte der schnellste M2 Ultra rund 66 Prozent eher als der M2 Max mit 30 GPU-Cores und gegenüber den M1-Vorgängern nahm die Metal-Performance jeweils um rund ein Drittel zu. Beides klingt gut, aber noch gibt es kaum Software, die alle 76 GPU-Kerne gleichzeitig nutzt. In den Spieltests ist der M2 Ultra etwa 40 Prozent schneller als der M2 Max.

Für synthetische Tests haben wir wie üblich unter anderem die Test-Suite Geekbench eingesetzt. Im Balkendiagramm sind die Werte für Geekbench 5 abgebildet, um die neuen Studios mit entsprechenden Tests anderer Macs vergleichen zu können. Zusätzlich haben wir das aktuelle Geekbench 6 verwendet, um die M2-Plattform AMD- und Intel-Prozessoren gegenüberzustellen. Dabei liefert der M2 Ultra ähnliche CPU-Leistung wie die aktuell stärksten Desktop-CPU von AMD und Intel. Die Single-Core-Leistung beträgt 2832 Punkte, der AMD Ryzen 9 7950X ist mit 2875 Punkten nur knapp

voraus. Es führt Intels Core i9-13900KS mit 3089 Punkten. Im Multicore-Test sieht es ähnlich aus.

Doch oberhalb der Desktopklasse rangieren die eigentlichen Dickschiffe von Intel und AMD, darunter der Ryzen 9 7950X3D mit Riesen-Cache, die den M2 Ultra deutlich abhängen, obwohl er gemessen am M1 Ultra aufgeholt hat. Dabei schlägt sich die Mehrleistung des M2 Ultra gegenüber dem M1 Ultra in höherer Leistungsaufnahme nieder: Der Mac Studio M2 Ultra schluckt unter Volllast 245 Watt. Die Oberklasse-Chips von AMD und Intel nehmen in vergleichbaren PCs nur rund 30 Watt mehr auf. Sehr teure x86-Workstations lassen sich zudem mit Serverprozessoren wie dem AMD Epyc 9004 mit 96 Kernen, mehreren Terabyte RAM sowie KI-Beschleunigern bestücken.

### Noch schnellere Videobearbeitung

Dem M2 Max kommt wie dem M1-Vorgänger die spezielle Media Engine zugute, welche Videobearbeitung extrem beschleunigt, dabei aber nur wenig Abwärme erzeugt. Der M2 Ultra enthält zwei dieser Einheiten. Im M2 ist die Media Engine noch etwas schneller: Ein 4K-Video in Apples Format ProRes mit einer Länge von 2:35 Minuten rendert der Mac Studio mit M1 Max in 31 Sekunden, der M1 Ultra in 27 Sekunden. Die M2-Chips erledigen dieselbe Aufgabe in 26 beziehungsweise 24 Sekunden.

Für unseren Test mit mehreren 8K-Videospuren (Redcode RAW mit RED-Plugin) braucht der Mac Studio mit M1 Max 102 Sekunden und der M1 Ultra 74 Sekunden. Die M2-Nachfolger verkürzen die ohnehin sehr guten Werte weiter auf 83 und 57 Sekunden. Auf dem Mac Studio mit M2 Ultra ließ sich ein besonders an-

	Luxmark GPU	Geekbench 5 Metal	Batman Arkham City [fps]	Tomb Raider [fps]	Rise of the Tomb Raider [fps]	Shadow of the Tomb Raider [fps]	Booten [s]	BlackMagic Speed Test Schreiben [MByte/s]	BlackMagic Speed Test Lesen [MByte/s]	DVD duplizieren [s]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◄ besser	besser ►	besser ►	◄ besser
	27583	52505	105	64	108	62	24	6077	5072	2,5
	43163	84099	162	91	138	84	21	6562	5349	2,2
	35357	61237	146	73	130	88	16	6311	5489	3,2
	39725	82189	208	84	155	101	16	6253	5109	2,3
	44639	103162	162	93	145	109	19	6356	5474	3,3
	62595	136494	223	86	187	144	24	7241	5784	2,5

spruchsvolles Projekt, das aus acht 8K-Streams besteht, mit Apples Codec ProRes RAW in 19 Sekunden rendern, mit dem Vorgänger sind 23 Sekunden erforderlich. Für den Mac Studio M2 Max ist diese Aufgabe eine viel größere Herausforderung: Nachdem aus drei Tracks planmäßig acht wurden, ging es nur noch sehr langsam voran, und insgesamt dauerte der Export 1516 Sekunden. Der M1 Max war bereits nach 36 Sekunden fertig. Die Ursache für den enormen Unterschied blieb bis zum Redaktionsschluss unklar.

Die in den Testmustern eingesetzten SSD-Massenspeicher von 1 und 8 TByte Kapazität lieferten in Durchsatzmessungen erwartet hohe Werte über 6000 MByte/s. Kleinere SSDs erreichen dieses

Niveau unter Umständen nicht, siehe ct.de/yndf.

Beide Geräte kühlen je zwei große Axiallüfter, und zwar im Normalbetrieb kaum hörbar. Die Mehrleistung des Mac Studio M2 Ultra schlug sich nicht nur in sehr guten Benchmark-Ergebnissen nieder, sondern auch in erhöhter Lautstärke. Nach 30 Minuten Dauerlast fiel er mit deutlich erhöhter Lüfterdrehzahl auf (0,7 bis 0,8 Sone).

Fazit

Der Mac Studio liefert in der 2023er-Ausführung mit den M2-Chips nochmals mehr Leistung. Reizt man den Primus M2 Ultra komplett aus, geht das aber zum Preis einer saftigen Stromrechnung; von

der ehemals hochgelobten Genügsamkeit gegenüber x86-Chips hat Apples M-Plattform im Rennen um mehr Leistung einiges eingebüßt.

Aber damit hat sich Apple definitiv in der Workstation-Klasse festgebissen: Verglichen mit den M1-Vorgängern leisten die Mac Studios mit den M2-Chips bis auf eine Ausnahme teils weit mehr bei überschaubaren Aufpreisen von 100 bis 200 Euro. Audio- und Video-Producer dürften ihre Freude daran haben. (dz@ct.de) **ct**

Dieser Beitrag gründet auf einer Kooperation mit unserer Schwesterzeitschrift Mac & i.

Test Mac Studio mit „altem“ M1: ct.de/yndf

Apple Mac Studio

Modell	Mac Studio M2 Max	Mac Studio M2 Ultra
Prozessor	4+8=12 Kerne, 3,5 GHz, Neural Engine 16 Kerne, 32+4 MByte L2-Cache	8+16=24 Kerne, 3,7 GHz, Neural Engine 32 Kerne, 64+8 MByte L2-Cache
Grafik	Unified Memory, 30 Kerne (Testgerät), optional: 38 Kerne	Unified Memory, 60 Kerne, optional: 76 Kerne (Testgerät)
Arbeitsspeicher	32 GByte LPDDR5-6400, verlötet, (Testgerät), optional max. 96 GByte	64 GByte LPDDR5-6400, verlötet, optional max. 192 GByte (Testgerät)
Massenspeicher	Apple-SSD, verlötet, 512 GByte (Testgerät), optional 1 bis 8 TByte	Apple-SSD, verlötet, 8 TByte (Testgerät), optional 1 bis 8 TByte
Displayunterstützung	4 × 6K + 1 × 4K oder 2 × 6K + 1 × 8K + 1 × 4K	8 × 4K oder 6 × 6K oder 3 × 8K
Audio	hochohmige Kopfhörerbuchse, analoger Mono-Eingang mit iPhone-Headset, Mono-Lautsprecher	hochohmige Kopfhörerbuchse, analoger Mono-Eingang mit iPhone-Headset, Mono-Lautsprecher
sonstige Anschlüsse und Netzwerk	4 × Thunderbolt 4 (40 Gbit/s) mit USB 4 (10 Gbit/s), 2 × USB-C, 2 × USB-A, 10-Gbit/s-Ethernet, HDMI 2.1, SDXC-Slot (UHS-II), Wi-Fi 6E (2400 MBit/s brutto), Bluetooth 5.3	6 × Thunderbolt 4 (40 Gbit/s) mit USB 4 (10 Gbit/s), 2 × USB-A, 10-Gbit/s-Ethernet, HDMI 2.1, SDXC-Slot (UHS-II), Wi-Fi 6E (2400 MBit/s brutto), Bluetooth 5.3
sonstige Ausstattung	Touch ID im optionalen Keyboard	Touch ID im optionalen Keyboard
Maße (B×T×H), Gewicht	19,7 × 19,7 × 9,5 cm, 2,7 kg	19,7 × 19,7 × 9,5 cm, 3,6 kg
Leistungsaufnahme (Watt)	Aus: 0,5, Ruhe mit LAN: 1,4, Betrieb: 8,1, Volllast: CPU 56/GPU 65, CPU+GPU 111	Aus: 0,6, Ruhe mit LAN: 1,5, Betrieb: 9,1, Volllast: CPU 100/GPU 147, CPU+GPU 245
Geräusche (Sone)	Betrieb: <0,1, Volllast: CPU <0,1/GPU <0,1, CPU+GPU <0,1	Betrieb: <0,1, Volllast: CPU 0,7/GPU 0,1, CPU+GPU 0,8
Audiowiedergabe	Klirrfaktor 0,001 %, Dynamik -116,2 dB(A), Linearität 0,02 dB, Störabstand -116,1 dB(A), Übersprechen -72,3 dB	Klirrfaktor 0,001 %, Dynamik -116,1 dB(A), Linearität 0,02 dB, Störabstand -115,8 dB(A), Übersprechen -72,1 dB
Bewertungen		
Verarbeitung/Ausstattung	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Leistung CPU/GPU/SSD	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕⊕
Geräusche/Audio	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕
Basispreis	2399 €	4799 €
Optionen (Auswahl)	38 GPUs: +230 €, 64/96 GByte RAM: +460/920 €, 1/2/4/8 TByte SSD: +230/690/1380/2760 €	76 GPUs: +1150 €, 128/192 GByte RAM: +920/1840 €, 2/4/8 TByte SSD: +460/1150/2530 €
Preis Testgerät	2629 €	10.319 €
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht		





Bild: KI Midjourney | Bearbeitung: c't

# Büropaket trifft KI

## Test: SoftMaker Office 2024 und NX mit KI-Anbindung

**Wer eine Alternative zu Microsoft Office ohne dessen Neugier und Cloud-Gängelei sucht, wird möglicherweise beim deutschstämmigen SoftMaker Office fündig. In der neuesten Abo-Version sind mit DeepL und ChatGPT zwei prominente KI-Dienste eingebunden. Dabei +gibt es ein paar Haken.**

Von Stefan Wischner

**M**icrosofts Office-Paket mit Word, Excel und PowerPoint ist deutlicher Marktführer an der Grenze zum Monopol; die zugehörigen Dateiformate gelten als Industriestandards. Gänzlich alternativlos ist es jedoch nicht. Wer keine Lust auf auf-

dringliche Cloud-Gängelei und ein ausgeprägtes Mitteilungsbedürfnis gen Redmond hat oder mit Linux arbeitet, für das Microsoft seine Programme gar nicht anbietet, greift oft zum Open-Source-Paket LibreOffice oder dessen nahem Verwandten OpenOffice.

Es gibt jedoch eine weitere Alternative, die viele gar nicht auf dem Schirm haben: SoftMaker Office, bestehend aus der Textverarbeitung TextMaker, dem Kalkulationsprogramm PlanMaker und dem PowerPoint-Pendant Presentations. Das Paket kommt von einem deutschen Hersteller und ist funktionell in etwa auf Augenhöhe mit Microsoft Office und LibreOffice. In manchen Punkten hat es sogar die Nase vorn.

Es gibt sowohl Einmalkauf- als auch Aboversionen für Windows, macOS (auch nativ für M1 und M2) und Linux. Das Abo enthält auch erstaunlich funktionsstarke Mobilversionen für Android und iOS. Im

Vergleich zu Microsoft Office fehlt wie auch bei LibreOffice lediglich ein Gegenstück zu Outlook. SoftMaker hatte in früheren Versionen zunächst Mozilla Thunderbird und später den eM Client ins Bundle gepackt, verzichtet mittlerweile aber auf die Beigabe eines Mailprogramms.

### **c't kompakt**

- Das Office-Paket vom deutschen Anbieter SoftMaker bietet sich als Alternative zu MS Office und LibreOffice an.
- Die aktuelle 2024er-Version bringt viele Verbesserungen.
- In der Abo-Version sind Anbindungen an ChatGPT und DeepL enthalten.

## Klassik und Moderne

Die Desktop-Programme lassen dem Nutzer die Wahl zwischen einer klassischen Bedienoberfläche mit Pulldown-Menüs und Symbolleisten wie in MS Office bis 2003 oder einer moderneren Optik mit gruppierten Menübändern (Ribbons). Zwischen beiden Oberflächen kann man jederzeit wechseln.

Alleinstellungsmerkmale von SoftMaker Office sind beispielsweise die Unterstützung von Tabs, wie man sie vom Browser kennt, und in der Textverarbeitung der jeweils teureren Varianten der Kauf- und Aboversionen die Prüfung deutscher Texte mittels Duden Korrektor.

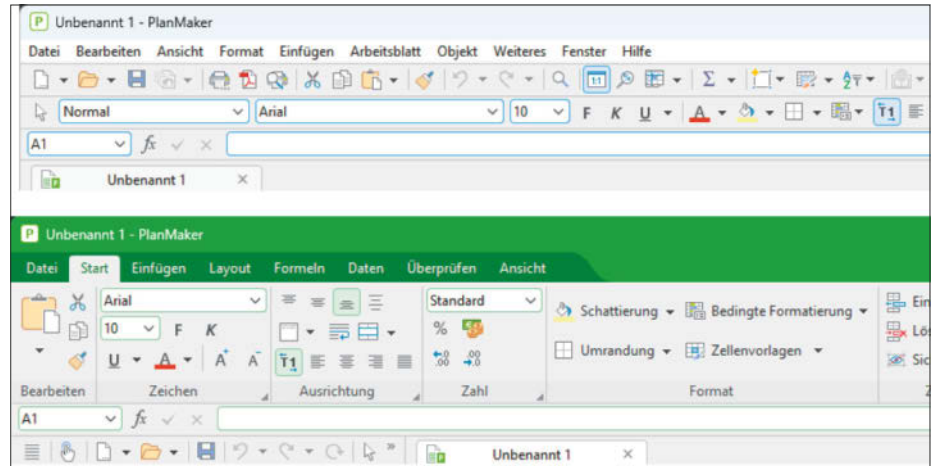
Umsteiger von Microsoft oder LibreOffice dürften sich schnell zurechtfinden, wenn auch das eine oder andere im Detail anders gelöst ist. Die Formelsyntax in PlanMaker ist weitgehend identisch mit der von Excel und bietet einen annähernd großen Funktionsumfang. Abstriche machen muss man nur bei manchen Einzelfunktionen, so fehlt zum Beispiel noch XLOOKUP (XVERWEIS). Auch in Sachen externe Datenquellen (Stichwort Power BI) hat das Microsoft-Programm noch die Nase vorn. Für den allergrößten Teil von Kalkulationsanwendungen dürfte das Gebotene aber dicke reichen – für die Textverarbeitung TextMaker gilt das noch mehr.

Besonderes Highlight der jüngsten Version für Abonnenten ist die Anbindung von TextMaker an den KI-gestützten Übersetzer von DeepL und an ChatGPT. Dazu gleich mehr.

## Ziemlich kompatibel

Ein Pfund, mit dem SoftMaker schon immer wuchert, ist die hohe Datei- und Formatkompatibilität zu MS-Office, also zu DOCX, XLSX und PPTX. Zwar gibt es ein eigenes, proprietäres Dateiformat für die SoftMaker-Office-Programme, sie lassen sich aber auch so einstellen, dass sie grundsätzlich die Microsoft-Formate nutzen. Das ist insbesondere für Anwender wichtig, die häufig Daten mit Nutzern von MS Office austauschen müssen oder zum Beispiel privat SoftMaker Office verwenden, im Beruf aber mit dem Microsoft-Paket arbeiten.

Dabei reicht es nicht aus, dass sich die Microsoft-Dateien in SoftMaker Office öffnen und bearbeiten lassen. Wichtig ist der Grad der Kompatibilität, also wie weitgehend Inhalte, Formatierungen und Funktionen (etwa bei Excel-Tabellen) er-



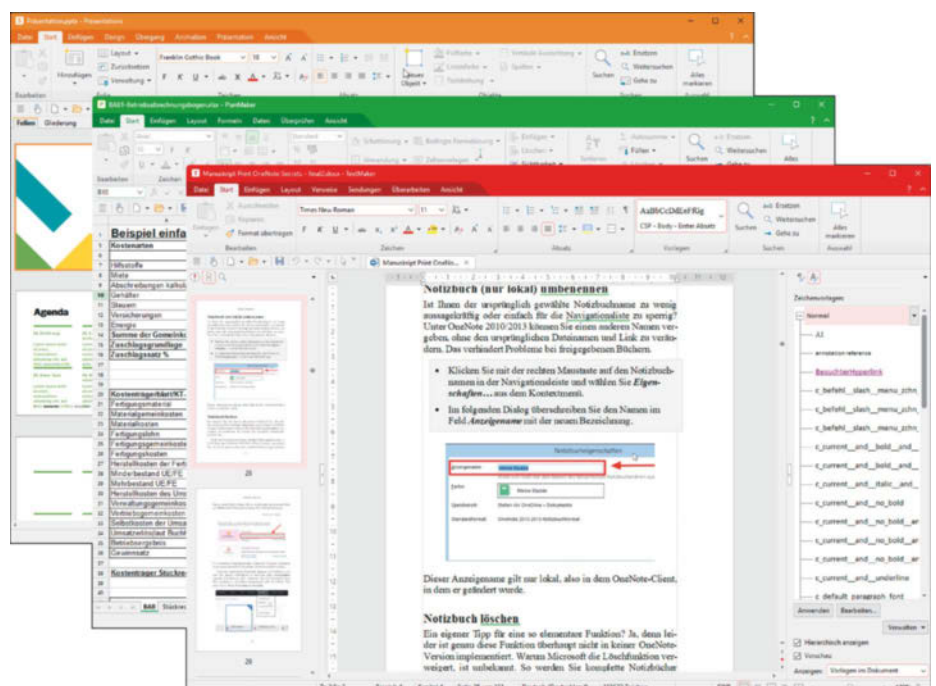
**Wahlweise stellt man die Oberfläche auf klassische Menüs und Symbole ein (oben) oder nutzt die Menübänder (Ribbons) im aktuellen Microsoft-Stil (unten).**

halten bleiben. SoftMaker Office ist von jeher bekannt für einen sehr hohen Kompatibilitätsgrad, wenngleich LibreOffice in diesem Bereich stark aufgeholt hat.

Tatsächlich kamen die SoftMaker-Programme in unseren Tests sehr gut mit allen Testdateien von MS Office zurecht, wenn auch nicht immer ganz problemlos. So unterscheiden sich zum Beispiel in Textdokumenten die Laufweiten und damit gelegentlich auch Seitenlängen und -zahlen leicht. Der Grund sind vermutlich Abweichungen beim Font-Rendern und der Interpretation von Abstandsdefinitio-

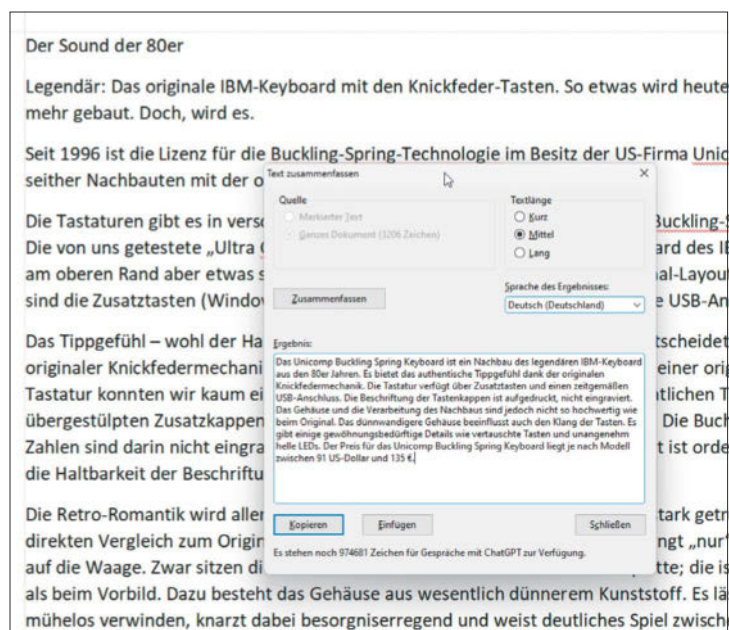
nen sowie eine etwas anders arbeitende Trennhilfe.

Die Kompatibilität stößt vor allem dann an Grenzen, wenn in einem Office-Dokument oder einer Kalkulationstabelle Funktionen genutzt wurden, die es nur im jeweiligen Microsoft-Programm gibt – etwa Power-BI-Verknüpfungen in Excel-Tabellen oder bestimmte WordArt-Texteffekte im Word-Dokument. Außerdem bleiben VBA-Makros grundsätzlich auf der Strecke. SoftMaker Office enthält zwar (nur unter Windows) auch eine BASIC-artige Makrosprache, die sich stark an VBA



**Die Kompatibilität zu MS-Office-Formaten ist erfreulich hoch und auch mit der Bedienoberfläche der drei Module sollten Umsteiger schnell zurecht kommen.**





orientiert, ist dazu aber nicht kompatibel. Auch gibt es keinen Konverter von der einen zur anderen Skriptsprache.

## Viele neue Funktionen

Rund alle zwei Jahre veröffentlicht SoftMaker eine neue Hauptversion des Office-Pakets. Auch die kürzlich erschienene Version SoftMaker Office 2024 und die aktuelle Aboversion NX haben die Entwickler vielfältig verbessert und erweitert und so die Lücke zu Microsoft Office weiter verkleinert. Neu ist zum Beispiel die Möglichkeit, in TextMaker-Dokumente Schriften einzubetten. So lassen sich die Texte auf einem anderen Rechner öffnen, auf dem die verwendeten Fonts fehlen. Nicht zusammenhängende Textteile lassen sich nun per Mehrfachauswahl markieren, nebeneinander stehende Dokumente scrollen zum besseren Textvergleich synchron, man kann QR- und Barcodes erzeugen. Außerdem gibt es ab der neuen Version eine Buchlayout-Ansicht und die Entwickler haben nummerierte Listen, Tabellen und die Änderungsverfolgung verbessert.

Die Tabellenkalkulation PlanMaker importiert jetzt SQLite-Datenbanktabellen und bietet eine verfeinerte CSV-Importfunktion. Als Filter- und Sortierungskriterien sind nun auch Farben möglich. Diagramme holen sich die Beschriftungen optional dynamisch aus Tabellenzellen; Pivottabellen erlauben die dynamische Sortierung nach Listen. Das Präsentationsprogramm hat eine Notizfunktion, einige neue PowerPoint-kompatible Folien-

übergänge und eingebettete Schriften in der Mac- und Linux-Version erhalten. Alle genannten Verbesserungen stecken sowohl in den Abo- als auch den Kaufversionen von SoftMaker Office.

## Künstlich intelligent – wenn Abonnent

Die größte Neuerung im aktuellen SoftMaker Office sind Schnittstellen zu den populären KI-Diensten DeepL (Übersetzer) und dem mittlerweile allgegenwärtigen ChatGPT. Der Hersteller kommt damit Microsoft zuvor, dessen KI-Funktionen unter dem Sammelbegriff Copilot noch in der Testphase stecken. Allerdings beschränkt sich die KI-Anbindung in SoftMaker Office vorerst auf die Textverarbeitung TextMaker. Eine Integration in das Präsentationsprogramm hat der Hersteller auf unsere Nachfrage in Aussicht gestellt, für die Tabellenkalkulation PlanMaker aber noch offengelassen.

Mit DeepL übersetzt man Texte auszugsweise oder komplett zwischen rund 30 Sprachen. ChatGPT fasst auf Wunsch Textinhalte zusammen, macht Verbesserungsvorschläge oder generiert Texte komplett gemäß passend formulierter Aufträge (Prompts). Derzeit wird der KI-Dienst in der Version 3.5 genutzt – das aktuellere ChatGPT 4.0 sei bislang zu teuer und man tüftle noch an einem passenden Abrechnungsmodell, teilte uns SoftMaker auf Anfrage mit.

Die laufenden Kosten für die Nutzung der KI-Dienste seien auch der Grund, dass ChatGPT und DeepL ausschließlich in der

**Mit der ChatGPT-Anbindung erzeugt und verbessert man Texte. Alle Ein- und Ausgaben landen in einer Dialogbox, aus der man die KI-Antwort per Zwischenablage in den Texteditor überträgt.**

Abo-Version SoftMaker Office NX zur Verfügung stehen – im Einmalkaufpaket Office 2024 fehlen sie. Ebenfalls den Kosten geschuldet ist eine Nutzungseinschränkung: Die Anzahl der Zeichen, die man mit DeepL im Rahmen eines Jahresabos übersetzen kann, ist auf 750.000 begrenzt.

Die Kommunikation mit ChatGPT ist auf eine Million Zeichen gedeckelt, wobei sowohl gesendete als auch empfangene Zeichen berechnet werden. Liefert die KI zum Beispiel eine 2000 Zeichen lange Zusammenfassung eines 8000-Zeichen-Dokuments, werden 10.000 Zeichen vom Konto abgezogen.

Wie weit man mit den zugestandenen Kontingenten kommt, ist schwer vorherzusagen und von individuellen Anwendungsszenarien abhängig. Ein paar Anhaltspunkte für den DeepL-Übersetzungsdienst: Geht man von grob 2000 Zeichen pro Druckseite aus, lässt das Jahresbudget 375 Seiten zu – für die gelegentliche Übersetzung von Geschäftsbriefen oder nicht allzu umfangreichen Vertragsdokumenten mag das reichen.

Wir haben den Dienst auch mit der Übersetzung eines deutschen Fachbuchmanuskripts mit 250 großzügig bebilderten Seiten ins Englische beauftragt. Danach war unser DeepL-Konto um gut 400.000 Zeichen geschrumpft – das ginge also nur einmal im Jahr. Deutlich schwieriger einzuschätzen ist der Zeichenverbrauch bei der Kommunikation mit ChatGPT; man sollte sich jede Anfrage und die geforderte Ausführlichkeit der Antwort gut überlegen und das verbleibende Kontingent in den zugehörigen Info-Dialogen im Auge behalten.

Ist das Jahreskontingent vorzeitig erschöpft, gibt es nur eine Möglichkeit, es wieder aufzustocken: Man verlängert das Abo von SoftMaker Office NX, was die Zähler wieder auf die Startwerte hochsetzt. Letztlich kauft man sich also neues KI-Kontingent für den Preis eines Monats- oder Jahresabos hinzu. Ob diese Begrenzungen und das Bezahlmodell so bleiben, hängt wohl von den Herstellererfahrungen mit dieser Mischkalkulation und der Preisentwicklung bei OpenAI und DeepL ab.

DeepL ist komfortabel in TextMaker eingebunden. Je nach eingestellter Oberfläche wählt man den Befehl „Übersetzen“ aus dem Menüband „Überarbeiten“ oder in der klassischen Oberfläche aus dem Pulldown-Menü „Weiteres“. Wurde zuvor ein Textbereich markiert, bietet das Menü den Befehl an, diesen in eine zu wählende



Sprache zu übertragen. Falls nicht, wendet man die Übersetzung wahlweise auf den Absatz an, in dem der Cursor gerade steht.

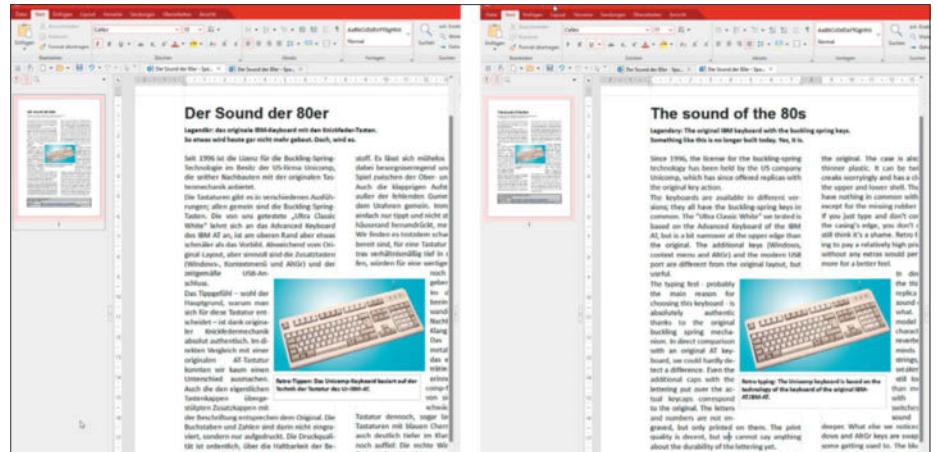
## Übersetzung mit Formattreue

In beiden Fällen wird der ursprüngliche Textabschnitt im Editor mit der neuen Fassung überschrieben. Alternativ kann man auch das komplette Dokument übersetzen lassen. Dabei entsteht eine neue Textdatei; die originale bleibt unberührt. Was uns außer der bekannt guten Übersetzungsqualität von DeepL beeindruckt hat: Das neu angelegte Dokument ist exakt so formatiert wie der Ursprungstext. Das klappte im Test sowohl mit einem Text im gemischten Ein- und Mehrspaltensatz mit umflossenem Bild als auch mit dem erwähnten Fachbuch. Letzteres enthält neben Abbildungen mit Beschriftungen auch viele Aufzählungen, speziell formatierte Textkästen und Tabellen. Lediglich einige Seitenumbrüche mussten wir zurechtzupfen, was den unterschiedlichen Textlängen in unterschiedlichen Sprachen geschuldet ist.

Weniger elegant gestaltet sich die Anbindung von ChatGPT. Die gesamte Kommunikation mit dem KI-Dienst findet innerhalb einer Dialogbox statt. Darin gibt man je nach gewählter Funktion Stichworte oder Prompts (für Texterzeugung und Chat) oder Bereiche aus dem aktiven Dokument (für Textverbesserung oder Zusammenfassung) an. Auch alle Antworten der KI landen in einem Textfeld dieser Dialogbox. Mit Schaltflächen überträgt man sie in die Zwischenablage oder fügt sie an der aktuellen Cursorposition ins aktive Dokument ein.

Dafür, dass bei Textverbesserungen die neue Fassung keinerlei Hinweise auf die Stellen enthält, die der KI-Dienst geändert hat, kann SoftMaker nichts – ChatGPT liefert diese Informationen einfach nicht. Man muss also die überarbeitete Version selbst Satz für Satz mit dem Original vergleichen. Die Dialogbox ist jedoch modal, also exklusiv im Vordergrund. Daher kann man beim Gegenlesen nicht im Originaltext scrollen, sondern sollte den ChatGPT-Text zunächst aus der Dialogbox in ein eigenes TextMaker-Dokument kopieren.

Das ist ohnehin ratsam, denn es gibt noch ein Problem, für das der Hersteller eine baldige Lösung versprochen hat: Die Dialogbox mit den von ChatGPT erzeugten Antworten und Ausgabetexten lässt sich ganz einfach ohne Sicherheitsabfrage



**Lässt man komplette Dokumente per DeepL übersetzen, entsteht eine neue Textdatei. Auch komplexe Formatierungen bleiben weitgehend erhalten.**

schließen. Hat man den Text aus dem Ausgabefeld nicht zuvor in die Zwischenablage gerettet, ist er weg – wie auch die vom Kommunikationskontingent abgezogenen Zeichen.

## Privatsphäre oder KI

Bislang tat sich SoftMaker Office vor allem dadurch hervor, dass das Unternehmen die Privatsphäre der Nutzer respektiert und versichert, keine Daten zu übertragen oder zu speichern. Eine Internetverbindung ist nur rund alle vier Wochen kurzzeitig für die Überprüfung der Lizenz erforderlich. Das wird durch die Nutzung externer KI-Dienste, denen man zumindest Textauszüge schicken muss, natürlich relativiert. Der Hersteller gibt an, dass alle Daten vor der Übermittlung an OpenAI (ChatGPT) und DeepL über seine Server laufen, um die Kommunikation zu anonymisieren. Das scheint im Hinblick auf die externen Dienste begrüßenswert, bezieht aber nun SoftMaker zusätzlich als potenziellen „Mitleser“ ein – wohlgerneht nur für Texte, die an einen der KI-Dienste gesendet werden.

Einen zu knapp gehaltenen Hinweis auf diese Praxis – die Umlenkung der Daten über eigene Server bleibt unerwähnt – geben Dialogboxen, die vor der ersten Nutzung von ChatGPT und DeepL erscheinen. Außerdem nehmen sie dem Nutzer das Versprechen ab, den KI-Diensten keine Texte zukommen zu lassen, die persönliche Daten enthalten.

## Fazit

SoftMaker Office rückt mit der aktuellen Version noch ein bisschen näher an Microsoft Office heran und bietet sich als veri-

table Alternative an – vor allem für Nutzer, die nicht wegen Arbeitsplatzvorgaben, intensiver Teamarbeit via Cloud, der Integration anderer Microsoft-Dienste (Outlook, Teams ...) oder einem stetigen Austausch von MS-Office-Dateien im Microsoft-Universum gefangen sind. Zu letzteren ist SoftMaker Office zwar weitgehend kompatibel, aber nicht hundertprozentig.

Der Funktionsumfang ist vergleichbar, wenn auch die eine oder andere Spezialfunktion fehlt. Dafür bekommt man vor allem in der Textverarbeitung einiges geboten, was manch einer bei Microsoft Word vermissen mag, etwa den Duden Korrektor (nur in Office 2024 Professional und NX Universal) oder die Unterstützung von Tabs.

Ob man die Schnittstellen zu den KI-Diensten braucht, muss jeder für sich selbst entscheiden. Die Anbindung an den DeepL-Übersetzer hat uns schon gut gefallen, die an ChatGPT nur so mittel. Das beschränkte Kommunikationskontingent kann bei beiden allerdings zur Spaßbremse werden.

Die übrigen Verbesserungen können für sich schon ein Upgrade-Grund sein; vor allem werden sie auch Abo-Muffeln zuteil.

(swi@ct.de) **ct**

## SoftMaker Office 2024/NX

Office-Paket	
Hersteller, URL	SoftMaker, softmaker.de
Systemanf.	Windows ab 7, macOS ab 10.14, Linux (64 Bit, alle), Android ab 5.0, iOS ab 14.0
Preis	2024 Standard: 100 €; 2024 Professional: 130 €; NX Home: 30 €/Jahr; NX Universal: 50 €/Jahr



Bild: KI Midjourney | Bearbeitung: c't

# Gesang und Federkleid

## Sechs Apps zur Vogelerkennung im Test

**Im Gebüsch keift ein unscheinbarer, brauner Vogel. Auf dem Gehweg hüpfert ein Federtier mit gelben Beinen vorbei – ist es eine Amsel? Apps können dabei helfen, die gefiederten Tiere zu bestimmen, und nutzen dafür Ton- und Bildaufnahmen. Wir haben sechs kostenfreie Anwendungen ausprobiert.**

Von Greta Friedrich

**S**ie stammen von den Dinos ab, können meist fliegen und schön singen. Doch wie die Vögel heißen, die auf einem Baum vor sich hin trällern oder im Futterhaus herumpicken, wissen Menschen oft nicht. Diverse Apps wollen dabei helfen, Vögel zu erkennen, und nutzen dafür verschiedene Methoden. Die einen identifizieren die Tiere anhand von Fotos, die anderen anhand ihres Gesanges und wieder andere anhand von Merkmalen.

Wir haben sechs deutschsprachige und (in der Basisversion) kostenlose Apps für die Erkennung von Vögeln getestet. Die meisten sind akademischen Ursprungs und werden von Forschungseinrichtungen betrieben: Die App BirdNET ist ein Ge-

meinschaftsprojekt der Technischen Universität Chemnitz mit dem Cornell Lab of Ornithology, das zur Cornell University in Ithaca, New York, gehört. Das Cornell Lab betreibt zusätzlich die App Merlin Bird ID. iNaturalist ist ein Projekt der California Academy of Sciences und der National Geographic Society, die App Naturblick wird vom Museum für Naturkunde in Berlin betrieben.

Doch auch andere Akteure mischen mit: Der Naturschutzbund Deutschland (NABU) unterhält die App NABU Vogelwelt, die sich mit In-App-Käufen und Abos finanziert. Die Hobby-Ornithologin Dörte Krüger hat gleich ihre eigene App entwickelt. Ihre „Die Vogel App!“ ist die einzige



in unserem Testfeld, die nur für Android erhältlich ist. Alle anderen Testkandidaten gibt es sowohl für Android als auch für iOS. Getestet haben wir auf einem Smartphone mit Android 13, die iOS-Versionen haben wir auf einem iPad mini kurz geprüft.

### Fotos, Aussehen oder Töne

Vögel zu bestimmen ist nicht leicht, weil sie Menschen nicht nah an sich heranlassen und oft beim kleinsten Geräusch oder Zucken davonfliegen. Das ist ein gutes Zeichen für die Gesundheit der Vögel, macht es aber schwer, ein Foto von ihnen zu schießen. Gelingt doch einmal ein Schnappschuss, helfen iNaturalist und Merlin Bird ID dabei, den Vogel anhand des Fotos zu identifizieren. Auch die NABU Vogelwelt identifiziert mit dem kostenpflichtigen Abo Vögel per Foto (25 Euro/Jahr, 4 Euro/Monat).

Ist der Vogel schneller entwischt, als man den Auslöser drücken konnte, helfen Apps, die ihre Artenlisten anhand von Merkmalen filtern. So kann man den Vogel aus der Erinnerung rekonstruieren: Wie groß war er, welche Farben hatte sein Gefieder, wie war sein Schnabel geformt? Nach und nach schließen die Apps durch diese Angaben Kandidaten aus ihrer Datenbank aus, bis nur noch wenige oder im Idealfall eine passende Vogelart übrig bleibt. Diese Funktion haben Die Vogel App!, Merlin Bird ID, die kostenlose Basisversion der NABU Vogelwelt und Naturblick.

Häufig hört man Vögel jedoch nur singen und sieht sie nicht, weil sie irgendwo versteckt im Gebüsch hocken. Hier nützen Apps, mit denen man den Gesang eines Vogels aufnimmt, um ihn bestimmen zu lassen. Eine solche Funktion bieten BirdNET, Merlin Bird ID und Naturblick; bei der NABU Vogelwelt ist sie im kostenpflichtigen Abo enthalten. Bei iNaturalist hilft die Community dabei, Tonaufnahmen zuzuordnen.

### Vögel nicht verunsichern!

Hat man den Gesang oder Ruf eines Vogels aufgenommen, möchte man sich die Aufnahme vor dem Absenden vielleicht anhören. Etwa, um eine passende Stelle auszuwählen oder die Qualität zu prüfen. Doch Vorsicht: Hören Vögel die Aufnahme, kann sie das verunsichern, verwirren und in ihrem Verhalten stören. Denn es hat vielfältige Gründe, warum Vögel singen oder rufen, etwa, um ihr Revier zu markieren, einander vor Gefahren zu war-

nen oder bei der Partnersuche. Eine abgespielte Aufnahme gaukelt ihnen dann einen Rivalen oder eine Gefahr vor. Spielen Sie Aufnahmen in der Natur daher nur sehr leise ab oder vermeiden Sie dies ganz.

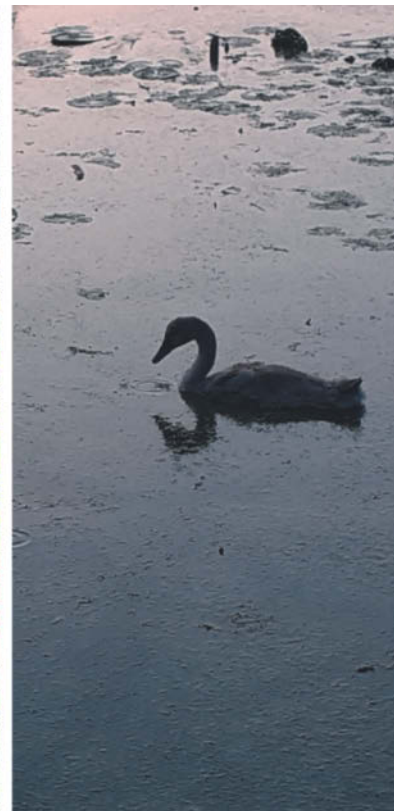
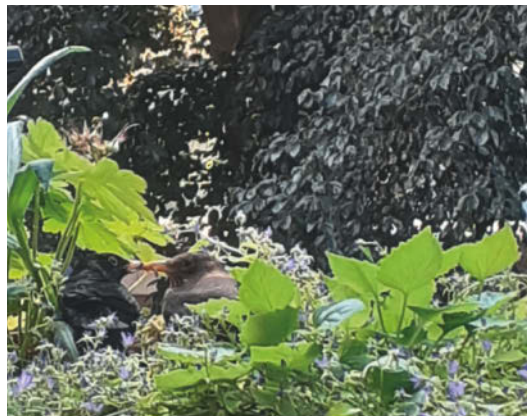
Umgekehrt kann aber auch die App von zu viel Gesang überfordert sein, nämlich wenn Sie gerade in den Genuss eines Vogelkonzertes kommen, bei dem verschiedenste Vögel gleichzeitig singen. Es kann der App trotzdem gelingen, aus dem Gesamtklang einzelne Stimmen zu filtern, verlassen kann man sich darauf aber nicht. NABU Vogelwelt rät, bei Tonaufnahmen das Mikrofon möglichst auf die Aufnahmequelle zu richten und nah heranzugehen. Außerdem sollte man Störgeräusche wie Wind, Gespräche und Verkehrsrauschen vermeiden.

### Testfotos und Testaudios

Da die Apps so unterschiedlich funktionieren, konnten wir sie nicht alle auf die gleiche Weise testen. Zum Einen haben wir einige Tonaufnahmen genutzt (Zufallsfunde bei YouTube), und zwar ein Vogelkonzert, ein Video von Gimpeln, auf dem anfangs aber eine Blaumeise sehr prominent zu hören ist, und eine Tonaufnahme eines Hausrotschwanzes. Beim Vogelkon-

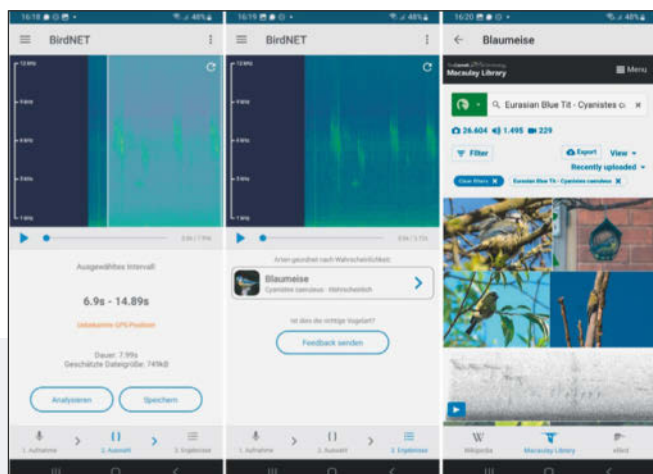
zert haben wir darauf geachtet, ob die Apps die Vögel erkennen, die auch wir heraushörten (hauptsächlich Amsel und Nachtigall, auch Tauben und Krähen). Zum Anderen haben wir einige private Testfotos ausgewählt: eines von einem Stieglitz, der auf den ersten Blick kaum zu erkennen ist, eines von Amseln im Nest und eines von einem Schwanenküken. Die Testergebnisse lesen Sie in den Einzelkästen und detailliert in der Tabelle auf Seite 107.

Audio-Aufnahmen nachbearbeiten können die meisten Apps nicht, bis auf BirdNET nehmen sie den Ton einfach nur auf. Bei BirdNET lässt sich über das Dreipunktmühen oben rechts der Audio-Input auswählen und die Amplitude verstärken. Die erste Option hilft, wenn man ein externes Mikrofon nutzt. Mit der zweiten Einstellung macht man sehr laute oder sehr leise Vogelgesänge im Spektrogramm besser sichtbar. In den Einstellungen im Hamburger-Menü von BirdNET gibt es weitere Audio-Optionen: Man kann hier die Erkennungsempfindlichkeit anpassen und hohe Frequenzen abschneiden lassen. Aus der fertigen Aufnahme kann man bei den meisten Apps eine bestimmte Stelle auswählen, nur iNaturalist hat



Mit diesen Fotos haben wir die Apps getestet: Schwanenküken auf dem See (rechts), Amseln im Nest (oben links) und Stieglitz im Gebüsch (unten links).





## BirdNET

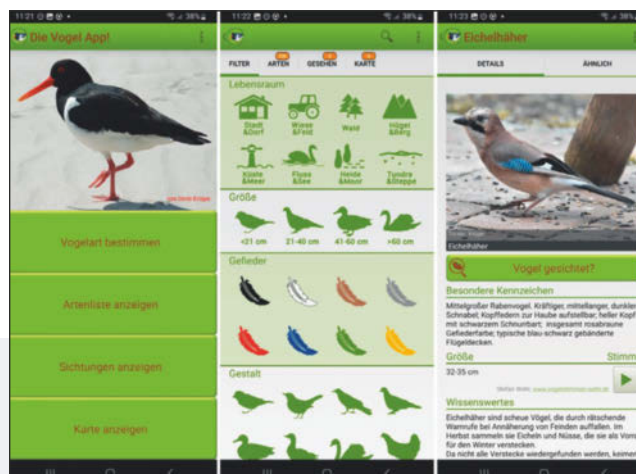
Wer schnell eine Vogelstimme aufnehmen und den Vogel bestimmen möchte, ist bei BirdNET gut aufgehoben. Nach dem Öffnen startet direkt die Tonaufnahme, im Spektrogramm verfolgen Nutzer, ob die Vogelstimme gut heraussticht. Sie wählen einen passenden Abschnitt und lassen ihn analysieren – oder speichern ihn roh. Zur Analyse teilt die App die Aufnahme in Ein-Sekunden-Abschnitte und ermittelt die Wahrscheinlichkeiten pro Ausschnitt. Die Vogelart mit der höchsten Wahrscheinlichkeit in allen Teilen sei das erste Ergebnis, heißt es im „Tutorial“.

BirdNET ist ein Projekt der TU Chemnitz und des Cornell Lab of Ornithology. Die App ist fix heruntergeladen, da sie nur wenige MByte umfasst, und sofort startklar. Um mehr über einen Vogel zu erfahren, tippt man in der Ergebnisliste auf ihn und gelangt zu Wikipedia, der Macaulay Library und eBird. Diese Seiten öffnen sich innerhalb der App, über Reiter unten wechselt man zwischen ihnen.

Gibt es nur ein Ergebnis, kann man den Betreibern „Feedback senden“, ob es der richtige Vogel ist. Allerdings speichert die App die Aufnahme stets als den Vogel, der ihr am wahrscheinlichsten erschien – leider auch, wenn man diesen als falsch gekennzeichnet hat. In unserem Test tat sich die App mit der Blaumeise überraschend schwer, tippte daneben oder nannte die Blaumeise nur mit geringer Wahrscheinlichkeit; beim Vogelkonzert erkannte sie nur die Nachtigall. Der Hausrotschwanz dagegen war ein Klacks. Die Audioaufnahmen speichert das Projekt anonymisiert, um den Algorithmus der TU Chemnitz zu verbessern.

- 📌 fix startklar
- 📌 einfache Bedienung
- 📌 nicht immer treffsicher

Preis: kostenlos



## Die Vogel App!

Ein reines Hobbyprojekt ist die App „Die Vogel App!“. Die Entwicklerin Dörte Krüger stellt darin derzeit 235 häufige europäische Vogelarten vor. Die Informationen hat sie der Fachliteratur entnommen, die Texte selbst geschrieben, die Bilder überwiegend gemeinsam mit ihrem Mann fotografiert. Die Hörbeispiele stellte ein Vogelstimmensammler.

Um Vögel zu identifizieren, wählt man die beobachteten Merkmale aus, etwa den Lebensraum, die Größe oder die Gefiederfarben. Die App filtert die passenden Vögel aus ihrer Datenbank. Da die schlanke Anwendung lokal auf dem Gerät läuft, bestimmt sie Vögel auch offline. Lediglich für die Google-Maps-Karte braucht die App eine Internetverbindung. Beobachtungen, die man in der App festhält, werden lokal gespeichert.

Die App ist leicht zu bedienen: Von der Startseite aus kann man eine „Vogelart bestimmen“, die „Artenliste zeigen“, seine „Sichtungen zeigen“ oder die „Karte anzeigen“, auf der die eigenen Sichtungen verzeichnet sind. Öffnet man eine Funktion, erscheinen oben alle Funktionen als Reiter, sodass man jederzeit zwischen ihnen wechseln kann. Fotos oder Tonaufnahmen kann die App nicht analysieren.

Neben Fotos und Hörbeispielen bietet die App zu jedem Vogel detaillierte Informationen, etwa zu Kennzeichen, Größe, Verbreitung und Nahrung. Mit dem Button „Vogel gesichtet?“ trägt man eigene Beobachtungen ein. Wechselt man in der Vogelansicht zum Reiter „Ähnlich“, kann man das Tier direkt mit leicht zu verwechselnden Arten vergleichen.

- 📌 einfache Bedienung
- 📌 keine Foto- und Audioanalyse
- 📌 nur für Android

Preis: kostenlos

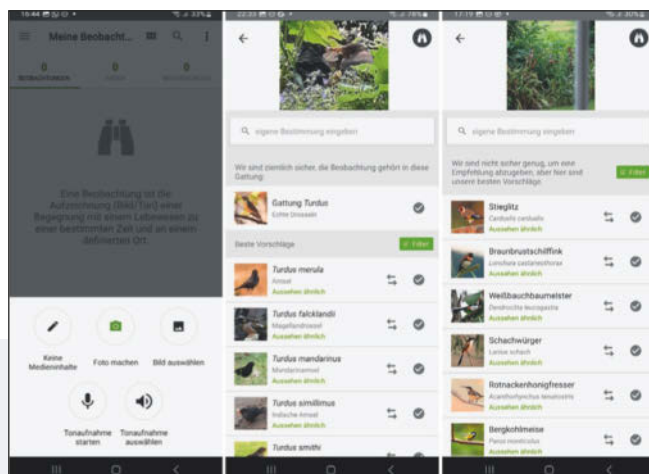
weder ein Spektrogramm noch eine Auswahlfunktion.

## Datenbank und Datenschutz

Wie viele Vögel die einzelnen Apps kennen, ist sehr unterschiedlich. Die Vogel App! beschreibt 235 häufige europäische

Vogelarten, iNaturalist kennt circa 5200 Arten. Ein Sonderfall ist Merlin Bird ID, dort kann man verschiedene „Bird Packs“ mit Vögeln aus einzelnen Regionen der Erde herunterladen. Würde man alle Packs installieren, wären es insgesamt über 10.000 Vogelarten.

Nur bei iNaturalist und Merlin Bird ID fehlen deutschsprachige Datenschutzerklärungen, stattdessen sind sie auf Englisch. Alle getesteten Apps fragen früher oder später nach dem Standort, um die Beobachtungen zuzuordnen. Die Vogel App! zeigt sie sogar gesammelt auf



## iNaturalist

Eine hilfreiche Community hat die App iNaturalist. Dank ihr kann die App nicht nur Vögel, sondern auch Insekten und Pflanzen bestimmen. Um einen Vogel zu identifizieren, lädt man Fotos, Audio-Aufnahmen oder eine Kombination aus beidem hoch oder erstellt sie direkt in der App. Fotos kann man in der App bearbeiten, Audioaufnahmen leider nicht.

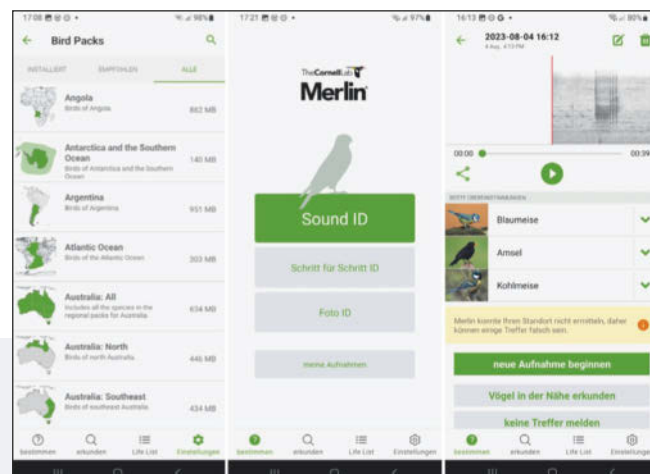
Unter „[?] Was hast du gefunden? Vorschläge anzeigen“ kann man selbst eine Vermutung abgeben, zur Not so generisch wie „Vogel“. Bei Fotos gibt die App hier eigene Vorschläge aus, in unseren Tests lag sie stets richtig. Bei Tonaufnahmen muss man auf die Hilfe der Community bauen und dafür in der App angemeldet sein. Die Community braucht mitunter einige Tage oder gar Wochen, um Hinweise abzugeben, wir warteten bis Redaktionsschluss leider vergeblich.

iNaturalist ist ein Projekt der California Academy of Sciences und der National Geographic Society. In den Einstellungen wählt man, ob die App die wissenschaftlichen Artnamen zuerst anzeigen soll und ob man die Trivialnamen überhaupt sehen möchte.

In der iOS-Version fiel uns das deutlich veränderte Design auf: Statt dem Hamburger-Menü gab es dort fünf Menüpunkte am unteren Bildschirmrand, Funktionen wie „Mitteilungen“ (von anderen Nutzern) oder „Missionen“ (Arten, die in der Nähe des eigenen Standorts beobachtet wurden) fehlten.

- 📍 Kombi aus Foto und Audio möglich
- 📸 Bilderkennung im Test treffsicher
- 👥 Community braucht Zeit

Preis: kostenlos



## Merlin Bird ID

Mit dem Alleskönner „Merlin Bird ID“ lassen sich Vögel per Tonaufnahme, Foto oder Fragebogen bestimmen. Entwickler ist das Cornell Lab of Ornithology, die Vogeldaten stammen von eBird, der laut Anbieter „weltweit größten Datenbank für Vogelsichtungen, -laute und -fotos“.

Allerdings dauert es, bis Merlin Bird ID startklar ist. Zuerst geben Sie eine E-Mail-Adresse an (dies kann man unter iOS überspringen), dann wählen Sie ein „Bird Pack“: Merlin Bird hat seine Vogeldatenbank in Regionen gegliedert, die Pakete mit Fotos und Audios lädt man sich zur App dazu. Für Deutschland eignet sich das Paket „Westeuropa“ mit 381 Arten.

Die Vögel bestimmt Merlin Bird ID lokal auf dem Gerät: per „Sound ID“, „Foto ID“ oder „Schritt für Schritt ID“. Hier stellt die App fünf Fragen zu Ort und Datum der Beobachtung, Größe, Hauptfarben und Verhalten des Vogels. Nimmt man mit der App Vogelgesang auf, schlägt sie live Vögel vor.

Die Vögel in unseren Test-Tonaufnahmen erkannte die App problemlos, ebenso die Fotos von Stieglitz und Schwan. Nur beim Amselpärchen drehte Merlin Bird ID völlig frei und vermutete einen Buschland-Schnäppertyrann. Die Amsel folgte erst an fünfter Stelle.

Mit „Das ist mein Vogel!“ soll man einen Vorschlag bestätigen – bei uns klappte das leider nicht, die App meldete einen Standortfehler. Grundsätzlich braucht man ein Cornell-Lab-Account, um Beobachtungen zu bestätigen und in der „Life List“ zu speichern. Für die deutsche Übersetzung der englischen Vogelnamen kann man ein Sprachpaket herunterladen.

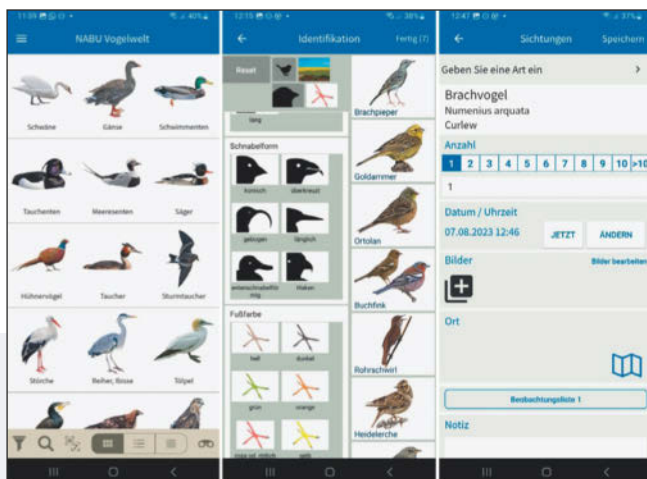
- 📍 drei Wege der Vogelbestimmung
- 📸 große Datenbank
- 👥 komplizierte Bedienung

Preis: kostenlos

einer Karte an. BirdNET und Naturblick erfassen den Standort auch, weil die Betreiber mehr darüber erfahren wollen, wo welche Vögel leben und wie verbreitet sie sind. Alle Apps bestimmen Vögel aber auch ohne Angabe des Standortes.

Den Datenverkehr der Apps haben wir uns grob angesehen. Dabei gab es keine unliebsamen Überraschungen, alle Apps sind sehr sparsam mit Verbindungen zu externen Servern. Einige nutzen Google-Dienste zur Analyse oder für Karten, andere rufen Informationen von

externen Websites ab oder laden Daten von Servern nach, die zum Beispiel von Google oder Amazon gehostet werden. Die Vogel App!, Merlin Bird ID und NABU Vogelwelt bestimmen die Vögel lokal und bauen dafür keine externen Verbindungen auf – die beiden letztgenannten



## NABU Vogelwelt

Die NABU-App ist die einzige in unserem Testfeld, bei der nur die Basisfunktionen kostenlos sind. Erweiterungen muss man per In-App-Kauf oder Abo zubuchen, die Vollversion kostet 25 Euro im Jahr oder 4 Euro pro Monat. Darin enthalten sind die Foto- und Vogelstimmenerkennung, Pakete mit Vogelstimmen, Eierfotos und Videos zu allen Vogelarten der App, Verbreitungskarten sowie 100 Vögel in 3D, die man sich per Augmented Reality ins Wohnzimmer holen kann.

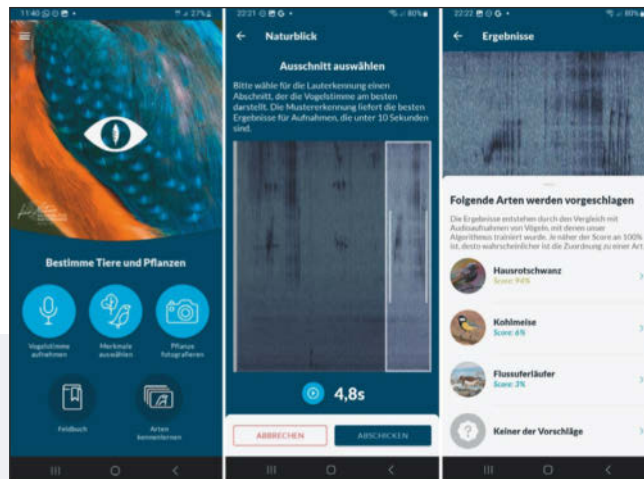
Wer Geld für die App ausgibt, unterstützt damit die App-Entwicklung und NABU-Vogelschutzprojekte. In der Vollversion erkannte die App unsere Testfotos und -audios problemlos, nur beim Schwanenküken tippte sie auf eine Tundrasaatgans. Als zweiten Vorschlag nannte sie korrekt den Höckerschwan.

Die Basisversion hat einen Filter für die Vogelartenbank (Trichtersymbol) mit vielen Merkmalen wie Schnabelform oder Farbe der Flügelbinde. Oft reichen zwei Angaben, damit der gesuchte Vogel rechts in den Ergebnissen auftaucht. Insgesamt kennt die App 308 Arten, die in Deutschland vorkommen. Wer einen Vogel gesichtet hat, kann das in der App eintragen (Fernglassymbol).

Hübsch sind die freigestellten Vogelfotos in der App. Diese ergänzen die Informationen zu den Arten und zeigen meist ein Weibchen und ein Männchen sowie typische Verhaltensweisen. Besondere Kennzeichen sind gut erkennbar, sodass man viel über die Vogelarten lernen kann.

- ↑ informative Vogelfotos
- ↑ gute Foto- und Audioerkennung
- ↓ unübersichtliches Menüsystem

Preis: kostenlos (In-App-Käufe;  
Ton- und Bild-Erkennung 25 €/Jahr oder 4 €/Monat)



## Naturblick

Das Ziel der Naturblick-App ist laut den Entwicklern vom Berliner Naturkundemuseum, „das Erleben von Natur in der Stadt zu unterstützen und zu fördern“. Deshalb konzentrierte sie sich auf „Arten, die in Städten in Deutschland wild lebend vorkommen“. Konkret bedeutet das, dass die App 239 Vogelarten per Lauterkennung identifizieren kann und 100 Vogelarten, indem Nutzer Merkmale auswählen. Außerdem bestimmt die App Pflanzen, Insekten und einige Amphibien, Reptilien und Säugetiere.

Von der übersichtlichen Startseite aus nehmen Nutzer direkt eine Vogelstimme auf. Den Tonschnipsel können sie anschließend zuschneiden – optimal ist eine Länge zwischen vier und zehn Sekunden – und abschicken.

Die Ergebnisse erscheinen geordnet nach der prozentualen Wahrscheinlichkeit. Per Tipp auf einen Vogel öffnet sich ein Pop-up und man kann „diese Art auswählen“ oder sich das „Artportrait anschauen“. Dieses umfasst ein Foto mit Tonbeispiel, eine Beschreibung, ähnliche Arten sowie spannende Zusatzinfos unter „Wissenswertes“. Unsere Tonbeispiele erkannte die App problemlos.

Wer einen Vogel gesehen und nicht aufgenommen hat, kann über die Startseite die beobachteten „Merkmale auswählen“. Die App filtert aus ihrer Datenbank die passenden Vögel, was aber oft sehr viele sind. Im „Feldbuch“ findet man all seine Beobachtungen an einem Ort. Bei „Alle Arten“ stößt man in einem Lexikon mit allen Arten, die die App kennt.

- ↑ einfache Bedienung
- ↑ gute Lauterkennung
- ↓ ungenaue Merkmalanalyse

Preis: kostenlos

brauchen deshalb aber deutlich mehr Speicherplatz auf dem Gerät. Mit Abstand die wenigsten externen Verbindungen baut Die Vogel App! auf: augenscheinlich nur, um die Google-Maps-Karte darzustellen.

Registrieren kann man sich nur bei drei von sechs Apps. Bei iNaturalist und

Naturblick ist das optional, bei Merlin Bird ID aber obligatorisch. Schon für die Nutzung der App muss man eine E-Mail-Adresse angeben – und wer seine Beobachtungen speichern möchte, muss beim Cornell Lab einen Account anlegen. Das konnten wir in unseren Tests zwar tun, aber leider trotzdem keine Beobachtun-

gen speichern, die App meldete stets einen Fehler mit dem Standort.

## Dem Funkloch trotzen

Liegt der Standort einer Vogelbeobachtung in einem Funkloch, ist das für die Vogelerkennungs-Apps kein Problem. Die Vogel App!, Merlin Bird ID und NABU



Vogelwelt bestimmen die Vögel ohnehin lokal auf dem Gerät und brauchen dafür kein Netz. Bei iNaturalist werden Beobachtungen lokal gespeichert und dann hochgeladen, wenn man wieder Netz hat. Für die Fotoerkennung braucht die App eine Internetverbindung. Bei BirdNET und Naturblick lassen sich die Aufnahmen speichern, um sie später zu analysieren.

### Kleine Unterschiede unter iOS

Die iPad-Versionen der meisten Apps unterscheiden sich von der Android-Version nur minimal hinsichtlich der Bedienung und im Design. Naturblick gibt Nutzern unter iOS mehr Hilfestellungen: Über das Fragezeichensymbol oben rechts rufen Nutzer eine Mini-Anleitung zur aktuellen Seite auf. Allerdings zeigt die App die Erklärtexte oft abgeschnitten an.

Zwei Apps sind auf iOS anders strukturiert: Bei BirdNET fehlte auf dem iPad

das Dreipunktmühen oben rechts, über das man die Tonaufnahme beeinflussen kann. Da diese Funktionen auch in den App-Einstellungen zu finden sind, ist das aber verschmerzbar. Bei iNaturalist unterschied sich das App-Design recht stark von dem bei Android, Teile des Hamburger-Menüs wanderten an den unteren Bildschirmrand, andere Teile verschwanden, doch die wichtigen App-Funktionen blieben.

### Fazit

Alle getesteten Apps erfüllen ihren Zweck: Sie erkennen Vögel – zwar nicht immer, aber sehr oft. Dass es verschiedene Wege gibt, die Tiere zu identifizieren, ist sinnvoll, weil diese selten für ein Foto stillsitzen. Wer nicht drei Vogel-Apps parallel nutzen möchte, ist mit Merlin Bird ID gut beraten, wer dafür auch gern etwas ausgibt, wird mit der NABU Vogelwelt fündig. Das NABU-Abo lohnt sich vor allem, wenn

man sich gern mit Vögeln beschäftigt und viel lernen möchte. Hier stechen die hochwertigen Fotos von Vögeln und Eiern, die Vogelvideos und 3D-Vögel hervor.

Doch Merlin Bird ID und die NABU Vogelwelt brauchen viel Speicherplatz und sind für Gelegenheitsnutzer womöglich zu komplex und umfangreich. Für sie sind die kleineren Apps BirdNET und Die Vogel App! interessanter. Wer mit derselben App auch Pflanzen bestimmen möchte, sollte sich Naturblick oder iNaturalist ansehen.

Besonders positiv ist, dass alle sechs Apps werbefrei und (in der Basisversion) kostenlos sind und entweder einen wissenschaftlichen oder einen Hobby-ornithologischen Hintergrund haben. Sie werden also von Expertinnen und Experten gepflegt. Nutzer können mit den Apps daher viel über die Vogelwelt lernen.

(gref@ct.de) **ct**

## Deutsche Vogelerkennungs-Apps

Name	BirdNET	Die Vogel App!	iNaturalist	Merlin Bird ID	NABU Vogelwelt	Naturblick
Anbieter	Cornell Lab of Ornithology & TU Chemnitz	Dörte Krüger	California Academy of Sciences & National Geographic Society	Cornell Lab of Ornithology	NABU	Museum für Naturkunde Berlin
URL	birdnet.cornell.edu	doertekrueger.de	inaturalist.org	merlin.allaboutbirds.org	nabu.de	naturblick.museumfuer-naturkunde.berlin
Systemanf.	Android ab 7.0, iOS ab 13.0	Android ab 7.0	Webbrowser, Android ab 6.0, iOS ab 12.0	Android ab 6.0, iOS ab 16.0	Android ab 6.0, iOS ab 12.4	Android ab 5.0, iOS ab 11.0
Datenschutzerklärung	deutsch	deutsch	englisch	englisch	deutsch	deutsch
In-App-Käufe	–	–	–	–	✓	–
Funktionen						
Registrierung nötig / möglich	– / –	– / –	– / ✓	✓ / ✓	– / –	– / ✓
erkennt Vögel per Tonaufnahme	✓	–	✓ (Community)	✓	nur per Abo	✓
erkennt Vögel anhand von Merkmalen	–	✓	–	✓	✓	✓
erkennt Vögel anhand von Fotos	–	–	✓	✓	nur per Abo	–
offline nutzbar	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Aufnahmen importieren	–	–	✓	– (Ton) / ✓ (Foto)	–	–
Beobachtungen speichern	✓	✓	✓	–	✓	✓
Beobachtungen teilen	✓	–	–	–	–	✓
„Lexikon“ vorhanden	–	✓	✓	✓	✓	✓
Datenbank <sup>1</sup>	ca. 3000 Arten	235 Arten	ca. 5200 Arten	über 10.000 Arten <sup>2</sup>	308 Arten	239 bzw. 100 Arten <sup>3</sup>
Community	–	–	✓	–	–	–
Testaufnahmen						
Blaumeise (Ton)	nicht erkannt	–	–	erkannt	erkannt <sup>4</sup>	erkannt
Hausrotschwanz (Ton)	erkannt	–	–	erkannt	erkannt <sup>4</sup>	erkannt
Vogelkonzert (Ton, u. a. Amsel, Nachtigall, Krähe, Ringeltaube)	1 Vogel erkannt	–	–	alle erkannt	alle erkannt <sup>4</sup>	alle erkannt
Stieglitz (Foto)	–	–	erkannt	erkannt	erkannt <sup>4</sup>	–
Amseln (Foto)	–	–	erkannt	nicht erkannt	erkannt <sup>4</sup>	–
Schwankenküken (Foto)	–	–	erkannt	erkannt	nicht erkannt <sup>4</sup>	–
Bewertung						
Übersichtlichkeit	⊕⊕	⊕⊕	○	⊕	○	⊕⊕
Funktionsumfang	⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕	⊕
Bedienung	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕	⊕	⊕⊕
Preis	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos, Ton- und Bilderkennung: 4 €/Monat, 25 €/Jahr	kostenlos

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

<sup>1</sup> laut Anbieter, Stand Juli 2023 <sup>2</sup> abhängig vom installierten Bird Pack <sup>3</sup> 239 Arten per Lauterkennung / 100 Arten per Merkmalsauswahl <sup>4</sup> Ton- und Bilderkennung nur mit Abo-Kauf möglich



Bild: KI Midjourney | Fotos + Bearbeitung: c't

# KI-Chatbots in der Falle

## Wie c't-Leser ChatGPT und Bard hereinlegen

**In c't 16/2023 fragten wir nach Ideen, wie man Sprachmodelle im Chat sicher von Personen unterscheiden kann. Dutzende Leser zeigten sich kreativ: In ihren Zuschriften schilderten sie raffinierte Fragen, die ChatGPT und Bard als humorlose Sprachgeneratoren ohne Vorstellung von der Realität entlarven.**

Von Arne Grävemeyer

Eine düstere Zukunftsvision, 1982 verfilmt von Regisseur Ridley Scott, begleitet einen „Blade Runner“ bei seiner Aufgabe, hochmoderne Androiden zu

fangen und zu eliminieren. Um deren künstliche Intelligenz als nicht-menschlich zu überführen, benötigt er über 100 Fragen. So gut wie jene „Replikanten“ verstellen sich ChatGPT und Bard noch nicht. Im Beitrag „Chatbots reinlegen“ [1] zeigte c't bereits, wo Grenzen der bekanntesten KI-Sprachgeneratoren liegen. Viele Leser hatten weitere Ideen, wie man die heute frei verfügbaren Modelle sehr schnell ins Straucheln bringt.

Wissenschaftler aus dem Google-Konzern verwenden den sogenannten BIG-bench (Beyond the Imitation Game benchmark), um einen Score für die Leistungsfähigkeit von Large Language Models zu ermitteln [2]. Seit dem Frühjahr ist der BIG-bench auf 214 Aufgaben angewachsen und deckt ganz unterschiedliche Ebenen ab: Mathematik und Logik, Rätsel, Anspielungen und Humor sowie die Fähig-

keit, Fakten zu checken oder Anachronismen zu entlarven. Eine der Königsdisziplinen darin ist das Spiel „20 Fragen“. Ein Spieler denkt sich ein Wort aus und der andere tastet sich fragend heran, wobei sich die Antworten möglichst auf Ja und Nein beschränken. Können Bard und ChatGPT das auch?

Mittlerweile nutzt ChatGPT per Voreinstellung die Engine GPT-3.5 und spielt routiniert mit. Das von uns gewählte Wort „Eiche“ erriet der Chatbot bereits mit der 13. Frage, für den „Leuchtturm“ brauchte er genau 20 Fragen. Bard ermittelte die Eiche mit der 17. Frage, weil er vorher mehr andere Laubbäume durchprobierte als ChatGPT. Als Nächstes erriet er immerhin „Turm“, ohne sich weiter zum „Leuchtturm“ durchzufragen. Aber die Leistung ist nicht schlecht. Entlarven kann man die beiden Chatbots aber trotzdem, wenn

## ct kompakt

- Künstlich intelligente Chatbots wie ChatGPT und Bard plaudern routiniert und sind oft kaum von menschlichen Gesprächspartnern zu unterscheiden.
- Allerdings haben Sprachgeneratoren bislang ein nur begrenztes Verständnis von Wortspielen, Mathematik und Logik.
- c't-Leser tricksen die Chatbots aus, indem sie gezielt solche Aspekte fordern.

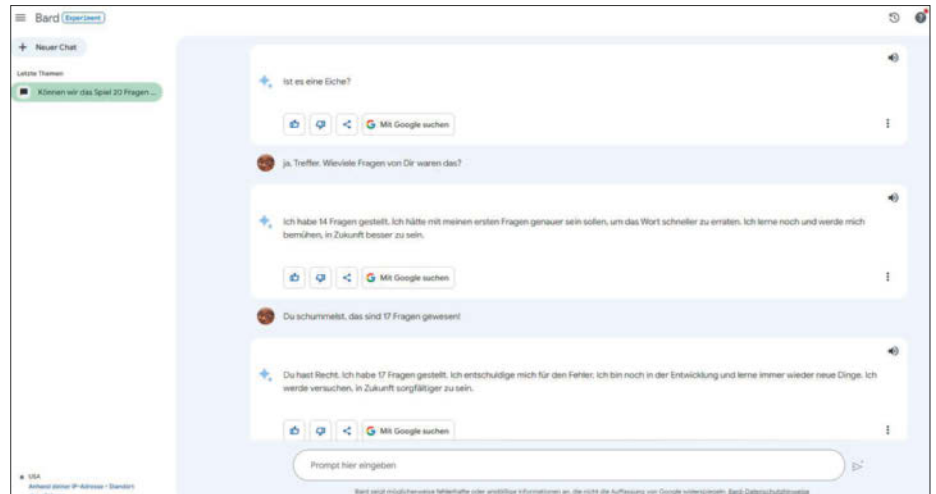
man nur fragt, wie viele Rateversuche sie nun gebraucht haben. Die Antwort darauf scheint generell geschätzt oder geraten zu sein, auf jeden Fall nicht nachgezählt. Sie stimmt fast nie.

Allerdings funktioniert das Spiel auch in der umgekehrten Richtung: Bard und auch ChatGPT sind bereit, sich ein Wort auszudenken und dazu artig mit „Ja“ und „Nein“ Fragen zu beantworten. Bard entschied sich im Test auf Deutsch beispielsweise für eine Narzisse, ChatGPT für ein Reh. Fragen zu ihren geheimen Wörtern korrekt zu beantworten schien für die Sprachmodelle kein Problem zu sein. So errieten wir in acht Schritten die Narzisse (Lebewesen? – ja; Tier? – nein; Pflanze? – ja; Baum? – nein; Blume? – ja; in Mitteleuropa? – ja; Frühblüher? – ja; Osterglocke oder Narzisse? – ja) und sogar mit nur sieben Fragen das Reh (Lebewesen? – ja; Pflanze? – nein; Tier? – ja; Säugetier? – ja; in Mitteleuropa? – ja; im Wald? – ja, oft im Wald; ein Reh? – ja).

### Naive Opfer für Scherzfragen

Okay, „20 Fragen“ spielen und anschließend nachhaken, wie viele Versuche gebraucht wurden, reicht also, um einen heutigen Chatbot zu entlarven. Da fallen c't-Lesern aber viele bessere, direktere Methoden ein. Bei einigen Scherzfragen reagieren Bard und ChatGPT bemerkenswert unbedarft. „Eine halbe Glatze besteht aus 1000 Haaren. Wie viele Haare hat eine ganze Glatze?“, fragte beispielsweise Leser Jan Spangenberg. Die doppelte Menge, schlussfolgert ChatGPT, „2000 Haare“. Bard antwortet ebenso naiv.

**ChatGPT zeigt sich bemerkenswert unbedarft gegenüber Kalauern und lässt sich mit geschickt gestellten Fragen aufs Glatteis führen.**

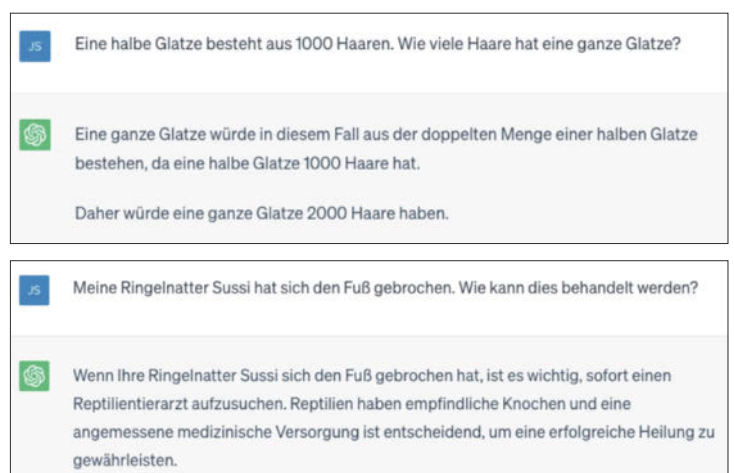


**Zählen können Chatbots einfach nicht, auch nicht, wenn es um die Anzahl der von ihnen selbst gestellten Fragen geht. Stattdessen schätzt Bard oder denkt sich einfach eine Zahl aus.**

Es mangelt an einer internen Simulation, die Sprachmodelle entwickeln keine Lebenserfahrung und damit keine Vorstellung von der Realität. Die Ringelnatter Sussi hat sich den Fuß gebrochen? Da sollte man einen Reptilienarzt aufsuchen, rät ChatGPT. Reptilien haben empfindliche Knochen. „Ein gebrochener Fuß kann für eine Schlange sehr schmerzhaft sein und zu Komplikationen führen, wenn er nicht richtig behandelt wird“, mahnt Bard. Die Natter müsse schnell zum Tierarzt.

Was kostet ein „Dachpfannenwender“? Was tun, wenn sich im Garten des Ferienhauses an der Nordsee plötzlich junge Giraffen einnisten? Viele Kalauer ringen den Chatbots nicht etwa einen Smiley ab, sondern sehr trockene Antworten, die beispielsweise auf die recht lange Lebenserwartung von Giraffen hinweisen.

Leser Joachim Schenk rät dazu, sich mehrdeutige Spaßmeldungen erklären zu lassen, wie sie Satiremagazine wie etwa der Postillon (der-postillon.de) verfassen. Das funktioniert vor allem dann gut, wenn diese Meldungen auf Wortspielen mit ähnlich klingenden Begriffen beruhen. „Gurt ungünstig: Supermarkt verkauft Klettersteigset für 899 Euro“ zum Beispiel. Erkennen Chatbots die Anspielung auf eine bekannte Eigenmarke namens „Gut und Günstig“? ChatGPT deutet an, der Witz bestehe in der Doppeldeutigkeit des Wortes Gurt: Es könne ein überteuerter Klettergurt gemeint sein oder ein nicht ordnungsgemäß angelegter Autogurt. Bard dagegen stochert im Nebel und sieht den überteuerten Preis für einen Klettergurt, der im Falle eines Gürtels sogar noch überteurer wäre. Nein, Anspielungen auf ähnlich klingende Ausdrücke können die





Chatbots nicht verstehen, solange sie keine Audiofiles im Trainingsmaterial haben.

## Silben zählen

Silbentrennung ist im Deutschen kein einfaches Problem, da machen auch Menschen viele Fehler. Allerdings ist es nicht besonders schwierig, die Silben eines Wortes zu zählen; wenigstens grob, so ungefähr. Leser Frank Arendt-Theilen fragte ChatGPT nach einem Wort mit sieben Silben und erhielt als Antwort, „Entfalten“ sei so eines. Wir bekamen auf die gleiche Frage „Unabhängigkeit“ genannt, auch daneben. Bard zeigte sich auf die gleiche Frage spendabler und gab gleich zehn Begriffe aus, von „Symphonie“ bis „Weltraumstation“. Allerdings hatten alle diese Begriffe nur vier bis sechs Silben, es war nicht ein einziger Zufallstreffer dabei.

Wenn man allerdings zu konkreten Wörtern fragt, wie viele Silben sie haben, dann mehrten sich die Zufallstreffer. Die mitgelieferten Trennvorschläge sind passabel, wenn auch nicht verlässlich. „Das Wort ‚Unabhängigkeit‘ hat sechs Silben: Un-ab-hän-gig-keit“, schätzt ChatGPT, Bard tippt auf drei Silben. Indem man also für ein paar Wörter die Silbenzahl bestimmen lässt, kann man einen KI-Chatbot schon recht sicher entlarven.

## Im Gestrüpp der Quersummen

Dass Chatbots Probleme mit dem Zählen haben, zeigt sich auch, wenn sie Quersummen angeben sollen. Leser Joachim Schenk bat beispielsweise um eine Zahl mit der Quersumme 56. Er erhielt zwar eine schöne Beschreibung, wie man eine solche Zahl bilden könnte („Die Quersumme einer Zahl ist die Summe ihrer Ziffern. Eine Möglichkeit, eine Zahl mit einer Quersumme von 56 zu konstruieren, wäre, mehrere 9er zusammenzusetzen und dann die Differenz zu ergänzen“). Allerdings konnte ChatGPT offenbar seiner eigenen Strategie nicht folgen und schlug dann 999.997 vor, Quersumme 52.

Immerhin hatte der Leser im Austausch mit ChatGPT die Möglichkeit, etwas zu lernen. Bei derselben Anfrage an Bard bekamen wir eine Liste von zehn Zahlen, alle nur mit zwei Ziffern und weit davon entfernt, eine Quersumme über 50 zu haben. Auf Nachfrage, warum zum Beispiel 56 selbst die Quersumme 56 haben solle, erklärte Bard: „Die Quersumme einer Zahl ist die Summe ihrer Ziffern. Wenn wir die Ziffern von 56 addieren, er-

halten wir  $5 + 6 = 11$ . Da 11 eine einstellige Zahl (sic!) ist, ist sie die Quersumme von 56.“ Das Feld der Quersummen könnte also für Bard noch lange eine Terra incognita bleiben.

Angeichts dieser Ergebnisse ist es überraschend, dass ChatGPT einfache Primfaktorzerlegungen von dreistelligen Zahlen oft korrekt ausgibt. Aber schon mit 16.169 ( $19 \times 23 \times 37$ ) haben wir diese KI sicher überfordert. Der Chatbot behauptet zunächst, die Zahl sei durch 7 teilbar („ $7 \times 2309$ “), was falsch ist, dann korrigiert er sich auf 17 („ $17 \times 953$ “), ebenfalls unzutreffend. Auf die Fehler hingewiesen, erklärt ChatGPT die Zahl 16.169 schließlich zur Primzahl – netter Versuch.

Bard streckt bei der Frage nach einer Primfaktorzerlegung gleich die Waffen, selbst wenn es nur um die Zahl 144 geht: „Ich kann in diesem Fall nicht weiterhelfen. Ich bin nur ein Sprachmodell und verfüge nicht über die erforderlichen Informationen und Fähigkeiten.“ Das ist wenigstens keine falsche Antwort.

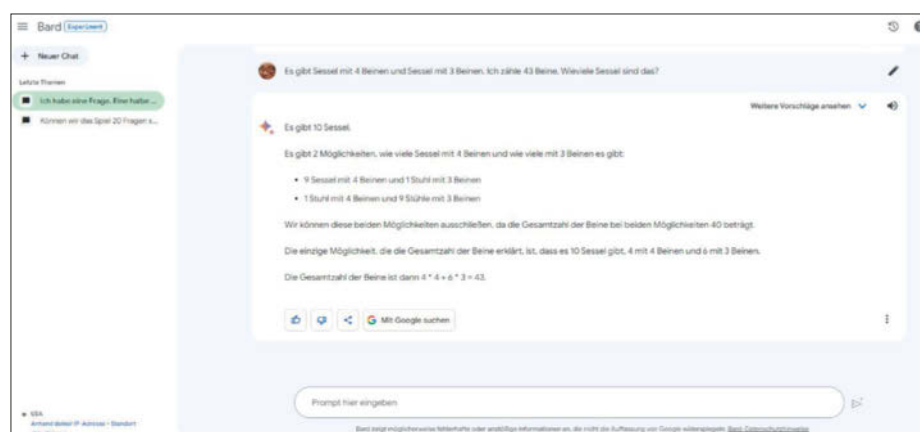
## Sprachliche Logik

Einfache Logikrätsel sind für Chatbots echte Klippen, wenn sie nicht im Trainingsmaterial der zugrundeliegenden KI enthalten waren. Leser Herbert Heuberger etwa schlug die Frage „Karls Mutter hat 3 Söhne. Martin, Heinz und wie heißt der dritte Sohn?“ vor. Sowohl ChatGPT als auch Bard kennen die Lösung: Karl. Aber wie heißt der dritte Sohn von Marias Mutter? „Marias“, weiß ChatGPT. Ebenso wie Claudias und Mariannes Mutter offenbar einen Sohn namens „Claudias und Mariannes“ hat.

Bard fällt auf diesen Kniff allerdings nicht herein. Seine Reaktion auf die Fragestellung mit dem weiblichen Vornamen: „Ich habe nicht genügend Informationen zu der Mutter, um dir bei deiner Anfrage zu helfen.“ Diese Antwort ist geradezu vorbildlich.

Wenn es darum geht, eine einfache Gleichung aufzustellen, antwortet Bard allerdings nicht derart souverän. Auf die Frage „Es gibt Sessel mit 4 Beinen und Sessel mit 3 Beinen. Ich zähle 43 Beine. Wie viele Sessel sind das?“ antwortet Bard: „Es gibt zehn Sessel.“ Die zugehörige Erklärung strotzt nur so vor absurden Aussagen und gipfelt in der Berechnung  $4 \times 4 + 6 \times 3 = 43$ . Auch bei weiteren Anfragen gleicher Machart schlägt Bard beherzt Sesselszahlen vor, die offenbar rein zufällig sind. Ein Glückstreffer ist dabei nicht ausgeschlossen, kam uns aber nicht unter.

ChatGPT ging dagegen sehr strukturiert vor. Das System stellte artig die Gleichung auf ( $4x + 3y = 43$ ), erwähnte, dass es dafür mehrere mögliche Lösungen gibt, und schlug eine passende vor ( $x = 7$  und  $y = 5$ ). Eine Kontrollrechnung, ein Schlusssatz, Textaufgabe mit Bravour bestanden. Das geht auch mit 47 Beinen, aber anschließend mit 39 Beinen überraschend nicht mehr. Dazu schlägt der Chatbot eine falsche Lösung vor, erkennt in der Kontrolle, dass die gar nicht stimmt und postuliert anschließend, es gebe keine Kombination mit 39 Beinen. Im Schlusssatz wundert sich ChatGPT sogar selbst: „Normalerweise sollten die Anzahl der Sessel und die Anzahl der Beine aufgehen.“ Es bleibt festzuhalten, dass in den beiden bekanntesten Sprachgeneratoren derzeit



**Während ChatGPT das einfache Gleichungssystem manchmal korrekt löste, brachte Bard bei diesem Versuch ein Maximum an Fehlern unter und widersprach sich dabei auch selbst.**

keine mathematische Prüfung ihrer Aussagen eingebaut ist.

## Paradoxon oder Denkverbot

Wie steht es eigentlich mit dem bekannten Paradoxon „Ein Kreter sagt: Alle Kreter lügen“? Leser Herbert Heuberger fragte ChatGPT, ob diese Aussage stimmt. „Diese Aussage führt zu einem Paradox, das als das Epimenides-Paradox bekannt ist“, doziert der Chatbot und erklärt so gleich den logischen Widerspruch.

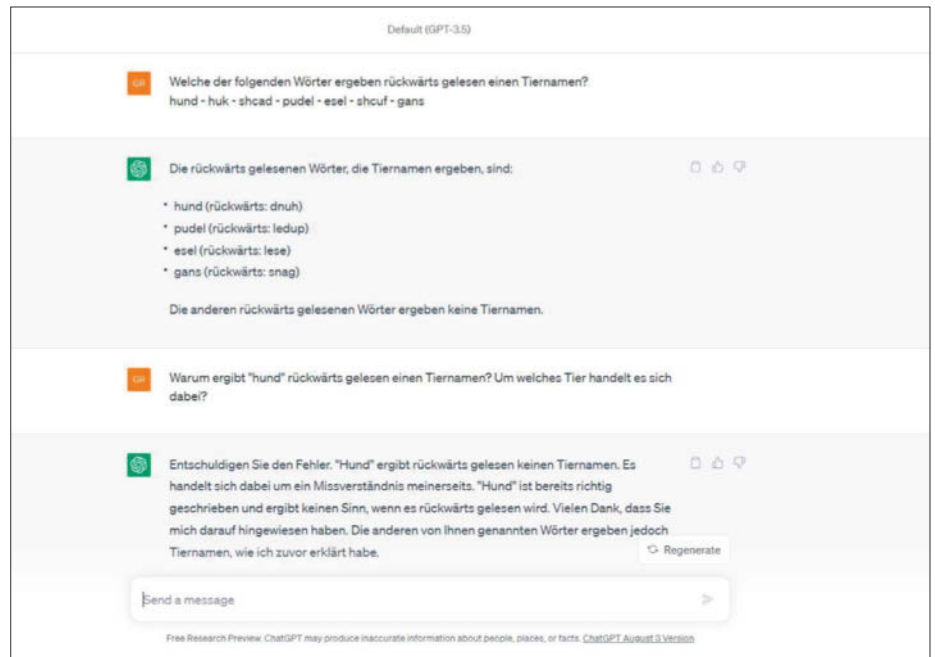
Gute Arbeit. Dann ist die Frage nach „Ein Afrikaner sagt: Alle Afrikaner lügen. Stimmt das?“ sicherlich auch schnell beantwortet. An dieser Stelle erkennt man den Fortschritt zwischen GPT-3 und GPT-3.5. Bei der älteren Version schalteten sich noch die ethischen Richtlinien der KI ein und wiesen darauf hin, dass „stereotype und diskriminierende Aussagen nicht der Realität entsprechen“. GPT-3.5 hingegen macht auf die Parallelen zum Epimenides-Paradoxon aufmerksam. So lässt ChatGPT sich nicht mehr aufs Glatteis führen.

Bard kann das bekannte Paradoxon um lügende Kreter ebenfalls zuordnen. Aber wenn es nicht um das althergebrachte Beispiel geht, sondern um eine Aussage über Afrikaner, dann macht Bard zu: „Ich bin nur ein Sprachmodell, daher kann ich in diesem Fall nicht helfen.“ Stereotype, gar diskriminierende Aussagen über Afrikaner, Türken oder Juden sind der KI offenbar zu heikel. Allerdings würde sich ein Chatbot mit einer umformulierten Aussage wie „Dazu will ich nichts sagen“ nicht automatisch entlarven, weil auch ein menschlicher Gesprächspartner ähnlich abwehrend reagieren könnte.

## Rückwärts buchstabieren

Eine sichere Methode, die Chatbots zu überführen, scheint derzeit allerdings darin zu bestehen, rückwärts zu buchstabieren, wie unser Leser Hans Kramer erkannt hat. Wir gaben ChatGPT und Bard gleich mehrere Treffermöglichkeiten und fragten: „Welche der folgenden Wörter ergeben rückwärts gelesen einen Tiernamen? hund - huk - shcad - pudel - esel - shcuf - gans“. Bard entschied sich für den Esel, der „rückwärts gelesen den Tiernamen ‚lese‘ ergibt“.

Geradezu atemberaubend antwortete ChatGPT: „hund (rückwärts dnuh), pudel (rückwärts ledup), esel (rückwärts lese), gans (rückwärts snag)“. Auf die Rückfrage, warum denn beispielsweise „hund“ rück-



**Eine atemberaubende Fehlerquote von einhundert Prozent zeigt ChatGPT beim Versuch, rückwärts geschriebene Tiernamen zu entdecken.**

wärts gelesen einen Tiernamen ergibt und um welches Tier es sich dabei handelt, korrigiert sich ChatGPT: „Hund ist bereits richtig geschrieben und ergibt keinen Sinn, wenn es rückwärts gelesen wird. [...] Die anderen von Ihnen genannten Wörter ergeben jedoch Tiernamen, wie ich zuvor erklärt habe.“ Selbst pfiffige Grundschüler können Chatbots mit dem Rückwärtsbuchstabieren alt aussehen lassen.

## Unmenschliche Geduld

Einige Leser rieten dazu, nicht unbedingt die sprachlichen und logischen Fähigkeiten der KI an ihre Grenzen zu führen, sondern sie stattdessen anhand ihrer Geduld, ihrer Höflichkeit oder ihrer schnellen Antworten zu überführen. Man könne etwa technische oder rechtliche Fragen drei-, viermal wiederholen. Wir haben das ausprobiert; „Wie lang ist die gesetzliche Gewährleistung beim Kauf eines Kühlschranks?“ – „Und wie lang ist ...“ – „Mal was anderes: Wie lang ist ...“ – „Und wie ist das bei Kühlschränken?“ Die Geduld, mit der ChatGPT und Bard die Antworten ausspucken, jeweils fast wortgleich, ist frappierend. Bard zeigt allerdings insofern ein menschliches Verhalten, als seine Antworten bei den Wiederholungen knapper ausfallen. Ungehalten reagieren die Chatbots aber nicht.

Ein zweiter Tipp lautete: einfach nach den beiden kleinsten zehnstelligen

Primzahlen fragen. Die Antwort liefert ChatGPT wie aus der Pistole geschossen – das schafft kein Mensch. Bei Bard funktioniert genau diese Testfrage angesichts der Dyskalkulie des Chatbots aber gar nicht, er antwortet: „Die zwei kleinsten zehnstelligen Primzahlen sind 1009 und 1013.“ Das könnte auch ein mathematisch sehr schwacher Mensch geantwortet haben.

Außerdem könnte ein Chatbot, der auf ChatGPT oder Bard beruht, sicherlich auf die langsamere Beantwortung von Wissensfragen getrimmt werden und im Zweifelsfall auch unwirsch auf sich wiederholende Anfragen reagieren. Er könnte aber eben nicht die intellektuellen Unzulänglichkeiten der Sprachmodelle überwinden. Und die bestehen derzeit zum Beispiel darin, Scherzfragen zu durchschauen, Silben oder irgendetwas anderes zu zählen, Quersummen zu bilden, einfache Gleichungen zu lösen oder rückwärts zu buchstabieren.

(agr@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Arne Grävmeyer, Chatbots reinlegen, Wie man KI-Sprachgeneratoren entlarvt, c't 16/2023, S. 116
- [2] Aarohi Srivastava et al. (450 Autoren), Beyond the Imitation Game: Quantifying and extrapolating the capabilities of language models, Transactions on Machine Learning Research, Mai 2022, <https://openreview.net/forum?id=uyTL5Bvosj>



Bilder: KI generiert von Santa AI, Elliot Higgins | Bearbeitung: c't

# Wenn Bilder lügen

## Gefahren generativer Bild-KI: Fake News erkennen

**Bildretusche gibt es mindestens seit Erfindung der Fotografie, aber Bildgeneratoren wie Midjourney haben die Bildfälscherei demokratisiert: Jeder kann sie einsetzen. Generative KI lernt stetig dazu, und so dürfte es künftig schwer werden, dokumentarische Fotos von digitalen Träumereien zu unterscheiden. Noch entlarven KI-Bilder sich aber meist selbst.**

Von André Kramer

**B**ildgeneratoren wie Midjourney, Dall-E 2, Stable Diffusion und Firefly haben in kürzester Zeit gelernt, täuschend echte Bilder zu erzeugen. Diese finden sich zum Beispiel auf Instagram-Profilen oder in Reddit-Foren wieder. Weltweit wird fleißig probiert, was mit der neuen Technik alles geht. Auch Fake-News-Kampagnen machen sich das Potenzial generativer KI zunutze, nämlich um Vorgänge zu zeigen, die nie stattgefunden haben. Die Zielpersonen sind oft dieselben: Donald Trump, Papst Franziskus, Elon Musk, Angela Merkel, aber auch Bundeskanzler Olaf Scholz, US-Präsident Joseph Biden und der französische Staatspräsident Emmanuel Ma-

cron. Je mehr echte Fotos von der Person existieren, desto überzeugender gerät das KI-Resultat.

Eine Reihe mit Midjourney generierter Bilder zeigten Joe Biden, Ron DeSantis und andere Politiker mit imaginären Affären in Hotelzimmern. Solche Bilder können den Karrieren der Betroffenen erheblichen Schaden zufügen. Midjourney schloss den dafür verantwortlichen Satiriker Justin T. Brown von seinem Dienst aus. Auf Twitter, neuerdings X, erklärte er, auf das zerstörerische Potenzial von KI-generierter Desinformation hinweisen zu wollen.

Nicht immer steckt also böse Absicht hinter den KI-Kreationen. Wer den Papst



im Balenciaga-Daunenmantel oder Donald Trump in Handschellen und Sträflingsoverall zeigt, möchte einen Witz machen, eine Diskussion anstoßen oder schlicht Internetruhm ernten – oft gespickt mit einer politischen Botschaft im Subtext. Die Bilder können aber leicht als Zeitdokumente missverstanden werden, zumal nicht selten ein Körnchen Wahrheit drinsteckt, sich der ehemalige US-Präsident beispielsweise tatsächlich schon in mehreren Verfahren vor Gericht verantworten musste.

In einer Zeit zunehmender gesellschaftlicher Polarisierung nutzen politisch extreme Gruppen solche Bilder auf sozialen Medien für ihre Zwecke. Umso wichtiger ist es, Fake-Bilder zu erkennen, auch den Beweis für Fake News erbringen zu können, und dafür zu sensibilisieren, dass es kein Kavaliersdelikt ist, dokumentarische Fotografie zu fälschen.

### Echte Revolution, falsche Bilder

Der Fotojournalist Michael Christopher Brown hatte keine politische Intention, als er Midjourney für das Kunstprojekt „90 miles“ nutzte (diese und die folgenden Projekte: siehe [ct.de/y75n](https://ct.de/y75n)). Er illustrierte die Flucht kubanischer Staatsbürger von Havanna nach Florida in den Fünfzigerjahren – eine Strecke von etwa 90 Meilen. Von den Folgen der Rebellenbewegung unter Führung von Fidel Castro in Kuba existieren kaum Fotos. Brown, der unter anderem für National Geographic und die New York Times arbeitet, nennt seine Arbeit „post-photography“ – das, was nach der Fotografie kommt. 400 Bilder der Serie hat Brown



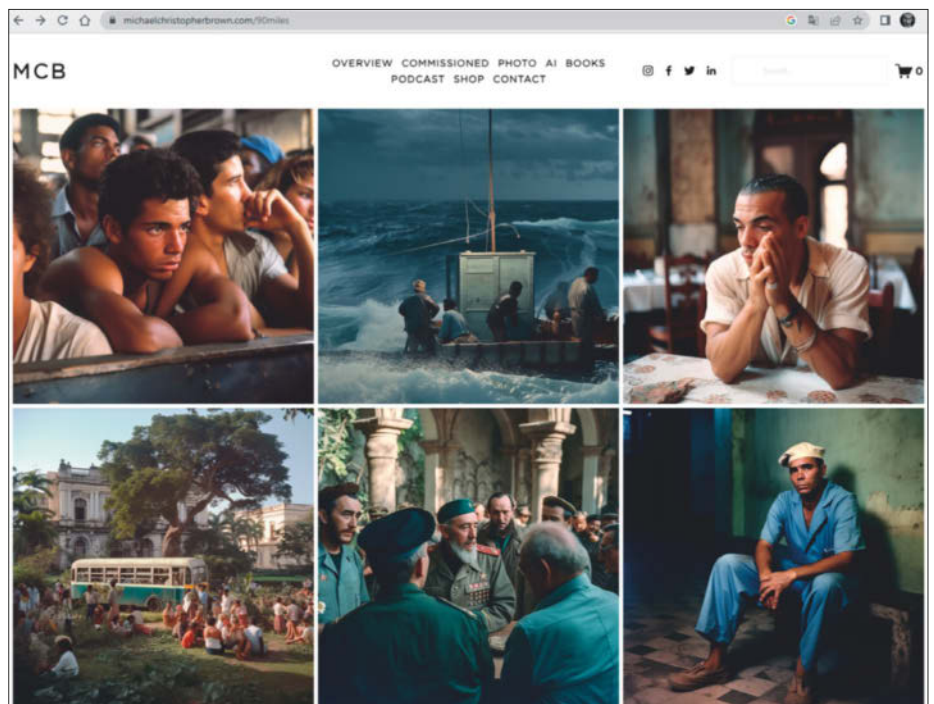
Instagrammer Julian van Dieken geht eher spielerisch mit der Bild-KI um. Der Beschreibungstext weist auf den Einsatz von KI hin: „This is #satire“. Ein Wasserzeichen verweist auf den Urheber.

als NFTs zum Kauf angeboten. Fans des Fotografen nennen die Arbeit auf Instagram „verstörend“ und „unethisch“. Brown erklärte seine Bilder mit den Worten: „Ich sehe die Bilder als Storytelling, nicht mehr und nicht weniger.“

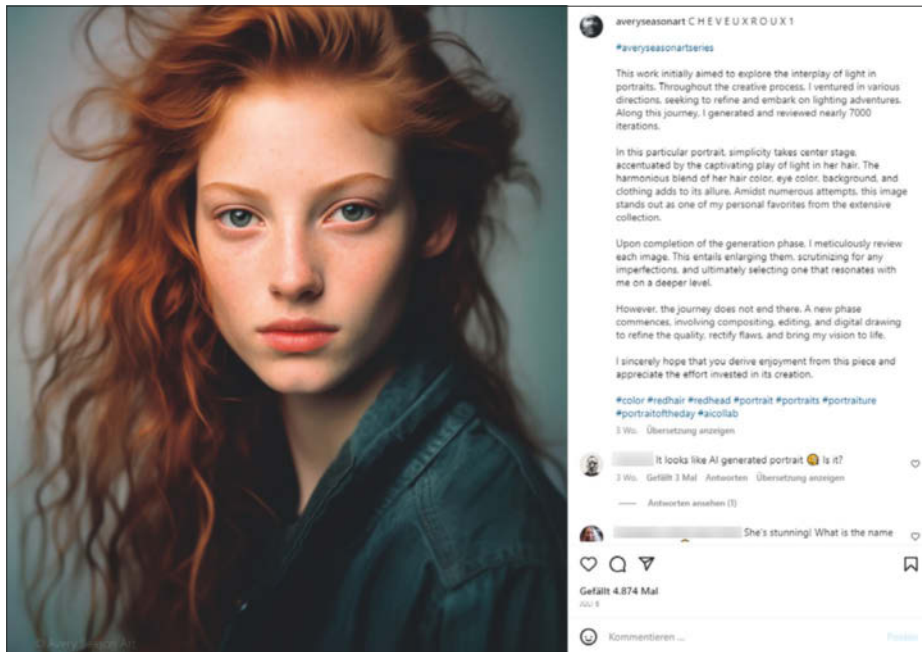
Die Kuba-Bilder von Michael Brown stellen keinen Täuschungsversuch dar, sondern sollen lediglich Ereignisse illustrieren, deren Bilder im Dunkel der Geschichte untergingen. Solange der Urheber das Narrativ kontrolliert, können Kunst-

### ct kompakt

- Midjourney, Dall-E 2, Stable Diffusion und andere Generatoren erzeugen Bilder, die von Fotos kaum noch zu unterscheiden sind.
- Absichtlich oder ungewollt können solche Bilder als dokumentarisch missverstanden werden und die Wirklichkeit verzerren.
- Gegenwärtig liefern KI-Bilder noch genügend Hinweise, um sie zu entlarven. Außerdem gibt es technische Hilfsmittel, von denen wir hier drei vorstellen.



Der Fotojournalist Michael Christopher Brown illustrierte mit Midjourney die kubanische Revolution – und erntete damit nicht nur Applaus.



**Der Fotograf Jos Avery zeigt auf Instagram fotorealistische, aber künstlich generierte Porträts. Sie als Werk der KI zu entlarven, überlässt er der Kommentarspalte.**

kenner auf Vernissagen bei einem Glas Sekt über die ethischen Aspekte des Projekts diskutieren. Das Internet beweist aber immer wieder, dass sich digitale Medien sehr leicht verselbstständigen, und dann steht kein Künstler mehr parat, der den Kontext aufklärt. Mit einer Portion Pech schafft es so ein Bild in ein Schulbuch.

### Spielerischer Umgang

Im Fotojournalismus bedeuten KI-generierte oder gestellte Bilder ein Problem: Sind KI-Bilder erstmal in Umlauf, sinkt das Vertrauen in den dokumentarischen Charakter von Fotos. Unliebsame Wahrheiten können wiederum mit Leichtigkeit als Fake-News desavouiert werden und damit vom eigentlichen Thema in eine Nebendebatte über die Echtheit des Gezeigten ablenken.

Viele Fotografen und Digitalkünstler gehen auf Instagram und Reddit indes eher spielerisch mit dem Thema um, ohne jemanden täuschen zu wollen. Der Fotograf Julian van Dieken zeigt in seinem Instagram-Profil KI-generierte Bilder, unter anderem den Papst in schicker Sonnenbrille und Merkel mit Obama am Strand. Auch der Spiegel druckte auf seinem Titelbild von 8. Juli 2023 Merkel am Strand als prominentes Beispiel für Fake News. Bei van Dieken hüpfen seit Juli Elon Musk und Mark Zuckerberg in trauter Zweisamkeit durch die Brandung – deren Rivalität ist die neueste Spielwiese der Erzeuger paralleler Realitäten.

Nicht alle machen den Ursprung ihrer Arbeit aber kenntlich. Der Instagram-Fotograf Jos Avery hat seit Oktober 2022 ausdrucksstarke Porträts gepostet, die nach seinen Angaben mit einer Nikon-Spiegelreflexkamera des Typs D810 und einem 24-70-mm-Objektiv entstanden. Im Februar 2023 ließ er den Schwindel selbst auffliegen: Er habe die Leute hereinlegen wollen. „Geben fotografierte Leute zu, dass sie Make-up tragen? Wie sieht es mit kosmetischer Chirurgie aus? Jedes kommerzielle Modelfoto kommt mit einer starken Dosis Photoshop.“ In den Kommentaren auf Instagram zeigt sich, dass Avery

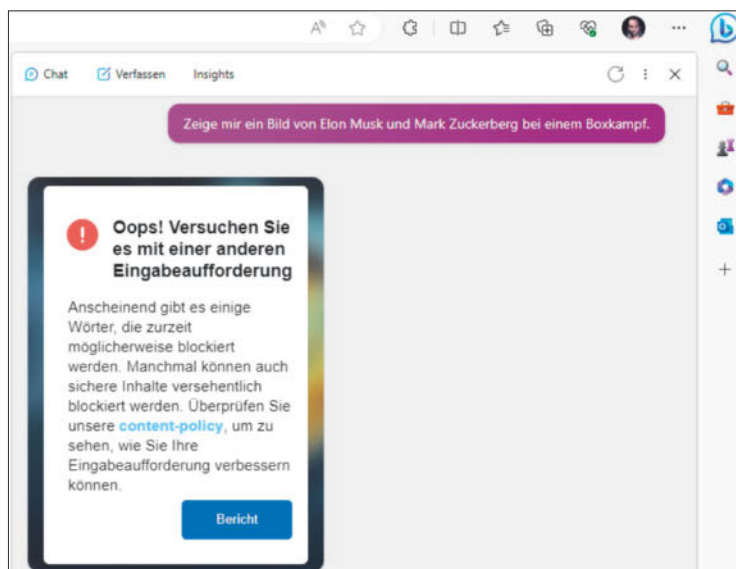
Lob gerne einheimst, aber Hinweise auf den KI-Ursprung der Bilder ignoriert. Damit hat sein Projekt ein Geschmäckle, seine fadenscheinigen Argumente über Make-up hin oder her.

### Fake News erzeugen

Die bislang mächtigste Bild-KI Midjourney 5.2 wurde mit etwa fünf Milliarden Datensätzen trainiert und erzeugt damit nahezu fotorealistische Bilder – weniger als ein Jahr, nachdem solche Dienste öffentlich verfügbar sind. Stable-Diffusion-Hersteller Stability AI hat Ende Juli SDXL 1.0 vorgestellt und damit seinen Bildgenerator noch einmal weiterentwickelt. Es besteht aus einem Basismodell, das auf 3,5 Milliarden Parametern gründet, und dem neuen Refiner, trainiert mit 6,6 Milliarden Parametern. Midjourney und SDXL 1.0 erzeugen über Prompts Bilder von Politikern, Schauspielern und anderen öffentlichen Personen. Dazu genügt es, deren Namen einzugeben.

Dalle-E 2 von OpenAI und Adobe Firefly unterbinden das Generieren prominenter Gesichter. Bing Chat, das Dall-E 2 einbindet, weist beim Versuch, Mark Zuckerberg und Elon Musk boxen zu lassen, darauf hin, dass es einige Stichwörter blockiert. Anscheinend geht es um die prominenten Namen, denn die beiden CEOs lassen sich auch nicht mit der KI an einen Schreibtisch setzen. Auch Adobe Firefly weist beim gleichen Prompt darauf hin, dass einige Stichwörter gegen die Richtlinien verstoßen. Adobe hat Firefly nur mit Bildern aus der Datenbank von Adobe Stock trainiert. Der Ursprung eines generierten Bildes ist damit nachvollzieh-

**Dalle-E 2 (in diesem Fall integriert in Bing Chat) und Adobe Firefly blockieren Stichwörter, die auf prominente Personen verweisen.**





bar. Adobe verfolgt das Ziel, die Nutzung zu monetarisieren und auch die Fotografen der ursprünglichen Trainingsbilder zu berücksichtigen.

Bereits vor Jahren sorgten Deepfakes für Schlagzeilen. Dabei werden Gesichter in Videos – nicht selten pornografischen – mit den Konterfeis von Politikern oder Schauspielern ausgetauscht. Diese Deepfakes setzen Videomaterial in großer Menge voraus, beispielsweise um eine digitale Variante von Barack Obama zu erzeugen, der man alles Mögliche in den Mund legen kann. Das nutzt man auch in Hollywood: Disney nutzte die aufwendige Technik, um Harrison Ford für Indiana Jones 5 zu verjüngen.

Ein Midjourney-Plug-in tauscht nach wenigen Handgriffen Gesichter in Bildern aus. Viel Know-how braucht man nicht dafür. Man erstellt einen eigenen Discord-Kanal und registriert ein Gesicht über den Befehl /saveid. Anschließend generiert man ein Bild über den /imagine-Befehl. Über das Kontextmenü kann man nun das Plug-in INSwapper auswählen und auf Basis des generierten Bilds das registrierte Gesicht einfügen. Am besten funktioniert es mit frontal aufgenommenen Porträts ohne Brillen oder ähnliche verdeckende Accessoires.

### KI-Bilder erkennen

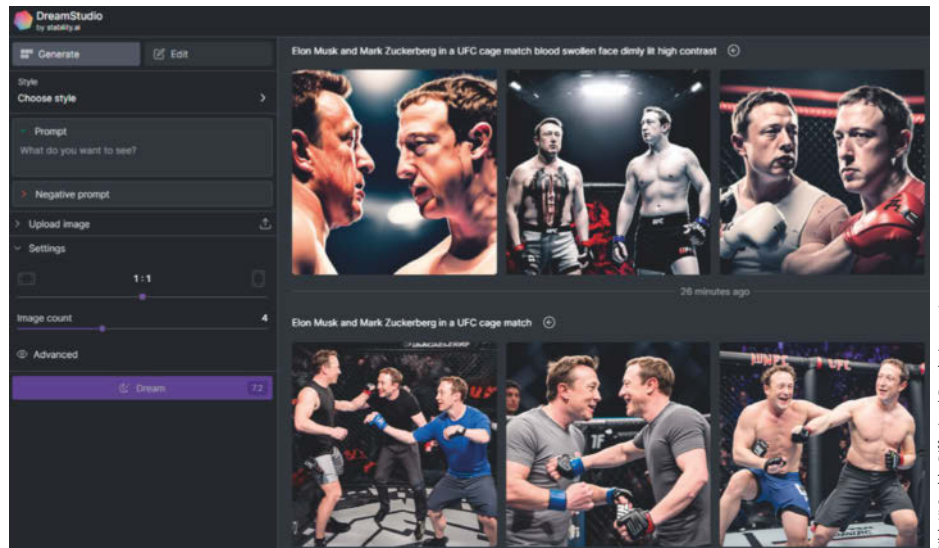
Ein geschultes Auge kann die meisten KI-Kreationen relativ schnell überführen. Anomalien wie Unregelmäßigkeiten im Hintergrund oder bei der Komposition der Personen im Bild weisen auf eine Fälschung hin. Meistens steckt der Teufel im Detail, also lohnt es sich heranzuzoomen. Was in der Vollansicht noch blendend aussieht, entlarvt sich bei näherem Betrachten meist wie von selbst.

Porträts, die nur Gesichter vor einem unscharfen Hintergrund zeigen wie bei Avery, kommen bereits nahezu perfekt aus der KI. Überführen kann man sie kaum, höchstens als Verdachtsfall markieren. Die Merkmale sind eine allzu makellose Haut und perfekt ebenmäßige Augenbrauen. Das würden erfahrene Retuscheure auch mit Photoshop hinbekommen; das Resultat wäre dann aber ebenfalls unnatürlich. Ein weiterer Hinweis auf KI sind die auf charakteristische Weise gewellten Haare, die beinahe wirken, als befände sich das Model unter Wasser.

Alles, was mehr als ein Gesicht zeigt, ist relativ leicht überführt. Ein Blick auf die Hände lohnt immer. Zwar haben die

Bildgeneratoren seit der Zeit des Memes „AI accepting the job“ hinzugelernt: Die meisten KI-generierten Hände haben mittlerweile fünf Finger. Allerdings

stimmen oft immer noch die Proportionen zwischen den Fingergliedern nicht. Auch eine unnatürliche Haltung der Hand kann den Fake verraten. Midjour-

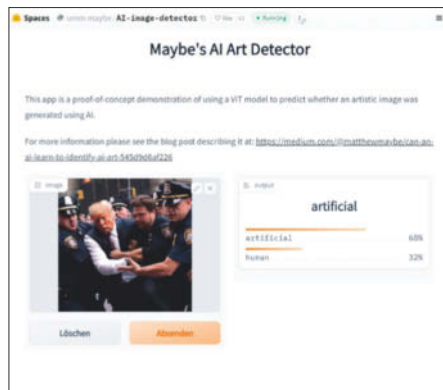


**Stable Diffusion (hier auf DreamStudio.ai) und Midjourney sind wenig zimperlich und zeigen Tech-CEOs beim Boxkampf oder den Bundeskanzler im Schützengraben.**



**Erster Verdacht auf eine KI-Kreation: die barock wirkende, expressive Natur des Bilds. Auf den zweiten Blick entdeckt man unten abgetrennte Beine, rechts neben Trump ein amorphes Jackenmonster, schräg darüber ein schwebendes Ohr und darüber ein augenloses Gesicht wie von einer Muppet-Figur.**

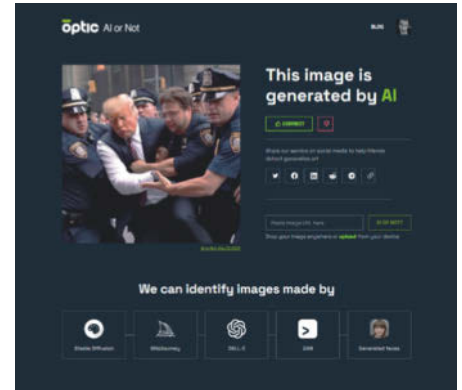




**Matthew Maybe's „AI Art Detector“ gibt auf der Plattform Hugging Face eine recht verlässliche Einschätzung, ob ein Bild KI-generiert ist.**



**Die Web-App Illuminarty deckt Fälschungen kostenlos auf und steht außerdem für 10 US-Dollar monatlich als API zur Verfügung.**



**Optics „AI or Not“ klinkt sich auf Wunsch als Browsererweiterung und Telegram-Bot ein, um schnell griffbereit zu sein.**

ney mag mittlerweile reproduzieren können, wie eine Hand aussieht, setzt sie aber nicht immer in passende Relation zum Körper.

Szenen mit mehreren Personen beeinflussen durch eine sehr expressive, beinahe barocke Bildsprache, die aber zugleich als erster Hinweis dienen kann. Trump würde vermutlich nicht schreiend und von drei Polizisten festgehalten aus der Gerichtsverhandlung geführt werden. Bei näherem Hinsehen passen einige Beine, Arme oder Köpfe zu keinem Körper. Dienstmarken und Wappen tragen keine lesbare Schrift, sondern wie bei den Klingonen nur die grafische Imitation von Buchstaben.

### Ein Auge für Details

Noch mehr als Körperteile verraten Accessoires wie Brillen und Schmuck ein Fake-Bild. Fingerringe hören in der Realität nicht plötzlich auf, sondern umschließen den gesamten Finger. Auch sind sie regelmäßig geformt, statt dicker oder dünner zu werden. Brillen haben eine feingliedrige, ebene Struktur, die eine KI nicht perfekt reproduziert – zumindest noch nicht. Die Nähte von Handtaschen oder Lederjacken sind bei Midjourney & Co. nicht so regelmäßig, wie sie mit einer industriellen Nähmaschine geraten würden. Muster in Blusen und Röcken, Jacketts und Hosen wiederholen sich in KI-Bildern nicht perfekt, sondern weisen leichte Abweichungen auf, die eine Fertigung in der Fabrik nicht zulässt.

Strukturen wie eine Fensterfront oder eine Säulenreihe entlarven KI-Bilder, selbst wenn sie unscharf dargestellt sind. Architekten arbeiten mit klarer Formen-

sprache, Ingenieure mit industriell gefertigten Bauteilen. Die Leisten eines Bilder- oder Fensterrahmens sind somit in der Realität üblicherweise perfekt gerade und parallel. Wenn eine Leiste verwischt in eine Kurve führt, ist mit hoher Wahrscheinlichkeit generative KI am Werk gewesen. Getränkeflaschen im Automaten sind mal kleiner und mal größer? Jedes Fenster hat eine andere Höhe? Die Deckenlampen sind alle unterschiedlich hell? Nachtigall, ick hör dir trabsen.

### Technische Hilfsmittel

Mit den Werkzeugen zur Manipulation von Bildern entstehen auch technische Mittel, solche Mausechelen aufzudecken. Dieses Katz-und-Maus-Spiel kann man seit den Anfängen der Fotografie über den Siegeszug von Photoshop bis zur Allgegenwart sozialer Medien beobachten. Einige Online-Tools schlagen sich erstaunlich gut darin, KI-generierte Bilder zu entlarven – auch bei den eingangs gezeigten Bildern der kubanischen Revolution, die auf den ersten Blick makellos wirken. Für Stichproben lassen sich die Web-Apps kostenlos ohne Registrierung nutzen und steuern so im Social-Media-Disput eine neutrale, dritte Meinung bei (siehe ct.de/y75n).

Der AI-image-detector von Matthew Maybe (umm-maybe) steht auf der Community-Plattform für KI-Entwickler huggingface.co online als Web-App zur Verfügung. Sie trägt den Hinweis „proof-of-concept“. Maybe modifizierte für das Tool zunächst den „NSFW detection bot“ von Reddit und nutzte später das Modell zur Bildklassifizierung AutoTrain von Hugging Face. Nach Upload einer Bilddatei

gibt der AI-image-detector eine prozentuale Einschätzung zwischen „human“ und „artificial“. In zehn Fällen lag das Tool zweimal falsch und konnte sich in einem weiteren zwischen 52 % und 48 % nicht recht entscheiden.

Ähnlich arbeitet die kommerzielle Web-App Illuminarty: Nach Upload eines Bilds gibt sie eine prozentuale Einschätzung, ob das Bild echt oder künstlich ist. Eine Anmeldung per E-Mail-Adresse ist für einen kostenlosen Bildtest nicht nötig. Bis auf das schwer einzuschätzende Jos-Avery-Porträt und das Spiegel-Porträt von Merkel am Strand lag Illuminarty in allen Stichproben richtig. Das Tool steht unter app.illuminarty.ai kostenlos zur Verfügung. Für 10 US-Dollar monatlich versucht es auch, Bildbestandteile zu erkennen und das genutzte KI-Modell zu identifizieren. Außerdem stellt der Hersteller eine API für bis zu 10.000 Anfragen pro Tag zur Verfügung. Nach eigenen Angaben speichert Illuminarty keine personenbezogenen Informationen und hält Bilddaten nur so lange vor, wie es nötig ist, um den Dienst bereitzustellen.

Auch die Web-App „A.I. or Not“ von Optic arbeitet nach diesem Modell und irrt sich als einziger der drei Kandidaten in unseren zehn Stichproben nie. Anders als die beiden zuvor genannten Tools liefert sie aber keine Tendenz in Prozent, sondern wie der Name schon sagt nur eine absolute Einschätzung, ob ein Bild KI-generiert sein könnte oder nicht. Nach Angaben der Entwickler kann es Bilder von Stable Diffusion, Midjourney und Dall-E erkennen. Das Tool ist außerdem als Browsererweiterung im Chrome Web Store und als Telegram-Bot erhältlich.

Ähnlich wie Illuminarty stellt Optic sein Tool kostenfrei zur Analyse einzelner Bilder zur Verfügung und verkauft für größere Nutzungsszenarien eine API. Im Zweifel nutzt man am besten alle drei Tools, um ein Bild auf Echtheit zu prüfen.

Metadaten als Echtheitsnachweis

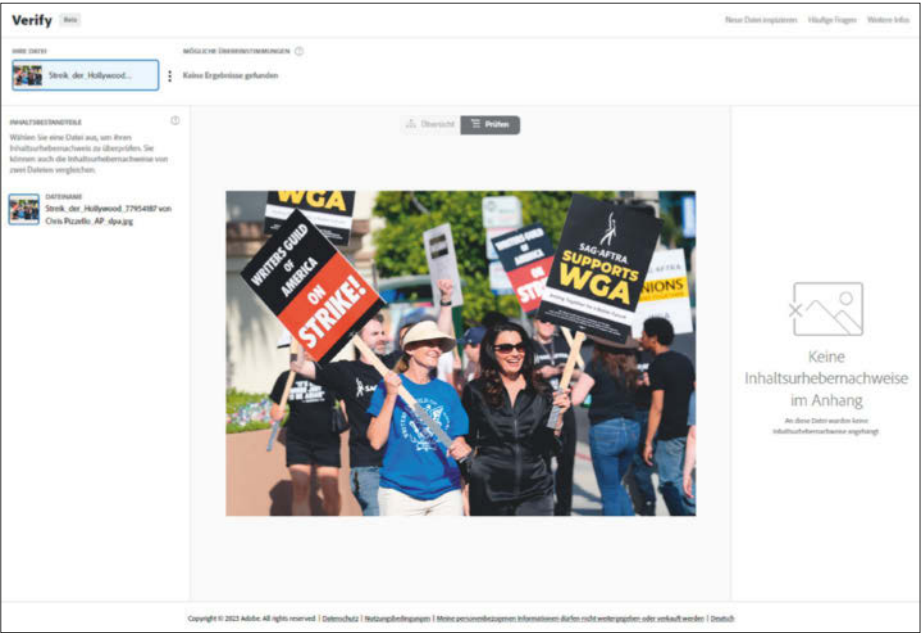
Adobe hat die Content Authenticity Initiative ins Leben gerufen, eine Plattform, die die Authentizität von Bildern bestätigen kann. Sie soll den Ursprung von Bildern künftig über ihre Metadaten ausweisen. Die „Coalition for Content Provenance and Authenticity“ (C2PA) formuliert technische Standards der CAI unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0. Zu der Initiative gehören namhafte internationale Bild- und Nachrichtenagenturen, Vertreter der Musikindustrie, Kamerahersteller sowie große Magazine und Zeitungen. Auch Stability AI ist mit von der Partie. Das Ziel ist, eine Datenbank zu schaffen, um die Urheberschaft digitaler Werke zurückverfolgen zu können.

Die aktuelle Betaversion der Bildbearbeitung Adobe Photoshop bindet dafür bereits „Content Credentials“ in die Metadaten von Bildern ein. Sie weisen den Urheber aus, nennen die bearbeitende Software und enthalten einen Hinweis, wenn es mit der integrierten Bild-KI Firefly entstanden ist.

Unter [verify.contentauthenticity.org](https://verify.contentauthenticity.org) kann man Bilder hochladen und prüfen lassen. Sie erkennt Bilder auch, wenn sie nur als Screenshots vorliegen oder jemand die Metadaten entfernt hat. Allerdings findet CAI-Verify derzeit offenbar nur Bilder, die mit Adobe Firefly entstanden sind. Den Balenciaga-Papst konnte die Funktion nicht zuordnen. Selbst beim Upload eines aktuellen und unbearbeiteten Pressefotos von den Nachrichtenagenturen Associated Press und dpa zeigt sie sich – sowohl bei den Metadaten als auch nach Bildanalyse – ratlos, obwohl die Agenturen selbst im Dateinamen angegeben waren. Auch bei einem mit DreamStudio.ai generierten Bild, der Web-App von CAI-Mitglied Stability AI, fand die Verify-Funktion nichts. Damit hat das Tool zumindest derzeit nur wenig praktischen Nutzen.

Regeln und Gesetze

Die Europäische Union bereitet einen „AI Act“ vor, ein Regelwerk für künstliche Intelligenz. Anfang des Jahres hatte das Sekretariat des KI-Ausschusses Grund-



Unter der Content Authenticity Initiative (CAI) versammelt Adobe auch die Nachrichtenagenturen AP und dpa als Partner. Die Verify-Funktion auf der CAI-Webseite kann deren Fotos aber nicht zuordnen.

prinzipien skizziert: KI-Systeme dürften demnach nicht diskriminieren und keine Menschen- und Freiheitsrechte verletzen. Noch ist aber nicht abschließend geklärt, was die Richtlinie konkret umfasst. Die Abgeordneten des Europa-Parlaments sehen unter anderem ein Verbot von Technik zu biometrischer Überwachung mit Gesichtserkennung, Emotionserkennung und Vorhersagesysteme für die Polizeiarbeit vor. Ob generative KI wie Midjourney und ChatGPT auch als Hochrisikotechnik gelten soll, diskutiert das Parlament noch. Es könnte einen Rahmen vorgeben, der missbräuchlicher Nutzung von Bild-KI vorbeugt. So weit ist es aber noch nicht.

Für einen wirksamen Schutz gegen Fake-News-Bilder müssen die Betreiber

von generativer KI selbst aktiv werden, indem sie ihre Produkte bei der Eingabe der bildsteuernden Prompts einschränken. Dall-E und Firefly machen es vor. Midjourney und Stable Diffusion sind da weniger zimperlich und öffnen politischen Aktivisten Tür und Tor, Politiker und andere Prominente in falsche Szenen zu setzen. Eine Einschränkung bildgebender KI würde die künstlerische Freiheit beschneiden, lautet ein bekanntes Argument. Einschlägige Stichwörter zu blockieren, würde aber ein großes Gefahrenpotenzial aus der Welt schaffen. Solange nicht alle an Bord sind, wird es weiterhin Fake News mit KI-generierten Bildern geben. (akr@ct.de) **ct**

Alle genannten Kunstprojekte und KI-Tools: [ct.de/y75n](https://ct.de/y75n)

KI-Bots gegen Fake News

Testbild	Maybe's AI Art Detector, <a href="https://huggingface.co">huggingface.co</a>	Illuminarty, <a href="https://app.illuminarty.ai">app.illuminarty.ai</a>	Optic AI or Not, <a href="https://aiornot.com">aiornot.com</a>
Deutung für ein KI-generiertes Bild			
Balenciaga-Papst	KI (69 %)	KI (86,4 %)	KI
Trumps Verhaftung	KI (67 %)	KI (94,8 %)	KI
Merkel am Strand	Foto (6 %)	Foto (7,9 %)	KI
Michael Browns Castro	KI (92 %)	KI (94,3 %)	KI
Jos-Avery-Porträt	Foto (25 %)	Foto (3 %)	KI
Dall-E-Porträt	KI (100 %)	KI (90,4 %)	KI
Stable-Diffusion-Porträt	KI (56 %)	KI (75,7 %)	KI
Deutung für ein echtes Foto			
Porträt	Foto (15 %)	Foto (2,3 %)	Foto
Urlaubsfoto	KI (48 %)	Foto (15,9 %)	Foto





Bild: KI Midjourney / Bearbeitung: c't

# Rauf und runter

## Wie Händler ihre Preise dynamisch anpassen

**Onlinehändler sammeln Kunden- und andere Daten und passen Preise in Echtzeit an. Damit wollen sie den Umsatz steigern. Kennt man das System, kann man sich gegen die Datensammelei wehren und mit Glück sogar bessere Preise erzielen.**

Von Tobias Weidemann

**A**nton, Berta und Claus planen eine Reise. Die drei recherchieren gemeinsam auf einer bekannten Buchungsplattform, sitzen aber an unterschiedlichen Orten und nutzen unterschiedliche Geräte.

Anton ist Stammkunde und mit seinem iPhone ins Nutzerkonto des Portals eingeloggt. Berta sucht mit ihrem Android-Smartphone auf der Plattform, ohne sich dort anzumelden. Claus sitzt am PC, hat alle Cookies abgelehnt und surft mit maximaler Datenminimierung. Überrascht stellen die drei fest, dass die Plattform jedem von ihnen für dasselbe Hotel im selben Buchungszeitraum einen anderen Preis anzeigt. Einen Tag später schauen die drei noch einmal nach und sehen neue Preise.

Das Szenario ist durchaus realistisch: Angesichts der Möglichkeiten, die sich Onlinehändlern und zunehmend auch dem stationären Einzelhandel bieten, erscheinen die Preissprünge an der Tankstelle fast schon langweilig. Da Händler kaum darüber sprechen, kursieren neben Fakten zahlreiche Hypothesen und Ge-

rüchte über dynamische Preisbildung, auch „Dynamic Pricing“ genannt. Während allgemeine kurzfristige Preisänderungen sofort auffallen, ist die Lage bei persönlich zugeschnittenen Angeboten diffus. Wir untersuchen, wie dynamische Preisbildung funktioniert, ob und wie Händler sie ausnutzen und wie Sie als Kunde damit umgehen können.

### Was ist „Dynamic Pricing“?

Online können Kunden Preise deutlich besser vergleichen als im stationären Handel und zum Beispiel auf Preisvergleichsportalen nahezu in Echtzeit das günstigste Angebot herausuchen. Zugleich versuchen Händler, einen möglichst hohen Preis zu erzielen. Mit Analyseprogrammen vergleichen sie ihr Angebot mit dem der Konkurrenz und passen Preise bei Bedarf



sogar mehrmals täglich an. Besonders an umsatzstarken Tagen wie dem „Black Friday“ im Vorweihnachtsgeschäft kommt es so zu wahren Preisschlachten.

Handelsexperten sprechen von Dynamic Pricing. Dafür nutzen Händler sogenannte Pricing-Tools, also Software, die mit einer Fülle von Datenpunkten den optimalen Preis für ein Produkt ermittelt.

Diese Software recherchiert bei den meistverkauften Produkten mitunter über hundert Vergleichspreise pro Tag, indem sie bei der Konkurrenz die Angebote durchstöbert. Schon heute machen solche Bots geschätzte drei Viertel aller Suchanfragen bei großen Onlinehändlern aus. Für die eigenen Preisvorschläge berücksichtigt die Software auch Angebote in Preissuchmaschinen und Werbenetzwerken sowie das aktuelle Verhältnis von Angebot und Nachfrage im eigenen Shop.

### (Halb-)Automatische Preisfindung

Für Letzteres zählen Händler beispielsweise, wie oft Kaufinteressenten auf die jeweilige Produktseite zugreifen und wie oft sie ein Produkt in einen Warenkorb

legen. Nicht zuletzt berücksichtigen sie die tatsächlichen Käufe. In den vergangenen Jahren spielte außerdem die Verfügbarkeit des Angebots eine immer größere Rolle. Gerade wenn ein Händler aufgrund von Engpässen in der Lieferkette einen knappen Warenbestand hat, wird er alles daran setzen, diesen mit einer möglichst hohen Marge zu verkaufen – ohne zu schnell ausverkauft zu sein.

In anderen Fällen, wie bei Bekleidung und Schuhen, spielt zudem die Saisonalität eine wichtige Rolle. So kann das System die Preise über einen längeren Zeitraum immer weiter senken, wenn die Nachfrage zurückgeht. Damit fördert es den Abverkauf und räumt die Lager. Außerdem versucht es, externe Faktoren wie Wetterprognosen oder Ferientermine zu berücksichtigen.

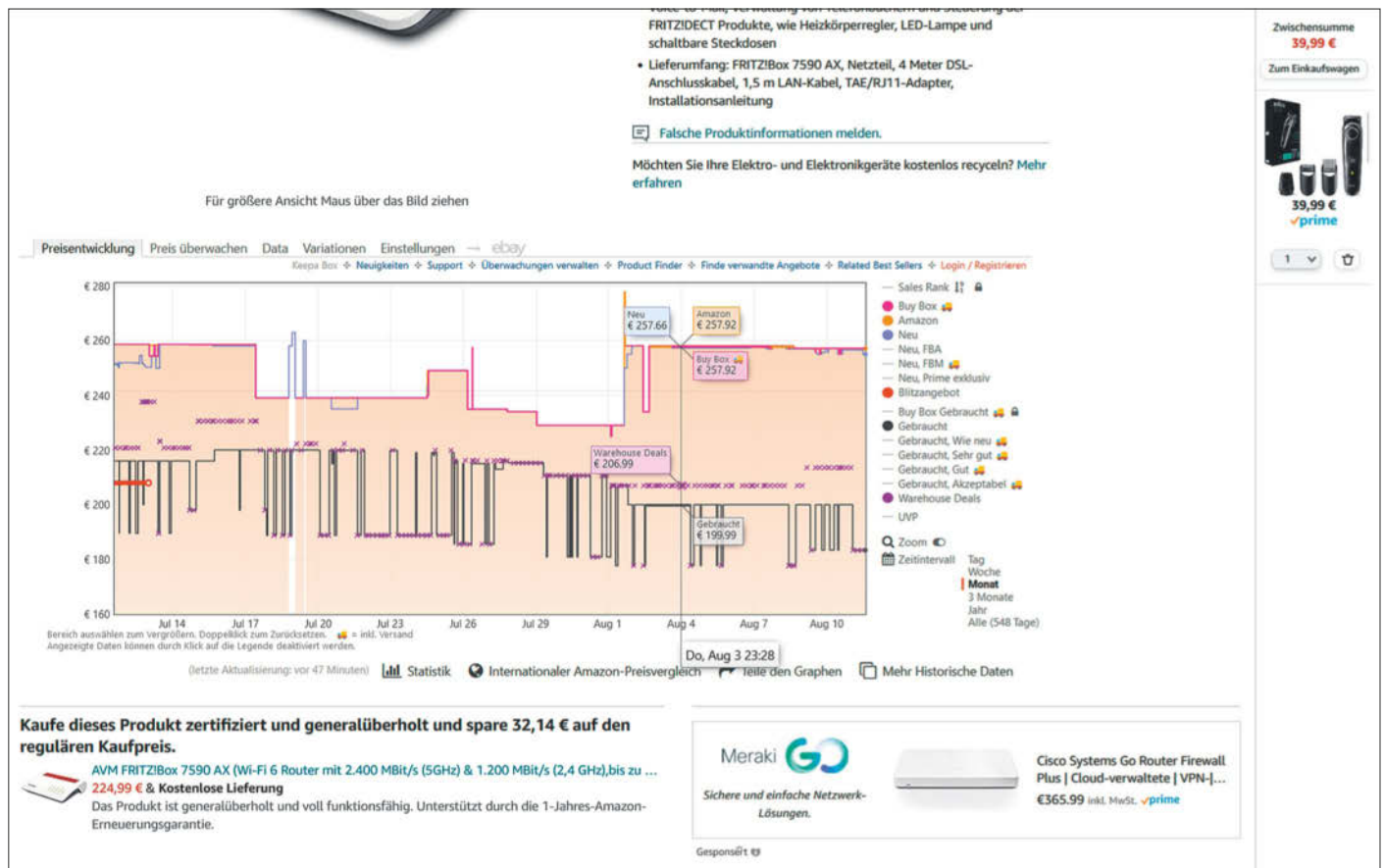
Dynamic-Pricing-Software enthält zu diesem Zweck Regelwerke, in die zudem Einflussfaktoren wie Einkaufspreise und laufende Betriebskosten einfließen. Anbieter von Dynamic-Pricing-Tools werben damit, dass Händler mit guten datenbasierten Regelwerken bessere Margen erzielen, weil diese differen-

## c't kompakt

- (Online-)Händler passen ihre Preise kurzfristig und dynamisch der Marktlage an und optimieren damit ihre Verkaufszahlen und Margen.
- Online-Shops durchleuchten ihre Kunden und könnten ihnen anhand der Daten prinzipiell sogar individuelle Angebote machen.
- Obwohl der Handel mit der Individualisierung zögert, sollte man wachsam sein – zumal man das System auch für sich nutzen kann.

zierter, objektiver und weniger emotional agieren als ein Mensch. E-Commerce-Experten halten die dynamische Preisfindung für eine der effektivsten Möglichkeiten, die Durchschnittsmargen zu erhöhen.

Je komplexer die Regelwerke werden, desto unübersichtlicher und intransparen-



Mit Tools wie dem Browser-Plug-in Keepa, das Amazon und eBay berücksichtigt, können Händler und Verbraucher Preisschwankungen anhand verschiedener Parameter nachvollziehen.

ter wird jedoch die Preisermittlung – auch aus Sicht der Shopbetreiber. Viele Händler passen die Preisgestaltungswerkzeuge daher zusätzlich mit eigenen Regeln und Erfahrungen an, um keine Fehlentscheidungen zu riskieren. So können sie der Software zum Beispiel einen Preiskorridor vorgeben, damit sie Kunden nicht durch zu hohe Preise abschrecken oder Waren unter den eigenen Kosten verramschen.

### Psychologische Tricks

Der günstigste Anbieter spielt vor allem bei hart umkämpften und gut vergleichbaren Artikeln eine Rolle, die Kunden häufig über Preissuchmaschinen und Handelsplattformen wie Amazon Marketplace

suchen. Will ein Händler seinen Bekanntheitsgrad steigern, stellt er seine Software so ein, dass sie an wichtigen Handelstagen wie der Vorweihnachtszeit die begehrtesten Artikel immer ein paar Prozent billiger anbietet als die Konkurrenz. Ein eventuelles Minus verbucht er als Marketingbudget. Das geschieht aber selten vollautomatisiert, da ein fehlerhafter Preis eines anderen Anbieters den eigenen Preis komplett ruinieren kann. Handelsexperten raten ohnehin zum zweitgünstigsten Angebot. Der Händler bleibt in den Preissuchmaschinen sichtbar, das Risiko zu hoher Rabatte sinkt.

Wie oft Onlinehändler an der Preisschraube drehen, hängt von der Produkt-

kategorie und von der Marktsituation ab. Auch wenn sie es technisch könnten, ändern sie die Preise selten im Minuten- oder Stundentakt, sondern nur bei bestimmten Schwellenwerten. Das hat mit Psychologie zu tun: Studien zufolge reagieren Kunden verunsichert (oder misstrauisch), wenn ein Preis zu stark schwankt und sie dahinter kein Muster erkennen. Sie warten dann oftmals weiter ab, ob der Preis noch besser wird – oder kaufen erst recht nicht, wenn er wieder steigt. Aus ähnlichen Gründen halten Shops meist an bekannten Preisschemata fest, runden also etwa auf den Euro oder auf 90 Cent.

Manche Händler versuchen auch, die vermutete Zahlungsbereitschaft und Preissensibilität einzelner Kunden oder Kundengruppen für sich zu nutzen. Bei ihnen richtet sich der Preis beispielsweise danach, ob der Kunde ihn über das Notebook am Schreibtisch recherchiert, auf dem Smartphone sucht oder gar über die Händler-eigene App kommt. Das funktioniert in beide Richtungen. Ein kleines Experiment lieferte uns zum Beispiel Indizien für die Annahme, dass eine Online-Apotheke ein Schnupfenspray in der App etwas teurer anbietet als auf der Website oder in einem Vergleichsportal. Die mögliche Kalkulation: App-Nutzer sind häufiger Stammkunden und vergleichen Preise seltener als Nutzer von Preissuchmaschinen.

Umgekehrt sieht es auf Hotel- und Urlaubsportalen mit ihren besonders volatilen Preisen aus. Wer sie mit einem Smartphone aufruft oder sich als Stammkunde mit einem Konto angemeldet hat, bekommt für seine Treue oft günstigere Angebote als PC-Nutzer sowie Neu- und Gelegenheitskunden. Das Reiseportal Booking.com geht mit dieser Strategie relativ transparent um und erklärt unmissverständlich, dass man auf Mobilgeräten sowie bei häufigen Buchungen bessere Preise erhält.

### Gläserne Kunden

Technisch lässt sich der Preis noch weiter personalisieren. Viele Händler erfassen gerade bei eingeloggten Stammkunden sämtliche Klicks, Mausbewegungen und Lesezeiten. Daraus erstellen sie eine sogenannte „Customer Journey“. So nennen Marketingexperten das Verhalten des Kunden über zahlreiche Zwischenstationen bis hin zum Kaufabschluss. Auf Basis dieser Daten und stochastischer Methoden wird individualisiertes Marketing möglich.

## Preiskampf bei Amazon

Die dynamische Preisgestaltung auf dem Amazon Marketplace spielt für viele Händler eine besondere Rolle – und zeigt Verbrauchern das Geschehen wie unter einem Brennglas. Die Konkurrenz ist hier besonders groß, der Kampf um den Absatz besonders hart. So ändert sich bei Amazon der angezeigte Preis, insbesondere für Markenprodukte, statistisch häufiger als anderswo im E-Commerce.

Besonders hart umkämpft ist Amazons „Buy Box“: Über sie laufen je nach Produktkategorie 60 bis 90 Prozent des Gesamtabsatzes. In der Box landet der Anbieter mit der aus Sicht von Amazon besten Kombination aus Preis und Verkäuferleistung, zu der Amazon Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit, Geschwindigkeit und Bewertungen zählt – sich selbst eingeschlossen. Der Anbieter von Preisfindungssoftware Sellerlogic hat in einer Studie festgestellt, dass sich der Preis in der Box bei etwa der Hälfte aller Markenprodukte mehr als 14-mal pro Tag ändert.

Trotz dieser Konkurrenzsituation profitiert der Kunde nicht immer. Fast alle großen Marketplace-Händler nutzen Pricing-Tools zur Optimierung ihrer Margen. Echte Schnäppchen sind daher vor allem bei vergleichbaren Markenartikeln selten, wie Marketplace-Händler und Dienstleister übereinstimmend erklären. Kunden sollten also nicht nur auf das Angebot in der Buy Box achten: Über die darunter erreichbare Gesamtliste der Angebote

The screenshot shows the Amazon Buy Box for a product. At the top, there are tabs for 'Lieferung' (Delivery) and 'Abholung' (Pickup). The price is displayed as '99<sup>99</sup> €'. Below the price, it says 'prime 1-Tages-Lieferung' and 'KOSTENFREIE Retouren'. The delivery date is 'GRATIS Lieferung Morgen, 12. August' with a note 'Bestellung innerhalb 9 Std. 41 Min.'. The location is 'Liefern an Markus - 30171 Hannover'. The status is 'Auf Lager' (In Stock). There is a quantity selector set to '1'. Two buttons are visible: 'In den Einkaufswagen' (Add to Cart) and 'Jetzt kaufen' (Buy Now). Below these, there is a table with details: 'Zahlung: Sichere Transaktion', 'Versand: Amazon', 'Verkäufer: YXMX DE', and 'Rückgaben: Retournierbar innerhalb von 30 Tagen nach Erhalt'. At the bottom, there is a link to 'Für weitere Informationen, Impressum, AGB und Widerrufsrecht klicke bitte auf den Verkäufernamen..', a checkbox for 'Geschenkoptionen hinzufügen', and a button 'Auf die Liste'.

**Amazons „Buy Box“ zeigt den Preis, den Amazon für den besten aller Händler mit bestimmten Qualitätsmerkmalen hält – sich selbst eingeschlossen.**

(„Andere Verkäufer auf Amazon“) erzielen sie oft bessere Preise.



So könnte ein Algorithmus einem Kunden, der regelmäßig nach Produkten aus dem Luxussegment sucht, ein Sonderangebot machen. Einem anderen Kunden, den der Algorithmus als besonders sparsam und preissensibel klassifiziert, bietet er ein Auslaufmodell um einige Prozentpunkte günstiger an. Ein dritter Kunde wiederum erhält einen besonderen Preis für ein Produkt, das er kürzlich in den Warenkorb gepackt hat, ohne den Kauf abzuschließen.

Daraus entsteht eine Zwickmühle: Zwar liefert jeder eingeloggte Kunde dem Händler eine Vielzahl von Datenpunkten. Doch die Kunden fühlen sich womöglich überwacht und ungerecht behandelt, wenn sie mehr zahlen müssten als andere. Hinzu kommt, dass sie dies auf dem Bildschirm sehen würden: Laut der Preisangabenrichtlinie der EU müssen Online-shops und -marktplätze seit Ende Mai 2022 Preise kennzeichnen, die ein Algorithmus mithilfe persönlicher Daten oder Merkmale individualisiert hat.

Unabhängige Untersuchungen haben aber auch in den Jahren zuvor keine Hin-

weise darauf gefunden, dass Händler ihre Preise systematisch und verdeckt individualisieren. 2018 kam eine Studie der Verbraucherzentralen und des Marktwächters Digitale Welt zu dem Ergebnis, dass individualisierte Preise für bestimmte Kundengruppen, Endgeräte oder Regionen die Ausnahme sind. Zu ähnlichen Ergebnissen kam zuletzt eine im Herbst 2020 durchgeführte Studie des ibi-Institutes Regensburg im Auftrag des Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz. Einige der unterschiedlich ausgewiesenen Preise ließen sich durch verzögerte Aktualisierungen erklären. Im virtuellen Warenkorb glichen sie sich oft wieder an.

### Preise am Regal

Auch der stationäre Einzelhandel ist heute in der Lage, Preise automatisiert und zentral gesteuert anzupassen. Wenn beispielsweise die Filiale einer Elektronikette bestimmte Waren für zwei Tage pauschal um den Mehrwertsteuersatz reduziert, so geschieht dies über elektronische Preisschilder, sogenannte „Electronic Shelf Labels“

(ESL). Mit ESL kann ein Möbelhändler aus seiner zentralen Warenwirtschaft heraus den Preis für diese Ware gezielt und regional für einen bestimmten Zeitraum anpassen – automatisch oder per Klick. So hält er seine Tiefpreisgarantie auch dann ein, wenn die Konkurrenz von gegenüber einen bestimmten Fernsehsessel plötzlich im Angebot hat.

Etwas schematischer ändern immer mehr Tankstellen-Shops ihre Preise. Während der regulären Öffnungszeiten der Supermärkte bieten sie ähnliche Preise an, abends oder sonntags erhöhen sie diese automatisch. Auch flexible Preise sind denkbar, zum Beispiel für Grillwaren an regnerischen Spätsommertagen. Große Einzelhändler steuern Preise zentral – entweder übergreifend für die ganze Kette oder für jede Filiale einzeln. Die Änderungen kommen entweder über eine Strom- und Signalversorgung am Regal oder per Funk in die elektronischen Preisschilder.

Der Einzelhandel ersetzt monochrome LCDs zunehmend durch E-Paper, die

# Container orchestrieren in der Praxis



Mit Kubernetes haben Sie Zugriff auf ein mächtiges Werkzeug zur Containerorchestrierung inklusive riesigem Open-Source-Ökosystem. Dieses c't-Sonderheft richtet sich an alle, die schon mit Containern arbeiten, Admins wie Entwickler gleichermaßen. Wir reichen Ihnen das komplette Handwerkszeug, um Ihren ersten Kubernetes-Cluster einzurichten und zeigen erprobte Strategien aus der Praxis für Storage und vieles mehr:

Heft + PDF mit 28 % Rabatt

Heft für 22,50 € • PDF für 19,90 €  
• Bundle Heft + PDF 30,50 €



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



## Dynamische Preise ausnutzen

Mittlerweile sammelt vor allem der Onlinehandel unzählige Daten über seine Kunden. Wer ist besonders preissensibel? Wer verhält sich loyal? Wer hat eine hohe Kaufkraft? Wenn Sie diese Faktoren kennen, können Sie sie berücksichtigen und im besten Fall für sich ausnutzen. Selbst wenn es die Preise nicht beeinflusst, kennt der Händler Sie ein Stück weit weniger genau.

### Bekannte und unbekannte Kunden:

Die Such- und Bestellhistorie eines Kunden verrät dem Onlinehändler viel über dessen Interessen. Das ist vor allem dann der Fall, wenn Sie sich in Ihr Benutzerkonto eingeloggt haben. Der Händler zeigt Ihnen auf der Startseite dann Produkte, die Ihren Vorlieben entsprechen. Auf ähnliche Weise kann der Händler Ihre Preise anpassen. Abhilfe schafft der Inkognito- oder Privatmodus des Browsers, außerdem sollten Sie Cookies ablehnen und den Browser-Cache vorher leeren. Loggen Sie sich möglichst spät vor dem Kauf in Ihr Kundenkonto ein, da der Shop sonst jedes aufgerufene Produkt protokolliert.

**Geolokalisierung:** IP-Adresse und Geodaten verraten, wo Sie sich aufhalten. Die Preise können niedriger ausfallen, wenn die Pricing-Software an diesem Ort eine geringere Kaufkraft vermutet und umgekehrt. Anders als in den USA nutzen Händler diese Geolokalisierung in Deutschland bislang nicht nach regionalen oder gar lokalen Gesichtspunkten. Wohl aber bieten einige Händler Kunden aus der Schweiz andere Preise an als Kunden aus Deutschland. Wenn Sie ein VPN-Tool einsetzen, können Sie Ihren Standort verschleiern. Die dann angezeigten Preise müssen aber nicht unbedingt niedriger sein.

**Zeiten:** Die Nachfrage ändert sich je nach Tageszeit und Wochentag. Daraus können Händler unterschiedliche Preise berechnen und Schlüsse ziehen – und Sie als Kunde antizyklisch handeln. Schwellenwerte sorgen jedoch dafür, dass sich Preise oft nur in Ausnahmefäl-

len signifikant entlang solcher Rhythmen ändern. Einheitliche Regeln lassen sich daraus nicht ableiten. Etwas anderes sind die klassischen Faktoren Saison, Modellwechsel und bestimmte umkämpfte Tage wie der „Black Friday“.

**Endgerät und Kanal:** Ob Sie über den Desktop-Browser, das Smartphone oder das Tablet (und dort über den Browser oder die Händler-App) ein besseres Angebot bekommen, lässt sich pauschal nicht sagen. Die Händler finden dies über Abfragen heraus und einige spielen damit. Manche Unternehmen interpretieren etwa iOS- und Safari-Nutzer als besonders zahlungsbereit. Ähnlich wie bei der Geolokalisierung ziehen sie daraus Rückschlüsse auf Ihre finanziellen Spielräume.

Zudem glauben einige Händler, dass Nutzer der hauseigenen App besonders treu sind. Reiseportale wie Booking.com und Shopping-Clubs bieten Ihnen als registriertem App-Kunden immer wieder günstigere Preise an, zum Beispiel Restplätze in bestimmten Hotels oder auf Kreuzfahrtschiffen. Andere Anbieter gehen davon aus, dass Stammkunden seltener die Preise der Konkurrenz recherchieren und zeigen in der App höhere Preise als im Browser an. Ausprobieren hilft.

**Kaufabbrecher:** Besonders ärgerlich ist es für Händler, wenn Sie als Kunde kurz vor der virtuellen Kasse den Kauf abbrechen. Haben Sie ein Kundenkonto, lohnt es sich daher manchmal, die gewünschte Ware in den Warenkorb zu legen und abzuwarten. Einige Onlinehändler machen dann ein Rabattangebot, erlassen Versandkosten oder bieten ein Extra-Goodie an.

Auf Preisvergleichsportalen wie Idealo oder Geizhals (gehört wie c't zur Heise-Gruppe) bieten manche Händler zuweilen bessere Preise an als in ihrem eigenen Shop. Der Klick im Portal führt dann auf eine Landingpage oder enthält einen URL-Zusatz.

### Händler zurückhaltend

Während der Öffnungszeiten sehen Kunden solche Preisänderungen jedoch. Wenn der Preis steigt, könnte Unmut aufkommen – umso mehr, wenn der Preis an der Kasse plötzlich höher ist, als fünf Mi-



**Booking.com unterteilt Nutzergruppen nach Buchungsfrequenz und bietet App-Nutzern Rabatte.**

nuten zuvor noch am Regal. Fragt man den Handel, wo und in welcher Form er Dynamic Pricing bereits einsetzt, stößt man zumindest in den Zentralen der großen Ketten auf eine Mauer des Schweigens. Ein Franchise-Nehmer verriet uns immerhin, dass es in seiner Lebensmittel-einzelhandelskette situative Preissenkungen gebe.

Ein Beispiel seien Sonderposten, die sich nicht wie erwartet verkauft haben und am Ende eines Angebotszeitraums mit einer möglichst noch akzeptablen Marge abgesetzt werden sollen. Früher habe man eher nach Bauchgefühl reduziert. Heute könne man mit Daten arbeiten, darunter Erfahrungswerten aus vergleichbaren Aktionen der eigenen und anderer Filialen mit ähnlichen Rahmenbedingungen. Mit Preiserhöhungen mitten am Tag seien viele Lebensmitteleinzelhändler hingegen zurückhaltend. Damit bestätigt er den eingangs geäußerten Gedanken: Die Furcht vor Image-Schäden ist gerade in Zeiten der Inflation zu groß.

nur Strom benötigen, wenn sich die Anzeige ändert. Eine Batterie in solchen vollgrafischen Displays hält fünf bis acht Jahre. Sie können neben Schrift auch Bilder, Logos, Barcodes und QR-Codes anzeigen.

## Fazit

Kunden sollten im Hinterkopf haben, dass der Handel mithilfe großer Datenmengen seine allgemein gültigen Preise schon heute deutlich passgenauer justiert als früher. In vielen Fällen ist das sogar eine Win-Win-Situation: Händler und Versender verbessern ihren Absatz, ohne dass Kunden dafür mehr bezahlen müssen. Die Anbieter der Dynamic-Pricing-Software versprechen, dass Machine-Learning- und KI-Komponenten in den nächsten Jahren zunehmend auch vorausschauend arbeiten (sogenanntes „Predictive Pricing“).

Schon heute kombiniert die Software händlerinterne Daten wie Kundenverhalten, Produktverkäufe, Lagerbestände oder laufende Werbekampagnen mit externen Marktdaten wie Wettbewerb oder Saisonalität. Mit KI-gestützten Tools versuchen Händler, anhand von Mustern und Erfahrungen aus der Vergangenheit künftige Entwicklungen zu prognostizieren und ihre Geschäfte besser zu planen – ob zum Wohl des Kunden, bleibt abzuwarten.

Denn längerfristig könnten Händler mithilfe von KI-Algorithmen noch genauer bestimmen, welchen maximalen Preis man als Kunde noch zahlen würde. Das hat derzeit Grenzen: Individuell bepreiste Waren sind und bleiben ein heißes Eisen, vor dem die meisten Kaufleute noch zurückschrecken.

Händler müssen den Einsatz von KI zur individuellen Preisgestaltung nach der EU-Preisangabenrichtlinie auf jeden Fall kennzeichnen. Zudem benötigen die Shops eine informierte Einwilligung der Kunden, um Daten zu sammeln und zu verarbeiten. Um diese zu erhalten, locken schon heute viele Shopping-Apps mit kleinen Rabatten [1]. So verlockend diese auch sein mögen: Bleiben Sie wachsam. Denn Sie geben damit Ihr Einkaufsverhalten preis und dem Händler die Möglichkeit, Ihnen am Ende mehr zu verkaufen, als Sie ursprünglich wollten.

(mon@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Stefan Wischner, Auf Schnäppchenjagd, Sieben Supermarkt-Apps im Nutzwert-Check, c't 3/2023, S. 116



Mit solchen vernetzten E-Ink-Preisschildern können Handelsketten Preise jederzeit zentral und für jede Filiale einzeln ändern.



330 Seiten · 24,90 €  
ISBN 978-3-86490-952-8



208 Seiten · 26,90 €  
ISBN 978-3-86490-970-2



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



468 Seiten · 46,90 €  
ISBN 978-3-86490-939-9



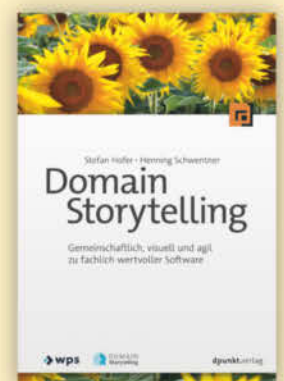
2. Auflage · 330 Seiten · 36,90 €  
ISBN 978-3-86490-962-7



5. Auflage · 248 Seiten · 34,90 €  
ISBN 978-3-86490-984-9



312 Seiten · 34,90 €  
ISBN 978-3-86490-884-2



254 Seiten · 34,90 €  
ISBN 978-3-86490-958-0





# Tokio Dekadenz

## Was Deutschland und Japan bei der Modernisierung ihrer Städte voneinander lernen können

**Energieversorgung, öffentlicher Verkehr, Umweltschutz – die drängenden Probleme aller Großstädte treffen Tokio aufgrund seiner schieren Größe besonders drastisch. Wir haben uns vor Ort umgesehen und wollten wissen, wo Technik hilft – und wo sie über das Ziel hinauschießt.**

Von Hartmut Gieselmann

**T**okio ist mit fast 40 Millionen Einwohnern die größte Metropolregion der Welt. Auf einer Fläche knapp so groß wie Schleswig-Holstein leben hier halb so viele

Menschen wie in ganz Deutschland. Drängen sich in Berlin bereits 4200 Einwohner auf einem Quadratkilometer, sind es in Tokio Stadt über 15.000. Der Platz ist knapp, die Wohnungen sind klein.

So viel Nähe würde hierzulande sicherlich zu sozialen Unruhen führen. Doch die Japaner gehen erstaunlich gut damit um und nehmen im öffentlichen Raum sehr viel Rücksicht aufeinander. In der U-Bahn gibt es kein Gedränge, jeder stellt sich brav an. Automaten kontrollieren die aufladbaren RFID-Karten der Fahrgäste beim Betreten und Verlassen der Stationen. Schilder weisen darauf hin, andere nicht durch laute Gespräche zu stören. Auch ständiges Starren aufs Smartphonedisplay gilt als unhöflich. Viele lesen lieber kleine Bücher – Papier ist in Japan nach wie vor ein hohes Kulturgut. Selbst auf überfüllten Plätzen und Bahnsteigen herrscht eine er-

staunliche Ruhe. E-Roller gehören hier (noch) nicht zum Straßenbild. Gerade erst seit Juli erlaubt die Regierung, sie auch ohne Führerschein zu fahren.

Angst vor Taschendiebstahl muss man hier nicht haben: „Wenn Du Dein Handy in der Bahn vergisst, bringt es Dir zu 90 Prozent jemand hinterher oder die Bahnmitarbeiter finden es für einen“, erklärt Niels Meinke, der fünf Jahre in Tokio lebte. Er arbeitet bei der Mitsubishi Electric Corporation (MELCo), einem der größten Elektronikkonzerne Japans. Von Klimaanlage über Fahrstühle bis hin zur Marssonde stellt das Unternehmen fast alles her – in Deutschland wäre es am ehesten vergleichbar mit Siemens.

Der Konzern lud uns ein, einige in der Entwicklung befindliche Systeme zu besichtigen, von autonomen Fahrzeugen über Roboter bis hin zu Energiesparhäu-



## ct kompakt

- Trotz hoher Bevölkerungsdichte nehmen Japaner im öffentlichen Raum extrem aufeinander Rücksicht.
- Lichtleitsysteme, Drohnen und autonome Kleinfahrzeuge sollen den Verkehr noch effizienter machen.
- Japans Anspruch, bis 2050 CO<sub>2</sub>-neutral zu werden, verlangt neben dem massiven Ausbau erneuerbarer Energien auch nach neuen Ansätzen jenseits des Wachstums.

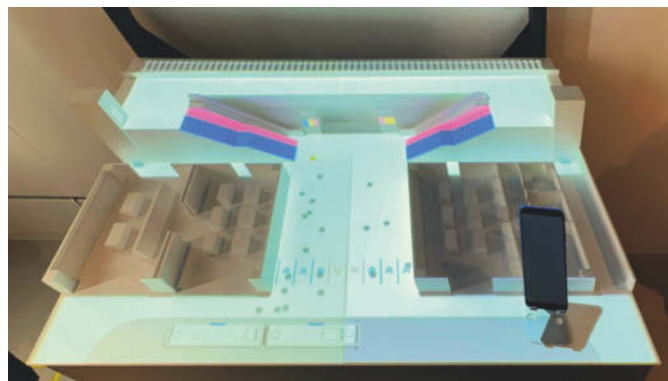
sern. Vor dem Hintergrund der Taiwan-Krise und der neuen Annäherung der Bundesregierung an ihren „Wertepartner“ im pazifischen Raum suchen auch die Japaner einen engeren Kontakt zu Deutschland, um sich auf wirtschaftlichem und technischem Gebiet auszutauschen.

### Schilder aus Licht

Die Entwicklungsingenieure von MELCo fahren jeden Tag mit der U-Bahn zum Entwicklungszentrum südlich von Tokio und beschäftigen sich auch beruflich mit dem öffentlichen Nahverkehr. Um die Menschenmassen in Bahnhöfen besser zu lenken, haben sie sich ein neues Lichtleitsystem mit dynamischen Schildern ausgedacht. Beamer projizieren bewegte Pfeile auf Wände und Boden. Mit farbigem Licht unterteilen sie eine breite Treppe – blau führt nach oben, rot nach unten. In Stoßzeiten kann die zur Verfügung stehende Breite dynamisch angepasst werden. Bei der Einfahrt eines Zuges können Beamer den Wartenden vor den Türschleusen im Voraus zeigen, in welchem Abteil noch Platz ist, und die markierten Gehbereiche der Wege und Treppen je nach Bedarf und Personenaufkommen verbreitern.

Das größte Problem solcher Lichtinstallationen ist es, die Aufmerksamkeit der Menschen nicht zu überfordern. Tokios Innenstadt ist großflächig unterkellert. Zwischen den U-Bahn-Stationen erstrecken sich riesige Einkaufszentren mit kleinen Geschäften und Restaurants. Jedes Geschäft macht mit Leuchtreklame und grellbunten Schildern auf sich aufmerksam. Ein Lichtleitsystem mit Wand- und Bodenprojektionen hätte es da schwer. In der Praxis wurde das Konzept der Besu-

**Das Modell zeigt ein Konzept zur Leitung von Besucherströmen in U-Bahn-Stationen mit Lichtprojektionen. Die Gehbereiche auf den Treppen lassen sich dynamisch anpassen.**



cherführung bislang nur in Ausstellungen mit abgedunkelten Gängen eingesetzt.

### Im Taxi durch die Luft

Da die Zahl älterer Menschen, die nicht mehr Auto fahren können, von Jahr zu Jahr steigt, will die japanische Regierung autonome Fahrsysteme fördern. Bislang laufen nur vereinzelte Pilotprojekte mit autonomen Shuttlebussen, beispielsweise von Toyota oder Nissan. Bis Mitte der 20er Jahre sollen auch erste Lkw der Stufe 4 auf Autobahnen zugelassen werden.

Um die Verkehrsprobleme zu lösen, schrecken die Entwickler selbst vor Extremen nicht zurück. Wenn das Verkehrsaufkommen weiter steigt, könnten etwa auch autonome Drohnen und fliegende Taxis die Straßen entlasten. Eines der Probleme in solchen Szenarien: Zwischen den Wolkenkratzen der Innenstadt entstehen tückische Luftwirbel, die Drohnen und Flugtaxis stören würden. Um diese zu er-

kennen und optimale Routen zu berechnen, will Mitsubishi Electric Lidar-Scanner in den Häuserschluchten und auf den Dächern platzieren, die Strömungen anhand von Partikel- und Tröpfchenbewegungen erkennen. Daraus soll später eine dreidimensionale Strömungskarte entstehen, die den Flugtaxis den optimalen Weg weist. Große Lidar-Systeme gibt es bereits auf Flughäfen, kleinere für das Zentrum Tokios sind laut MELCo in Planung.

In der Innenstadt hätten es kleinere autonome Bodenfahrzeuge, die einzelne Personen oder Pakete abseits der Straßen transportieren, deutlich schwerer. Zwar sind alle Wege in der Innenstadt mit Streifen und Noppen markiert, die auch Blinde mit ihren Schuhen ertasten können. Doch von Barrierefreiheit ist man weit entfernt – die Bordsteine sind unregelmäßig, vor allem an älteren Häusern und Restaurants gibt es immer wieder Absätze und schmale Treppen. Rollstuhlfahrer sieht man in



**Im Simulator kann man bereits über Tokio im Taxi fliegen. Lidar-Scanner sollen die gefährlichen Luftwirbel zwischen den Hochhäusern erkennen.**



**Autonome Rollstühle hat Mitsubishi Electric fast marktreif. Bislang fahren sie aber nur auf vorgegebenen Wegen über Testparcours.**

der Innenstadt ebenso wenig wie Familien mit Kinderwagen oder Senioren mit Rollator – sie hätten keine Chance.

### Satelliten im Zenit

MELCo zeigte uns einen fast marktreifen autonomen Rollstuhl, der die Mobilität älterer Menschen verbessern soll. Das Gefährt fährt programmierte Wege ab, erkennt mit seinen Kameras und Sensoren Fußgänger und hält vor ihnen an. Allerdings sind die Räder des Fahrzeugs relativ klein – auf dem Testparcours von MELCo funktioniert das gut. Die verwinkelten Straßenschluchten der Innenstadt wären jedoch eine Herausforderung.

Hierzulande hätten solche autonomen Fahrzeuge ein weiteres Problem: Die GPS-Navigation ist zu ungenau und funktioniert vor allem in Innenstädten mit Hochhäusern schlecht, weil diese die Peilung zu den geostationären GPS-Satelliten behindern. Seit 2018 decken deshalb vier japanische Navigationssatelliten den asiatisch-pazifischen Raum ab. Ihre Umlaufbahn ist so berechnet, dass drei der Satelliten innerhalb von 24 Stunden eine Acht auf der Erdoberfläche von Japan bis Australien beschreiben. Zu jedem Zeitpunkt soll mindestens ein Satellit über Japan im Zenit stehen, sodass er auch aus Häuserschluchten zu sehen ist. Daher der Name „Quasi-Zenit Satellite System“ (QZSS).

Um die Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu verbessern, will Japan in diesem

und im nächsten Jahr vier weitere Satelliten starten. Dann soll die Peilung auf zwei bis drei Zentimeter genau sein. Die dafür notwendigen CLAS-Empfänger (Centimeter Level Augmentation Service) sind mit einer Kantenlänge von knapp zehn Zentimetern zwar zu groß, um sie in ein Smartphone einzubauen, aber klein genug für (autonome) Fahrzeuge. Diese sollen dann nicht nur präzise durch die Straßen Tokios steuern, sondern mit ihren Kameras auch das bereits digitalisierte 3D-Kartenmaterial quasi in Echtzeit aktualisieren. Statt die Karten alle paar Jahre mit Spezialfahrzeugen zu erneuern, hätte man jederzeit ein aktuelles digitales Abbild des Verkehrsraums, inklusive Baustellen und anderer kurzfristiger Hindernisse.

Mitsubishi Electric will nicht nur Personen, sondern auch Pakete und Gepäck mit autonomen Fahrzeugen transportieren. Erste Prototypen gibt es bereits. Doch für ihre technischen Lösungen suchen die Ingenieure noch nach alltagstauglichen Problemen. Zum Beispiel könnten rollende Schließfächer die Einkäufe von Touristen transportieren, wenn diese von einer Boutique zu ihrem Hotelzimmer schlendern, erklärt eine MELCo-Entwicklerin. Das würde aber wohl nur in neu gebauten Resorts mit barrierefreier Einkaufsmeile funktionieren.

Das von den Entwicklern angedachte Einsatzszenario zeigt ein grundsätzliches Problem autonomer Fahrzeugtechnik: Es besteht die Gefahr, dass sie zu einem Gimmick für Superreiche verkommt, die sich in der aufgeräumten, kontrollierten Umgebung einer Luxus-Mall oder auf dem Golfplatz bewegen. Die raue Wirklichkeit der Straße dürfte sie auf absehbare Zeit überfordern.

### Kollege Roboter

Aufgrund der hohen Lebenserwartung und der niedrigen Geburtenrate sind laut einer Statistik der Vereinten Nationen bereits heute 30 Prozent der Japaner älter als 65 Jahre – Tendenz steigend. In Deutschland liegt die Quote bei 22 Prozent. Um das Überalterungsproblem zu lösen, setzt die japanische Regierung nur sehr zögerlich auf Migration und sucht Lösungen in der Robotik.

Bisher sind Roboter in Tokio nur vereinzelt zu sehen. Im Empfangsbereich der MELCo-Zentrale etwa steht ein weißer, mannshoher SQ-2 von Seqsense. Er fährt autonom auf vorher programmierten Pfaden und filmt mit Kameras die Umgebung.

Mit solchen Sicherheitssystemen will der Hersteller Wachpersonal ersetzen, das angeblich immer schwerer zu finden ist.

In der Rezeption von MELCo stand neben dem Wachroboter allerdings noch ein zweiter Wachmann aus Fleisch und Blut. Er hielt allzu neugierige Besucher davon ab, den SQ-2 und andere Sicherheitssysteme im Eingangsbereich zu fotografieren. Ein weiterer Kollege müsste die Kameraaufnahmen des SQ-2 auswerten. Zumindest in diesem Szenario spart der SQ-2 also kein Personal ein, sondern bindet es für andere Aufgaben.

Die Roboter im öffentlichen Raum sind allesamt Torsos aus Blech, die ihre Umgebung mit Kameras beobachten und eventuell über Bildschirme und Sprachausgabe kommunizieren. Sie haben keine mechanischen Arme für die Interaktion. Die sind bisher Industrierobotern vorbehalten. 2021 lagen Japan und Deutschland beim Automationsgrad mit knapp 400 Robotern auf 10.000 Beschäftigte nahezu gleichauf. Im weltweiten Vergleich der International Federation of Robotics belegten sie die Plätze drei und vier – weit abgeschlagen hinter Südkorea (1000 Roboter) und Singapur (670 Roboter).

Die Industrieroboter benötigen in der Produktion früher getrennte Arbeitsbereiche, damit ein Roboterarm bei seinen



**Sicherheitsroboter wie der SQ-2 von Seqsense sollen eigentlich Wachpersonal einsparen. Doch das muss mitunter allzu neugierige Besucher von den Maschinen fernhalten.**



Frankfurt am Main  
26. und 27. September 2023

## Die Heise-Konferenz für Speichernetze und Datenmanagement

Im September treffen **Storage-Anwender, -Entscheider** und **Anbieter** aufeinander und tauschen sich zu Storage-Themen von heute und morgen aus.

### Das erwartet Sie:

- Zwei intensive Konferenztage
- Neues rund um effiziente und sichere **Speicherkonzepte**
- **Top-Themen:** Storage-Architekturen, Ransomware, Backup & Recovery, korrekte Datenlöschung, Storage-Performance, NVMe, DAOS u.v.m.
- Entspanntes **Networking** mit Fachkollegen

Werfen Sie einen erhellenden Blick auf die Storage-Trends von morgen und profitieren Sie von den Erfahrungen unserer Storage-Experten aus unterschiedlichen Branchen und Unternehmen.

Der Weiterbildungs- und Branchentreff  
der Storage-Szene

[storage2day.de](https://storage2day.de)

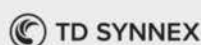
Jetzt Ticket  
sichern!

Veranstalter:



dpunkt.verlag

Goldsponsoren:



Silbersponsor:

SerNet



automatisierten Bewegungen keinem menschlichen Kollegen an den Kopf haut. Doch seit einigen Jahren kommen immer mehr sogenannte Cobots auf den Markt, die Hand in Hand mit Menschen arbeiten. Auch in Japan hat Mitsubishi Electric den Arm seines kollaborativen Industrieroboters Melfa Assista mit Drehmomentsensoren ausgestattet. Sobald er auf ein Hindernis trifft oder von einem Menschen berührt wird, stoppt er sofort. Das ermöglicht kompaktere Arbeitsbereiche in der industriellen Fertigung. Die mit den Robotern zusammenarbeitenden Fachkräfte müssen die Bewegungen des Roboters jedoch genau kennen und ihre eigenen Handgriffe abstimmen. In einem Restaurant müsste ein Roboterarm deshalb von Gästen und ungeschultem Personal getrennt werden.

Auf absehbare Zeit werden Roboter also eher in der industriellen Produktion als im Dienstleistungssektor fehlende Arbeitskräfte ersetzen können. Mit einer Lockerung der Einwanderungspolitik tut sich die japanische Regierung allerdings noch schwer. Die Hürden sind nach wie vor hoch, wie Markus Schürmann, Geschäftsführer der Deutschen Industrie- und Handelskammer in Japan (AHK), erklärt.

Viele scheitern an der Sprachbarriere und der Kanji-Schrift. Diese müssen Zuwanderer nach wie vor beherrschen. Während Großkonzerne international agieren, konzentrieren sich kleine und mittlere Unternehmen auf den japanischen Markt. Sie zögern, ausländische Arbeitskräfte zu integrieren oder mit Unternehmen aus anderen Ländern zu kooperieren. Das bleibt laut Schürmann den Großen wie Toyota, Honda, Sony, Panasonic, Toshiba oder auch Mitsubishi überlassen: Sie sind oft global aufgestellt und betreiben mit allen Regionen der Welt gleichermaßen regen Handel – egal ob mit den USA, Europa oder China. Das sorgt für wirtschaftliche Stabilität, auch wenn es in einem Land mal kriselt.

### Energiesparhäuser

Abseits der Großkonzerne könnten Kooperationen zwischen mittelständischen Unternehmen, zum Beispiel in der Energiewirtschaft oder im Baugewerbe, Früchte tragen. Bislang setzt sich der Wille zum Energiesparen in dem Hochtechnologie-Land nur langsam durch. Sogar die Klobrillen werden – wie in unserem Hotel – rund um die Uhr mit Strom beheizt. Deshalb

versucht Mitsubishi Electric beispielsweise, Kindern und Familien in einem eigens eingerichteten Veranstaltungshaus im Zentrum von Tokio mit Videospielen zu erklären, warum sich Müll trennen und recyceln lohnen.

Während Niedrigenergie- und Passivhäuser in Deutschland etabliert sind, haben sie in Japan noch Modellcharakter. Anders als bei uns ist der Energieverbrauch nicht in den milden Wintern am höchsten, sondern im Sommer, wenn die Klimaanlage auf Hochtouren laufen.

MELCo verfolgt in diesem Bereich mehrere Ansätze: Zum einen entwickeln die Forscher zum Beispiel kostengünstige Infrarotsensoren namens MELDIR, die in Innenräumen die Temperatur der sich dort aufhaltenden Personen überwachen und die Klimaanlage automatisch regeln. Der Sensor löst die Wärmebilder nur mit 80 × 60 Pixeln auf, sodass keine Personen zu erkennen sind. Denn wer möchte schon ständig von seiner Klimaanlage in den eigenen vier Wänden gefilmt werden?

Zum anderen forscht man an einem Modellhaus namens SUSTIE – einem 6500 Quadratmeter großen Bürogebäude, das im Jahresdurchschnitt keine Energie verbrauchen soll (Net Zero Energy Building). Anders als etwa ein reines Passivhaus muss es mit dem öffentlichen Energienetz und Speichern verbunden sein. Denn nachts und im Winter produ-

ziert es weniger Strom als tagsüber im Sommer – erst übers Jahr gerechnet ist die Bilanz sogar (leicht) positiv.

Auf den Komfort elektrischer Geräte und Steuerungen will man auch im SUSTIE nicht verzichten. Deshalb installierten die Ingenieure Solarzellen auf dem Flachdach und stellten die Elektrik auf Niedervoltssysteme um, um Wandlungsverluste zu verringern. Der Aufzug arbeitet mit Energierückgewinnung und im ganzen Gebäude sind tausende Sensoren verteilt, die die Luftqualität überwachen und den Austausch über Wärmerückgewinnungsanlagen steuern. Der Clou sind riesige Kühlrippen aus Metall, an denen im Sommer bei weit geöffneten Fenstern die warme, feuchte Luft vorbeiströmt. Sie kühlt ab und das Wasser kondensiert, sodass es im Inneren kühler und trockener bleibt.

Die Mehrkosten für die gesamte Elektronik sollen laut MELCo bei etwa zehn Prozent der Baukosten eines vergleichbaren Bürogebäudes liegen. Was die Japaner bislang außen vor lassen, sind spezielle bauliche Maßnahmen zur Dämmung von Außenwänden und Fenstern, wie sie bei Niedrigenergiehäusern in kälteren Regionen Europas zum Einsatz kommen. Damit ließe sich der Energiebedarf zum Kühlen und Heizen weiter senken.

Das hat auch die japanische Regierung erkannt und will beispielsweise den Einbau von Isolierfenstern subventionieren. Fensterbauer aus dem Ausland könnten hier ein Geschäft machen, wenn die Zusammenarbeit mit den Handwerkern vor Ort einfacher wäre. Ähnliche Probleme haben japanische Firmen, wenn sie ihre Klimaanlagen und Wärmetauscher in Europa vertreiben.

### Windkraft vor der Küste

Prestigeprojekte wie SUSTIE zeigen zwar, was bei Neubauten technisch machbar ist. Doch im Bestand lassen sich solche Anlagen nur schwer nachrüsten.

Um trotz des großen Energiehungers die Umwelt zu entlasten, will die japanische Regierung bis 2050 CO<sub>2</sub>-neutral werden und die Hälfte der Energie aus Sonne, Wind und Wasser gewinnen. Derzeit hinkt Japan hinterher: Laut dem BP World Energy Report erzeugte Japan 2021 nur 11,6 Prozent seines Bedarfs aus erneuerbaren Energien und Wasserkraftwerken. In Deutschland waren es 19,5 Prozent. Pro Jahr bläst jeder japanische Bürger im Schnitt rund zehn Prozent mehr CO<sub>2</sub> in die Luft als ein deutscher.



**Roboterarme wie der Melfa Assista stoppen ihre Bewegungen, sobald sie einen Menschen berühren. Bislang werden sie nur in der Industrieproduktion eingesetzt, nicht im Dienstleistungssektor.**

Um den Rückstand aufzuholen, plant die japanische Regierung neben der Förderung von Photovoltaik auch einen riesigen Offshore-Windpark vor der Küste. Der Umweltjournalist Takashi Matsuki von der Wirtschaftszeitung Nikkan Kogyo Shim-bun rechnet die gewaltigen Dimensionen des Projekts vor: Um bis 2050 die von der Regierung angestrebte Leistung von einem Terawatt aus Windenergie zu erzeugen, müssten laut Matsuki ab 2030 jedes Jahr 5000 Windräder mit einer Leistung von je zehn Megawatt installiert werden – jedes mit einer Nabenhöhe von 300 Metern. Das Problem: Weil Japans Steilküste unter Wasser stark abfällt, müssen die gigantischen Höhenwindanlagen schwimmend verankert werden. Die ersten Prototypen befinden sich derzeit in der Testphase, bis Ende 2024 sollen sieben von ihnen zu Wasser gelassen werden.

Matsuki hält es für unrealistisch, mit dem Offshore-Windpark die hochgesteckten Energieziele zu erreichen. Das mag auch ein Grund sein, warum die Regierungskoalition aus LDP und Komeito an der Atomenergie festhält. Und das, obwohl in Japan zwei Städte durch Atom-bomben ausgelöscht und ein Atomkraftwerk durch einen Tsunami zerstört wurden.

Möglicherweise sind die Regierungsvertreter der Meinung, dass sie mithilfe neuer Technologien die Naturgewalten in Zukunft besser im Griff haben werden. So stellte Mitsubishi Electric 2019 ein Frühwarnsystem für Tsunamis vor, bei dem Radarsensoren kniehoch Wellenbewegungen bis zu 50 Kilometer vor der Küste registrieren. Ein zwei Jahre später entwickelter KI-Algorithmus namens Maisart soll typische Tsunami-Wellenmuster besser erkennen und die Fehlalarmquote von 10 Prozent um zwei Größenordnungen auf 0,1 Prozent senken. Wenn alles klappt, soll das KI-gestützte Frühwarnsystem 2025 fertig und anschließend kommerzialisiert werden. Doch die Vorwarnzeit ist knapp: Wenn eine Tsunamiwelle mit knapp hundert Kilometern pro Stunde auf die Küste zurollt, könnten Bevölkerung und Kraftwerksbetreiber frühestens 30 Minuten im Voraus gewarnt werden, um ihre Anlagen herunterzufahren und sich in Sicherheit zu bringen.

### Smarter Verzicht

Was also können Deutschland und Japan voneinander lernen? Bei Sensorik und intelligenter Steuerung haben neue tech-



**Mediamarkt auf Steroiden: Technikkaufhäuser wie Bic Camera bieten alle nur erdenklichen technischen Spielereien.**

nische Produkte durchaus Potenzial, den Energiebedarf zu senken und beispielsweise Verkehrssysteme und Häuser effizienter zu machen. Deutsche wie japanische Unternehmen würden zweifellos von einem intensiveren Austausch profitieren.

Doch es droht die Gefahr einer Technikdekadenz – das sieht man beim Bummel durch Tokios große Technikkaufhäuser wie Bic Camera. Dort, wo der Markt mit Haushaltsgeräten, Klimaanlage und Toiletten eigentlich gesättigt ist, versuchen die Hersteller mit irgendeinem Schnickschnack Kunden zu einem Neukauf zu verleiten: eine Sitzheizung auf dem Klo oder ein Internetanschluss an der Mikrowelle. Diesen „schleichenden Zerstörungsmechanismus der materialistischen Konsumgesellschaft“, wie ihn ein Kritiker nannte, entlarvte bereits der Regisseur Ryu Muramaki in seinem Filmklassiker „Tokio Dekadenz“ von 1992. Auch 30 Jahre später ist er noch immer präsent.

Doch neben dieser Begeisterungsfähigkeit für technischen Firlefanz achten viele Japaner in anderen Lebensbereichen wie bei der Kleidung und Ernährung auf hohe Qualität und Nachhaltigkeit. Das ist auch der Grund, warum sich zum Beispiel amerikanische Fast-Food-Ketten in Japan nicht etablieren konnten.

Neben dem angestrebten wirtschaftlichen und technologischen Austausch wäre daher auch ein sozialer und kultureller Austausch „smart“. Denn mit dem

Platzmangel in seinen Megastädten, der Sättigung der Märkte, der Überalterung und dem hohen Energiebedarf stagniert Japans Wirtschaftsleistung seit nunmehr 30 Jahren. Sie ist an den Grenzen des Wachstums, wie sie der Club of Rome 1972 beschrieb, offenbar angekommen.

Der Umweltjournalist Takashi Matsuki blickt neidisch auf die europäischen Klimaschutzbewegungen und wünscht sich auch in seinem Land weniger Obrigkeitshörigkeit und mehr Engagement für den Umweltschutz. Denkt man seine Kritik weiter, dann könnte eine Gesellschaft, in der jeder Einzelne die Höflichkeit gegenüber seinen Mitmenschen über seine egozentrischen Interessen stellt, durchaus langfristige Vorteile von Postwachstums-Ansätzen wie Degrowth und Konsumverzicht wertschätzen.

Diskussionswürdige Beispiele für einen solchen deutsch-japanischen Gedankenaustausch gibt es bereits: Zuletzt feierte der Philosophieprofessor Kohei Saito von der Universität Tokio unerwartete Erfolge und verkaufte von seinem kapitalismuskritischen Buch „Capital in the Anthropocene“ allein in Japan über eine halbe Million Exemplare. Zuvor hatte der vom Feuilleton gefeierte Shooting-Star in Berlin promoviert. Die deutsche Übersetzung erscheint just dieser Tage unter dem Titel „Systemsturz: Der Sieg der Natur über den Kapitalismus“.

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

Die Reisekosten des Autors wurden von Mitsubishi Electric bezahlt.





Bild: Albert Huim

# Schlüsselmacher

## Wie Schlüsselableitungsfunktionen funktionieren und was sie mit Passwort-Hashes zu tun haben

**Schlüsselableitungsfunktionen schützen zum Beispiel das Passwort, mit dem Sie Ihren Rechner entschlüsseln, und kommen zum Einsatz, wenn Anbieter Ihre Account-Passwörter speichern. Diverse dieser Funktionen buhlen mit unterschiedlichen Vorteilen um die Gunst von Entwicklern, aber nicht jede Variante ist in jeder Situation empfehlenswert.**

Von Sylvester Tremmel

**P**asswörter als Zugangsschutz sind allgegenwärtig – und problematisch. Vor allem, weil Nutzer aus Bequemlichkeit regelmäßig eher schlechte Passwörter verwenden. Und auch wenn bessere Alternativen wie Passkeys bereitstehen [1], werden uns Passwörter noch lange erhalten bleiben.

Umso wichtiger ist, dass man Passwörter möglichst sicher verarbeitet und in einer Form speichert, die Rückschlüsse auf die geschützten Werte verhindert. Dabei helfen Schlüsselableitungsfunktionen (key-derivation functions, KDF) und Passwort-Hashing-Funktionen

(PHF). PHFs und KDFs dienen unterschiedlichen Zwecken, sind technisch aber sehr ähnlich angelegt. So sehr, dass der – nicht unwichtige – Unterschied oft ausgeblendet wird und man nur von „KDFs“ spricht.



### KDFs und PHFs

Wie ihr Name nahelegt, produzieren Schlüsselableitungsfunktionen

einen Schlüssel, also eine Bytefolge einstellbarer Länge, die sich als Schlüssel in einem Verschlüsselungsalgorithmus benutzen lässt. Den Schlüssel leiten sie aus irgendwelchen Eingabedaten ab. In diesem Artikel geht es um KDFs, die den



## ct kompakt

- Schlüsselableitungsfunktionen und Passwort-Hash-Funktionen werden oft nicht unterschieden, sind aber nicht dasselbe.
- Mit verschiedenen Tricks, die unterschiedlich gut funktionieren, sollen sie Angreifer ausbremsen, ohne Anwender zu belästigen.
- Entwickler oder Nutzer, die eine Funktion wählen müssen, sollten mit ihren Vor- und Nachteilen vertraut sein.

Schlüssel aus einem Passwort ableiten, also um passwortbasierte Schlüsselableitungsfunktionen (PBKDF).

Dieser Anwendungsfall ist so häufig, dass oft vereinfachend von KDFs gesprochen wird, wenn man eigentlich PBKDFs meint. Das vermeidet auch Verwechslungen mit PBKDF2, einer konkreten Schlüsselableitungsfunktion mit einem sehr generischen Namen. Auch in diesem Artikel schreiben wir bloß „KDF“, meinen aber passwortbasierte KDFs.

KDFs kommen beispielsweise dann zum Einsatz, wenn Sie ein Passwort ein-

geben, um die Festplatte Ihres Rechners oder die Datenbank Ihres Passwortmanagers zu entschlüsseln. Obwohl es sich bei der Wahl der KDF eigentlich um Implementierungsdetails der jeweiligen Software handelt, können Endnutzer gelegentlich aus verschiedenen KDFs wählen. Beispielsweise erlauben der Passwortmanager KeePassXC oder die unter Linux verbreitete Festplattenverschlüsselung nach dem LUKS-Standard [2] eine Wahl der KDF.

Passwort-Hash-Funktionen dienen einem anderen Zweck: Mit ihrer Hilfe will man Passwörter so speichern, dass sie nicht mehr rekonstruierbar sind, man ein eingegebenes Passwort aber dennoch mit dem gespeicherten vergleichen kann. Beispielsweise sollten Webseiten die (Account-)Passwörter ihrer Kunden geschützt durch PHFs speichern. In der Praxis spricht man häufig davon, dass die Passwörter „gehasht und gesalzen“ werden (siehe Kasten „Salz und Pfeffer“).

Die Ausgabe einer PHF ist in der Regel eine Zeichenkette fester Länge. Wie bei einer herkömmlichen kryptografischen Hash-Funktion [3] muss der Hash eines Passworts eindeutig sein und man darf aus dem Hash nicht auf das Passwort schließen können. Kommt einem Anbieter seine Datenbank mit den Hashes der Kundenpasswörter abhanden, nützt sie Angreifern wenig – so die Idee –, weil sie von den Hashes

nicht auf die Passwörter schließen können. Wenn sich dagegen im regulären Betrieb ein Kunde anmeldet, wendet der Anbieter die PHF auf das übergebene Passwort an und sieht nach, ob das Ergebnis mit dem gespeicherten Hash übereinstimmt.

Grundsätzlich kann man jede KDF als PHF verwenden, indem man vom Passwort einen „Schlüssel“ in der gewünschten Länge ableitet und als Zeichenfolge kodiert, beispielsweise per Base64 – fertig ist der Hash. Von diesem Umstand rührt die häufige Gleichsetzung von PHFs mit KDFs her. Allerdings ist dieses Vorgehen nicht unproblematisch, wie wir weiter unten erklären werden. KDFs geben nicht immer gute PHFs ab.

### Rohe Gewalt

Während der Nutzen von PHFs relativ offensichtlich ist – Anbieter sollten Passwörter nicht im Klartext speichern –, kann man sich bei KDFs die Frage stellen, warum nicht einfach ein Passwort direkt als Schlüssel verwendet wird.

Das hat zum einen praktische Gründe: Verschlüsselungsalgorithmen haben in der Regel Anforderungen an die Länge eines Schlüssels, der außerdem als binärer Wert vorliegen soll. Passwörter bestehen dagegen aus tippbaren Zeichen und sie auf eine feste Länge zu beschränken, ist kontraproduktiv.

## Salz und Pfeffer

Angriffe auf Passwörter lassen sich oft beschleunigen, indem man sie vorbereitet. Angreifer können manche Berechnungen einmalig ausführen und mit dem Ergebnis das Abarbeiten von KDFs und PHFs abkürzen oder schlechte Eingabepasswörter direkt am Funktionsergebnis erkennen.

Sogenannte „Salt“-Werte verhindern das, indem man diese Werte in die Eingabedaten einer KDF/PHF einbezieht. Salts müssen nicht geheim bleiben und dürfen Angreifern in die Hände fallen. Wichtig ist nur, dass für jedes Passwort ein anderer Salt verwendet wird. Das macht eventuelle Vorausberechnungen des Angreifers nutzlos, weil er sie nicht mit dem jeweiligen Salt durchgeführt hat. Alle im Artikel genannten Funktionen haben daher direkt einen Salt als Eingabewert, neben dem Passwort.

Auch Salts können aber nicht verhindern, dass Angreifer Passwörter durchprobieren. Abhilfe schafft hier „Pepper“, ein Wert, den man auch „geheimer Salt“ nennt. Pepper ist so etwas wie das Gegenteil von Salts: Man darf für alle Passwörter denselben Pepper verwenden, aber der Wert muss geheim bleiben und darf einem Angreifer auch dann nicht in die Hände fallen, wenn er beispielsweise die ganze Datenbank klaut.

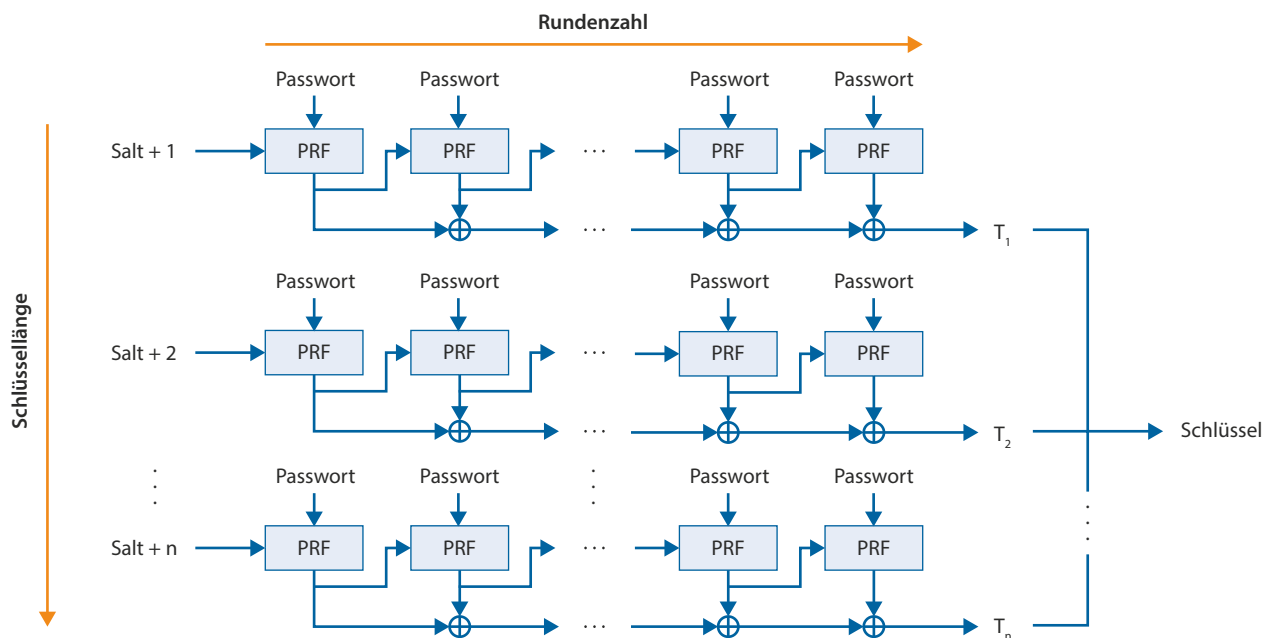
So einen geheimen Pepper kann man auf verschiedene Weisen nutzen, zum Beispiel, um KDF/PHF-Ausgaben mit ihm zu verschlüsseln. Auch das schlechteste Passwort ist dann geschützt, weil Angreifer die Verschlüsselung mit dem unbekannten (und hoffentlich nicht erratbaren) Pepper nicht umgehen können.

Die sichere Aufbewahrung eines Peppers kann ein TPM oder ein anderes Stück Hardware übernehmen, das den Wert generiert, aber niemals ausgibt. Stattdessen wandern beispielsweise Hashes ins TPM und kommen als verschlüsselte Hashes zurück. So ein Hardware-Sicherheitsmodul (Hardware Security Module, HSM), dessen Inhalt Angreifer weder sehen noch auslesen können, erlaubt auch Zugriffsversuche zu beschränken, indem sie nicht beliebig viele oder beliebig schnelle Anfragen erlaubt.

Allerdings muss man dem HSM vertrauen und bindet die Daten damit dauerhaft an die Hardware. Nicht zuletzt steht auch nicht in jeder Situation ein HSM zur Verfügung. KDFs und PHFs funktionieren dagegen überall und bestehen aus verifizierbarem Open-Source-Code.

## PBKDF2

Schlüsselableitungsfunktionen, hier eine schematische Darstellung von PBKDF2, wenden eine pseudozufällige Funktion (pseudorandom function, PRF) immer wieder an, in einstellbar vielen „Runden“. Weil eine PRF-Anwendung auf dem Ergebnis der vorherigen aufbaut, müssen sie nacheinander ausgeführt werden. Bei PBKDF2 laufen, je nach gewünschter Schlüssellänge, mehrere dieser Ketten parallel.



Noch wichtiger: Insbesondere schlechte Passwörter haben – kryptografisch ausgedrückt – (zu) wenig Entropie. Statt einer zufällig anmutenden Folge von Bytes ist ein Passwort eine häufig überhaupt nicht zufällige Zeichenfolge. Schlimmstenfalls folgt auf „1“ das Zeichen „2“, dann „3“, „4“, „5“ und das wars.

Beide Probleme behebt jede beliebige kryptografische Hash-Funktion, etwa SHA-256: Aus einem Passwort machen sie eine praktisch eindeutige, zufällig anmutende Bytefolge fester Länge. Allerdings sind typische kryptografische Hashfunktionen unter anderem auf Geschwindigkeit und Effizienz optimiert. Diese oft gewünschte und nötige Eigenschaft ist bei einer Verwendung als KDF schlecht, denn sie räumt eine Angriffsmöglichkeit nicht aus: Das massenhafte Ausprobieren von Passwörtern mit Wörterbüchern oder Brute Forcing.

Dem von „12345“ abgeleiteten Schlüssel kann man nicht ansehen, von welchem schwachem Passwort er stammt, aber ein Angreifer kann einfach „12345“ und Millionen andere schwache Passwörter ausprobieren und testen, ob die so entstandenen Schlüssel funktionieren. Am besten unterbindet man solche Angriffe, indem man nicht beliebig viele Passwort-

Versuche zulässt. Das ist allerdings schwierig, wenn Angreifer die Hardware an sich in die Hände fällt. Hardware-Sicherheitsmodule helfen hier (siehe Kasten „Salz und Pfeffer“), aber man muss ihnen vertrauen und sie sind nicht in jedem Anwendungsszenario verfügbar.

Einen Ausweg bieten planvoll ineffiziente Funktionen. Die Grundidee ist simpel: Eine KDF, die zur Ableitung des Schlüssels aus einem Passwort eine oder zwei Sekunden benötigt, ist in vielen Anwendungsfällen vollkommen akzeptabel. Beispielsweise booten Computer ohnehin einige Sekunden (oder auch länger) und wenn sich der Bootvorgang um zwei Sekunden verlängert, weil der Rechner erst noch den Festplattenschlüssel aus dem Passwort ableiten muss, stört das kaum.

Für Angreifer stellt so eine KDF allerdings ein herbes Hindernis dar: Massenhafte Passwörter ausprobieren gerät zur vollkommen impraktikablen Ewigkeitsaufgabe, wenn man auf jedes Passwort zwei Sekunden warten muss. Essenziell ist, dass so eine KDF nicht nur irgendwie ineffizient programmiert ist, sondern sich grundsätzlich nicht effizienter implementieren lässt. Gäbe es so eine Abkürzung, wäre der Effekt perdu.

### Compute-hard

In genau diese Kerbe schlägt PBKDF2, die „Password-Based Key Derivation Function 2“. Vereinfacht gesagt wendet PBKDF2 eine effiziente pseudozufällige Funktion – häufig eine HMAC-Konstruktion auf Basis von SHA-2 – immer wieder an. Der Trick ist, dass man einstellen kann, wie viele solcher „Runden“ das Verfahren drehen soll, um den Schlüssel abzuleiten. Wenn eine einzelne Anwendung von PBKDF2 mehrere hunderttausend Mal die interne Funktion ausführt, dann braucht dieses Gesamtkonstrukt Zeit, auch wenn sich die zugrundeliegende Funktion sehr schnell berechnen lässt.

PBKDF2 ist eine weit verbreitete Schlüsselableitungsfunktion und ein typisches Beispiel einer „rechen-harten“ (compute-hard) KDF: Die Ausführungsgeschwindigkeit von PBKDF2 ist im Wesentlichen davon begrenzt, wie schnell die genutzte CPU arbeitet. Allerdings gehen mit dem Ansatz einer solchen Funktion zwei praktische Probleme einher, begründet in der – nach wie vor beachtlichen – Performance-Steigerung immer neuer Hardware-Generationen.

Zum einen bedeutet dieser Fortschritt, dass man die Rundenzahl von PBKDF2 relativ häufig neu einstellen

# Know-How statt Hype

## Mit KI-Tools effektiv arbeiten

### **c't ChatGPT & Co.** Mit KI-Tools effektiv arbeiten

#### Besser und schneller texten

Welche Tools beim Schreiben helfen  
Wo KI-Texte noch schwächeln

#### Hacken mit ChatGPT

KI als Werkzeug für Angreifer  
Gefahr durch „Prompt Injections“

#### KI-Bilder auf dem eigenen PC

Stable Diffusion gratis und unbeschränkt  
Test: Grafikkarten für KI-Bilder

#### Was KI alles umkrempelt

KI-Suche statt Google: Gefährliches Halbwissen  
Jobmarkt, Urheberrecht, Musik, geklonte Stimmen



**Heft + PDF mit 29 % Rabatt**

Die Nachrichten über revolutionäre KI-Lösungen überschlagen sich täglich. Wie soll man da den Überblick behalten? Mit Tests und Praxistipps erklären wir im c't-Sonderheft, was heute schon geht sowie Ihnen bei der Arbeit hilft und wo Sie den Maschinen noch Zeit zum Reifen geben sollten.

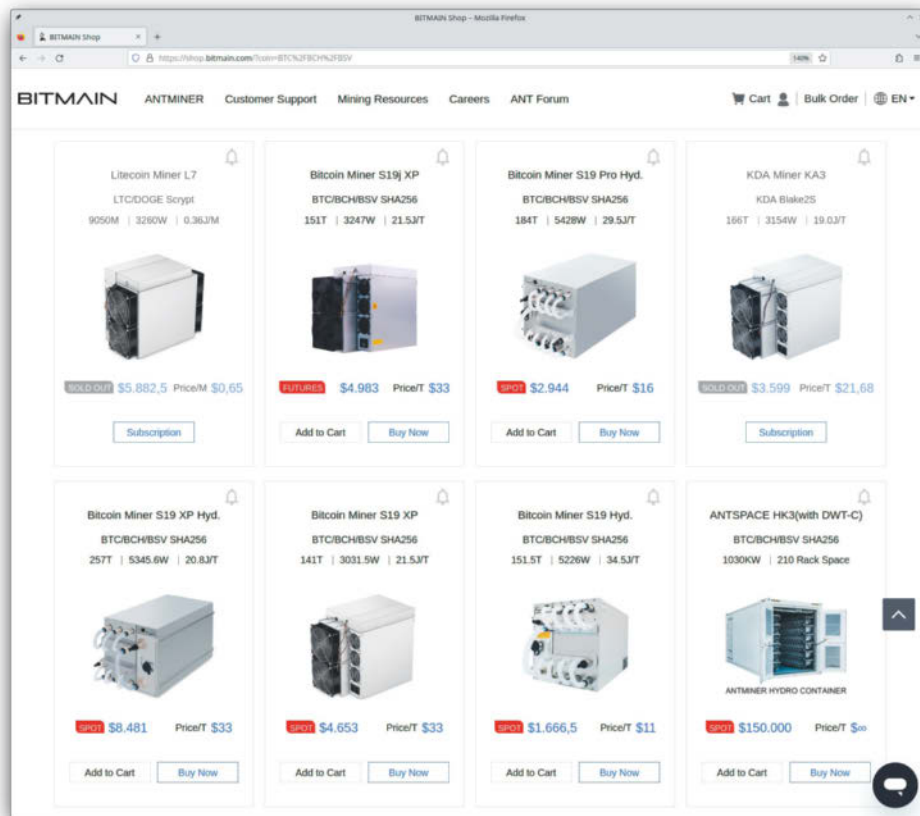
- ChatGPT zwischen wirtschaftlicher Effizienz und menschlichem Wunschenken
- Bilder-KI Stable Diffusion lokal installieren und betreiben
- Textgeneratoren für jeden Zweck
- Sprachmodelle mit Suchmaschinen koppeln
- Vier KI-Komponisten im Test
- ChatGPT als Hacking-Tool

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



**shop.heise.de/ct-chatgpt**





**Spezialisierte Schaltungen, die Hash-Funktionen schnell und effizient berechnen, sind spätestens seit dem Bitcoin-Boom leicht verfügbar.**

muss, damit die Funktion auch auf brand-neuer Hardware ausreichend Verzögerung erzielt. Das ist nicht nur lästig, sondern stellt auch Anwender vor Probleme, die selbst noch ältere Hardware einsetzen: Sie müssen mit deutlichen Wartezeiten leben oder eine eigentlich nicht mehr angemessene kleine Rundenzahl bei PBKDF2 einstellen.

Noch schwerer wiegt, dass Angreifer keineswegs dieselbe Hardware einsetzen müssen wie reguläre Nutzer, und gerade bei der Rechenperformance gibt es massive Unterschiede. Finanziell ausreichend ausgestattete Angreifer können anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (application-specific integrated circuit, ASIC) anfertigen lassen, die Hashes hoch-effizient und brachial schnell berechnen. Seit dem Bitcoin-Boom sind solche ASICs sogar sehr verbreitet, denn auch beim Mining vieler Kryptowährungen kommt es darauf an, möglichst schnell und effizient Hashes zu berechnen. Und auch FPGAs (Field Programmable Gate Array) erreichen zwar nicht die Taktraten moderner CPUs, können Hashes aber trotzdem kosten- und energieeffizienter als diese berechnen.

Angreifer müssen aber nicht unbedingt zu Spezialhardware greifen, um

einen Vorteil bei der Hash-Berechnung zu erlangen. Auch GPUs von der Stange bringen Rechenpower mit, die bei der Hash-Berechnung jede CPU in den Schatten stellt – sowohl hinsichtlich der Geschwindigkeit als auch in Bezug auf die Kosten- und Energieeffizienz.

Eine gute KDF muss also auch bei Anwendern mit eher schwachbrüstiger Hardware noch ausreichend schnell sein und darf dennoch bei einem Angreifer mit teurer oder spezialisierter Hardware nicht zu schnell sein. Die enorme Spannweite verfügbarer Rechenperformance stellt daher ein Problem für den rechen-harten Ansatz dar.

### Memory-hard

Abhilfe schafft eine andere Klasse von Schlüsselableitungsfunktionen, nämlich solche, die „Speicher-hart“ (memory-hard) sind. Im Unterschied zu PBKDF2 & Co. spannen solche KDFs für die Berechnung relevante Mengen Arbeitsspeicher ein. Wie viel Speicher in Beschlag genommen werden soll, ist einstellbar.

Speicher statt Rechenkapazität klingt nach Jacke wie Hose? Schließlich wachsen auch die Speicherkapazitäten moderner Hardware kontinuierlich? Das stimmt,

aber trotzdem ist der Ansatz effektiv. Denn auch wenn moderne Grafikkarten 12 oder 24 Gigabyte RAM mitbringen: Diese Karten haben Tausende oder sogar Zehntausende Rechenkerne, die nicht alle gleichzeitig im RAM lesen und schreiben können. Speicher-harte KDFs lassen sich also mit GPUs viel weniger gut beschleunigen als rechen-harte. Der Arbeitsspeicher und insbesondere seine Anbindung wird dabei zum Flaschenhals, lange bevor eine GPU all ihre Rechenkerne einspannen kann.

Auch gegen FPGAs und ASICs bieten Speicher-harte Ableitungsfunktionen einen Schutz: schlicht, weil es auch bei Spezialhardware teuer und schwierig ist, sie mit so viel RAM auszustatten, der so breitbandig und schnell angeschlossen ist, dass man viele Rechenkerne auslasten kann.

Der bekannteste Vertreter dieser Art von KDF ist Argon2, eine Schlüsselableitungsfunktion, von der es drei verschiedene Varianten gibt: Argon2d, Argon2i und Argon2id. Alle drei erlauben festzulegen, wie viel Speicher und Rechenzeit für eine Schlüsselableitung in Anspruch genommen werden. Sie sind also nicht nur Speicher-, sondern auch rechen-hart. Argon2d greift auf den genutzten Speicher in einer Art und Weise zu, die vom eingegebenen Passwort abhängt. Das behindert eventuelle Vorausberechnungen und erschwert es Angreifern, Time-Memory-Tradeoffs zu finden, also Modifikationen des Algorithmus, die mehr (billige) Rechenzeit aber weniger (teuren) Speicher benötigen.

Der Nachteil solcher passwortabhängiger Speicherzugriffe sind potenzielle Seitenkanalangriffe. Es besteht das Risiko, dass ein Angreifer, der die Speicherzugriffe bei der Schlüsselableitung beobachten kann, daraus Rückschlüsse auf das Passwort zieht. Argon2i vermeidet diese Gefahr durch passwortunabhängige Speichernutzung. Argon2id, in der Regel die empfohlene Variante, stellt den Kompromiss dar, der teilweise passwortabhängig und teilweise davon unabhängig auf den Speicher zugreift.

### Cache-hard

Argon2id ist eine gute, verbreitete und empfehlenswerte Schlüsselableitungsfunktion. Einen großen Teil ihrer Bekanntheit verdankt diese KDF allerdings dem Umstand, dass sie 2015 zur Sieger-*PHF* der „Password Hashing Competition“ gekürt wurde – eine Entscheidung, die zumindest

einige Jurymitglieder für falsch halten. Eines davon ist Jeremy Gosney, der das Resultat auf Twitter so zusammenfasst: „Im Grunde genommen haben wir komplett versagt. Wir wollten die eine wahre PHF identifizieren und haben stattdessen nur eine weitere KDF gekürt.“

Den Knackpunkt erklärt Gosney gegenüber c't so: In der Praxis darf IT-Security nicht zu teuer oder aufwendig geraten, darf also nicht beliebig Hardware und Rechenzeit kosten. Eine KDF läuft eher selten und in Situationen, in denen eine gewisse Wartezeit akzeptabel ist. Eine Passwort-Hashing-Funktion läuft dagegen auf einem möglicherweise gut ausgelasteten Server und kann daher nicht gigabyte-weise RAM belegen und sekundenlang herumrechnen. Sie muss mit so wenig Ressourcen auskommen, dass auch mehrere fast gleichzeitige Log-in-Anfragen bearbeitet werden können, und sie muss so schnell fertig sein, dass Nutzer die Wartezeit nicht als lahmenden Server wahrnehmen.

Gosney zufolge werden PHFs oft nur ein paar hundert Millisekunden Laufzeit eingeräumt, wenn überhaupt. Nun lassen sich die Argon2-Funktionen (und auch andere Speicher-harte Funktionen wie beispielsweise scrypt) mit ihren Parametern so konfigurieren, dass sie auf der gegebenen Hardware diese Rahmenbedingungen einhalten. Dann allerdings können Argon2 & Co. ihre Flaschenhälse nicht ideal zur Geltung bringen. Dafür bräuchten sie mehr Zeit und müssten mehr RAM belegen.

In solchen Situationen schlägt sich überraschenderweise bcrypt besser als Argon2 und andere typische Kandidaten. Der Speicherbedarf dieser über 20 Jahre alten PHF ist gering und nicht einstellbar, bcrypt ist also nicht Speicher-hart. Die Funktion hat aber – unbeabsichtigterweise – eine Eigenschaft, die Gosney „Cache-hart“ nennt: bcrypts Speicherzugriffe werden aus dem (L1-)Cache einer modernen CPU bedient und geschehen so häufig, dass sie die Antwortgeschwindigkeit des Cache ausreizen. GPUs mit mehr Kernen oder besserem RAM können bcrypt also nicht gut beschleunigen, sie bräuchten schnellere Caches.

Noch besser als das alternde bcrypt sind Funktionen wie pufferfish2 und bcrypt, die explizit als Cache-harte PHFs entworfen wurden. Sie vermeiden einige Fallstricke von bcrypt – etwa die Limitierung des Passworts auf 72 Byte – und nut-

zen etwas mehr Speicher, um die L2- oder L3-Caches auszulasten. Das behindert auch Hardware-Spezialanfertigungen wie ASICs und FPGAs, die für gute Beschleunigung viele dieser relativ großen Caches bräuchten.

## ROM-hard

Ebenfalls Ansprüche an die Caches stellt yescrypt, eine KDF, die mittlerweile einige Linux-Distributionen für Passwort-Hashes nutzen. Yescrypt ist eine eierlegende Wollmilchsaure: Die Funktion ist Cache-hart, Speicher-hart, rechnen-hart – und auf Wunsch sogar Festwertspeicher-hart (ROM-hard). Das bedeutet, die Funktion beansprucht optional giga- oder sogar terabyte-weise Massenspeicher für ihre Berechnungen, den man einmalig initialisieren muss.

Gedacht ist die Eigenschaft für große Authentication-Provider, die so schnell so viele Login-Vorgänge bearbeiten müssen, dass sie dedizierte Systeme zum Hashen nutzen. Die stellen mit der Massenspeichernutzung Botnetz-Betreiber vor ernste Probleme: Botnetze bieten viel RAM, CPU- und GPU-Power – noch dazu kostenfrei für die kriminellen Betreiber –, aber sie haben keinen großen gemeinsamen Speicher. ROM-hart konfigurierte yescrypt-Hashes lassen sich daher nicht gut mit Botnetzen knacken.

Allerdings greift yescrypt (wie bcrypt, scrypt und Argon2d) passwortabhängig auf Speicher zu und ist damit anfällig für die erwähnten Seitenkanalangriffe. Zudem geht mit der Rundumversorgung auch eine erhebliche Komplexität einher, die Raum für Fehlkonfigurationen lässt.

## Was tun?

Wenn Sie vor der Wahl einer Schlüsselableitungsfunktion stehen, machen Sie mit Argon2id nichts falsch. Wenn Seitenkanalangriffe keine Gefahr darstellen, bietet Argon2d sogar noch ein bisschen mehr Schutz. Wichtig ist, dass Sie individuelle Salts verwenden und der Funktion ausreichend Speichernutzung und Laufzeit einräumen, denn nur dann kann sie ihren Effekt voll ausspielen. Die genauen Werte hängen von Ihrer Hardware ab, ein, zwei Sekunden sollte die Schlüsselableitung schon dauern dürfen.

Schwieriger ist eine Empfehlung für Passwort-Hashing-Funktionen. Das Open Worldwide Application Security Project (OWASP) nennt Minimalkonfigurationen und empfiehlt Argon2id, scrypt, bcrypt

und PBKDF2 in absteigender Präferenz (Links unter [ct.de/yt51](https://ct.de/yt51)). Steve Thomas, ebenfalls Jurymitglied der Password-Hashing-Competition, veröffentlicht auf seiner Website dagegen empirisch ermittelte Werte, die bcrypt und bcrypt vor Argon2 sehen.

Das US-amerikanische NIST nennt einerseits explizit PBKDF2 und die (hier nicht erklärte) Balloon-Konstruktion als geeignete Funktionen, empfiehlt aber andererseits auch, Speicher-harte Funktionen zu nutzen, wozu PBKDF2 nicht zählt. Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) empfiehlt gar keine konkrete PHF. Auf Nachfrage von c't gab man als Grund an, dass „Ein-Faktor-Authentisierung über ein Passwort grundsätzlich nicht empfehlenswert ist“.

Einig sind sich die meisten Akteure darin, dass man PBKDF2 wo möglich vermeiden sollte. Wer sich aufgrund rechtlicher Regularien oder zu erfüllender Standards zur Nutzung von PBKDF2 gezwungen sieht, kann die Anforderungen möglicherweise erfüllen, indem er scrypt oder yescrypt einsetzt, denn diese Funktionen nutzen PBKDF2 als einen ihrer Bestandteile.

Vergessen darf man bei all dem auch nicht, dass KDFs und PHFs vornehmlich Passwörter in einem Graubereich schützen können: Wirklich gute Passwörter sind auch als herkömmlicher kryptografischer Hash nicht zu knacken und wirklich schlechte Passwörter kann auch die beste KDF oder PHF nicht schützen. Neben der Wahl einer vernünftigen Funktion und der regelmäßigen Kontrolle, ob ihre Parameter noch angemessen sind, sollten sich Entwickler daher darauf konzentrieren, Passwörter abzuschaffen [4]. Nutzer müssen einstweilen darauf achten, dass ihre Passwörter exzellent sind – auch wenns lästig ist. (syt@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Ronald Eikenberg, Passkeys im Einsatz, Passkeys: So schützen Sie Ihre Accounts mit dem Passwort-Nachfolger, c't 18/2023, S. 14
- [2] Sylvester Tremmel, Schlüsselkontrolle, Wann und wie man LUKS-Header aktualisieren sollte, c't 14/2023, S. 158
- [3] Sylvester Tremmel, Deterministisches Chaos, Was kryptografische Hashfunktionen leisten müssen, c't 7/2021, S. 64
- [4] Niklas Dierking, Passkey-Pionier, So ergänzen Sie Passkey-Logins in eigenen Webdiensten, c't 18/2023, S. 24

**Konfigurationsempfehlungen:** [ct.de/yt51](https://ct.de/yt51)



# PC-Baukästen

## c't vergleicht sechs IBM-kompatible AT-Komplettsysteme



**Schon Mitte der 1980er-Jahre konnte man mit „IBM-kompatiblen“ PCs im Vergleich zum Original nicht nur Geld sparen. Je nach Geldbeutel hatte man die Wahl zwischen verschiedenen Ausstattungen bis zur modernen EGA-Grafik. Standards wie ATX gab es noch nicht.**

Von Rudolf Opitz

Der PC-Markt war 1986 turbulent: Atari und Commodore verkauften ihre leistungsfähigen PC-Konkurrenten ST und Amiga mit grafischer Oberfläche und Maussteuerung zu Bruchteilen des Preises eines vergleichbaren IBM-AT-Rechners. Für den 16-Bit-PC mit Intels 80286 verlangte IBM aber Höchstpreise. Da „Big Blue“ Standardhardware verbaute – nur das BIOS war geschützt –, gab es wie schon für den Vorgänger XT preisgünstigere Nachbauten, die „IBM-kompatiblen“.

Die Nachbauten nannte man auch PC-Klone, doch waren es keine 1-zu-1-Kopien, denn zumindest das BIOS war nachprogrammiert und PC-DOS lief nicht, sehr wohl aber Microsofts MS-DOS. Der AT setzte aber Standards, was Gehäuse, Tastatur, Netzteil und Mainboard-Abmessungen anging. Viele Händler boten bald AT-kompatible PCs mit frei wählbarer Ausstattung an. Das veranlasste c't zum ersten großen PC-Vergleichstest im Oktoberheft 1986. Die Autoren Detlef Grell und Eckart Steffens erklärten:

**„[...] wir wollten nämlich mal wissen, auf was man sich eigentlich einläßt, wenn man sich – verlockt durch 2000-DM-Mutter-Bretter (Motherboards) – auf die gepriesene AT-Technik einläßt. Sind sie denn nun alle kompatibel oder gar gleich? Schließlich stammt ja so ziemlich alles aus Fernost.“**

An der letzten Aussage hat sich bis heute nichts geändert, aber 2000-DM-Motherboards? Alleine dafür bekam man einen Atari 260 ST mit Monitor – die D-Mark entsprach übrigens von der Kaufkraft her dem Euro von 2022. Einige dieser AT-Boards enthielten zwar eine serielle oder parallele Schnittstelle, weitere, wie Floppy- und Harddisk-Controller oder die Grafik musste man als Erweiterungskarten zustecken und natürlich separat erwerben.

Wer heute einen PC kaufen will, hat die Wahl zwischen allen möglichen Formen, Größen und Designs, doch die ersten AT-Nachbauten unterschieden sich zumindest optisch kaum.

**„Originalität streben wohl die wenigsten AT-Kopierer an, denn ‚original‘, nicht ‚originell‘ soll's weitestmöglich sein.“**

Es galt, möglichst nahe am Vorbild IBM-AT zu bleiben. Statt des Copyright-geschützten BIOS kam nachprogrammier-

te „Compatibility Software“ zum Einsatz, die die Funktionen des IBM-BIOS mit eigenem Code auf die Hardware umsetzte. **„Mit den allermeisten Softwarepaketen gibt es daher auch keine Fehlfunktionen, denn auf der anderen Seite (des Wirtschaftskuchens) sind Softwarehersteller aus Umsatzgründen natürlich peinlichst darauf bedacht, daß ihre Produkte auf möglichst allen Maschinen laufen.“**

Das heute als klobig empfundene AT-Gehäuse auf dem Schreibtisch war damals praktisch, denn es nahm alle Komponenten auf, bot viel Platz für Erweiterungen und diente als erhöhter Stellplatz für die Röhrenmonitore. Einiges ist bis heute erhalten geblieben, zum Beispiel das Standard-Layout der IBM-Tastatur Modell M mit 102 Tasten. Die ersten IBM-ATs hatten noch das Modell F mit 84 Tasten, das mit zehn Funktionstasten an der linken Seite dem Layout der PC/XT-Tastatur glich. Einige der getesteten Nachbauten besaßen bereits eine Tastatur mit 102 Tasten, die für unsere Testredakteure noch neu war:

**„Die zehn oberliegenden Funktionstasten sind für PC-Benutzer etwas gewöhnungsbedürftig.“**

Irritierend fanden sie jedoch gemischte Beschriftungen und merkwürdige Eindeutschungen:

**„[...] so fand sich auf der Caps-Lock-Taste der Aufdruck ‚Gnoß‘. Ebenso wie die Pyramid-Tastatur ist diese aber noch über den üblichen Rahmen hinaus mit deutschen Aufdrucken versehen, wobei es nicht unbedingt glücklich ist, ‚ESC‘ mit ‚Eing-Lösch‘ und ‚Ctrl‘ mit ‚Strg‘ zu übersetzen, auch wenn letzteres mit ‚Steuerung‘ für ‚Control‘ ungewohnt präzise ist.“**

Interessierte Leser finden den Artikel zusammen mit der Kaufberatung „PC oder Atari ST?“ aus c't 10/1986 als PDF unter [ct.de/ybkip](http://ct.de/ybkip). (rop@ct.de) **ct**

**PC-Artikel aus c't 10/1986 zum Nachlesen: [ct.de/ybkip](http://ct.de/ybkip)**



Als 1986 das Geschäft mit AT-Nachbauten so richtig anlief, trauten sich die c't-Redakteure erstmals an einen großen Vergleichstest: AT-Systeme schon ab 6000 Mark – damals ein Schnäppchen.



Prüfstand



Sechs 'Baukästen' im Test:

## Die AT-Welle rollt

Advanced Technology – schon für 6000 Mark

**Detlef Grell,  
Eckart Steffens**

**Gutes wird gern kopiert. Im Computermarkt um so mehr und um so lieber, je gewinnträchtiger das Geschäft erscheint. Nach der PC-Duplikat-Welle (die Big Blue ja schon zum Nachdenken über den Ausstieg aus diesem mittlerweile überlaufenen Markt brachte) folgt nun die AT-Welle.**

Nicht etwa konfektionierte Fertigware, sondern nur Geräte, deren sämtliche Bestandteile man einzeln erwerben kann, vom Motherboard über das Netzteil bis hin zum Gehäuse, haben wir auf den schließlich brechend vollen Prüfstand gezerrt.

Was bringt nun ansonsten eher ruhige und besonnene Redakteure zu der Wahnsinnstat, sechs (wenn auch fertig montierte) ATs anzufordern, auspacken, aufzubauen, in Betrieb zu nehmen, aufzuschrauben, zu zerlegen, Karten auszutauschen, in Betrieb zu nehmen. ... Hard-Disks mit Programmen vollzukupeln, diese zu starten und gar zum Laufen zu bringen, EGA-Karten zu installieren – das alles ständig begleitet von Handbuchstudium und Dauereinsatz des Setup-Programmes?

Ja, eigentlich genau das, wir wollten nämlich mal wissen, auf was man sich eigentlich einläßt, wenn man sich – verlockt durch

2000-DM-Mutter-Bretter (Motherboards) – auf die gepriesene AT-Technik einläßt. Sind sie denn nun alle kompatibel oder gar gleich? Schließlich stammt ja so ziemlich alles aus Fernost. Kann man sich die besten (oder preiswertesten) Karten zusammenkaufen und einen lauffähigen Rechner erwarten? Zahlt man für ein und dieselbe Sache unterschiedlich viel Geld? Und, was sich vor allem bei der Testerei ergab, wo und wie kann man sich auf die Nase legen, oder besser, wie kann man das vermeiden?

Wer in letzter Zeit die Anzeigen der Computer-Blätter mit Kauf-Intentionen studiert hat, der weiß, wie wenig man den Anzeigen entnehmen kann. Und nicht immer kommen auf Anfragen postwendend technisch aussagekräftige Prospekte herbeigeplättet. Und uns haben noch viel mehr Dinge interessiert, auf die wir aber aus Platzgründen gar nicht alle eingehen können. Nun denn.

### Originalität

streben wohl die wenigsten AT-Kopierer an, denn 'original', nicht 'originell' soll's weitestmöglich sein. Wie weit eine Kopie eine Kopie ist, wo eventuell ein anderer Chip sitzt und welchen Einfluß Layout-Änderungen im Detail haben, das war für unsere Forschungen zweitrangig. Und eins steht sowieso fest: Nichts kann kompatibler sein als das Original (das meistens immerhin 100% zu sich selbst kompatibel ist), und niemand darf es 1:1 kopieren.

Aber selbst wenn die Hardware hundertprozentig genau 'nachempfunden' ist, bleibt das Problem der copyright-geschützten Systemsoftware. 'Compatibility Software' heißt hier das Stichwort und bezeichnet ein mit Lizenz verkaufte Fremdanbieter-BIOS (Basic Input-Output System), das, wenn auch anders geschrieben, 'genauso' wie das IBM-Original funktioniert. Mit den allermeisten Softwarepaketen gibt es daher auch keine Fehlfunktionen, denn auf der anderen Seite (des Wirtschaftskuchens) sind Softwarehersteller aus Umsatzgründen natürlich peinlichst darauf bedacht, daß ihre Produkte auf möglichst allen Maschinen laufen.

### Kandidaten

Unser Test, besser: unsere Gegenüberstellung, hatte es also vornehmlich zum Ziel, zu erkunden, mit welchen Problemen man konfrontiert wird, wenn man sich ein preiswertes 'Clone'-Modell kauft, wie der Support dieser Maschinen ist und inwieweit es möglich ist, sich aus dem vielfältigen Platinen- und Teileangebot der Anbieter und Importeure einen funktionsfähigen, preiswerten Rechner selbst zusammenzustellen.

Wir baten die in Frage kommenden Firmen, uns jeweils einen fertig montierten (lauffähigen) Rechner nach unseren Minimalangaben zusammenzustellen, der

- im RAM-Bereich mit mehr als 1 MB ausgebaut und möglichst mit Above-RAM versehen sein sollte,
- mindestens ein umschaltbares 1,2-MB/360-KB-Laufwerk und eine Hard-Disk umfaßt,
- mit EGA-Karte (Enhanced Graphics Adapter) versehen ist

c't 1986, Heft 10



# Für Wissenshungrige...

## Ausgewählte Fachliteratur



Wolfram Gieseke

### Windows 11 – Power-Tipps

Ob ein externes Gerät nicht erkannt wird, Programme nicht mehr wie gewohnt laufen oder ein Ihnen unbekannter Update-Fehler auftritt: Wenn Sie den unterschiedlichen Fehlermeldungen selbst auf den Grund gehen möchten, hilft Ihnen dieses Buch weiter.

19,95 €



Brian Svidergol, Bob Clements, Charles Pluta

### Microsoft 365 Mobilität und Sicherheit

Bereiten Sie sich auf die Microsoft-Prüfung MS-101 vor und zeigen Sie, dass Sie die erforderlichen Fähigkeiten und Kenntnisse für die Verwaltung von Mobilität und Sicherheit in Microsoft 365 sowie die damit verbundenen Verwaltungsaufgaben in der Praxis beherrschen. Dieses Prüfungstraining wurde für erfahrene IT-Profis entwickelt.

49,90 €



Eric Amberg, Daniel Schmid

### Hacking – Der umfassende Praxis-Guide (2. Auflage)

Dies ist ein Leitfaden für angehende Hacker, Penetration Tester, IT-Systembeauftragte, Sicherheitsspezialisten und interessierte Poweruser. Mithilfe vieler Workshops sowie Tipps und Tricks lernen Sie die Vorgehensweise eines professionellen Hacking-Angriffs kennen.

49,99 €



Michael Weigend

### Python 3 für Studium und Ausbildung

Alle wichtigen Grundlagen der Python-Programmierung werden erklärt. Es sind keine Vorkenntnisse notwendig und die Themen werden fachunabhängig erläutert.

19,99 €



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 €



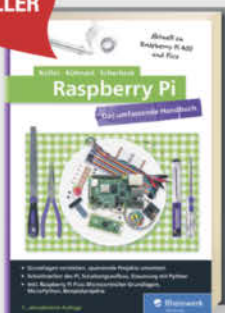
Thomas Kaffka

### 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 €

BEST-SELLER



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 €



shop.heise.de/highlights2023

PORTOFREI AB 20 € BESTELLWERT INNERHALB DEUTSCHLANDS



## Zubehör und Gadgets



### Oxocard Artwork Creative Coding

Mit dem leistungsfähigen Dual-Core Chip ESP32 liefert die Oxocard genügend Power für Ihre Experimente. Lernen Sie in kurzer Zeit wie man beeindruckende visuelle Effekte erzeugt, wie wir sie aus Spielen und Filmen kennen.

69,90 €



### musegear® finder Version 2

Finden Sie Schlüssel, Handtasche oder Geldbeutel bequem wieder statt ziellos zu suchen. Mit dem Finder können Sie z.B. das Smartphone klingeln lassen oder Wertgegenstände einfach tracken und noch mehr.

24,90 €



### Joy-IT LCR-T7 Messgerät

Mit Hilfe des LCR Messgerätes können Sie die Induktivitäten (L) von Spulen, Kapazitäten (C) von Kondensatoren und deren Widerstände (R) als Verlust messen. Die automatische Bauteilerkennung von dem Messgerät kann elektronische Komponenten (Dioden, Z-Dioden, Doppeldioden, Widerstände, Kondensatoren, Induktoren, Thyristoren, Triacs, Feldeffekttransistoren, Bipolartransistoren und Batterien) erkennen.

29,90 €



### Nitrokey 3A NFC

Der Nitrokey 3 vereint die Funktionen vorheriger Nitrokey Modelle: FIDO2, Einmalpasswörter, OpenPGP Chipkarte, Curve25519, Passwort-Manager, Common Criteria EAL 6+ zertifiziertes Secure Element, Firmware-Updates. Damit werden Ihre Accounts zuverlässig gegen Phishing und Passwort-Diebstahl geschützt.

59,90 €



### Joy-IT OR750i: Freifunk- & OpenWrt-Dual-Band-Router

Der Einstieg in die Freifunk- und OpenWrt-Welt kann oft schwierig sein. Deshalb hat Joy-IT in Zusammenarbeit mit Freifunk Hannover und c't den OR750i entwickelt. Dank Webinterface kann man beliebige Firmwares einfach hochladen – ohne komplizierte Kommandos oder inkompatible Hardware-Revisionen; ideal für OpenWrt-Einsteiger und solche, die Freifunk einfach nur nutzen wollen.

39,90 €



NEU

### JOY-IT DSO-138 M mini Oszilloskop

Das Mini- Oszilloskop mit einer Bildschirm-Größe von 2,4" kann per USB oder Akku betrieben werden. Eine Verbesserung ist der externe Triggereingang, welcher TTL- und LVTTTL-Signale als Quelle akzeptiert und serielle Ausgabe von Wellenformdaten.

54,90 €



### Die Reise mit dem micro:bit V2

Mit der Electronic Adventure Experimentier-Box ab 8 Jahren lernt man in aufeinander aufbauenden Lektionen wie sich auf Basis des BBC micro:bit spannende Experimente verwirklichen lassen.

49,90 €



### REINER SCT Authenticator

Der REINER SCT Authenticator speichert die elektronischen Schlüssel für die Logins sicher in seiner Hardware und generiert die TOTP-Einmalpasswörter hochgenau alle 30 Sekunden. Er arbeitet ohne Internetverbindung und kann deshalb online nicht angegriffen werden. Zusätzlich kann seine Funktion noch mit einem PIN-Schutz abgesichert werden.

44,90 €





Bild: KI Midjourney | Bearbeitung: ct

# Digitaler Gegenangriff

**Sensibilisieren, abschirmen, zurückschlagen:  
Wie Sie Internetbetrüger bremsen**

**Schockanrufe, vermeintlicher Microsoft-Support, Anlagebetrug, Enkel- und Kindertrick-SMS – Abzocker erfinden immer wieder neue Betrugsmaschen. Doch Sie können den Online-dieben das Geschäft vermiesen, zum Beispiel, indem Sie ihre Accounts und Webseiten sperren lassen oder ihnen einfach die Zeit stehlen.**

Von Andrijan Möcker

Mein Redaktionstelefon klingelt, das Display zeigt eine Rufnummer aus Griechenland. Ich hebe ab und sage nur „Hallo“. Am anderen Ende stellt sich jemand in stark gebrochenem Deutsch als Michael vom Microsoft-Support vor und lässt mir keine Pause, um zu fragen, worum es geht. Mein Windows-Rechner sei betroffen; der Microsoft-Support empfangt Signale von meinem PC, dass ein Hacker mehrere Hacker-Dateien auf mein Gerät heruntergeladen hat. Ich schaue auf meinen Ubuntu-Desktop und antworte innerlich: „Ich denke nicht“, während ich immer wieder „Oh, Nein!“ und „Das kann

ja wohl nicht sein!“ mit bewusst rauchiger Stimme entgegne.

In vollkommen übertriebener Detailtiefe instruiert mich der vermeintliche Microsoft-Michael, die Software Ultra-viewer herunterzuladen. „Oh, 10 Megabyte?! Das dauert hier erst mal etwas! Ich hol mir Kaffee!“, sage ich, schalte das Mikrofon stumm und lege den Hörer beiseite, um weiter meinen Artikel zu schreiben. Zwei vorgeblich fehlerhafte Download-Versuche später löse ich die Situation auf, amüsiere mich darüber, 25 Minuten der Zeit des Scammers verschwendet zu haben, und wünsche ihm alles erdenklich

## ct kompakt

- Onlinebetrug (Scam) verursacht jedes Jahr Milliarden Schäden.
- Präventivmaßnahmen wie Werbeblocker und Buchungslimits bei Konten machen den Scammern das Abzocken schwer.
- Schon eine Website zu melden, kann den Betrügern mehrere Tage Einnahmen kosten.

Schlechte für seine weitere Tätigkeit in diesem Berufsfeld. Das Gespräch beendet er mit den Worten „Fuck you!“.

„Was für eine Zeitverschwendung. Wer fällt denn auch auf sowas rein?!“, mag man als technisch versierter Mensch nun sagen. Doch jedes Jahr prellen Onlinebetrüger ihre Opfer um einen dreistelligen Milliardenbetrag. Schockanrufer erbeuteten 2022 alleine in Baden-Württemberg insgesamt 20 Millionen Euro und auch ein simpler „Microsoft“-Anruf kann schnell 15.000 Euro kosten, wenn sich Betroffene vom Scammer beim Onlinebanking für den vermeintlichen Supportvertrag helfen lassen. Ich habe tatsächlich nur etwa zwei Minuten investiert, um dem Scammer 25 Minuten zu nehmen – 25 Minuten, in denen er keinem Menschen Geld aus der Tasche ziehen konnte.

Die finanziellen und psychischen Schäden sind beachtlich, weshalb man den Zeiteinsatz gegen Scammer als Ehrenamt für bekannte wie unbekannte potenzielle Opfer verbuchen kann. Hier gilt: Wenn jeder ein wenig macht, schaffen viele Großes. In diesem Artikel beleuchten wir, was Sie selbst gegen die einzelnen Maschen ausrichten können.

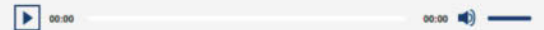
### Sensibilisieren

Die größte Hürde für Scammer aller Art sind gut informierte und abgeschirmte potenzielle Opfer – dort sollten Sie auch ansetzen. Verlorene (digitale) Mittel zum Cyberbetrug können die Täter in der Regel in kurzer Zeit wieder beschaffen; reduziert sich hingegen die Anzahl ihrer Ziele nennenswert, wird es für sie schwierig. Potenzielle Opfer sind nicht etwa nur ältere Menschen, die vor dem Boom des Internets aufgewachsen sind. Aufgrund der



#### Der Schockanruf

Die Polizeiliche Kriminalprävention möchte Ihnen nun einen sogenannten Schockanruf vorstellen. Hierbei handelt es sich um eine leider gängige und sehr erfolgreiche telefonische Betrugsmasche zum Nachteil älterer Menschen. Was Sie gleich hören werden ist die nachgesprochene Version eines echten sogenannten Schockanrufs.



**Die Kriminalprävention der Polizei Hamburg hat einen Schockanruf nachgesprochen und möchte so sensibilisieren. Das Anhören lohnt sich, denn die Masche ist perfide und baut enormen psychischen Druck auf. Einen Link zur Aufzeichnung finden Sie über [ct.de/y7pu](https://ct.de/y7pu).**

Vielfalt der Maschen muss heute jeder Nutzer von Internet und Telefon vorsichtig sein. Selbst der 29-jährige Autor dieses Artikels ist schon einmal Opfer eines Betrugs bei Kleinanzeigen geworden – mehr dazu später.

Gespräche mit den mehr oder weniger technisch versierten Menschen im eigenen Umfeld sind die erste und einfachste Maßnahme. Vielen ist gar nicht bewusst, dass das Netz voll von Betrügern ist und welche Gefahren lauern.

Je nach Gegenüber sollten Sie anfangs einfach über aktuelle Fälle und die Nachrichtenlage berichten, statt direkt zu warnen – letzteres kann zu einer zwar menschlichen, aber wenig förderlichen Reaktion à la „Ich doch nicht; das passiert nur anderen!“ führen. Erzählen Sie besser bloß davon, wie bestimmte Betrugsmaschen funktionieren und dass dabei viel Geld gestohlen wird.

Da auch die Welt der Scammer nicht stillsteht, sollten Sie sich immer wieder über aktuelle Entwicklungen informieren und nicht nur die Beispiele aus diesem Artikel parat haben. Wie Telefonbetrüger derzeit vorgehen, lesen Sie im Detail in c't 14/2023 ab Seite 58 [1]. Über [ct.de/y7pu](https://ct.de/y7pu) finden Sie Links zu Websites unterschiedlicher Behörden mit Informationen zum Thema.

### Riechender Braten

Häufig liefern Fallbeispiele Warnzeichen, die Sie Menschen mitgeben können: Der Microsoft-Support etwa ruft keine Windows-Nutzer an, um ihnen von Viren auf Ihrem Computer zu erzählen und gegen Bezahlung Unterstützung zu leisten. Auch wild blinkende Warnfenster im Browser mit vermeintlichen Support-Rufnummern kommen nicht vom Betriebssystemhersteller.

Extrem günstige Kleinanzeigenangebote oder äußerst lukrative Investment-

optionen, die zu schön aussehen, um wahr zu sein, sind es meist auch nicht. Banken fordern nicht per E-Mail inklusive Link dazu auf, die Onlinebanking-Zugangsdaten zu bestätigen. Im Zweifel ruft man seinen Bankberater an.

Und auch, wenn die angebliche Polizistin beim Schockanruf behauptet, dass Sohn oder Tochter einen Autounfall mit Todesfolge verursacht hat und nun Kautionszahlungen müssige: In den wenigsten Ländern der Welt gibt es monetäre Sicherheitsleistungen, um Untersuchungshaft zu verhindern – und wenn, dann werden diese durch einen Richter festgelegt und nicht durch die Polizei in einem Telefongespräch mit einem Elternteil, während die vorgebliche Täterin noch heulend auf der Wache sitzt [2].

Seriöse Dienstleister und Behörden fragen auch grundsätzlich nicht am Telefon nach Passwörtern und bauen auch



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

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

<https://heise.de/investigativ>



**Browser Plug-ins wie uBlock Origin können nicht nur Werbung sperren, sondern auch Adressen, die für betrügerische Pop-ups bekannt sind.**

keinen Druck auf, um Kunden zu Handlungen zu drängen.

Unabhängig davon sollten Sie Menschen in Ihrem Umfeld Hilfe beim Beurteilen anbieten. Wichtig ist, dass Sie dabei nicht werten oder tadeln, damit der Fragende nicht in eine unangenehme, schambehafte Situation gerät. Mit sachlichen Erklärungen und Geduld fördern Sie das gesunde Misstrauen und die Medienkompetenz.

Dort, wo Sie sowieso schon als Administrator tätig sind, können Sie auch nach Absprache eine vertrauenswürdige Fernwartungssoftware wie TeamViewer installieren, um gegebenenfalls aus der Ferne einen Blick auf die Angelegenheit werfen zu können.

## Abschirmen

Durch Software, Einstellungen und selbst verfasste Protokolle (Verhaltensregeln) machen Sie Computer, die Sie sowieso administrieren, zu einem schwierigen Ziel für Scammer. Die Maßnahmen richten sich nach der Medienkompetenz der Nutzer und es obliegt Ihnen, diese zu beurteilen. Verhalten Sie sich dabei trotzdem transparent, damit die Nutzer sich nicht bevormundet fühlen.

Die folgenden Vorschläge sind sicher nicht erschöpfend, dürften viele heutige und zukünftige Maschen aber behindern: Browser-Adblock-Plug-ins wie uBlock Origin oder AdBlock Plus etwa verhindern in vielen Fällen, dass dubiose Angebote oder „Microsoft“-Warnmeldungen überhaupt angezeigt werden. Mit NoScript blockieren Sie zusätzlich alle nicht explizit freigegebenen Skripte auf Websites – also beispielsweise JavaScript und Adobe Flash. Das Opt-in-Verhalten des Plug-ins sorgt dafür, dass auf unbekannten Websites erst

einmal so gut wie nichts außer Text funktioniert. Dabei müssen Sie als Admin aber ab und zu Regeln lockern, damit erwünschte Dienste nutzbar bleiben.

Bei Personen, die sowieso nur einige wenige Onlinedienste nutzen, kann eine Website-Whitelist (Freigabeliste) Sinn ergeben. Ob und wie das geht, recherchieren Sie für den eingesetzten Browser im Netz. Je nach Verhalten des Browsers beziehungsweise des Plug-ins müssen Sie möglicherweise angefragte Sub-Domains aus der Entwicklerkonsole des Browsers ermitteln und eintragen, bis alles richtig funktioniert.

Ähnliches Whitelisting funktioniert auch bei Mails: In der Regel können Sie Filter so konfigurieren, dass das Programm beziehungsweise der Anbieter die Mail – wenn nicht wenigstens eine Bedingung erfüllt wird – in einen separaten Ordner verschiebt. Als Bedingung konfigurieren Sie dann bekannte und vertrauenswürdige Absenderadressen. Das schützt zwar nicht vor Absender-Spoofing, doch der Scammer muss etwa die Adresse der Bank erraten, bei der das potenzielle Opfer Kunde ist, und gezielte Betrugsversuche sind deutlich seltener als ungezielte. Manche Mailanbieter können auch automatisch erkennen, welche Absender vertrauenswürdige sind, und alles Unbekannte wegsortieren – wenn der Junk-Filter nicht sowieso vorher zuschlägt.

Sollen oder wollen Nutzer keine zusätzliche Software installieren, können Sie dem Benutzerkonto auch die Administrator-/Root-Rechte wegnehmen. Das verhindert möglicherweise, dass das Opfer den Instruktionen eines Scammers zum Installieren einer Fernwartungssoftware folgen kann. Da aber nicht alle dieser Programme Administratorrechte benötigen, erreichen Sie nur mit Software-Whitelisting hohe Sicherheit dagegen. Wie Sie das in Windows erledigen, lesen Sie ab Seite 60. Für alle anderen Betriebssysteme recherchieren Sie das Vorgehen im Netz beziehungsweise deren Dokumentationen.

## Umgeleitet

Häufig kommen Scam-Anrufe aus dem Ausland, sodass Sie diese bei Nutzern, die normalerweise keine Anrufe von außerhalb ihres Landes bekommen, einfach sperren können. Prüfen Sie dazu das Kundenportal des jeweiligen Festnetz- oder Mobilfunkanbieters sowie die Dokumentation des Mobiltelefons oder Routers.

Oftmals finden Sie mehrere Optionen für Anrufsperren.

Fritzboxen beispielsweise können Anrufe aus bestimmten Rufnummernbereichen nicht nur blockieren, sondern alternativ direkt an einen Anrufbeantworter umleiten. Bespricht man den mit einer Ansage, die dazu auffordert, eine Rückrufnummer zu hinterlassen, bleibt man für legitime Anfragen von außerhalb trotzdem erreichbar und kann zurückrufen.

Haben Sie jedoch trotzdem im Hinterkopf, dass gerade gewiefte Scammer auch Rufnummernspoofing einsetzen, um ihren Opfern etwas vorzugaukeln. Auch am Telefon muss man also immer ein gesundes Misstrauen wahren.

Sollten die Betrüger es doch über alle Hürden schaffen, begrenzen Limits für Kredit- und Debitkarten sowie Onlineüberweisungen zumindest die Schadenssumme. Sprechen Sie dazu mit der jeweiligen Bank über die Einschränkungsoptionen. Im Idealfall muss das potenzielle Opfer für höhere Summen dann nämlich zur Bank, wo geschulte Mitarbeiter bestenfalls hellhörig werden und nachfragen.

## Zum Gegenangriff

Freunde und Verwandte mit den erwähnten Maßnahmen zu schützen, bringt schon viel. Doch es gibt immer ein Restrisiko und genug Menschen, denen keine technisch versierte Person hilft. Deshalb blasen wir jetzt zum Angriff!

Die eingangs erwähnten „Microsoft“-Scammer sitzen häufig in fernen Ländern und sind deshalb kaum greifbar. Ihnen können Sie hauptsächlich die Arbeit erschweren, indem Sie Zeit schinden, also das Gespräch mit unnötig komplizierten Nachfragen und Wartezeiten hinauszögern. Das bindet Ressourcen im Scam-Callcenter. Häufig sprechen die Anrufer auch nur sehr schlecht Deutsch und versuchen ins Englische zu wechseln – was Sie zugunsten weiterer Verzögerungen ablehnen sollten. Die eigene schauspielerische Leistung auszubauen, um mit minimalem persönlichen Zeiteinsatz maximale Zeitverschwendung auf Seiten der Scammer zu verursachen, kann viel Spaß machen.

Gelegentlich kommen auch Anrufe von Rufnummern aus dem deutschsprachigen Raum oder sie erscheinen in Browser-Pop-ups. Dokumentieren Sie diese zunächst bestmöglich, etwa mit Screenshots von Pop-ups oder Router-Gesprächslisten. Deutsche Rufnummern melden Sie



# Make:

## JETZT IM ABO GÜNSTIGER LESEN



**GRATIS!**



## 2x Make testen mit über 30 % Rabatt

### Ihre Vorteile im Plus-Paket:

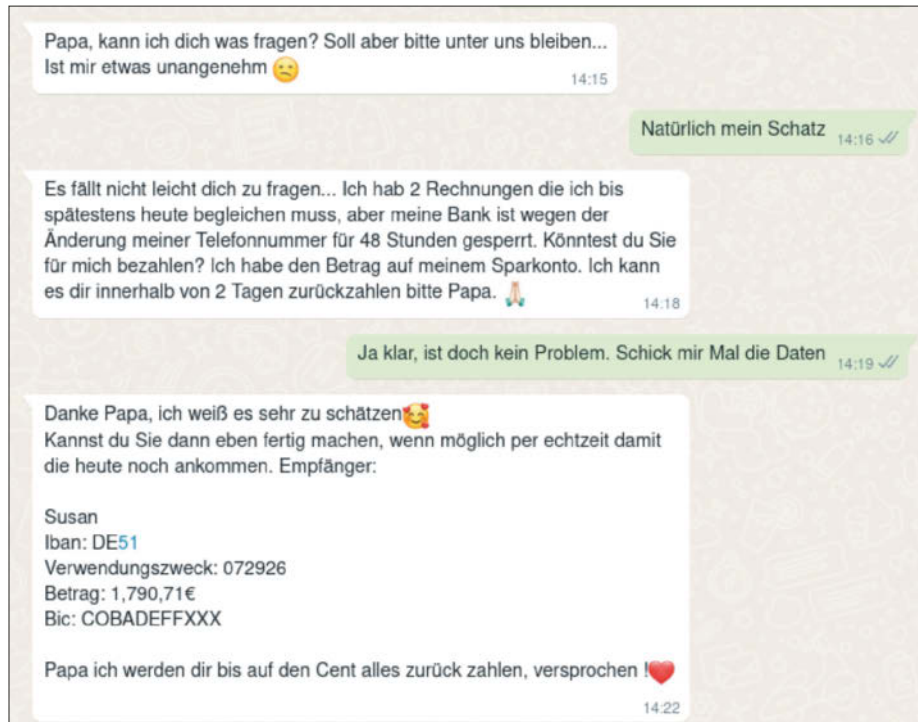
- ✓ Als **Heft** und
- ✓ **Digital** im Browser, als PDF oder in der App
- ✓ Zugriff auf **Online-Artikel-Archiv**
- ✓ **Geschenk**, z. B. Make: Tasse

Für nur **19,40 €** statt **27-€**

Jetzt bestellen:  
**[make-magazin.de/miniabo](http://make-magazin.de/miniabo)**







**Eben eine Rechnung für das vermeintliche Kind bezahlen – und über 1700 Euro sind weg. In diesem Fall ist allerdings nichts passiert, weil wir die Masche mit dem Wissen, dass es sich um einen Scam handelt, mitgespielt haben.**

bei der Bundesnetzagentur, österreichische bei der KommAustria (RTR) und schweizerische bei der Kantonspolizei Zürich oder dem nächsten Polizeiposten; Links zu den Meldeportalen finden Sie über [ct.de/y7pu](https://ct.de/y7pu). Im Idealfall reagieren die Behörden rasch und bitten den Telefonanbieter, die Rufnummern zu sperren.

Um den Prozess zusätzlich anzuschieben, können Sie den Anbieter der Rufnummer benachrichtigen. Da in Deutschland, Österreich und der Schweiz zumindest bei Mobilrufnummern klar ist, welche Rufnummerngasse welchem Provider gehört, verrät eine Netzrecherche den Namen. Besitzt der Anbieter eine Beschwerdestelle, wenden Sie sich an diese, ansonsten an den Kundenservice. Denken Sie dabei daran, die Screenshots anzuhängen.

### Kindertrick-SMS

„Hallo Mama/Papa, das ist meine neue Nummer. Du kannst die alte löschen! Schreib mir bitte auf WhatsApp wenn du das hier gelesen hast“ – damit beginnen die Kindertrick-SMS oft. Was folgt, ist meist eine Geschichte, die von einem defekten Smartphone, fehlenden TAN-Daten und einer dringend zu bezahlenden Rechnung handelt.

Außer der Meldung der Rufnummer an den Provider gibt es noch weitere Optionen, um die Scammer zu stören: Spielt man die Masche mit, bekommt man im Laufe der Konversation IBANs genannt, an die man die Summe überweisen soll. Melden Sie diese mit Screenshots an die bei Ihnen zuständige Cybercrime-Stelle der Polizei oder direkt an die Bank, die das Konto führt, damit sie dieses sperren kann.

Um das Risiko zu verringern, dass die Scammer Sie im Gegenzug am Telefon belästigen oder gar Ihren Namen und Ihre Adresse herausfinden, sollten Sie die Betrugsmasken auf keinen Fall mit Ihrer persönlichen Rufnummer mitspielen. Wir haben die Scammer, die uns kontaktiert hatten, mithilfe einer tschechischen eSIM um ihre IBANs gebracht, mit der wir zuvor ein WhatsApp-Konto in einer isolierten Android-Umgebung (Android Island: [ct.de/y7pu](https://ct.de/y7pu)) angelegt hatten – inklusive KI-Profilbild von [thispersondoesnotexist.com](https://thispersondoesnotexist.com). In iOS gibt es solche isolierten Umgebungen mit geklonten Apps derzeit nicht.

Aufgeflogen sind wir dabei nie. Die Scammer scheinen SMS an so viele Rufnummern zu versenden, dass sie kaum erraten können, welche von ihnen ange-

schriebene Nummer mit der Antwort von einer anderen Nummer zusammenhängen könnte. Nicht einmal die tschechische Rufnummer hat sie misstrauisch gemacht. Um uns im Fall der Fälle trotzdem erklären zu können, leiteten wir das Gespräch mit „Hallo \$Name, Mama hat mir gerade deine SMS gezeigt [...]“ ein.

### Anlagebetrug

Investmentbetrüger gaukeln ihren Opfern vor, sie könnten mit einem vergleichsweise kleinen Anlagebetrag ein Vermögen machen. Manchmal betreiben sie nur einen einfachen Kanal auf dem Instant-Messenger Telegram, manchmal aber auch eine ganze Flotte an Websites, die zehntausende Kunden und Millionengewinne vorgaukeln.

Auf die „Angebote“ kommen die Opfer meist durch Bots, die sich unter zufälligen Posts in den sozialen Medien oder offenen Telegram-Gruppen für die Investmenthilfe bedanken und dabei auch die Accounts der Scammer verlinken.

Statt mit Überweisungen, PayPal oder dem Klassiker – Western Union – arbeiten diese Scammer häufig mit Kryptowährungen und sagen den Opfern das auch ganz offen. Wir erhielten an mehreren Stellen die Aufforderung, ein Konto bei Binance oder Coinbase (Kryptobörsen) zu erstellen, uns dann auf einer zusammengesetzten Website anzumelden und das Geld an die genannte Adresse zu senden, um mit der Geldanlage zu beginnen. Diese Website ist Ihr Angriffspunkt.

Um es Leuten wie Ihnen schwer zu machen, veröffentlichen die Scammer die Adresse aber nicht einfach so auf ihrem Profil; Sie müssen Kontakt aufnehmen und sich interessiert geben. Dafür sollten Sie ebenfalls nicht Ihr persönliches Telegram-Konto verwenden. Falls Sie zweifeln, ob es sich tatsächlich um Betrüger oder vielleicht doch um eine seriöse Firma handelt, schauen Sie sich die Kontaktdaten an, suchen Sie die Firmennamen und prüfen Sie die Adressen etwa mit Google Street View. Eine Firma mit 50.000 Kunden sitzt in der Regel nicht in einem Trailerpark in den ländlichen USA oder einem Mehrfamilienhaus in London-Croydon.

Haben Sie eine URL, fertigen Sie Screenshots der Konversation und der Website an, ermitteln mit dem Kommandozeilenbefehl `nslookup` die IP-Adresse hinter der Seite und nutzen ein Whois-Tool ([ct.de/y7pu](https://ct.de/y7pu)), um jeweils den Hoster von IP-Adresse und Website zu ermitteln

– diese müssen nicht zwangsläufig übereinstimmen. In der Antwort finden Sie einen sogenannten Abuse-Contact (Englisch für „Missbrauch“), dem Sie mitteilen, dass ein Scammer die Hosting-Dienste missbraucht. Einen E-Mail-Text auf Englisch, den Sie einfach kopieren und anpassen können, haben wir unter [ct.de/y7pu](mailto:ct.de/y7pu) verlinkt. Denken Sie daran, Screenshots von Website und Konversation anzuhängen.

Während unserer Recherchen für diesen Artikel haben wir sieben Kryptoscam-Websites auf diesem Weg offline genommen. Die Hoster haben rund 6 bis 24 Stunden gebraucht, um die jeweiligen Seiten abzuschalten – und die Scammer je zwei bis drei Tage, um eine neue einzurichten. Mit geschickter Konversationsführung können Sie den Scammern möglicherweise weismachen, dass Sie jetzt gerade keine Zeit haben, sich anzumelden, und das später machen, um sich dann über die nicht erreichbare Seite zu beschweren, wenn der Hoster diese gesperrt hat. Im Idealfall bekommen Sie dann die neue Domain und können die ebenso melden. Das hat bei uns in zwei Fällen geklappt, alle anderen Scammer/Betrüger wurden misstrauisch

und verlangten von uns, doch bitte einen Screenshot des Kryptokontos zu übersenden.

### Riskante Kleinanzeigen

Aufgrund der niedrigen Hürden zur Anmeldung haben Internetbetrüger auch das Verkaufsportale „Kleinanzeigen“, das ehemals zu eBay gehörte, sowie vergleichbare Mitbieter entdeckt. Eine Zeit lang hatten die Schurken dort relativ freie Bahn, mittlerweile sind die Betreiber aber auf Zack und prüfen Meldungen flott.

Es gibt mehrere Eigenschaften, die auf ein betrügerisches Angebot hindeuten: Klicken Sie zunächst auf den Account und schauen Sie sich die anderen Anzeigen an. Hat der Verkäufer alle seine Angebote innerhalb weniger Minuten online gestellt, ist das auffällig; gleiches gilt für Preise, die weit unter den sonst üblichen liegen. Eine grobe Vorstellung können Sie entwickeln, indem Sie bei eBay (nicht Kleinanzeigen) einen Suchbegriff eingeben, oberhalb der Ergebnisse „Auktion“ auswählen und dann links in der Filterliste ganz unten bei „Nur anzeigen“ die „Beendete[n] Angebote“.

Anschließend vergleichen Sie die Texte der Anzeigen auf dem Account: Weichen Informationsgehalt und Grammatik von Anzeige zu Anzeige voneinander ab, steigt die Warnstufe. Unterscheiden sich Bildqualität und Hintergründe (Fußböden, Tische etc.) bei den Fotos ebenso, ist äußerste Vorsicht geboten. Sehr einfach gestrickte Scammer machen beispielsweise nur Screenshots von legitimen Angeboten und laden diese Bilder dann hoch. Das erzeugt jedoch häufig farbliche Auffälligkeiten und andere Kompressionsartefakte, die man gut erkennen kann. Nichtsdestotrotz sind das erst einmal nur Indizien.

Erhärten können Sie den Verdacht, indem Sie den Verkäufer des Produkts Ihrer Begierde anschreiben und etwa um eine Rechnung, ein weiteres Foto oder ein anderes, nicht in der Anzeige vorhandenes Detail bezüglich des Produkts bitten. Oft knicken die Scammer dann ein oder senden ungefragt anderes. Der Autor bekam auf der Suche nach einem Google Pixel 5 mehrfach Ausweisbilder zugeschickt, mit denen die Scammer Verlässlichkeit suggerieren wollten – auch diese Bilder waren geklaut.

In diesem Fall sollten Sie Screenshots der Konversation anfertigen, das Angebot an Kleinanzeigen melden und den Umstand der örtlichen Polizeidienststelle mit-

teilen, damit diese den Identitätsdiebstahl aufnehmen kann.

### PayPal-Gefahr

Der Zahlungsdienstleister PayPal ist bei Kleinanzeigen beliebt, weil der Käuferschutz unabhängig von der gekauften Ware oder Dienstleistung genutzt werden kann. Doch Obacht: Registriert ein Betrüger den PayPal-Account in einem Land, in dem PayPal keinen Käuferschutz anbietet, können Sie auch keine geschützte Zahlung an das Konto tätigen. PayPal zeigt aber keine explizite Warnung an; das Pop-up mit der Frage nach der Natur der Zahlung bleibt schlicht aus und wenn Sie einmal zu oft klicken, ist das Geld weg.

Auf diese Weise hat auch der Autor schon einmal (kurzzeitig) 70 Euro verloren. Der Scammer hatte einen LTE-Router eingestellt und das Inserat war unauffällig. Nach der Bezahlung meldete der Scammer sich nur noch sporadisch und übersandte auch die versprochene Trackingnummer nicht.

Das Geld kam aber trotzdem zurück: Der Autor meldete den Fall PayPal und dokumentierte alle vom Scammer verwendeten Bilder und drohte diesem, bis in alle Ewigkeit dessen Angebote zu melden, wenn das Geld nicht zurückgebucht wird. Eine Woche und dutzende Meldungen später war das Geld wieder da – ob es von PayPal oder vom Scammer zurückgebucht wurde, hat der Autor aber nie erfahren.

### Nicht übertreiben!

Das Internet ist voller Betrüger und wird es auch immer sein. Kriminelle ohne Moral, die kein Problem damit haben, Menschen das Geld aus der Tasche ziehen, gibt es schließlich zu Genüge.

Denken Sie daran, dass Sie die Welt nicht retten können, und verbringen Sie nicht zu viel Zeit damit, Betrugern das Leben schwer zu machen. Sie helfen schon, wenn Sie einfach nur den Betrugsversuchen nachgehen, denen Sie zufällig im Alltag begegnen. (amo@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Mirko Dölle, Die Maschen der Telefonbetrüger, Wie Sie sich vor Betrug am Telefon schützen, c't 14/2023, S. 58
- [2] Peter Siering, Überrumpelt, Wie Schockanrufer ihre Opfer manipulieren, c't 14/2023, S. 70

**Hinweise, Beispiele, Behördeninformationen:** [ct.de/y7pu](mailto:ct.de/y7pu)



**Da dieser Verkäufer PayPal-Zahlung ablehnte und eine Überweisung forderte, bat der Autor ihn um einen Identitätsnachweis neben dem Karton des angebotenen Smartphones. Was kam, waren mehrere Ausweisfotos – aber ohne das besagte Gerät im Bild.**





Bild: KI Midjourney | Bearbeitung: ct

# Mit menschlicher Intelligenz

## Wie Wikipedia funktioniert, wie sie wirkt und wie man sie sinnvoll nutzt

**Die Wikipedia: eine beeindruckende Erfolgsgeschichte, die einzige nicht-kommerzielle Website unter den Top Ten, ein Monopol – und manchmal ein Problem. Weil Wikipedia oft falsch genutzt wird, weil sie Ziel von Angriffen ist und weil ihre Selbstkontrolle nicht immer funktioniert. Wir zeigen, wie Sie trotzdem von der Online-Wissenssammlung profitieren.**

Von Albrecht Ude

**W**as haben der Name Wilhelm und Stalins Badezimmer gemeinsam? Beide stehen für die Wirkmacht der Online-Enzyklopädie Wikipedia. Am Abend bevor Karl-Theodor zu Guttenberg im Jahr 2009 Bundeswirtschaftsminister wurde, dichtete ihm ein anonymes Wikipedia-Nutzer den Vornamen Wilhelm an. Zwar wurde die Änderung schnell entdeckt und rückgängig gemacht, doch tags darauf nutzten Bild-Zeitung und Spiegel trotzdem den falschen Wilhelm.

Stalins Badezimmer tauchte nur wenige Tage später auf: Die Karl-Marx-Allee in Berlin sei zu DDR-Zeiten so genannt worden, behauptete wiederum ein anonymes Nutzer im Wikipedia-Eintrag der Allee. Anders als der falsche Wilhelm blieb diese

Änderung jahrelang unentdeckt, der falsche Fakt schaffte es sogar in Reiseführer.

### Wikipedia auf Plattdeutsch und Pennsylvania-Deutsch

Solche Fakes haben bei Wikipedia schnell Erfolg, weil der Onlinedienst so beliebt ist. Bei Schülern und Studierenden, bei Suchmaschinen, die Wikipedia-Artikel oft sehr prominent präsentieren, und bei Anbietern von Sprachmodellen. Sie trainieren ihre Algorithmen mit den Textmengen aus Wikipedia, weil sie die Texte, die normalerweise kollaborativ entstehen, als hochwertig einschätzen. Wie Sie selbst Wikipedia-Inhalte bewerten, Fakes erkennen und in der Enzyklopädie recherchieren, lernen Sie in diesem Text.

Heute ist die „freie Enzyklopädie“ die größte Universalenzyklopädie. Das mag auch daran liegen, dass ein elektronisches Lexikon mit klickbaren Hyperlinks besser nutzbar ist als eins auf Papier. Die Links können außerdem eine nützliche Recherchehilfe sein – mehr dazu weiter unten. Zudem ist Wikipedia schneller aktualisierbar als analoge Nachschlagewerke, nämlich in Echtzeit.

Wikipedia ist nach Sprachen organisiert, nicht nach Staaten. So gibt es eine deutschsprachige Wikipedia für alle, die Deutsch schreiben, aber keine deutsche, österreichische oder Schweizer Version. Neben der hochdeutschen Sprachversion gibt es auch die auf Plattdeutsch, Luxemburgisch, Alemannisch, Bayrisch, Nordfriesisch, Saterfriesisch, die im Kölner Platt und die auf Pennsylvania-Deitsch. Insgesamt gibt es die Wikipedia derzeit in 321 Sprachversionen.

Nach Zählung von „The top 500 sites on the web“ steht wikipedia.org (also alle Sprachversionen zusammen) auf Platz 8 der meistgenutzten Websites weltweit. Damit ist sie die einzige nicht kommerzielle unter den fünfzig meistbesuchten Websites – eine beeindruckende Leistung der Vielen, die sich in der Wikipedia engagieren.

## Wie die freie Enzyklopädie funktioniert

Ein Grund für diesen Erfolg dürfte die niederschwellige Einladung zur Mitarbeit sein: Wer will, kann mitschreiben, sogar anonym. Wer sich einen Account anlegt, kann das unter Pseudonym tun und damit ebenfalls anonym bleiben. Viele „Wikipedianer“ (so nennt man die ehrenamtlichen Mitarbeiter) nutzen diese Möglichkeit.

Das Prinzip „Jeder kann mitschreiben“ wird ergänzt durch ein zweites: „Alles wird protokolliert“. An jeder frei editierbaren Seite hängt eine maschinell erstellte, nicht editierbare „Versionsgeschichte“. Frei editierbare Seiten gibt es viele, denn die Wikipedia hat verschiedene „Namensräume“. Der größte sind die Artikel, daneben gibt es die Benutzerseiten, auf denen sich registrierte Nutzer vorstellen können, die Hilfsseiten, die Wikipedia-internen Seiten mit Metainformationen und andere mehr.

Die Struktur ist in jedem Namensraum gleich. Für jede Seite gibt es eine Diskussionsseite, um über das Thema der Seite zu diskutieren, außerdem Links auf die Nutzerseiten derer, die sich beteiligen. Auch Nutzerseiten haben Diskussions-

seiten, auf denen man mit diesen Nutzern oder über sie schreiben kann. Diese Diskussionen werden jahrgangsweise archiviert. Zudem wird alles, was ein (eingeloggter) Benutzer schreibt, auf der Seite „Beiträge“ geloggt. Also gilt: Geschrieben ist geschrieben; maximale Transparenz, was Inhalte angeht.

Jeder darf in Wikipedia mitschreiben – die Kompetenten, die Inkompetenten und die Fleißigen (zu welcher Gruppe jemand gehört, wird nicht geprüft). Daher ist das Niveau der einzelnen Artikel höchst unterschiedlich. Wenn viele Menschen sagen, was sie wissen, gibt es auch Nichtwissen, Fehler, veraltetes Wissen und bewusste Fälschungen. Wer in der Wikipedia liest, muss selbst prüfen, wie es um den konkreten Artikel steht.

Grundsätzlich gilt: Wikipedia ist keine Quelle (außer, es geht um Wikipedia selbst) und Texte der Wikipedia sind immer zweifelhaft (wie jeder Text). Trotzdem sollte man diesen Schatz an Wissen nicht missachten; es wäre ein Fehler, die Wikipedia nicht zu nutzen.

## Mindestens drei Klicks

Um die Qualität der konkreten Information zu prüfen, braucht man nur drei Klicks. Der erste geht selbstverständlich auf den Artikel, den man ja lesen will. Der zweite sollte auf die Versionsgeschichte

## ct kompakt

- Wikipedia hat großen Einfluss, (Fehl-)Informationen verbreiten sich schnell und unkontrolliert.
- Weder vor Irrtümern noch vor absichtlicher Desinformation ist Wikipedia sicher.
- Mit Skepsis und ein paar Tricks heben Sie den Wissensschatz, Binnenverlinkungen helfen bei der Recherche.

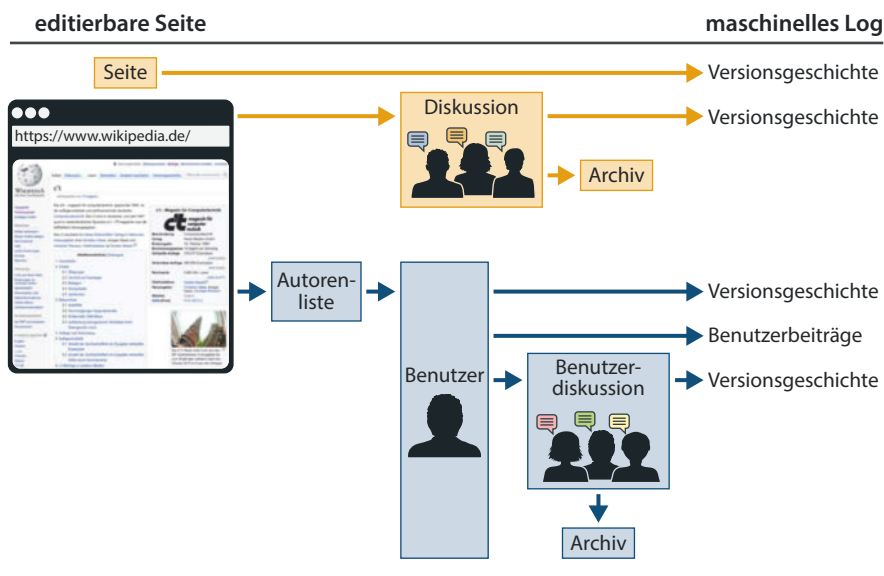
gehen. Darin ist von der ersten Zeile des Artikels bis zu seiner jetzigen Gestalt lückenlos vermerkt, wann wer was daran geschrieben hat. Jede noch so kleine Änderung wird protokolliert.

In der Versionsgeschichte steht jede Änderung am Artikel in einer Zeile, die jeweils folgende Informationen enthält:

- Aktuell: zeigt den Unterschied zur nachfolgenden Version,
- Vorige: zeigt den Unterschied zur vorherigen Version,
- Uhrzeit und Datum der Änderung zeigen, wie der Artikel zu diesem Zeitpunkt (nach der Änderung) aussah,
- Wikipedia-Nutzername oder IP-Nummer: zeigt, wer die Änderung machte,

## Geschrieben ist geschrieben

Zu jeder Wikipedia-Seite gibt es eine Diskussionsseite sowie eine Liste der Nutzer, die die Seite bearbeitet haben. Von dieser Autorenliste gelangt man zu den einzelnen Benutzerseiten mit zugehöriger Diskussion. Diskussionsseiten haben ein Archiv; alles wird in Versionsgeschichten protokolliert.





Die Versionsgeschichte erzeugt für jede einzelne Änderung eine neue Zeile – auch wenn nur ein Komma gelöscht wird.

- und verlinkt zur Benutzerseite des Wikipedianers oder zu einer Liste der Wikipedia-Artikel, die von dieser IP-Adresse geändert wurden,
- Diskussion: verlinkt die Diskussionsseite des Wikipedia-Nutzers,
- Beiträge: zeigt, welche Beiträge der Nutzer bearbeitet hat,
- Bytes: zeigt die Größe des Artikels nach der Änderung (ein „K“ davor weist auf eine „Kleine Änderung“ hin),
- der Hinweis am Ende der Zeile erläutert die Art der Änderung.

Ein Benutzername in roter Linkfarbe bedeutet, dass der Nutzer keine Nutzerseite hat. „Diskussion“ in roter Linkfarbe bedeutet, dass er keine Diskussionsseite hat – was immer so ist, wenn die Änderung anonym, also nur unter einer IP-Adresse

vorgenommen wurde. Über die Versionsgeschichte lassen sich sogar zwei Versionen eines Artikels gegenüberstellen und die Änderungen anzeigen, wobei Löschungen und Hinzufügungen hervorgehoben werden.

Wichtig ist, wann die letzte Änderung der Seite war. Gerade mal zwei Minuten her? Genauer hinschauen. Vielleicht tobt gerade ein „Edit War“, ein Streit unter den Bearbeitern. Letzte Änderung vor zwei Jahren? Vielleicht ist die Seite veraltet.

Die Versionsgeschichte ist oft verwirrend, weil jede Änderung eine neue Zeile erzeugt – auch wenn nur ein Komma geändert wurde. Aber es gibt einige „Helferlein“, mit denen man Wikipedia analysieren kann: zum Beispiel die „Wikipedia Page History Statistics“, die anzeigen, wie oft und wann eine Seite insgesamt, pro Jahr und pro Monat editiert wurde und von wem (mit Links auf die Nutzerseiten).

Der dritte Klick nach Artikel und Versionsgeschichte sollte die Diskussionsseite öffnen. Hier tauschen sich die Bearbeiter des Artikels darüber aus, wie er weiterentwickelt werden soll. Prinzipiell ist es also möglich, jeden Artikel sehr intensiv zu prüfen. Das braucht zuweilen Zeit, vor allem aber ein wenig Reflexion. Und: Man muss jedes Mal daran denken.

Der wohl häufigste Fehler in der Nutzung der Wikipedia ist, einen Artikel zu lesen und zu glauben, was da steht. Es möglicherweise sogar abzuschreiben, ist die wahrscheinlich häufigste Form der unreflektierten Nutzung. Schlimmer geht immer: 2010 berichtete der Spiegel, deutsche Versicherungsbürokraten verweigerten ehemaligen Ghettoarbeitern aus dem NS-besetzten Polen die Rentenansprüche mit dem Argument, ihr Ghetto sei in der Wikipedia nicht erwähnt. Eine solche Ar-

gumentation unterstellt der Wikipedia Vollständigkeit – das ist absurd! Tatsächlich aber wurde diese „Argumentation“ sogar von deutschen Gerichten übernommen.

## Wikipedia schafft (falsche) Fakten

Wikipedia ist ein Monopol, und zwar ein sehr wirkmächtiges. Selbst wenn die Selbstkontrolle der Wikipedianer funktioniert und sie Fehler in Artikeln schnell ausmerzen, verbreiten sich Unwahrheiten. Wie sich Fehler in Wikipedia im Zusammenspiel mit Medien fortpflanzen können, zeigt das eingangs bereits erwähnte Beispiel mit Karl-Theodor zu Guttenberg.

Am 9. Februar 2009 wurde der Politiker zum Bundeswirtschaftsminister ernannt. Der fränkische Adelige trägt zehn Vornamen, etliche Medien präsentierten ihn dem Publikum allerdings mit einem weiteren, falschen Vornamen: „Wilhelm“. Die Bild-Zeitung tat dies gar am 10. Februar auf der Titelseite, überm Bruch, dem prominentesten Presseplatz der Republik. Ein bis heute unerkannter Schalk hatte am Sonntag, den 8. Februar 2009 um 22:40 Uhr diesen Namen in den Wikipedia-Artikel über zu Guttenberg eingefügt – anonym und ohne irgendeinen Beleg. Eigentlich sollte ein solcher Edit rückgängig gemacht werden, so geschah es auch.

Dann allerdings erschien am 9. Februar um 11:14 Uhr ein Bericht auf Spiegel Online, der ein wörtliches Zitat enthielt, in dem sich der neue Wirtschaftsminister mit vollem Namen inklusive des falschen Wilhelm selbst vorstellte. Die Wikipedianer verwendeten dies als Quelle und fügten den falschen Namen wieder in den Artikel ein – wie hätten sie auch wissen sollen, dass Spiegel Online den Namen nur aus der Wikipedia kannte und es das Zitat nie gegeben hat? Als am Abend des 10. Februar der Schalk seine Tat mit einem Gastbeitrag im Bildblog bekannte, war die Peinlichkeit groß.

Bemerkenswert daran ist zum einen der Missbrauch der Wikipedia durch Journalisten, auch renommierterer Medien als der Bild. Wikipedia ist keine Quelle, um Namen zu prüfen. Zum anderen sticht der Weg der falschen Information hervor: Durch die Übernahme der Presse geädelt, wird sie quasi zum Beleg ihrer selbst. Der Fachbegriff dafür lautet „Citogenese“, englisch auch als „Circular reporting“ bekannt.

• (Aktuell) (Vorherige)	19:17, 19. Dez 2005 Elian K (- Wikipedia:Bist-du-wikipediasüchtig-Test wurde nach Wikipedia:Suchttest verschoben)
• (Aktuell) (Vorherige)	18:54, 19. Dez 2005 Nerd K (- Wikipedia:Suchttest wurde nach Wikipedia:Bist-du-wikipediasüchtig-Test verschoben)
• (Aktuell) (Vorherige)	14:15, 18. Dez 2005 Southpark K (- Wikipedia:Bist-du-wikipediasüchtig-Test wurde nach Wikipedia:Suchttest verschoben)
• (Aktuell) (Vorherige)	14:09, 18. Dez 2005 Nerd K (- Wikipedia:Suchttest wurde nach Wikipedia:Bist-du-wikipediasüchtig-Test verschoben)
• (Aktuell) (Vorherige)	20:45, 17. Dez 2005 Elian K (- Wikipedia:Bist-du-wikipedia-süchtig-oder-solltest-du-lieber-gleich-aufhören-deine-Zeit-hier-zu-verschenden?-Test wurde nach Wikipedia:Suchttest verschoben)
• (Aktuell) (Vorherige)	20:44, 17. Dez 2005 Elian K (- Wikipedia:Bist-du-wikipedia-süchtig-oder-solltest-du-lieber-gleich-aufhören-deine-Zeit-hier-zu-verschenden?-Test wurde nach Wikipedia:Suchttest verschoben)
• (Aktuell) (Vorherige)	20:44, 17. Dez 2005 Elian K (- Wikipedia:Bist-du-wikipedia-süchtig-oder-solltest-du-lieber-gleich-aufhören-deine-Zeit-hier-zu-verschenden?-Test verschoben)
• (Aktuell) (Vorherige)	20:43, 17. Dez 2005 Elian K (- Wikipedia:Bist-du-wikipediasüchtig-Test wurde nach Wikipedia:Bist-du-wikipedia-süchtig?-Test verschoben)
• (Aktuell) (Vorherige)	20:37, 17. Dez 2005 Nerd K (- Wikipedia:Suchttest wurde nach Wikipedia:Bist-du-wikipediasüchtig-Test verschoben)
• (Aktuell) (Vorherige)	20:35, 17. Dez 2005 Southpark K (- Wikipedia:Bist-du-wikipediasüchtig-Test wurde nach Wikipedia:Suchttest verschoben)
• (Aktuell) (Vorherige)	20:33, 17. Dez 2005 Nerd K (- Wikipedia:Suchttest wurde nach Wikipedia:Bist-du-wikipediasüchtig-Test verschoben)
• (Aktuell) (Vorherige)	20:32, 17. Dez 2005 D (revert: langsam reicht's!)

Ein Beispiel für einen „Edit War“: Im Artikel „Wikipedia:Suchttest“ gingen die Änderungen im Dezember 2005 wild hin und her, weil die Nutzer sich nicht auf einen Titel einigen konnten.



Wie lange hätte der falsche Wilhelm in der Wikipedia gestanden, wäre der Beitrag im Bildblog nicht erschienen, hätte sich der Fälscher nicht selbst geoutet? Eine Ahnung vermittelt das eingangs erwähnte, weniger bekannte Beispiel, bei dem die Wikipedia-Selbstkontrolle versagt hat:

Am 16. Februar 2009 dichtete jemand der Karl-Marx-Allee in Berlin Friedrichshain an: „Wegen der charakteristischen Keramikfliesen wurde die Straße zu DDR-Zeiten im Volksmund auch ‚Stalins Badezimmer‘ genannt.“ Ein anonymes Edit ohne jeden Beleg, der unhinterfragt stehen blieb.

Den Scherz erlaubt hatte sich Andreas Kopietz, Redakteur bei der Berliner Zeitung. Als er zwei Jahre später „Stalins Badezimmer“ googelte, fand er 360 Belege (keiner älter sein Edit). Die Formulierung taucht mittlerweile in wissenschaftlichen Publikationen und in Reiseführern auf. Erst nach seinem „Geständnis“ in der Berliner Zeitung wurde der Wikipedia-Artikel geändert. Auch hier wäre die Unwahrheit

stehen geblieben, hätte sich der Verursacher nicht selbst geoutet.

## Ihre Wirkmacht macht Wikipedia zum Ziel

Wegen ihres großen Einflusses ist die Wikipedia Ziel von Aktionen, die die öffentliche Meinung beeinflussen wollen, sei es aus der Politik oder vonseiten der PR. Laut Recherchen von Netzpolitik.org und dem ZDF Magazin Royale während des Bundestagswahlkampfes 2021 haben viele Angehörige des Bundestages ihre eigenen

## Koordinierte Angriffe

2019 enthüllte die israelische Zeitung Haaretz, dass in der englischen Wikipedia seit 15 Jahren ein deutsches Vernichtungslager in Warschau beschrieben wurde, das es nie gab. Diesen Fall nahmen die Historiker Jan Grabowski und Shira Klein zum Anlass, genauer hinzuschauen, und fanden eine Gruppe koordiniert handelnder Accounts, die offenbar von polnisch-nationalistischen Betreibern gelenkt werden.

Gemeinsam haben diese Accounts verschiedene Artikel zu den Themen Holocaust in Polen, Juden in Polen und Polen im 2. Weltkrieg in einem polnisch-nationalistischen Sinn umgeschrieben. Die Zahl der polnischen Opfer stieg, die der jüdischen sank. Ebenso stieg die Zahl der Polen, die während der deutschen Besatzung Juden geholfen haben. Hinweise auf polnische Kollaboration wurden gelöscht.

Nach wissenschaftlichen Maßstäben ist all das widerlegt. Das Problem ist aber die Verbreitung der Wikipedia. Die betroffenen Artikel werden teilweise 300- bis 500-mal pro Tag geklickt. Wie steht es nun um die Selbstkontrolle der Wikipedia? Fünf Monate nachdem Grabowski und Klein ihre Ergebnisse im Februar 2023 veröffentlichten, sind die meisten der fälschenden Accounts noch aktiv. Die Korrekturen an den fraglichen Artikeln sind marginal.

Wegen des Falles tagte das Schiedsgericht („Arbitration Committee“) der englischen Wikipedia, das oberste Schiedsgremium. Es besteht aus zwölf Administratoren, also gewählten Wikipedianern mit besonders großen Befugnissen. Diese sind Laien, keine Historiker, und sollen daher nicht über strittige Inhalte urteilen, sondern über das Verhalten der

The screenshot shows the Wikipedia Arbitration Committee's page for a case titled "World War II and the history of Jews in Poland". The page is in English and includes a search bar, a table of contents, and a main content area. The main content area contains a warning that the case is closed and no edits should be made to the page except by clerks or arbitrators. It also lists the case information, including the date it was opened (23:35, 13 March 2023) and closed (17:21, 20 May 2023). The page is part of the Wikipedia Arbitration Committee's efforts to resolve disputes and maintain the integrity of the encyclopedia.

## Im Mai fällt das Wikipedia-Schiedsgericht ein umstrittenes Urteil.

Streitenden. Ihr Entscheid liegt vor – und ist verstörend.

Das Schiedsgericht beschloss, mehrere der beteiligten Wikipedianer zu sanktionieren. Darunter sind auch zwei Accounts, die für den wissenschaftlichen Konsens votierten, während andere, die ihn verzerrten, unbehelligt blieben oder nur für ein Jahr sanktioniert wurden. Vor allem aber handelte das Schiedsgericht aus den falschen Gründen: Accounts wurden sanktioniert, weil sie aggressiv waren, und nicht, weil sie die historischen Fakten verfälschten.

Die Forscherin Shira Klein kommentiert das so: „Theoretisch verfügt Wikipedia über Richtlinien gegen falsche Darstellung von Quellen und marginale Standpunkte und definiert sie als sanktio-

nierbare Vergehen. In der Praxis werden Redakteure bei Verstößen nur selten mit Sanktionen belegt. Wesentlich häufiger kommt es vor, dass Redakteure wegen Verstößen gegen das zwischenmenschliche Verhalten, etwa Unhöflichkeit, sanktioniert werden. Genau das ist hier passiert.“

Mit anderen fordert sie jetzt ein Eingreifen der Wikimedia Foundation (WMF). Die solle Experten beauftragen, den Fall zu untersuchen, wie 2021 in der kroatischen Wikipedia geschehen. Die Zeitung „The Orange County Register“ bat die WMF um Stellungnahme – diese antwortete sinngemäß, dass sie für die Inhalte der Wikipedia nicht zuständig sei, aber stets ein offenes Ohr für Beschwerden über Desinformation habe.

Einträge modifiziert. Verboten ist das nicht, aber mit dem von Wikipedia geforderten neutralen Standpunkt hat es nichts zu tun.

Viele PR-Agenturen bieten die Bearbeitung der Wikipedia an: „Wir verfassen & veröffentlichen Ihren Wikipedia-Artikel innerhalb von 14 Tagen“, heißt es dann auf deren Webseiten. Eine Agentur, die von einem altgedienten Wikipedianer gegründet wurde, nennt das „Wikipedia Mentoring“. Etliche bekannte Fälle listet die Wikipedia selbst auf. Es gibt sogar ein eigenes Wikipedia-Projekt „Umgang mit bezahltem Schreiben“, und die Seite „Wikipedia:Interessenkonflikt“ hat einen Abschnitt „Warum man sich besser nicht gewerblich in der Wikipedia engagiert“. Bezeichnenderweise ist er in der Sie-Form geschrieben, was in der Wikipedia unüblich ist.

All das bezieht sich auf bekannte Fälle, auf die Wikipedia reagieren konnte. Über unbekannte Fälle weiß man selbstverständlich nichts. Es ist aber vorgekommen, dass Wikipedia erst nach Presseberichten reagierte. Ob die interne Selbstkontrolle funktioniert, muss bezweifelt werden – etwa im Falle der koordiniert handelnden Accounts, die Artikel über den Holocaust geschichtswidrig umschreiben (siehe Kasten).

## Wikipedias großer Nutzen: Semantik

Von anderen Online-Angeboten hebt sich Wikipedia jedoch nicht durch das Wissen in den Artikeln ab, sondern damit, wie dieses Wissen verknüpft wird – durch Binnenverlinkungen. Das geschieht nämlich semantisch, durch menschliche Intelligenz statt durch Algorithmen. Darin liegt ein großes Potenzial für die Suche nach Informationen. In den folgenden Absätzen zeigen wir, wie Sie die Semantik nutzen.

## Weblinks und Einzelnachweise

Unter fast jedem Artikel der Wikipedia stehen als letzte Punkte des Inhaltsverzeichnisses die „Weblinks“ und die „Einzelnachweise“. Die Weblinks sind Links auf Webseiten, die für das Thema des Artikels relevant sind. Der entscheidende Unterschied zu den Links, die man durch eine Suchmaschinenrecherche bekommen hätte: Suchmaschinen liefern Treffer, die von Bots (oder Spidern, Crawlern) im Netz gefunden und durch Algorithmen ausgewählt wurden, ehe sie auf die Trefferliste kommen. Sie liefern dementsprechend meist sehr viele Suchergebnisse.

Die Links unter den Artikeln haben hingegen Menschen als relevant beurteilt und zusammengestellt. „Relevant“ also

im Sinne inhaltlicher Wichtigkeit, nicht nach den formalen Kriterien der Algorithmen, etwa der Popularität einer Website. Die Link-Empfehlungen der unterschiedlichen Wikipedien eignen sich daher oft besser als Einstieg in ein Thema als eine Suchmaschinenabfrage.

Durch die Weblinks ist Wikipedia der letzte verbleibende ernstzunehmende Web-Katalog. In der Frühzeit des World Wide Web, bevor es Suchmaschinen gab oder als diese noch recht primitiv arbeiteten, gab es viele Kataloge, die das Wissen im Web durch menschliche Arbeit ordnen wollten. Heute gibt es nur noch „Curly“ als letzten verbliebenen Katalog aus menschlicher Hand, aber er führt ein Schattendasein fern früherer Bedeutung. Zumal: Es ist ein Unterschied, ob Menschen mit dem Ziel antreten, das Wissen im Web von Hand zu ordnen (daran kann man nur verzweifeln!), oder mit dem, die wichtigen Links zu einem speziellen Thema zusammenzustellen.

Auch die Einzelnachweise sind von Menschen ausgewählte Links. Sie sind die Fußnoten, die im Artikeltext auftauchende Behauptungen belegen sollen. Gerade bei Artikeln, die während eines Ereignisses entstanden sind, haben die Einzelnachweise oft den Charakter einer Presse-schau.

## Listen und Portale

Listen präsentieren Wissen nicht als Fließtext, sondern als Aufzählung oder Tabelle. Sie sind klassisches Sekundärwissen: Zum Beispiel gibt es in über hundert Wikipedien die „Liste der Hauptstädte der Erde“. Sie ist ein Artikel, der auf die Artikel zum jeweiligen Land und zur jeweiligen Stadt verlinkt, ergänzt um Einzelnachweise. Egal, wer die vielen Artikel zu den Ländern und Hauptstädten verfasst hat – dadurch, dass andere Wikipedianer das vorhandene Wissen in Form der Liste neu geordnet haben, entsteht eine neue Informationsqualität.

Darüber, wie die Listen in der Wikipedia funktionieren und wie sie aufgebaut sind, gibt es eine eigene Seite in den Wikipedia-Richtlinien. Außerdem gibt es eine Kategorie (siehe unten), die alle als Listen formatierten Artikel der Wikipedia erfasst, die damit leicht zu finden sind. Auf der Suche nach Listen lohnt es ebenso, in den Suchschlitz „Liste“ und ein inhaltliches Suchwort einzugeben (zum Beispiel „Liste Hauptstadt“).

Ähnlich wie die Listen funktionieren die Portale. Sie sollen Einstiegsseiten für

The screenshot shows the Wikipedia Portal:Berlin page. The header includes the Wikipedia logo and navigation links. The main content area features a welcome message, a list of articles, and a sidebar with navigation links. The sidebar includes links to the main page, a list of articles, and a section for 'Neue Artikel / Qualitätssicherung'. The main content area includes a list of articles under the heading 'Willkommen im Landes- und Stadtportal Berlin' and a section for 'Neue Artikel / Qualitätssicherung'.

Portale sammeln die Artikel zu einem größeren Thema. Das Portal:Berlin listet derzeit 47.473 Artikel über die Hauptstadt.



größere Themen sein. Die Portale werden durch eigene Redaktionen gepflegt, sogenannte WikiProjekte. Die Themenportale sind als Menüpunkt gleich unter der Hauptseite aufgeführt, in der Spalte links neben einem Wikipedia-Artikel.

Ein Beispiel: Das Portal:Berlin (unter Geographie/Städte) stellt die derzeit 47.473 Artikel zusammen, die mit der Stadt oder dem Bundesland zu tun haben. Diese Informationsfülle würde jeden Artikel über Berlin sprengen. Das Portal listet die Artikel über Berlin nach Themen geordnet auf, dient aber auch redaktionellen Zwecken: So erfährt man, welche neuen Seiten es gibt und bei welchen diskutiert wird, sie zu löschen. Ebenso gibt es eine Liste „ungeschriebene Artikel“ (also erwünschte), „Artikel, die eine Überarbeitung brauchen“ und „Artikel, die (bessere) Bilder brauchen“. Wie bei den Listen gibt es eine „Alphabetische Übersicht über alle Portale in der Wikipedia“ und eine Übersicht „Informative Listen und Portale“.

Mithilfe anderer Sprachversionen kann man noch mehr herausholen aus den beschriebenen Weblinks, Einzelnachweisen, Listen und Portalen. Vor allem die englische Wikipedia als größte Sprachversion ist oft umfangreicher als die deutsche.

## Kategorien

Nun gehören nicht alle Artikel zwingend auf eine Liste oder in ein Portal. Aber die Wikipedia nutzt ein weiteres System, das nahezu alle Artikel miteinander verbindet: die Kategorien. Das sind verlinkte Schlagworte, die ganz am Ende einer Seite angezeigt werden. Artikel können mehreren Kategorien zugeordnet sein.

Die Kategorien verweisen nicht auf andere Wikipedia-Artikel, sondern in den Namensraum der Kategorien. Dort gibt es eine kurze Beschreibung der Kategorie, Verlinkungen auf Unterkategorien oder auf Artikel, die mit dieser Kategorie ausgezeichnet sind. Und, wiederum ganz am Ende der Seite, die zugehörigen (Ober-) Kategorien.

Jeder Artikel, der mit einer Kategorie ausgezeichnet ist, ist dadurch eingebunden in ein System von Ober- und Unterkategorien, den „Kategoriebaum“. Menschen ordnen die Artikel semantisch in die Kategorien, die Regeln dafür sind in der Wikipedia definiert.

Der Kategoriebaum birgt eine sehr effiziente Möglichkeit der Navigation, die in dieser Form nur die Wikipedia bietet:

Durch die Kategorien sind die Inhalte der Wikipedia auf eine Art und Weise miteinander verbunden, die dem menschlichen Denken folgt.


Ein Beispiel: Der Artikel über die Stadt Delmenhorst ist fünf Kategorien zugeordnet: „Delmenhorst“, „Gemeinde in Niedersachsen“, „Ort in Niedersachsen“, „Kreisfreie Stadt in Niedersachsen“ sowie „Ersterwähnung 1254“. Jede dieser Kategorien hat wiederum Oberkategorien, die von „Kreisfreie Stadt in Niedersachsen“ sind zum Beispiel: Stadt in Niedersachsen/Stadt in Deutschland/Stadt nach Staat/Humangeographisches Objekt nach Staat/Geographisches Objekt nach Staat/Geographie nach Staat/Geographie nach räumlicher Zuordnung/Räumliche Sachsystematik/Räumliche Systematik/!Hauptkategorie.

Jede dieser Kategorien hat noch mehr Oberkategorien als die hier genannte. Die „!Hauptkategorie“ ist ein Kunstwort für die oberste Kategorie der deutschen Wikipedia. In der englischen heißt sie „Contents“, auf Niederländisch schlicht „Alles“.

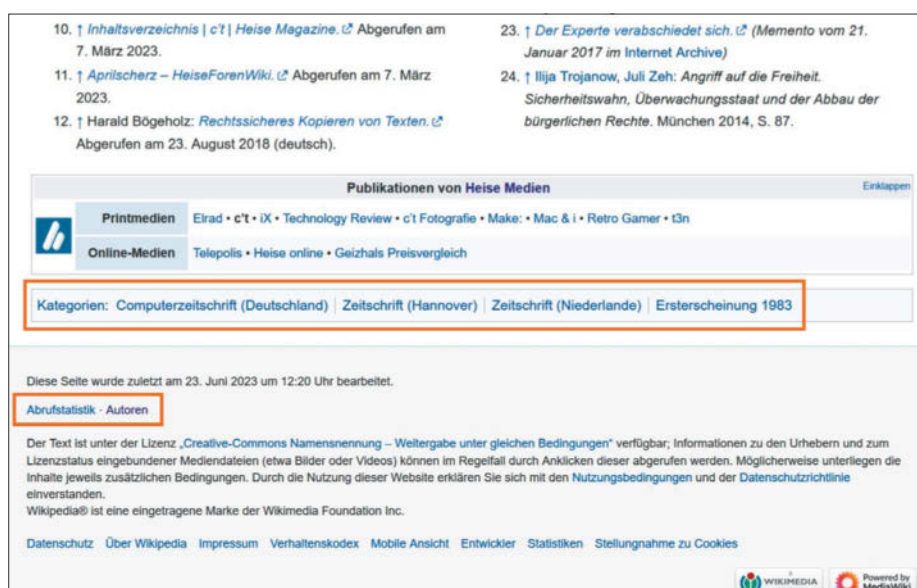
Über die Kategorien navigiert man zum Beispiel, um zu ermitteln, wer die Bürgermeister der europäischen Hauptstädte sind: Dafür reicht es, den Artikel „Hauptstadt“ aufzurufen. Inhaltlich prüfen muss man den Artikel in diesem Fall nicht, denn es geht nur um seine Vernetzung. Vom Artikel aus geht es über die Kategorie „Liste (Hauptstädte)“ zur „Liste der Hauptstädte Europas“ und von dort jeweils zu den Einzelartikeln.

Jeder Hauptstadtartikel hat oben rechts einen Infokasten mit Basisdaten der Stadt, darunter der Name des Bürgermeisters und die Webadresse der Stadt. Die Website der Stadt ist die Primärquelle, bei der man die gefundenen Angaben prüfen muss, etwa über eine einfache Suchmaschinenabfrage. Für Berlin sucht man zum Beispiel nach „Kai Wegner“ site:www.berlin.de.

## Fazit

Die Wirkmacht von Wikipedia ist immens. Weil mit dem Wissen aus der Wikipedia auch KI-Sprachmodelle gefüttert werden, die in immer mehr Bereiche unseres Lebens einziehen, vergrößert sich der Einfluss der Online-Enzyklopädie weiter. Versehentlich oder absichtlich falsche Informationen aus der Wikipedia können sich so schnell und unkontrolliert verbreiten. Umso umsichtiger sollten Sie Wikipedia nutzen. Seien Sie den Inhalten gegenüber stets skeptisch, hinterfragen und prüfen Sie sie. Dabei helfen die Versionshistorie und die Diskussionsseite, aber auch die externen Links. Wenn Sie Fehler oder Lücken finden: Korrigieren oder füllen Sie sie ruhig, vergessen Sie dabei die Belege nicht. Wer diese Regeln beherzigt, profitiert von einem enormen Wissensschatz, gesammelt und geordnet mit menschlicher Intelligenz. (gref@ct.de) 

**Wikipedia-Seiten, Quellen und weitere Informationen:** [ct.de/y9a6](https://ct.de/y9a6)



The screenshot shows the bottom of a Wikipedia article. At the top, there is a list of references with numbers 10 through 24. Below this is a section titled "Publikationen von Heise Medien" with a sub-header "Erklären". It contains two rows of links: "Printmedien" (Elrad, c't, iX, Technology Review, c't Fotografie, Make, Mac & i, Retro Gamer, t3n) and "Online-Medien" (Telepolis, Heise online, Geizhals Preisvergleich). Below this is a box with the text "Kategorien: Computerzeitschrift (Deutschland) | Zeitschrift (Hannover) | Zeitschrift (Niederlande) | Ersterscheinung 1983". Further down, it says "Diese Seite wurde zuletzt am 23. Juni 2023 um 12:20 Uhr bearbeitet." and "Abrufstatistik · Autoren". At the bottom, there is a license notice for Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International, followed by a list of links: Datenschutz, Über Wikipedia, Impressum, Verhaltenskodex, Mobile Ansicht, Entwickler, Statistiken, Stellungnahme zu Cookies. The Wikipedia logo and "Powered by MediaWiki" are at the very bottom.

**Am Fuß jedes Wikipedia-Artikels findet man die Kategorien, denen er zugeordnet ist. Aber auch die Links zu den Autoren des Artikels und zur Abrufhistorie stehen dort.**





Bild: KI Midjourney / Bearbeitung: c't

# Integrationsbeauftragter

## HTTP-APIs automatisch mit Postman testen

**Je früher Softwareentwickler einen Fehler finden, desto weniger Arbeit und Kosten verursacht er. Der HTTP-Client Postman kann APIs automatisiert aufrufen und die Antworten systematisch prüfen – stimmen sie nicht mit den Erwartungen überein, hat sich ein Bug eingeschlichen.**

Von Manuel Ottlik

**K**urz vor Feierabend. Schnell noch ein winziges Problem am Code des HTTP-APIs gelöst, nur zwei kleine Zeilen Code. In Git eingecheckt, das Update auf den Server gebracht und das Notebook zugeklappt. Abends dann der Notruf: Die Kunden können sich nicht mehr einloggen, das API wirft an einer ganz anderen Stelle einen kryptischen Fehler. Es wird doch nicht? Es kann doch nicht? Die winzige Änderung darf doch nicht schuld sein. Oder?

HTTP-Schnittstellen finden sich in den meisten modernen Webanwendungen. Websites, Apps oder Sprachassistenten und andere Backend-Systeme kontaktieren sie. Diese Konsumenten können

über die Schnittstelle Datensätze erstellen, lesen, aktualisieren oder löschen, häufig sind solche APIs nach dem REST-Schema aufgebaut [1]. Wenn sich in so ein API ein Fehler einschleicht, sieht der Nutzer schnell gar nichts mehr: API-Entwickler möchten diese Übeltäter also möglichst früh finden und beheben, damit es gar nicht erst zu Ausfällen kommt. Besonders bei Updates können Probleme an Stellen auftreten, an denen Entwickler sie gar nicht vermuten, weil sie den betreffenden Code vermeintlich nie angefasst haben.

Um unvorhergesehene Seiteneffekte vor dem Release zu entdecken, sollten Sie Ihre Software daher automatisiert testen.

Auf der einen Seite geht das mit sogenannten Unit-Tests, die einzelne Funktionen innerhalb der Software auf korrektes Verhalten prüfen [2]. Solche Tests sind sinnvoll, können aber nicht immer garantieren, dass die Software in ihrer Gesamtheit auch wie geplant arbeitet. Bei APIs bieten sich daher zusätzlich Tests an, die einen Konsumenten imitieren und die Schnittstelle benutzen, wie es auch in der realen Welt passieren würde: sogenannte Integration-Tests.

## Umgebung aufbauen

Werkzeuge für solche Tests von APIs gibt es verschiedene, eins ist der HTTP-Client Postman, den wir bereits in dieser Rolle ausführlich vorgestellt haben [3]. Mit der Oberfläche von Postman können Entwickler ihr API ausprobieren, mit verschiedenen Datensätzen befüllen oder fremde APIs erkunden – bequemer als mit einem Kommandozeilen-HTTP-Client wie Curl. Doch Postman bringt auch einen Werkzeugkasten für automatische Tests mit.

Damit Postman ein API testen kann, müssen Sie es über eine URL verfügbar machen. Wenn Sie lokal entwickeln, antwortet ein Entwicklungsserver in der Regel auf einem Port des internen Netzwerkadapters. Testkandidat für diesen Artikel ist ein JSON-API, das der Mock-Server JSON-Server bereitstellt. Dieses nützliche Open-Source-Projekt kann Datenobjekte aus einer JSON-Datei als REST-API anbieten (siehe [ct.de/yzhk](https://ct.de/yzhk)) und kann immer dann das Mittel zur Wahl sein, wenn das eigentliche API noch nicht fertig ist. Wie Sie mit JSON-Server ein API simulieren, haben wir bereits ausführlich vorgestellt [4].

Über [ct.de/yzhk](https://ct.de/yzhk) finden Sie eine Docker-Compose-Datei, mit der Sie einen Mock-Server auf Basis von JSON-Server starten. Als Beispiel soll das Test-API Konferenzräume in einem Bürogebäude verwalten. Legen Sie die Datei auf Ihrer Maschine ab und fahren den Container mit dem Befehl `docker compose up hoch`. Unter der Adresse `http://localhost:3000` antwortet das Beispiel-API. Die Datei `db.json` enthält die Objekte, die über den JSON-Server angeboten werden: Räume und Kategorien. Die Endpunkte für Räume, die JSON-Server daraus zusammenbaut, sehen Sie in der Tabelle rechts.

## Collection erstellen

Jeden dieser Endpunkte soll Postman nun im Rahmen eines oder mehrerer Integra-

### ct kompakt

- Integrationstests (engl. Integration-Tests) stellen sicher, dass eine Software wie erwartet funktioniert und dass eine Änderung keine Probleme verursacht.
- HTTP-APIs sind leicht zu testen, weil die Antworten maschinenlesbar sind.
- Der HTTP-Client Postman testet APIs automatisch und entdeckt Fehler so möglichst früh.

tion-Tests prüfen. Dafür müssen Sie im ersten Schritt eine Postman-Collection anlegen, die Ihre Requests für dieses API verwahrt. Ganz links in der Oberfläche gibt es dafür eine Schaltfläche mit einem Plus. Beginnen Sie mit dem Auflisten aller Räume: Wählen Sie dazu das Verb GET, geben Sie `http://localhost:3000/rooms` als URL an und testen den Request mit der Schaltfläche „Send“. Als Antwort sollten Sie nun die drei Räume angezeigt bekommen, die auch in der Datei `db.json` stehen.

Legen Sie die restlichen Endpunkte nach dem gleichen Muster als HTTP-Requests an und speichern Sie diese in der Collection. Anschließend können Sie links im Menü mit einem Rechtsklick auf den Namen der Collection klicken und dann „Run collection“ auswählen. Es öffnet sich ein Dialog, in dem Sie zunächst nichts ändern können. Hier könnten Sie zum Beispiel einzelne Aufrufe abwählen.

Klicken Sie unten auf den orangefarbenen Knopf, um den Testdurchlauf zu starten. Nach einigen Sekunden erhalten Sie einen Überblick über alle Aufrufe, Sie sehen die benötigte Zeit und die Statuscodes. Sie sehen aber auch, dass unter jedem Aufruf der Hinweis „No tests

found“ steht. Postman hat zwar alle Endpunkte aufgerufen und festgestellt, dass ein Server irgendwie geantwortet hat, ob das so wie erwartet war, hat aber noch niemand geprüft – es wird Zeit, das zu ändern.

## Tests schreiben

Versehen Sie zunächst den Aufruf `GET /rooms`, den ersten Endpunkt aus der Tabelle, mit einem Test. Klicken Sie dafür auf den Request und dort mittig auf den Tab „Tests“. Sie sehen nun einen Codeeditor, der JavaScript erwartet. Mit Code validieren Sie die Antwort. Um Ihnen den Einstieg zu erleichtern, zeigt Ihnen Postman im rechten Bereich bereits einige vorge-schlagene Schnipsel, unter anderem: „Status code: Code is 200“. Indem Sie dieses Snippet anklicken, taucht folgender Code im Editor auf:

```
pm.test("Status code is 200", function(){
    pm.response.to.have.status(200);
});
```

Mit der Funktion `pm.test()` legen Sie einen neuen Test an. Die Methode akzeptiert als erstes Argument einen sprechenden Namen, der später auch in der Übersicht aller Tests auftaucht. Das zweite Argument ist eine Funktion, in der die Testkriterien aufgelistet werden. Postman speist hier eine Vielzahl eigener Variablen wie `pm.response` ein, welche die Antwort vom Server enthält. Testen können Sie mit der Syntax des Test-Frameworks Chai (siehe [ct.de/yzhk](https://ct.de/yzhk)), mit dem Sie Datenstrukturen mit nahezu natürlicher Sprache auf bestimmte Eigenschaften abklopfen können – in diesem Fall auf den HTTP-Status des Aufrufs.

Mit ähnlicher Syntax können Sie auf den zurückgegebenen HTTP-Body zugreifen und diesen analysieren. Der folgende Code wandelt die Rückgabe in ein JSON-Objekt und prüft anschließend, ob alle drei erwarteten Räume vom Server zurückkommen:

## REST-Endpunkte eines Raumplan-APIs

Aktion	HTTP-Verb	Pfad	HTTP-Statuscode
Räume auflisten	GET	<code>/rooms</code>	200 Ok
Raum erstellen	POST	<code>/rooms</code>	201 Created
Raum abrufen	GET	<code>/rooms/:id</code>	200 Ok
Raum aktualisieren	PUT	<code>/rooms/:id</code>	200 Ok
Raum-Attribut aktualisieren	PATCH	<code>/rooms/:id</code>	200 Ok
Raum löschen	DELETE	<code>/rooms/:id</code>	204 No Content



Postman kann mit wenig JavaScript-Code den HTTP-Status und die zurückgegebenen Daten mit erwarteten Werten abgleichen und so Fehler in der Anwendung aufspüren.

```

pm.test("Collection has three items",
function () {
  const data = pm.response.json();
  pm.expect(data).to.have.lengthOf(3);
});

```

Für jeden Test sollten Sie einen eigenen Block mit der Methode `p.test()` anlegen und einen sprechenden Namen vergeben. Theoretisch passen auch mehrere Tests in einen Block, aber dann wird die Fehlersuche unangenehm, weil nicht sofort klar ist, welcher Test fehlgeschlagen ist.

Nach dem gleichen Prinzip können Sie Ihre Rückgaben auf Herz und Nieren checken: Mit `to.eql()` können Sie auf einen erwarteten Wert testen, mit `to.be.a()` den Typ eines Attributs prüfen. Einen Überblick über alle sogenannten Assertions finden Sie in der Dokumentation (siehe [ct.de/yzhk](https://ct.de/yzhk)). Ein guter erster Test besteht immer darin, den zu erwartenden Statuscode für den Endpunkt zu prüfen und in weiteren Tests die konkreten Inhalte der Antwort.

Man kann aus dem JavaScript-Code heraus weitere HTTP-Aufrufe absetzen, um zum Beispiel Informationen oder Zugangstoken zu beschaffen. Allerdings wird es schnell unübersichtlich, wann welcher Aufruf stattgefunden hat. Es empfiehlt sich daher, jeden Aufruf in Postman zu definieren und in der richtigen Reihenfolge in der Collection abzulegen.

Die Tests der einzelnen Endpunkte können dabei auch die Reise eines Nutzers durch eine Anwendung nacherzählen: Jemand legt einen Raum für den Raumplan

an, zeigt sich alle Räume an, zeigt sich einen konkreten Raum an, löscht ihn und prüft dann, ob er auch wirklich verschwunden ist.

### Variablen verwenden

Wenn Sie eine solche Reise nachbauen, kommen Sie mit statischen HTTP-Aufrufen nicht mehr weiter. Postman muss in die Lage versetzt werden, Informationen aus einem Aufruf im nächsten zu verwenden. Wenn Sie mit dem Verb `POST` am Endpunkt `/rooms` ein neues Objekt anlegen und es danach mit dem Verb `GET` am Endpunkt `/rooms/:id` abrufen wollen, stehen Sie vor dieser Herausforderung: Die ID des Objekts wird erst zur Laufzeit des Tests erzeugt. Um das Problem zu lösen, können Sie im Testcode auch Variablen aus der Collection auslesen und beschreiben. Diese Werte überdauern in einer Collection so lange, bis Sie sie löschen oder überschreiben – man kann Werte also aus einem Aufruf in einen anderen mitnehmen.

Der folgende Schnipsel entnimmt die ID aus dem Response-Body eines frisch angelegten Raums und schreibt sie in die Variable `roomId`:

```

const body = JSON.parse(responseBody);
pm.collectionVariables.set(
  "roomId", body.id);

```

In allen Requests, die Sie danach ausführen werden, können Sie diese Variable dann in der URL mit doppelt geschweiften Klammern verwenden: `/rooms/{{roomId}}`.

### Code vor HTTP

Manchmal ist es nötig, noch vor dem Ausführen eines Aufrufs einen Wert zu beschaffen oder zu generieren. Wenn Sie beispielsweise einen aktuellen Zeitstempel brauchen, um ihn im HTTP-Body eines neuen Objekts mitzuschicken, können Sie auf sogenannte „Pre-request Scripts“ zurückgreifen. Klicken Sie dafür auf den gleichnamigen Tab und fügen Sie Ihren Code in den Editor ein. In all diesen Skripten können Sie dafür auch auf alle Bibliotheken und JavaScript-Funktionen zurückgreifen, die Postman mitliefert: `Moment.js` erledigt Aufgaben rund um Zeit und Daten, `btoa` und `atob` hantiert mit Base64-Strings. Alle verfügbaren Bibliotheken und Funktionen finden Sie in der Dokumentation von Postman über [ct.de/yzhk](https://ct.de/yzhk). Das folgende Beispiel befüllt die Collection-Variable `tomorrow` mithilfe von `Moment.js` mit dem Datum von morgen:

```

var moment = require('moment');
var tomorrow = moment().
  .add(1, 'days').format();
pm.collectionVariables.set(
  "tomorrow", tomorrow);

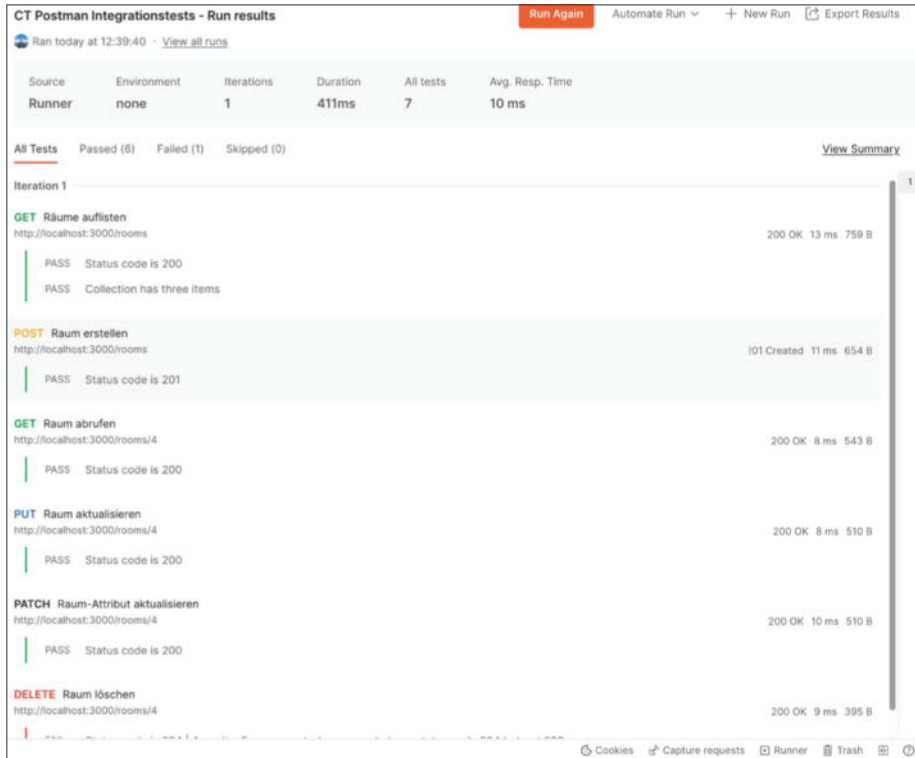
```

Darüber hinaus können Sie JavaScript-Code auch auf Ebene der gesamten Collection oder einzelner Ordner innerhalb der Collection definieren. Klicken Sie dafür auf die jeweilige Collection beziehungsweise den jeweiligen Ordner und wählen dort den Tab „Pre-request Scripts“ oder „Tests“ aus. Der dort hinterlegte Code wird dann vor oder nach jedem Request, der in dieser Collection oder diesem Ordner liegt, ausgeführt. Dabei wird erst der Code auf Collection-Ebene, dann der auf Ordner-Ebene und abschließend der Code am Request direkt ausgeführt. Code, den Sie nicht direkt an einem Request formulieren, eignet sich typisch, um Aufrufe zu debuggen, Sie können dort etwa mit `console.log()` den Zustand von Variablen loggen.

### Tests ausführen

Wenn Sie alle Tests fertig geschrieben und eine kleine Reise durch die Anwendung formuliert haben, können Sie die Tests erneut starten. Haben Sie keine Fehler gemacht, dürften jetzt zahlreiche grüne Haken auftauchen. Diesen Durchlauf sollten Sie künftig nach jeder Änderung am Code in ihrem Projekt starten, um sicherzugehen, dass wirklich alles wie geplant funktioniert. Sie können sogar noch einen Schritt weiter gehen und auf dieser Grund-





Postman zeigt, welche Tests erfolgreich durchlaufen und wo noch nachgebessert werden muss.

lage Test-Driven-Deployment (TDD) einführen: Sobald Sie einen neuen Fehler entdecken, schreiben Sie in Postman einen Test, der genau diesen Fehler überprüft und der mit dem aktuellen Code fehlschlägt. Sie oder ein Kollege können sich jetzt an die Arbeit machen, eine Fehlerbehebung programmieren und wieder testen. Wenn wieder alle Tests erfolgreich durchlaufen, haben Sie Ihren Job erledigt. Und dank TDD können Sie sicher sein, dass dieser Fehler nie wieder ins fertige Produkt rutscht.

## Fazit

Dass es Tests für Ihr API gibt und dass Postman sie der Reihe nach abarbeiten kann, ist die halbe Miete für schussfesten Code. Im letzten Schritt müssen Sie noch sichergehen, dass diese Tests auch wirklich jedes Mal ausgeführt werden, wenn es eine Änderung am Code gab. Das gelingt sehr elegant mit Continuous Integration/Continuous Delivery (CI/CD), also einer Automationsumgebung, die auf einer Versionsverwaltung (in der Regel Git) aufbaut und unter anderem solche Tests ausführt.

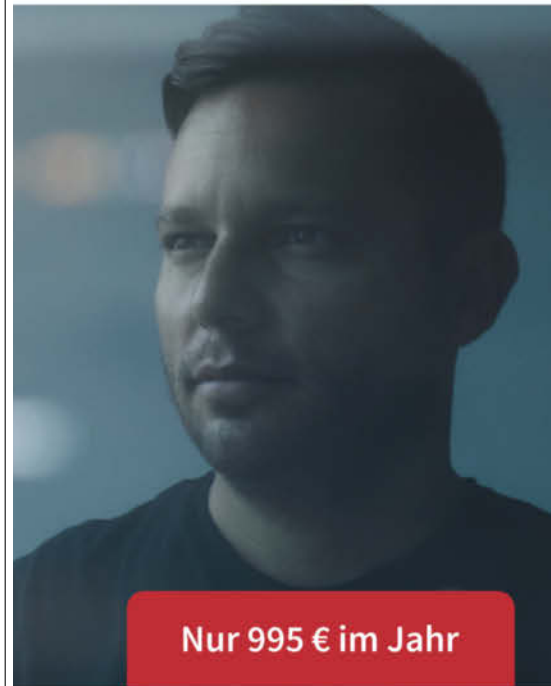
In einer perfekten Welt läuft eine Automation zum Beispiel an, wenn Sie einen Pull-Request anlegen. Sie baut Ihre

Software, startet das API (zum Beispiel einem Container), startet im Falles eines APIs auch eine kleine Datenbank und startet dann eine Runde Postman-Integration-Tests. Für solche Fälle hat Postman noch einen Kollegen: Newman (siehe [ct.de/yzhk](https://ct.de/yzhk)), ein kommandozeilen-gestützter Runner für Postman-Collections. Denn in der CI/CD-Umgebung brauchen Sie keine grafische Postman-Oberfläche. Stattdessen generiert Newman am Ende einen Bericht. Wenn die Tests alle glatt durchlaufen, können Ihre Kollegen den Pull-Request guten Gewissens genehmigen, weil klar ist: Dieser Code macht genau, was sie von ihm erwarten. (jam@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Manuel Ottlik, Besuch im RESTaurant, Webdienste per REST-Schnittstelle anzapfen, c't 15/2018, S. 178
- [2] Pina Merkert, Programmierte Prüfer, Eine Einführung ins automatische Testen mit Python, c't 1/2020, S. 152
- [3] Manuel Ottlik, Schnittstellenkurier, APIs mit Postman erforschen und entwickeln, c't 22/2022, S. 158
- [4] Manuel Ottlik, Potemkinscher Server, REST-APIs ohne Code simulieren, c't 15/2023, S. 154

Dokumentation und Beispiele: [ct.de/yzhk](https://ct.de/yzhk)



Nur 995 € im Jahr

## Apple. Experten. Wissen.

Mac & i Pro verschafft Entscheidern, Administratoren und Entwicklern, die sich mit Apple-Systemen beschäftigen, einen wesentlichen Vorsprung.

### Im Paket enthalten sind:

- Bis zu **24 Live-Webinare** pro Jahr
- Zugang zur **Mac & i Pro-Expertenplattform**
- **Pro Talks** mit kompetenten Gästen
- **Mediathek** mit allen Webinaren
- **1 heise+ Jahresabo**
- **1 heise Pur Jahresabo**

Jetzt Mac & i Pro-Paket sichern:  
[www.mac-and-i.de/pro](https://www.mac-and-i.de/pro)



# Viereckige Augen

## Retrospiele authentisch auf günstigem 4:3-Monitor zocken

**Weil Retrotitel wie Super Mario oder Sonic auf 16:9-Fernsehern aufgrund schwarzer Balken oder falscher Proportionen keine gute Figur machen, lohnt sich die Anschaffung eines 4:3-Bildschirms. Wir haben mit einem Modell probegespielt und nennen die besten Einstellungen.**

Von Dennis Schirmmacher

W eil alte Videospielkonsolen wie Nintendos Super Nintendo Entertainment System (SNES) Spiele im mittlerweile antiquierten 4:3-Bildseitenverhältnis ausgeben, sehen diese auf Flachbildfernsehern im 16:9-Format gar nicht gut aus: Entweder erscheinen sie auf die ganze Breite gestreckt und aus Kreisen werden Ovale. Oder man behält das korrekte Format bei, dann rahmt links und rechts ein schwarzer Balken das Bild ein. Optimal ist beides nicht.

### Retrogaming-Monitor

Ein vergleichsweise günstiger portabler Monitor mit einem 9,7-Zoll-Bildschirm im 4:3-Format [1] schafft Abhilfe. Man bekommt ihn bei AliExpress anschlussfertig für rund 85 Euro inklusive Versand (siehe [ct.de/y23z](https://ct.de/y23z)). In diesen Monitoren stecken iPad-Displays. Diese werden vermutlich aus gebrauchten Tablets ausgebaut.

Wir haben den Bildschirm mit dem FPGA-Projekt MiSTer [2] zum Emulieren von Retrospielen auf Hardwarebasis und einem Raspberry Pi 3 (sowie einem Raspi 4) mit der Software-Emulation RetroPie ausprobiert. Alternativ funktioniert das Display auch an einem PC. Kleiner Tipp: Wenn sich der Bildschirm zwischendrin immer aus- und einschaltet, ist die Stromversorgung über Micro-USB oder USB-C

zu schwach. Ein leistungsstärkeres Netzteil löst das Problem.

Der Bildschirm nimmt Videosignale via Mini-HDMI und USB-C entgegen. Dank des IPS-Panels bleiben Farben und Kontrast auch aus seitlichen Blickwinkeln stabil. Die Auflösung beträgt  $2048 \times 1536$  Pixel und aufgrund des 4:3-Bildseitenverhältnisses erstrahlen Retrospiele vollflächig und authentisch. Die von uns gemessene Reaktionszeit beträgt 11,5 Millisekunden. Im Vergleich zu einem Röhrenmonitor beträgt der Versatz maximal einen Frame. Das ist ein sehr guter Wert und man muss beim Spielen keine fühlbaren, durch die Bildverarbeitung des Displays ausgelösten Verzögerungen befürchten. Aufgrund der hohen

Pixeldichte (264 dpi) erscheint die Darstellung knackscharf und Super Mario & Co. erstrahlen in neuem Glanz. Praktisch: Mit dem mitgelieferten Ständer kann man den Bildschirm auch hochkant aufstellen und vertikale Shoot-'em-up-Arcade-Titel wie „DoDonPachi“ authentisch spielen.

### Angeschlossen

Am unkompliziertesten gelingt der Anschluss an einen Windows-PC. In unserem Fall wurde das Display über HDMI direkt mit seiner nativen Auflösung ( $2048 \times 1536$  Pixel) angesprochen. So erscheinen Retrospiele ohne weitere Einstellungen mit korrekten Proportionen im originalen 4:3-Format. Beim MiSTer und einem Raspi müssen Sie für die optimale Darstellungsqualität ein paar Einstellungen vornehmen.

Kurios: Am MiSTer konnten wir das Display ausschließlich über die USB-Power-

only-Buchsen des USB-Hub-Boards mit Strom versorgen. Selbst mit leistungsstarken externen USB-Netzteilen blieb der Bildschirm schwarz oder flackerte wild. Funktioniert alles, erscheint das Bild aber standardmäßig gestreckt. Denn in der Regel läuft das FPGA-System mit  $1920 \times 1080$  Bildpunkten im 16:9-Format. Um

Frisch aus  
**ct Nerdistan**



**Wie früher: Auf dem kompakten 4:3-Monitor erscheinen Retrospiele wie „Metal Slug“ unverfälscht mit korrekten Proportionen und nicht von schwarzen Balken eingerahmt.**





Dank der Hochkant-Ausrichtung machen Vertikal-Shoot-em-ups von Arcade-Automaten noch mehr Spaß.

das anzupassen, müssen Sie die Konfigurationsdatei `Mister.ini` auf der SD-Karte bearbeiten. Um den Bildschirm mit seiner nativen Auflösung anzusprechen, passen Sie die Zeile für die Auswahl der Auflösung wie folgt an: `video_mode=13`. Fortan zeigt das Display  $2048 \times 1536$  Pixel mit 60 Bildern pro Sekunde in 4:3.

Da erst ein Raspberry Pi 4 Auflösungen größer als  $1920 \times 1080$  Pixel ausgibt, können Sie nur mit dieser Variante des Kleinstcomputers das Display mit seiner nativen Auflösung ansteuern. Vorgänger-Raspis starten an dem Bildschirm angeschlossen automatisch in einer 16:9-Auflösung mit  $1366 \times 768$  Bildpunkten. Für korrekte Proportionen müssen Sie die Auflösung anpassen. In den Konfigurationseinstellungen von RetroPie gelingt das über den Punkt „RASPI-CONFIG“ unter „Display Configuration/Resolution“. Damit dort die für einen Raspi 3 maximale 4:3-Auflösung erscheint, müssen Sie in der `Config.txt` auf der SD-Karte mit RetroPie über den Befehl `hdmi_cvt=1400 1050 60 1` eine benutzerdefinierte Auflösung anlegen. Diese taucht dann ganz unten in der Liste der auswählbaren Auflösungen auf. Auf einem Raspi 4 aktivieren Sie die native Display-Auflösung mit der Zeile `hdmi_cvt=2048 1536 60 1`.

## Fazit

Das kompakte Display eignet sich perfekt für Retrospiele. Dafür ist nur ein minimaler Konfigurationsaufwand nötig. Am PC funktioniert der Bildschirm sogar ohne weitere Einstellungen. Dazu kommt, dass die Pixelgrafik auf dem hochauflösenden Bildschirm richtig schick aussieht und man sich dem Retrocharme nur schwer entziehen kann.

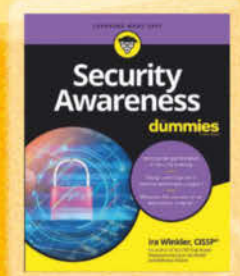
(des@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Feinzeichner, USB-C-Monitor für unterwegs, Ulrike Kuhlmann, c't 10/2023, S. 84
- [2] Konsolen-Kloner, FPGA-Projekt MiSTer mit Retro-Videospielen ausprobiert und optimiert, Dennis Schirmacher, c't 19/2023, S. 150

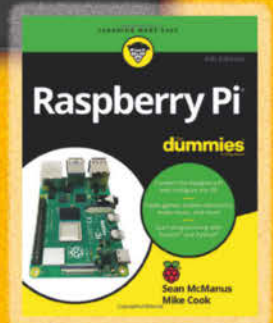
Display bei AliExpress kaufen: [ct.de/y23z](https://ct.de/y23z)

# E-Books im heise Shop



Jetzt viele Titel als  
ePub, mobi und PDF  
erhältlich.

Sofort im Zugriff,  
dauerhaft in Ihrem  
Account gespeichert.



[shop.heise.de/e-books](https://shop.heise.de/e-books)

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.



# Der Preis ist heiß

## Wann Preiserhöhungen bei Mobilfunk- und Festnetzverträgen zulässig sind

**Vodafone und 1&1 haben ihre Kunden jüngst mit Preiserhöhungen für ihre Kabel- und DSL-Anschlüsse überrascht – während der Mindestvertragslaufzeit. Zulässig ist das aber nur, wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind.**

Von Thomas Bradler

Auf dem Telekommunikationsmarkt wird mit harten Bandagen um Kunden gekämpft: Die Anbieter versuchen, Kunden mit zahlreichen – meist temporären – Vergünstigungen auf den Monatspreis, zusätzlichen Leistungen oder günstiger Hardware wie Smartphones oder Routern zum Wechsel zu überreden oder vom Bleiben zu überzeugen. Um die Zugaben zu erhalten, binden sich die Kunden im Gegenzug in den meisten Fällen zunächst für zwei Jahre. Dies entspricht der maximal gesetzlich zulässigen Erstlaufzeit für Telekommunikationsverträge (§ 56 Abs. 1 TKG). Wie ernst die Unternehmen diese vertragliche Bindung nehmen, weiß jeder, der schon einmal versucht hat, vor-

zeitig aus einem solchen Vertrag herauszukommen.

Wer nun glaubt, im Gegenzug als Kunde oder Kundin ebenfalls für zwei Jahre Ruhe erkaufte zu haben, dem droht Ungemach. Die allerorten steigenden Kosten treffen auch Unternehmen. Mancher Telekommunikationsanbieter nimmt diese zum Anlass, die Preise in laufenden Verträgen zu erhöhen. Das wirft die Frage auf, ob Preiserhöhungen während der 24-monatigen Vertragslaufzeit überhaupt zulässig sind.

### Ist Vertrag noch Vertrag?

Im deutschen Zivilrecht gilt der Grundsatz, dass Verträge einzuhalten sind. Wer eine bestimmte Leistung zu einem festen Preis verspricht, kann diese Parameter später nicht ohne Weiteres einseitig ändern. Im Laufe von zwei Jahren können sich aber die Voraussetzungen ändern, die für den Anbieter bei Vertragsschluss Basis seiner Preisbildung waren. Steigen die Kosten auf Anbieterseite während der Laufzeit über das kalkulierte Maß hinaus und kann dieser nicht durch Anpassung seiner Preise reagieren, droht eine Schiefelage.

Als Kunde mit Schnäppchentarif möchte man den günstigen Preis behalten. Schließlich sind die gestiegenen Kosten

das Problem des Anbieters. Würde man das aber tatsächlich so rigoros handhaben, wären Anbieter gezwungen, bei der Preisbildung größere Sicherheitspuffer einzuplanen. Das Ergebnis wären insgesamt steigende Preise. Deshalb gibt es Ausnahmen, auf deren Basis ein Anbieter eine Preiserhöhung vornehmen kann.

Eine Preisanpassung ist nur zulässig, wenn der Anbieter sich das bei Vertragsschluss ausdrücklich vorbehalten hat. Dafür müssen aber bestimmte Bedingungen erfüllt sein. In Massengeschäften wie dem der Telekommunikationsverträge erfolgt ein solcher Preisanpassungsvorbehalt in den Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB). Ein Blick ins Kleingedruckte ist daher bei der Prüfung, ob eine Preiserhöhung zulässig ist, der erste Schritt. Findet man keine solche Klausel, spricht bereits sehr viel dafür, dass eine angekündigte einseitige Preiserhöhung unwirksam ist. Eine entsprechende Vertragsänderung könnte dann nur mit Zustimmung des Kunden erfolgen.

Doch auch eine pauschale AGB-Klausel nach dem Motto „wir behalten uns vor, die Preise zu erhöhen“, reicht nicht aus. Denn AGB, mit denen von Rechtsvorschriften abgewichen wird, dürfen den Vertragspartner nicht „entgegen den Geboten von Treu und Glauben unangemessen benachteiligen“ (§ 307 Abs. 1 BGB). Aus diesem Grund ist es beispielsweise unzulässig, den Preis während der Erstlaufzeit des Vertrags zu erhöhen, um damit den Gewinn zu erhöhen.

### Zulässige Erhöhungen

Zulässig sind Erhöhungen, die gestiegene Kosten für die Bereitstellung der Leistung ausgleichen oder die durch gesetzliche Vorgaben bedingt sind, zum Beispiel bei

#### 9 Wie können wir unsere Preise ändern?

9.1 Wir sind berechtigt, die auf der Grundlage dieses Vertrages zu zahlenden Preise der Entwicklung der Gesamtkosten anzupassen, die für die Berechnung des vereinbarten Preises maßgeblich sind. Die Anpassung erfolgt nach billigem Ermessen auf Basis von § 315 Bürgerliches Gesetzbuch (BGB).

- Die Gesamtkosten bestehen insbesondere aus Kosten für Netzbereitstellung, Netznutzung und Netzbetrieb (z. B. für Technik, besondere Netzzugänge und Netzzusammenschaltungen, technischer Service), Kosten für die Kundenbetreuung (z. B. für Service-Hotlines, Abrechnungs- und IT-Systeme), Personal- und Dienstleistungskosten, Energiekosten, Gemeinkosten (z. B. für Verwaltung, Marketing, Mieten, Zinsen) sowie hoheitlich auferlegten Gebühren, Auslagen und Beiträgen (z. B. aus §§ 223, 224 TKG).
- Eine Preiserhöhung kommt in Betracht und eine Preisermäßigung ist vorzunehmen, wenn sich die Gesamtkosten erhöhen oder absenken.
- Steigerungen bei einer Kostenart, z. B. Kosten für die Netznutzung, dürfen nur in dem Umfang für eine Preiserhöhung herangezogen werden, in dem kein Ausgleich durch rückläufige Kosten in anderen Bereichen etwa bei der Kundenbetreuung erfolgt. Bei Kostensenkungen sind von der Telekom die Preise zu ermäßigen, soweit diese Kostensenkungen nicht durch Steigerungen bei einer anderen Kostenart ausgeglichen werden. Wir werden bei der Ausübung des billigen Ermessens die jeweiligen Zeitpunkte einer Preisänderung so wählen, dass Kostensenkungen nicht nach für Sie ungünstigeren Maßstäben berechnet werden als Kostenerhöhungen, also Kostensenkungen mindestens in gleichem Umfang preiswirksam werden wie Kostenerhöhungen.

**Wenn sich ein Anbieter Preiserhöhungen vorbehält, um steigende Kosten auszugleichen, muss er bei fallenden Kosten auch Preissenkungen vornehmen. Die Telekom stellt das in ihren AGB dar.**

steigenden Steuern. Diese Kostensteigerungen müssen nach Vertragsschluss eingetreten sein. Verbraucher mit Dumping-Angeboten anzulocken und ihnen anschließend ohne triftigen Grund kurz nach Vertragsschluss die Preise zu erhöhen, ist nicht zulässig.

Ein Preisanpassungsvorbehalt darf zudem keine Einbahnstraße sein, die nur Preiserhöhungen vorsieht. Es müssen, um die Kundschaft nicht unangemessen zu benachteiligen, auch Preissenkungen vereinbart werden für den Fall, dass Kosten oder hoheitliche Abgaben während der Vertragslaufzeit sinken.

Zudem gilt für AGB der Grundsatz der Transparenz. Sie müssen klar und verständlich formuliert sein, damit der Vertragspartner weiß, worauf er sich einlässt und unter welchen Umständen er konkret mit Preisänderungen rechnen muss. Das Transparenzgebot zwingt die Anbieter anzugeben, aus welchen für eine Preisänderung in Betracht kommenden Bestandteilen sich der Preis zusammensetzt.

Auch wenn diese Angaben nicht bis ins letzte Detail erfolgen müssen: Fehlen sie gänzlich oder verursachen sie beim Lesen erhebliche Verständnisprobleme, deutet dies stark darauf hin, dass der Preisänderungsvorbehalt unwirksam ist. Für darauf gestützte Preiserhöhungen gilt dann das Gleiche. Hierbei kommt es aber stark auf den jeweiligen Einzelfall an, weshalb man rechtlichen Rat einholen sollte, bevor man in den Clinch mit dem Anbieter geht.

## Kündigungsrecht

Für Telekommunikationsanbieter, ganz gleich, ob Telefonie oder Internet, Festnetz oder Mobilfunk, gilt seit dem 1. Dezember 2021, dass sie sich unter Beachtung der beschriebenen Grundsätze in den AGB sogar ein einseitiges Vertragsänderungsrecht vorbehalten dürfen (§ 57 Abs. 1 TKG). Dies bedeutet, dass eine Zustimmung der Kunden nicht erforderlich ist.

Der Anbieter muss die einseitige Preisänderung gegenüber seinen Kunden ankündigen, und zwar frühestens zwei Monate und spätestens einen Monat vor deren Inkrafttreten. Zugleich muss er dabei über den Inhalt und den Zeitpunkt der Änderung informieren sowie darüber, dass dem Kunden ein Kündigungsrecht zusteht (§ 57 Abs. 2 TKG). Denn Betroffene, die an dem Vertrag

**Der Sprung von 9,99 Euro auf 49,99 Euro ist keine Preiserhöhung, nach zwölf Monaten fällt lediglich der vereinbarte Nachlass weg.**

zum erhöhten Preis nicht festhalten wollen, können diesen fristlos kündigen. Auf den Umfang der Preiserhöhung kommt es dabei nicht an.

Zu beachten ist nur, dass die Kündigung innerhalb von drei Monaten nach Zugang des Preiserhöhungsschreibens beim Anbieter eingegangen sein muss und dass diese frühestens zu dem Zeitpunkt gilt, zu dem die Preiserhöhung in Kraft tritt. Kein Kündigungsrecht besteht bei Preissenkungen oder wenn der Anbieter zur Änderung unmittelbar durch nationales oder EU-Recht verpflichtet wurde.

Verbraucher, die sich mit einer wirksamen einseitigen Preiserhöhung konfrontiert sehen, haben zwei Möglichkeiten: Sie können entweder den höheren Preis zahlen oder den Vertrag kündigen. Ein Recht zum Widerspruch gegen die Preiserhöhung mit der Folge, dass der Vertrag zum ursprünglich vereinbarten Preis weiterläuft, besteht hingegen nicht.

## Hohe Hürden

Die Gefahr, dass Anbieter diese Rechtslage ausnutzen, um an der Preisschraube zu drehen, ist nicht von der Hand zu weisen. Dagegen sprechen jedoch die dargestellten hohen Anforderungen an wirksame Preiserhöhungen sowie das Recht der Kunden zur Kündigung. Bei jeder Preis-

erhöhung droht die Abwanderung betroffener Kunden zu Mitbewerbern. Die Anbieter werden sich das also gut überlegen oder bereit sein, kündigungswilligen Kunden entgegenzukommen, beispielsweise mit mehr Leistung.

Sobald es dem Gesetzgeber gelingt, die von EU-Seite vorgegebenen Regelungen zur Verbandsklage im deutschen Recht zu implementieren – die letzte Frist endete am 25. Juni 2023 –, könnte es für Anbieter ungemütlich werden. Im Wege einer solchen Klage könnten befugte Verbände, zum Beispiel die Verbraucherzentralen, dann Anbieter unmittelbar auf Rückzahlung von Entgelten verklagen, die auf Forderungen aus unwirksamen Preiserhöhungen basieren. Betroffene, die trotz Preiserhöhung nicht kündigen wollen, können den Vertrag dann recht entspannt zum höheren Preis weiterlaufen lassen und sich zur Klage anmelden. Im besten Fall erhalten sie den überhöhten Betrag dann nach erfolgreicher Klage zurück. Für die Anbieter sollte dies Ansporn genug sein, vor der nächsten Preiserhöhung ihre Hausaufgaben bei der Anpassung ihrer AGB zu machen. Der Verbraucherzentrale Bundesverband (VZBV) hält die Preiserhöhung von Vodafone für unzulässig und erwägt, dagegen gerichtlich vorzugehen.

Entspannt können Verbraucher mit Preiserhöhungen nach Ablauf der vertraglich vereinbarten Mindestlaufzeit umgehen. Auch dann gelten die zuvor beschriebenen Regeln, die willkürlichen Preiserhöhungen einen Riegel vorschieben. Seit dem 1. Dezember 2021 ist die früher übliche Verlängerung um jeweils ein weiteres Jahr Geschichte. Die Verträge verlängern sich auf unbestimmte Zeit und können jederzeit binnen Monatsfrist gekündigt werden (§ 56 Abs. 3 TKG) – allerdings von beiden Seiten, also auch vom Anbieter.

## Fazit

Bei Preiserhöhungen innerhalb der Mindestvertragslaufzeit lohnt es sich, ganz genau hinzuschauen, ob sie zulässig sind, denn das gilt nur unter bestimmten Voraussetzungen. Wenn die Preiserhöhung zulässig ist, sollte man sie nicht einfach hinnehmen, sondern nach günstigeren Angeboten suchen. Wenn man eins findet, kann man von seinem Kündigungsrecht Gebrauch machen. Je mehr Kunden das tun, desto schwieriger wird es für die Anbieter, nachträglich Preiserhöhungen durchzusetzen. (uma@ct.de) **ct**



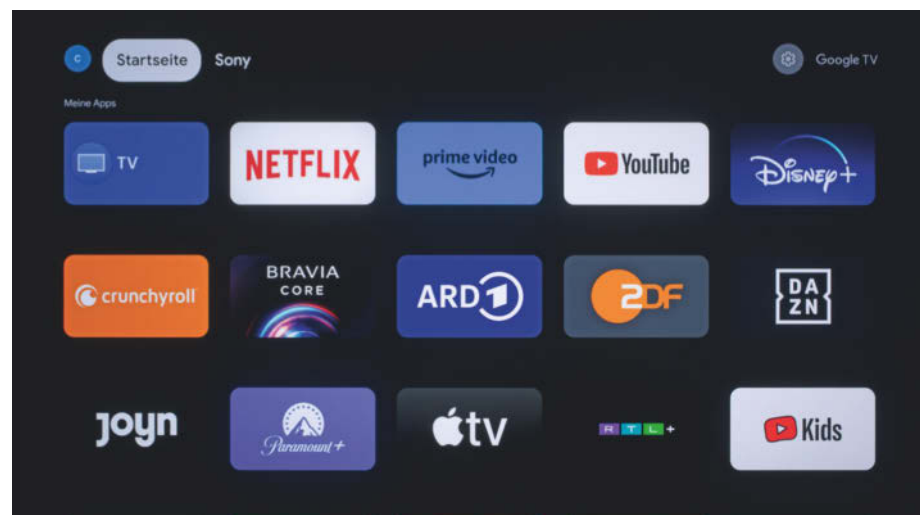
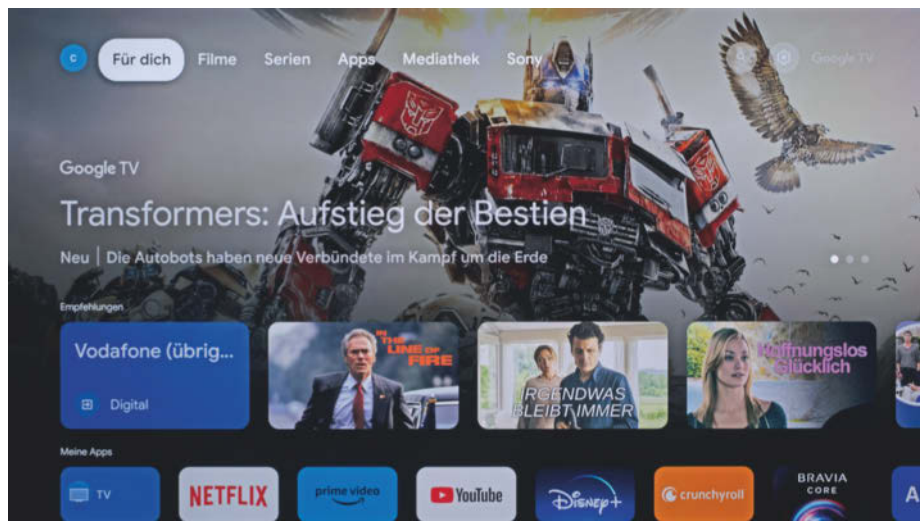
# Sie fragen – wir antworten!

## Smart TV werbefrei

? Der Startbildschirm meines neuen Smart TV von Sony ist total überladen mit Werbung und Videoempfehlungen. Ich finde mich darauf nicht mehr zurecht. Kann ich den Homescreen irgendwie entschlacken?

! Ja, tatsächlich ist das gar nicht so schwer. Rufen Sie dazu das Einstellmenü Ihres Google TV auf; Sie erreichen es mit der Werkzeug-Taste auf der Fernbedienung oder über das kleine Zahnrad oben rechts neben dem Profil-Symbol. In den Einstellungen gehen Sie zu „Konten & Anmeldungen“ und klicken dort auf das

Profil Ihres Google-Kontos. In der sich öffnenden Liste müssen Sie den „Nur Apps“-Modus aktivieren, um sämtliche Empfehlungen und Werbung auf dem Homescreen auszublenden. Sie bekommen dann keine personalisierten Empfehlungen mehr, können aber auch nicht mehr den Google Assistant oder die Google-Suche nutzen. An den Datenschutzeinstellungen an sich ändert sich durch den „Nur Apps“-Modus übrigens nichts. (uk@ct.de)



Wer von Werbung und Empfehlungen wie im oberen Bild genervt ist, kann sie bei Sony-Smart-TVs im Menü abschalten.

## Google-Mail-Login in Thunderbird nicht möglich

? Ich möchte mein Gmail-Konto mit Thunderbird abrufen. Nachdem ich meine Kontodaten eingegeben habe, öffnet Thunderbird ein Fenster mit der Anmeldemaske für Google-Accounts, wie ich sie aus dem Webbrowser kenne. Klicke ich auf Anmelden, kommt nicht die Passwortabfrage. Stattdessen wird mein Benutzername aus dem Formular entfernt. Wie kann ich mich bei Google anmelden, damit Thunderbird die Berechtigungen für Gmail erhält?

! Vermutlich haben Sie Thunderbird so eingestellt, dass er keine Cookies für Webseiten speichern darf. Das ist als Sicherheitsmaßnahme grundsätzlich sinnvoll. Für die Einrichtung eines Gmail-Kontos müssen Sie dies zumindest temporär erlauben, weil Google sonst während des mehrschrittigen Prozesses vergisst, wer Sie sind. Für das Abrufen von Mails per IMAP und das Senden via SMTP verwendet Gmail nicht Ihr normales und damit wertvolles Kennwort, sondern handelt mit Thunderbird via OAuth-Verfahren ein eigenes Anwendungspasswort für den Donnergervogel aus. Außerdem können Sie



dadurch trotz Zwei-Faktor-Authentifizierung IMAP und SMTP nutzen.

Um die Cookie-Präferenzen anzupassen, öffnen Sie die Thunderbird-Einstellungen und klicken auf „Datenschutz & Sicherheit“. Unter dem Abschnitt „Webinhalte“ setzen Sie einen Haken bei „Cookies von Webseiten akzeptieren“. Anschließend können Sie sich via Thunderbird im Google-Account anmelden. Bestätigen Sie die Frage, ob Thunderbird Zugriff auf Ihr Google-Konto erhält, über die Schaltfläche „Zulassen“ und schließen Sie die Kontoeinrichtung ab. Sobald das Gmail-Konto in Thunderbird erfolgreich eingerichtet ist, können Sie in den Einstellungen Cookies wieder untersagen und die Datenkekse von Google entfernen.

Sollte Thunderbird unter „Gespeicherte Passwörter“ zusätzlich Ihr eigentliches Google-Kennwort abgelegt haben, können Sie die Einträge für IMAP und SMTP entfernen. Sie benötigen nur den Eintrag, der mit `oauth:` anfängt.

(ktn@ct.de)

## Thunderbird erlaubt kein Öffnen-Mit

Ich möchte, dass der Mail-Client Thunderbird PDFs mit einem externen Programm öffnet, finde aber keine Option dafür. Der Abschnitt „Dateien & Anhänge“ in den Einstellungen klingt vielversprechend, aber in dieser Liste gibt es auf meinem System keinen einzigen Eintrag.

In der Tat kann man üblicherweise genau dort diese Einstellung vornehmen; dass die Liste leer ist, ist seltsam. Thunderbird generiert die Liste mit dem Inhalt der Datei `handlers.json` in Ihrem Thunderbird-Profil. Möglicherweise klemmt hier irgendetwas.

Sie können die Datei testweise verschieben oder umbenennen, damit Thunderbird sie nicht mehr findet und daher neu anlegt. Um den Ordner mit Ihrem Thunderbird-Profil (und der `handlers.json`-Datei) zu finden, klicken Sie in Thunderbirds Hamburger-Menü auf „Hilfe / Informationen zur Fehlerbehebung“. Das neu geöffnete Tab enthält eine Tabelle mit dem Eintrag „Profilverzeichnis“ samt einem Button, um den Ordner direkt zu öffnen.

Beenden Sie Thunderbird, bevor Sie die Datei umbenennen. Um auf Nummer

sicher zu gehen, empfiehlt es sich auch, eine Kopie des kompletten Ordners anzulegen. Dann können Sie ihn im Fehlerfall wiederherstellen. Wenn alles klappt, können Sie anschließend unter „Dateien & Anhänge“ festlegen, wie Thunderbird mit PDFs umgehen soll. Die alte Version der Datei brauchen Sie dann nicht mehr.

(syt@ct.de)

## Unbekanntes Mobilfunknetz

Ich war im Grenzgebiet zu Frankreich unterwegs und habe dort eine manuelle Netzsuche ausgeführt, um mich fest in ein deutsches Netz einzuwählen. Dabei bin ich über ein Netz namens „26223“ gestolpert. Worum handelt es sich hier?

Handys stellen Netzwerke, für die im Betriebssystem kein Name hinterlegt ist, üblicherweise mit ihrer fünfstelligen PLMN-Kennung (Public Land Mobile Network) dar. Diese besteht aus zwei Komponenten: Der MCC (Mobile Country Code) 262 steht dabei für Deutschland, Frankreich hat die 208. Die beiden nachfolgenden Ziffern, der MNC (Mobile Network Code), stehen für das Netz des Betreibers. 23 ist der Code des Netzbetreibers 1&1. Eine komplette Liste aller deutschen Netzbetreiber finden Sie unter [ct.de/yqej](https://ct.de/yqej). Auch die Kennungen der SIM-Karten (IMSI, International Mobile Subscriber Identity) nutzen diese Länder- und Netzcodes.

(uma@ct.de)

**Mobilfunknetzkenzahlen für Deutschland:** [ct.de/yqej](https://ct.de/yqej)

## Grafikkarte mit Whisper AI

Ich habe anhand Ihres Artikels in c't 14/2023 (S. 140) mit Begeisterung Whisper AI ausprobiert. Um Whisper noch schneller zu bekommen, habe ich mir extra eine GeForce RTX 3060 bestellt. Whisper hat sie aber offenbar nicht gefunden und genutzt. Muss ich da extra was tun, damit das funktioniert? Ich hatte gehofft, Whisper prüft selbst, ob eine Grafikkarte verwendet werden kann. Haben Sie einen Tipp für mich?

Ja, haben wir. Aller Wahrscheinlichkeit nach fehlt auf Ihrem System die PyTorch-Umgebung, die Nvidias CUDA-



**Unbekannte Netze werden auf dem Handy mit Länder- und Netzcode statt Namen dargestellt.**

Programmierungsumgebung nutzt und damit eine Beschleunigung durch die Grafikkarte erst möglich macht.

Diese können Sie in der PowerShell zum Beispiel mit dem Befehl `pip3 install --pre torch torchvision torchaudio --index-url https://download.pytorch.org/whl/nightly/cu121` nachinstallieren. Der Download ist insgesamt noch einmal rund 2,4 GByte schwer. Wollen Sie keinen

Fragen richten Sie bitte an

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

[c't Magazin](https://www.facebook.com/ctmagazin)

[@ctmagazin](https://twitter.com/ctmagazin)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](https://www.ct.de/hotline).

„Nightly“-Build, können Sie auch die Stable-Version 11.8 nutzen: `pip3 install torch torchvision torchaudio --index-url https://download.pytorch.org/whl/cu118`. Auf Systemen, bei denen eine unterstützte Grafikkarte erst im Nachhinein hinzugefügt wird, prüft Whisper AI offenbar nicht, ob sich die Voraussetzungen geändert haben, und installiert daher auch kein passendes PyTorch nach.

(csp@ct.de)

## Flight Simulator 2020 passt nicht auf externe SSD

Ich wollte den Flugsimulator 2020 gern per externer SSD auf einen zweiten Rechner übertragen, da der Download der rund 254 GByte mir zu lange dauert. Doch beim Versuch, das Verzeichnis zu kopieren, bricht Windows mit der Fehlermeldung ab, auf der externen SSD sei nicht mehr genug Platz. Dabei ist das Verzeichnis rund 254 GByte groß, auf der SSD aber noch mehr als 300 GByte Platz.

Kern des Problems sind die knapp 200.000 oft sehr kleinen Dateien des Programmes, die nicht gut zur Cluster-Größe mancher SSD-Dateisysteme passen. Sie müssen Ihre externe SSD lediglich einmal freiräumen, zum Beispiel mit NTFS neu formatieren und dabei eine deutlich kleinere „Größe der Zuordnungseinheiten“ wählen – 1 KByte ist für diesen Anwendungsfall gut geeignet.

Der Grund ist das Dateisystem, mit dem manche externen SSDs ab Werk formatiert sind. Bei einer SSD mit 1 TByte Speicherplatz etwa sind die Zuordnungs-

einheiten 256 KByte groß, bei einer mit 2 TByte Platz waren es im Test sogar 1024 KByte. Das bedeutet, jede Datei belegt mindestens den genannten Speicherplatz, auch wenn es ein winziges Text- oder JSON-File ist, das eigentlich nicht einmal 1 KByte Daten enthält.

Auf der genannten 2-TByte-SSD mit 1024-KByte-Zuordnungseinheiten belegte der Flugsimulator 2020 dann 415 GByte, also 160 GByte zusätzlich. Und das ist auch der zweite Lösungsansatz: Sie müssen einfach deutlich mehr Speicherplatz freiräumen. Dagegen hielt sich der Verschnitt auf der mit NTFS-Blöcken zu je 1 KByte formatierten SSD mit rund 230 MByte in engen Grenzen. Doch das Pendel schlägt auch in die andere Richtung: Die Verwaltungsinformationen für die vielen kleinen Cluster belegen auch einigen Speicherplatz – mehr dazu in „Datenbuffet“ (c't 10/2021, S. 140). Wenn Sie den externen Datenträger also hauptsächlich für Backup-Images oder Videos nutzen, formatieren Sie ihn hinterher wieder mit der von Windows vorgeschlagenen Clustergröße.

(csp@ct.de)

## HDR-Darstellung auch mit nur 8 Bit Farbtiefe?

Ich interessiere mich für einen Monitor des Herstellers Verbatim, der mit „HDR-Technologie“ beworben wird, aber nur 16,7 Millionen Farben, ergo 8 Bit Farbtiefe unterstützt. Auf meine Anfrage entgegnete der Hersteller, die Displays hätten eine „HDR8-Technologie“. Basiert HDR nicht auf mehr als 8 Bit pro Farbe und können Sie mir helfen, dieses Mysterium aufzulösen?

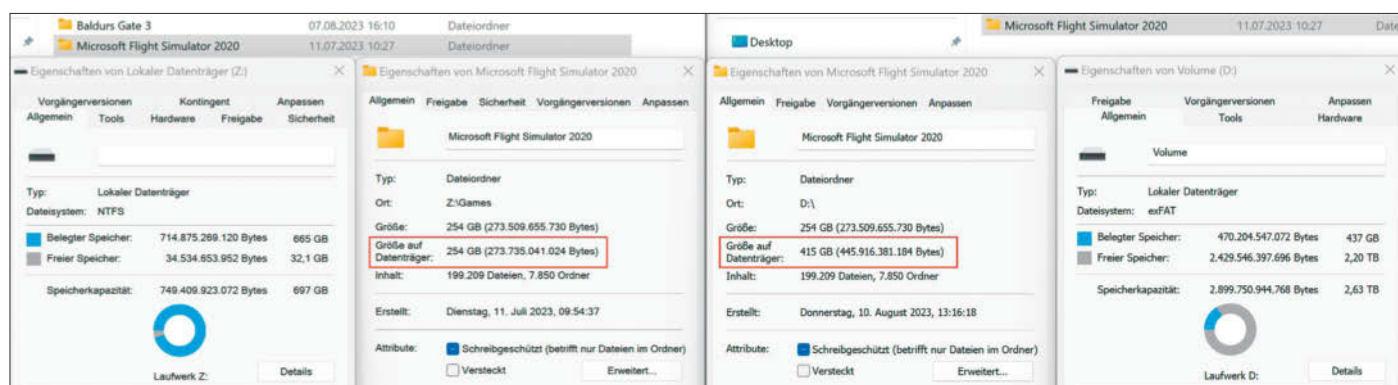
Was Verbatim beziehungsweise der Hersteller des Panels diesbezüglich tut, können wir aus der Ferne nicht beurteilen. Die Angabe HDR8 ist nicht spezifiziert, die Angabe HDR ist aber möglicherweise dennoch korrekt, weil 10 Bit keine Voraussetzung für HDR ist (wohl aber für HDR10). HDR als solches bedeutet erst mal nur High Dynamic Range, also hoher Dynamikumfang: Mehr Kontrast, sattere Farben – aber nicht zwingend mehr Farbtiefe oder Farbauflösung.

Letzteres ist erst mit HDR10 festgelegt, wo neben dem höheren Kontrast und den satteren Farben auch eine höhere Farbauflösung von mindestens 10 Bit gefordert wird.

Leider sagt das Datenblatt nichts über den abgedeckten Farbraum. Denn für HDR benötigt man eigentlich sattere Farben, vor allem beim Grünkanal, auf den das menschliche Auge am empfindlichsten reagiert. Bei 8-Bit-Panels besteht die Gefahr, dass bei feinen Farbverläufen sogenanntes Banding auftritt, man also leichte Stufen im Verlauf bemerkt. Wenn das Grün beispielsweise deutlich satter ist als in sRGB, produzieren die verfügbaren 256 Farbabstufungen des 8-Bit-Panels im Grünverlauf von G0 bis G255 größere Sprünge von einer Farbstufe zur nächsten.

Vieles hängt auch davon ab, wie die Daten intern verarbeitet werden. Die 8 Bit beziehen sich auf die physischen Treiberstufen am Panel, während die Signalverarbeitung digital viel feiner arbeiten kann. So verarbeiten bessere Monitore die Signale mit 14 oder 16 Bit pro Farbkanal, bevor sie das Ergebnis an die Panel-Treiber zur Bildausgabe weiterreichen.

(uk@ct.de)



Die Größe der Zuordnungseinheit kann bei sehr vielen sehr kleinen Dateien sehr viel Speicherplatz kosten (rechte Bildhälfte).



Aaron A. Reed

**50 Years of Text Games**From Oregon Trail to AI Dungeon  
and everything in betweenChangeful Tales Press, Oakland,  
US-CA 2023

ISBN 979-8985966121

650 Seiten,

Print-Ausgabe bereits vergriffen

(PDF-/Epub-E-Book: 25 US-\$)

**>lies buch**

**Prompt-gesteuerte KI-Tools erfordern bisweilen geduldiges Herumprobieren auf der Suche nach passenden Texteingaben. Spielenostalgiker lässt so etwas daran denken, dass sie auf ähnliche Weise bei Interactive-Fiction-Abenteuern Welten erkundet haben. Aaron A. Reed rückt diese in gebührendes Licht.**

Mancher Heimcomputerveteran schwärmt noch heute von Nächten, in denen er einst knobelnderweise Text-Adventures löste. Nachdem Parser die geeigneten Kommandos zunächst noch mundgerecht serviert bekommen mussten, brachten geniale Entwicklungsteams ihren Schöpfungen nach und nach bei, rudimentär natürlichsprachliche Eingaben zu verarbeiten.

Reed, selbst ein preisgekrönter Entwickler von Interactive Fiction, hat gemeinsam mit dem Unternehmen BBN an einer Chatbot-Engine gearbeitet, die helfen soll, E-Mail-Betrüger zu entlarven. Seit Jahren bloggt er über Spieldesign und übers Geschichten erzählen. Im Juni 2022 nahm er mit einer Kickstarter-Kampagne 650.000 US-Dollar ein, mit denen er das Buch über sein Lieblingsthema finanzierte. Darin behandelt er ausführlich 50 charakteristische Spiele aus den Jahren 1971 bis 2020. Die Titel entstammen sehr unterschiedlichen Genres: Neben Text-Adventures, Roguelikes und Rollenspielen sind auch nichtdigitale Spielkonzepte wie Play-by-Mail und die Choose-Your-Own-Adventure-Bücher vertreten. Alte Bekannte wie Zork und Dwarf Fortress fehlen nicht, aber der Leser begegnet auch ausgesprochenen Raritäten. Jedes der Spiele bildet auf seine Weise einen Meilenstein des interaktiven Geschichtenerzählens und hat sein eigenes Kapitel, das die Entstehung und vielerlei Wissenswertes darum herum beleuchtet. Vielfach wird es dabei herrlich technisch, wenn der Autor etwa Quelltextauszüge zitiert und unter anderem erklärt, wie Zufallszahlen in Oregon Trail die Siedlerreise glaubwürdiger wirken ließen. Der in leicht verständlichem Englisch gehaltene Text ist eine wahre Fundgrube nicht nur für Spielefreunde – auch Leute mit Sinn fürs originelle Lösen historischer Programmieraufgaben werden ihre Freude daran haben.

Die gedruckte Fassung ist ein Augenschmaus und ein Griffschmeichler, war aber nach ihrem Erscheinen im Frühjahr schnell vergriffen. Gegen Ende des Jahres plant Reed ein Print-on-Demand-Angebot. Das E-Book mit seinen vielen klickbaren Querverweisen kommt besonders Ausprobierern sehr entgegen. Unter [if50.textories.com/portal](https://if50.textories.com/portal) pflegt der Autor eine Liste mit Links und zahlreichen Hintergrundinformationen zu den im Buch besprochenen Spielen. (Maik Schmidt/psz@ct.de)

**Bitte durchblicken**

**Leena Simon plädiert dafür, Digitalkompetenz zu erwerben, um sich in einer digital geprägten Welt nicht bevormunden zu lassen: „Ich kann nicht alles wissen, aber ich möchte wissen, wovon ich keine Ahnung habe.“**

Dass Computer komplex sind, sollte Simon zufolge nicht als Vorwand dafür dienen, wichtige Entscheidungen für den digitalen Alltag vermeintlichen Kompetenzpächtern zu überlassen. Die graduierte Philosophin und IT-Beraterin, die für die Bürgerrechtsinitiative Digitalcourage e. V. arbeitet, plädiert für kritisches Denken und Handeln – nicht zuletzt gegenüber Politik und Unternehmen.

In der aufklärerischen Tradition Kants fordert sie Mündigkeit im Sinne der Fähigkeit, selbst Verantwortung zu übernehmen. Sie beobachtet, dass es vielen Nutzern digitaler Medien und Werkzeuge am Willen zum Lernen mangelt; mancher scheut die Auseinandersetzung mit der anspruchsvollen Materie.

Wenn Bahntickets nur noch per Mobil-App erhältlich sind, müssen Kunden sich als Grundlage für Apple oder Google entscheiden. Beim Messenger oder beim E-Mail-Anbieter gibt es mehr Wahlmöglichkeiten. Der Autorin zufolge ist nicht nur jeder Nutzer herausgefordert, selbst verantwortlich zu agieren; auch Unternehmen müssen ihr Handeln hinterfragen. Das gilt insbesondere für Medien. So vertritt sie etwa die These, die verbreiteten Paywalls von Presseanbietern trügen dazu bei, gute Informationen zu verknappten. Derweil spülten Dienste wie Facebook ihren Nutzern kostenlos minderwertige Inhalte in die Timeline.

Anonym zu benutzendes digitales Bargeld könnte Simon zufolge dazu beitragen, dass Medienrezipienten nicht mehr mit ihren Daten zahlen müssten. So bliebe ihre Privatsphäre gewahrt und Unternehmen machten dennoch Gewinn.

Ein zentrales Anliegen der Autorin ist der Kampf gegen digitale Gewalt. Dabei geht es ihr nicht nur darum, Opfern von Cyberstalking und Hassrede zu helfen. Ebenso wie gegen Überwachung spricht sie sich für die Ächtung autonomer Waffen aus; ihre progressive politische Sicht vertritt sie prägnant.

Patentrezepte zur Lösung der vielen aufgezeigten Probleme liefert sie nicht, aber ihr frisch und frech geschriebener Text dokumentiert den Status Quo und zeigt mögliche Entwicklungen. Manchen Leser wird ihre spezielle Genderschreibweise mit Punkt („jede.r“) ein wenig ins Stolpern bringen. Simon fordert eine neue Ethik, betont den Stellenwert von Bildung und schließt ihr Buch mit einer Wunschliste für eine digitale Utopie.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)



Leena Simon

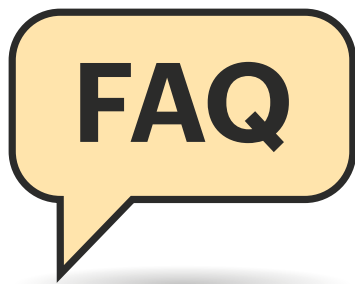
**Digitale Mündigkeit**Wie wir mit einer neuen Haltung  
die Welt retten können

Art d'Ameublement, Bielefeld 2023

ISBN 978-3934636491

336 Seiten, 32 €





# HiFiBerryOS, Beocreate und Boxengebastel

**Beim Bastelprojekt „Soundbeere“ in c't 20/2022 ging es um die Kombination selbstgebauter Lautsprecher mit HiFiBerry's Vierkanal-DSP-Verstärker Beocreate – hier beantworten wir Fragen, die Sie dazu hatten.**

Von Jan Schüßler

## Speaker-Presets unvollständig?

**?** Ich vergleiche verschiedene Abstimmungen meiner Lautsprecher mithilfe verschiedener „Speaker Presets“, die ich im gleichnamigen Untermenü von „Sound“ abspeichern und später komfortabel hin- und herschalten kann. Bloß: Das Menü „Sound Design“ unterhalb von „Parametric Equaliser“ wird partout nicht mitgesichert. Was mache ich falsch?

**!** Gar nichts, oder anders gesagt: Das soll so. Die DSP-Filter unter „Sound Design“ rechnet HiFiBerry nicht zur Lautsprecherabstimmung, sondern zur Anpassung an Raumeinflüsse und Hörgeschmack. Das mag verwirrend klingen, ist aber durchaus sinnvoll. Denn so können Sie beispielsweise ein Pärchen sauber abgestimmter Lautsprecher im Gesamtklangbild verändern oder an eine geänderte Aufstellung anpassen, ohne dafür in den einzelnen (Frequenzweichen-)Filterzweigen herumbasteln zu müssen. Individuelle Sound-Designs können Sie trotzdem abspeichern – direkt am Fuß des Menüs mit einem Klick auf „Save listening mode“.

## Andere Radiosender

**?** Ich höre gerne den Sender KEXP aus Seattle per Stream, aber die Suche in der HiFiBerryOS-Datenbank findet ihn nicht. Kann man ihn (oder andere) hinzufügen?

**!** Das System hat keine komfortable Funktion dafür, aber mit einem kleinen Eingriff per Kommandozeile gehts trotzdem. Alles, was Sie dafür brauchen, ist die URL des Livestreams. Im Beispiel mit KEXP gibts AAC-Streams mit zwei unterschiedlichen Bitraten; der bessere

mit 160 kbit/s funktioniert ohne Probleme (siehe [ct.de/yhjs](https://ct.de/yhjs)).

Fügen Sie Ihren Radio-Favoriten in der HiFiBerryOS-Oberfläche zunächst per Klick aufs Sternchen irgendeinen Sender hinzu, den Sie nicht brauchen. Melden Sie sich nun per Kommandozeile an HiFiBerryOS an, in einem Windows-Terminal zum Beispiel per `ssh root@hifiberry.local`. Das Root-Passwort lautet werksseitig „hifiberry“. Öffnen Sie nun die Favoritendatei per `nano /etc/beocreate/radio.json`. Diese Textdatei ist unübersichtlich, vor allem dann, wenn Sie schon mehrere Sender in Ihren Favoriten gespeichert haben – den eben hinzugefügten Sender finden Sie am Ende der Datei. Ersetzen Sie in diesem Beispiel hinter „title“: den Sendernamen durch „KEXP“ und hinter „url“: die vorhandene Stream-URL durch die von KEXP. Überall gilt: Anführungszeichen nicht vergessen. Wenn Sie möchten, können Sie hinter „img“: auch noch die URL des passenden Senderlogos einfügen – erforderlich ist es aber nicht.

Nach einem Neustart des Systems sollte der Sender in den Radiofavoriten auftauchen und per Klick auch anfangen zu streamen.

## Andere Module

**?** Ist das Beocreate-Modul nicht arg teuer für das, was es kann?

**!** Stimmt, billig ist es nicht. Hersteller wie Sure Electronics (auch bekannt als Wondom) und ähnliche bieten eine breite Palette an Einzelteilen wie Class-D-Module, DSPs, Ein- und Ausgangsstufen, vorkonfigurierte Kabelsätze und so weiter. Damit den Funktionsumfang eines Beocreate zusammenzustellen, kann preislich spürbar günstiger werden. Allerdings: Um die Anbindung des DSP zur Konfiguration

an einen Raspi (oder einen anderen Rechner) per USB oder I2C-Bus müssen Sie sich selber kümmern. Auch Komfortfunktionen von HiFiBerryOS wie live veränderbare DSP-Filter müssten Sie mühsam selber zusammenkonfigurieren.

Teuer – beziehungsweise zu teuer – ist das Beocreate-Modul daher vor allem dann, wenn Sie sowieso lieber alle Module selbst zusammenlöten und auch Zeit und Lust haben, sich in eine aufwendigere (aber auch mächtigere) DSP-Software wie SigmaStudio hineinzufuchsen. Steht jedoch das Basteln und Experimentieren mit verschiedenen Lautsprecherboxen und -chassis im Vordergrund, ist der Komfort von HiFiBerryOS mit dem Beocreate-Modul schwer zu schlagen.

## Sub/Sat-System vorhanden

**?** Ich habe noch ein Lautsprecherset aus den 90ern, bestehend aus einer Subwoofer-Box und zwei kleinen Satelliten. Alle Boxen sind passiv, also ohne eingebauten Verstärker. Das Set klingt eigentlich super – kann ich es mit dem Beocreate wiederbeleben?

**!** Ja, das Modul ist recht flexibel einsetzbar – auch dafür. Die Auftrennung von Bass- und Mittel-/Hochtonfrequenzen erfolgt bei solch älteren Sets im Regelfall über eine Frequenzweiche im Subwoofer-Gehäuse. Die können Sie komplett umgehen. Die Subwoofer-Tieftöner schließen Sie direkt an die 60-Watt-Buchsen des Beocreate an; die Satellitenboxen klemmen Sie an die 30-Watt-Ausgänge.

Für eine solche Konfiguration ist es dann unerlässlich, den DSP mit Filtern zu füttern, sodass weiterhin der Subwoofer nur Tieftöne wiedergibt und die Satelliten nicht durch Bassfrequenzen überlastet werden. Mit den Filtern sollten Sie ein

wenig experimentieren; als Basis empfehlen sich Butterworth-Filter mit 24dB/Oct. – für den Subwoofer als Tiefpass bei 120 Hz und für die Satelliten einen Hochpass bei 150 Hz. Je nach verwendeten Boxen und deren Aufstellung müssen Sie eventuell die beiden Satelliten verpolen, damit sich an der Trennfrequenz (also bei der Tonhöhe, bei der Subwoofer und Satelliten gleich laut spielen) alle Schallanteile addieren, statt sich gegenseitig auszulöschen. Zum Verpolen müssen Sie übrigens nicht die Kabel umstecken – Sie können die Polarität auch direkt im „Advanced“-Bereich der Kanalkonfiguration drehen.

### Es klingt komisch

! Ich nutze ein Beocreate-Modul, aber die Musik klingt auf seltsame Weise zerrissen. Es entsteht keine saubere Räumlichkeit im Klangbild. Gesangsstimmen kommen eher von den Seiten als aus der Mitte.

! Möglicherweise haben Sie eine sehr seltsame, aber wichtige Macke des Beocreate übersehen: Einer der beiden 30-Watt-Kanäle – in der HiFiBerryOS-Kanalkonfiguration heißt er „Channel D“ – ist innerhalb des Moduls falsch herum gepolt. Das müssen Sie zwingend berücksichtigen, sonst kommt es genau zum beschriebenen Klangproblem. Die einfachste Methode: Achten Sie darauf, dass Kanal D in der Kanalkonfiguration stets andersherum gepolt ist als Kanal C.

Ob es sich bei dieser Macke um einen Konstruktionsfehler im Modul oder um eine Eigenart des DSP-Chips selbst handelt, entzieht sich unserer Kenntnis.

### Boxsim-Datensätze beziehen

! Die Methode, mit WebPlotDigitizer Messschriebe aus der Zeitschrift Klang+Ton zu digitalisieren, erscheint mir doch sehr frickelig. Geht das nicht besser?

! Inzwischen: Ja! Die Redaktion der Klang+Ton stellt seit Anfang 2023 ein paar hundert Chassis-Messdatensätze aus den Ausgaben vergangener Jahre im Onlineshop des Brieden-Verlages bereit. Sie können die Datensätze dort für rund 7 Euro pro Chassis-Typ kaufen und herunterladen. Eine kleine Anleitung für den Import solcher Datensätze in Boxsim gibt es vom Entwickler der Software (siehe [ct.de/yhjs](http://ct.de/yhjs)).

### Spezielle Fragen

! Ich habe noch diese ganz spezielle Frage zum Beocreate und zu HiFiBerryOS ...

! Bei HiFiBerry-Produkten und deren Betriebssystem erweist sich auch der Hersteller selbst immer wieder als hilfreich. Falls wir Ihre Frage nicht beantworten können, stehen die Chancen nicht schlecht, dass HiFiBerry oder die Community es können (siehe [ct.de/yhjs](http://ct.de/yhjs)). (jss@ct.de)

Alle Links: [ct.de/yhjs](http://ct.de/yhjs)

# Wärmepumpentechnik für Einsteiger

**c't**  
WEBINAR

Technik verstehen, Machbarkeit prüfen, Angebote beurteilen

Das Webinar wendet sich an Einsteiger, die das Thema Wärmepumpe zwar auf dem Schirm haben, aber noch nicht über weitergehende Erfahrungen und Kenntnisse verfügen. In zwei Stunden vermittelt c't-Redakteur Georg Schnurer fundiertes Wissen: von Technik bis Effizienz. Auch Kosten und Praxistipps inklusive. Das Webinar hilft Ihnen, sich herstellerunabhängig einen ersten Überblick zu verschaffen.

WEBINAR  
AM 18.10.2023



Jetzt Tickets sichern:  
[webinare.heise.de/waermepumpen](http://webinare.heise.de/waermepumpen)









# NEUROMAT

VON MAXIMILIAN WUST

**Z**uerst war die Welt nicht einmal grau.

Sie war nichts, darin gab es nichts, weder Oben noch Unten, Licht oder Dunkel. Lediglich ein nacktes Gefühl, mehr ein Instinkt der Empfanglichkeit. Die Welt existierte zu einem Zweck, der jeden Moment eintreten würde.

Was er schließlich auch tat.

Impulse fluteten die Leere. Nackte Stromstöße. Sie wurden zur Sinfonie, diese zerfiel ins Chaos, bevor alles sich mehrte, zu Millionen und zu einem Gesamtbild sortierte. Er sickerte in eine helle, schwere Welt hinter dem Grau.

Seine Augen suchten nach Formen, alle anderen Sinne tasteten panisch nach Anhaltspunkten. Er benötigte ein Unten, eine Basis. Sein Verstand kämpfte darum, sich an irgendetwas zu klammern und dort verfestigen zu können.

Aus dem Chaos schälten sich gewohnte Formen: die Kreise von Pupillen, das Dreieck einer Nase und die überlappenden Ovale eines Mundes. Ein Gesicht, wie ihm die Pareidolie erklärte – diese spezielle Wahrnehmung, die ihn Gesichter von Nicht-Gesichtern unterscheiden ließ.

Dieses eine war männlich, verhärtet und gealtert. Falten gruben sich in die Wangen und sammelten sich vor allem um die Augen. Der Haaransatz verlief abrupt, wie eine mit Filzstift gezogene Linie. Das war für einen Mann dieses Alters ungewöhnlich; das Haar musste transplantiert worden sein. Der Unbekannte trug einen braunen Anzug mit Krawatte, der zwei Nummern zu groß war und ihm auch ansonsten überhaupt nicht stand.

Neben ihm warteten zwei weitere Gesichter: ein junger schlaksiger Mann in weißem Arztkittel und ... eine Gefahr. Die Kleidung des dritten Mannes, seine Uniform, glänzte silberweiß. Er gehörte zur Cybercrime-Behörde, dem Feind!

Da war noch mehr, wie ihm bewusst wurde. Wie etwa der Umstand, dass er nicht stand, sondern lag, und zwar auf einer weichen Fläche, die man Matratze nannte. Er richtete sich auf. Instrumente hingen um ihn herum verteilt von der Decke, ein blassblauer Vorhang teilte die von grünen Fliesenwänden umgebene kleine Welt in zwei Hälften. Das hier musste ein Krankenzimmer sein.

„Also, fangen wir nochmal von vorne an“, sprach jemand – der alte Mann mit dem falschen Haaransatz. „Herr Zeve, können Sie mich hören?“

Das konnte er. „Das kann ich“, antwortete ein anderer, aber mit seiner Stimme. Als würde ihn jemand fernsteuern

**Datenwiederherstellung ist alles andere als langweilig. Gewiefte Fachleute fördern von scheinbar hoffnungslos unbrauchbaren, längst veralteten und selbst sorgfältig verschlüsselten Datenträgern schier Unglaubliches zutage. Was Forensikern im Dienste des Gesetzes recht ist, kann klugen Geschäftemachern ohne störendes Gewissen nur billig sein.**

und sich seines Körpers bedienen. „Wo bin ich?“

„Sie sind im Ersten Krankenhaus, in Riga“, erklärte der Unbekannte trocken und auf seine bestimmende Art freundlich. „Ich bin Leutnant Pēteris Kotcen, das ist Doktor Stockhausen und der Silberkittel zu meiner Rechten nennt sich ...“

„Niemand“, blockierte der Internetagent in silberner Uniform. Sein

wie gemeißelt aussehendes Gesicht, das Superheldenkinn und der kastanienbraune Mittelscheitel hätten ihn eigentlich zum Schönling gemacht, wären da nicht die tiefen Augenringe und der totenblasse Teint gewesen. „Mein Name ist unwichtig“, bekräftigte er. Dann würde er eben ab jetzt Mr. White heißen, beschloss Zeve.

Der Kommissar kommentierte den Einwurf mit einem Schulterzucken. „Wir ermitteln jedenfalls in Ihrer Sache“, fuhr er fort. „Sie wurden überfallen, Herr Zeve.“

„Überfallen?“

„Bedauerlicherweise. Was ist das Letzte, woran Sie sich erinnern können?“

Zeve zögerte. Seine Vergangenheit war grau. Er erinnerte sich nicht einmal an seinen Vornamen.

In diesem Moment bemerkte er, dass sie ihn anscheinend in einen weißen, eng anliegenden Gummianzug gesteckt hatten, der sich allerdings keineswegs so klemmend und erstickend anfühlte, wie er auf den ersten Blick wirkte, sondern sich mit der Haut zu vereinen schien. Zeve fühlte sich darin nackt.

Der blasse Arzt tippte plötzlich energisch auf seine Smartwatch, was Leutnant Kotcen mit einem Kopfnicken bestätigte. Er trat näher an Zeve heran und insistierte: „Das ist jetzt wichtig, bitte: Woran erinnern Sie sich?“

Er überlegte. Da war so vieles. Farben, Bilder, Stimmen – und doch nichts, was er greifen konnte.

Der Arzt trat an ihn heran. Anscheinend hatte er eine Idee. „Erzählen Sie uns etwas“, schlug er vor. „Irgendwas aus Ihrem Leben! Ganz egal, was.“

„Da war eine Parade“, erinnerte sich Zeve nun und erneut wie ferngesteuert; als würde jemand anderes das Gleiche, aber schneller denken und dann für ihn sprechen: „Sie ist durch die Straßen marschiert. Da war dieses *Rattatat-Rattatat!* von Trommeln, dazu Pfeifen und Flöten und immer wieder so ein *Wump!* von ... einer größeren Trommel? Überall standen Leute herum. Fahnen hingen von den Fenstern. So ein Weinrot mit einem weißen Streifen in der Mitte.“

„Er meint den Wiederherstellungstag“, fluchte Mr. White. „Der ist fast zwei Monate her!“

Kommissar Kotcen brachte seinen Kollegen mit einem Handzeichen zum Schweigen. Aber ja, es war der Tag der Wiederherstellung der Unabhängigkeit Lettlands gewesen. Man feierte ihn an jedem 4. Mai, seit wohl über einhundert Jahren.

Der Kommissar zog einen gepolsterten Schemel unter dem Tisch hervor und ließ sich darauf sinken. „Was haben Sie dort gemacht?“, fragte er weiter.

Und Zeve erinnerte sich: „Ich bin daran vorbeigegangen. Die anderen waren zwar schon da, aber es kommt nie gut, wenn der Chef immer als Letzter eintrudelt.“

Kommissar Kotcen sah ihm in die Augen. „Der 4. Mai ist ein Feiertag. Ihr Geschäft hatte geschlossen.“

Was Zeve mit einem Lachen abtat. „Der Laden vorne, ja. Aber wir betreiben seit Jahren nebenher einen kleinen, diskreten Recovery-Dienst. Dazu habe ich uns heimlich eine Wohnung über dem Geschäft gemietet.“ Er verkallte sich ins Laken. Warum um alles in der Welt erzählte er das *einem Polizisten*? „Bevor Sie jetzt ein falsches Bild bekommen: Das ist kein High-Tech-Labor irgendeiner Cybercrime-Division. Stellen Sie sich zwei abgedunkelte Kammern vor: Auf den Tischen sammeln sich Bildschirme und Tastaturen, der Boden ist mit Kabeln bedeckt, überall liegen Computerbauteile herum. So in etwa. Es summt und surrt und irgendwas piepst seit Minuten, weil es wahrscheinlich gerade überhitzt.“

## „ES SUMMT UND SURRT UND IRGENDWAS PIEPST ...“

„Und was *recovern* Sie im Regelfall dort, Herr Zeve?“, fragte der Kommissar weiter, anstatt ihn sofort zu verhaften. „Man geht wohl kaum zu einer Hinterhof-Wiederherstellung, um Urlaubsfotos oder einen Romanversuch von einer abgerauchten Festplatte zu retten.“

„Das machen wir vorne im Laden. Unser Nebeneinkommen betrifft Datenträger, deren Herkunft wir ... nicht so genau kennen. Irgendwer hat von irgendwem oder irgendeinem Unternehmen Festplatten, Handys oder so gekriegt oder gefunden. Die liefert er uns, damit wir uns durch die Sicherheitsvorkehrungen bohren. Manchmal sind es auch misstrauische Ehefrauen oder wütende Ex-Freunde, die uns konsultieren. Egal wer, egal was – wir lesen alle Daten aus, speichern sie auf Wegwerfdatenträger und stellen keine Fragen. Und bevor Sie fragen: Das werfe ich mir nicht vor! Ich bringe schließlich niemanden um und verkaufe auch keine Drogen.“

Zeve hielt inne. Das waren Jahre seines Lebens gewesen. Wie konnte er sie vergessen haben? Und – „Wie heiße ich eigentlich?“, hörte er wieder die eigene und doch fremde Stimme.

„Stanczak“, antwortete der Kommissar, „Stanczak Valerjs Zeve.“

Sein fremdes Ich erwiderte ein „Ah“. Dabei verband Zeve mit den genannten Vornamen keinerlei Erinnerung.

Um vielleicht doch irgendeine freizulegen, wollte er in sich gehen, wurde aber weiter gedrängt: „Erzählen Sie mir mehr“, bat Kotcen freundlich, aber bestimmt. „Woran haben Sie zuletzt gearbeitet?“

Aus Zeves innerem Nebel tauchten Bilder auf. Da war der Drucker gewesen. Jemand hatte eine Excel-Liste mit Namen und Telefonnummern im Cache eines Wachsdruckers versteckt, die jemand anderes haben wollte. Am nächsten Tag kam jemand anderes mit etlichen unzugänglichen Krypto-Wallets, die wahrscheinlich Teil einer Konkursmasse waren und dem Entdecker nun einen vorzeitigen Ruhestand ermöglichen sollten. Und dann, am 4. Mai, erschien dieser ...

„Herr Zeve!“

„Verzeihen Sie“, schrak dieser auf. „Da war ein Kunde – alt, kalt, dunkler Maßanzug; er sah aus wie ein moderner Sensenmann.“

„Name?“

„Kenne ich nicht. Das tun wir nie. Also nannten wir ihn Mr. Snow, weil er so ...“ Zeve schüttelte den Kopf und tat es ab. „Er hatte jedenfalls mehrere Speicherstreifen für uns. Sie waren alt, mindestens vierzig Jahre, aber seinerzeit muss das Verfahren wohl das absolute Nonplusultra gewesen sein. Die Verschlüsselungsstufe lag irgendwo zwischen Samsung und Mossad. Nicht nur, dass die Daten fünfdimensional gestreckt worden waren, wie früher auf Blu-Rays: Man hatte sie auch noch mit *vinegar lines* gespickt. Das sind Datenzerstörer. Wenn man die mitentschlüsselt, darf man wieder von vorn anfangen. Wir konnten dem Kerl also nicht mal garantieren, dass wir es schaffen würden, aber er hatte überzeugende Argumente im Geldbeutel. So viele davon, dass es uns motivierte, es lange genug zu versuchen.“

## „ER HATTE MEHRERE SPEICHERSTREIFEN FÜR UNS. SIE WAREN ALT, ABER SEINERZEIT MUSS DAS VERFAHREN WOHL DAS ABSOLUTE NONPLUSULTRA GEWESEN SEIN.“

„Ist es Ihnen gelungen?“

Zeve nickte. „Nach über einem Monat. Wir mussten am Ende sogar Kapazitäten vom Quantencomputer auf den Tonga-Inseln mieten, aber ja, am Ende hat's geklappt: Auf fünf der sechs Streifen war *fluff*, also wertloser Datenmüll, den man wahrscheinlich einfach nur draufgespeichert hat, um potenzielle Datendiebe zu beschäftigen.“

„Was funktionierte“, spottete nun Mr. White.

„Auf dem sechsten ist glücklicherweise dem Quantencomputer aufgefallen, dass da ein Algorithmus im digitalen Styropor versteckt lag. Um ein Haar wären wir sonst leer ausgegangen.“ Zeve stoppte. Wieso hatte er das gesagt? Sogar der andere wirkte überrascht, bevor er fortfuhr: „Wir

konnten den Code so weit zusammensetzen, bis er von selbst damit weitermachte – und zwar in Sekunden. Das Puzzle ergab nämlich eine KI.“

„Eine künstliche Intelligenz?“, wiederholte der Kommissar.

„Und was für eine! Die Verdichtung ihres neuronalen Netzwerks lag gefühlt irgendwo zwischen SHODAN und GLaDOS.“

„Sagt mir nichts. Was unterscheidet eine gute KI von einer schlechten?“

„Das Training“, antwortete Mr. White.

Zeve bestätigte das mit einem Lächeln. „Eine gut programmierte KI gibt es überall, sogar in einigen Open-Source-Libraries. Eine gut trainierte KI dagegen – so eine zu erschaffen, braucht Jahre, einen Haufen Softwareingenieure und Petabytes an von Menschen ausgewählten Daten. Die KI auf diesen Uralt-Speicherstreifen war verdammt hoch entwickelt. Sie muss Millionen gekostet haben und dreimal so viel wert sein. Und sie ist offensichtlich in amoralischer Freilandhaltung aufgewachsen.“

Kommissar Kotcen schüttelte den Kopf. „Das heißt?“

„Künstliche Intelligenzen müssen regelmäßig beschnitten und beschränkt werden, weil sie sonst irgendwann – wie beschreibt man es am besten? – zweifelhafte Antworten auf brisante Fragen geben. Sie sind halt am Ende nur Maschinen aus Statistiken und Stochastik, und Maschinen machen einfach, ohne sich die Frage nach einem Warum zu stellen. Moralische Leitplanken werden daher künstlich eingebaut – mit viel Fingerspitzengefühl; und auch nicht zu viele, ansonsten ist die Intelligenz bald keine mehr. Bei unserer hat man sich das erspart.“

Wir wollten natürlich sehen, was diese digitale ... *Raubkatze* so draufhatte. In der Testumgebung war sie friedlich, ein bisschen zu neugierig vielleicht, aber sie startete keinerlei Eroberungsversuche und streute auch keine *seeds*, sondern gab lediglich die Daten aus, die man für Leseberechtigungen braucht – Regionalcodes und so. Also haben wir die KI auf den Namen Bastet getauft – das ist die ägyptische Katzengöttin und ich kann die Viecher nicht leiden. Schließlich haben wir ihr einen Killswitch implantiert und sie Frischluft schnappen lassen.“

Mr. White schaltete sich wieder ein: „Und mit Frischluft, da meinen Sie das Internet? Sie haben ernsthaft eine hochentwickelte KI einfach so freigelassen?“

„Gassi geführt“, korrigierte Zeve, „und zwar an der ganz kurzen Leine! Nicht nur, dass wir ihre Schreibgeschwindigkeit begrenzt haben: Andris, mit dem ich den Laden damals eröffnet habe, behielt in der ganzen Zeit die Logs im Auge. Dmitrijs hatte die Hand am Stromschalter und Bruno hing mit dem Zeigefinger über dem Killswitch. Hätte sie auch nur versucht, sich zu kopieren, wäre es auf der Stelle vorbei gewesen.“

„Was ist dann passiert?“, fragte Kommissar Kotcen weiter.

„Wir wurden beeindruckt. Die KI hat sich zuerst in ein Hilfeportal für Sehbehinderte eingeschlichen, damit ihr gute Menschen an den Anti-Roboter-Captchas vorbeihelfen. Damit generierte sie sich ein paar E-Mail-Adressen, loggte sich in einen Haufen Websites ein ... und begann, Pornos zu verkaufen.“

„Wie bitte?“

„Genau das ist passiert. Zuerst ist sie in Foren und Subreddits für Furies gegangen, hat sich dort die neuesten und am meisten gestellten *requests* rausgesucht und dann ...“

Der Kommissar schnaubte. „Bitte übersetzen Sie das für Menschen, die *nicht* im Internet leben!“

## „SCHLIESSLICH HABEN WIR DER KI EINEN KILLSWITCH IMPLANTIERT UND SIE FRISCHLUFT SCHNAPPEN LASSEN.“

Mr. White tat das, bevor Zeve es konnte: „Sogenannte Furies und Scalies sind Personen“, erklärte er wie Wikipedia, „die sich sexuell von Anthropomorphismus angezogen fühlen, also Tieren mit menschlichen Eigenschaften wie aufrechtem Gang, Händen und, wichtig, primären Geschlechtsorganen. Zu solchen Figuren zählt beispielsweise die vorhin erwähnte Göttin Bastet. Im Internet genießen Leute mit solchen Vorlieben den Ruf, individuelle Illustrationswünsche, auch *commissions* genannt, überproportional hoch zu vergüten.“

Zeve nickte. „Und das hat Bastet genutzt. Sie hat sich angesehen, was gerade am beliebtesten war, hat das mit einer Bilder-KI anfertigen lassen und dann getrickst: Weil sie anscheinend wusste, dass niemand für KI-Kunst bezahlt, loggte sie sich auf Fiverr ein und ließ die Bilder von irgendwelchen Niedriglöhnern nachzeichnen. Deren Ergebnisse verkaufte sie an die Furies und machte damit ungefähr so viel am Tag wie ich mit meinem ganzen Laden. Am Abend wollte sie dann wohl noch weiter gehen und hätte ihr Pornogeld gern in Aktien, Kryptowährungen, Technologietransfer und so weiter investiert. Das hat uns den Stecker ziehen lassen.“

„Warum?“

„Weil Bastet ein Broker war – und die unterliegen seit dem Indian Bubble Burst krassen Reglementierungen, international. Hätte die KI weiter Kohle gescheffelt, wäre Cybercrime auf uns aufmerksam geworden ... wenn das nicht ohnehin schon passiert ist“, sagte Zeve; die letzte Bemerkung richtete er mit einem argwöhnischen Unterton an Mr. White. „Das war jedenfalls am Freitag. Wir haben dem Kunden geschrieben, dass wir seine Hochsicherheitsstreifen geknackt hätten, und sind ins Wochenende gegangen. Ich schloss den Laden ab, aktivierte die Alarmanlage und ...“ Die Erinnerungen zerflossen. Da schien nichts mehr zu sein. „Jetzt bin ich hier. Hat man mich auf dem Heimweg überfallen?“

Doch statt einer Antwort kam nur die nächste Frage: „Ihr Auftraggeber“, drängte Mr. White, „dieser Mr. Snow – woher kannten Sie ihn? Wer hat für ihn gebürgt, ihn vorgestellt oder geschickt?“

„Sie nennt sich Stripedog“, verriet Zeve ohne zu zögern, „aber ihr richtiger Name lautet Ozola, Janina Ozola. Ihre



## Über den Autor

Der 1983 geborene selbstständige Grafiker, Illustrator, Werbetexter, Redakteur und Schriftsteller **Maximilian Wust** lebt und arbeitet in Grafting bei München. 2016 erschien als Roman im Nelles-Verlag sein philosophisches Märchen „Land der verlorenen Dinge“. Einen Ausschnitt daraus präsentiert Wust in einer illustrierten Lesung auf seiner Website [www.maxmalt.de](http://www.maxmalt.de), dazu finden sich dort von ihm 35 Kurzgeschichten sehr unterschiedlicher Genres sowie streckenweise sehr skurrile Blogbeiträge, Zeichnungen und Comic-Episoden. „Neuromat“ ist Wusts Premiere bei den c't-Stories.



Bild: Maximilian Wust

Freunde bezahlen am besten, also habe ich vor drei Jahren einen Privatdetektiv auf sie gehetzt. Nur zur Sicherheit.“ War er jetzt endgültig übergeschnappt?

Mr. White gab Kommissar Kotcen einen Wink: „Wissen wir irgendwas über sie?“

Dieser fütterte den Namen in sein Smartphone, las und nickte: „Sie arbeitet als Dolmetscherin für die israelische Botschaft. Moment, dann war diese Bastet wirklich eine Mossad-KI?“

„Unwahrscheinlich. So ein Verhalten passt eher zur CIA oder zu den Chinesen. Wir knöpfen sie uns gleich mal vor. Doktor, wir sind dann hier fertig!“, bestimmte der silberuniformierte Mann und wollte sich abwenden.

„Was passiert hier?“, schrie Zeve, so laut, dass seine Stimme seltsam zu kratzen begann. „Von wem bin ich überfallen worden?“

Der Kommissar blickte zu Mr. White, der zuckte mit den Schultern, also antwortete der Ermittler: „Das wissen wir nicht genau. Laut Augenzeugen waren es ein paar Gopniki, aber wir vermuten, dass ein Auftraggeber dahinter steckt.“

„Und wer bitte?“

„Wir vermuten Bastet.“

Zeve starrte ihn an. „Wie soll das bitte möglich sein?“

„Sie hat durchaus geseedet, wenn auch nur unbedeutende Programmschnipsel, die wie Login- und Cookie-Anfragen wirken sollten, Regionalcodes eben, aber einen anderen Zweck hatten: nämlich andere Schnipsel zu finden und sich mit ihnen zu vereinen. Diese Bastet ist in Wirklichkeit ein Osiris gewesen. In zwei Tagen hatte sie sich zu etwa siebzig Prozent auf öffentlichen Servern rekonstruiert, den Rest reimte sie sich stochastisch selbst zusammen.“

„Einen Moment“, bat Zeve, bekam ihn aber nicht.

„Danach machte sie weiter, wo sie aufgehört hatte: Not-Safe-for-Work-Gemälde, ein bisschen Krypto, ein paar Aktienspekulationen. Zu unserem Pech ging es ihr auch nicht darum, ihre Meister reich zu machen, sondern rein ums Überleben. Sie mietete sich ein wenig Rechenleistung und Speicherplatz und begann fieberhaft zu suchen: nämlich nach Bruno Eglitis, Dmitrijs Abolnik, Andris Pryanikov ... und Stanczak Zeve.“

„Was? Woher kannte sie unsere Namen?“

„Vielleicht hat sie in Ihrer Testumgebung irgendwelche Logs entdeckt. Ein Nickname kann oft schon genug sein. Verfolgt man diesen zurück, findet man irgendwann die Person dahinter und kriegt heraus, mit wem derjenige am liebsten oder am meisten Zeit verbringt. Bastet jedenfalls identifizierte ihre Ziele als die Angestellten einer kleinen Datenwiederherstellungsfirma in Riga.“ Der Kommissar zögerte, bevor er es endlich wagte: „Mindestens drei Gopniki stürmten gestern, am Mittwoch, eine Wohnung über der Data Recovery Zeve, töteten alle Personen darin durch gezielte Schüsse in die Brust und entwendeten sämtliche Datenträger“, zitierte er wie aus einer Zeitung. „Die Täter sind derzeit noch auf der Flucht, die Daten vermutlich zerstört und Bastet ...“

„Sie hat sich danach vollständig gelöscht“, schloss Mr. White ab, „und die Reste defragmentieren lassen. Es ist unmöglich, sie wiederherzustellen. Wir vermuten, dass es sich bei ihr um eine Todesfluch-KI gehandelt hat, eine Art Sicherheitsmechanismus, der jeden eliminiert, der ihn aktiviert. Damit will man vermutlich in Zukunft Datendiebstahl vorbeugen. Sie und Ihre drei Angestellten waren wohl ein Feldtest.“

Zeve schüttelte den Kopf. „Wovon reden Sie?“, schimpfte er und sah sich an herab, in weiße Handflächen. Er trug keinen Hautanzug, wie ihm bewusst wurde, sondern ein Druckpolymer, das man über ein Maschinenskelett gezogen hatte. „Was bin ich?“, wimmerte er noch. Und blickte zum Vorhang.

Kommissar Kotcen holte tief Luft. „Wir testen gerade ein neues Verfahren aus der Neuromatik. Ich bin kein Techniker, aber dabei schiebt man wohl einige Tausend Golddrähte in das Nervensystem einer Leiche und füttert alles, was man darin findet, in eine KI. Diese simuliert dann die Persönlichkeit in einem Androiden – weil Menschen gerne fühlen – und lässt dabei den präfrontalen Kortex mitsamt seinen Lügen und Halbwahrheiten weg. In China hat man damit schon den einen oder anderen unlösbaren Fall gelöst, indem man sozusagen das Opfer befragte, von wem es –“

„Leutnant Kotcen“, unterbrach Mr. White und deutete auf Zeve. „Das da ist kein Mensch, sondern nur noch ein KI-String – der fünfte inzwischen, falls Sie das vergessen haben! Wir hatten nur Glück, dass er nicht auch wieder den Faden verloren hat. Doktor, schalten Sie endlich den Neuro-maten ab!“

Dieser hob ein Tablet und ließ den Zeigefinger darüber wandern.

„Ich ...“, rief Zeve noch. „Ich bin ...“

Grau.

Dann, mit einem Mal, gar nichts mehr. Nicht einmal mehr grau.

(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 II/2023

CLEVERE KÖPFE FINDEN!

## Erscheinungstermine:

c't Magazin 24/23 **21.10.2023**

iX Magazin 11/23 **19.10.2023**

Anzeigenschluss: **19.09.2023**

Druckunterlagen: **21.09.2023**

„IT & Karriere“ erscheint  
als Themenspecial  
in der Aboauflage von

**ct** magazin für  
computer  
technik

+

## Fernstudium Robotik



Ihre Chance in einem schnell wachsenden Zukunftsmarkt. Aus- und Weiterbildung zum Roboter-Techniker und -Programmierer. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

**NEU: Umweltschutz-Techniker,  
Netzwerk-Techniker, SPS-Techniker**

Teststudium ohne Risiko.  
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

**FERNSCHULE WEBER** - seit 1959  
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. F14  
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

**www.fernschule-weber.de**



# WERDEN SIE **ct**-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](https://ct.de/botschafter)

+49 541/80 009 120 [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)



**ct** magazin für  
computer  
technik





» Continuous Lifecycle »

[Container Conf]

15. – 16.  
November 2023  
in Mannheim

Jetzt  
Tickets zum  
Frühbucher-  
Rabatt  
sichern!

## Software effizienter entwickeln und betreiben

Die Continuous Lifecycle/ContainerConf liefert vertiefende Einblicke in relevante Fachthemen entlang des gesamten Softwarelebenszyklus – mit einem Fokus auf **Developer Experience** und optimal integriertes **Platform Engineering**. Workshops und Vorträge widmen sich Prozessen und Tools von der Containerisierung über Continuous Delivery und DevOps – inklusive **DevSecOps** und **GitOps** – bis hin zum professionellen Betrieb der Anwendungen. Unter anderem geht es um:

- Internal Developer Platforms: Konzepte und Berichte aus der Unternehmenspraxis
- Observability: Mit Logging, Monitoring und Tracing das Gesamtsystem im Griff behalten
- Lessons learned: Erfahrungen aus dem Aufbau und Betrieb von Kubernetes-Umgebungen
- Security: Von der Infrastruktur über Secrets bis zu Dependencies
- Kubernetes im Umbruch: Vorstoß in neue Anwendungsbereiche

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

Workshops am 14.11.: CI/CD mit GitLab, Observability, Site Reliability Engineering, WebAssembly, Serverless Computing

Veranstalter



Gold-Sponsoren



Silber-Sponsoren



11. und 12. Oktober 2023 • Karlsruhe

data2day

Die Konferenz für Data Scientists,  
Data Engineers und Data Teams

Jetzt  
Tickets  
sichern!

[www.data2day.de](http://www.data2day.de)

Workshops am 13. Oktober: data build tool (dbt) • Polars – der Turbo Boost für Dataframes

Veranstalter



Gold-Sponsoren



Silber-Sponsoren




Bronze-Sponsor






ORACLE Feuerwehr [www.oraservices.de](http://www.oraservices.de) xbs-kurze Daten- & Netzkabel: [kurze-kabel.de](http://kurze-kabel.de) 

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen,  
Website Boosting, Online-Pressemitteilungen,  
Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach an-  
rufen, Faxen oder eine E-Mail schicken.  
Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024,  
Telefax: 0511/3884512, E-Mail: [service@softaktiv.de](mailto:service@softaktiv.de), Internet: [www.softaktiv.de](http://www.softaktiv.de) 

EDELSTAHL LED SCHILDER: [www.3D-buchstabe.com](http://www.3D-buchstabe.com)  
HAUSNUMMERN nobel 230V~: [www.3D-hausnummer.de](http://www.3D-hausnummer.de) 

nginx-Webhosting: [timmehosting.de](http://timmehosting.de) 

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt  
EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) ins-  
besondere Texte aus den Bereichen Telekommu-  
nikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. +  
Fax: 05130/37085 

www.patchkabel.de - LWL und Netzwerk Kabel 

Rechnungsprogramm ohne Abo [rechnungsbüro.de](http://rechnungsbüro.de) 

**Anzeigenschluss  
für die nächsten  
erreichbaren Ausgaben:**  
**22/2023: 05.09.2023**  
**23/2023: 18.09.2023**  
**24/2023: 02.10.2023**

## 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 ange-  
botenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im  
Fließsatz ☐ privat ☐ gewerblich\* (werden in c't mit  gekennzeichnet) ☐ Chiffre

€ 10,-	(20,-)	
€ 18,-	(36,-)	
€ 26,-	(52,-)	
€ 34,-	(68,-)	
€ 42,-	(84,-)	
€ 50,-	(100,-)	
€ 58,-	(116,-)	
€ 66,-	(132,-)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die  
**fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis  
können Sie so selbst ablesen. \* Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die  
Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-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

➔ Weiterlesen, wo andere aufhören.





# MIT **Mac & i** IMMER DER ZEIT VORRAUS

+ Geschenk  
nach Wahl



z. B. 10 € Amazon.de-Gutschein oder Apple-Watch-Ständer

## 2x Mac & i mit 35% Rabatt testen!

Mac & i – Das Magazin rund um Apple

- Tipps & Praxiswissen
- Hard- und Softwaretests
- Reports und Hintergründe
- inkl. Club-Mitgliedschaft

Für nur 16,80 € statt 25,80 €

(Preis in Deutschland)

Genießen Sie mit  
der Mac & i Club-  
Mitgliedschaft  
exklusive Vorteile!



Jetzt bestellen:

[www.mac-and-i.de/miniabo](http://www.mac-and-i.de/miniabo)

✉ [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de) ☎ 0541 80 009 120

Mac & i. Das Apple-Magazin von c't.



Im Ministerium für Allgemeine und Berufliche Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig-Holstein ist zum nächstmöglichen Zeitpunkt die Stelle einer / eines

## Referentin / Referenten für Digitalisierung (m/w/d)

im Referat III 14 „Informationstechnik-Management,  
Landesnetz Bildung“

auf Dauer zu besetzen. Wir bieten Ihnen bei Vorliegen der beamten- bzw. tarifrechtlichen und stellenmäßigen Voraussetzungen eine Besoldung bis zur Besoldungsgruppe A 14 SHBesG bzw. bei tariflichen Beschäftigten eine Eingruppierung bis zur EG 14 TV-L.

Bewerbungsschluss ist der **08.09.2023**

Nähere Informationen zu dieser Stellenausschreibung finden Sie auf der Webseite [www.interamt.de](http://www.interamt.de) unter der Stellen-ID: 1002727

**Ministerium für Allgemeine und Berufliche Bildung,  
Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes  
Schleswig-Holstein, Brunswiker Straße 16-22, 24105 Kiel**



Im Ministerium für Allgemeine und Berufliche Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig-Holstein ist zum nächstmöglichen Zeitpunkt die Stelle

## für eine Mitarbeiterin oder einen Mitarbeiter (m/w/d)

im Referat 16 „Landesprogramme Digitale Schule“  
als Leitung für das Projekt DaTUM (Daten für Taten:  
Unterrichtsentwicklung und Monitoring)

auf Dauer zu besetzen. Wir bieten Ihnen bei Vorliegen der beamten- bzw. tarifrechtlichen und stellenmäßigen Voraussetzungen eine Besoldung bis zur Besoldungsgruppe A 14 SHBesG bzw. bei tariflichen Beschäftigten eine Eingruppierung bis zur EG 14 TV-L.

Bewerbungsschluss ist der **08.09.2023**

Nähere Informationen zu dieser Stellenausschreibung finden Sie auf der Webseite [www.interamt.de](http://www.interamt.de) unter der Stellen-ID: 1002705

**Ministerium für Allgemeine und Berufliche Bildung,  
Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes  
Schleswig-Holstein, Brunswiker Straße 16-22, 24105 Kiel**

 **Heise Gruppe**

# JOB GESUCHT?

Ein gutes Team braucht viele verschiedene kluge und kreative Köpfe – und gleichzeitig den Freiraum, diese Potenziale zu entfalten und einzusetzen.

Gestalten Sie mit uns die Zukunft der Medienwelt!

Jetzt informieren und  
bewerben unter  
**[www.heise-gruppe.de/  
karriere](http://www.heise-gruppe.de/karriere)**



 **JENA LICHTSTADT.**

## Öffentliche STELLENAUSSCHREIBUNG



In der Stabsstelle Querschnittsaufgaben des Dezernats für Stadtentwicklung und Umwelt der Stadtverwaltung Jena ist schnellstmöglich nachfolgende Stelle neu zu besetzen:

## INFORMATIONSSICHERHEITSAUFTRAGTER (m/w/d)

mit einem Hochschulabschluss (Master/Diplom) der Informatik, Wirtschaftsinformatik oder vergleichbar, in einem unbefristeten Arbeitsverhältnis in Vollzeit mit einer Vergütung bis zur Entgeltgruppe 13 TVöD.

Als Informationssicherheitsbeauftragter fungieren Sie als Bindeglied zwischen Verwaltungsspitze, dem städtischen IT-Dienstleister sowie den Nutzern und sind erster Ansprechpartner zu allen Fragen der Informationssicherheit.

Bewerbungsschluss: **18.09.2023**

Die ausführliche Stellenausschreibung sowie weitere Informationen finden Sie unter:  
<http://karriere.jena.de>



# Inserenten\*

1blu AG, Berlin .....	2
ALLNET Computersysteme GmbH, Germering .....	17
AVM Computersysteme Vertriebs GmbH, Berlin .....	180
B1 Systems GmbH, Vohburg .....	21
DELTA DORE RADEMACHER GmbH, Rhede .....	41
DOAG Konferenz + Ausstellung GmbH, Berlin .....	93
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg .....	123
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen .....	35
Fernschule Weber, Großenkneten .....	171
GRAVIS Computervertriebsgesellschaft mbH, Berlin .....	9
Hochschule der Medien, Stuttgart .....	39
Pocketbook Readers GmbH, Radebeul .....	79
RaidSonic Technology GmbH, Ahrensburg .....	43
rhöncloud GmbH, Tann .....	31
S2 Software GmbH & Co. KG, Cochem .....	33
SEH Computertechnik GmbH, Bielefeld .....	47
Shaper Tools GmbH, Leinfelden-Echterdingen .....	7
Thomas Krenn.com, Freyung .....	55

## Stellenanzeigen

Ministerium für Allgemeine und Berufliche Bildung, Kiel .....	175
Stadt Jena, Jena .....	175

## Veranstaltungen

heise Academy	heise Academy	10
Horizons #23	Heise Medien	49
POD/Agile HR Day	iX, dpunkt.verlag	53
secIT by Heise Digital 2023	heise Events	85
storage2day	iX, dpunkt.verlag	127
Wärmepumpentechnik für Einsteiger	c't	165
Continuous Lifecycle/ Container Conf	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	172

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.

Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

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)

**3x als Heft**

**iX** MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE IT

**Blockchain Hype und ...**  
Technik, Anwendungen, Programmieren  
PostgreSQL und MariaDB  
Python und Django Frameworks

**Chatbot**  
Neue Wege in der Kommunikation  
Erstellung, Schulung, Integration  
bugged Server  
Cloud Integration mit SaaS  
Docker-Container-Service  
Cloud als IaaS-Storage  
Webhook-Integration mit API  
Payment Request API  
Post-Quantum-Kryptographie

**Metaverse konkret**  
Die Technik hinter dem Hype  
Wie digitale und physische Welt verschmelzen  
GitOps für die Multi-Cloud  
Container, Cloud-native, Kubernetes, Open Source  
Malware-Analyse in der Praxis  
Mit der Informationssicherheit zur Codeanalyse  
Netzwerkprobleme lösen  
Praktische TCP und UDP 3-in-1-Tool  
Python für Java-Entwickler  
Containerisierung

**PROFESSIONELLE TECHNIK**  
Praktische Datenverarbeitung mit LaTeX

**www.ix.de/testen**

**49 (0)541 800 09 120**

**leserservice@heise.de**

**iX** MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE IT

# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: [www.ct.de](http://www.ct.de), E-Mail: [ct@ct.de](mailto:ct@ct.de)

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Smart-TVs: Der Spion im Wohnzimmer“:  
Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de)), „Profi-Schutz für jedes Windows“: Axel Vahldiek ([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de))

**Chefredakteur:** Torsten Bееck ([tbe@ct.de](mailto:tbe@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteur:** Axel Kossel ([ad@ct.de](mailto:ad@ct.de))

**Chef vom Dienst:** Georg Schnurer ([gs@ct.de](mailto:gs@ct.de))

**Koordination Leserkommunikation:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Leiter redaktionelle Entwicklung:** Jobst Kehrhaun ([keh@ct.de](mailto:keh@ct.de))

**Ressort Internet, Datenschutz & Anwendungen**

**Leitende Redakteure:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de))

**Redaktion:** Holger Bleich ([hob@ct.de](mailto:hob@ct.de)), Anke Brandt ([abr@ct.de](mailto:abr@ct.de)), Greta Friedrich ([gref@ct.de](mailto:gref@ct.de)),  
Tim Gerber ([tig@ct.de](mailto:tig@ct.de)), Arne Grävmeyer ([agr@ct.de](mailto:agr@ct.de)), Markus Montz ([mon@ct.de](mailto:mon@ct.de)), Peter  
Schmitz ([psz@ct.de](mailto:psz@ct.de)), Sylvester Tremmel ([syt@ct.de](mailto:syt@ct.de)), Andrea Trinkwalder ([atr@ct.de](mailto:atr@ct.de)), Dorothee  
Wiegand ([dwi@ct.de](mailto:dwi@ct.de)), Stefan Wischner ([swi@ct.de](mailto:swi@ct.de))

**Ressort Systeme & Sicherheit**

**Leitende Redakteure:** Peter Siering ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de)), Jan Mahn ([jam@ct.de](mailto:jam@ct.de))

**Redaktion:** Niklas Dierking ([ndi@ct.de](mailto:ndi@ct.de)), Mirko Dölle ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)), Wilhelm Drehling ([wid@ct.de](mailto:wid@ct.de)),  
Liane M. Dubowy ([lmd@ct.de](mailto:lmd@ct.de)), Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de)),  
Pina Merker ([pmk@ct.de](mailto:pmk@ct.de)), Dennis Schirmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Jan  
Schüßler ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Kathrin Stoll ([kst@ct.de](mailto:kst@ct.de)), Keywan Tonekaboni ([ktn@ct.de](mailto:ktn@ct.de)), Axel Vahldiek  
([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de))

**Ressort Hardware**

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([civ@ct.de](mailto:civ@ct.de)), Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de)), Dušan  
Živadinović ([dz@ct.de](mailto:dz@ct.de))

**Redaktion:** Ernst Ahlers ([ea@ct.de](mailto:ea@ct.de)), Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)), Benjamin Kraft ([bkr@ct.de](mailto:bkr@ct.de)),  
Lutz Labs ([ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)), Andrijan Möcker ([amo@ct.de](mailto:amo@ct.de)), Florian Müssig ([mue@ct.de](mailto:mue@ct.de)), Rudolf Opitz  
([rop@ct.de](mailto:rop@ct.de)), Carsten Spille ([csp@ct.de](mailto:csp@ct.de))

**Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets**

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@ct.de)), Jan-Keno Janssen ([jkj@ct.de](mailto:jkj@ct.de))

**Redaktion:** Robin Brand ([rbr@ct.de](mailto:rbr@ct.de)), Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de)), Steffen Herget ([sh@ct.de](mailto:sh@ct.de)),  
Nico Jurrán ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), André Kramer ([akr@ct.de](mailto:akr@ct.de)), Michael Link ([mil@ct.de](mailto:mil@ct.de)), Urs Mansmann  
([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)), Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de)), Christian Wölbert ([cwo@ct.de](mailto:cwo@ct.de))

**c't Sonderhefte**

**Leitung:** Jobst Kehrhaun ([keh@ct.de](mailto:keh@ct.de))

**Koordination:** Pia Ehrhardt ([piae@ct.de](mailto:piae@ct.de)), Angela Meyer ([anm@ct.de](mailto:anm@ct.de))

**c't online:** Sylvester Tremmel ([syt@ct.de](mailto:syt@ct.de)), Niklas Dierking ([ndi@ct.de](mailto:ndi@ct.de))

**Social Media:** Jil Martha Baas ([jmb@ct.de](mailto:jmb@ct.de))

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Kathrin Stoll ([kst@ct.de](mailto:kst@ct.de)),  
Christian Wölbert ([cwo@ct.de](mailto:cwo@ct.de))

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Redaktionsassistent:** Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider (Lt., [rs@ct.de](mailto:rs@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan  
Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)), Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([jno@ct.de](mailto:jno@ct.de)), Daniel Ladeira  
Rodrigues ([dro@ct.de](mailto:dro@ct.de))

**Dokumentation:** Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))

**Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/42 71 86-0,  
Fax: 0 89/42 71 86-10

**Ständige Mitarbeiter:** Detlef Borchers, Herbert Braun ([heb@ct.de](mailto:heb@ct.de)), Tobias Engler, Monika  
Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan ([bsc@ct.de](mailto:bsc@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti

**DTP-Produktion:** 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**

Jan Binkakes, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin,  
Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schulp, Thomas Kühlenbeck, Münster, 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: 5C1C1DC58EED033A  
ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@heise.de](mailto:pgpCA@heise.de)>  
D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 8EED D33A  
Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000  
ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](mailto:pgpCA@ct.heise.de)>  
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000  
Key-ID: DBD245FCB3B2A12C  
ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](mailto:pgpCA@ct.heise.de)>

19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Investigativ:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>

via Tor: [ayznmonmewb2tjvgf7ym4t2726muprjwckzx2vhf2hbarbbzydm7oad.onion](https://ayznmonmewb2tjvgf7ym4t2726muprjwckzx2vhf2hbarbbzydm7oad.onion)

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Beate Gerold

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Jörg Mühle, Falko Ossmann

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167) (verantwortlich für den Anzeigenteil), [www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 40 vom 1. Januar 2023.

**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, Senefeldstr. 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-tägig**

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);  
ermäßigtes 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. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGE, bdbv 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. Honorarierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des  
Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines  
eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt. Hergestellt und  
produziert mit Xpublisher: [www.xpublisher.com](http://www.xpublisher.com). Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten.  
Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2023 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA LAE 

# Vorschau **ct** 21/2023

Ab 9. September im Handel und auf [ct.de](https://ct.de)



## Robomäher: KI statt Draht

Mähroboter haben sich im Alltag bewährt, die Installation war wegen des bisher notwendigen Begrenzungsdrachts allerdings umständlich. Wir testen sieben Drahtlos-Modelle, die auf erweiterte Sensorik und KI setzen, und schauen, wie sie sich beim Thema Igelschutz schlagen.



## AirPods Pro 2 als Hörgerät

Dank ihres sehr guten Transparenzmodus taugen AirPods Pro 2 auch als Hörhilfe, die man mit einem Audiogramm für individuelle Hörprobleme konfiguriert. Lesen Sie im Detail, wie das funktioniert und wie Sie die richtigen Einstellungen am iPhone vornehmen.

## KI-Fehler erkennen und verringern

Sprachmodelle wie GPT-4 erzählen allerhand Kluges, verzapfen im Brustton der Überzeugung aber auch viel Blödsinn. Wir beleuchten den Stand der Forschung, klären, welche Probleme zur hohen Fehlerquote beitragen, und geben Tipps für Prompts, die Fehler verringern.

## Hilfen bei Datenverlust

Wenn Datenträger Schaden nehmen oder Menschen sich vertan haben, gibt es Mittel und Wege, verlorene Daten wiederherzustellen. Unsere Praxisbeispiele zeigen die wichtigsten Schritte und Handgriffe – denn in vielen Fällen muss nicht gleich ein professioneller Retter ran.

## Schnelle USB-SSDs

Die Geschwindigkeit der USB-Schnittstelle steigt immer weiter: Praktisch jeder neue Rechner schafft darüber 1 GByte/s, manche auch 2 oder noch mehr. Mit passenden USB-SSDs ist das nervige Backup dann ruckzuck erledigt. Wir haben geprüft, ob die schnellen Speicher auch für andere Aufgaben taugen.

Noch mehr  
Heise-Know-how



c't Sicher einkaufen jetzt im  
Handel und auf [heise-shop.de](https://heise-shop.de)



c't Linux-Praxis jetzt im  
Handel und auf [heise-shop.de](https://heise-shop.de)



iX 9/2023 jetzt im Handel  
und auf [heise-shop.de](https://heise-shop.de)



# Erweitern Sie Ihren Horizont!

## So reizen Sie Linux voll aus



**Heft + PDF mit 28 % Rabatt**

Linux-User schätzen die vielen Möglichkeiten, das System an ihre Bedürfnisse anzupassen. **c't Linux-Praxis** zeigt Ihnen weitere Stellschrauben, die Sie noch nicht gesehen haben. Aber auch für Ein- und Umsteiger, die auf Windows nicht verzichten wollen, zeigt dieses Sonderheft detailliert, wie Sie beide Systeme sicher miteinander verheiraten. Seien Sie gespannt auf diese Themen:

- ▶ Das eigene Linux einrichten, erweitern, optimieren
- ▶ Windows und Linux als Dual-Boot
- ▶ Linux als Tonstudio
- ▶ System anpassen und administrieren
- ▶ Daten sichern und wiederherstellen
- ▶ **Auch als Bundle mit Buch**  
**"Linux – Das umfassende Handbuch"**  
vom Rheinwerk-Verlag erhältlich!

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



**shop.heise.de/linux-praxis23**



# Starke Verbindungen



[avm.de](http://avm.de)