



Fritzbox als Smart-Home-Zentrale

Geräte auswählen, geschickt einrichten, Reichweite optimieren
Sicher ohne Cloud, flexibel mit Zigbee, zukunftssicher dank Matter

TEST

Wi-Fi 7: Erster Praxistest
Google Pixel Tablet
Falt-Handy Motorola Razr 40 Ultra
Sieben digitale Audioworkstations
Portables Funk-Hackingtool

18 SSDs im Test

Neue Modelle mit PCIe 5.0, 4.0 und 3.0

FOKUS

Windows bequem umziehen mit c't-WIMage
Beauty-Filter: Technik und Risiken
WebAssembly für flotte Webanwendungen
Menübänder in MS Office anpassen
KI-Chatbots überlisten und entlarven



€ 5,90

AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90

NL € 7,20 | IT, ES € 7,40

CHF 9.90 | DKK 64,00

Die besten Foto-Smartphones

1-Zoll-Sensor, 10-fach-Tele, Nachtmodus

iPhone, Pixel, Xiaomi & Co. vs. Systemkameras im Test



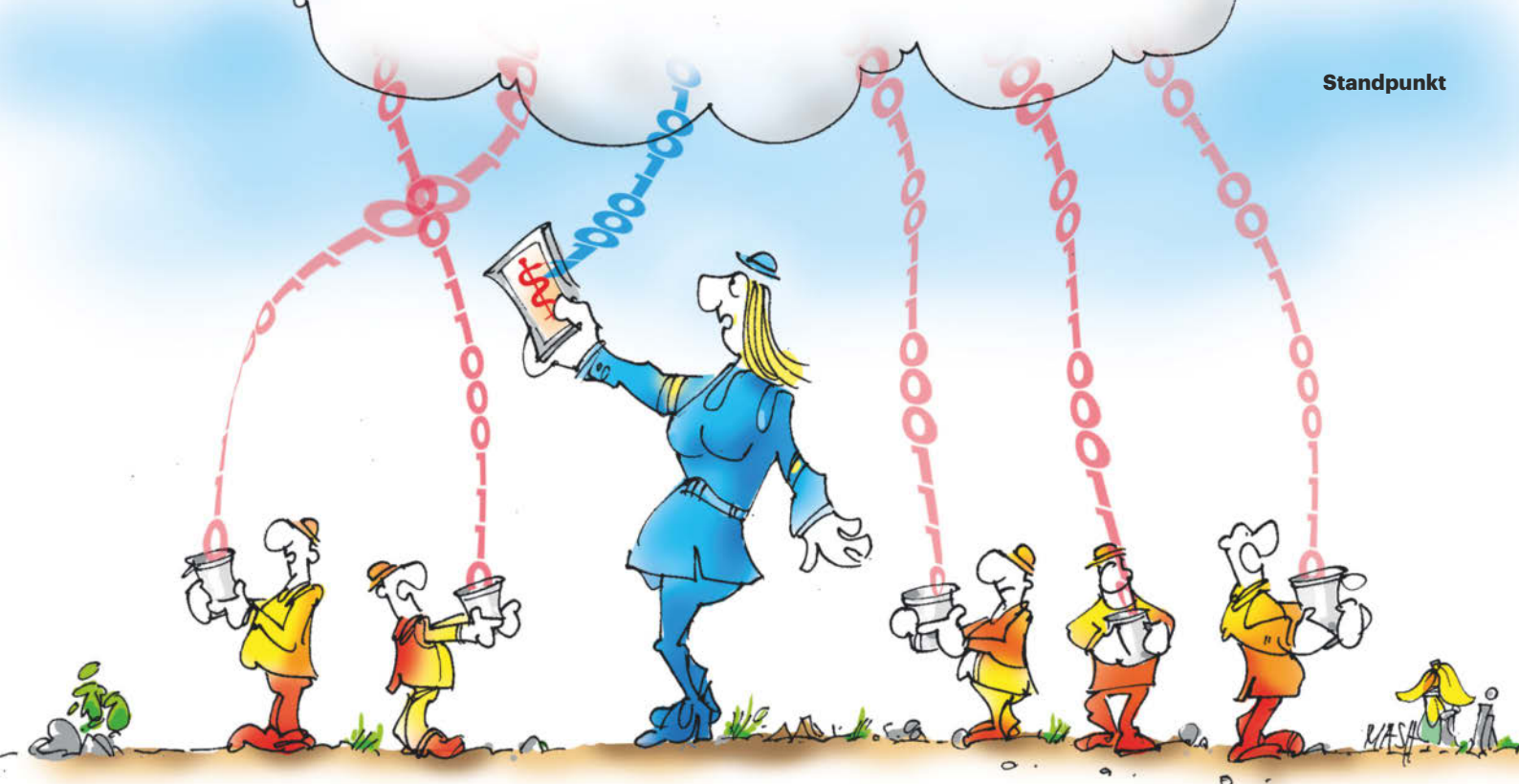
Mit dir sind wir wir.

Unterbrechungsfreies Netzwerk – dank dir.

Wir suchen dich als Netzwerkadminis-
trator (m/w/d) mit der Spezialisierung
auf LAN oder WLAN.

Bewirb dich jetzt!
jobs.rossmann.de





Gesundheitsdaten: Not For Sale

Wann sie das letzte Mal Geschlechtsverkehr hatten, ob und wie dabei verhütet wurde, den Zeitpunkt des Einsetzens der letzten Periode, Intensität und Dauer der Menstruation, die Zykluslänge und viele intime Daten mehr – Millionen Frauen weltweit dokumentieren ihre Monatszyklen mithilfe von Apps. Grundsätzlich ist das eine gute Idee. Man lernt den eigenen Zyklus besser kennen, kann sich den ersten Tag der nächsten Periode relativ genau vorhersagen lassen und stellt früher Unregelmäßigkeiten fest, die ärztlicher Aufklärung bedürfen. Wer schwanger werden will, findet in einer Zyklus-tracking-App ein nützliches Hilfsmittel bei der Feststellung der fruchtbaren Tage; wer eine Schwangerschaft vermeiden möchte und dabei auf natürliche Methoden der Empfängnisverhütung setzt, ebenso. Dass das als weniger sicher gilt als viele andere gängige Arten der Verhütung, steht auf einem anderen Blatt.

Am 24. Juni 2022 hat der Oberste Gerichtshof der Vereinigten Staaten eine Grundsatzentscheidung zum Abtreibungsrecht von 1972 aufgehoben. Sie hatte Frauen grundsätzlich das Recht gegeben, über Abbruch oder Fortführung einer Schwangerschaft selbst zu entscheiden. In manchen US-Staaten sind Schwangerschaftsabbrüche seitdem verboten. In der Folge rückte die Tatsache, dass viele populäre Zyklus-Apps die Daten ihrer Nutzerinnen an Dritte – etwa an sogenannte Datenbroker – weitergeben, in den Fokus der Aufmerksamkeit.

Solche Daten werden zwar in der Regel anonymisiert verkauft, können in vielen Fällen mit etwas Mühe aber durchaus einer einzelnen Person zugeordnet werden. Für Frauen in Ländern, in denen Schwangerschaftsabbrüche illegal sind – in Europa etwa Polen –, kann das aus naheliegenden Gründen gefährlich sein.

In einer Studie aus dem Jahr 2022 hatte Mozilla 18 von 25 untersuchten Zyklustracking-Apps und Health-Wearables das Warnlabel "Privacy not included" (in etwa: Privatsphäre nicht gewährleistet) verpasst.

Vielen Nutzerinnen scheint das allerdings nach wie vor nicht bewusst, darauf deuten die Downloadzahlen kommerzieller Zyklus-Apps, die in puncto Datenschutz Nachholbedarf haben, hin. Zurück zu Papier und Bleistift muss, wer von diesen Tatsachen – zu Recht – alarmiert ist, allerdings nicht. Denn es gibt durchaus datensparsame und damit empfehlenswerte Alternativen. Eine davon stellen wir auf Seite 82 vor.



Kathrin Stoll

Kathrin Stoll

Titelthemen

Fritzbox als Smart-Home-Zentrale

- 14 **AVM** Neues Gateway für Funkstandard Zigbee
- 18 **Einrichtung** Loslegen mit Fritzsmart-Gateway
- 24 **Praxistest** Stärken, Schwächen, Kompatibilität

Die besten Foto-Smartphones

- 52 **Bildoptimierung** durch KI
- 54 **Labor- und Praxistest** iPhone & Co. vs. Kameras

18 SSDs im Test

- 88 **Flash-Rennen** SSDs mit PCIe 3.0, 4.0 und 5.0

Aktuell

- 12 **Wi-Fi 7: Erster Praxistest**
- 28 **Internet** Stress bei Reddit & Co., Porto-Codes
- 29 **Forschung** Kamerapille, Funk-Fenster
- 30 **Windows 11** Was das nächste Major Release bringt
- 32 **Linux** Debian 12 mit proprietärer Firmware
- 34 **Hardware** Surface-Ersatzteile, BIOS-Lücke
- 36 **AMD** Neue Prozessoren für KI
- 37 **Festplatten** Höhere Kapazität dank HAMR
- 38 **KI** EU-Parlament beschließt strenge Regeln
- 39 **Online-Marketing-Tools** mit generativer KI
- 40 **Bit-Rauschen** Steuer-Milliarden für Intel
- 46 **Spiele** Großes Update für 7 Days To Die
- 48 **Web-Tipps** Foto-Rätsel, KI-Vorfälle, Statuskatzen

Test & Beratung

- 42 **Google Pixel Tablet**
- 64 **PC-Mainboard** mit lüfterlos gekühlter Intel-CPU
- 66 **Falt-Handy Motorola Razr 40 Ultra**
- 68 **6K-Monitor im Test**
- 72 **Floppy-Emulator** mit USB-Buchse
- 73 **High-End-Grafikkarte** mit Radeon RX 7900 XT
- 74 **In-Ear-Headset** mit Bügelmikrofon
- 75 **Bluetooth-Kopfhörer** in offener Bauweise

- 76 **Mainboard** mit Intel R680E für ECC-RAM

78 Portables Funk-Hackingtool

- 80 **Fotoeffekt-Plug-ins** DxO Nik Collection 6
- 82 **Zyklustracking** Datensparsame App
- 83 **Haushaltsplaner-App** mit Gamification
- 84 **USB-Audiointerface** für Gamer und Streamer
- 86 **Smarte Waage** mit EKG-Funktion
- 96 **Sieben digitale Audioworkstations**
- 166 **Bücher** Was Intelligenz bedeutet, KI-Grundlagen

Wissen

- 104 **Zahlen, Daten, Fakten** Amazon
- 106 **Showcar** von BMW mit E-Ink-Karosserie
- 110 **Beauty-Filter: Technik und Risiken**
- 114 **Gesichtsfiler** Gefahren für Jugendliche

14 Fritzbox als Smart-Home-Zentrale



Mit dem neuen Fritzsmart-Gateway koppeln Fritzboxen nun Smart-Home-Geräte auch via Zigbee an. Das eröffnet neue Optionen bei Geräteauswahl, Bedienung, Automatisierung und Abdeckung. Doch was taugt das System in der Praxis?

116 KI-Chatbots überlisten und entlarven

120 Tresore Grundlagen des sicheren Aufbewahrens

122 40 Jahre c't Erster Bericht über Windows

160 DSGVO Neue EU-Regeln für Bußgelder

Praxis

124 Windows bequem umziehen mit c't-WIMage

130 Windows on ARM im Alltag ausprobiert

132 Menübänder in MS Office anpassen

136 Infrastructure as Code mit Terraform & Proxmox

142 Dynamische Landkarten dank Node-Red

148 Desktop-Publishing mit Scribus, Teil 2

152 WebAssembly für flotte Webanwendungen

Immer in c't

3 Standpunkt

6 Leserforum

11 Schlagseite

50 Vorsicht, Kunde! Ticket-Chaos bei der Bahn

162 Tipps & Tricks

164 FAQ Desinfec't 2023

168 Story Freifahrtschein

175 Stellenmarkt

176 Inserentenverzeichnis

177 Impressum

178 Vorschau 17/2023

52 Die besten Foto-Smartphones



Mit großen Sensoren, langen Brennweiten und trickreicher KI schießen iPhone 14 Pro, Pixel 7 & Co. beeindruckende Fotos. Wir lassen die besten Foto-Smartphones gegeneinander antreten – und vergleichen sie mit einer Kompakt- und einer Vollformatkamera.

Frisch aus
c't Nerdistan

106 BMW-Konzeptauto Farbwechsel dank E-Ink

142 Node-Red Karten für Smart Cities bauen

c't

Hardcore

152 WebAssembly Performanter als JavaScript



Nicht nur beim Elterngeld (Standpunkt c't 15/2023) macht es einem die Bürokratie in Deutschland bisweilen schwer, wie c't-Leser uns berichteten.

Finnland machts besser

Digitalisierung: Warten auf die ELFE, c't 15/2023, S. 3

Als ich in Finnland die ersten Bargeldautomaten sah, ging in Deutschland erst mal eine Diskussion los, wie viele Arbeitsplätze so etwas kosten würde. Als ich in finnischen Supermärkten die ersten automatischen Waagen sah, auf denen man selbst ausgewähltes Obst und Gemüse wiegen und etikettieren konnte, ging in Deutschland erst mal eine Diskussion los, wie unhygienisch so etwas wäre.

Von 2006 bis 2010 wohnte und arbeitete ich in Finnland. Das Internet kam über das Fernsehkabel – das Kabelmodem bekam ich geschenkt, ohne dass der Vertrag eine Mindestlaufzeit hatte! Schon damals konnte ich für schlappe 8 Euro Geld nach Thailand überweisen – einfach per Homebanking. Bei der Sparkasse ist das selbst heute noch nicht möglich.

Apropos Dickicht des Föderalismus: Schon 1997 legte Finnland seine zwölf Provinzen zu sechs zusammen, um Verwaltungsaufwand einzusparen, und seit 2010 gibt es überhaupt keine Provinzen mehr. In Deutschland diskutieren wir über solche Pläne schon seit Jahrzehnten ... und diskutieren und diskutieren.

Paul Lenz

Die Deutschen lieben Papier

Das von Ihnen beschriebene Erlebnis findet sich auch in diversen weiteren behördlichen Bereichen wieder. Kürzlich habe ich eine Gewerbeanmeldung vorgenommen.

Diese begann zunächst mit einem digital ausgefüllten PDF, das dann natürlich unterschrieben und somit wieder eingescannt werden musste.

Auf meine Frage, wohin ich die fälligen 25 Euro Gebühren denn überweisen solle, hieß es: „Die müssen Sie bei uns vor Ort bar bezahlen, sonst müssten wir ja eine Rechnung schreiben und diese kontieren, das wäre viel zu aufwendig.“ Also, ab zum Kassenhäuschen im Foyer des Rathauses. Dort konnte ich dann mein Formular nochmals beim Bezahlen in Augenschein nehmen, das merkwürdigerweise einen Fehler enthielt, den ich beim Ausfüllen nicht gemacht hatte.

Auf meine Rückfrage dazu hieß es: „Ihr Formular haben wir noch mal abgetippt, da es auf dem Originalpapier für die Gewerbeanmeldungen stehen muss.“ Ich meinte, dann hätte ich ja auch das digital ausgefüllte PDF mitschicken können. „Die Software für die Datenübernahme funktioniert schon seit einem Jahr nicht mehr.“ Mittlerweile sprachlos, bekam ich mein Formular in die Hand gedrückt, mit

händisch aufgeklebter Gebührenmarke und Stempel vom Amt. Die Deutschen lieben Papier, Faxgeräte, Stempel und Bargeld. Das muss man einfach akzeptieren.

Michael Carstens-Behrens

Chatbots sind Werkzeuge

Wie sich generative KI auf den Arbeitsmarkt auswirken könnte, c't 15/2023, S. 22

ChatGPT und andere Chatbots sind Werkzeuge. Sie können schon beeindruckende Dinge. Aber beeindruckende Dinge kann auch ein Taschenrechner, Google Translate, eine Tabellenkalkulation, Photoshop etc. Diese Werkzeuge werden die Arbeitswelt verändern. Aber das haben Werkzeuge seit Tausenden von Jahren. Wenn man sie richtig einsetzt, können sie die Arbeit erleichtern.

Jetzt sind nur viele Leute besorgt, weil es an die Kreativität geht, von der viele dachten, dass sie eine letzte Bastion wäre, bei der wir Menschen den Maschinen überlegen wären.

Spießbürger

Beispiel an Molekularbiologie nehmen

Unternehmen, Politik und Gesellschaft ringen um kluge Regeln für KIs, c't 15/2023, S. 28

Vielleicht sollten sich die KI-Forscher an einem historischen Beispiel orientieren, der Molekularbiologie: 1970 wurden die ersten Restriktionsenzyme isoliert, 1971 wurden sie zum gezielten Schneiden von DNA benutzt. Damit gelang es dann 1973, synthetische Plasmide herzustellen und in Bakterien einzuschleusen, das heißt, Bakterien genetisch zu verändern.

Wohl zum ersten Mal in der Geschichte stoppten alle beteiligten Forscher freiwillig für fast zwei Jahre ihre Arbeit, um im Februar 1975 im Asilomar State Beach Conference Center zusammen mit Anwälten und Ärzten über ethische und Sicherheitsaspekte der Molekularbiologie zu diskutieren. Heraus kam ein Regelwerk für solche Arbeiten, das bewusst übervorsichtig war.

Als (zunächst freiwillige!) Regeln der Wissenschaft und Technik gingen sie spä-

Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

We are united.

To find the ones who
dare to move the future.

#youmakeitwork



**Apply now and
become part
of the team.**



C A R I A D



ter auch in die Gesetzgebung ein. Im Laufe der Jahre, als mehr Wissen zur Verfügung stand, konnte man diese Regeln dann guten Gewissens etwas lockern, aber im Prinzip gelten sie auch noch heute, ein halbes Jahrhundert später.

Ich halte es allemal für besser, wenn Regeln für neue Technologien durch die beteiligten Fachleute erarbeitet werden, als wenn irgendwelche Ministerialbürokraten das am grünen Tisch tun. Und wenn alle Forscher, egal aus welchem Land, nach den gleichen Regeln arbeiten, kann das auch nur hilfreich sein. Und da ist Asilomar bis heute wegweisend.

Dr. Engelbert Buxbaum

Literaturhinweise zum Leserbrief:
ct.de/yb3w

Think small

Vision Pro: Was Apples neues XR-Headset bringt,
c't 15/2023, S. 46

Ohne Frage eine beeindruckende Tech-Demo, doch wie bei allen AR-Brillen wird für mich die Frage nicht beantwortet, was es dem Privatanwender eigentlich genau bringen soll. Beim Kindergeburtstag mit so einem creepigen Teil auf dem Kopf die Kleinen traumatisieren zu können, wäre mir jetzt keine 3500 Flocken wert.

Ich frage mich, warum nicht stattdessen „Think small“ die Devise ist. Im Bericht über die Display Week in derselben Ausgabe war einiges über ultradünne und transparente OLEDs zu lesen. Könnte man das nicht in herkömmliche Brillen integrieren, um so einfache Dinge wie zum

Beispiel die Uhrzeit einzublenden? Dabei würden, zumindest im ersten Schritt, auch Farbtreue und Kommunikationsfähigkeit nachrangig sein. Hätte für mich persönlich trotzdem mehr Appeal als ein den ganzen Kopf umschließendes Funktionsmonster mit 2 Stunden Laufzeit zum Mondpreis unter Apple-Kontrolle.

Ansgar Horstmann

Die auf der Display Week gezeigten transparenten Displays sind für Brillen wie die Vision Pro von Apple noch viel zu groß (10 bis 14 Zoll) und die Auflösung zu niedrig.

Umweltbilanz für Drucker

Auswahlhilfen für den richtigen Drucker,
c't 15/2023, S. 106

Ein interessanter Artikel, noch besser wäre er, wenn neben den Kosten auch die Umweltbilanz berücksichtigt wird. Meine Erwartungshaltung wäre, dass hier die Tintentank-Modelle deutliche Pluspunkte haben gegenüber Modellen, bei denen die komplette Patrone ausgetauscht werden muss. Von Laserdruckern mit ihren schweren Toner-Kartuschen mal ganz abgesehen.

Pablosson

Menschen passen sich an

Maus-Tracking entlarvt unehrliche Online-Angaben,
c't 14/2023, S. 118

Die Cognitive Load Theory ist, bezogen aufs Lügen und Betrügen, allenfalls eine Hypothese. Ich erinnere daran, dass in der Hirnforschung seit über 15 Jahren versucht wird, auf Grundlage dieser Hypothese (kurz: Lügen erfordert mehr kognitive Ressourcen als die Wahrheit) Lügendetektoren zu entwickeln; vergeblich.

In den Sozialwissenschaften gibt es eine Art goldene Regel, dass es keine starken Gesetzmäßigkeiten gibt – und wenn doch, diese Gesetze meistens an Gültigkeit verlieren, sobald sie bekannt werden. Warum? Weil Menschen sich eben anpassen, insbesondere dann, wenn sie wissen, dass ihr Verhalten in einer bestimmten Weise beobachtet wird. Das Wissen darüber verbreitet c't nun selbst.

Im Ergebnis wird das Hinzufügen der Messvariable „Mauszeigerbewegung“ den Vertragsabschluss für Endkunden eher intransparenter machen. Wie bekannt ist (auch aus c't-Artikeln), lassen sich Unter-

nehmen hier ungern in die Karten schauen, wenn es zu Fehlern kommt – mitunter selbst vor Gericht („Geschäftsgeheimnis“).

Auch wenn so ein paar „dumme“ Betrüger auffallen mögen, werden die schlaueren eben ihr Verhalten anpassen; und der Preis dafür wird sein, dass zum Beispiel Menschen, die nicht gut mit Computern umgehen können, zum Teil auch aufgrund körperlicher oder geistiger Behinderung und von Bildungsferne, häufiger Verträge abgelehnt bekommen, weil ihr Mauszeigerverhalten von der Norm abweicht.

Stephan Schleim

Ergänzungen & Berichtigungen

Google Fotos: Regeln für Speicherplatz

Fotos von Smartphone und Kamera richtig sichern,
c't 15/2023, S. 70

Google rechnet auch Fotos, die über „Speicherplatz sparen“ gesichert wurden (bis zu 16 Megapixel), anders als im Artikel geschrieben seit Juni 2021 vollständig auf das kostenlose Kontingent von 15 GByte an. Alle vor Juni 2021 hochgeladenen Fotos in dieser Größe werden nicht angerechnet.

Regeln für Google-Speicherplatz:
ct.de/yb3w

Transformatorische Kopplung

USB-Isolatoren trennen PC und Peripheriegerät elektrisch, c't 15/2023, S. 84

Anders als im Text behauptet trennt der Analog-Devices-Chip ADUM4160 die USB-Verbindung nicht mit Optokopplern auf. Vielmehr arbeitet er mit transformatorischer Kopplung, wie es auch das im Artikel gezeigte Blockschaltbild verdeutlicht.

Falsches Bild

Das europäische „Recht auf Reparatur“ unter der Lupe, c't 15/2023, S. 160

Das Foto auf S. 160 zeigt nicht wie angegeben Frans Timmermans, sondern Didier Reynders, der seit 1.12.2019 Kommissar für Justiz und Rechtsstaatlichkeit in der EU-Kommission ist.

Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

💬 c't Forum

f c't Magazin

🐦 @ctmagazin

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

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



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*



**Angebot gültig
bis 31. Juli 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**

Digitalisierung leicht gemacht!

**SONDERPREISE
für Abonnenten**

Wenn Ihre Bücherregale gerade überquellen, bieten wir Ihnen die ideale Lösung. Das gesammelte Know-how Ihrer Fachmagazine kompakt auf Archiv-Discs und -Sticks gespeichert jederzeit zum Abruf bereit.



c't Jahrgang 2022

Alle **27 Ausgaben** des c't Magazins 2022 in digitaler Fassung.

Archiv-DVD	24,90 €
Archiv-Stick (32 GB)	34,90 €

c't Gesamtarchiv 1983–2022

Das komplette Archiv des c't Magazins von **1983 bis 2022**. Holen Sie sich 40 Jahre IT-Geschichte mit allen redaktionellen Inhalten bis 2022 nach Hause.

2× Blu-ray	99,90 €
Archiv-Stick (64 GB)	139,90 €



iX Jahrgang 2022

13 digitale Ausgaben des iX-Magazins 2022 mit allen redaktionellen Beiträgen.

Archiv-DVD	24,90 €
Archiv-Stick (32 GB)	34,90 €

iX Gesamtarchiv 1988–2022

35 Jahrgänge des Magazins für professionelle Informationstechnik, der Pflichtlektüre des professionellen IT-Anwenders.

2× Archiv-DVD	79,90 €
Archiv-Stick (32 GB)	109,90 €



MIT Technology Review Jahrgang 2022

8 digitale Ausgaben des Magazins MIT Technology Review 2022 mit allen redaktionellen Inhalten.

Archiv-DVD	24,90 €
------------	---------

MIT Technology Review Gesamtarchiv 2003–2022

20 Jahrgänge der Technology Review zusammengefasst auf zwei DVDs.

2× Archiv-DVD	59,90 €
---------------	---------



Make Gesamtarchiv 2011–2022

Das komplette Archiv mit **66 Ausgaben** von c't Hardware Hacks über c't Hacks bis zum deutschen Make Magazin.

Archiv-Stick (32 GB)	99,90 €
----------------------	---------

PORTOFREI



shop.heise.de/archive22



Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite

WLAN zieht davon

Wi-Fi 7: Die nächste WLAN-Generation funkt extraschnell

Wi-Fi 7 soll endlich echtes Multi-gigabit-WLAN ermöglichen, damit auch ein auf 2 Gbit/s beschleunigtes Glasfaser-Internet von morgen verlustfrei im ganzen Haus ankommt. Unsere ersten Messungen an einem Routerpärchen zeigen, dass das kein leeres Versprechen ist. Es gibt aber auch Schattenseiten, unter anderem noch sehr wenige Clients.

Von Ernst Ahlers

Gigabit-Internet liefert 1000 Megabit pro Sekunde und ist vielerorts per TV-Kabel oder manchmal auch per Glasfaser schon verfügbar. Doch der aktuelle WLAN-Standard Wi-Fi 6 alias IEEE 802.11ax trägt die hohe Geschwindigkeit in der Praxis nur auf kurze Distanzen verlustfrei weiter. Das dürfte der jetzt in ersten Geräten erscheinende Nachfolger Wi-Fi 7 (IEEE 802.11be) ändern.

Wi-Fi 7 soll die Funkdatenrate noch mal vervielfachen [1, 2]: Nach gegenwärtigem Stand kann es im neuen 6-GHz-Frequenzband mit einem extrabreiten Signal von 320 statt 160 MHz und über die maximal acht MIMO-Streams bei guten Funkbedingungen satte 23 Gigabit pro Sekunde brutto schicken; bei Wi-Fi 6 sind es maximal 9,6 Gbit/s.

Bisher haben die Hersteller nur Wi-Fi-7-Router angekündigt, deren drei Funkmodule jeweils mit höchstens vier MIMO-Streams funken, also auf bis zu 11,5 Gbit/s kommen. Darauf beschränkt sich auch der erste in der c't-Redaktion eingetroffene Wi-Fi-7-Router Deco BE85 von TP-Link: Seine WLAN-Module transportieren in den drei Bändern bis zu 1376 Mbit/s (40-MHz-Signal auf 2,4 GHz), 5760 Mbit/s (160 MHz bei 5 GHz) und 11.520 Mbit/s (6 GHz).

Der große Zuwachs im 6-GHz-Band kommt zum überwiegenden Teil durch das breitere Signal zustande: Die höchste bei guter Funkverbindung mögliche Kodierung von Wi-Fi 7 (4096QAM mit 12 Bit/Symbol) bringt gerade mal 20 Prozent mehr auf die Waage als 1024QAM bei Wi-Fi 6 (10 Bit/Symbol, mit vier MIMO-

Streams 1150 und 4800 Mbit/s auf 2,4 und 5 GHz).

Parallelfunk

Mit Multi-Link Operation (MLO) führt Wi-Fi 7 eine nützliche neue Funktion ein: Geräte können Daten in mehreren Frequenzbändern gleichzeitig übertragen. Das steigert entweder den Durchsatz, indem unterschiedliche Datenpakete über verschiedene Bänder laufen. Alternativ verbessert MLO die Zuverlässigkeit, wenn dasselbe Datenpaket über mehrere Bänder fließt. Auch die gefürchteten Verbindungsabbrüche, wenn mobile Clients die Funkzelle wechseln, dürften so seltener werden.

Noch ist der nächste WLAN-Standard nicht fertig, doch Chiphersteller und Routerfabrikanten haben längst erste Produkte angekündigt und auch schon im Markt. Wir hatten Gelegenheit, ein Paar der im Herbst 2022 angekündigten BE85 auszuprobieren.

Dabei gibt es einen Haken: Clients für Wi-Fi 7 sind noch rar. Einzig ein paar Smartphones wie etwa das Xiaomi 13 Pro haben schon den neuen Schnellfunk, obwohl man ihn bei solchen Clients kaum braucht. Intel bereitet zwar Wi-Fi-7-Module für Notebooks und PCs unter den Typenbezeichnungen BE200 (für PCI-Express-Anschluss) und BE201 (CNVi, proprietäre Prozessorschnittstelle) vor. Aber auf der Computex-Messe Anfang Juni hieß es, sie würden frühestens Ende 2023 auf den Markt kommen [3]. So konnten wir die Rasanzen des kommenden Standards nur auf dem Mesh-Backbone zweier Router testen (Bridge-Modus). Dazu koppelten wir die BE85 als Mesh-Nodes und schickten die Daten über ihre 10-Gigabit-Ethernet-Ports.

Zwar ließ sich mit einem Handheld-Spektrumanalyzer physikalisch auf Layer 1 klären, dass MLO schon funktioniert und die BE85 tatsächlich in mehreren Funkbändern parallel Daten übertragen. Leider wirkt der MLO-Schalter in TP-Links Mesh-Konfigurations-App nur auf Client-Verbindungen und nicht auf jene zwischen den Mesh-Nodes. So konnten wir noch nicht testen, ob und wie stark MLO praktisch auf Speed und Latenz wirkt.

Mit einem Wi-Fi-6E-fähigen Notebook überprüften wir, dass die Wi-Fi-7-Basen auch ältere Clients bedienen, also abwärtskompatibel sind. Die gemessenen Durchsätze fielen erwartungsgemäß aus (siehe Tabelle). Man muss also nicht gleich alle WLAN-Clients ersetzen, wenn Wi-Fi 7 einzieht. Umgekehrt bringt es aber auch



TP-Links Wi-Fi-7-Router Deco BE85 ist mit zwei 10-Gigabit-Ethernet-Ports auf extraschnelles Internet ausgerichtet.



Die mit Wi-Fi 7 kommende neue WLAN-Funktion Multi-Link Operation (MLO) muss man erst einschalten. Dann sendet der Router Daten an seine Clients über mehrere WLAN-Bänder (2,4, 5 und 6 GHz) gleichzeitig.

nichts, jetzt schon in einen Wi-Fi-7-Router zu investieren, solange es im Haushalt noch keine Wi-Fi-7-Clients gibt.

Ausprobiert

Schon der Vorabtest im Redaktionsbüro deutete an, dass dieses Wi-Fi-7-Gespann schnell ist. Einzelne Spitzen des Nettdurchsatzes auf Anwendungsebene erreichten rasante 7,8 Gbit/s. Der Eindruck bestätigte sich bei der systematischen Messung im Verlagskeller, wo keine anderen WLANs im 2,4- und 5-GHz-Band stören.

Mit einem TCP-Stream, also einem Down- oder Upload, transportierte der BE85-Mesh-Backbone im Mittel beider Richtungen bei guter Funkverbindung auf kurze Distanz rund 3 Gbit/s. Mit mehreren parallelen Übertragungen wurden es sogar 7,1 Gbit/s. Ein hypothetischer Wi-Fi-7-Laptop mit zwei Antennen (Zwei-Stream-WLAN) würde als Client die Hälfte bekommen.

Über 20 Meter durch Wände schaffte das Wi-Fi-7-Deco-Pärchen ebenfalls einen deutlich höheren Durchsatz als wir bisher sahen: 925 Mbit/s bei günstiger Ausrichtung genügen, um einen Gigabit-Internetanschluss fast auszuschöpfen, denn mehr als rund 940 Mbit/s gibt er derzeit ohnehin nicht her. Die besten der im Frühjahr getesteten Wi-Fi-6-Mesh-Systeme kamen in dieser Konstellation nur auf etwas über 600 Mbit/s [4].

Mit mehreren parallelen Übertragungen schoss die Datenrate des BE85-Backbones über Distanz sogar auf bis zu 2,5 Gbit/s hoch, ein bislang im c't-Labor unerreichter Wert. Davon profitieren besonders Mesh-Systeme, deren Repeater-Nodes mehrere Clients bedienen müssen.

Angepingt

Für Gamer ist nicht die absolute Geschwindigkeit, sondern die Latenz entscheidend: Datenpakete sollen mit möglichst wenig Verzögerung laufen.

Beim BE85-Pärchen maßen wir in der Nähe einen mittleren Ping von 2,9 bis 3,2 Millisekunden (Round Trip Time, RTT). Über Distanz war es mit 3,0 bis 9,1 ms etwas mehr. Interessanterweise transportierte ein zum Vergleich mit gemessenes Wi-Fi-6E-Pärchen des Typs Deco XE75 in beiden Fällen die Pakete flotter (1,2 bis 1,6 ms in der Nähe, 1,6 bis 1,8 ms auf Distanz). Doch diese Unterschiede sind im Alltag bedeutungslos, da sie weit unter der menschlichen Reaktionsgeschwindigkeit liegen.

Beim Vermitteln der Daten zwischen Internet und internem Netz (LAN und WLAN) hat der Deco BE85 genug Dampf selbst für einst kommende 10-Gigabit-Internetanschlüsse: Wir maßen mit den verbreiteten WAN-Protokollen PPPoE und IP/IP (DHCP) 9,4 und 9,5 Gbit/s in beide Richtungen. Dafür sorgt das potente System-on-Chip, ein Qualcomm IPQ9570, der vier mit bis zu 2,2 GHz Takt angetriebene ARM-Cortex-A73-Kerne hat.

Wi-Fi 7 saugt

Die hohe Netz- und WLAN-Performance hat ihren Preis: Der Deco BE85 gönnt sich mindestens 16 Watt aus dem Stromnetz, mit schnellen Ethernet-Links sogar bis über 20. Das treibt die jährliche Stromrechnung pro Gerät bei gängigen 40 Cent/kWh im Schnitt um 60 Euro nach oben.

Seine Verlustwärme wird der BE85 mit seiner Kaminkonstruktion durch natürliche Konvektion los. Man sollte also nichts auf dem Gerät ablegen, das den Luftfluss blockiert. Wenn es dem Router dennoch zu warm wird, läuft vorübergehend ein Lüfter, der im c't-Büro kaum auffiel. Im heimischen Wohnzimmer dürfte das intermittierende Rauschen lästiger wirken.

Fazit

Wi-Fi 7 ist ganz frisch, kaum den Windeln entwachsen und noch nicht mal richtig standardisiert. Schon deshalb sind unsere

Ergebnisse am Wi-Fi-7-Erstling TP-Link Deco BE85 nur als vorläufig anzusehen. Gleichwohl bestätigen sie, dass Wi-Fi 7 wie versprochen mehr WLAN-Geschwindigkeit bringt, besonders wenn mehrere Übertragungen gleichzeitig laufen. Wer ab 2024 den heimischen Internetanschluss auf Gigabit hochstufte und dann schon mit einem einzelnen Notebook ausschöpfen will, sollte die neue WLAN-Technik in Erwägung ziehen.

Dass die neue Multiband-Übertragung MLO schon funktioniert, ließ sich zwar bestätigen, leider aber noch nicht, ob sie ihre Vorteile – unter anderem mehr Speed und weniger Latenz – in der Praxis auch umsetzen kann. Die weitere Entwicklung wird spannend, besonders wenn zum Jahreswechsel die ersten Wi-Fi-7-fähigen Notebooks erscheinen. Wir werden weiter testen. (ea@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jennifer Li, Ernst Ahlers, Warum Wi-Fi 6 besser funkt und was seine Nachfolger bringen, ct.de/-7352007
- [2] Jennifer Li, WLAN-Wandel, Wi-Fi 8 wirft seinen Schatten voraus, c't 23/2022, S. 40 (auch online: ct.de/-7311245)
- [3] Florian Müssig, Vor Wi-Fi 7 liegt noch eine Durststrecke, ct.de/-9154611
- [4] Ernst Ahlers, WLAN-Wettrennen, Sieben Mesh-Systeme mit Wi-Fi 6 im Vergleich, c't 9/2023, S. 20
- [5] Ernst Ahlers, FAQ: WLAN – Standards, Fachbegriffe, Schutzmechanismen, ct.de/-6033808

TP-Link Deco BE85

WLAN-Router mit Wi-Fi 7		
Hersteller, URL	TP-Link, tp-link.com/de	
Anschlüsse	4 × RJ45 (2 × 10GBase-T, 2 × 2,5G NBase-T), SFP+ (Komboport), 1 × USB 3.2 Gen 1 (5 Gbit/s)	
WLAN (MIMO-Streams)	3 × Wi-Fi 7 (4) alias IEEE 802.11be-1376/5760/11520 (2,4 / 5 / 6 GHz), WPA3, MLO	
Wi-Fi-6/6E-Kompatibilität ¹		
Client 2,4 GHz nah / 20 m	351 / 159-223 Mbit/s	
5 GHz nah / 20 m	1386 / 191-241 Mbit/s	
6 GHz nah / 20 m	974 / 226-292 Mbit/s	
Wi-Fi 7 (Mesh-Backbone)	1 TCP-Stream	6 TCP-Streams
nah / 20 m	3076 / 731-928 Mbit/s	7143 / 2264-2457 Mbit/s
NAT-Performance PPPoE	9,4 / 9,4 Gbit/s (Down-/Upstream)	
NAT-Performance IP/IP	9,5 / 9,5 Gbit/s	
Idle-Leistung Gigabit-Links ²	17,5 / 18,6 W (33,7 / 35,7 VA)	
Idle-Leistung 10 Gigabit ²	20,8 / 20,3 W (38,6 / 38,1 VA)	
jährliche Stromkosten ³	57 bis 73 €	
Preis	700 € (Amazon-Vorbestellung)	

¹ gegen Intel AX210 in Galaxy Book Pro

² BE85 als Mesh-Router, 2 × Kupfer / Kupfer+optisch; BE85 als Mesh-Node: 16,3 Watt (31,5 VA) ohne Ethernet, 17,0 Watt (32,4 VA) mit einem Gigabit-Link, 18,5 Watt (35,5 VA) mit einem 10GBase-T-Link

³ bei 40 Cent/kWh

¹ gegen Intel AX210 in Galaxy Book Pro

² BE85 als Mesh-Router, 2 × Kupfer / Kupfer+optisch; BE85 als Mesh-Node: 16,3 Watt (31,5 VA) ohne Ethernet, 17,0 Watt (32,4 VA) mit einem Gigabit-Link, 18,5 Watt (35,5 VA) mit einem 10GBase-T-Link

³ bei 40 Cent/kWh

Die Alles-Box

Fritzbox als Smart-Home-Zentrale



Was AVMs Zigbee-Update fürs Thema Smart Home bedeutet	Seite 14
So machen Sie die Fritzbox fit fürs Smart Home	Seite 18
Tipps und Tricks rund ums Fritzsmart-Gateway	Seite 22

Die Fritzbox hat sich mit großem Funktionsumfang und hoher Zuverlässigkeit einen festen Platz in deutschen Haushalten erobert. Hersteller AVM will beim Thema Smart Home Gas geben, doch die Konkurrenz hat schon ein paar Runden Vorsprung.

Von Sven Hansen

Einst hielt das Internet in den meisten Haushalten mit einem Sammelstadium an kleinen Kisten Einzug: zunächst ISDN-NTBA, Splitter, Router, vielleicht eine kleine ISDN-Telefonanlage und später DSL-Modem, Router und manchmal das WLAN noch obendrauf. Dann kombinierte die Fritzbox als erste vor fast 20 Jahren DSL-Modem und Router. Eine Box für alles – das war ihr Versprechen.

Seitdem ist der Funktionsumfang stetig gewachsen und die Fritzbox kommt spätestens dann ins Spiel, wenn ein wenig mehr als Internet und WLAN gefragt ist. In rund jedem zweiten Haushalt Deutschlands steht eine Fritzbox, so AVM. Überprüfen lässt sich das nicht, aber schauen Sie mal bei sich unter den Schreibtisch, beim Nachbarn in den Keller oder bei Ihrer Mutter unter die Telefonbank. Spätestens, wenn man die Rolle des Familien-Admins innehat, streut man schon wegen der bequemen Fernwartungsoption weitere AVM-Router.

Das Thema Smart Home hatten die Berliner bisher recht stiefmütterlich behandelt. Bis auf die Zwischenstecker DECT 200 und 210, zwei Heizungsthermostate und immerhin eine Retrofit-Lampe war nicht viel geboten. Versuche, den eigenen Funkstandard DECT-ULE außerhalb der AVM-Welt zu etablieren, blieben erfolglos. DECT Ultra Low Energy (ULE) bietet zwar Vorteile im Smart-Home-Bereich. Ursprünglich für die DECT-Telefonie entwickelt, liegt er zum Beispiel außerhalb des stark belegten 2,4-GHz-Funkbandes. Aber derzeit gibt es nur eine Handvoll Komponenten aus dem Smart-Home-Universum der Deutschen Telekom, die kompatibel sind. Panasonic hat

seine DECT-ULE-Produkte zurückgezogen und Gigaset nutzt für seine Elements-Serie eine inkompatible Variante.

Smart-Home-Appetit

Die Energiekrise hat das Spiel geändert, denn Funksteckdosen und Heizungsthermostate verkauften sich im vergangenen Jahr wie geschnitten Brot. Und wo die Fritzbox ohnehin schon an der Wand hängt, warum nicht zu den Produkten von AVM greifen? Zeitweise waren die Komponenten schlichtweg ausverkauft. Ein solches Wachstum macht Appetit auf mehr – das und die Ankündigungen rund um den Smart-Home-Standard Matter (siehe c't 15/2023, S. 42) brachten frischen Schwung ins AVM-Smart-Home.

Mit dem nun erhältlichen Fritzsmart-Gateway säen die Berliner in genau dem Smart-Home-Feld nach, das von ihnen bisher unbeackert war: Das für rund 80 Euro erhältliche Smart Gateway kann Komponenten über den Funkstandard Zigbee ansprechen, der vorwiegend in smarten Leuchten und Lampen zum Einsatz kommt. Wer ins Gateway investiert, kann nun dutzende Alternativen zur E27-Birne FritzDECT500 in die Fritzbox-Oberfläche einbinden und per Webinterface, App oder DECT-Telefon bedienen. Darüber hinaus erhöht das Gateway sowohl die Abdeckung als auch maximal mögliche Anzahl von DECT-ULE-Geräten an der Fritzbox.

Das Gateway ist eine Erweiterung für Fritzboxen, auf denen FritzOS 7.5.x läuft. Künftig soll Zigbee in vielen Routern direkt integriert sein, drei Modelle hat AVM bereits für dieses Jahr angekündigt: die 5690 Pro (Internet per Glasfaser oder DSL), 5690 XGS (Glasfaser) und 6670 Cable (TV-Kabel), allesamt zudem Wi-Fi-7-tauglich (siehe dazu den ersten Test auf Seite 12). Wie man AVMs Smart Gateway einrichtet, absichert und welche Zigbee-Komponenten anderer Hersteller wie gut

funktionieren, erklären die zwei folgenden Artikel auf Seite 18 und Seite 22.

Smarter Vergleich

Doch was leistet das AVM-System im Vergleich zu anderen Smart-Home-Zentralen am Markt? Größter Vorteil des Fritz-Universums: Meist ist die Box schon da. Ein Router läuft ohnehin dauernd, warum ihn also nicht mit Smart-Home-Aufgaben betrauen? Zudem haben viele Nutzer vielleicht schon ein Fritz-Fon gekoppelt, das als Smart-Home-Steuergerät eine gute Figur macht. Ein genauer Blick zeigt die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen der um Zigbee erweiterten Fritzbox-Hardware.

Zunächst sollte man sich verdeutlichen, was die Fritzbox nicht ist: Der erweiterte Router ersetzt keine voll integrierten Smart-Home-Systeme wie KNX, Loxone oder Homematic (IP). Wer als Häuslebauer in smarte Technik investiert und Rollladensteuerung, Klimatisierung, Beleuchtung und Alarmtechnik unter einen Hut bringen will, wird kaum zur Fritzbox greifen. Dafür ist die Auswahl an Komponenten zu mager und das Router-Betriebssystem ist nicht für komplexe Steuerungen gedacht.

Anders schaut es aus, wenn man die Fritzbox mit den ebenfalls geschlossenen Systemen von Aquara, Eiesion, Tuya Smart Life oder mit der Home Base 2 der Telekom vergleicht. Zwar haben diese wiederum weitaus mehr smarte Gerätekategorien im Angebot, aber die Fritzbox-Lösung bietet einen entscheidenden Vorteil: Sie kommt ohne Cloud-Anbindung aus.

Bei der AVM-Lösung werden alle Sensoren und Aktoren per DECT ULE oder über die Zigbee-Bridge lokal verbunden



Bild: AVM

Drei für dieses Jahr angekündigte Fritzboxen werden Zigbee bereits integriert haben, im Bild die 5690 Pro für Glasfaser und DSL-Anschluss.



Smart-Home-Zentralen wie Homeassistant greifen über die Fritzbox auf AVM-Zwischenstecker zu und können sie in flexiblen Dashboards bündeln oder statistisch auswerten.

und angesteuert. Die Daten bleiben in der Box oder stecken in einzelnen Komponenten; in jedem Fall verbleiben sie in den eigenen vier Wänden. Trotzdem kann man das AVM-Smart-Home aus der Ferne steuern. Den kryptografisch gesicherten Zugriff für die Fernadministration bringt der Router von Haus aus mit und AVM betreibt einen eigenen DynDNS-Dienst. Mit der für iOS und Android erhältlichen Fritz-App „Smart Home“ klappt das auch vom Handy aus problemlos.

Das Webinterface arbeitet zwar zuverlässig, man muss allerdings Geduld aufbringen. Selbst mit einer eigens aufgesetzten Fritzbox 7590 v2 braucht es Sekunden, bis der Smart-Home-Bereich im Browser erscheint. Über das Webinterface klickt man also vielleicht Smart-Home-Regeln zusammen, für die Bedienung ist es nur ein Notnagel. Das geht besser per Handy, mittels vielleicht sowieso schon überall griffbereit verteilter Fritzfans oder über die FritzDECT-Schalter.

Brückenbauer

Eine weitere Aufgabe im Smart Home ist es, die Inseln zu verknüpfen, die man sich mit verschiedenen Herstellern eingebrockt hat: etwa die Klima-Sensoren von Netatmo, smarte Schlösser von Nuki oder das Lichtsystem von Philips Hue. Die Fritzbox konkurriert hier mit Spezialisten fürs Verknüpfen, den Steuerzentralen wie Homey, Homeassistant, ioBroker oder OpenHab.

Letztere drei bieten weitaus mehr Integrationsmöglichkeiten als die AVM-Lösung, sind allerdings auch ungleich anspruchsvoller in Konfiguration, Bedienung und Systempflege. Homey hingegen bekommt einfache Bedienung, komplexe Regeln und eine breite Unterstützung smarter Systeme unter einen Hut. Alle vier

benötigen allerdings eine ständig durchlaufende Zentrale und kosten damit ab 15 Euro Strom im Jahr.

Anders herum lässt sich die Fritzbox in diese Steuerzentralen einbinden. Die Benutzerverwaltung des Routers erlaubt es, Zugriffsrechte ausschließlich auf seinen Smart-Home-Teil zu beschränken. So lassen sich alle an die Fritzbox angeschlossenen Komponenten über ein solches Sonderkonto steuern oder die von ihnen erhobenen Daten an anderer Stelle speichern. Entsprechende Plug-ins für AVM-Router sind für alle oben erwähnten Smart-Home-Zentralen erhältlich. Hat man sie installiert, lassen sich AVM-Geräte zusammen mit Geräten anderer Hersteller steuern und in Regeln einbinden. Wenn schon eine andere ZigBee-Bridge läuft, braucht man kein Fritzsmart-Gateway.

Doesn't matter yet

AVM arbeitet nach eigenen Angaben an der Matter-Integration von Gateway und Routern, sodass die an die Fritzbox angebundenen Geräte per Matter ansprechbar sind, selbst wenn Zigbee nicht zu den von Matter direkt unterstützten Funkstandards gehört. Danach soll man das Smart Home mit beliebigen Matter-kompatiblen Apps verwalten können, ohne erneutes Anlernen aller Komponenten.

Bis es so weit ist, lassen sich AVM-Komponenten über Umwege in Plattformen wie Amazon Alexa, Google Home oder HomeKit integrieren. So macht etwa die App „Homebridge“ die Gerätschaften in der Apple-Welt greifbar, „FB Smart Home“ erledigt den Job für den Google Assistant und Alexa. AVM verlinkt letzteren Drittanbieter sogar direkt auf seiner Support-Seite. Sicherer wäre es, wenn das Angebot direkt von AVM käme.

Wer Zigbee-Komponenten etwa von Philips Hue oder IKEA statt über die Hersteller-Gateways direkt an der Fritzbox anlernt, muss mit Funktionseinbußen rechnen. Die Fritzbox spricht zwar Grundfunktionen an – im Falle eines Leuchtmittels etwa die Helligkeit –, während Feinheiten wie Farbtemperatur bei Weißlicht oder die Farbanzahl bei RGB-Lampen nur in grober Abstufung funktionieren. Viele Zusatzfeatures wie sanft animierte Lichtstimmungen über mehrere Leuchtmittel hinweg oder ein Partymodus fehlen.

Zum derzeitigen Stand heißt es: entweder Hersteller-Gateway oder AVMs Smart Home Gateway. Ein Parallelbetrieb wie bei Ubisys' Zentrale G1 (siehe c't 6/2023, S. 110) ist nicht vorgesehen. Wer schon heute von den Möglichkeiten der Hue-App und den zahlreichen kompatiblen Apps von Drittherstellern regen Gebrauch macht, wird daher mit seiner bestehenden Lichtinstallation kaum ins Fritz-Universum umziehen wollen.

Smart-Home-Zukunft

Energie, Komfort, Sicherheit: In zwei von drei Feldern ist AVMs Smart-Home-Angebot durch die Zigbee-Integration nun gut aufgestellt. Das Fritzsmart-Gateway ist eine spannende Option für Fritzbox-Nutzer, die mit der Anzahl ihrer DECT-ULE-Komponenten bereits an die Grenzen ihrer Box gestoßen sind und das System erweitern wollen. Über die Zigbee-Schiene können sie zusätzlich zahlreiche Lichtkomponenten in allen gängigen Bauformen einbinden, die im Fall von IKEA nicht einmal viel kosten.

Auf ein flottes Webinterface wie bei ausgewachsenen Smart-Home-Zentralen muss man verzichten, dafür laufen die Fritz-Apps für iOS und Android rund und manch ein Kunde erfreut sich an der Steuerung per DECT-Knochen. Wer in Zukunft eine neue Fritzbox kauft, braucht bezüglich der Smart-Home-Eigenschaften wahrscheinlich nicht viel zu grübeln. Viel spricht dafür, dass künftige Fritzboxen das Feature gleich an Bord haben.

Die Integration von Zigbee ist nur ein erster Schritt. Spannend wird die konkrete Umsetzung des Matter-Standards: Kann man einmal angelernte Komponenten im Nachhinein flexibel verschieben? Muss man sich mit Basisfunktionen begnügen, oder kann man alle Funktionen ansprechen? Erst dann wird sich zeigen, ob das AVM-Versprechen auch im Smart Home aufgeht: Eine Box für alles. (sha@ct.de)

MAIL WAR GESTERN



Jetzt zielgenau informieren

- ✓ Verschiedene Darstellungsmöglichkeiten (Laufband, Popup, Mobile, etc...)
- ✓ Kritische Informationen werden direkt wahrgenommen
- ✓ Zielgenaue Anwenderinformation bei IT-Störungen
- ✓ Bildschirmalarmierung und Evakuierung per Tastendruck





Bild: Andreas Martini

Zuzug mit Hintersinn

Fritzbox als Smart-Home-Zentrale: Die Grundeinrichtung

Für den Start bringen Smart-Home-Geräte wie die Fritzbox-Erweiterung Fritzsmart gute Anleitungen mit, aber wie man sie optimal betreibt, dazu schweigen sich der Hersteller aus. Daher fassen wir zusammen, was bei uns in der Praxis gut funktioniert hat. Das dürfte auch Leser interessieren, die als Zaungäste nur mal schauen wollen, was in der Fritzbox-Welt Smart-Home-mäßig so abgeht.

Von Dušan Živadinović

Normalerweise startet eine Praxisanleitung für den Smart-Home-Betrieb ohne Umschweife mit der Problemstellung, fügt Klick-Rezepte zur Lösung an und ist damit schnell aus-erzählt. Und tatsächlich besteht dieser Artikel größtenteils aus Abschnitten zur Konfiguration der Fritzbox-Dienste My-Fritz und Push-Mails, inklusive einiger Besonderheiten für den Smart-Home-Betrieb im Zusammenspiel mit AVMs neuem FRITZ!Smart-Gateway, der Kürze halber folgend nur Fritzsmart.

Aber seit Amazon, Apple, Google, Samsung und viele andere Firmen die Flegeljahre der Smart-Home-Technik mit dem Universalstandard Matter beenden wollen (siehe auch S. 14), ist das Thema in

aller Munde. Matter soll Apples HomeKit, Googles Nest, Zigbee und Bluetooth und andere Smart-Home-Systeme vereinen, was die Auswahl, Einrichtung und Bedienung der diversen Geräte erleichtern soll. Bisher hat aber kein Protagonist schlüssig erklärt, wie die Bedienoberfläche eines Routers und dessen Smartphone-App aussehen könnte, der grundverschiedene Smart-Home-Systeme unter denselben Hut bringen soll. Die Deutsche Telekom bietet zwar mit Home Base 2 ein Gateway für vier verschiedene Smart-Home-Systeme an, aber es stützt sich auf eine Cloud, die man aus Sicherheitsgründen vermeiden will.

Da kommt der Vorstoß des Routerherstellers AVM gerade recht: Die Berliner

päppeln jetzt nicht nur das Smart-Home-Mauerblümchen DECT ULE, sondern binden mit dem im Mai erschienenen Router-Kompagnon Fritzsmart auch Zigbee-Geräte in das Smart Home der Fritzbox ein, beides ohne Cloud. Deshalb blicken wir während der Grundeinrichtung auch darauf, was man mit der Integration zweier Smart-Home-Systeme gewinnen oder verlieren kann.

Interessant ist AVMs Zigbee-Gateway auch, weil es für Fritzbox-Nutzer als wichtiger Schritt auf dem Weg zu Matter gilt. Es soll ebenso wie die drei kommenden Fritzbox-Modelle eine Matter-Firmware erhalten, womöglich aber erst 2024. Was man heute schon aus dem Zigbee-Gateway herausholen kann, beschreiben wir ab Seite 24.

Doch bei allem Interesse an AVMs Gateway sollte man nicht vergessen, dass sich jeder Router für ein Smart Home auf Zigbee-Grundlage mit Gateways anderer Hersteller ergänzen lässt; Fritzsmart eignet sich hingegen ausschließlich für Fritzbox-Router (siehe S. 24). Preisgünstige Zigbee-Gateways bieten zum Beispiel Ikea, Philips und der Discounter Lidl. Lidl hat sogar zwei SilverCrest-Gateways für 20 oder 25 Euro im Angebot. Zigbee-Bausteine wie Leuchten oder schaltbare Steckdosen gibt es im europäischen Handel ab rund 15 Euro. Der China-Basar AliExpress liefert beispielsweise Steckdosen auch schon für unter 10 Euro, wenngleich mit wochenlanger Lieferfrist.

Nutzen und Spaßeffect

Der Nutzen wie auch der Spaßeffect sind offensichtlich: Lampen leuchten in zur Stimmung passenden Farben (zum Beispiel Partyflackern) und die Steckdose schaltet Haushaltsgeräte wie Lüfter oder Waschmaschine auf Signale des Smartphones oder zu geplanter Tageszeit. Steckt in der Dose eine Leistungsmessung, erfasst die zugehörige Smartphone-App auch die Energieaufnahme, vulgo Stromverbrauch (S. 24).

Dafür verkabelt man das Zigbee-Gateway mit dem Router und konfiguriert und verwaltet das Zigbee-Netz über die zugehörige Smartphone-App. So läuft das bei den Systemen von Philips (Hue), Ikea (Trådfri), Lidl (SilverCrest) und vielen anderen.

Für Fritzbox-Nutzer war bisher daran unschön: Entweder man ließ das DECT-basierte Smart Home zugunsten des großen und oft preisgünstigeren Zigbee-Angebots brachliegen oder administrierte

zwei Systeme mit unterschiedlichen Anwendungen. Mit Fritzsmart vereint man beide Welten unter demselben Webinterface der Fritzbox, jedoch zum gehobenen Preis von 80 Euro. Die Zigbee-Lampen und -Steckdosen meldet man dann ausschließlich bei Fritzsmart an.

Wer schon ein anderes Zigbee-Gateway an der Fritzbox betreibt, kann es zu Gunsten des AVM-Gateways abstöpseln und eine Weile verwahren, bis klar ist, ob man mit dem AVM-Konzept auskommt. Aber vorweg: Es macht durchaus Spaß, auf der Fritzbox DECT-ULE- und Zigbee-Clients in gemeinsamen Routinen zusammenzufassen und etwa Zigbee-Steckdosen mit DECT-Tastern zu schalten. Mehr dazu folgt ab Seite 24.

Das stärkste Argument für Zigbee à la AVM ist, dass man damit dem Cloud-Zwang gängiger Zigbee-Anbieter entgeht. Clouds und auch der Verkehr zwischen Heimnetzen und Clouds sind lohnende Angriffsziele. Gelingt es Angreifern, eine der beiden Stellen zu knacken, haben sie Zugriff auf das gesamte Heimnetz. Es wäre aber fatal, wenn sie beispielsweise Fensterkontakte und Bewegungsmelder kontrollieren könnten. Auch ist bei manchen Cloudbetreibern unklar, ob sie die Smart-Home-Daten ihrer Kunden ausschachten. Nebenbei sorgen lahme Clouds gelegentlich für Irritationen: Wenn erst einige Sekunden nach dem Tastendruck das Licht angeht, denkt man womöglich an einen verlorenen Befehl, drückt vorsorglich nochmal und steht kurz darauf wieder im Dunkeln.

Im Weiteren gehen wir davon aus, dass Sie Smart-Home-Geräte mit der Fritzbox entweder auf DECT-ULE- oder auf Zigbee-Grundlage verwalten wollen. Wenn Zigbee, dann braucht man dafür Fritzsmart von AVM und dieses setzt eine Fritzbox mit DECT-Basis und FritzOS 7.5x voraus. Darauf gründet auch die nachfolgend geschilderte Konfiguration. Sie funktioniert unabhängig davon, ob Sie DECT ULE in Kombination mit Zigbee verwenden oder nur eines der beiden Systeme.

Weniger Störungen, bessere Abdeckung

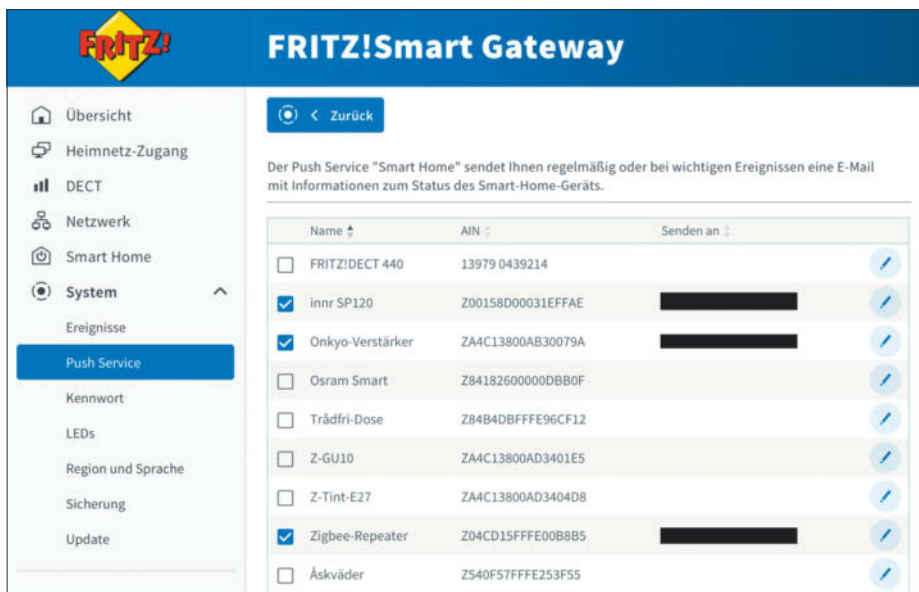
Wenn Sie für Zigbee den Fritzsmart-Beiwagen an die Fritzbox koppeln wollen: Nehmen Sie wenn möglich ein Ethernet-Kabel. Bei WLAN kommen Verzögerungen oder Fehler bei Zigbee-Schaltbefehlen um so häufiger vor, je größer die Distanz zwischen Gateway und Fritzbox ist. Das kann man zwar mit kürzerer Strecke zur Fritzbox abmildern, aber dann opfert man etwas von der besseren DECT-ULE-Abdeckung, die Fritzsmart ermöglicht. Mehr zur Strategie beim Aufstellen lesen Sie ab Seite 24.

Ist das Gateway an der Fritzbox angemeldet, koppelt man damit Smart-Home-Clients (DECT ULE oder Zigbee) schnell und bequem: Gerät in den Kopplungsmodus bringen, Connect-Knopf des Gateways drücken und nach einigen Sekunden ist der Vorgang abgeschlossen – so soll es sein.

Anschließend können Sie Schaltfunktionen testen, Regeln und Automatisierungen

Das Fritzsmart-Gateway rüstet für Fritzboxen Smart-Home-Funktionen gemäß Zigbee nach, kann aber über die gleiche Taste auch DECT-ULE-Geräte ankoppeln.





Über die wichtigsten Statusänderungen von Smart-Home-Clients informieren Fritzboxen beispielsweise per Mail. Das lässt sich nutzen, um Funktionsstörungen auf die Spur zu kommen, die wackeligen Funkverbindungen geschuldet sind.

gen einrichten, auch gemischte mit DECT-ULE und Zigbee-Geräten. Der Taster FritzDECT 400 funktioniert zum Beispiel prima als Funkschalter für Zigbee-Steckdosen. Vorbildlich finden wir, dass AVM alle Inhalte des Smart-Home-Menüs vom Gateway zur Fritzbox spiegelt und umgekehrt. So hat man auf beiden Geräten denselben Stand einschließlich aller Geräte, Automatisierungsregeln oder Statusanzeigen, egal, ob es sich um DECT-ULE- oder um Zigbee-Geräte handelt. Kommende Matter-Implementierungen sollten sich eine Scheibe davon abschneiden.

MyFritz

Übliche Zigbee-Gateways wie das Silver-Crest SGWZ1A1 verbinden sich stillschweigend mit der zugehörigen Cloud – erst diese ermöglicht einer Zigbee-App den Zugriff aus der Ferne über die Router-Firewall hinweg. Auf das Smart Home der Fritzbox greift man hingegen ohne Cloud-Umweg zu, wahlweise per Browser auf dem PC oder per Smartphone-App.

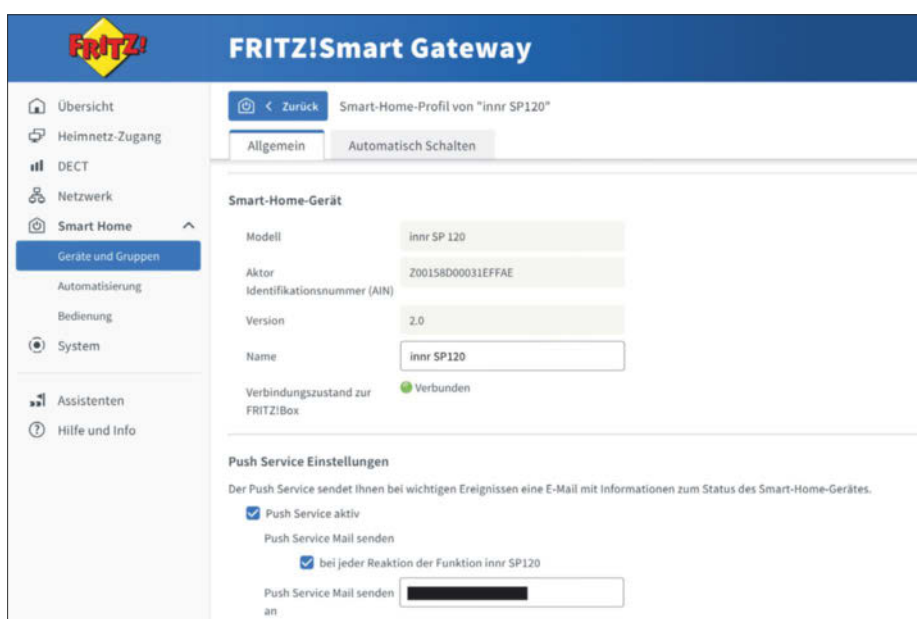
Dafür ist lediglich die IP-Adresse der Fritzbox erforderlich. Die können Apps und Browser wie bei anderen Routern über zuvor konfigurierte DynDNS-Dienste abfragen. AVM unterhält speziell für Fritzboxen selbst einen davon, den MyFritz-Dienst. Hat eine Anwendung die IP-Adresse abgefragt, baut sie dorthin eine TLS-gesicherte Verbindung auf (Transport Layer Security) und man kann dann je nach Anwendung entweder die Fritzbox

Wenn die Wahl getroffen ist, melden Sie sich an der Fritzbox an, öffnen das Menü Internet und dort den Punkt MyFritz-Konto. Tragen Sie die Mailadresse ein, öffnen Sie Ihren Mail-Client und darin die inzwischen eingetroffene Mail, die der MyFritz-Dienst zur Bestätigung der Adresse geschickt hat. Klicken Sie auf „Fritzbox registrieren“. Der Browser öffnet dann die Domain myfritz.net und damit ist das MyFritz-Konto angelegt.

Klicken Sie anschließend auf „MyFritz-Konto einrichten“ und vergeben Sie ein sicheres Kennwort; verwahren Sie es sicher in einem Schlüsselbund. Wenn Sie dann auf „Vorgang abschließen“ klicken, ist das Konto betriebsbereit und Sie können darüber unterwegs auf die Fritzbox zugreifen.

Die Fritzbox ist aber auch direkt anhand ihres MyFritz-Hostnamens erreichbar. Das ist eine 16-stellige erwürfelte Zeichenkette, die man sich schlecht merken kann. Legen Sie sie als Bookmark in Ihrem Browser ab oder, falls Sie eine eigene DNS-Domain verwalten, tragen Sie dort einen Alias-Namen Ihrer Wahl für den MyFritz-Namen ein (CNAME, zum Beispiel fbox.meinedomain.de, siehe dazu auch ct.de/y2rg).

Unter anderem kann man auf myfritz.net auch alle mit einer Fritzbox verknüpften Smart-Home-Geräte anzeigen lassen. Bedienen lassen sie sich über diese Webseite nicht; das wäre ja die unerwünschte Cloud-Kommunikation. Stattdessen klickt



Hauseigenen Zwischensteckern spendiert AVM mehr Funktionen als fremden. Beispielsweise kann man die Steckdose innr SP120 über das Webinterface der Fritzbox nicht manuell schalten.

„Die Intelligenz sitzt bereits in der Kamera“

Leser testen Videokonferenz-Lösungen von Jabra

Für einen gemeinsamen Produkttest suchten Jabra und Heise vor einigen Wochen Personen, die zwei Videokonferenz-Lösungen von Jabra unter die Lupe nehmen wollten. Leser, die oft an digitalen oder hybriden Meetings teilnehmen, konnten sich dafür bewerben, einmal die Aufgabe der Redakteure zu übernehmen und entweder die persönliche Kamera PanaCast 20 oder die PanaCast 50 Videobar für Konferenzräume zu testen und Berichte für Heise zu verfassen. Das Besondere daran: die Tester verwenden die Geräte in ihrem Arbeitsalltag unter realen Bedingungen im Home Office und im Meetingraum.

Lesen Sie hier Auszüge aus den Testberichten von Martin Wiedenmann und Timm Waterstradt, die beide eine PanaCast 50 zum Testen erhalten hatten.



Martin Wiedenmann

„Seitdem nach der Pandemie die Büros wieder – mehr oder weniger – gefüllt sind, werden unsere Konferenzräume gerne und vor allem auch für Meetings mit MS Teams genutzt. Dabei fehlt es aber an einem All-in-one-System, sprich einer Kamera, einem Lautsprecher und einem Mikrofon. [...] Mit der PanaCast 50 von Jabra bekommt man genau das.“

Im Zusammenspiel sind die einzelnen Komponenten sehr gut aufeinander abgestimmt. Die Kamera zoomt auf den jeweiligen Sprecher, wenn er zu sprechen beginnt. Sie zieht wieder etwas auf, wenn er aufhört und zoomt auf den nächsten, wenn der nächste zu sprechen beginnt. Wenn zwei oder mehrere Personen gleichzeitig oder abwechselnd sprechen, bleibt das Bild in der großen Ansicht. Die Rauschunterdrückung scheint immer genau die richtigen Geräusche zu übertragen bzw. zu blocken. Dabei schafft es die Jabra PanaCast 50 auch in mittelgroßen Räumen mit etwa 20 Anwesenden zu überzeugen. [...]

Bei meinen Kollegen kam die Jabra PanaCast 50 ebenfalls sehr gut an. Zu Beginn war bei ihnen noch Skepsis vorhanden, ob das Gerät tatsächlich so einfach zu bedienen sei. Denn die bisherigen Erfahrungen zeigten, dass es sich teilweise als komplex erweist, so ein System in Betrieb zu nehmen. Diese Skepsis hat sich hier aber schnell in Luft aufgelöst. Mit Freude konnte das Meeting starten und alles hat auf Anhieb funktioniert.“



Timm Waterstradt

„Wie in vielen kleineren und größeren Unternehmen in den vergangenen zwei bis drei Jahren waren die Stunden und Tage in Videokonferenzen lang. [...] Dabei kamen – aufgrund der Vorlieben unserer Kundschaft – auch immer wieder neue Konferenzlösungen zum Einsatz. Neben Skype, WebEx, BlueJeans, Teams und Zoom gab es zwischendurch auch andere „Exoten“ – Grund genug für uns, uns eher breit und flexibel aufzustellen und nicht an eine spezifische Lösung zu binden. So soll es auch in Zukunft bleiben.“

Was sofort auffällt: Der Klang ist angenehm klar und offenbar für Sprache optimiert. Das Mikrofon – die PanaCast 50 verfügt über acht Mikrofone – ist ordentlich und überträgt auch die Stimmen der weiter hinten im Raum befindlichen Personen klar und deutlich. Und das Beste: Die Kamera – im Detail sind sogar drei Kameras verbaut und sorgen für eine 180-Grad-Panorama-Ansicht in 4K-Auflösung – wählt den passenden Bildausschnitt automatisch und macht für das Gegenüber ein optimales Bild, selbst bei der üppigen Raumgröße.

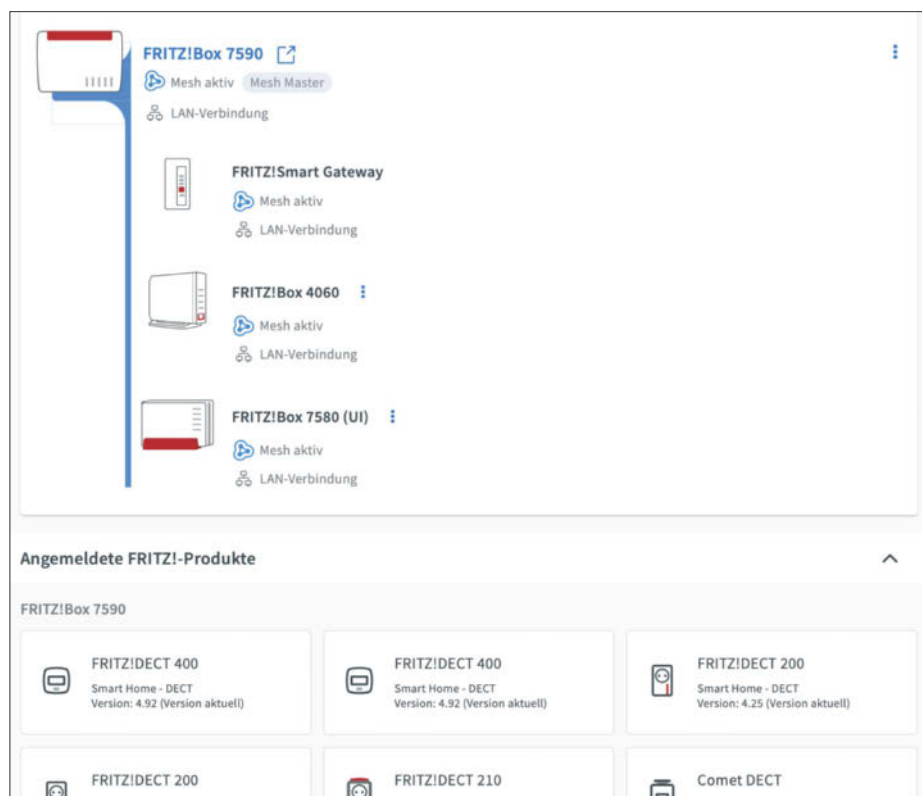
Besser noch: Die Kamera erkennt anwesende Personen, im Zusammenspiel mit dem Mikrofon werden die aktiven Konferenzteilnehmer erkannt und das Bild so zugeschnitten, dass alle Teilnehmer im Raum gut sichtbar sind. Das ist (für mich) neu und ein sehr schönes und nützliches Feature – und es funktioniert ohne weitere Extras oder Softwareinstallationen. Die Intelligenz sitzt bereits in der Videobar.“



Die kompletten Berichte von Martin Wiedenmann und Timm Waterstradt mit weiteren Details zu Features und Bedienung der PanaCast 50 sowie die PanaCast 20 Testberichte der anderen Tester finden Sie auf [heise online](https://www.heise.de).



Jabra GN



Richtet man ein MyFritz-Konto für die Fritzbox ein, kann man von dort aus beispielsweise zum Webinterface der Fritzbox wechseln. Zusätzlich liefert dieser von AVM betriebene DynDNS-Dienst Informationen über angeschlossene Smart-Home-Geräte.

man auf die Fritzbox und verbindet sich direkt mit ihr.

Mail-Benachrichtigung

Der „Push Service“ im System-Menü der Fritzbox ist nützlich, um sich auch außerhalb des Heims über Vorgänge informieren zu lassen oder Vorgänge zu archivieren; dann lässt sich später beispielsweise ermitteln, seit wann ein Fehler auftritt. Dafür braucht man wiederum ein Mail-Konto.

Mit der Mailadresse und dem zugehörigen Passwort meldet sich die Fritzbox beim SMTP-Server (Simple Mail Transfer Protocol) Ihres Mailanbieters an. Den Namen des Servers und den Port, über den er angesprochen wird, führt Ihr Mailanbieter auf seinen Webseiten auf. Falls Sie per Google suchen: SMTP und der Name Ihres Mailanbieters führen meist schnell zur Webseite mit den benötigten Angaben. Wenn dort angeboten, verwenden Sie den TCP-Port 465, andernfalls den vom Anbieter angegebenen. Speichern Sie die Einträge und lassen Sie die Fritzbox prüfen, ob sie damit arbeiten kann. Anschließend können Sie weiter unten den Absendernamen nach Bedarf ändern.

Zurück auf der Seite „Push Service“ setzen Sie nun zumindest für „Smart Home“ das Häkchen für den Mailversand. Wenn Sie dann rechts auf Details klicken, öffnet die Box eine Tabelle mit den aktuell konfigurierten Smart-Home-Geräten, für die Sie den Push-Dienst aktivieren können. Falls die Seite noch leer ist, Sie aber ein neues Gerät zur Hand haben, melden Sie es über das Menü „Smart Home/Geräte und Gruppen“ und den Knopf „Gerät anmelden“ an.

Machen Sie sich mit den verschiedenen Push-Varianten vertraut. Wenn der Dienst lediglich im Menü „System/Push Service“ aktiviert ist, informiert die Fritzbox schon mal über Smart-Home-Anmeldevorgänge.

Zusätzlich kann man in Menü „Smart Home/Geräte und Gruppen“ Push-Mails für einzelne Aktionen eines Geräts aktivieren. Dann gibt sie etwa über Schaltvorgänge von Steckdosen Bescheid. Zusätzlich kann man für einzelne Geräte auswählen, über welche Aktionen die Fritzbox informieren soll, etwa über kurze und lange Tastendrücke des Tasters Fritz-DECT 400. Solche Informationen be-

kommt man auch aufs Smartphone, wenn man die Fritz-App Smart Home entsprechend eingerichtet hat.

Nützlich ist der Push-Service jedenfalls oft erst dann, wenn es knirscht. Wenn etwa eine entfernte Zigbee-Lampe zickt, kann das an einem instabilen Funkkontakt liegen. Solchen Fehlern kommt man leichter auf die Spur, wenn man für alle Geräte Push-Optionen einschaltet und sich über Verbindungsverluste per Mail informieren lässt. Hat man seine Pappenheimer wieder im Griff, schaltet man die Push-Mails wieder ab.

Wenn alles zur Zufriedenheit läuft, sichern Sie die Einstellungen über „System/Sicherung“ auf Ihrem PC. Tragen Sie dort auch ein Passwort ein, denn darüber wird die Konfigurationsdatei verschlüsselt, sodass Fremde sie nicht manipulieren können. Falls Sie später eine Einstellungsdatei wiederherstellen: Das läuft wie bei der Fritzbox ab, aber alle Zigbee-Geräte müssen anschließend neu angemeldet werden (Menü „Smart Home/Geräte und Gruppen“, Button „Geräte erneut anmelden“).

Fritz-App Smart Home

Über einen Browser können Sie auf die Fritzbox bereits aus dem LAN oder per MyFritz aus der Ferne zugreifen. Damit das per Smartphone-App abgesichert klappt, richten Sie am besten in der Benutzerübersicht der Box ein Konto ein, das nur das Smart Home bedienen darf. Unter den Feldern für den Namen und das Passwort aktivieren Sie dann nur die Anwendung „Smart Home“ und ganz unten „Zugang aus dem Internet erlaubt“.

Installieren Sie die FritzApp Smart Home vom Google-Play- oder von Apples App-Store auf Ihr Smartphone und stellen Sie sicher, dass das Smartphone im WLAN Ihrer Fritzbox eingebucht ist. Geben Sie nach dem Start der App die IP-Adresse der Fritzbox ein (bei Werkseinstellung: 192.168.178.1). Tippen Sie auf den Fritzbox-Eintrag und melden Sie sich mit den Zugangsdaten an, die Sie gerade angelegt haben.

Nicht wundern: Bei Clients, die wegen grenzwertiger Distanz zum Gateway die Verbindung gelegentlich verlieren, lässt die App rund fünf Minuten verstreichen, bis sie dafür „Keine Verbindung zur Fritzbox“ einblendet. Wenn man vor Ende dieser Frist mit der App einer Steckdose ein Schaltsignal schickt, zeigt sie mit dem Button-Zustand zunächst Vollzug an. Der Knopf springt aber ein Sekündchen später auf den

Ausgangszustand zurück. Das ist kein Programmierfehler, sondern erwartetes Verhalten, denn der Befehl wurde ja verschickt, aber die Ausführung nicht quittiert.

Was fehlt, was hakt

Fremde Schaltsteckdosen behandelt AVM noch stiefmütterlich: Anders als bei den eigenen (FritzDECT 200 und FritzDECT 210) bekommen die fremden im Menü „Smart Home/Geräte und Gruppen“ nur das Zusatzmenü „automatisch schalten“. Für die hauseigenen blendet AVM dort Statusangaben und Funktionen zum manuellen Schalten ein.

Manuell schalten kann man solche Steckdosen per Browser immerhin über das Menü „Smart Home/Bedienung“ und auch per Smartphone-App oder Smart-Home-Taster, wenn man einen dafür programmiert. Auch liest die Fritzbox anders als bei hauseigenen Steckdosen die Leistungsaufnahme angeschlossener Verbraucher nicht aus. Falls Sie also eine Zigbee-Dose zum Messen angeschafft haben, bleibt Ihnen nur übrig, diese am Gateway des Herstellers zu belassen.

Gleiches gilt für Zigbee-Lampen, die zu einer Party flackern oder gemütliche Lichtstimmungen liefern – Fritzsmart lässt solche Funktionen brachliegen. Möglicherweise ergänzt AVM noch das eine oder andere, aber wann, das steht in den Sternen (siehe c't-Interview mit AVM, ct.de/y2rg). Wenn man solche Funktionen nutzen und sich nicht an einen Hersteller binden will, ist das Open-Source-Projekt Zigbee2MQTT einen Blick wert, was aber Bastelarbeit nach sich zieht.

Verwirrend ist, dass im Webinterface der Box die Push-Service-Optionen für Zigbee-Geräte fehlen. Man könnte also denken, dass sie dazu keine Push-Mails verschickt. Doch diese Option findet man

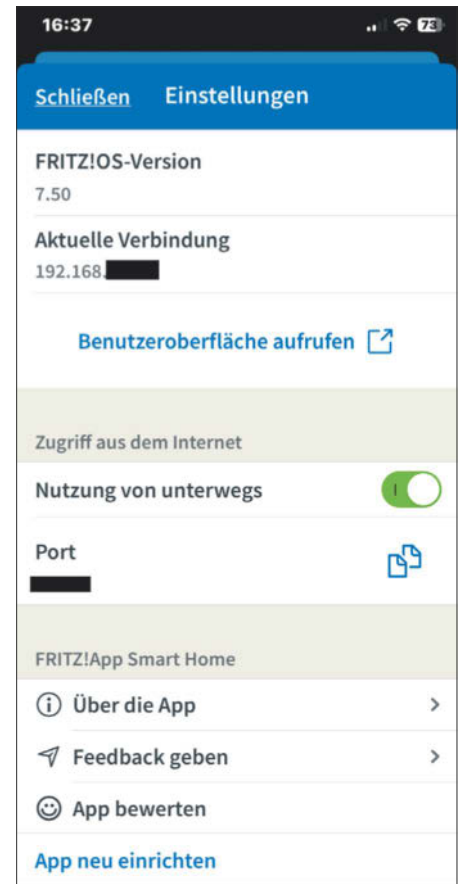
durchaus, aber nur im Webinterface des Gateways, dort immerhin an derselben Stelle wie in der Box. Außerdem synchronisieren Gateway und Fritzbox die Sortierreihenfolge der Geräte nicht untereinander, sodass man das immer wieder per Hand nachführen oder mit unterschiedlicher Reihenfolge leben muss.

Wer viele Geräte eingebunden hat, kann in der Ansicht „Geräte und Gruppen“ über das Klappenmenü rechts oben unerwünschte Geräteklassen vorübergehend ausblenden, um die Übersicht zu verbessern. Aber nach Verlassen und Wiederkehr blendet die Fritzbox wieder sämtliche Geräte ein. Das hat AVM in seiner Smart-Home-App besser gelöst: Damit kann man in den Einstellungen die Liste der Geräte nach Bedarf sortieren und auch einzelne Geräte dauerhaft aus der Bedienansicht ausblenden. Diese Einstellungen gelten nur für das jeweilige Smartphone, sodass jeder Benutzer nur die Geräte anzeigen lassen kann, die für ihn von Belang sind.

Noch zu feilen hat AVM an der Tabelle „Geräte und Gruppen“. Dort wird immer der „Verbindungszustand zur Fritzbox“ eingeblendet, auch wenn ein Gerät über das Gateway angekoppelt ist. Nützlich wäre eine Spalte, der man entnehmen kann, ob ein DECT-Client an der Fritzbox oder am Gateway angemeldet ist oder eine eigene grafische Übersicht wie beim Mesh-WLAN. Und wir wünschen uns Export/Import-Funktionen für einzelne Clients, damit man sie leicht zwischen Fritzbox und Gateway umziehen kann sowie Angaben zur Empfangsgüte (Link Quality) wie sie manche Zigbee-Geräte standardmäßig melden (ct.de/y2rg).

Schlusswort

Das Smart-Home-Universum ist zwar wei-



Um auf Geräte wie Heizungsthermostaten aus der Ferne zugreifen zu können, richtet man auf dem Smartphone die FritzApp Smart Home ein. Dafür gestattet man die „Nutzung von unterwegs“.

terhin zersplittert, aber mit seinem Zigbee-Gateway zeigt AVM, dass sich mehrere, bisher gänzlich inkompatible Systeme gut unter einer Bedienoberfläche integrieren lassen. Die Menüführung leuchtet unmittelbar ein, auch ohne vorherige Fritzbox-Erfahrung. Das macht Hoffnung auf kommende Geräte mit dem Universalstandard Matter.

Doch AVM hat bisher nur einen Rohbau vorgelegt. Grundfunktionen sind gut implementiert, aber die eine oder andere von Zigbee-Apps gewohnte Sonderfunktion fehlt. Das erschwert Kaufinteressenten die Entscheidung für das Fritzsmart-Gateway. Nutzer, die auf möglichst alle von den Zigbee-Apps gewohnten Funktionen Wert legen, werden damit hadern. Wer die Automatisierung der Fritzbox schätzt, kann sich aber auf neue Kombinationsmöglichkeiten von Zigbee- und DECT-ULE-Geräten freuen. (dz@ct.de) **ct**

Zigbee-Infos, Fritzbox-Tipps, Interview: ct.de/y2rg

Lebensdauer DECT-Smart-Home

Manche Bastler unken, dass die Nahfunktechnik DECT bald aussterben könnte, weil die Genehmigung der Regulierungsbehörde 2025 ausläuft und bisher nicht verlängert wurde. Das wäre fatal, weil damit auch die Betriebsgenehmigung für installierte DECT-Geräte erlöschen würde.

Ein Sprecher der Bundesnetzagentur antwortete auf unsere Nachfrage, dass die Behörde viele Zuteilungen erst weni-

ge Monate vor Fristablauf prüft. Speziell für DECT seien „derzeit keine Gründe bekannt, die gegen eine Verlängerung sprechen“. Auch sei die Zuteilung in Deutschland durch die EU-Richtlinie 91/287/EWG gestützt, sodass nach derzeitigem Stand DECT-Geräte „auch über das Jahr 2025 hinaus genutzt werden können“. Fritzbox-User, die ihr Smart Home auf DECT-Basis aufgebaut haben, können sich also zurücklehnen.



Bild: Andreas Martini

Verdoppelungsgehilfe

Smart-Home-Praxis mit dem Fritzsmart-Gateway

In der Fritzbox-Erweiterung Fritzsmart steckt ein Doppel-Gateway für das smarte Heim. In unseren Praxistests spielten damit diverse DECT- und sogar mehr Zigbee-Geräte zusammen als erwartet. Nach ein wenig Handarbeit vergrößert das Gateway auch die Abdeckung beider Funknetze.

Von Dušan Živadinović

Mit der Fritzbox-Erweiterung „FRITZ!Smart Gateway“, im Weiteren kurz Fritzsmart genannt, will AVM im Zigbee-Markt mitmischen. Es verschafft Nutzern ein weit größeres Angebot an Smart-Home-Geräten, als bisher auf DECT-Grundlage vorhanden ist. AVM führt in seiner Kompatibilitätsliste 56 Zigbee-Lampen und 10 Zigbee-Steckdosen auf. In unserem Test funktionierten außerdem weitere Steckdosen und Steckdosenleisten, die AVM bisher nicht listet.

Jedoch: Man kann Zigbee-Geräte seit jeher mittels preisgünstiger Gateways anderer Hersteller (Philips, Lidl, Ikea, etc.) auch an der Fritzbox betreiben. Das Fritzsmart hält dagegen und wirft in die Waagschale: ein zusätzliches DECT-Gateway (verdoppelt die maximale Anzahl der

DECT-Clients), WLAN- oder LAN-Anbindung an die Fritzbox, USB-Buchse zum Laden von Smartphones sowie weitreichende Integration mit dem Webinterface der Fritzbox – das kann sich auf dem Papier sehen lassen.

Den tatsächlichen Schwächen und Stärken sind wir in einem mehrwöchigen Praxistest mit diversen Zigbee-Lampen und -Steckdosen nachgegangen. In diesem Beitrag fassen wir die damit gewonnenen Erfahrungen beim Netzaufbau und Betrieb zusammen. Im Einzelnen geht es um optimales Aufstellen, Erweitern der DECT-Abdeckung, Kombination von DECT- und Zigbee-Geräten und Erfahrungen mit Zigbee-Bluetooth-Gateways.

Als Grundlage haben wir dafür die im Beitrag ab Seite 18 geschilderte Konfiguration verwendet. Damit greift man sicher

und ohne Cloud auch aus der Ferne auf das Smart Home zu und lässt sich über Statusänderungen per Mail oder per Fritz-App Smart Home informieren.

Optimal aufstellen und verbinden

Bevor man das Fritzsmart-Gateway nutzen kann, muss man es per WLAN oder Ethernet mit der Fritzbox koppeln. Das ist mit je einem Tastendruck auf Gateway und Fritzbox erledigt. Anschließend verwaltet man das Smart Home wahlweise über das Webinterface des Gateways oder der Fritzbox; die Geräte synchronisieren sämtliche Smart-Home-Inhalte automatisch. Manche Nutzer dürften zur Kopplung die WLAN-Schnittstelle bevorzugen, denn damit kann man den Aufstellungsort flexibel wählen; auch AVM empfiehlt WLAN.

Wir kommen zum gegenteiligen Ratsschlag: WLAN sollte nur zweite Wahl sein, denn wenn Zigbee- und WLAN-Geräte im 2,4-GHz-Band funken, bremsen sie sich gegenseitig ähnlich WLAN und Bluetooth. Das zeigte sich schon bei ersten Experimenten in einem Gebäude mit viel WLAN-Verkehr. Manche Schaltbefehle wurden nur mit einigen Sekunden Verzögerungen umgesetzt. Verbindungsabbrüche haben wir in der Zeit nicht beobachtet, sie können bei WLAN- oder Bluetooth-Störungen aber ebenfalls auftreten. Dem gehen Sie mit Ethernet aus dem Weg.

Auch eignet sich Ethernet um so besser, je weiter das Gateway von der Fritzbox stehen soll. In Gebäuden überbrückt WLAN unter guten Bedingungen rund 30 bis 40 Meter, ein Ethernet-Segment kann aber bei üblicher Verkabelung rund 100 Meter lang sein. Dort lässt sich das Signal per Switch auffrischen und dann über das nächste Segment weitere 100 Meter weit bringen.

Falls Ihre Entscheidung dennoch zugunsten von WLAN ausfällt, bleibt der LAN-Anschluss des Fritzsmart-Gateway ungenutzt. Er eignet sich nicht zum Ankoppeln von Computern, Fernsehern oder anderen LAN-Geräten; das Fritzsmart ist kein WLAN-Repeater und damit auch keine WLAN-zu-LAN-Bridge.

DECT-Abdeckung vergrößern

„Die Fritzbox hat keine Verbindung mehr zum Smart-Home-Gerät xy. Bitte überprüfen Sie, ob Störquellen die DECT-Verbindung beeinträchtigen oder der Abstand zwischen Smart-Home-Gerät und Fritzbox zu groß ist.“ Mit dieser Fehlermeldung in-

formiert die Fritzbox per Mail, wenn die Verbindung zu einem DECT-Gerät abreißt. Damit legt der Hersteller zwar den Finger in die Wunde, hilft aber nicht wirklich. Es gibt schließlich Situationen, in denen die Fritzbox nicht versetzt werden kann, weil dann beispielsweise andere Clients nicht mehr erreichbar wären. Es gibt aber Abhilfe: Man kann entweder die DECT-Abdeckung mittels des Fritzsmart-Gateway vergrößern oder versuchen, die Aufgabe mit Zigbee-Geräten zu erledigen (siehe weiter unten bei „Zigbee-Reichweite“).

Zunächst zur DECT-Lösung: Stellt man das Gateway abgesetzt von der Fritzbox auf, erweitert es auch die DECT-Abdeckung, obwohl AVM diesen Vorteil herunterspielt. Doch für Fritzbox-Nutzer ist das Smart-Gateway die bisher einzige Möglichkeit, Smart-Home-Clients außerhalb der Reichweite der Fritzbox zu betreiben und damit die Abdeckung zu vergrößern. AVM hat zwar einen DECT-Repeater im Lieferprogramm, aber der eignet sich nicht für die Smart-Home-Clients, denn ihm fehlt die HAN-FUN-Implementierung (Home Area Network Functional protocol). Umgekehrt eignet sich Fritzsmart nicht für DECT-Telefone, sondern nur für Smart-Home-Geräte (DECT ULE, HAN FUN).

Die DECT-Funktion von Fritzsmart kann man nutzen, um beispielsweise getrennte Gruppen von Clients in benachbarten Gebäuden aufzustellen, etwa Doppel-

haushälften. Beide lassen sich dann (anders als etwa nach Einbinden in zwei Fritzboxen) trotzdem auf Gateway und Fritzbox über dasselbe Webinterface verwalten und auch automatisieren.

Das Fritzsmart ist jedoch kein DECT-Repeater, mit dem sich die Abdeckung einfach durch Aufstellen vergrößern ließe. Auch fehlt eine Funktion für den automatischen Wechsel (Hand-over) zwischen Gateway und Fritzbox. Stattdessen führt man dem Fritzsmart die DECT-Clients per Hand zu. Ein bereits an der Fritzbox angemeldetes Gerät muss man dafür zuerst vom Router abmelden. Fortan bleibt jedes Gerät der jeweiligen DECT-Basis zugeordnet, auch wenn man es so versetzt, dass es näher an der anderen steht.

Wenn Sie das Gerät in der Fritzbox in einer Automatisierungsvorlage verwendet oder einer Gruppe zugeordnet haben, fehlt es dort nach dem Auszug. Daraus folgt für den Einzug im Fritzsmart: Falls Sie das Gerät auf Fritzsmart in einem neuen Szenario benötigen, gehen Sie wie üblich vor und legen neue Gruppen, Vorlagen oder Routinen an. Wenn das Gerät in den ursprünglichen Gruppen oder Vorlagen laufen soll, müssen Sie es per Hand an den entsprechenden Stellen wieder eintragen.

Damit das bis aufs letzte Detail klappt, empfiehlt es sich, die Gruppen- und Vorlageneinstellungen in der Fritzbox vor dem Umzug zu notieren oder als Screenshots zu archivieren. Das ist mit etwas



Mit dem von AVM gefertigten Fritzsmart-Gateway lassen sich neben Lampen (z. B. Tint E27) auch etliche schaltbare Steckdosen per Zigbee-Funk in das Smart Home der Fritzbox bringen (die Fernbedienung leider nicht): Müllerlicht Tint Smart Power Strip, Ikea Åskväder, Osram Smart+, Ledvance Smart+ Plug EU Indoor und Ikea Trådfri.



Unter den schaltbaren Steckdosen sind auch Modelle, die Messwerte zur Leistungsaufnahme angeschlossener Verbraucher liefern: Tuya Power Plug-001SPB2, Aubess Smart Socket (alias Girier JR-ZPM01), Lidl SilverCrest Zwischenstecker und innr SP120.

Arbeit verbunden, aber da Smart-Home-Geräte meist an einem festen Platz bleiben, zieht man sie nur einmal um. AVM würde aber sicher Freunde hinzugewinnen, wenn es Export/Import-Funktionen dafür nachreichen würde.

Im Einzelnen geht man so vor: Öffnen Sie in der Fritzbox das Menü „Smart Home/Geräte und Gruppen“ und archivieren Sie die aktuellen Einstellungen wie beschrieben. Klicken Sie dann weiter unten auf den Button „Gerät löschen“ und dann beim entsprechenden Client rechts in der Spalte auf den Papierkorb. Wenn Sie die Sicherheitsrückfrage abnicken, verschwindet es aus der Ansicht und die Fritzbox entfernt es aus etwaigen Gruppen, Vorlagen, Szenarien und Automatisierungsroutinen. Weitere Clients entfernen Sie auf dieselbe Weise. Klicken Sie zum Schluss auf Fertig. Anschließend sind die aus der Fritzbox gelöschten Geräte frei für Kopplungen mit dem Gateway.

Falls ein Gerät während des Pairings zuerst eine gescheiterte Kopplung meldet und dann eine erfolgreiche: Das passiert, wenn es noch in der Fritzbox eingetragen ist. Dann meldet es sich erneut an der Fritzbox an und nicht am Gateway. Nachdem Sie es gelöscht haben, sollte das Pairing mit dem Gateway ohne Fehlermeldung ablaufen.

Wenn es tatsächlich neu angekoppelt wurde, finden Sie es unter einem neuen, generischen Namen im Menü „Smart Home/Geräte und Gruppen“, beispielsweise „FritzDECT 301 #3“. Nun können Sie die ursprünglichen Einstellungen neu eintragen; sie funktionieren dann wieder, obwohl das Gerät am Gateway angemeldet

ist. Die Fritzbox hat das gelöschte Gerät zwar aus den Vorlagen getilgt und blendet dort „Keine Geräte enthalten“ ein, aber den neuen Eintrag bringt man wie gewohnt über das zugehörige Menü wieder in die Vorlage hinein. Zum Beispiel: die Vorlage „Ilonas Zimmer heizen“ anklicken, dann im Geräteauswahlmenü den gewünschten Client auswählen und übernehmen.

Kleines Manko: Anders als bei der Fritzbox kann man die Connect-Taste am Gateway nicht deaktivieren, sodass Angreifer mit physischem Zugang eigene Geräte ins Smart Home bringen können. Angriffsszenarien sind uns bisher aber nicht bekannt und AVM schätzt das Sicherheitsrisiko als gering ein (siehe Interview unter ct.de/yqc3).

Zigbee-Reichweite

Wenn sich die Smart-Home-Abdeckung nicht ausreichend per DECT vergrößern lässt, kann man Zigbee ausprobieren. Der Zigbee-Funk überbrückt zwar nur 10 bis 30 Meter in Gebäuden, aber mit Repeatern kann ein Zigbee-Netz weit größer sein als die Funkblase des Zigbee-Gateways.

Repeater bieten beispielsweise Ikea (Trådfri Signal-Repeater) und Tuya an (ZigBee 3.0 Signal Repeater USB Extender, siehe ct.de/yqc3). Beide ließen sich im Test mit dem Gateway koppeln, obwohl AVM diese Geräteklasse gar nicht in seiner Kompatibilitätsliste aufführt.

Praktisch daran ist, dass ein Repeater anschließend ohne Konfiguration funktioniert: Man stellt ihn zum Beispiel auf halber Strecke zu einem Zigbee-Client auf, der außerhalb der Gateway-Reichweite

steht. Sofern der Repeater das Gateway und den fernen Client erreichen kann, leitet er Zigbee-Daten automatisch zwischen den beiden hin und her. Die Strecke lässt sich verlängern, indem man weitere Repeater anhängt. Wenn in einem Zigbee-Mesh mehrere Routen zu einem Gerät führen, finden die Mesh-Teilnehmer die kürzeste Route selbstständig (Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing).

Viele Zigbee-Lampen, -Steckdosen und andere kontinuierlich per 230 Volt versorgte Geräte arbeiten selbst als Repeater und bilden ebenso automatisch ein Mesh. Meist kann man sich deshalb die Kosten für einen separaten Repeater sparen.

Mesh-Test

Für Fritzbox-Nutzer sind außer Lampen schaltbare Zigbee-Steckdosen interessant, weil manche billiger sind als die beiden DECT-Geräte von AVM. Beide Modelle, FritzDECT 200 und 210, kosten jeweils rund 70 Euro, während manche Zigbee-Dosen schon für unter 20 Euro angeboten werden. Sie können zusätzlich interessant sein, wenn man mehr Leistung braucht, als FritzDECT 200 und 210 schalten können (2,3 kVA/10 Ampere beziehungsweise 3,45 kVA/15 Ampere). Tuya Zigbee 3.0 Smart Socket etwa schaltet bis zu 3,68 kVA/16 Ampere.

Manche Hersteller versprechen auch 20 Ampere, aber die allermeisten Hausinstallationen geben nicht mehr als 16 Ampere her. Und selbst wenn man eine solche Dose tatsächlich verwenden kann: Vor dem Kaufklick lohnt ein genauerer Blick auf das Datenblatt, denn manche versprechen zwar 20 Ampere groß auf der Startseite, aber verraten in der Doku, dass das nicht für 230 Volt Netzspannung, sondern für 110 Volt gilt (ct.de/yqc3).

Wir haben einige aktuelle Zigbee-Dosen aus verschiedenen Quellen (siehe ct.de/yqc3) kommen lassen und ausprobiert, ob und wie gut sie sich für Fritzsmart eignen. Darunter sind Modelle mit Leistungs- und Spannungsmessung besonders interessant. Vom China-Basar AliExpress stammen die zwei baugleichen Modelle von Aubess (Smart Socket) und Girier (JR-ZPM01) sowie Tuya Power Plug-001SPB2. Außerdem haben wir Ikea Åskväder und Trådfri, Ledvance Smart+ Plug EU Indoor, Müllerlicht Tint Smart Power Strip, Lidl SilverCrest Zwischenstecker sowie als Gebrauchtgeräte innr SP120 v2.0 und Osram Smart+ ausprobiert.

Darunter eignen sich die Modelle AHBess/Girier, Power Plug-001SPB2, SilverCrest und innr SP120 zur Messung der Leistungsaufnahme. Jedoch kam schnell ans Licht: Das Fritzsmart liest den Messfühler nicht aus, sodass die Leistungsmessung an AVMs Gateway brachliegt. Ob AVM diese Funktion nachrüstet, ist offen (siehe auch Interview unter ct.de/yqc3). Wenn es nur um die Leistungsmessung geht, kann man jedenfalls einiges gegenüber dem AVM-Angebot sparen, wenn man ein separates Gateway und einen der vier Kandidaten kauft. Beispielsweise kosten ein SilverCrest-Gateway und der zugehörige Zwischenstecker bei Lidl rund 40 Euro. Die Lidl-Home-App liest auch die Werte der drei übrigen messenden Steckdosen aus.

Neben der Leistungsmessung haben wir untersucht, wie gut die Steckdosen und der Tuya-Repeater im Mesh mit Fritzsmart zusammenspielen und wie gut sie repeaten. Heraus kam: Alle haben im Test in einem Gebäude mit gemauerten Wänden funktioniert, also zusammen mit Zigbee-Lampen ein Mesh gebildet und Zigbee-Datenpakete untereinander weitergeleitet.

Zusätzlich mussten sie als Brücke zu einem Client vermitteln, den wir außerhalb der Reichweite des Gateways aufgestellt hatten. Die gesamte Strecke war rund 30 Meter lang und das Signal musste mehrere gemauerte Wände durchdringen; die Repeater haben wir in der Mitte aufgestellt.

Außer dem Tint Power Strip waren an der Brückenposition alle Teilnehmer vom Gateway aus umgehend nach Einschalten erreichbar und ließen sich per Funk schalten. Tint Power Strip brauchte mehr als eine halbe Stunde, um sich am Brückenpunkt zu orientieren. Anschließend war er dort gut erreichbar. Als Brücke funktionierte er auch, brauchte aber wiederum lange, bis er den entfernten Client fand und Pakete zu ihm routete. Die Ledvance-Steckdose war an der Brückenposition erreichbar, aber das letzte Stück zum entfernten Client konnte sie im Test nicht überbrücken.

DECT-Taster steuert Zigbee-Lampe

Im Test ließen sich die Steckdosen wie erwartet in gemischte Automatisierungen mit DECT-Geräten einbinden. Zum Beispiel kann man sie per DECT-Taster bedienen. Auch lassen sie sich in automatischen Routinen nutzen.

Viele Modelle kann man über einen Knopf per Hand schalten. Da sie diesen Tastendruck an das Fritzsmart melden, kann man sich das für manuelle Schalt-szenarien zu Nutze machen und über den Testendruck Befehlsketten auslösen; so lassen sich zum Beispiel mehrere weitere, zu einer Gruppe zusammengefasste Geräte gemeinsam schalten. Aber ob ein Zwischenstecker einen Knopf enthält oder nicht, das ist den Herstellerfotos nicht immer zu entnehmen. Beispielsweise spart Ikea bei den Trådfri-Dosen den Knopf ein. Sie lassen sich nur per Funkbefehl schalten.

Bei Gruppenschaltungen kann man derselben Vorlage zusätzliche Steckdosen hinzufügen oder durch andere Steckdosen ersetzen. So kann man eine leistungsmessende DECT-Steckdose wie die Fritz-DECT 210 mit wenigen Mausklicks von einem Szenario in ein anderes umbetten. Dafür genügt je eine Änderung in Vorlage, Szenario und Routine.

Pairing-Jammertal

Viele Geräte kann man direkt nach dem Auspacken ankoppeln, indem man sie neben das Gateway legt und dessen Connect-Taste drückt. Bei Käufen aus Gebrauchtbörsen kann die Anleitung schon mal fehlen und dann ist guter Pairing-Rat teuer, denn jeder Hersteller verwendet seine eigene Methode, um seine Geräte in den Pairing-Modus zu versetzen. In diesen Fällen lohnt ein Besuch der umfangreichen Webseite zigbee.blakadder.com. Dort hat Saša Miličević zahlreiche Zigbee-Geräte



Seit jeher lassen sich an der Fritzbox auch Zigbee-Gateways anderer Hersteller betreiben, beispielsweise das SilverCrest-Gateway der Supermarktkette Lidl. Mangels Integration in die Fritzbox-Welt führen sie aber ein Eigenleben.

erfasst und zu vielen am Ende des Geräteinhalts den Pairing-Modus auf Englisch beschrieben.

Hat man ein Zigbee-Gerät mit Fritzsmart gekoppelt, kann man die meisten nicht mehr über die Hersteller-eigene App steuern und muss auf Sonderfunktionen verzichten; AVM hat bisher nur Grundfunktionen implementiert. So lässt sich etwa bei Lampen von Müllerlicht mit der Tint-App eine Party-Beleuchtung mit Flackerlicht aktivieren, aber nicht über das Webinterface von Fritzsmart.

Mit etwas Glück können Sie das Manko abmildern: Wenn ein Zigbee-Gerät gleichzeitig auch per Bluetooth Low Energy funkt (Bluetooth-LE), können Sie auf Smartphone-Apps ausweichen.

Bluetooth LE überbrückt je nach Sendeleistung durchaus 10 bis 30 Meter in Gebäuden und eignet sich dann auch für Smart-Home-Anwendungen. Ob das bei Ihrem Gerät tatsächlich der Fall ist, lohnt daher auszuprobieren. Lampen und Steckdosen von Müllerlicht ließen sich bei uns im Test mit einem iPhone 12 mini ohne Weiteres aus benachbarten Zimmern schalten.

Ein bisschen Sci-Fi

Zusätzlich können Zigbee-Geräte ein Bluetooth-Zigbee-Gateway enthalten. Wenn diese mit anderen Zigbee-Geräten in Kontakt stehen, leiten sie ein per Bluetooth erhaltenes Kommando per Zigbee zum Ziel weiter. So ließen sich mit der Tint-App Lampen per Bluetooth auch zu Gruppen zusammenfassen und gemeinsam schalten.

Aber weil gleich zwei Steuerungsebenen implementiert sind, können so auch unerwartete Dinge passieren: Wenn man in der Tint-App das Kommando „alles aus“ oder „alles ein“ tippt, dann reichen die Müller-Lampen die Befehle an das Zigbee-Netz durch und zumindest Ikeas Trådfri-Steckdose führte den Befehl im Test aus. Dabei war es aber nicht erwünscht, dass sie den angeschlossenen Verbraucher schaltet.

Für den Nutzer ist das in der Tint-App nicht sichtbar; Zigbee-Geräte führt die App nicht auf, wenn sie am Fritzsmart angekoppelt sind. Das lässt an den Science-Fiction-Klassiker Brazil denken, der neben anderem durchspielt, wie Bewohnern die Kontrolle über hochautomatisierte Gebäude entgleitet. (dz@ct.de) **ct**

Zigbee-Infos: ct.de/yqc3

Social Update: Reddit, Twitter, Meta

Viel Unruhe bei den sozialen Medien: Reddit-Administratoren streiken. Twitter kommt auch mit der neuen Chefin nicht zur Ruhe. Neue Plattformen machen Druck.

Ärger bei Reddit: Viele Subreddits, also Teilforen der Plattform, waren zunächst gesperrt und ließen dann aus Protest nur noch sehr spezielle Inhalte zu. Auf diese Weise protestieren die ehrenamtlichen Moderatoren gegen Reddits Ankündigung, ab Juli Geld für API-Zugriffe zu verlangen.

Für viele beliebte Drittanbieter-Anwendungen für Reddit wären Gebühren für API-Zugriffe existenzbedrohend,

da sie auf die Zugriffe angewiesen sind. Die angekündigte Änderung würde letztlich auch den Moderatoren die Arbeit erschweren. Daher haben sie zunächst etliche Subreddits auf „nicht öffentlich“ geschaltet. Nachdem das Management gedroht hatte, protestierende Moderatoren abzusetzen, öffneten diese ihre Subreddits wieder, aber nur für sehr eingeschränkten Content. Wie der Streik ausgeht, war bei Redaktionsschluss unklar.

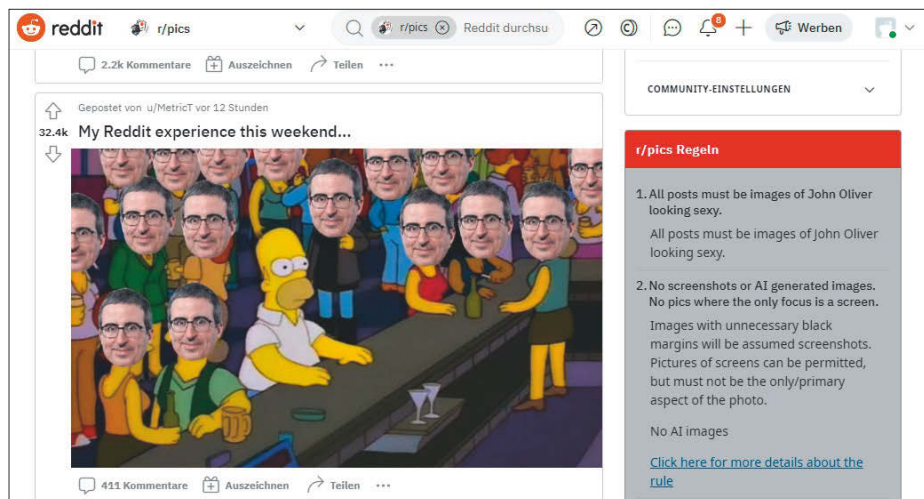
Reddits CEO Steve Huffman hatte Elon Musk als Vorbild für sein Vorgehen bezeichnet. Der hatte Anfang Juni Linda Yaccarino als neue CEO für Twitter präsentiert. Yaccarino will das Werbegeschäft des Dienstes wiederbeleben und kündigte eine

Video-App für Smart-TVs an. Doch auch unter der neuen Chefin kommt Twitter nicht zur Ruhe. So entschied ein Gericht in Boulder im US-Bundesstaat Colorado, dass Twitter seine dortigen Büros räumen muss. Geklagt hatte der Vermieter, weil Twitter die Miete nicht mehr bezahlt hatte.

Weil Musk im Zuge der Twitter-Übernahme das – aus seiner Sicht zu teure – Lizenzierungsabkommen mit der Musikindustrie aufgekündigt hatte, steht der Plattform jetzt durch eine Urheberrechtsklage der US-amerikanischen National Music Publishers Association (NMPA) weiterer Ärger ins Haus. Die fordert bis zu 250 Millionen US-Dollar Schadenersatz.

Zusätzlichen Druck üben die vielen Dienste aus, die sich als Alternativen zu Twitter positionieren (siehe c't 13/2023, S. 124). So wächst das Ökosystem um den Dienst Bluesky, zu dessen Gründern der ehemalige Twitter-Chef Jack Dorsey zählt. Der beliebte RSS-Reader Flipboard etwa unterstützt jetzt neben Mastodon auch Bluesky. Bluesky hat zudem die sogenannten Custom Feeds freigegeben. Damit können Nutzer eigene Algorithmen für die Sortierung ihrer Newsfeeds definieren, ihre Feeds für andere Nutzer freigeben sowie die Feeds anderer Nutzer abonnieren.

Auch Meta-Chef Mark Zuckerberg lässt einen Twitter-Klon entwickeln, berichtet das US-Magazin The Verge. Größte Besonderheit: Der Dienst mit dem internen Namen Project 92 soll ans Fediverse angeschlossen werden. (jo@ct.de)



Nichts als der Comedian John Oliver – der kreative Protest der Moderatoren

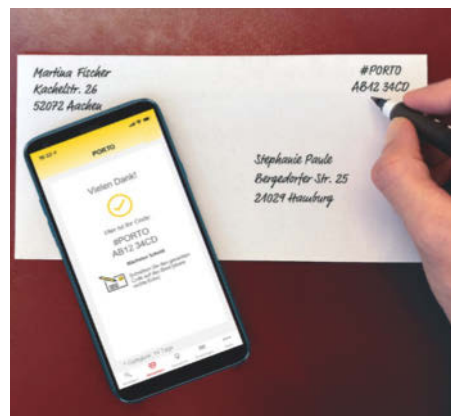
OLG Köln: Mobile Post-Codes zu kurz gültig

Mobile Briefmarken in Form sogenannter Portocodes dürfen nicht bereits 14 Tage nach Kauf wertlos werden. Eine Verkürzung der gesetzlichen Verjährungsfrist um rund 99 Prozent sei eine „**unangemessene Benachteiligung der Verbraucher**“, entschied das Oberlandesgericht (OLG) Köln (Az. 3 U 148/22). Damit ist die Deutsche Post mit ihrer Berufung gescheitert.

Im Herbst 2020 hatte die Post die mobile Briefmarke eingeführt und damit das frühere Handyporto ersetzt. In einer DHL-App können Kunden Porto bezahlen und einen achtstelligen Code erhalten, den sie auf den Brief schreiben. Der Code wurde

bisher nach 14 Tagen ungültig, egal, ob genutzt oder nicht. Dagegen hatte der Verbraucherzentrale Bundesverband (vzbv) geklagt.

Die Post argumentierte, es gebe keine Benachteiligung der Kunden. Vielmehr sei der Portocode so bequem, dass er Nutzer begünstige. Eine längere Gültigkeitsdauer würde längere Portocodes erforderlich machen, andernfalls steige die Missbrauchsfahr. Den Code auf eine praktikable Länge zu beschränken sei ein nachvollziehbares Interesse, bestätigte das OLG Köln. Das rechtfertige es aber nicht, die Gültigkeit auf lediglich 14 Tage zu begrenzen. (hob@ct.de)



Bisher verlor der generierte Briefmarkencode nach 14 Tagen seine Gültigkeit.

Magnetgeführte Pille filmt im Magen

Mit einer Kamerapille und einem starken Magnetfeld wollen Forscher der George Washington University die herkömmliche Magenspiegelung ersetzen.

Eine Magenspiegelung mit einer Sonde, die per Schlauch durch Mund und Speiseröhre geführt wird, belastet viele Patienten sehr und ist in der Regel mit einer Narkose im Krankenhaus verbunden. Auf der anderen Seite haben Entwickler bereits Pillen mit einer Kamera entwickelt, die den Verdauungstrakt passiv durchlaufen. Sie lassen sich allerdings nicht gezielt zu kritischen Bereichen steuern.

Andrew Meltzer, der an der George Washington University Notfallmedizin lehrt, hat eine Studie mit der Kamerapille NaviCam von AnX Robotica durchgeführt, die er magnetisch durch Speiseröhre, Magen und Dünndarm lenken kann. Mit 27 Millimeter Länge und einem Durchmesser von 12 Millimetern umfasst sie eine 160-Grad-Weitwinkelkamera mit 640 × 480 Pixel Auflösung und LED-Scheinwerfer. Bis zu 16 Stunden sendet das kleine Gerät seine Kamerabilder per

Bluetooth. Im Magnetfeld steuert der Arzt die Kapsel nach oben oder unten, rechts oder links und kann sie zudem um ihre Längsachse drehen.

Meltzer hebt hervor, dass die große Mehrzahl der Patienten in seiner Studie (80 Prozent) eine Endoskopie mit der Kamerapille bevorzugten, weil sie ambulant und ohne Narkose geschehen kann. In der

Studie gelang es den teilnehmenden Notfallmedizinern, 95 Prozent der geschädigten Magenwandstellen zu finden und im Video für eine Begutachtung durch einen Facharzt einzufangen; der Gastroenterologe brauchte bei der Untersuchung nicht anwesend zu sein. (agr@ct.de)

Aufsätze zu den Meldungen: ct.de/y5mn



Bild: AnX Robotica

Die Kamerapille NaviCam liefert Bilder aus dem Verdauungstrakt. Der Arzt kann sie magnetisch durch Speiseröhre, Magen und Dünndarm steuern.

Gelasertes Isolierglas lässt Funk durch

Mehrfachverglaste Fenster mit Wärme- und Sonnenschutz haben den Nebeneffekt, dass sie Mobilfunk- und Standortsignale dämpfen. Insbesondere die verbreitete Low-E-Beschichtung, eine auf das Glas aufgebrachte, feine Metall- oder Metalloxidschicht, hemmt einen Großteil der LTE-, 5G- und GPS-Signale. Das führt

dazu, dass Smartphones ihre Sendeleistung maximieren und ihren Akku schneller leeren.

Ein Team um Thomas Kroyer, Gruppenleiter Beschichtungssysteme am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) hat dagegen ein funktwellentransparentes Isolierglas entwickelt. Die Forscher entfernten die Low-E-Schichten per Laser in etwa 50 Mikrometer schmalen Linien. Damit reflektiert die Schicht immer noch langwellige Wärmestrahlung, die noch längeren Funkwellen kommen aber hindurch. An einer Prototyp-Fassade maßen die Forscher je nach Frequenz eine **um den Faktor 100 bis zu 100.000 verbesserte Signalübertragung**, also ein um 20 bis 50 Dezibel stärkeres Signal. Ein LTE-Download beschleunigte sich auf mehr als das 50-Fache. Zugleich stieg der Wärmedurchgang mit 0,1 Watt pro Quadratmeter und Grad nur wenig an. (agr@ct.de)

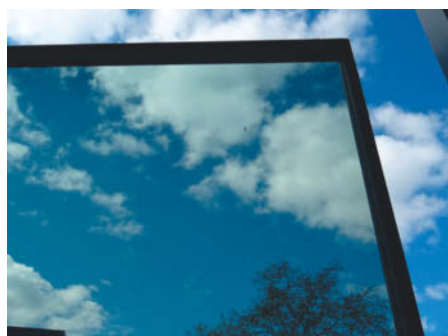


Bild: Fraunhofer ISE

Die Mikrostruktur der Wärmebeschichtung öffnet die neuartigen Isolierglasfenster für Mobilfunk- und GPS-Signale.

Phosphat auf Saturnmond

Wissenschaftler um den Planetologen Frank Postberg an der FU Berlin haben Phosphat im Ozean des Saturnmondes Enceladus nachgewiesen. Phosphor gilt als ein **Schlüsselement, damit Leben entstehen kann**. Grundlage der jüngsten Arbeiten sind Daten der Saturnsonde Cassini, die zwischen 2004 und 2017 vom Saturnmond ausgestoßene Gase und Eispartikel analysierte. Postberg erkannte in diesen Daten bereits früh Karbonate und eine ganze Palette organischer Verbindungen sowie Hinweise auf Hydrothermalquellen. In seiner jüngsten Arbeit gelang es ihm nun, die Signatur von Phosphaten in den Sondendaten zu entdecken. Die berechneten Konzentrationen der im Wasser gelösten Verbindungen dürften sogar um das 100- bis 1000-Fache höher liegen als die, die in Ozeanen auf der Erde bekannt sind. (agr@ct.de)

Gut gebrüllt, Kundschaft!

Über praktische Features, die Windows 11 bald bekommt – und verliert

In den vergangenen Wochen haben Vorabversionen ein immer deutlicheres Bild des nächsten Major Release von Windows 11 gezeichnet, das sehr wahrscheinlich im Herbst erscheinen und Version 23H2 heißen wird. Manches daran ist willkommen, manches wohl eher nicht.

Von Jan Schüßler

Seit Kurzem können alle, die im Beta-Testprogramm Windows Insider die „Dev“-Version von Windows 11 installieren, eine Taskleisteneinstellung setzen, die viele Windows-11-Umsteiger von Anfang an schmerzlich vermisst haben. Die Option, die Icons mehrerer offener Instanzen desselben Programms nebeneinander und mit Beschriftung anzuzeigen, statt sie zu einem einzigen Icon zusammenzufassen, war bis einschließlich Windows 10 selbstverständlich. Diese auch als „nie gruppieren“ bekannte Einstellung ist für viele User eine Standardfunktion für höhere Produktivität beim Umgang mit vielen Tabellen, Browserfenstern und so weiter. Betrachtet man es genauer, wird die Option sogar flexibler als in Windows 10: Man kann auswählen, dass auch die Icons angehefteter, aber

nicht gestarteter Programme beschriftet sind.

Explorer: Weniger und mehr

Auch am Datei-Explorer bastelt Microsoft weiterhin. Als Ergebnis gibt es zum Beispiel einen etwas getunten Detailbereich; aktiviert man diese Spalte, erscheint sie am rechten Rand des Explorer-Fensters. Bislang ist sie zum Beispiel bei Fotoordnern hilfreich, da sie auf einen Blick Metadaten wie Aufnahme- und Kameradaten anzeigt, für die man sonst erst die „Details“-Registerkarte in den Dateieigenschaften aufrufen müsste.

Neu ist, dass das Vorschaubildchen bei Fotos nun die ganze Breite nutzt und weitere Metainformationen zur Datei auftauchen, die vor allem in Arbeitsumgebungen nützlich sein könnten, etwa den Bearbeitungsverlauf oder Verknüpfungen zum Teams-Kontakt, der einem die Datei geschickt hat. Aber: Die klassischen Meta-Infos wie eben Kameraparameter, die der Detailbereich bislang auflistet, zeigt der Bereich in der aktuellen Betaversion nicht mehr an.

Daneben will Microsoft auch die Registerkarte „Ansicht“ des Menüs „Ordneroptionen“ aufräumen. Einige Einträge sollen dort verschwinden, weil man festgestellt habe, dass sie kaum benutzt werden. Es betrifft folgende Optionen: Konflikte bei der Ordnerzusammenführung ausblenden, immer Symbole statt Miniaturansichten anzeigen, Dateisymbol auf Miniaturansichten anzeigen, Datei-

größteninformationen in Ordnerhinweisen anzeigen, geschützte Systemdateien ausblenden, Laufwerksbuchstaben anzeigen, Pop-up-Informationen für Elemente in Ordnern und auf dem Desktop anzeigen, verschlüsselte oder komprimierte NTFS-Dateien in anderer Farbe anzeigen, Freigabe-Assistenten verwenden. Microsoft weist allerdings ausdrücklich darauf hin, dass alle Registry-Schlüssel, auf die die Ordneroptionen abbilden, weiterhin funktionsfähig bleiben.

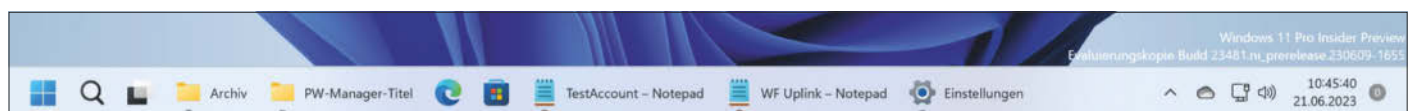
Bildergalerie

Das Explorer-Element „Katalog“ (eine etwas unglückliche Übersetzung der englischen „Gallery“) stellt die Bildersammlung in einem modernen Format dar, wie man es bereits aus der Windows-Foto-App oder auch aus Google Fotos kennt: Die Fotos sind chronologisch sortiert (neueste ganz oben), Dateinamen sind ausgeblendet, Abstände zwischen den einzelnen Thumbnails werden schmaler und die Darstellung folgt keinem starren Raster, sondern fügt Hoch- und Querformate mosaikartig aneinander. Dazu gibt es am rechten Fensterrand eine Zeitleiste – auch das kennt man aus Google Fotos & Co. Was alles im „Katalog“ angezeigt wird, entspricht dem, was im Bereich „Alle Fotos“ der Windows-Fotoanzeige-App eingestellt ist.

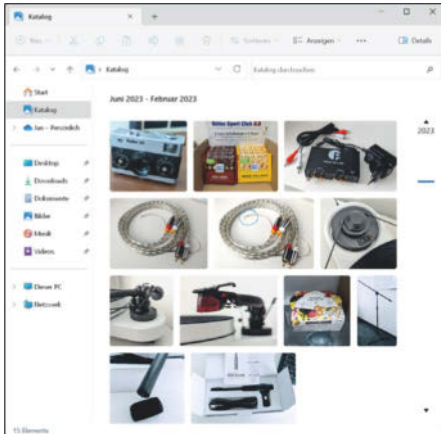
Die klassische Darstellung des Bilderordners wird mit der Katalogansicht nicht überflüssig, und sie soll auch nicht ersetzt werden. Ob die eine oder andere Darstellung besser ist, entscheidet der Anwendungsfall. Will man nach Dateinamen oder bestimmten Attributen suchen, bleibt die klassische Ordneransicht das Mittel der Wahl. Um etwa Urlaubsbilder schnell chronologisch zu durchforsten, dürfte die Katalogansicht aber durchaus eine Erleichterung sein.

Mehr Kleinkrams

Kleinere Änderungen betreffen zum Beispiel die Funktion „Windows Spotlight“, die über ein Desktop-Icon nun direkt zwischen vier verschiedenen Hintergründen auswählen lässt. Zu den bisherigen „Widgets“ gesellt sich eins für Facebook-Benachrichtigungen und die Funktionen



Gleiche Programmicons nebeneinander und beschriftet anzeigen: Ja, das geht. Bald zumindest.



Gibts bald auch direkt im Explorer: die Galerieansicht mit kompakter Darstellung.

zum Cloud-Backup sollen künftig alle Elemente in einer Oberfläche darstellen, also Ordnerbackup, Apps, Kennwörter und Windows-Einstellungen. Im Test mit dem bei Redaktionsschluss aktuellen Insider-Dev-Build mit der Nummer 23481 war davon allerdings noch nichts zu sehen. Außerdem soll Windows automatisch erkennen, wenn Anwender mit Benachrichtigungs-Pop-ups einer bestimmten App nie interagieren, und vorschlagen, die Pop-ups für die betreffende App abzuschalten.

Besitzer von Eingabe- und ähnlichen Geräten mit steuerbarer LED-Beleuchtung sollen die Lichteffekte zudem direkt in den Windows-Einstellungen verwalten können („Dynamic Lighting“) – zumindest dann, wenn die Geräte mit dem offenen HID-Standard LampArray konform sind. Derzeit sind das vor allem jede Menge Eingabegeräte von Razer; eine aktuelle Liste pflegt Microsoft in einem Learn-Eintrag (siehe ct.de/yms4).

Fazit

„Ein bisschen was müssen wir den Leuten aber auch wegnehmen“ – so, könnte man meinen, lautet Microsofts Mantra bei der Überarbeitung von Funktionen. Die umfangreiche Liste an Metadaten im Explorer-Detailbereich fanden wir bislang ebenso praktisch wie die Option, den Explorer bei Bedarf schnell mal die geschützten Systemdateien und -ordner anzeigen zu lassen. Abgesehen von diesen Nachteilen können wir feststellen: Sind die kritischen Stimmen laut genug, hört Microsoft ihnen zu – manchmal jedenfalls. (jss@ct.de) **ct**

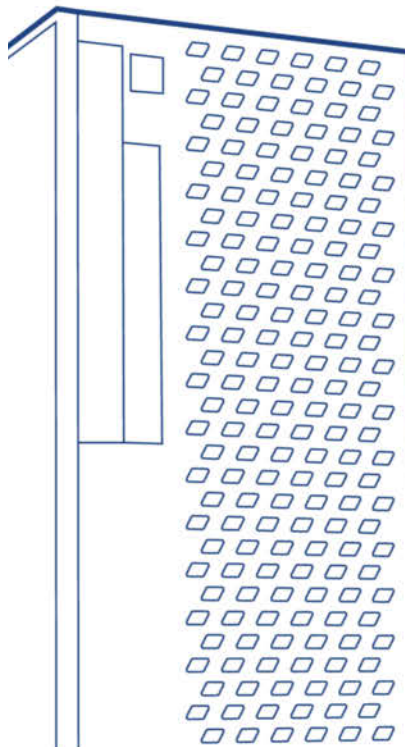
Kompatibilitätsliste für Dynamic Lighting: ct.de/yms4

EXTRA

COMPUTER GMBH

HARDWARE UND SERVICE FÜR BUSINESS & INDUSTRIE

- + Wir unterstützen Sie dabei, verlässliche und individuelle IT-Systeme für Ihr Vorhaben zu planen, kreieren und zu bauen
- + Hochwertige IT für Industrie- und Business-Anwendungen
- + Ihr IT-Hersteller aus Deutschland seit 1989



Jetzt mehr erfahren:
extracomputer.de



Unsere Eigenmarken:

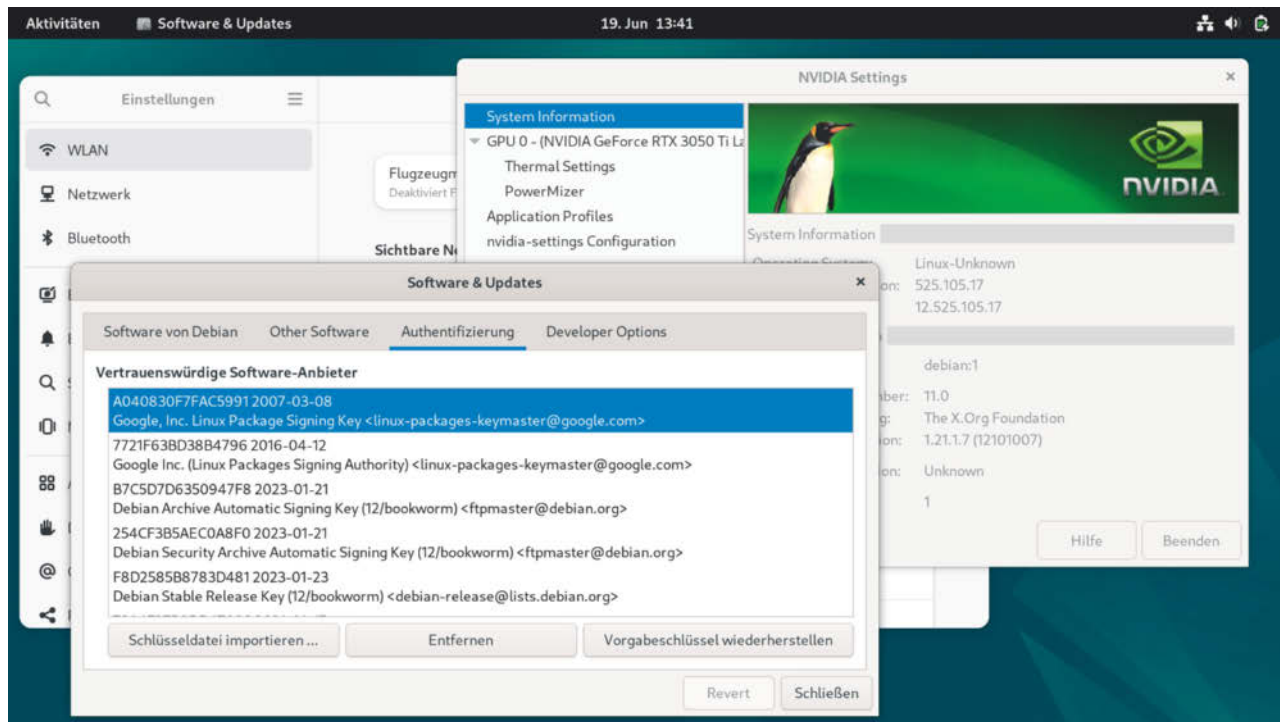
exzone

calmo

Pokini

EXTRA Computer GmbH
Brühlstraße 12 · 89537 Giengen-Sachsenhausen · www.extracomputer.de
Irrtum und Änderung vorbehalten. Nur solange der Vorrat reicht.

EXTRA
COMPUTER GMBH



Neue Freiheitsgrade

Debian 12 mit proprietärer Firmware erleichtert Installation

Proprietäre Firmware ist bei Debian ein heißes Thema, hat sich das Projekt doch der freien Software verschrieben – oft zu Lasten der Benutzerfreundlichkeit. Mit dem neuen Debian 12 „Bookworm“ gehen die Entwickler einen neuen Weg.

Von Mirko Dölle

Das Debian-Projekt hat am 10. Juni den bisherigen Testkandidaten „Bookworm“ zum neuen Stable-Release der vor allem bei Open-Source-Enthusiasten und Admins beliebten Linux-Distribution erklärt. Beim Installationssystem gab es ein regelrechtes Erdbeben, jedenfalls für Debian-Verhältnisse: Das Image des Standard-Installers enthält nun diverse proprietäre Firmware-Dateien, vor allem für WLAN-Chips und Netzwerkadapter. Des-

halb lässt sich Debian 12, direkt von debian.org heruntergeladen und ohne umständliche Treiber-Downloads auf zusätzliche USB-Sticks, auch auf aktuellen Notebooks und Kompakt-PCs installieren. So konnten wir zum Beispiel das WLAN-Modul Mediatek MT7921 des ROG Zephyrus G14 von Asus für die Installation verwenden; vom Installations-Image von Debian 11.7 wurde es noch nicht unterstützt. Die bislang von Server-Admins gehorteten USB-Ethernet-Adapter ohne proprietäre Firmware sind bei Debian 12 nicht mehr erforderlich.

Damit ist das Debian-Projekt über seinen Schatten gesprungen und hat seinen Anspruch, nur freie Software zu veröffentlichen, hinter die Bedürfnisse der Anwender zurückgestellt. Das erlaubt es auch weniger erfahrenen Linux-Anwendern, Debian 12 auf Rechnern mit aktueller Hardware zu installieren.

Den proprietären Nvidia-Grafikkartentreiber muss man aber weiterhin von Hand mit dem Paket `nvidia-driver` aus dem `non-free`-Repository nachinstallieren.

Außerdem müssen sich Anwender auf Systemen mit Secure Boot auch selbst um die Installation des Signaturschlüssels kümmern. Dazu sind im Terminal der Befehl

```
sudo mokutil --import \
/var/lib/dkms/mok.pub
```

und ein Passwort einzugeben, das die UEFI-Firmware beim nächsten Booten abfragt, um den Key zu installieren. Kümmert man sich nicht um den Schlüssel, weist der Kernel die Nvidia-Module mit der Fehlermeldung „key was rejected by service“ als nicht vertrauenswürdig zurück. Zusammen mit dem Nvidia-Treiber installiert Debian 12 auch wieder den X.org-Server. Standard ist hingegen Wayland und, sofern der Rechner einen Nvidia-Grafikchip besitzt, der freie Nouveau-Grafiktreiber. Angenehm: Das High-DPI-Display des Asus-Notebooks wurde automatisch erkannt und die Desktopskalierung auf 200 Prozent eingestellt, sodass wir für die Installation keine Lupe mehr brauchten wie noch unter Debian 11.

Schwieriger Partner

Eine einsteigerfreundliche Linux-Distribution ist Debian schon deshalb nicht, weil es im Installer von Bookworm nicht einmal vorgesehen ist, ein bereits installiertes Windows zu verkleinern und Debian 12 auf dem frei gewordenen Platz einzurichten. Linux-Neulinge müssen selbst herausfinden, wie sie Windows mit Bordmitteln verkleinern [1] und so Platz für Debian schaffen. Selbst wer diese Hürde meistert, muss dann auf eine verschlüsselte Linux-Installation verzichten. Diese Option gibt es nur, wenn Sie Debian 12 auf der kompletten Festplatte installieren.

Positiv zu erwähnen ist, dass der Installer die Konfiguration des Bootloaders Grub automatisch anpasst und nach anderen installierten Betriebssystemen suchen lässt, wenn er ein parallel installiertes Windows erkennt. Der Installer ergänzt dann automatisch die inzwischen erforderliche Option `GRUB_DISABLE_OS_PROBER=false` in der zentralen Grub-Konfigurationsdatei `/etc/default/grub`. Damit taucht Windows im Bootmenü gleichberechtigt neben Debian auf und man muss als Anwender nicht etwa die Bootreihenfolge in der UEFI-Firmware des Rechners ändern.

Die Anpassung der Bootloader-Konfiguration durch den Installer ist insofern bemerkenswert, als dass sich die Debian-Maintainer über die Entscheidung der Grub-Entwickler hinwegsetzen, standardmäßig nur noch das gerade laufende Betriebssystem im Bootmenü zu berücksichtigen. Und das, obwohl der Debian-Installer davon abgesehen keine Multiboot-Unterstützung bietet.

Vertrauensfrage

Die Debian-Paketverwaltung hat ein Sicherheitsupdate erhalten, das vor allem Drittanbieter-Repositories betrifft. Wollte man bislang etwa den Chrome-Browser unter Debian installieren, so hat man zunächst den Signaturschlüssel heruntergeladen und per `apt-key add` zur APT-Schlüsseldatenbank hinzugefügt. Seit Debian 11 ist diese Vorgehensweise veraltet („deprecated“). Ab Debian 12 muss man die Signaturschlüssel fremder Repositories im Verzeichnis `/usr/share/keyrings` in Binärfeldern speichern, und das geht so:

```
curl -Ls https://dl.google.com/linux/
linux_signing_key.pub | gpg --dearmor &
sudo tee /usr/share/keyrings/
google.gpg > /dev/null
```

Außerdem ist nun in der APT-Zeile explizit die für dieses Repository gültige Schlüsseldatei zu benennen. Für den Chrome-Browser legt man dafür die Datei `/etc/apt/sources.list.d/google-chrome.list` mit folgender Zeile an:

```
deb [arch=amd64 signed-by=/usr/share/
keyrings/google.gpg] http://dl.
google.com/linux/chrome/deb/ stable
main
```

Damit verhindern die Debianer, dass Pakete in fremde Repositories eingeschmuggelt werden können: Mit der bisherigen APT-Schlüsselverwaltung galten Signaturschlüssel stets systemweit für alle Repositories, die Paketverwaltung akzeptierte, also auch klaglos von Google signierte Pakete, die über ein nicht dafür vorgesehenes Drittanbieter-Repository eingespielt wurden. Mit der gerade beschriebenen Konfiguration akzeptiert die Paketverwaltung Googles Signatur nur noch für das Google-Repository.

Bewährt statt neu

Bei der Softwareauswahl sind die Debian-Entwickler, abgesehen von den schon erwähnten Firmware-Dateien, ihren Prinzipien treu geblieben und liefern mit Bookworm verlässliche, lange erprobte Software. Beim Kernel etwa haben sie sich für die Version 6.1 mit Langzeitunterstützung entschieden, auch die grafische Ober-

fläche mit Wayland respektive X.org-Server und der Standarddesktop Gnome sind nicht brandneu. So ist Gnome 43 an Bord, obwohl der Nachfolger Gnome 44 bereits Ende März 2023 veröffentlicht wurde und etwa in Ubuntu 23.04 enthalten ist. Alternativ lassen sich während der Installation die Desktops KDE Plasma 5.27, Mate 1.26, Xfce 4.18 und LXDE 11 auswählen.

Bewährt ist auch der Weg, bestehende Debian-Installationen auf das neu erschienene Debian 12 Bookworm zu migrieren: Eine Neuinstallation ist nicht erforderlich. Es genügt, in den Paketquellen-Listen unterhalb des Verzeichnisses `/etc/apt` den Vorgänger-Distributionsnamen „bullseye“ durch „bookworm“ zu ersetzen. Die Befehle `sudo apt-get update` & `sudo apt-get dist-upgrade` stoßen dann den Distributionswechsel an, der in einem Neustart des Rechners mit Debian 12 mündet. Das funktioniert in den meisten Fällen sogar mit Debian-Systemen, die bereits mehrfach migriert wurden. Sollte das ausnahmsweise einmal nicht klappen, hilft Ihnen unsere Anleitung aus [2] weiter, um Ihre Daten auf ein neu installiertes Debian zu portieren. (mid@ct.de) 

Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Platz da!, Tipps zum Verkleinern der Windows-Partition, c't 18/2022, S. 16
- [2] Mirko Dölle, Sanierungshilfe, Debian-Installationen retten nach fehlgeschlagenem Update, c't 22/2021, S. 162

Sonderheft c't Kubernetes

Mit Docker oder Podman fängt für die meisten die Reise durchs Container-universum an. Wenn die Anforderungen steigen, wechseln viele zu Kubernetes. Der Open-Source-Container-Orchestrator ist nicht nur in Weltkonzernen zu Hause, auch immer mehr kleine und mittlere Unternehmen stellen ihre Architektur um.

Das Sonderheft Kubernetes richtet sich an alle, die Kubernetes lernen wollen oder sollen und schon mit Containern gearbeitet haben. Die Artikel zeigen Schritt für Schritt, wie Sie einen Cluster bauen, Container in Pods verpacken und diese mit persistentem Speicher, Netzwerkverbindungen und anderen Ressourcen ausstatten.

Die Papierfassung ist im gut sortierten Zeitschriftenhandel und online unter

shop.heise.de für 22,50 Euro erhältlich. Alternativ können Sie dort die PDF-Version für 19,90 Euro kaufen. (jam@ct.de)



Surface-Ersatzteile für Selbstermacher

Displays, Akkus und Gehäuseteile: Ersatzteile wie diese sind nun im Microsoft-Shop erhältlich – zunächst allerdings nur in den USA, Kanada und immerhin im EU-Land Frankreich.

Mit den nun angebotenen Ersatzteilen können Surface-Nutzer ihr Gerät insbesondere nach Ablauf der Garantie selbst reparieren. Welche häufig benötigten Komponenten verfügbar sind, variiert je nach Produkt und Land. Meistens sind zumindest Bildschirm und Tastatur, in manchen Fällen auch der Ständer, SSD oder ein Akku erhältlich. Für einige Geräte gibt es auch neue Lautsprecher, Kameras, Kühlsysteme oder etwa das integrierte Netzteil fürs Surface Studio 2 Plus.

Die Liste der Surface-Modelle, für die Microsoft Ersatzteile anbietet, umfasst Surface Pro 7 bis 9 5G, Surface Laptop 3, 4, und 5 sowie Surface Laptop Go 2, Surface Laptop Studio und Surface Studio 2 Plus. Bei den für einige Modelle ebenfalls angebotenen Reparaturhandbüchern (siehe ct.de/y6gy) sichert Microsoft sich allerdings noch mit der Bemerkung ab, dass diese für qualifizierte Techniker und IT-Fachleute gedacht seien. Neben den Ersatzteilen will Microsoft notwendige Komponenten wie etwa Schrauben mitliefern.

Das nötige Werkzeug ist allerdings nicht dabei; dies kann bei iFixit bestellt



Bild: Microsoft

Microsoft will Reparaturen wie den Austausch des Ständers am Surface Pro 9 nun mit originalen Ersatzteilen erleichtern.

werden. Nach deren harscher Kritik über unnötig erschwerte Reparaturen unter anderem auch in Bezug auf den Surface-Hersteller hat wohl ein Umdenken eingesetzt. Erst wurde das Einstiegsnotebook Surface Laptop Go deutlich reparaturfreundlicher gemacht und seit Ende 2021 kooperiert Microsoft gar mit iFixit.

Auch wenn die Surface-Ersatzteile bis Redaktionsschluss nur in den Vereinigten Staaten, in Kanada und in Frankreich erhältlich waren, können Surface-Händler außerhalb dieser Länder ebenfalls darauf zugrei-

fen, was die Verfügbarkeit verbessern sollte. Wann Microsoft die Ersatzteile über seinen eigenen Online-Shop in anderen Ländern anbieten wird, ist noch offen. Die Preise im französischen Microsoft-Shop sind im Vergleich zum freien Markt happig, gegenüber anderen offiziellen Ersatzteilangeboten aber erträglich. So kostet eine 128-GB-SSD für den Surface Laptop 4 dort satte 70 Euro, ein neuer Kühler 63 Euro. (csp@ct.de)

Microsoft-Shop USA und Frankreich: ct.de/y6gy

Updates gegen BIOS-Lücke

Die Firma Gigabyte stellt für zahlreiche Mainboards **BIOS-Updates bereit, die eine Ende Mai gemeldete Sicherheitslücke schließen**. Experten des US-amerikanischen IT-Sicherheitsunternehmens Eclipsium Research hatten herausgefunden, dass die im BIOS eingebaute Update-Funktion unter bestimmten Umständen Software herunterlädt, ohne deren Echtheit anhand kryptografischer Signaturen zu prüfen.

Das galt auch für den Windows-Dienst `GigabyteUpdateService.exe`, der nach einer Windows-Installation auf vielen dieser Boards automatisch eingerichtet wird. Weil der Dienst heruntergeladene Dateien auch ausführt, lässt er sich

zum Einspielen von Malware missbrauchen.

BIOS-Updates, die dieses Problem beheben, finden sich mittlerweile über den „Support“-Tab auf den jeweiligen Produkt-Websites betroffener Mainboards. Laut Eclipsium Research sind insgesamt rund 270 Mainboard-Modelle betroffen. Dazu gehört unter anderen auch das im „Optimalen PC 2023“ eingesetzte Gigabyte B660M Gaming X AX DDR4; das korrigierte BIOS-Update trägt bei diesem Board die Versionsbezeichnung F23c. (ciw@ct.de)

Download BIOS-Update F23c für Gigabyte B660M Gaming X AX DDR4: ct.de/y6gy



Gigabyte schließt mit BIOS-Updates eine Sicherheitslücke bei vielen aktuellen PC-Mainboards.



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



Hase und Kluge

AMDs neue Prozessoren – vor allem für KI

Den milliardenschweren Markt für künstliche Intelligenz will AMD weder dem Vorreiter Nvidia noch dem Prozessorprimus Intel kampflos überlassen. Speziell die MI300-Beschleuniger mit integrierter CPU sollen AMD endlich voranbringen. Und für normale Rechenzentren hat man sechs starke, neue Epyc-Server-CPU angekündigt.

Von Carsten Spille

Auf 150 Milliarden US-Dollar schätzt AMD die Summe, auf die der Markt für KI-Hardware bis 2027 anwächst. Das wäre weit mehr als der kombinierte Umsatz von AMD, Intel und Nvidia im vergangenen Jahr. Von diesem saftigen Kuchen will AMD ein großes Stück abhaben. Außer den Epyc-Serverprozessoren soll dazu der Rechenbeschleuniger Instinct MI300 den Grundstein legen, der bereits an Partner verschickt wird.

Dass der MI300 eigentlich auf Supercomputer zielt, spielt erst einmal keine Rolle. Denn nach nichts verlangt es KI-Modellen so sehr wie nach Rechenleistung und Speicher. Von beidem hat MI300 auch dank Chiplet-Technik mit 3D-Stacking reichlich.

Der Instinct MI300A mit 128 GByte Stapelspeicher vom Typ HBM3 und 24 Zen-4-Kernen soll den Zwei-Exaflops-Supercomputer El Capitan befeuern, der nächstes Jahr an den Start geht. Laut älteren AMD-Projektionen darf der MI300A 850 Watt verbraten. Etwas später im Jahr kommt der MI300X mit mehr Rechenleistung und satten 192 GByte HBM, aber dafür ohne CPU-Kerne als reiner Beschleuniger mit voraussichtlich bis zu 750 Watt.

Anders als beim Vorgänger Instinct MI250(X) können hier alle Recheneinheiten mit voller Geschwindigkeit auf den gesamten Speicher zugreifen, bei der CPU-Version ist kohärenter Speicherzugriff mit den CPU-Kernen drin. Möglich macht das 3D-Stacking, bei dem die XCDs genannten Chiplets mit entweder CDNA3- oder Zen-4-Rechenkernen über ein Active Interposer Die (AID) verbunden sind, welches die Speichercontroller und wohl auch Cache beinhaltet. Damit entfallen aufwendige Kopiervorgänge, die sonst zwischen CPU und Beschleuniger nötig sind.

Bergamo mit 128 Zen-4c-Kernen

Mit 128 Kernen haben die Epyc 97x4 mit Abstand die meisten x86-Kerne aller Prozessoren und die Modelle mit Simultaneous Multithreading die meisten virtuellen Threads. Für diesen „Coregasm“ musste AMD nicht nur die Kerne selbst verschlanken, sondern auch die Cache-Compute-Dies (CCDs) umbauen. Funk-



AMD-Chefin Dr. Lisa Su will mit neuen Epyc-CPU und den Instinct-MI300-Beschleunigern nach den Dollar-Sternen im KI-Markt greifen.

tional identisch zu Zen 4 belegt ein Zen-4c-Kern inklusive L2-Cache 35 Prozent weniger Fläche. Dabei hat AMD die Transistorblaupausen angepasst und jagt nicht mehr, wie bei Zen 4, den höchstmöglichen Frequenzen nach. Der Verzicht auf maximale Taktraten erlaubt ein kompakteres Design mit enger beieinander liegenden Schaltungen. Außerdem sind in den CCDs nun wieder zwei Gruppen zu je acht Kernen (CCXe) enthalten, die sich auch den L3-Cache fix aufteilen, sodass pro Kern nur 2 statt 4 MByte zur Verfügung stehen – außer dem geringeren Takt die einzige echte Einschränkung beim „Bergamo“-Epyc. Wenn die CCXe miteinander kommunizieren, müssen sie den Umweg über das I/O-Die nehmen, was die Latenz erhöht. In seiner Rolle als Server-CPU für Cloudrechenzentren, bei denen es nicht auf die höchste Leistung pro Kern ankommt, sondern auf eine möglichst hohe Gesamtleistung, ist das wohl ein in Kauf zu nehmender Kompromiss.

Genoa-X mit richtig viel Cache

Etwas weniger revolutionär, weil im Prinzip vom Vorgänger und den X3D-Desktopchips bekannt, sind die drei X-Versionen der neuen Zen-4-Epycs. Bei ihnen trägt jedes CCD zu seinen 32 MByte integrierten L3-Cache ein zusätzliches Chiplet mit 64 MByte Extra-Cache, welches mittels Through-Silicon-Vias und lötfreiem Hybrid-Bonding verbunden ist. Beim Spitzenmodell mit zwölf CCDs sind so bis zu 1152 MByte L3-Cache möglich, aber auch das 32- und das 16-Kern-Modell tragen mit ihren je acht CCDs jeweils noch 768 MByte schnellen Zwischenspeicher. Die X-Modelle bringen speziell in Konstruktionsanwendungen, Strömungssimulation und ähnlichen Programmen einen großen Leistungszuwachs. (csp@ct.de)

AMD Epyc 9004: Genoa, Genoa-X und Bergamo

Modell	Architektur	Kerne / SMT	Basistakt / Single- / Allcore-Turbo (MHz)	TDP / cTDP (Watt)	L3-Cache (MByte)	Großhandelspreis ¹
Epyc 9754	Zen 4c „Bergamo“	128 / ✓	2,25 / 3,1 / 3,1	360 / 320–400	256	11.900 \$
Epyc 9754S	Zen 4c „Bergamo“	128 / –	2,25 / 3,1 / 3,1	360 / 320–400	256	10.200 \$
Epyc 9734	Zen 4c „Bergamo“	112 / ✓	2,2 / 3,0 / 3,0	340 / 320–400	256	9600 \$
Epyc 9684X	Zen 4 „Genoa-X“	96 / ✓	2,55 / 3,42 / 3,7	400 / 320–400	1152	14.756 \$
Epyc 9384X	Zen 4 „Genoa-X“	32 / ✓	3,1 / 3,5 / 3,9	320 / 320–400	768	5529 \$
Epyc 9184X	Zen 4 „Genoa-X“	16 / ✓	3,55 / 3,85 / 4,2	320 / 320–400	768	4928 \$
Zum Vergleich						
Epyc 9654	Zen 4 „Genoa“	96 / ✓	2,4 / 3,7 / 3,55	360 / 320–400	384	11.805 \$
Epyc 7773X	Zen 3 „Milan-X“	64 / ✓	2,2 / 3,5 / k.A.	280 / 225–280	768	8800 \$

Alle Epyc-CPU mit Zen-4- oder 4c-Kernen haben 128 PCIe-5.0-Lanes zur Anbindung externer Geräte sowie zwölf DDR5-Speicherkanaäle (460,8 GByte/s)

¹ Unverbindliche Preisempfehlung in US-Dollar bei Abnahme von Tausenderstückzahlen zzgl. Steuern

Festplatten-Booster HAMR auf der Zielgeraden

Mit Heat Assisted Magnetic Recording soll die Kapazität einer einzelnen Festplatte in den kommenden Jahren auf 50 TByte und mehr wachsen. Nach Seagate hat nun auch Western Digital entsprechende Pläne verkündet.

Alle verbliebenen Festplattenhersteller setzen zur Kapazitätssteigerung auf energieunterstütztes Schreiben. Für Festplatten oberhalb von etwa 40 TByte sind sich die Hersteller einig: Heat Assisted Magnetic Recording (HAMR) ist die einzig sinnvolle Technik.

Dabei erhitzt ein Laser am Schreibkopf die Magnetpartikel auf dem Medium kurz vor dem Beschreiben auf eine Temperatur knapp unter dem Curiepunkt (rund 450 °C). Damit fällt die Magnetisierung wesentlich leichter, weil die notwendige Magnetfeldstärke sinkt – der Schreibkopf kann kleiner ausfallen und damit einen kleineren Punkt magnetisieren. Mehr kleinere Punkte führen zu einer höheren Flächendichte und damit zu einer höheren Kapazität.

Seagate forscht bereits seit vielen Jahren an der HAMR-Technik und hat schon diverse Festplatten an Pilotkunden zur Qualifizierung ausgeliefert. Die aktuellen 32-TByte-Laufwerke stammen aus einer Kleinserienfertigung und basieren auf dem Festplattendesign mit 10 Scheiben und 20 Köpfen, welches in den konventionellen 20-TByte-Festplatten zum Einsatz kommt.

Danach soll nach Angaben von Seagate eine 36-TByte-Platte mit dem gleichen Design folgen, auch die danach geplante 40-TByte-

Version wird mit zehn Scheiben auskommen. Im Labor läuft nach Angaben von Seagate bereits eine Scheibe mit einer Kapazität von 5 TByte; mit zehn solcher Scheiben könnte die Kapazität einer einzelnen Festplatte auf 50 TByte steigen, rund das Doppelte von heute erhältlichen. Diese Kapazitätsschritte könnten nach Angaben des Unternehmens alle 18 bis 20 Monate erfolgen. Eine weitere Kapazitätssteigerung dürfte später durch den Einbau einer elften Scheibe gelingen.

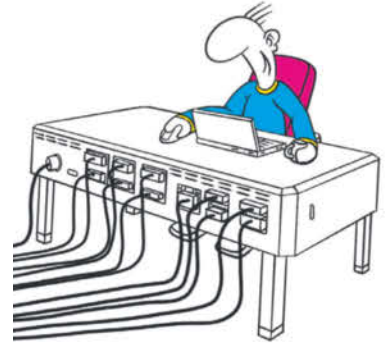
Western Digital will in etwa 18 Monaten seine erste HAMR-Festplatte auf den Markt bringen. Weitere Details dazu hat das Unternehmen jedoch noch nicht bekanntgegeben. Bei Toshiba könnte es noch etwas länger dauern, denn laut der aktuellen Roadmap setzt das Unternehmen zunächst die zweite Stufe von MAMR (Microwave Assisted Magnetic Recording) ein, die sich für Festplatten mit mindestens 30 TByte eignen soll. Erste HAMR-Prototypen soll es ab 2024 geben.

Die Serienreife von HAMR soll aber auch Auswirkungen auf Festplatten geringerer Kapazität haben. So könnte eine 20-TByte-Festplatte nicht mehr wie heute aus zehn Scheiben bestehen, sondern nur noch aus fünf mit einer höheren Flächendichte, und damit zumindest in der Herstellung durchaus günstiger sein als heute. Die Weiterentwicklung konventioneller Festplatten dürften die Hersteller daher bald einstellen, Seagate etwa will nach dem demnächst kommenden 24-TByte-Laufwerk damit Schluss machen. (ll@ct.de)



Eine Festplatte könnte schon in ein paar Jahren bis zu 50 TByte Speicherplatz bieten. Wichtigster Baustein dafür ist ein Mini-Laser am Schreibkopf.

just
DOCK IT.
Everything docked
and under control!



14-in-1
DOCKINGSTATION MIT
3-FACHEM VIDEOAUSGANG

- ✓ **SO VIEL ANSCHLIESSEN**
Sechs USB-A Ports mit bis zu 5 Gbit/s stehen für die meistgenutzten Peripheriegeräte zur Verfügung.
- ✓ **SO SCHARF SEHEN**
Vergrößern Sie die sichtbare Bildschirmfläche für komfortableres Arbeiten auf bis zu 3x 4K@60 Hz.
- ✓ **SO SICHER ARBEITEN**
Über Ethernet LAN ist der Internetzugang immer noch stabiler. Genießen Sie so ungestörte Videokonferenzen.

IB-DK2254AC



JETZT MEHR ERFAHREN



www.icybox.de

icyboxofficial ICY BOX®
RaidSonic Technology GmbH

EU-Parlament beschließt strenge KI-Regulierung

Echtzeit-Gesichtserkennung soll verboten werden, die Hersteller großer Grundlagenmodelle für Sprach- und Bild-KIs bekommen umfangreiche Pflichten auferlegt. Darauf hat sich das Europäische Parlament nach zweijähriger Diskussion über eine KI-Verordnung geeinigt. Nun beginnen die abschließenden Verhandlungen.

Die Verhandlungen zur geplanten KI-Verordnung der EU (AI Act) haben sich in den vergangenen Monaten zu einem veritablen Krimi entwickelt: US-Konzerne versuchten, noch rasch ihre bahnbrechenden Sprach- und Bildgeneratoren in den Markt zu drücken. Wissenschaftler warnten vor existenzieller Bedrohung und forderten einen Entwicklungsstopp. Tech-Visionäre baten um Regulierung, drohten aber auch den Rückzug aus Europa an, sobald es unangenehm konkret wurde. Und europäische Branchenvertreter sahen die gerade aufkeimende hiesige KI-Landschaft am langen Arm der Bürokratie verdorren. Bürgerrechtsorganisationen wiederum witterten Schlupflöcher, durch die sich die großen US-Konzerne Google, Meta und Microsoft/OpenAI aus der Verantwortung stehlen könnten.

Parlamentarier der drei EU-Institutionen mussten sich in dieser hochdynamischen Gemengelage profundes Wissen über eine weitgehend experimentelle Technik aneignen, deren Mechanismen nicht mal deren Entwickler im Detail durchschauen. Nun ist es vollbracht, die Mitglieder des europäischen Parlaments haben sich auf ein Regelwerk geeinigt, das die Risiken der künstlichen Intelligenz

eindämmen soll, ohne die regionalen KI-Landschaften im Keim zu ersticken.

Welche Pflichten die EU den Herstellern solcher automatisierter Entscheidungssysteme auferlegt, soll künftig vom Risiko abhängen, das von der KI im jeweiligen Anwendungsszenario ausgeht: Besteht keines oder nur ein geringes Risiko für Anwender oder die Gesellschaft, müssen die Hersteller nur wenige Nachweise erbringen. Auf der anderen Seite sollen bestimmte Verfahren für bestimmte Zwecke verboten werden, wenn die damit verbundenen Risiken untragbar sind. Darunter fallen momentan die biometrische Echtzeitüberwachung, Predictive Policing mithilfe sozioökonomischer Daten oder Social-Scoring-Systeme. Insbesondere um Ausnahmen für die Echtzeiterkennung hatte die Europäische Volkspartei (EVP) bis zuletzt gekämpft. Umfangreiche Nachweise zur Sicherheit, Datenherkunft, Fairness und Nachvollziehbarkeit müssen Hersteller erbringen, wenn ihre KI Entscheidungen trifft, die sicherheitskritisch sind oder die Lebensqualität von Menschen erheblich beeinflussen. Diese sogenannte Hochrisikoklasse würde medizinische Diagnosen oder das Bewerber-Screening einschließen.

Universelle Sprach- und Bildgeneratoren (Foundation Models) klassifiziert der Entwurf nicht per se als Hochrisikoplanwendungen. Dennoch müssen deren Entwickler eine umfangreiche Risikobewertung vornehmen, die alle potenziellen Gefahren umfasst. Den damit verbundenen Aufwand sehen Branchenvertreter als enormen Wettbewerbsvorteil für internationale Konzerne wie Microsoft, Google

oder Meta, die sich Compliance-Abteilungen leisten können. Abschließend verhandelt wird der Entwurf nun in den monatlich stattfindenden Trilogverhandlungen zwischen dem Parlament, der EU-Kommission und den Ländern. 3300 Änderungsanträge müssen die drei Institutionen dabei abarbeiten. Der AI Act soll noch in diesem Jahr verabschiedet werden, wird dann aber nach derzeitiger Planung frühestens 2026 wirksam. Weil es weltweit das erste KI-spezifische Gesetz ist, könnte die EU damit auch international Maßstäbe setzen. Entscheidend wird letztlich aber sein, ob die Behörden das Einhalten der Regeln am Ende konsequent prüfen und durchsetzen können. (atr@ct.de)

Stanford-Studie: ct.de/y1qp

Kurz & knapp

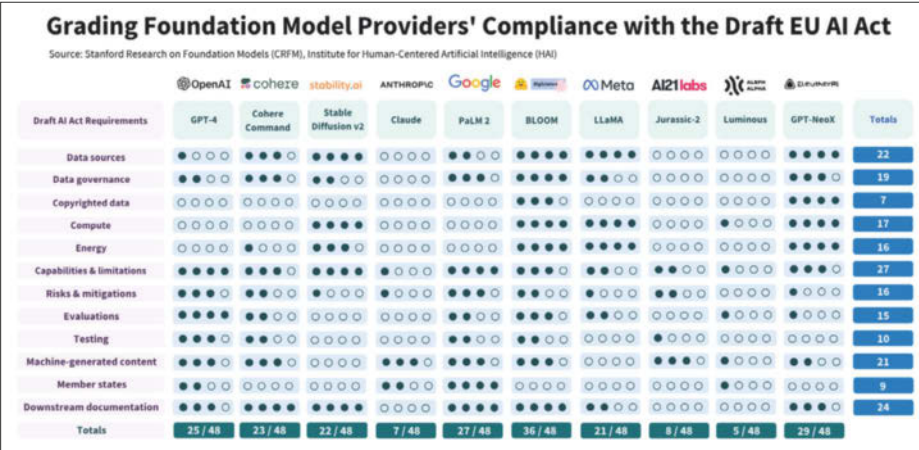
Mit dem neuen Podcast **KI Update** liefert heise online ab sofort werktäglich um 15:00 Uhr Informationen und Einschätzungen zu den wichtigsten KI-Entwicklungen. Von Montag bis Donnerstag gibt es einen Nachrichtenüberblick, freitags steigt der Podcast tiefer in ein Thema ein.

Meta hat seinen KI-gesteuerten **Musikgenerator MusicGen** als Open Source herausgebracht. Er erzeugt aus einer Textbeschreibung in wenigen Sekunden eine Audiodatei (siehe ct.de/y1qp).

Google legt seinen Mitarbeitern nahe, auf die **Eingabe vertraulicher Daten in Chatbots zu verzichten** – auch beim hauseigenen Bot Bard. Ingenieure sollten erzeugten Programmcode nicht verwenden. Die KI könne die während des Trainings aufgenommenen Daten reproduzieren.

Das Land Baden-Württemberg hat den Prototypen eines **KI-Assistenten für die Landesverwaltung** vorgestellt: F13 von Aleph Alpha soll Landesbediensteten bei der Recherche von Themen und beim Texten helfen.

Dienste: ct.de/y1qp



Forscher der Stanford-Universität haben zehn Sprachmodelle darauf getestet, inwieweit sie die Anforderungen des geplanten AI Act erfüllen (siehe ct.de/y1qp).

Generative KI für Salesforce und Adobe Experience Cloud

Sowohl die Adobe Experience Cloud als auch die Salesforce-Cloud bekommen Unterstützung durch generative künstliche Intelligenz. Die beiden Software-Suiten für digitales Marketing wollen damit die Bedienung sowie personalisierte Kundenansprache und Werbung erleichtern.

Auf dem Adobe Summit EMEA 2023 in London hat Adobe angekündigt, neue KI-Werkzeuge in die Adobe Experience Cloud einzubinden. Nahezu gleichzeitig stellte der CRM-Anbieter Salesforce auf seinem AI Day in New York City die AI Cloud vor, generative künstliche Intelligenz unter anderem für personalisiertes Marketing. Unter dem Schlagwort Sensei GenAI fasst Adobe Dienste zusammen, um Unternehmen eine persönlichere Kundenansprache zu ermöglichen. Dazu gehören verschiedene Large-Language-Modelle (LLM), um Texte für die Kundenansprache zu generieren. Zu ihnen gehören über Microsoft Azure bereitgestellte OpenAI-Dienste und das von Google entwickelte KI-Modell Flan-T5.

Die Adobe Experience Platform (AEP) soll alle Informationen zu Kunden in einem LLM vereinen. Die Grundlage dafür bildet die Adobe Real-Time Customer Data Platform (CDP), die Kundendaten aus verschiedenen Quellen zusammenführt und für andere Komponenten der Experience Cloud bereitstellt.

Das Tool Customer Journey Analytics verfolgt die Aktivitäten von Kunden sowohl digital als auch beim Einkauf im Geschäft.

Mitarbeiter sollen künftig in natürlicher Sprache mit der Software kommunizieren, um herauszufinden, wie sie die Kundenbindung vorantreiben können. Die KI erzeugt Beschriftungen für die von der Software erzeugten Graphen und Diagramme, damit sich auch ungeschulte Mitarbeiter im Datendschungel zurechtfinden.

Der Adobe Journey Optimizer (AJO) soll künstliche Intelligenz nutzen, um herauszufinden, ob beispielsweise Promo-Codes bei individuellen Kunden am besten über E-Mail, Web, SMS, eine Mobil-App oder direkt im Laden verfangen. Über eine Chatschnittstelle können Nutzer laut Adobe mit der Marketing-Automatisierungsplattform Marketo Engage kommunizieren.

Den kürzlich in die jüngste PhotoShop-Beta eingeflossenen Bildgenerator Adobe Firefly for Enterprise kann man künftig in der Experience Cloud unternehmensweit in den Programmen Photoshop, Illustrator, Adobe Express und Experience Manager nutzen. Dabei sollen Unternehmen die künstliche Intelligenz anhand ihrer eigenen Markenbildsprache trainieren können.

Außerdem möchte Adobe die Arbeit mit dem Experience Manager erleichtern, einem Verwaltungsprogramm für digitale Dokumente und responsive Formulare. Mitarbeiter ohne CMS-Erfahrung sollen beispielsweise Microsoft Word oder Google Docs nutzen können, um Dokumente zu bearbeiten.

Salesforce nennt seine künstliche Intelligenz zur Analyse von Kundendaten Einstein. Die AI Cloud integriert nun die ge-



Die Adobe Sensei GenAI ist eine Sammlung von KI-Werkzeugen unter anderem mit Chatanwendungen und Bildgenerator für die Experience Cloud.

nerative künstliche Intelligenz von Einstein GPT in Salesforce-Anwendungen. Salesforce AI Research hat dafür eigene Large-Language-Models entwickelt. Die AI Cloud kann aber auch LLMs von Amazon Web Services (AWS), Anthropic und Cohere einbinden. Salesforce und OpenAI haben außerdem eine Shared-Trust-Partnerschaft geschlossen, um Daten innerhalb der Salesforce Anwendung zu halten.

Die spezifischen KI-Dienste der AI Cloud generieren Berichte und Zusammenfassungen für unterschiedliche Software-Komponenten. Sie heißen unter anderem Sales GPT, Service GPT, Slack GPT, Tableau GPT, Flow GPT und Apex GPT. Marketing GPT erstellt beispielsweise personalisierte E-Mails, die Zielgruppen besser ansprechen sollen. Commerce GPT gibt automatisierte Empfehlungen beim Shopping. (akr@ct.de)

Adobe übernahm die Kosten der Reise zum Adobe Summit 2023 in London.

Sichern Sie Ihr gesamtes Bürogebäude mit nur EINEM System

IoT-basiert ■ Zutrittskontrolle ■ Einbruchalarmierung ■ Videoüberwachung

Sicherheitstechnik wird einfach und digital.

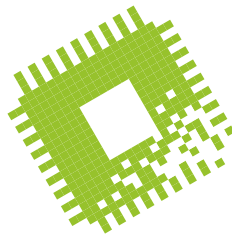
Jedes Unternehmen hat einen Bedarf an physischer Sicherheit. Darauf hat Kentix eine revolutionär einfache Antwort entwickelt.

Lernen Sie diese jetzt kennen – kentix.com



KENTIX

Bit-Rauschen



Intel investiert weitere Milliarden, x86-CPU mit KI

Intel-CEO Pat Gelsinger einigt sich mit Kanzler Scholz und kündigt weitere Chipwerke in Polen und Israel an. AMD und Intel bauen KI-Beschleuniger in neue Prozessoren. Bei offener Firmware gibt es Widersprüche.

Von Christof Windeck

Für neue Chipwerke fließt Geld in Strömen. Intel-Chef Gelsinger beendete im Gespräch mit Bundeskanzler Olaf Scholz das Hin und Her um Subventionen für die kommende Fab in Magdeburg. Die Bundesregierung sichert statt 6,8 nun rund 9,9 Milliarden Euro zu, im Gegenzug verpflichtet sich Intel, insgesamt 30 statt 17 Milliarden in Magdeburg zu investieren. Die EU muss die Förderquote aber noch abnicken.

Auch in Polen nahe Wrocław (Breslau) will Intel bauen, nämlich ein Werk für „Assembly and Test“ für rund 4,6 Milliarden US-Dollar. Dort werden verarbeitete Wafer in einzelne „Dies“ (also Chip-Rohlinge) zerteilt, diese in Gehäuse beziehungsweise auf die Carrier montiert und geprüft. Vergleichbare Werke betreibt Intel bereits in

Costa Rica, Vietnam, Malaysia und China. Außerdem gibt es spezialisierte Dienstleister wie Amkor, die Chip-Packaging als „Outsourced Semiconductor Assembly and Test“ (OSAT) erledigen. Intels Werk in Wrocław soll aber eines der größten dieser Art in der EU werden und die regionale Chip-Lieferkette stärken.

Und wo Pat Gelsinger schon in Europa weilte, verkündete er gleich auch in Israel den Bau einer weiteren neuen Chip-Fab für 25 Milliarden US-Dollar am bestehenden Standort Kiryat Gat. Es wird die größte einzelne Investition eines ausländischen Investors in Israel sein, wo Intel schon jetzt das größte Exportunternehmen und einer der größten Arbeitgeber ist. Schließlich könnte Intel sich noch als führender Investor beim CPU-Entwickler ARM einkaufen, der noch 2023 an die Börse will.

Intels Aktienkurs stieg seit Jahresbeginn deutlich an, anscheinend vertrauen die Anleger Gelsingers Kurs. Jetzt fehlt bloß ein deutlicher Aufschwung der Halbleiterbranche. Stattdessen sagen die Marktforscher von IDC voraus, dass der PC-Absatz im laufenden Jahr um insgesamt 14 Prozent schrumpfen wird. Bei Tablets soll es sogar um 17 Prozent bergab gehen. Der Nachfragemangel drückt die SSD-Preise weiter, kürzlich rutschten die ersten 2-TByte-SSDs unter die 80-Euro-Marke.

Ryzen-KI ohne Software

Während Smartphone-Prozessoren und Apples M-CPU seit Jahren eingebaute KI-Beschleuniger haben, beherrschen bisherige x86-Prozessoren von AMD und Intel nur einige wenige KI-Befehle. Na gut, in Intel-Chips haust noch der „Gaussian and Neural Accelerator“ GNA, der sich zur Rauschunterdrückung in Audiodaten einspannen lässt.

Bisher ist der Bedarf an KI-Rechenleistung bei Desktop-PCs, Notebooks und Tablets auch gering. Denn damit fotografiert kaum jemand, während KI-Einheiten in Smartphones beispielsweise Fotos aufhübschen. PC-Spiele wiederum nutzen KI, aber die KI-Bildskalierung erledigt dabei die Grafikkarte. Trotzdem kommen nun x86-Prozessoren mit KI-Einheiten, nämlich die mobile Ryzen-Familie 7040 von AMD und im Herbst dann Intels „Core ohne i“ Meteor Lake. Die XDNA-Technik von AMDs KI-Beschleuniger Ryzen AI stammt von der zugekauften Tochter Xilinx. Intels Vision Processing Unit (VPU) nutzt die technische Basis der 2016 zugekauften Firma Movidius.

Bisher gibt es aber kaum (Windows-) Software, die solche KI-Beschleuniger für die breite Masse einbindet. AMD wirbt für Ryzen AI ernsthaft mit den „Windows Studio Effects“, die letztlich bloß Webcambilder verbessern und beispielsweise die Blickachse korrigieren. Andere Softwarepartner scheint man nicht gefunden zu haben, dabei müssten sich Anbieter von Apps für Foto-, Video- und Musikbearbeitung doch alle Finger nach KI-Hardware lecken. Doch auch Microsoft selbst werkt schon seit geschlagenen fünf Jahren am Windows-KI-Unterbau WinML. Derzeit kauft man die KI-Einheiten von AMD und auch Intel daher als Katzen im Sack.

Auf einer ganz anderen Ebene – der des BIOS – bemüht sich AMD um Offenheit, nämlich mit der „Open-Source x86 Silicon Initialization Library“ (openSIL) etwa für Coreboot-Firmware. Doch openSIL ermöglicht kein Booten ohne proprietären Binärkode, denn Letzteren führt zunehmend der Platform Security Processor (PSP) aus. Dieser ARM-Kern steuert etwa das „Memory Training“, das für stabilen Datenaustausch zwischen RAM und Speichercontroller sorgt. Es ist schwer zu verstehen, was eine Offenlegung kleiner Teile von Firmware-Quellcode bringen soll, wenn andere Teile nicht einmal öffentlich dokumentiert werden.

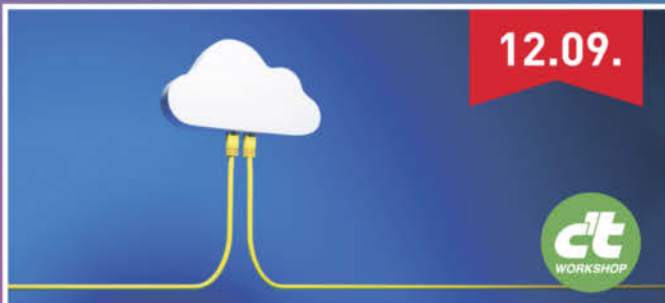
(ciw@ct.de) **ct**



Pat Gelsinger (rechts) am 19. Juni zu Besuch bei Olaf Scholz in Berlin. Ganz links: Keyvan Esfarjani, bei Intel „Chief Global Operations Manager“.



WIR TEILEN KEIN HALBWISSEN WIR SCHAFFEN FACHWISSEN



12.09.



Internetausfälle kompensieren

Fällt die Internetanbindung im Unternehmen aus, steht oftmals der ganze Betrieb. Dieser Workshop vermittelt einen Überblick über aktuelle Techniken zu redundanten Internet-Anbindungen von Firmenstandorten.



18.10.



Einführung in den Kea DHCP Server

Der Workshop gibt eine vollständige Einführung in die neue Kea-DHCP-Software auf Unix- und Linux-Systemen. Sie lernen, wie man das Kea-DHCP-System installiert, konfiguriert und wartet.



20. – 21.11.



Dienste mit SELinux absichern

SELinux einfach abzuschalten, wenn es Probleme gibt, ist üblich, aber unklug. Der Workshop zeigt, wie man das System stattdessen so nutzt, dass alles besser abgesichert ist und trotzdem funktioniert.



23.11.



Einführung in GitLab

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

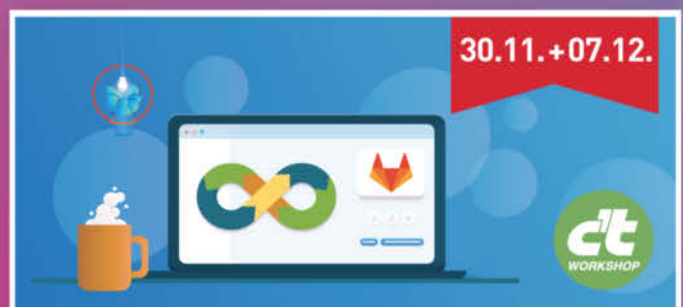


28. – 29.11.



Docker und Container in der Praxis

Der Workshop für Entwickler und Administrierende behandelt neben theoretischem Wissen über Container auch Herausforderungen im Alltag und eigene Container-Erfahrungen auf der Kommandozeile.



30.11.+07.12.



CI/CD mit GitLab

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

Sichern Sie sich Ihren Frühbucher-Rabatt:
www.heise-events.de



Zwei in eins

Google Pixel Tablet mit Sound-Dock im Test

Google wagt sich nach einigen Jahren wieder mit einem Android-Tablet auf den Markt. Das Pixel Tablet hat einige Funktionen, die es einzigartig machen, ist aber nicht komplett frei von Schwächen.

Von Stefan Porteck

Google hat sich etwas sehr Schlaues einfallen lassen, damit das Pixel Tablet nicht einfach nur dröge herumliegt und sich entlädt, wenn man es gerade nicht benutzt: Das mitgelieferte Dock lädt nicht nur den Akku auf, sondern verwandelt es in ein Smart-Display mit Audiowiedergabe und Smart-Home-Steuerung, vergleichbar mit den Geräten, die Google unter dem Namen Nest Hub verkauft.

Dafür muss man das Tablet dem Dock nur auf einige Zentimeter nähern, worauf es magnetisch angezogen wird und an dessen planer Oberfläche haften bleibt. Es steht dann knapp über dem Tisch in einem lese-

freundlichen Winkel. Die Magnete sind so gut dimensioniert, dass das Tablet einerseits sicher hält und man es andererseits mit einer Kippbewegung wieder lösen kann, ohne dabei das Dock vom Tisch zu heben.

Für die Smart-Display-Funktionen legt man in den Android-Einstellungen fest, dass das Display im Dock eingeschaltet bleiben soll und einen Bildschirmschoner verwendet. Hier stehen neben einer kuratierten Auswahl von Fotos (ähnlich wie bei Chromecast-Sticks und Android-TVs) auch eine Diashow eigener Bilder aus Google Fotos und eine Wetteranzeige zur Auswahl. Zudem blendet das Tablet per Fingertipp favorisierte Steuerkacheln der Smart-Home-App Google Home ein, über die man beispielsweise die wichtigsten Lampen, Rollos oder Heizungsthermostate mit einem Wisch steuert.

Der Dock-Modus mit Bildschirmschoner eignet sich allerdings nicht fürs Schlafzimmer. Anders als bei den Nest-Hub-Geräten schaltet sich das Display nicht automatisch aus, sobald es dunkelt. Das Pixel Tablet dimmt zwar seine Displayhelligkeit. In unserem Test strahlte es nachts dennoch so viel Licht ab, dass an Schlaf nicht zu denken war. In Küche, Bad und

Wohnzimmer macht das Always-on-Display dagegen eine gute Figur.

Ein Workaround fürs Schlafzimmer: Den Bildschirmschoner ausschalten und in den Einstellungen festlegen, dass der Google Assistant auch bei ausgeschaltetem Display auf das Hotword „Hey Google“ hört und Sprachbefehle entgegennimmt. So lassen sich Smart-Home-Komponenten bedienen, ohne den Touchscreen zu bemühen.

Die Hardware

Wie die aktuellen Pixel-Telefone wird das Pixel-Tablet ebenfalls von Googles Tensor System-on-Chip (SoC) der zweiten Generation angetrieben. Die Achtkern-CPU hat zwei starke Kerne (ARM Cortex-X) mit einer maximalen Taktfrequenz von 2,85 GHz. Vier ARM Cortex-A78 mit bis zu 2,35 GHz bilden das mittlere Cluster. Als langsame, energiesparende Kerne rechnen zwei Cortex-A55 mit maximal 1,8 GHz. Ferner gehört zur Tensor-Architektur ein Titan-Sicherheitschip und eine KI-Einheit (TPU, Tensor Processing Unit). Für die Grafik ist ein Mali-G710 MP7 an Bord.

Im Vergleich mit anderen Smartphones und Tablets kann das Pixel Tablet zwar nicht immer mit Geräten mit Qualcomm's Snapdragon 8+ und Apples aktuellen Bionic-SoCs mithalten. Im Alltag macht sich das allerdings nicht nachteilig bemerkbar: Es ist für Surfen, Social-Media-Apps, AV-Streaming und Spielen locker schnell genug. Weder in Apps noch auf der Android-Oberfläche bemerkten wir Ruckler, Lags oder lange Ladezeiten.

Im Vergleich zum Pixel 7 ist das Pixel Tablet sogar ein wenig flotter unterwegs, was wir aufgrund der gleichen Ausstattung nicht erwartet hatten. Die wahrscheinlichste Erklärung: Schon frühere Tests der Pixel-Telefone legten nahe, dass sich der Tensor bei rechenintensiven Aufgaben etwas stärker erwärmt als CPUs der Konkurrenz und entsprechend früher beginnt, die Taktfrequenz zu senken. Das größere Gehäuse hilft dem Pixel Tablet offenbar, die Wärme effektiver abzuführen. Im Stresstest mit wiederholten Benchmark-Durchläufen begann das Pixel Tablet später und weniger stark, die CPU herunterzutakten, sodass die Leistung im Dauerlauf nicht so einbrach wie bei den Pixel-Telefonen.

Diese Erklärung spiegelt auch die Laufzeit wider. „Turbo läuft, Turbo säuft“ würde man beim Sportwagen sagen, übertragen auf den Tensor-SoC: Parallel zur erhöhten Wärmeentwicklung steigt bei

rechenintensiven Aufgaben seine Leistungsaufnahme. Während das Tablet in unseren Laufzeitmessungen bei der Wiedergabe eines Full-HD-Videos zwölfteils Stunden durchhielt, ging ihm beim gleichen Video mit 4K-Auflösung rund zwei Stunden früher die Puste aus. Beim 3D-Spielen ist nach knapp neun Stunden Schluss. Im Vergleich zu aktuellen Tablets von Apple, Samsung und Lenovo erreicht das Pixel Tablet eine sehr gute Laufzeit.

Neigt sich der Akku dann doch mal dem Ende, schnappt man es magnetisch an das Dock, das über Pins einen Ladestrom von 15 Watt liefert. Ein vollständiges Aufladen dauerte mit ausgeschaltetem Display im Dock rund zwei Stunden. Clever: Um den

Akku zu schonen, lädt das Dock nur bis zu 90 Prozent und schaltet dann auf eine Erhaltungsladung. So kann man das Tablet dauerhaft im Dock belassen, ohne eine frühzeitige Akkualterung befürchten zu müssen. Wer schnelleres Laden wünscht, muss sich das von Google separat angebotene Pixel-Ladegerät kaufen, das an der USB-C-Buchse des Tablets mit 30 Watt lädt.

Wer das Tablet in mehreren Räumen als Smart-Display nutzen will, bekommt das Dock bei Google auch separat für 150 Euro. Darüber hinaus gibt es für 100 Euro eine Schutzhülle, die das Andocken nicht behindert und obendrein einen ausklappbaren Standfuß mitbringt, falls man das Tablet mal woanders aufstellen möchte.

Licht und Schatten

Das LC-Display hat ein Seitenverhältnis von 16:10 und eine Diagonale von knapp 11 Zoll (27,8 Zentimeter). Mit seiner Auflösung von 2560×1600 Bildpunkten (276 dpi) gibt es Fotos und Videos gestochen scharf wieder. Dank des großen Farbraums und der sehr geringen Blickwinkelabhängigkeit gelingt ihm eine knackige, farbintensive und sehr kontrastreiche Darstellung.

Im Vergleich zu Smartphone-Displays fällt das LCD des Tablets aber an zwei Punkten etwas ab: Die maximale Bildwiederholrate liegt bei 60 Hertz. Damit scrollt es zwar flüssig, aber nicht so butterweich wie Displays mit 90 oder sogar 120 Hz. Schwerer dürfte für einige Nutzer die maximale Helligkeit von knapp über

500 cd/m² wiegen. Für drinnen und unter bewölktem Himmel reicht das völlig. Wer das Pixel Tablet aber bei Sonnenschein mit in den Garten oder auf den Balkon nehmen möchte, bekommt ohne schattiges Plätzchen Probleme beim Lesen.

Auf dem Sofa oder im Bett ist ein guter Ton zum Spielen oder Videoschauen wichtig: Den liefern auf jeder Seite zwei Lautsprecher. Klanglich kommen sie aufgrund ihrer kompakten Bauweise nicht über das Niveau von Smartphones heraus: Das Pixel Tablet klingt etwas bassarm und betont die Mitten sowie die Höhen etwas zu stark.

Ein weiterer, wenn auch kleinerer Wermutstropfen: Der Name Pixel steht bei Google stets für eine exzellente Kamera. Doch die technischen Daten der Front- und Rückkamera klingen mit 8 Megapixel, einer Blende von $f/2,0$ und einem Öffnungswinkel von 84° ohne optischen Zoom nicht gerade nach High-End. Umso überraschter waren wir, was Google mit softwareseitiger Bildoptimierung aus der Hardware herausholt: Zwar wird kaum jemand sein Tablet regelmäßig als Kamera benutzen, aber bei einer gängigen Anwendung wie etwa Video-Calls kam die Kamera sehr gut mit wechselnden Lichtverhältnissen zurecht und erzeugte bei wenig Licht vergleichsweise wenig Bildrauschen.

Streaming-Empfänger

Eine weitere Besonderheit des Pixel Tablet ist, dass es sich für die Streaming-Schnittstelle „Google Cast“ nicht nur als Quelle,



Das Dock hält das Tablet magnetisch, lädt es über Pins auf und integriert einen Lautsprecher für sattere Bässe.

Unsere Kurshighlights im Juli

CAk
Cyber Akademie

Open Data

Verschlüsselung und
Public Key Infrastructure

Cyber Security
IT-Sicherheit Grundlagen

Abwehr von Cyberangriffen

Informationssicherheitsbeauftragte*
in der öffentlichen Verwaltung

Jetzt buchen auf www.cyber-akademie.de



sondern als Senke anbietet. Wer andere Google-Lautsprecher besitzt, fügt das Tablet einfach der Lautsprechergruppe hinzu. Wenn man auf dem Handy die Musikwiedergabe etwa von Deezer oder Spotify startet, lässt sich die Wiedergabe an Lautsprecher und das Tablet schubsen.

Das Dock birgt einen Tieftöner, der das Tablet akustisch unterstützt. Der Sound klingt im Gespann zwar kraftvoller, doch der Lautsprecher des Docks gleicht den leicht höhenbetonten Sound der ins Tablet integrierten Lautsprecher nicht vollständig aus. Unterm Strich klingt das Pixel Tablet im Dock ungefähr genauso gut wie das Nest-Hub-Display der zweiten Generation oder ein Nest Home Mini; es kommt aber klanglich nicht an die vollwertigen Nest-Home-Lautsprecher heran. Für Podcasts oder die Berieselung mit leiser Hintergrundmusik reicht der Sound völlig aus, anspruchsvollere Musik- und Hi-Fi-Freunde greifen besser zu echten Streaming-Lautsprechern.

Zum Anfassen

Bislang kamen Tablets mit Android-Betriebssystem bei weitem nicht an die Verkaufszahlen von Apples iPad heran. Ein Grund für die geringe Akzeptanz von Android-Tablets ist sicher auch die stiefmütterliche Anpassung von Android-Apps an große Bildschirme. Die meisten von ihnen strecken ihre Oberfläche stumpf auf die Diagonalen der größeren Displays, ohne das Layout anzupassen. Das Ergebnis ist viel ungenutzte Fläche, was nicht nur doof aussieht, sondern sich auch nicht wie auf dem Handy bequem mit dem Daumen bedienen lässt.

Um zu zeigen, wie es geht, hat Google vor der eigenen Tür gekehrt. So ist das Android-Einstellungsmenü im Querformat zweispaltig: Links befindet sich die Menüauswahl und rechts deren Unterpunkte. Ähnlich gehts bei der Benachrichtigungsübersicht zu, links finden sich die Kacheln für Schnelleinstellungen, rechts die eigentlichen Benachrichtigungen. Beides sieht schicker und übersichtlicher aus und lässt sich obendrein besser bedienen. Auf dem Homescreen integriert Google zudem nun eine abgespeckte Taskleiste, die mit einem Wisch von unten zu erreichen ist und daraufhin die Icons der zuletzt genutzten Apps einblendet – praktisch.

Bei hauseigenen Apps wie etwa den Notizen oder Gmail hat Google ebenfalls nachgelegt und sie auf eine Zweispaltenansicht umgestrickt. Ein weiterer Clou:

Startet man über den Android-Taskmanager die Zwei-Fenster-Ansicht, lassen sich bei kompatiblen Google-Apps Daten per Drag & Drop zwischen den beiden angepinnten Apps austauschen.

Viele Apps von Drittanbietern sehen indes auf dem Pixel Tablet genauso luftig karg aus, wie man es von Chromebooks schon länger kennt. Im Mai hatte Google auf seiner Hausmesse Google I/O deshalb verkündet, dass man enger mit Anbietern populärer Apps etwa fürs Streaming oder Gaming zusammenarbeiten wolle, um besser auf die Schirmgrößen von Tablets und Chromebooks zugeschnittene Anwendungen in den Play Store zu bringen. Bislang trägt die Bemühung wenig Früchte, doch das im Sommer erscheinende Update auf Android 14 dürfte zumindest beim Pixel Tablet einige weitere Verbesserungen bringen.

Apropos Update: Wie alle Pixel-Geräte läuft auch das Tablet mit einem unverbastelten Android in der aktuellen 13er-Version und kommt ohne Bloatware. Google verspricht Updates für 5 Jahre. Das bringt vor allem monatliche Sicherheitspatches. Neue Betriebssystemversionen erhalten Pixel-Geräte für drei Jahre. Das Pixel Tablet wird somit sicher noch in den

Genuss von Android 15 kommen; wegen des knappen Verkaufsstarts vor dem etablierten Veröffentlichungstermin neuer Android-Versionen dürfte auch Android 16 mit großer Wahrscheinlichkeit noch auf dem Tablet landen.

Fazit

Mit dem Pixel Tablet gelingt Google eine solide Rückkehr ins Tablet-Geschäft. Nutzt man es als Android-Tablet, liefert es eine ordentliche Leistung bei guter Akkulaufzeit. Eigentliches Highlight ist aber der Spagat zwischen Tablet und Smart-Display, den das mitgelieferte Dock ermöglicht. Das Dock bietet unter anderem den Mehrwert, dass der Akku meist vollgeladen ist, wenn man das Gerät in die Hand nimmt; es verbessert auch die Audioqualität erheblich und macht das Display zur Steuerzentrale fürs Smart Home.

Das alles hat mit 680 Euro für das Modell mit 128 GByte zwar einen etwas höheren Preis. Doch die Smart-Hub-Funktion ist so praktisch, dass sich der Aufpreis im Vergleich zu Android-Tablets ohne Dock lohnt. Zudem hat Google einen Heimvorteil bei Android und liefert Updates schneller und länger als das Gros der Konkurrenz. (spo@ct.de) **ct**

Google Pixel Tablet

Android-Tablet	
Hersteller / Farben	Google / Porcelain, Hazel
Betriebssystem / Security Level	Android 13 / Juni 2023
Display / Auflösung / Kontrast	11 Zoll IPS-LCD / 2560 × 1600 Pixel / 2144:1
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung / max. Bildrate	1,9 ... 540 cd/m² / 84 % / 60 Hz
Kamera	
Hauptkamera Auflösung / Blende / Brennweite / OIS	8 MP (3264 × 1836) / f/2 / 84° / –
Frontkamera Auflösung / Blende / Brennweite / OIS	8 MP (3264 × 1836) / f/2 / 84° / –
Ausstattung	
Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Google Tensor G2 / 2 × 2,85 GHz, 2 × 2,35 GHz, 4 × 1,8 GHz / Mali-G719 MC7
RAM / Flash-Speicher / Kartenslot	8 GB / 128 GB / –
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Ortung	Wi-Fi 6 (2) / 5.2 / – / ✓ / ✓ (GPS, Glonass, Beidou, Galileo)
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss	USB-C 3.2 / –
Akku / Ladeleistung / Drahtlosladen	7020 mAh / 15 - 30 W / –
Maße / Gewicht / Schutzklasse	25,8 cm × 16,9 cm × 0,8 cm / 493 g / k. A.
Messungen, Laufzeiten, Benchmarks	
Laufzeiten bei 200 cd/m² Helligkeit	12,5 h lokales Video / 10,4 h lokales 4K-Video / 8,8 h 3D-Spiel / 13,5 h Videostream
3DMark Wild Life	6645
Geekbench V4 Single / Multi	4837 / 12625
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	40 fps, 69 fps / 60 fps, 192 fps / 57 fps, 124 fps
Bewertung	
Performance / Akku	⊕⊕ / ⊕
Display / Kamera	⊕ / ○
Software / Ausstattung	⊕⊕ / ⊕
Preis	680 € (128 GByte), 800 € (256 GByte)
✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe	
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht	

11. und 12. Oktober 2023 • Karlsruhe

data2day

Die Konferenz für Data Scientists,
Data Engineers und Data Teams

Jetzt
Tickets
sichern!

www.data2day.de

Veranstalter



heise Developer



dpunkt.verlag

Gold-Sponsoren



InterSystems®
Creative data technology

PRODATO

Bronze-Sponsor

andrena
OBJECTS

5. bis 7. September 2023 • TH Nürnberg

Herbstcampus

Wissen für die Softwareentwicklung



Highlights des Herbstcampus

- 40 Deep Dives zu Trends und Technologien in 70-Minuten-Vorträgen
- Vier Ein-Tages-Workshops
- Austausch in lockerer Atmosphäre mit Gleichgesinnten
- Konferenzausstellung mit wichtigen Unternehmen der Region und der Branche
- Rund-um-Verpflegung über zwei Tage – inklusive Get-together am ersten Konferenzabend

www.herbstcampus.de

Jetzt
Tickets zum
Frühbucher-
Rabatt
sichern!

Workshops am 5. September: TypeScript • Pattern Matching • Spring Modulith • Legacy-Systeme

Veranstalter



heise Developer



dpunkt.verlag

Gold-Sponsoren

e.solutions



PRODATO

Silber-Sponsoren

adesso



ppedv

Neue Vorabversion von 7 Days To Die

Das texanische Entwicklerstudio The Fun Pimps hat eine neue Early-Access-Version seines Zombie-Crafting-Survival-Games veröffentlicht: Die Alpha 21 reichert die Spielwelt um viele Details an, verbessert die Grafik, die Baumöglichkeiten, den Weltengenerator und so ziemlich jedes Gebäude im Spiel.

Seit rund zehn Jahre arbeiten The Fun Pimps am Zombie-Crafting-Survival-Spiel 7 Days To Die. Mittlerweile liegen Welten zwischen der ersten, noch Minecraft-ähnlichen Version und der jetzt veröffentlichten Alpha 21. Von Klötzchen weit entfernt ist die Grafik jetzt schöner und vielfältiger, Ambient Occlusion sorgt für differenziertere Lichtsituationen im Spiel und das Gameplay wurde stark erweitert. Mit der Infestation Quest ist ein anspruchsvoller Händlerauftrag hinzugekommen, der den Schwierigkeitsgrad um eine Stufe hochschraubt.

Die ewig gleichen Häuser früherer Versionen sind verschwunden. Stattdessen hauchen hunderte individuell gestaltete Gebäudekomplexe und viele handdesignte Gegenstände der postapokalyptischen Welt visuelles Leben ein. Endlich sind auch die Platzhalternamen für die Häuser verschwunden, so ist ein Wohnhaus jetzt nach der Familie benannt, die es einmal bewohnt hat. Die Händlerkomplexe wurden vergrößert und mehr Wert auf Details gelegt. Später im Spiel kann man sogar innerhalb der Händleranwesen auf einem Hub-schrauberlandeplatz landen.

Die Gebäude sind in fünf Schwierigkeitsstufen unterteilt. Eine Anzeige warnt beim Betreten mit null bis fünf Totenköpfen. Der Schwierigkeitsgrad des Bioms

addiert unter Umständen weitere Totenköpfe. Am wenigsten feindlich ist die Umwelt im Kiefernwald; wer sich ins Wasteland wagt, bekommt dagegen gleich zwei Totenköpfe mehr.

Auch für Innenausstattung haben sich die Fun Pimps diesmal Zeit genommen: Den Wohnraum zieren Yucca-Palmen und andere Zimmerpflanzen, an den Wänden hängen niedliche Bilder von Hunden und Katzen, Schilder, Funkgeräte und viele weitere Gegenstände lassen die Geschichten Überlebender erahnen. Die Interaktion mit Arbeitsstationen ist jetzt immersiver: Setzt man einen Kochtopf oder einen Grill aufs Lagerfeuer, sind die auch zu sehen und ein Blick auf die Werkbank verrät, ob sie bereits mit einem Amboss ausgerüstet ist.

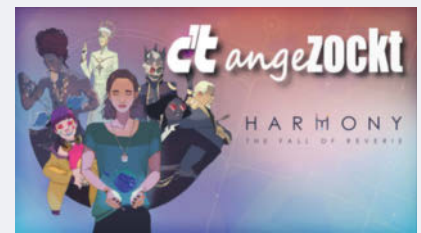
Eine kleine Änderung verschiebt das Gameplay zu Beginn mehr in Richtung Überlebenskampf: Trinkwasser ist jetzt sehr viel schwieriger herzustellen. Händler werden dadurch wichtiger, denn ihre Auftragsarbeiten spülen Geld in die Tasche, das man direkt vor Ort für wertvolle Wasserfilter, Getränke oder lehrreiche Magazine ausgeben kann.

A propos Magazine: Die Fun Pimps haben die Crafting-Fähigkeiten vom Rest des Skillbaums getrennt. Nur Letzterer wird jetzt mit Erfahrungspunkten ausgebaut. Um mehr Dinge in besserer Qualität herstellen zu können, muss man stattdessen Magazine lesen, die überall in der Welt zu finden sind.

7 Days To Die fordert vom Computer einiges an Performance, da macht die Alpha 21 keine Ausnahme. Doch die Entwickler haben vieles optimiert, sodass das Spiel trotz mehr Details flüssiger läuft als frühere Versionen. Der Grund für den Performance-

Kurz & knapp

Neu bei c't zockt: In unserem Indie-Gaming-Kanal auf YouTube haben wir „Harmony – The Fall of Reverie“ angespielt. Im neuen Spiel von DON'T NOD wandelt eine junge Frau zwischen zwei Welten und muss beide mit sanften Entscheidungen wieder in Einklang bringen (Video siehe ct.de/yfh5).



Hunger und gleichzeitig eine Besonderheit des Spiels: die Welt lässt sich komplett zerstören. Spielende können mit allem interagieren, es in seine Bestandteile zerlegen und aus diesen neue Dinge bauen. Die Welt verändert sich dadurch ständig und muss stets komplett neu gerendert werden.

Das Spiel spricht eine große Community an: Man kann es wahlweise als Hardcore-Shooter mit besonders vielen, schnellen und gefährlichen Zombies spielen oder sich beim Bauen austoben und die Welt erkunden oder eben irgendetwas dazwischen. Die Vielzahl an Blockarten ist eine wahre Freude für alle, die kreativ bauen wollen: 692 neue Formen und haufenweise neue Türen sind dazu gekommen.

Mit über 74.000 gleichzeitig Spielenden hat 7 Days To Die mit der Alpha 21 einen neuen Beliebtheitsrekord erreicht und das, obwohl das Update zu diesem Zeitpunkt noch nicht einmal als Stable-Version an alle verteilt wurde. Das passiert erst in den nächsten Wochen; alle, die das Spiel auf Steam erworben haben, erhalten die neue Version mit der Veröffentlichung der Alpha 21 Stable kostenlos. Wer will, kann vorab schon zum Experimental-Branch wechseln. Sämtliche Neuerungen listen die Release Notes im Detail auf (siehe ct.de/yfh5). Das c't-zockt-Team konnte die neue Version schon vor Veröffentlichung ausprobieren (siehe ct.de/yfh5). (lmd@ct.de)

Release Notes & Prestream-Videos:
ct.de/yfh5



Händlerkomplexe und Gebäudeanlagen wurden für die Alpha 21 von 7 Days To Die komplett überarbeitet und mit vielen zusätzlichen Details ausgestattet.

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

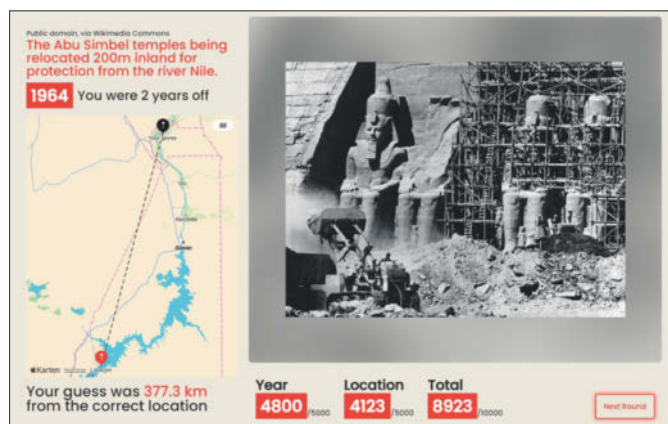
- ✓ Zugriff auf alle Artikel von heise+
- ✓ Jeden Freitag exklusiver Newsletter der Chefredaktion
- ✓ Alle Heise-Magazine online lesen: c't, iX, MIT Technology Review, Mac & i, Make und c't Fotografie
- ✓ 1. Monat gratis lesen – danach jederzeit kündbar

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

heise.de/plus-testen

✉ leserservice@heise.de ☎ 0541 80009 120

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



Wann und wo?

timeguesser.com

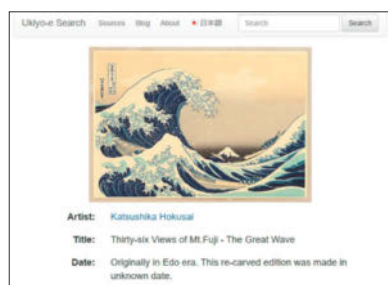
geoguessr.com

Nicht nur der Name **TimeGuesser** ist ganz offensichtlich an den von **GeoGuesser** angelehnt. Auch die Spielideen ähneln sich. Erhält der Spieler bei GeoGuesser ein Google-Earth-Bild, zu dem er den passenden Ort erraten muss, präsentiert ihm TimeGuesser ein historisches Foto. Außer den Aufnahmeort des Fotos muss der Spieler auch das Jahr erraten, in dem es geschossen wurde. Für beides vergibt die Website Punkte – je nachdem, wie nah dran oder weit entfernt der Tipp lag. Neben einer täglich wechselnden Runde aus fünf Bildern, die die kostenlose Site allen Besuchern auf der Welt präsentiert, bietet sie auch Zufallsrunden an. (jo@ct.de)

Druckgrafik-Schätze

ukiyo-e.org

Ukiyo-e bezeichnet ein Genre der japanischen Malerei und Druckgrafik, das auch Künstler anderer Gattungen beeinflusst hat, zum Beispiel Impressionisten und Expressionisten. Das hierzulande bekannteste Werk ist wohl „Die große Welle vor Kanagawa“ von Katsushika Hokusai (siehe Abbildung). Die englischsprachige Website **Japanese Woodblock Print Search** erschließt diese faszinierende Kunstgattung.



Die Betreiber der Website haben Bilder und Metadaten von mehr als 200.000 Drucken aus Museen, Universitäten, Bibliotheken, Auktionshäusern und Händlern in der ganzen Welt zusammengetragen. Die Metadaten aller Bilder lassen sich im Volltext durchsuchen. Mehrere Exemplare desselben Drucks zeigt die Website in einer Galerie an. Zudem präsentiert sie zu jedem Bild ähnliche Drucke. (jo@ct.de)

KI-Vorfälle

incidentdatabase.ai

KI hält in immer mehr Bereiche des Lebens Einzug. Dabei ereignen sich unerwartete, schädliche oder gefährliche Vorfälle: Ein Tesla ignoriert einen Fußgänger auf einem Zebrastreifen; der Deepfake eines Angriffs auf das Pentagon verursacht einen kurzzeitigen Aktieneinbruch an der Börse; der Chatbot einer Hotline für Menschen mit Essstörungen gibt Diättempfehlungen – das sind nur drei aktuelle Beispiele.

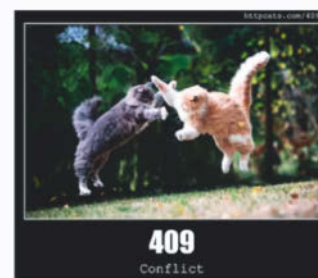
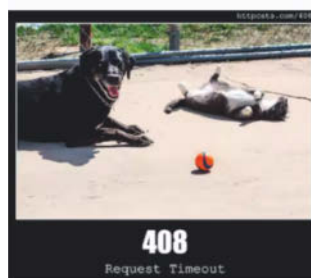
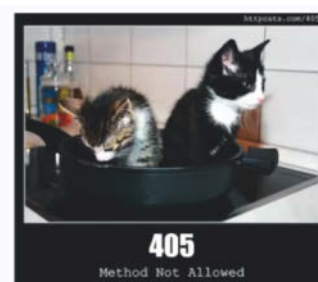
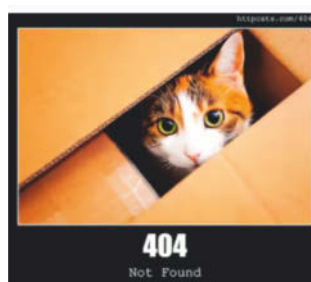
Die englischsprachige **AI Incident Database** (AIID) listet diese und mehr als 2000 andere solcher Fälle, die als Folge des Einsatzes von KI aufgetreten sind. Die von Freiwilligen zusammengetragene Datenbank soll bei KI-Praktikern das Problembewusstsein erhöhen und ihnen damit helfen, ähnlich gelagerte Fehler in der Zukunft zu mildern oder zu vermeiden. Zu den Nutzern der AIID zählen Systemarchitekten, Entwickler und Wissenschaftler. Jeder darf weitere Problemfälle melden. (jo@ct.de)

Statuskatzen

http.cat

httpcats.com

Tomomi Imura mag Katzen. Die Webentwicklerin hat bereits 2011 eine Sammlung von Katzenfotos veröffentlicht, die gängige HTTP-Statuscodes wie 404 (Not Found) oder 429 (Too Many Requests) illustrieren – die **HTTP status cats**. Der Ent-



wickler Rogério Vicente hat diesen Bildern ein API verpasst, sodass Programmierer sie mit `https://http.cat/<StatusCode>` in ihre Websites einbinden können. Seit 2022 gibt es unter httpcats.com einen Satz alternativer Bilder. (jo@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/yuju

Schalten Sie Ihre TV-Werbung ein

Wenn Sie an TV-Werbung denken, haben Sie aufwändig produzierte und kostenintensive Werbespots vor Augen?

Das geht auch anders – mit **Heise TV-Bannern**.

Wir bieten bezahlbare TV-Werbung auf mehr als 30 Sendern der ProSiebenSat.1-Gruppe und der RTL-Mediengruppe:

- › zielgruppengenau aussteuerbar über internetfähige Smart-TVs
- › aufmerksamkeitsstark platziert im Programmumfeld
- › kostengünstig umsetzbar als L-förmiger Banner
- › transparent ausgewertet nach Sichtkontakten



Erfolgreiches
Marketing
vor Ort.

Pünktlich abgebucht

Bahn will für verspätet erstelltes Deutschland-Ticket kassieren



Größerem Kundenandrang sind die IT-Systeme der Deutschen Bahn nicht gewachsen. Das hat sie beim Run auf das beliebte 49-Euro-Ticket Anfang Mai einmal mehr unter Beweis gestellt. Und bei der Nacharbeit schlampt das Bundesunternehmen weiter, zulaste der Kunden.

Von Tim Gerber

Der 1. Mai bescherte uns in diesem Jahr ein sonniges und verlängertes Wochenende sowie die Einführung des lang erwarteten Deutschland-Tickets. Damit kann man für 49 Euro einen Monat lang im ganzen Land den Regionalverkehr nutzen. Zu den zigtausenden Ausflüglern, die davon gleich am 1. Mai profitieren wollten, gehörte auch Kim K. Am 30. April versuchte sie mehrfach, sich das Ticket per App DB Navigator der Bahn zu beschaffen. Doch wie ein Großteil derer, die das an diesem Tag versuchten, erhielt sie lediglich Fehlermeldungen und letztlich den offiziellen Hinweis der Bahn, dass die IT ihres Buchungssystems derzeit gestört sei.

Deshalb suchte Kim K. nach Alternativen und wurde unter deutschland-

ticket.de fündig. Hinter der Webseite verbirgt sich der Bahnkonkurrent Transdev, bei dem die Kundin problemlos das Abo für ein Deutschland-Ticket ab 1. Mai abschließen konnte; elektronische Zusendung inklusive. Damit konnte sie ihre Fahrt am 1. Mai absolvieren und alle weiteren in der Folge. Die Sache hatte sich damit für Kim K. erledigt, dachte sie.

Die Bahn kommt

Doch da hatte die Kundin ihre Rechnung ohne die Deutsche Bahn gemacht. Die arbeitet zwar nicht mit der sprichwörtlichen deutschen Pünktlichkeit, dafür aber mit deutscher Gründlichkeit: Den Abowunsch der Kundin K. hatte das Unternehmen trotz IT-Panne sorgfältig vermerkt

und in den kommenden Tagen auch bearbeitet. So erhielt die Kundin ein paar Tage später, am 3. Mai, die Bestätigung: „Wir freuen uns Ihnen mitteilen zu dürfen, dass Sie Ihr digitales Abo Ticket ab sofort im DB Navigator hinzufügen können.“ Für die Fahrt am 1. Mai kam das allerdings zu spät.

Postwendend schrieb die Kundin zurück, man möge das Abo stornieren. Aufgrund der technischen Probleme der Bahn habe sie es längst bei einem anderen Anbieter erworben. Als Nachweis hängte sie die Buchungsbestätigung von Transdev an die Mail und kündigte vorsorglich an, bei Abbuchungen von ihrem Bankkonto postwendend eine Rücklastschrift vorzunehmen. Sie bat um Bestätigung, dass das Abo aufgehoben wurde.

Am 6. Mai reagierte die Bahn: „Wir freuen uns, dass Sie ein Deutschland-Ticket gekauft haben und hoffen natürlich, dass Sie es auch weiterhin behalten möchten.“ Es folgten Anweisungen, wie man eine Kündigung im Abo-Portal der Bahn vornehmen könne. Doch reguläre Kündigungen sind beim Deutschland-Ticket bis zum jeweils zehnten Tag eines Monats nur für den Folgemonat möglich. Für Mai hätte Kim K. nach den Vorstellungen der Bahn also zahlen sollen.

Damit war die Kundin freilich nicht einverstanden und teilte dies der Bahn am selben Tag nochmals deutlich per E-Mail mit. Auch darauf ging die Bahn nicht ein, sondern schickte am 8. Mai lediglich eine Bestätigung der Kündigung zum 31. Mai. Und wie zu befürchten, zog die Bahn am 25. Mai 49 Euro für das Ticket vom Bankkonto der Kundin ein. Die veranlasste sofort eine Rücklastschrift und schrieb der Bahn umgehend erneut, dass sie nicht bereit sei, für das verspätet bereitgestellte Ticket zu bezahlen. Doch statt einer Antwort flatterte wenige Tage später per Post ein „Klärungsschreiben zur Rücklastschrift“ in den Briefkasten. Neben den 49 Euro für das Abo sollte sie nun auch noch 2 Euro Rücklastschriftgebühren bezahlen.

Nicht allein

Am 5. Juni machte Kim K. die Redaktion von c't auf ihren Fall aufmerksam. Es war nicht der erste solche Fall, der uns bekannt wurde. Auch Mitglieder der Redaktion hatten ähnliche Erfahrungen mit verspätet ausgestellten Deutschland-

Tickets und Abbuchungen der Bahn machen müssen.

Bereits am 22. April hatten wir erstmals wegen Ungereimtheiten bei der Bestellung des Abos bei der Pressestelle der Bahn angefragt. Betroffene hatten auf ihre Bestellung Anfang April lediglich Mitteilungen erhalten, dass es Probleme damit gebe und sie sich an das Abo-Center der Bahn wenden sollten. Von dort trafen aber keine oder nur Standardmails ein, in denen beschrieben wurde, wie man ein Deutschland-Ticket in die Bahn-App laden kann.

Am 27. April hatte ein Sprecher geantwortet, bei den geschilderten Vorgängen handle es sich nicht um technische Fehler. Am 29.

April vermeldete die Bahn öffentlich, dass es IT-Probleme im Zusammenhang mit dem Deutschland-Ticket bei ihr gebe. Anfragen der c't dazu ließ das Unternehmen jedoch unbeantwortet.

Am 8. Juni erinnerten wir die Bahn an die noch immer ausstehenden Antworten und konfrontierten sie mit dem Fall von Kim K. Zudem wiesen wir darauf hin, dass auch andere Betroffene aufgrund der inzwischen eingeräumten IT-Probleme ebenfalls solche unberechtigten Abbuchungen verzeichneten, „Klärungsschreiben zur Rücklastschrift“ inklusive.

Wir wollten von der Bahn als bundeseigenem Unternehmen unter anderem wissen, wie viele solcher Fälle es schätzungsweise gibt und was der Konzern unternommen hat, um ungerechtfertigte Abbuchungen zu verhindern. Das Abo-Team arbeite mit Hochdruck daran, zu viel bestellte Tickets zu stornieren und fristgerechte Kündigungen auszuführen, antwortete ein Bahn-Sprecher am 12. Juni. Bei

Kunden, die über die Verkaufskanäle der DB versehentlich mehrfach ein Deutschland-Ticket auf ihren Namen bestellt hätten, komme nur ein Abonnement zustande. Möglicherweise zu viel gezahlte Beträge erstatte man.

Zum konkreten Fall von Kim K. verlor die Bahn kein Wort. Erst auf unseren Hinweis, dass wir über genau diesen Fall berichten wollen, meldete sich die Bahn nochmal am 15. Juni. Man habe den Fall der Leserin inzwischen geprüft. Ergebnis: „Das verspätet bereitgestellte Deutschland-Ticket für Mai werden wir nachträglich stornieren.“ Am selben Tag erhielt Kim K. ein knappes Schreiben der Bahn, dass die Sache erledigt sei.

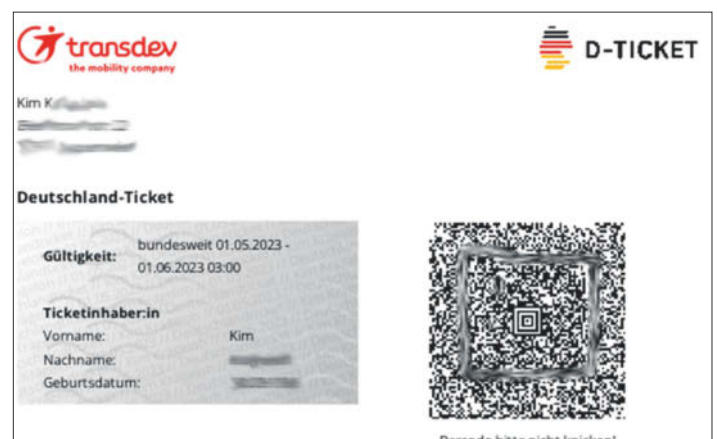
Viele Fragen offen

Wie viele Bahn-Kunden genauso betroffen sind wie unsere Leserin, wissen wir nicht. Dazu erteilt die Bahn keine Auskunft. Lediglich, dass es „wegen der sehr hohen Zahl an Anfragen“ aktuell mehr Zeit in Anspruch nehme, alle Anliegen zu bearbeiten. Wahrscheinlich bucht die Bahn bei vielen weiteren Kunden unberechtigt Geld für mehrfache Deutschland-Tickets ab. Und wer es rechtzeitig bemerkt und sich sein Geld per Rücklastschrift zurückholt, den belästigt die Bahn mit „Klärungsschreiben“ nebst zusätzlicher Geldforderungen. Und wer es zu spät oder gar nicht bemerkt, sieht sein Geld vermutlich nie mehr wieder.

Die Schuld sieht der Staatskonzern offenbar bei den Bürgern, die „versehentlich“ mehrere Abos bestellt hätten. Dass die eigene IT der Auslöser war, ist dem Management offenbar egal. Sonst würde es wenigstens auf den Versand von „Klärungsschreiben“ verzichten, bis die Folgen seines IT-Versagens restlos abgearbeitet sind. (tig@ct.de) **ct**

**VOR
SICHT
KUNDE!**

Trotz Beleg über das Deutschland-Ticket von der Konkurrenz wollte die Bahn für ihr verspätetes Ticket kassieren.



Knipskrieg

Smartphones und Kameras im Wettbewerb
ums beste Bild



Der Wettbewerb ums beste Bild Seite 52
Sechs Smartphones und zwei Kameras im Fotovergleich Seite 54

Das alte Duell zwischen Smartphone und Kamera bleibt weiter aktuell, obwohl sich mit der KI ein neuer Konkurrent im Bilderbecken tummelt. Die Grenzen zwischen einem Foto als Abbild der Realität und einem gemalten Bild verschwimmen zunehmend.

Von Steffen Herget

Ist das noch ein Foto oder schon ein Gemälde? Diese Frage stellt sich beim Betrachten von Bildern aus Smartphones und Kameras immer mehr. Vor allem die Smartphonehersteller versuchen seit Jahren mit immer aufwendigeren Algorithmen, die Grenzen der Physik zu überwinden, die den Mini-Linsen und den kleinen Sensoren auferlegt sind. Da werden munter – und automatisch – mehrere unterschiedlich belichtete Fotos zu einem verschmolzen, Daten aus drei oder vier Kameras gesammelt und zu einem Bild verührt und das Ganze noch mit Farbfiltren, HDR-Effekten und diffusen Szene-Modi „optimiert“. Manche Software erfindet sogar ganze Bildbereiche, die das eingefangene Bild gar nicht hergibt. Man denke nur etwa an die Mondfotos, die Samsungs Galaxy S23 Ultra knipst.

Auch in modernen Kameras ist ein Foto längst mehr als die Summe der Pixel auf der digitalen Leinwand. Die Software optimiert auch hier nach Kräften. Der größere Einfluss auf das finale Ergebnis ist jedoch zwischen Bildschirm und Rückenlehne zu verorten. Mit Bildbearbeitungsprogrammen gestalten Ambitionierte ihre Aufnahmen nach ihren Vorstellungen, auch die Entwicklung von RAW-Dateien schafft viele Möglichkeiten, die Bildqualität deutlich zu verändern.

Außerdem hat die künstliche Intelligenz in den vergangenen Monaten mächtig am Schwungrad gedreht und ganz neue Optionen erschaffen, die traditionellen Fotografen ebenso Kopfzerbrechen bereiten wie all jenen, die Fotos gerne betrachten. KI-gestützte Bildgeneratoren wie Midjourney oder Stable Diffusion kreieren aus wenigen Begriffen Bilder nach Wunsch, die teils täuschend echt nach

„richtigem Foto“ aussehen – oder nach echtem Kunstwerk. Ein Landschaftsbild im Stile Jan Vermeers oder ein futuristisches Portrait im Cyberpunk-Stil sind nur wenige Mausklicks entfernt.

KI-Helferlein machen auch vor echten Fotos nicht Halt. Das neue Photoshop-Werkzeug „Generative Füllung“ vereinfacht und beschleunigt die bislang zeitraubende manuelle Bildbearbeitung gewaltig: Bildbereich grob markieren, mit zwei, drei Stichpunkten Wünsche zur Änderung angeben, einige Momente warten, und das Programm spuckt gleich drei Vorschläge aus. Kein passender dabei? Dann einfach nochmal klicken und es geht von vorne los. Faule geben dem Tool einfach gar keine Anhaltspunkte und lassen die KI selbstständig werkeln und sich überraschen. Das hat etwas von Pixelzauberei – allerdings nichts mehr von einem glaubhaften, echten Foto.

Kamera ohne Fotos

Das Projekt Paragraphica des Dänen Bjørn Karmann treibt die Idee auf die Spitze. Der Designer hat ein Gerät entwickelt, das aussieht wie eine Kamera mit seltsamer Linse, das aber überhaupt keine Fotos aufnimmt. Stattdessen berechnet ein eingebauter Raspberry Pi ein fiktives, KI-generiertes Bild in Abhängigkeit vom Ort, an dem man sich befindet. Drei physische Drehregler an der Paragraphica, die aussehen wie die bekannten Rädchen zum Einstellen von Blende oder ISO, bringen manuelle Optionen ins Spiel. Mit dem linken Rädchen stellt man den Bildradius in Metern ein, das mittlere regelt, wie körnig das Bild aussehen soll, das rechte steuert den KI-berechneten Detailgrad. Eine Kamera also, die nicht zumindest einen Ausschnitt der Realität abbildet, sondern Fantasiewelten ausspuckt, siehe ct.de/y9tj. Schöne neue Welt.

Doch aller künstlichen Intelligenz, aller Bildbearbeitung und allen Beauty-

und HDR-Filtern zum Trotz: Die Menschen fotografieren nach wie vor, und zwar unheimlich viel. Wie viel genau, weiß niemand, doch alleine auf Facebook sollen rund 4000 Bilder pro Sekunde hochgeladen werden, das macht knapp 350 Millionen pro Tag. Die große Masse dieser Bilder wird mit Smartphones geschossen. Die gar nicht mal so kleinen Alleskönner haben vor allem Kompaktkameras nahezu komplett verdrängt und auch größeren Digitalkameras das Leben schwer gemacht. Die technische Entwicklung – aufgrund des minimalen Platzangebots in einem Smartphone besonders herausfordernd – schreitet noch immer voran. Bildsensoren der Ein-Zoll-Klasse kommen in High-End-Smartphones verstärkt zum Einsatz, aufwendige Stabilisatoren sollen jeden Wackler ausgleichen, und die Informationen aus bis zu 200 Megapixel werden aufleichter verdauliche 12-Megapixel-Bilder zusammengerechnet.

Die Physik trickst niemand aus

Und trotzdem ist die Zeit der großen Kameras nicht abgelaufen, sie haben nach wie vor die Physik auf ihrer Seite. Die um ein Vielfaches größeren Objektive fangen einfach mehr Licht ein, und mehr Licht bedeutet mehr Bilddaten, die der Bildsensor verarbeiten kann. Und auch die Sensoren echter Kameras sind noch immer eine andere Kragenweite: In der Canon EOS R8, die stellvertretend für Einsteiger-Vollformatkameras steht, steckt ein achtmal größerer Sensor als im Xiaomi 13 Ultra, das den aktuell größten Smartphone-sensor spazieren trägt. Selbst der APS-C-Sensor in der Kompaktkamera Ricoh GR3 ist dreimal so groß. Die ausladenden Sensoren führen zu natürlich wirkenden optischen Effekten, die ein künstlich berechnetes Bokeh kaum erreichen kann. Die Flexibilität in Sachen Brennweiten und Blende spricht außerdem für echte Kameras, vor allem wenn man zwischen vielen Objektiven wählen kann.

Unser Vergleichstest auf den folgenden Seiten zeigt: Die Unterschiede sowohl zwischen Kamera und Smartphone, aber auch zwischen den Mobiltelefonen untereinander treten im Vergleich deutlicher zutage, als man das angesichts ähnlicher Technik vermuten mag. Unter dem Strich findet sich für alle Einsatzzwecke die passende Kamera, und doch gilt die alte Maxime weiterhin: Die beste Kamera ist erst einmal die, die man dabei hat.

(sht@ct.de) **ct**



Pixel-Party

Foto-Smartphones von Apple bis Xiaomi im Labor- und Praxistest

Mit großen Typ-1-Zoll-Sensoren, langen Telebrennweiten und optischen Zooms dringen Smartphones in Kategorien vor, die lange klassischen Digitalkameras vorbehalten waren. Wir vergleichen sechs der besten Foto-Smartphones miteinander und mit einer Edelkompakt- sowie einer Vollformatkamera – und nicht alles geht wie erwartet aus.

Von Robin Brand
und Sophia Zimmermann

Große Sensoren, lange Brennweiten, ausgeklügelte Software: Geht es nach den vollmundigen Versprechen der Smartphoneindustrie, hat die aktuelle Handygeneration den Rückstand zu Kameras entscheidend verkürzt und die ausgewachsene Konkurrenz hier und da überflügelt. Doch ist das wirklich so? Wir stellen sechs High-End-Smartphones auf die Probe und vergleichen ihre Fotos mit denen einer Vollformat-Systemkamera und einer Kompaktkamera.

Neben dem Apple iPhone 14 Pro, dem besten Smartphone aus dem Apple-Universum, komplettieren fünf Androiden das Testfeld. Das Google Pixel 7 Pro hat sich allen voran mit seinen KI-Kompetenzen einen Namen gemacht. Das Huawei P60 Pro erstaunt mit seinem digitalen Zoom,

das Samsung Galaxy S23 Ultra mit gleich fünf Kameras. Sonys Xperia 1 V trumps mit einem optischen Zoom auf und das Xiaomi 13 Ultra mit einem 1-Zoll-Sensor (siehe Schaubild auf S. 56).

Für die klassischen Digitalkameras treten die Kompaktkamera Ricoh GR IIIx und die spiegellose Systemkamera Canon EOS R8 an. Die Ricoh GR IIIx erinnert optisch an früher weitverbreitete Kompaktkameras, die von Smartphones fast ausgerottet wurden. Ihr APS-C-Sensor ist jedoch deutlich größer als die größten Smartphonesensoren und verspricht maximale Bildqualität im kleinsten Format. Wie die Smartphones verschwindet die Ricoh GR IIIx locker in der Jacken- oder Hosentasche und konkurriert damit als Immer-Dabei-Kamera mit Smartphones. Der Preis des kleinen Ge-

häuses: Die Ricoh knipst Fotos in nur einer Brennweite.

Aus der Gruppe der Vollformat-Spiegellosen schauen wir stellvertretend die Canon EOS R8 an. Sie bewegt sich in der Einsteigerklasse, dennoch kostet sie knapp 1800 Euro ohne Objektiv. Für eine Kamera mit Vollformatsensor ist sie klein und je nach angesetztem Objektiv immerhin handtaschentauglich.

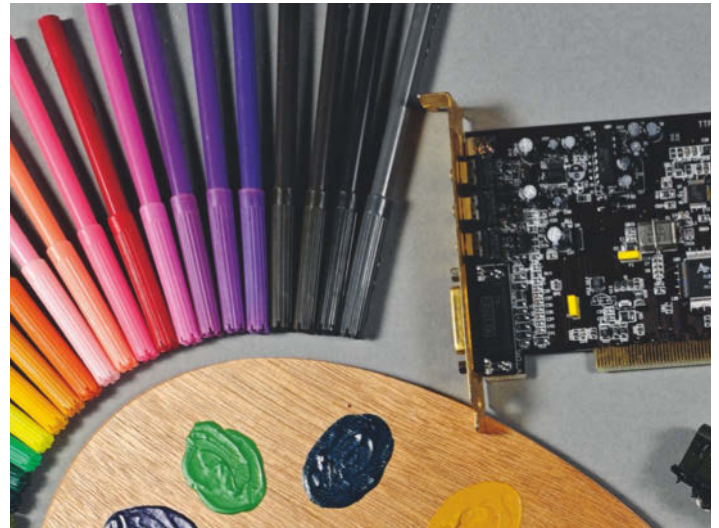
Smartphonehersteller verfolgen einen anderen Ansatz als Kamerahersteller wie Canon. Statt mit wechselbaren Objektiven filmen und fotografieren Smartphones mit mehreren Kameras. Diese bilden mit ihren Linsen in der Regel Brennweiten zwischen etwa 14 Millimetern im Ultraweitwinkel und bis zu 230 Millimetern im Telebereich (jeweils gemäß Kleinbildäquivalent) ab; die Unterschiede zwischen den Teles sind allerdings mitunter gewaltig.

In diesem Prüfstand hat das Apple iPhone 14 Pro die kleinste Telebrennweite mit 77 Millimetern. In der klassischen Fotografie wäre das optimal etwa für Porträtaufnahmen. Das Samsung Galaxy S23 Ultra bietet mit 230 Millimetern die längste Brennweite. Damit holt man selbst entfernte Motive vergleichsweise nah heran (die genauen technischen Daten entnehmen Sie der Tabelle auf S. 63). Zwischen den optischen Festbrennweiten und darüber hinaus zoomen die Smartphones digital, mitunter wertet die Software für das finale Foto die Bildinformation mehrerer Kameras aus. Um mit der Canon EOS R8 einen ähnlichen Bereich abdecken zu können, haben wir sie mit dem Objektiv RF 24-240mm F4-6.3 IS USM kombiniert. Es handelt sich hierbei um ein klassisches Reise-Objektiv mit Alleskönneranspruch.

Messwerte und Laborbilder

Für unser Smartphone-Kamera-Duell haben wir etliche Praxisaufnahmen angefertigt und die Geräte in verschiedenen Disziplinen wie Landschafts- und Porträtfotografie, Nacht- und Teleaufnahmen getestet (Fotogalerien siehe ct.de/ye7k). Zudem haben wir sie durch unseren Laborparcours gejagt. Dort haben wir uns auf die Hauptkameras konzentriert, da diese die größten Sensoren mit den lichtstärksten Optiken kombinieren und die mit Abstand potentesten Kameras der Smartphones sind. Die Messwerte aus dem Labor sind immer mit ein wenig Vorsicht zu genießen, denn Smartphones verhalten sich mit ihrer rechnergestützten Bildoptimierung oft anders als klassische Kameras.

Hochauflösend:
Das Xiaomi 13 Ultra reizt die theoretisch mögliche Auflösung des 50-Megapixel-Sensors mittig voll aus.



Besonders fällt das bei unserer Rauschmessung auf. Als Bildrauschen bezeichnet man Störsignale, die sich in Aufnahmen etwa als unruhige, körnige Strukturen zeigen, verursacht unter anderem durch die Verstärkung des Bildsignals (ISO-Wert), und gemessen als Visual Noise (VN). Dieser Kennwert gibt an, wie Menschen das Rauschen in einem Bild wahrnehmen. Werte bis 0,8 stehen für weitgehende Rauschfreiheit, Werte bis 2 für einen geringen, Werte bis 3 für einen mäßig und Werte über 3 für einen deutlich störenden Rauscheindruck. Aktuelle Digitalkameras mit großen Sensoren erreichen bei optimalen Lichtbedingungen locker Werte um 1. Die EOS R8 kommt auf

einen VN von 0,9. Die Ricoh GR IIIx liegt bei 1,1.

Selbst bei optimalen Bedingungen bleibt das mit Abstand beste Smartphone, das Sony Xperia 1 V, mit einem VN von 2,7 hinter den Digitalkameras zurück. Auf den zweiten Platz schiebt sich das Apple iPhone 14 Pro mit einem VN von 5,1. Die Schlusslichter bilden Xiaomi (9,5) und Samsung (10,3). Theoretisch müssten diese Geräte regelrechte Rauschkatastrophen produzieren. Doch weit gefehlt: Die Smartphones werden hier Opfer ihrer eigenen Bildoptimierung. Ein Blick auf die Laboraufnahmen zeigt: Rauschen sucht man hier vergebens.

Vielmehr ist der hohe Visual Noise ein Hinweis darauf, dass die Software stark in die Aufnahmen eingreift: So zeigen das Samsung- und das Xiaomi-Telefon etwa eine Struktur im Grau unserer Testszene, die es gar nicht gibt. Sie ist sehr regelmäßig und erinnert an das Muster von Rauputz. Relativ stark ausgeprägt ist das auch beim iPhone. Das S23 Ultra schärft zudem stark nach und zeigt in filigranen Strukturen Moirés. Das Sony Xperia 1 V ist in der JPEG-Ausgabe dagegen deutlich zurückhaltender und liefert insgesamt einen weichen, natürlichen Look. Tatsächlich geht also das sauberere, weil weniger Artefakt-behaftete Bild des Sony mit einem niedrigeren VN einher.

Die Auflösung beschreibt die Fähigkeit der Kamera, feinste Strukturen abzubilden. Standardmäßig geben alle Smartphones 12-Megapixel-Fotos aus, allerdings lösen die Sensoren deutlich höher auf. Per Software legen die Smartphones mehrere Pixel zusammen, um die Lichtausbeute zu erhöhen. Bei einem 12-Me-



Das iPhone 14 Pro hat diese Blume unter anderem mithilfe eines LiDAR-Sensors überzeugend freigestellt.

gapixel-Foto mit 4000 × 3000 Pixeln stehen 3000 Pixelzeilen oder 1500 Linienpaare pro Bildhöhe (LP/BH) zur Verfügung – vorausgesetzt, die Optik kann die theoretisch mögliche Auflösung ausschöpfen. Bei niedrigen Sensorempfindlichkeiten und selbst bei etwas ungünstigeren Bedingungen (80 Lux im Labor) gelingt dies in der Bildmitte allen Testgeräten vollständig. Anders verhält es sich in den Randbereichen. Hier zeigt das Samsung S23 Ultra Unsauberkeiten, sodass kontrastreiche Übergänge verwaschen wirken. Etwas besser gelingt das Googles Pixel 7 Pro und Apples iPhone 14 Pro. Auch die Digitalkameras schöpfen die theoretisch mögliche Auflösung ihrer 24-Megapixel-Sensoren vollständig aus.

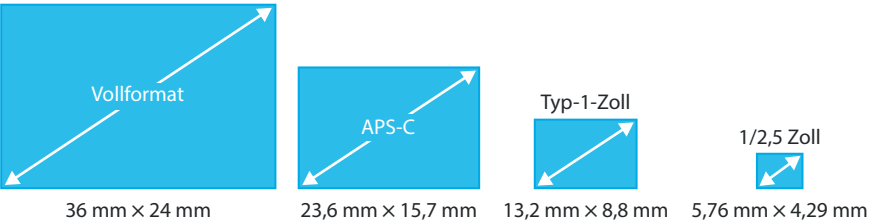
Der nominell gleichen Auflösung zum Trotz unterscheidet sich die Schärfenanmutung der Fotos deutlich voneinander. iPhone, P60 Pro, S23 Ultra und 13 Ultra schärfen stark nach, erzeugen dabei aber teilweise Verrechnungsartefakte in besonders filigranen Strukturen. Pixel und Xperia 1 V schärfen weniger aggressiv nach. Die Fotos wirken weicher, aber – weil sie Mikrokontraste sauberer herausarbeiten – plastischer. Noch deutlich sauberer stellen die Ricoh- und vor allem die Canon-Kamera Konturen und verschiedene Tiefenebenen dar. Die Fotos der Digitalkameras wirken insgesamt ruhiger und homogener. Moirés, wie sie auf allen 12-Megapixel-Fotos der Smartphones auf den Leiterbahnen einer Steckkarte auf unserem Testchart sichtbar sind, finden wir auf den Kamerafotos nicht.

Auflösungskönige

Vier der sechs Smartphones schießen Fotos optional in tatsächlicher Sensorauflösung: Apple iPhone 14 Pro, Huawei P60 Pro und Xiaomi 13 Ultra also mit 48 respektive 50 Megapixel, das Samsung S23 Ultra mit 200 Megapixeln. Nur die Xiao-

Sensorgrößen im Vergleich

Ein Vollformatsensor, wie er in der Canon EOS R8 steckt, sammelt Licht auf einer achtmal so großen Fläche wie der größte Smartphonesensor, ein Typ-1-Zoll-Sensor, der zum Beispiel im Xiaomi 13 Ultra steckt. Zum Vergleich: Ein APS-C-Sensor, wie ihn die Ricoh GR IIIx nutzt. Tele- und Ultraweitwinkelkameras in Smartphones greifen meist auf Sensoren zurück, die maximal 1/2,5" groß sind.



mi-Kamera ist in der Lage, bei guten Lichtverhältnissen die volle Auflösung von 3072 LP/BH auszuschöpfen, wovon vor allem Motive mit vielen Details profitieren. Am anderen Ende reiht sich das Huawei P60 Pro ein, denn die 50-Megapixel-Fotos bringen keinen sichtbaren Gewinn, aber zeigen den Moiré-Effekt, den wir schon in den 12-Megapixel-Fotos beobachtet haben. Unsere Messsoftware bestätigte: Im Vergleich zum 12-Megapixel-Foto legt das P60 Pro im sogenannten High-Res-Mode nur um klägliche 7 LP/BH zu.

Die nominell höchste Auflösung kitzelt das S23 Ultra aus seinem Sensor heraus und kommt auf 3973 LP/BH. Doch das sind nur 65 Prozent der maximal möglichen Auflösung des 200-Megapixel-Chips. Ein besserer Kompromiss aus Speicherbedarf und Auflösung ist daher der 50-Megapixel-Modus, den das Smartphone ebenfalls anbietet (2865 LP/BH). Das iPhone gibt die volle Auflösung nur als speicherhungriges Raw im DNG-Format aus. Dieses speichert mehr Bildinformation für die Postproduktion als ein JPEG und offenbart schon unbearbeitet zahlreiche Details: 2685 LP/BH.

Ein weiteres wichtiges Kriterium, um die Bildqualität von Kameras einzuschätzen, ist der in Blendenstufen angegebene Dynamikumfang. Er beschreibt den maximalen Kontrast, den die Kamera wiedergeben kann. Überschreitet der Kontrast der Szene oder des Motivs die Fähigkeiten der Kamera, wird etwa aus dem blauen Himmel eine konturlose Fläche oder die Schatten saufen in tiefem Schwarz ab. Siegerin in diesem Vergleich ist die Vollformatkamera Canon EOS R8 mit 12,4 Blendenstufen – doch die Smartphones schlagen sich nicht viel schlechter. So folgt dicht danach das Google Pixel 7 Pro mit 12,2 Blendenstufen, keiner der Testkandidaten liegt unter zehn Blendenstufen. Das liegt freilich an der rechnergestützten Bildoptimierung, die mehrere Aufnahmen mit verschiedenen Belichtungen zu einem optimal ausgeleuchteten Bild kombiniert.

Abseits der vornehmlich auf großen Monitoren oder ausgedruckt sichtbaren Qualitätsunterschiede fällt schon auf dem kleinen Smartphonebildschirm ins Auge, wie die Geräte mit Farben umgehen. Grob lässt sich das Testfeld in zwei Gruppen einteilen: Huawei, Samsung und Xiaomi fallen mit einem typischen, knalligen Smartphone-Look samt stark gesättigten Farben und verstärkten Kontrasten auf. Das wirkt selten natürlich, aber oft schöner als die Realität und ist durchaus so gewollt. Dagegen wirken die Farben des Xperia 1 V regelrecht flau. Es gibt Szenen aber natürlicher wieder und kommt mit seinem Bildlook nah an die klassischen Digitalkameras heran. iPhone und Pixel, letzteres mit etwas kühlerer Farbgebung, sind irgendwo dazwischen zu verorten. Mit zahlreichen in den Kamera-Apps hinterlegten Filtern

Messergebnisse

Modell	Visual Noise (ISO Low) ¹	Dynamikumfang (ISO Low)	Auflösung (LP/BH)	Auflösung High-Res (LP/BH)
	◀ besser	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Apple iPhone 14 Pro Max	5,1	11,3	1512/1512	2568/3024 ²
Google Pixel 7 Pro	6,8	12,2	1536/1536	–
Huawei P60 Pro	8,6	12,1	1500/1500	1507/3000
Samsung Galaxy S23 Ultra	10,3	10,4	1500/1500	3973/6120
Sony Xperia 1 V	2,7	10,45	1500/1500	–
Xiaomi 13 Ultra	9,5	10,79	1536/1536	3072/3072
Canon EOS R8	0,9	12,4	2000/2000	–
Ricoh GR IIIx	1,1	10,07	2000/2000	–

¹ Bei Smartphones kann auch starke Softwarebearbeitung Ursache für einen hohen VN sein ² Volle Auflösung nur als Raw

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



Apple iPhone 14 Pro

Mit der aktuellen Generation der Pro iPhones wagte Apple den Schritt vom lange bewährten 12-Megapixel- hin zu einem höher auflösenden 48-Megapixel-Sensor. Standardmäßig legt die Software aber vier Pixel zusammen (so entstehen lichtstärkere 2,44-Mikrometer-Pixel), sodass es am Ende doch wieder 12-Megapixel-Fotos ausgibt. Unter Androiden ist das Verfahren schon längst etabliert. Wie gehabt schärft das iPhone die JPEGs stark nach. Die volle Auflösung schießen die iPhones nur im DNG-Format. Jedes 48-Megapixel-Foto belegt rund 80 MByte und benötigt beim Speichern einen kurzen Moment. Für ruhige Landschaftsaufnahmen lohnt sich das dennoch, denn die Raw-Fotos offenbaren eine Menge Potenzial. Die ohnehin sehr guten Videofähigkeiten des iPhone hat Apple weiter verbessert. Die Stabilisierung ist hervorragend und im Actionmodus zusätzlich softwaregestützt, sodass das iPhone selbst grobe Wackler ausbügelt.

- ↑ detailreiche DNGs
- ↑ mächtige Videofeatures
- ↓ JPEGs stark nachgeschärft



Google Pixel 7 Pro

War der Sprung von der fünften auf die sechste Pixel-Generation mit neuem, größeren Sensor und Telekamera ein weiter, so hat Google die aktuelle Generation eher behutsam weiterentwickelt. Die Telekamera ist nun mit einer längeren Brennweite bestückt (120 statt 104 Millimeter), was aber mit einem etwas kleineren Sensor einhergeht (1/2,55" statt 1/2"). Mithilfe von Software und KI steigert das Pixel die maximale Vergrößerung gar auf 30-fach und liefert unter optimalen Bedingungen ordentliche Resultate. Unter schlechten Lichtbedingungen bleibt die Hauptkamera das Maß der Dinge, wenn man gegen Fotos heller als die Realität nichts einzuwenden hat. Neu sind der Autofokus des Ultraweitwinkel und der integrierte Makromodus. Im Nahbereich springt dieser automatisch an und ermöglicht Detailaufnahmen von Insekten- und Pflanzenwelt.

- ↑ bester Nachtmodus
- ↑ natürliche Farben
- ↑ gutes Tele



Huawei P60 Pro

Das Huawei P60 Pro sorgte für eine Überraschung im Test: Obwohl das Tele nur mit einer 90-Millimeter-Optik (gemäß Kleinbild) bestückt ist, ist es dem Zehnfach-Tele des S23 Ultra oft ebenbürtig. Bei Tageslicht holt es auch in der zehnfachen Vergrößerung, die es nur unter Beihilfe des Digitalzooms erreicht, weiter entfernte Motive zuverlässig beeindruckend scharf aufs Display. Der allgemeine Bildlook ist Geschmackssache, aber für ein Smartphone nicht ungewöhnlich: Kontraste verstärkt das P60 Pro, Farben fängt es stark gesättigt ein und zudem hilft die Software sichtbar nach, im Bemühen, eine scharfe Bildwirkung zu erzielen. In der Nachtfotografie gehörte Huawei einst zu den Vorreitern, hinkt mittlerweile aber hier und da Google hinterher (Stichwort Astrofotografie). Ungewöhnlich im High End: Der Ultraweitwinkel filmt ausschließlich mit 30 fps. Auch in einem Fototest kann eines nicht unerwähnt bleiben: Durchs US-Embargo fehlen dem Smartphone die Google-Dienste und 5G.

- ↑ tolles Tele
- ↓ Ultraweitwinkel nur mit 30 fps
- ↓ keine Google-Dienste, kein 5G

lässt sich der Look der Smartphonefotos schon vor dem Auslösen den eigenen Vorlieben anpassen. Auch die Ricoh-Kamera bringt verschiedene Filmrezepte mit. Solche Kunststückchen hat ebenso die Canon EOS R8 drauf und bringt sie im „Kreativfiltermodus“ unter – inklusive Schwarzweiß- oder Weichzeichnereffekt.

Es werde Nacht

Bei weniger Licht und in der Nachtfotografie verstärken sich die bei Tageslicht

beobachteten Eigenarten der Smartphonekameras teilweise. Huawei, Samsung und Xiaomi kreieren mit tiefen Schatten und stark aufgehellten Bildpartien einen dramatischen Bildlook. Punktartige Lichtquellen wie eine Laterne in einer dunklen Stadtszene kontrollieren sie dennoch gut. High-End-Smartphones von vor zwei, drei Jahren sind mit solchen Highlights in dunklen Szenarien oftmals noch heillos überfordert. Den Hang, Farben übertrieben zu zeichnen, behält das

Trio bei. Speziell das S23 Ultra arbeitet sie deutlicher heraus als sie das menschliche Auge wahrnehmen kann. Darin ähnelt es dem Google Pixel 7 Pro, das Szenarien ebenfalls gekonnt aufhellt, aber einen kühlen Bildlook wählt.

Natürlicher sehen die Resultate des iPhones und vor allem des Xperia 1 aus: Sie fangen die Atmosphäre am realistischsten ein – aber dadurch eben ein wenig dunkel, letztlich Geschmackssache. Unstrittig dagegen ist, dass das Pixel-



Samsung Galaxy S23 Ultra

Mit einer ganzen Phalanx an Kameras fährt das Samsung Galaxy S23 Ultra auf und doch interessiert vor allem die Hauptkamera. Was sollen schließlich 200 Megapixel auf einem kleinen Smartphonesensor? Unsere Messungen bestätigen unsere Skepsis oder – je nach Sichtweise – Samsungs Entscheidung für die hohe Auflösung. Einerseits kann die Optik die 200 Megapixel bei Weitem nicht ausreizen, andererseits genügen auch rund 65 Prozent der maximalen Auflösung, um in dieser Hinsicht den Bestwert zu erzielen. Zudem taugen die Fotos, um später Ausschnitte daraus zu vergrößern. Im 12-Megapixel-Modus dagegen enttäuscht die Hauptkamera, viele Schärfungsartefakte trüben das Bild. Einen sehr guten Gesamteindruck rettet die ungewöhnliche Ausstattung aus zusätzlichem Ultraweitwinkel und gleich zwei Telekameras. Alle vier Objektive filmen zudem in 8K-Auflösung, wenn man das wünscht.

- ↑ vielseitiges Doppeltele
- ↑ Videos bis 8K
- ↓ unsaubere 12-Megapixel-Fotos



Sony Xperia 1 V

Kein anderes Smartphone kommt klassischen Digitalkameras so nahe wie das Sony Xperia 1 V. Das zeigt sich schon vor der ersten Aufnahme: Die Kamera-App ist mit etlichen Funktionen vollgepackt und stark an das Bedienkonzept der Alpha-Kameras angelehnt. Selbst an Fokus-Peaking für Video- und Fotoaufnahmen hat Sony gedacht. Allerdings kann der Funktionswust stören, wenn man nur in der Automatik knipsen möchte. Einzigartig in einem Smartphone: Das Tele ist ein echter optischer Zoom, die Fotos überzeugen aber nur am kurzen Ende. Im Vergleich zu anderen Smartphones greift die Software weniger in die JPEG-Ausgabe ein, die Fotos wirken dadurch weicher und weniger gesättigt, aber natürlicher. An eine Kamera angeschlossen, die Videosignale über USB-C ausgibt, wird das Xperia 1 V auch zum externen Monitor und legt die Aufnahmen auf Wunsch direkt im internen Smartphonespeicher ab.

- ↑ natürliche Farben
- ↑ tolle Kamera-App
- ↑ viele Profifunktionen



Xiaomi 13 Ultra

Xiaomi setzt mit dem 13 Ultra gleich mehrere Bestmarken. In keinem anderen Smartphone steckt ein derart großer Sensor. Das macht sich bei hochauflösenden Fotos bemerkbar. Im Testfeld ist einzig die Hauptkamera des 13 Ultra in der Lage, die Sensorauflösung von 50 Megapixeln voll auszuschöpfen. Die gleich vier Kameras greifen allesamt auf 50-Megapixel-Sensoren zurück; unüblich ist, dass jede davon wahlweise Fotos in voller Sensorauflösung ausgibt. Davon profitiert neben der Hauptkamera besonders der in der reduzierten 12-MP-Ausgabe recht matschige Ultraweitwinkel. Die Farben stellt das Xiaomi in der Automatik übertrieben gesättigt dar, so wirken die Fotos knallig, aber wenig realistisch. Zahlreiche Presets helfen, den Look an die eigenen Vorlieben anzupassen, darunter auch einige, die die Optik verschiedener Objektive des Kooperationspartners Leica nachempfunden sollen.

- ↑ vier 50-MP-Kameras
- ↑ Optik der Sensorauflös. gewachsen
- ↓ Farben etwas zu knallig

Smartphone mehr Details einfängt als die Konkurrenz und sich weiter absetzt, je dunkler es wird.

Die Automaten der beiden Digitalkameras halten mit den ausgeklügelten Nachtmodi der Smartphones nicht mit. Sowohl Canon als auch Ricoh wählen in der Automatik im Dunklen relativ hohe ISO-Werte, was zu unschönem Bildrauschen führt – bei der R8 bis in höhere ISO-Regionen besser kontrolliert. Entwickelt man die Raw-Fotos der Kameras, offen-

baren diese dennoch mehr Potenzial als die Smartphone-Aufnahmen. Besser allerdings ist es, vor der Aufnahme anzusetzen. Im manuellen oder halbautomatischen Modus kann man etwa die Belichtungszeiten verlängern, um mehr Licht zu sammeln. Da das Testobjektiv der Canon- und der Sensor der Ricoh-Kamera stabilisiert sind, kann man noch bei Belichtungszeiten von bis zu 0,3 Sekunden aus der Hand scharfe Fotos schießen. So hält man die ISO-Werte niedriger und die Bildqua-

lität hoch. Nicht zuletzt kann man Systemkameras wie die EOS R8 mit lichtstärkeren Objektiven bestücken, um trotz einigermaßen niedriger ISO-Empfindlichkeiten kurze Verschlusszeiten zu realisieren. Doch auch mit unserer Testausstattung lassen sich rauscharme, stimmungsvolle Nachtfotos aufnehmen, die der Realität deutlich näherkommen als die Smartphoneaufnahmen. Im Zweifel hilft ein Stativ; davon profitieren übrigens auch die Smartphones.



Das Sony Xperia 1 V hellt nächtliche Szenen nicht so stark auf wie die Konkurrenten. Im Dämmerlicht wirken die Fotos sehr realitätsnah, in der Nacht haben andere Smartphones größere Reserven.

Unglaublich lang ...

Eine Disziplin, die Smartphone-Fotografie lange verwehrt geblieben war, ist die Telefotografie. Das ändert sich derzeit. Statt auf kurze Brennweiten und fragwürdigen Digitalzoom zu setzen, bauen die Hersteller vermehrt optische Telekameras in die Smartphones ein, zumindest im High End. Selbst in der Oberklasse allerdings sind die Unterschiede zwischen den Geräten gewaltig. Bei einer einzigen langen Brennweite belassen es Apple (77 mm), Google (120 mm) und Huawei (90 mm). Samsung (70 und 230 mm) und Xiaomi (75 und 120 mm) verwenden zwei Teles und Sony gar einen optischen Zoom (85 bis 125 mm).

Teilweise liegen die Optiken quer im Gehäuse, um die langen Brennweiten zu realisieren. Das Platzproblem in den flachen Gehäusen ist allen Smartphones gemein, und so können die Objektive nur relativ kleine Sensoren ausleuchten. Während in den Hauptkameras mittlerweile bis zu Typ-1-Zoll-Sensoren hinter den Objektiven (116 mm² Sensorfläche) sitzen, ist bei Telesensoren meist bei 1/2,5" Schluss (25 mm² Sensorfläche). Zum Vergleich: Ein Vollformatsensor sammelt seine Bildinformationen auf einer etwa 35-mal so großen Fläche.

Deswegen räumen wir das Offensichtliche gleich aus dem Weg: An das Niveau der Canon R8 mit ihrem Superzoom-Ob-

jektiv reicht keines der Smartphones heran. Eine derart saubere, optische Freistellung, wie sie die Vollformatkamera trotz kleiner Offenblende von f/6,3 realisiert, erreichen die Smartphones nicht. Die weiche Hintergrundunschärfe sorgt dafür, dass das Hauptmotiv im Vordergrund umso plastischer wirkt. Das Bild erhält so eine prägnante Tiefenwirkung, die das Auge im Bild leitet. Smartphones können diesen Effekt nur bedingt erreichen, weshalb die Elemente einer Szene gleichwertiger wirken. Der Bildlook bleibt daher deutlich flacher.

Doch im Praxistest im hannoverschen Zoo offenbarten die Smartphones durchaus erstaunliche Fähigkeiten. Speziell Huawei und Samsung beeindrucken selbst bei zehnfachem Zoom. Dass Softwareunterstützung für die Smartphonefotografie manchmal mehr wert sein kann als die limitierte Hardware, zeigt das P60 Pro. Obwohl es optisch nicht weiter als 90 mm reicht, sind einige seiner Zehnfach-Zoom-Fotos besser als die des Samsung-Smartphones. Es wahrt viele Details, hellt Tiefen auf, ohne dass es künstlich wirkt, und zaubert sogar einen leichten Freistellungs-effekt ins Bild.

Im kurzen Telebereich (um 100 mm) überzeugen vor allem das P60 Pro, das 13 Ultra und das Pixel 7 Pro. Die Sony-Zoom-Kamera ist derzeit eher ein Technik-Showcase. Lange galten Zooms aufgrund der beweglichen Bauteile als kaum realisierbar in einem Smartphone. Das Xperia 1 V zeigt, dass Zooms in einem Smartphonegehäuse grundsätzlich möglich sind. Doch in der Praxis fotografierten wir nur am kurzen Ende des Zooms gut. Die Vergrö-

ößerung des 1,5-fachen Zooms ist nicht signifikant genug, um die Qualitätseinbußen in Kauf zu nehmen. Der Vollständigkeit halber werfen wir auch einen Blick auf die Ricoh GR IIIx mit ihrer 40-mm-Festbrennweite: Weder der kamerainterne Crop noch ein Beschnitt im Nachhinein können lange Brennweiten ersetzen.

Die langen Brennweiten oder Sensor-Crops der Hauptkameras verwenden die Hersteller in der Regel auch für die Porträtfotografie. Da selbst die größten Smartphonesensoren deutlich kleiner sind als jene in den getesteten Digitalkameras, ist mit ihnen keine vergleichbare optische Freistellung möglich. Die Hersteller behelfen sich mit einem lieb gewonnenen Trick: Sie rechnen den Hintergrund unscharf. Je mehr Informationen die Kameras über die verschiedenen Tiefenebenen in einem Motiv sammeln, desto treffsicherer gelingt das. Time-of-Flight- oder LiDAR-Sensoren helfen dabei, frei von Fehlern sind die Smartphones aber nicht. Sehr treffsicher arbeitet das iPhone 14 Pro, auch das Huawei P60 Pro und das Sony Xperia 1 V wissen zu gefallen. Häufiger verwechselten Pixel 7 Pro und vor allem Xiaomi 13 Ultra verschiedene Tiefenebenen miteinander.

Die Art des Bokeh's unterscheidet sich teilweise stark voneinander. Vor allem Huawei und Xiaomi rechnen diesen sehr cremig-weich und glatt. Irrtümlich scharf dargestellte Bildpartien fallen da umso mehr ins Auge. Das Sony-Smartphone wählt demgegenüber eine deutlich geringere Unschärfe, die dem tatsächlichen Freistellpotenzial des Sensors näher kommt. So wirkt der Hintergrund ver-



Mit dem Huawei P60 Pro sind auch Porträts von weit entfernten Motiven möglich.

gleichsweise unruhig, Freistellfehler sucht man aber in der Regel vergebens. Wer ein weiches Bokeh wünscht, kann das in der App einstellen.

Wie weich der Hintergrund mit klassischen Digitalkameras wird, hängt von der Sensorgröße und dem gewählten Objektiv ab. Hier haben Fotografen die Qual der Wahl. Vor allem mit lichtstarken, längeren Linsen erreicht man besonders harmonische Bokeh und erzielt so die prägnanten Freistelleffekte.

... und ultraweit

In einem Smartphone stecken Brennweiten, für die man an Digitalkameras Spezialobjektive braucht – so auch Ultraweitwinkel. Der große Bildwinkel eignet sich, um Gebäude, Innenräume oder weite Landschaften einzufangen. Das entspricht nicht den menschlichen Sehgewohnheiten und erzeugt allein schon deshalb Aufmerksamkeit.

Dafür müssen die kleinen Tausend-sassas allerdings arge Kompromisse eingehen. Denn die Optiken mit flachen Lichteintrittswinkeln sind schwer zu rechnen, vor allem an den Bildrändern kommt es schnell zu Verzerrungen – selbst bei ausgewachsenen Kameraobjektiven wohl-gemerkt. Für Smartphones gilt das umso mehr, entsprechend viel hat die Software mit der Fehlerkorrektur zu tun und kommt beim Schönrechnen der angelieferten Bildinformation sichtbar ins Straucheln.

Mit Ausnahme des Sony-Smart-

Nicht immer rechnen die Smartphones richtig: Dieses stark gezoomte Foto des Samsung S23 Ultra wirkt wie ein Gemälde.



phones versuchen alle, die Aufnahmen in spektakulären Bildwinkeln mit übermäßigen Nachschärfen aufzuhübschen. Betrachtet man die Fotos als Ganzes auf dem Smartphone, gelingt das gut. Einer genaueren Überprüfung am großen Monitor halten sie aber nicht stand. Das übermäßige Schärfen verursacht Artefakte, Verrechnungsfehler und tanzende Linien. Deutlich weichere Fotos mit weniger softwareinduzierten Bildfehlern produziert das Sony-Smartphone. Das etwas weniger weitwinklige Objektiv des Xperia 1 V (ca. 16 mm vs. ca. 13 mm in den anderen Smartphones) mag da helfen. Zu den Bildrändern hin werden alle Smartphonefotos

sichtbar weicher. Google Pixel und Xiaomi 13 Ultra produzieren in den Ecken Fehler, die an heftiges Bildrauschen erinnern. In Sachen Auflösung ist das Xiaomi-Smartphone der Konkurrenz überlegen: Wahlweise schießt es auch 50-Megapixel-Fotos. Auch beim Ultraweitwinkel lohnt sich das. Derart detailreiche Fotos schießt im Ultraweitwinkel keines der anderen Smartphones.

Alle Smartphones filmen in 4K-Auflösung mit bis zu 60 fps, und zwar mit jeweils allen rückwärtigen Kameras; nur das Huawei schaltet im Weitwinkel auf 30 fps. 8K-Video beherrschen das Samsung S23 Ultra (30 fps) und das Xiaomi 13 Ultra (24 fps).

Schnappschussskamera mit hoher Bildqualität: Ricoh GR IIIx

Mit 110 × 62 × 33 Millimetern ist die Ricoh GR nicht viel größer als eine Packung Zigaretten und mit 260 Gramm ein echtes Leichtgewicht. Aktuell gibt es keine Kamera, die bei vergleichbar kompakten Abmessungen eine bessere Bildqualität liefert. Ricoh fertigt sie in zwei fast identischen Versionen, eine mit 28-Millimeter-Optik ähnlich den Smartphone-Hauptkameras, die andere – als GR IIIx – mit 40-Millimeter-Objektiv (jeweils gemäß Kleinbild), das eine gute Ergänzung zur Smartphone-Hauptkamera darstellt.

Die GR will vor allem eine edle Schnappschussskamera sein. Ein integrierter Bildstabilisator sorgt dafür, dass man stets sicher aus der Hand fotografieren kann, selbst bei etwas län-

geren Verschlusszeiten wie etwa 1/3 Sekunde. Ihr großer APS-C-Sensor liefert eine Smartphones in vielerlei Hinsicht überlegene Bildqualität und be-



Die Ricoh GR IIIx liefert bessere Fotoqualität als ein High-End-Smartphone, allerdings in nur einer Brennweite.

sitzt eine Auflösung von 24 Megapixeln. Wie ein Smartphone verschwindet die Ricoh GR locker in der Jacken- oder Hosentasche.

In dieser Hinsicht ist sie auch den wenigen Alternativen in der Kompaktklasse überlegen: Die Fujifilm X100V ist ebenfalls eine Kompakte mit APS-C-Sensor und Fixbrennweite, jedoch deutlich größer und schwerer. Die Leica Q spielt zudem preislich in einer ganz eigenen Liga und arbeitet ferner mit dem größeren Vollformatsensor. Eine zoomende Alternative ist zum Beispiel Sonys RX100-Serie, die allerdings mit kleinerem Typ-1-Zoll-Sensor bestückt ist, wie ihn mittlerweile auch die ersten Smartphones nutzen.



Eine derart natürliche Freistellung wie die der Vollformatkamera Canon EOS R8 errechnet kein aktuelles Smartphone.

Was die klassischen Kameras im Videobereich leisten, ist stark von der Preisklasse abhängig. Modelle unter 1000 Euro liefern hier maximal 3840×2160 Pixel bei 30 fps. Die Canon EOS R8 kommt auf 4K bei 60 fps. Noch dazu beherrscht sie Zeitlupenaufnahmen und wartet mit Helferlein wie einer Timerfunktion auf. Die

Bildqualität ist gehoben. Obwohl die R8 zu den Leichtgewichten ihrer Kameraklasse gehört, ist sie für Selfievideos dennoch vergleichsweise schwer. Das ist mit Smartphones viel komfortabler, dafür ist die Bildqualität der Frontlinsen nicht konkurrenzfähig. Eher pro forma besitzt die Ricoh-Kamera einen Videomodus. Statt im

Moduswahlnrad versteckt der Hersteller das entsprechende Knöpfchen am Gehäuserand. Kein Wunder, maximal FHD in 60 fps, wie die Ricoh es tut, filmt auch jedes Mittelklasse-Smartphone.

Fazit

Dass klassische Digitalkameras die messbar besseren Fotos schießen, erzählt nur die halbe Wahrheit. Denn, auch das offenbarte der Test, um die höchste Qualität aus den Kameras herauszuholen, muss man wissen, was man tut – und man benötigt für manche Genres weiteres Zubehör wie lichtstarke Objektive. Speziell die Canon EOS R8 demonstriert zwar, dass auch Digitalkameras in der Automatik hinzugelehrt haben, zudem beeindruckt der Autofokus. Doch was die Smartphones aus ihrer vergleichsweise winzigen Hardware herausholen, schlägt das in Relation deutlich. Speziell in der Nachtfotografie zeigt sich: Wer einfach schnell ein Foto machen will, ist häufig mit dem Smartphone im Vorteil. Erst in der Halbautomatik oder manuell spielen die größeren Sensoren und höherwertigen Optiken der Kameras ihre Vorteile gegenüber der softwaregestützten Fotografie der Smartphones voll aus. Andererseits weiß keine noch so ausgeklügelte Kamera-App den Spaß am manuellen Fotografieren auch nur ansatzweise so zu vermitteln wie eine klassische

Einstieg ins Vollformat: Canon EOS R8

Auf dem Kameramarkt dominieren spiegellose Systemkameras und zwar vornehmlich solche mit Vollformatsensor.



Die EOS R8 bildet Canons aktuellen Einstieg in die Vollformatfotografie. Wir haben sie mit dem vielseitigen 24-240-Zoomobjektiv getestet.

In dieser Gruppe gehört die Canon EOS R8 zu den günstigsten Modellen. Dennoch kostet sie knapp 1800 Euro ohne Objektiv.

Unsere Testergebnisse zur Bildqualität der R8 sind mehr oder weniger übertragbar auf andere Vollformat-Systemkameras dieser Preisklasse, auch auf günstigere, ältere Vollformatkameras oder Gebrauchtgeräte. An anderer Stelle fordern die geringen Maße der R8 ihren Tribut. So ist ihr großer 24-Megapixel-Sensor nicht stabilisiert, für die Bildstabilisierung sorgen also lediglich die Objektive. Aktuelle sensorstabilisierte Kameras sind in der Regel teurer, so kostet die große Schwester Canon EOS R6 II knapp 3000 Euro. Auch die meisten Konkurrenten wie die Sony A7 IV oder die Panasonic Lumix S5 II rufen deutlich höhere Preise auf. Güns-

tiger kam man bei Redaktionsschluss mit Nikons Z6 II weg. Gemeinsam haben diese Modelle auch ein mehr oder weniger mächtiges Autofokussystem. Die R8 besitzt etwa viele Motivverknüpfungsautomatiken für Mensch, Tier oder Fahrzeuge, die einem das präzise Fotografieren sehr einfach machen. Eine Edelkompakte wie die Ricoh GR IIIx kann da nicht annähernd mithalten. Ihr Autofokus ist zudem deutlich langsamer.

Anders als die Ricoh GR IIIx lassen sich spiegellose Systemkameras wie die Canon EOS mit verschiedenen Objektiven bestücken. Das macht sie sehr flexibel in allen fotografischen Disziplinen, denn der Bildwinkel lässt sich einfach an das Motiv anpassen – vorausgesetzt, man besitzt das entsprechende Objektiv und hat es dabei.

Kamera mit Bedienrädern, Knöpfen und Schaltern. Selbst die kleine Ricoh GR IIIx ist in dieser Hinsicht Smartphones weit voraus.

Unter den Smartphones wiederum sind auch im High End die Unterschiede groß. Für den knalligen Smartphone-Look – schöner als die Wirklichkeit mit übersättigten Farben und starken Kontrasten – stehen vor allem Huawei, Samsung und Xiaomi. Sony bildet den Gegenpol mit einer sichtbar realistischeren Bildausgabe. Das Xiaomi 13 Ultra demonstriert, dass auch ein Smartphone in der Lage ist, die Auflösung eines 50-Megapixel-Sensors voll auszureizen. Das Huawei P60 Pro und das Samsung S23 Ultra glänzen mit beeindruckenden Teles. Apples iPhone bleibt für Videofilmer die erste Wahl, und so viel Hell ins Dunkel wie das Google Pixel 7 Pro bringt kein anderes Smartphone. (rbr@ct.de) **ct**

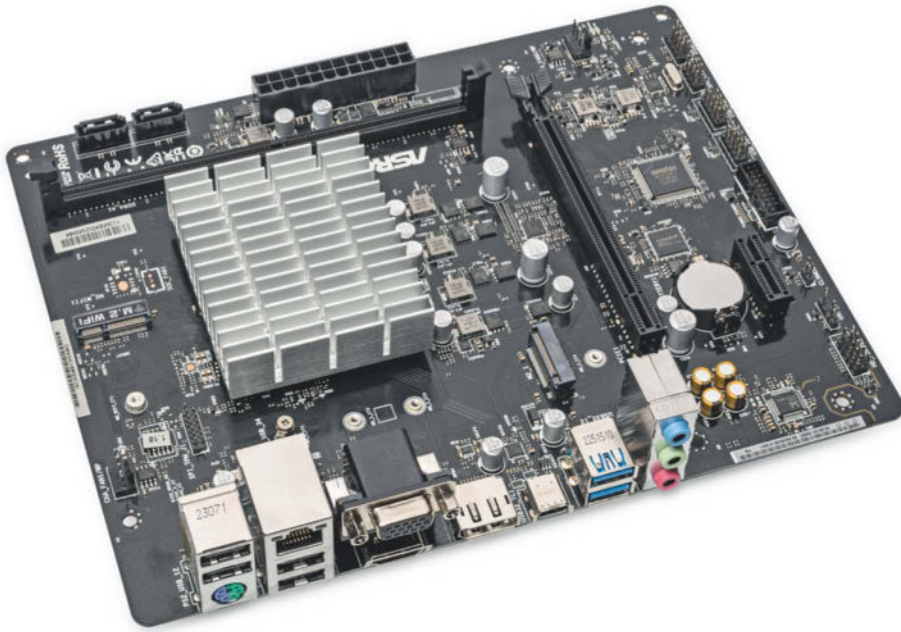


Bildergalerien mit vielen Testfotos:
ct.de/ye7k

Einen Porträtmodus bringen alle Smartphones mit, hier der des Google Pixel 7 Pro.

Foto-Smartphones

Modell	Apple iPhone 14 Pro Max	Google Pixel 7 Pro	Huawei P60 Pro	Samsung Galaxy S23 Ultra	Sony Xperia 1 V	Xiaomi 13 Ultra
Ausstattung						
SoC / Kerne / GPU / Speicher	Apple Bionic A16 / 2 × 3,5 GHz, 4 × 2 GHz / Bionic A16 / 6/128 GByte, 6/256 GByte, 6/512 GByte, 6/1024 GByte	Google Tensor 2 / 2 × 2,9 GHz, 2 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz / Mali G710 MP7 / 12/128 GByte, 12/256 GByte	Snapdragon 8+ Gen1 4G / 1 × 3,2 GHz, 3 × 2,75 GHz, 4 × 2 GHz / Adreno 730 / 8/256 GByte, 12/512 GByte	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 2 / 1 × 3,4 GHz, 4 × 2,8 GHz, 3 × 2 GHz / Adreno 740 / 8/256 GByte, 12/512 GByte, 12/1024 GByte	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 2 / 1 × 3,2 GHz, 4 × 2,8 GHz, 3 × 2 GHz / Adreno 740 / 12/256 GByte	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 2 / 1 × 3,2 GHz, 4 × 2,8 GHz, 3 × 2 GHz / Adreno 740 / 12/512 GByte
Display						
Größe / Technik / Auflösung (Punktdichte) / max. Bildrate	6,7 Zoll / OLED / 2796 × 1290 Pixel (461 dpi) / 120 Hz	6,7 Zoll / OLED / 3120 × 1440 Pixel (513 dpi) / 120 Hz	6,67 Zoll / OLED / 2700 × 1220 Pixel (444 dpi) / 120 Hz	6,8 Zoll / OLED / 3088 × 1440 Pixel (501 dpi) / 120 Hz	6,5 Zoll / OLED / 3840 × 1644 Pixel (643 dpi) / 120 Hz	6,73 Zoll / OLED / 3200 × 1440 Pixel (521 dpi) / 120 Hz
Kamera						
Hauptkamera Auflösung Sensor (max. Fotogröße) / Blende / OIS / Sensorgröße / Brennweite gemäß KB	48 MP (8064 × 6048) / f/1,78 / ✓ / 1/1,28" / 24 mm	50 MP (4080 × 3072) / f/1,9 / ✓ / 1/1,31" / 25 mm	48 MP (8000 × 6000) / f/1,4-4 / ✓ / 1/1,43" / 24 mm	200 MP (16320 × 12240) / f/1,7 / ✓ / 1/1,3" / 24 mm	52 MP (4000 × 3000) / f/1,9 / ✓ / 1/1,35" / 24 mm	50 MP (8192 × 6144) / f/1,9 & f/4 / ✓ / 1" / 23 mm
Tele Auflösung Sensor (max. Fotogröße) / Blende / OIS / Sensorgröße / Brennweite gemäß KB	12 MP (4032 × 3024) / f/2,8 / ✓ / 1/3,5" / 77 mm	48 MP (4080 × 3072) / f/3,5 / ✓ / 1/2,55" / 120 mm	48 MP (4000 × 3000) / f/2,1 / ✓ / 1/2" / 90 mm	10 MP (3648 × 2736) / f/2,4 / ✓ / 1/3,52" / 70 mm	12 MP (4000 × 3000) / f/2,3-2,8 / ✓ / 1/3,5" / 85 - 125 mm	50 MP (8192 × 6144) / f/1,8 / ✓ / 1/2,51" / 75 mm
2. Tele Auflösung Sensor (max. Fotogröße) / Blende / OIS / Sensorgröße / Brennweite gemäß KB	—	—	—	10 MP (3648 × 2736) / f/4,9 / ✓ / 1/3,52" / 230 mm	—	50 MP (8192 × 6144) / f/3 / ✓ / 1/2,51" / 120 mm
Ultraweitwinkel Auflösung Sensor (max. Fotogröße) / Blende / OIS / Sensorgröße / Brennweite gemäß KB	12 MP (4032 × 3024) / f/2,2 / — / 1/2,55" / 13 mm	12 MP (4080 × 3072) / f/2,2 / — / 1/2,9" / 13 mm	13 MP (4000 × 3000) / f/2,2 / — / 1/2,9" / —	12 MP (4000 × 3000) / f/2,2 / — / 1/2,55" / 13 mm	12 MP (4000 × 3000) / f/2,2 / — / 1/2,5" / 16 mm	50 MP (8192 × 6144) / f/1,8 / — / 1/2,51" / 12 mm
Frontkamera Auflösung Sensor (max. Fotogröße) / Blende / OIS / Sensorgröße / Brennweite gemäß KB	12 MP (4032 × 3024) / f/1,9 / ✓ / 1/3,6" / 23 mm	10,8 MP (3648 × 2736) / f/2,2 / — / 1/3,1" / 21 mm	13 MP (4160 × 3120) / f/2,4 / — / 1/2,8" / 18 mm	12 MP (4000 × 3000) / f/2,2 / — / 1/2,82" / 26 mm	12 MP (4000 × 3000) / f/2 / — / 1/2,9" / 24 mm	32 MP (6528 × 4896) / f/2 / — / k.A. / 21 mm
Bewertung						
Bildqualität Hauptkamera / Tele / Ultraweitwinkel	⊕ / ⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕ / ○	⊕ / ⊕ / ○	⊕ / ⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊕
Nacht / Porträt	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	○ / ⊕	⊕ / ○
Preis	1449€ (6/128 GByte), 1579€ (6/256 GByte), 1839€ (6/512 GByte), 2099€ (6/1024 GByte)	899€ (12/128 GByte), 999€ (12/256 GByte)	1199€ (8/256 GByte), 1399€ (12/512 GByte)	1399€ (8/256 GByte), 1579€ (12/512 GByte), 1819€ (12/1024 GByte)	1399€	1499€
✓ vorhanden — nicht vorhanden k.A. keine Angabe ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ befriedigend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht						



Flüsterbrett

PC-Mainboard Asrock N100M mit lüfterlos gekühltem Intel-Vierkerner

Ein PC-Mainboard mit aufgelötetem Sparprozessor wie das Asrock N100M mit Intel N100 eignet sich im Prinzip gut für einen selbst gebauten, leisen Heimserver. Unser Test verrät jedoch, dass das Board mehr Feinschliff braucht.

Von Christof Windeck

Billige Celeron-N- und Pentium-N-Prozessoren rechnen schnell genug für Heimserver und stecken auch in vielen aktuellen NAS-Boxen. Trotzdem lässt Intel sie aussterben und liefert Nachfolger aus der Baureihe Alder Lake-N, die verwirrend viele Namen tragen: Außer dem „Intel Processor N100“ gibt es Varianten wie N50, N97 und N200, aber auch Core

i3-N300 und Core i3-N305. Der N100 hat wie sein unmittelbarer Vorgänger Celeron N5105 (Jasper Lake) vier Kerne, rechnet aber schneller. Denn die N100-Kerne entsprechen den „Gracemont“-Effizienzkerne, die etwa auch in Core i-12000 und Core i-13000 stecken. Die Alder-Lake-N-Prozessoren haben keine Performance-(P-)Kerne und stecken in Gehäusen zum Auflöten, passen also nicht auf LGA1700-Boards.

Eines der wenigen bisher im Einzelhandel erhältlichen N100-Mainboards ist das Asrock N100M. Es lässt sich mit einer M.2-SSD und bis zu 32 GByte RAM bestücken und hat je zwei SATA-Ports und PCIe-3.0-Slots. Diese Ausstattung genügt für anspruchslöse Nutzer von Desktop-PCs und für Heimserver. Dafür ist der N100 schnell genug.

Magerkost

Intel beschneidet den Speichercontroller der Alder-Lake-N-Chips: Bei DDR4-RAM

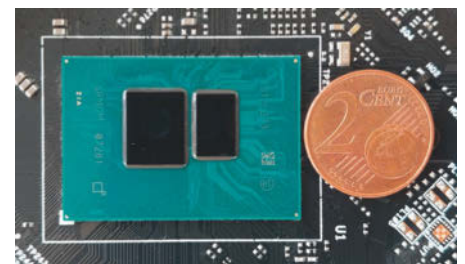
ist nur ein einziges DIMM möglich. Immerhin kommt man damit auf bis zu 32 GByte Arbeitsspeicher.

Wie schon seine Celeron-N-Vorgänger enthält auch der N100 sämtliche Chipsatzfunktionen; manche sprechen von einer System-on-Chip-(SoC)-CPU. Ebenso wie bei den Vorgängern sind aber nur relativ wenige PCIe-, USB- und SATA-Ports in etwas älteren Generationen an Bord, also statt PCIe 4.0 (oder gar 5.0) nur PCIe 3.0 sowie USB 3.2 Gen 2 mit 10 Gbit/s. Die Anzahl der PCIe- und USB-Lanes ist gering, weshalb die M.2-Fassung und der PCIe-x16-Slot des Asrock N100M nur jeweils zwei abbekommen. Die restlichen braucht das Board für den PCIe-x1-Slot und den Gigabit-Ethernet-Chip. Im Prinzip könnte man beim N100M eine PCIe-Netzwerkkarte mit 2,5 Gbit/s sowie eine PCIe-SATA-Karte nachrüsten, um mehr als zwei Platten anzuschließen. Das ist aber ziemlich teuer, weshalb man besser fährt, wenn man ein günstiges AM4- oder LGA1700-Board mit den gewünschten Ports kauft und mit einer billigen CPU bestückt.

Zu durstig

Der N100 ist ein guter NAS-Prozessor, im Benchmark Cinebench R23 ist er um rund 15 Prozent schneller als ein Celeron N5105 und bei Singlethreading – also mit einem einzelnen Kern – sogar um fast 50 Prozent schneller. Unter Dauervollast braucht das N100M höchstens 31 Watt, liefert aber ähnlich viel Rechenleistung wie ein älterer Desktop-PC etwa mit Core i3-7100 oder AMD Athlon 3000G. Letzteren hängt der N100 um rund 13 Prozent ab. Von der Rechenleistung aktueller Desktop-PC-Prozessoren ist ein N100 wiederum weit entfernt, beispielsweise schafft ein Core i3-13100 im Cinebench R23 die 2,4-fache Punktzahl.

Der CPU-Kühler des Asrock N100M erhitzt sich bei länger anhaltender Vollast



Der Intel N100 alias Alder Lake-N besteht aus zwei Chips: Dem eigentlichen CPU-Die (links) und dem Chipsatz-Die.

deutlich. Zwar drosselt sich die CPU nicht, aber im Mini-PC Morefine N9 mit Lüfter liefert derselbe Prozessor im Cinebench R23 rund 13 Prozent mehr Multithreading-Performance. Der Xe-Grafikkern im N100 ist für anspruchsvolle 3D-Spiele viel zu schwach, hat aber Hardware-Decoder und -Encoder für moderne Videoformate wie VP9, H.265 und AV1. Zwei 4K-Displays mit je 60 Hz Bildrate lassen sich parallel ansteuern. Die Schnittstellen PCIe 3.0 x2, USB 3.2 Gen 2 und Ethernet leisteten im Test das Erwartete.

Leider konfiguriert das Asrock-BIOS die Stromsparfunktionen des N100 nicht optimal, sodass das Board in der Standardkonfiguration im Leerlauf satte 15 Watt frisst. Nach Aktivierung von PCIe ASPM im BIOS-Setup wurde es etwas besser und mit optimierten Einstellungen in der Windows-Energieverwaltung waren es bei abgeschaltetem Monitor unter 13 Watt. Doch auch das ist viel zu viel für ein solches Board, angemessen wären 5 bis 7 Watt. Bei Dauerbetrieb und einem Strompreis von 40 Cent pro Kilowattstunde verbrät man für den sinnlosen Mehrverbrauch rund 18 Euro pro Jahr.

Unter Linux (Ubuntu 23.04) lief das Asrock N100M problemlos. Die Leerlauf-Leistungsaufnahme lag dabei ein halbes Watt höher. Das Board bootet ausschließlich im UEFI-Modus, kann also keine alten Betriebssysteme im BIOS-kompatiblen Modus starten.

Fazit

Der Intel N100 ist ein attraktiver Prozessor für Heimserver und NAS. Und das Asrock N100M hat eine weitgehend dazu passende Ausstattung. Für anhaltend hohe Rechenlast eignet es sich allerdings nicht, zumindest nicht in einem kompakten Gehäuse ohne Lüfter. Außerdem ist das N100M mit 130 Euro sehr teuer und verschlingt obendrein im Leerlauf fette 15 Watt Leistung. Schade, da hatten wir bessere Eigenschaften erwartet. Man kann nur hoffen, dass Asrock den Preis senkt und mit BIOS-Updates den Stromdurst zähmt.

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

Asrock N100M

Micro-ATX-Mainboard mit Intel-Prozessor N100	
Hersteller, URL	Asrock, asrock.com
CPU / Chipsatz	N100 (Alder Lake-N, 4 Kerne, Turbo 3,4 GHz) / in CPU integriert
Mainboard-Bauform	Micro-ATX, 22,6 cm × 17,8 cm
Arbeitsspeicher	1 × DDR4-3200, maximal 32 GByte pro Modul
PCI-Express-Slots	1 × PCIe 3.0 x16 (2 Lanes), 1 × PCIe 3.0 x1, 1 × M.2 mit PCIe 3.0 x2 (2242, 2260, 2280)
Ethernet	1 Gbit/s (Realtek RTL8111H)
Audio analog / Wiedergabequalität	Realtek ALC897 / ⊕⊕
externe Anschlüsse	1 × RJ-45, 1 × DisplayPort 1.4, 1 × HDMI 2.1, 1 × VGA, 1 × USB-C 3.2 Gen 2, 2 × USB-A 3.2 Gen 1, 4 × USB 2.0, 1 × PS/2, 3 × Audio-Klinke
Lüfteranschlüsse	2 × 4-Pin
interne Anschlüsse	2 × SATA, 1 × USB 3.2 Gen 1 19p, 2 × USB 2.0, 1 × TPM, 1 × M.2 2230 E-Key für Intel-WLAN (CNVlo)
Funktionstests / Messwerte	
Boot-Modi: UEFI mit / ohne Secure Boot / BIOS (Version)	✓ / ✓ / – (1.10)
Cinebench R23	930 / 2561 Punkte (Single- / Multithreading)
Bootdauer (bis Windows-Login)	17 Sekunden
Wake-on-LAN Standby / Soft-off	✓ / ✓
Leerlauf / Volllast Windows 11	15 / 31 W (Leerlauf optimiert: 12,5 W)
Preis	130 €
✓ funktioniert – funktioniert nicht ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ befriedigend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht	

Jetzt gibt's eine aufs Dach!

Heft + PDF mit 26 % Rabatt

- So kann jeder Stromkosten senken
- Das eigene Balkonkraftwerk
- Ertrag und Verbrauch im Blick
- Photovoltaik für alle
- Mikrowechselrichter kaufen und einsetzen
- Auch als Angebots-Paket Heft + PDF + Buch "Photovoltaik - Grundlagen, Planung, Betrieb" erhältlich!

Heft für 19,90 € • PDF für 16,90 €
• Bundle Heft + PDF 26,90 €

shop.heise.de/ct-solarstromguide23

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.



Groß und klein

Falt-Smartphone Motorola Razr 40 Ultra im Test

Mit dem großen Außendisplay reizt das Motorola Razr 40 Ultra die Möglichkeiten für kompakte Foldables geschickt aus. Außerdem lockt das Smartphone mit einem 165-Hertz-Display und tollem Design, all das hat allerdings seinen Preis.

Von Steffen Herget

Klingeling, oh, ein Anruf! Handy aufklappen, telefonieren, und zum Auflegen zuklappen – was nach Uralt-Klapphandy klingt, haben Falt-Smartphones seit ein paar Jahren in die Gegenwart überführt. Das neue Motorola Razr 40 Ultra, das 20 Jahre nach dem damals revolutionär dünnen ersten Razr für knapp 1200 Euro zu kaufen ist, legt mit seinem

neuen Frontdisplay noch eine Schippe drauf.

Die meisten kompakten Foldables, die aufgeklappt das Format eines gängigen Smartphones haben, besaßen bisher nur ein winziges Display an der Vorderseite, das kaum mehr als die Uhrzeit anzeigt. Das ändert sich nun: Der Bildschirm auf der Vorderseite des Razr 40 Ultra misst 3,6 Zoll und ist damit das bisher größte Frontdisplay in einem solchen Gerät. Zwei große und ein kleiner Ausschnitt für die Kameralinsen und den LED-Blitz unterbrechen den Bildschirm. Das sieht zwar beeindruckend aus, bedeutet aber auch, dass man das quadratische Display nicht mit jeder App in voller Größe verwenden kann: Die meisten Apps, die man auf dem Frontdisplay startet, belegen nur den übrigen Bereich des Bildschirms im 3:4-Format.

Der große Vorteil des vorderen Bildschirms bleibt jedoch: Im Prinzip läuft jede App darauf. Bei einigen – darunter auch ein paar von Google – hat es der jeweilige

Entwickler zwar ausgeschlossen, doch der Löwenanteil der Apps fühlt sich auch auf dem kleinen Screen zu Hause. So muss man viel seltener das Smartphone aufklappen und auf das große Display wechseln. Auf der Tastatur tippt es sich außen so gut wie innen. Für Selfies mit der Hauptkamera wird das Display zum Sucher; Spotify hat dem Razr gar ein eigenes, bildschirmfüllendes Widget spendiert. Welche Bereiche auf dem Außendisplay zu sehen sind und in welcher Reihenfolge, legt man selbst fest. In den Systemeinstellungen entscheidet man für jede Anwendung, ob sie auch außen laufen soll oder auf das innere, große Display beschränkt bleibt.

In der Praxis klappt das alles überraschend gut, mit kleinen Einschränkungen. Apps, die eine Texteingabe erfordern, stellen das Getippte zwar meist in einer eigenen Zeile oberhalb der Tastatur dar. Damit man dann aber in der App weiterarbeiten kann, muss man die Tastatur mit dem kleinen Pfeil unten links wieder schließen. Längere Artikel machen auf dem Mäusekino ebenso wenig Spaß wie ganze Spielfilme, aber für kleine Schnipsel aus Text und Bild reicht es.

Fast faltenfrei

Beide Displays des Razr 40 Ultra besitzen OLED-Panels. Die Bildwiederholrate regelt das Smartphone automatisch auf bis zu 144 Hertz, das flexible innere Display schafft im Spielemodus sogar 165 Hertz. Mit 6,9 Zoll ist das flexible Display ziemlich groß geraten – und mit einem Seitenverhältnis von 22:9 recht schmal. Anders als bei früheren Foldables besteht die Schutzschicht über dem empfindlichen Panel nicht mehr aus Kunststoff, sondern aus dünnem, biegsamen Glas. Die Falte in der Mitte des Bildschirms fällt optisch kaum noch auf, die Fingerkuppe erfühlt sie nur noch dezent. In diesem Punkt ist Motorolas Scharnier dem von Samsung überlegen. Dessen Klappmechanismus wirkt aber weiterhin etwas robuster und flutscht besser in die offene und geschlossene Stellung als bei Motorola.

In das knapp sieben Millimeter dünne Gehäuse mit Kunstlederrückseite packt Motorola eine ganze Menge Technik: einen zweigeteilten Akku, drei Kameras, zwei – recht leise – Lautsprecher, einen guten Vibrationsmotor, einen Fingerabdrucksensor im Home-Button und einiges mehr. Die Prozessorwahl fiel auf den Qualcomm Snapdragon 8+ Gen 1, einen nicht brandaktuellen Chip. Dessen Per-

formance kann sich trotzdem sehen lassen, auch in einigen Jahren dürfte das Razr schnell genug für alle Apps sein. Dass der Prozessor in der oberen Gehäusenhälfte seinen Platz hat, merkt man schnell, wenn man dem Razr etwas zu tun gibt: Der untere Teil des Smartphones bleibt kühl, der obere erwärmt sich kräftig.

Der Akku des Razr 40 Ultra ist im Vergleich zum Vorjahresmodell um 300 mAh gewachsen, mit 3800 mAh aber immer noch eher schwach für ein High-End-Smartphone. Einen Tag haben wir im Test mit dem Razr fast immer geschafft, ohne zwischendurch eine Steckdose suchen zu müssen. Beim Zubettgehen hatte das Smartphone meist noch rund 20 Prozent im Tank. Wer sich stärker auf das kleine Display beschränkt, kann längere Laufzeiten herauskitzeln. Hilfreich wäre es, wenn sich der vordere Bildschirm nicht bei jeder noch so kleinen Erschütterung für einige Sekunden einschalten würde. Geladen wird entweder drahtlos per Qi mit maximal 5 Watt oder über Kabel mit bis zu 30 Watt. Das passende Netzteil liefert Motorola mit. Wenn man es aus der Box holt, steigt einem ein auffälliger Geruch in die Nase, denn Motorola parfümiert neuerdings die Kartons mit eigens kreierten, von manchen als penetrant empfundenen Düften.

Gut, aber nicht spitze

Das Razr 40 Ultra schießt bei guten und weniger guten Lichtbedingungen brauch-

bare Fotos. Die beiden Hauptkameras, Normalbrennweite und Ultraweitwinkel mit 12- und 13-Megapixel-Sensoren, können zwar qualitativ nicht mit den besten Foto-Smartphones (Vergleich in diesem Heft auf Seite 54) mithalten, sind jedoch verlässliche Gefährten für mehr als nur Schnappschüsse. Die Fotos zeigen strahlende Farben und eine gute Bilddynamik, der Nachtmodus fängt die Stimmung recht zuverlässig ein. Das Ultraweitwinkel fungiert auch als Makro, ein Tele fehlt. Die innere Selfiekamera, die durch ein kleines Loch im Hauptdisplay späht, besitzt mit 32 Megapixel die höchste Auflösung und taugt für Videotelefonie, bessere Selbstporträts schießt man aber mit der Hauptkamera bei geschlossenem Smartphone – oder halb geöffnet und aufgestellt, quasi als Stativersatz. Für den vorderen Bildschirm hält Motorola eine Überraschung bereit, die für mehr Lächeln auf Fotos sorgen soll: Im geöffneten Zustand zeigt das kleine Display lustige Smileys an.

Auf dem Razr 40 Ultra läuft ein weitgehend unverändertes Android 13, aufgehübscht nur mit den angesprochenen Anpassungen für das zweite Display und den Bediengesten von Motorola für den Schnellstart von Kamera und Taschenlampe. Der Hersteller verspricht drei Android-Upgrades und vier Jahre Sicherheits-Patches. Das geht in Ordnung, es bleibt jedoch zu hoffen, dass Motorola die Updates schneller und regelmäßiger ausliefert, als dies in der Vergangenheit der Fall war.

Das Razr 40 Ultra beherrscht als Dreingabe Motorolas Service „Ready For“ und verbindet sich drahtlos oder per USB-Kabel mit Fernsehern, Monitoren oder Computern. Der bekannte Android-Homescreen wandelt sich dabei in einen Windows-artigen Desktop, mit Tastatur und Maus kann man fast so arbeiten wie am PC. Samsungs Dex funktioniert nahezu gleich, ist aber beim Razr-ähnlichen Falttelefon Galaxy Z Flip 4 nicht eingebaut.

Fazit

Dank des großen Frontdisplays muss man das Razr 40 Ultra seltener aufklappen. Zwar ist damit zu rechnen, dass Samsung mit dem Galaxy Z Flip 5 an dieser Stelle nachzieht, doch zunächst hat Motorola die Nase vorn. Das Razr ist außerdem angenehm flach und leicht, hat brauchbare Kameras und ein sehr gutes Hauptdisplay. Auch die Akkulaufzeit ist besser geworden. Ob all diese Aspekte unter dem Strich

den Preis von knapp 1200 Euro wert sind, bleibt die wichtigste Frage. Kurz nach dem Ultra schiebt Motorola demnächst das 900 Euro teure Razr 40 nach, mit etwas schwächerem Prozessor und winzigem Frontdisplay. Erste Alternative bleibt derzeit das Galaxy Z Flip 4, das den gleichen Prozessor wie das Razr 40 Ultra mitbringt, aber nur noch rund 700 Euro kostet. (sht@ct.de) **ct**

Motorola Razr 40 Ultra

Android-Smartphone	
Hersteller, URL	Motorola, motorola.de
Betriebssystem / Patchlevel	Android 13 / Mai 2023
Updates / Sicherheitspatches laut Hersteller bis min.	Android 16 / Mai 2027
Ausstattung	
Prozessor / Kerne × Takt / Grafik	Qualcomm Snapdragon 8+ Gen 1 / 1 × 3,2 GHz, 3 × 2,5 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 730
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher (Format)	8 GByte / 256 GByte (227 GByte) / –
5G / LTE / SIMs / SAR-Wert	✓ / ✓ / 1 × nanoSIM + 1 × eSIM / 0,89 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standort	Wi-Fi 6E (2) / 5.3 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss / Fingerabdrucksensor	USB-C 2.0, OTG, DP / – / ✓ (Einschalter)
Akku / drahtlos ladbar / wechselbar	3800 mAh / ✓ / –
Maße offen (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	17,1 cm × 7,4 cm × 0,8 cm / 185 g / ✓ (IP52)
Maße geschlossen (H × B × T)	8,9 cm × 7,4 cm × 1,6 cm
Innendisplay	
Diagonale / Technik / Auflösung / Punktdichte	6,9 Zoll / OLED / 2640 × 1080 Pixel / 413 dpi
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung / max. Bildrate	2,44 ... 817 cd/m² / 97 % / 165 Hz
Außendisplay	
Diagonale / Technik / Auflösung / Punktdichte	3,6 Zoll / OLED / 1066 × 1056 Pixel / 413 dpi
Kameras	
Hauptkamera	12 MP / f/1,5 / ✓
Auflösung / Blende / OIS	
Ultraweitwinkel	13 MP / f/2,2 / –
Auflösung / Blende / OIS	
Frontkamera innen	32 MP / f/2,4 / –
Auflösung / Blende / OIS	
Benchmarks, Lauf- und Ladezeiten	
Ladezeit 50 % / 100 %	18 min / 49 min
Laufzeiten ¹ lokales Video 720p / 4K-Video 120 fps / 3D-Spiel / Stream	17,8 h / 9,8 h / 9,5 h / 18,4 h
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	6986, 16064 / 1289, 3979
3DMark Wild Life / Wild LifeExtreme	8984 / 2630
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	47 fps, 59 fps / 115 fps, 151 fps / 90 fps, 105 fps
Preis	1199 €
¹ gemessen bei 200 cd/m² auf dem Innendisplay	
✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht	



Das äußere Display des Razr 40 Ultra ist größer als bei allen anderen kompakten Foldables. Die beiden Kameralinsen integriert Motorola clever in einige Hintergrundbilder.



Einmal alles mit scharf

32-Zoll-Display mit 6K und USB-C-Dock

Dells UltraSharp U3224KBA ist das Monitor gewordene All-you-can-eat-Menü für Besitzer von USB-C-Notebooks: große Fläche, gestochen scharfes Bild, Dock-Funktion mit KVM und viele Anschlüsse. Im Alltagsbetrieb fanden wir nur Detailschwächen.

Von Benjamin Kraft

Dass er kein konventioneller 32-Zoll-Monitor ist, offenbart der UltraSharp U3224KBA auf den ersten Blick: Oben ragt sein 4K-Webcam-Kullerauge aus dem ungewöhnlich breiten Rahmen mit den Stereolautsprechern heraus. Dabei sitzt seine Hauptattraktion ein wenig tiefer, denn sein Panel zeigt 6144 × 3456 Pixel mit einer Pixeldichte von 223 dpi. Damit ist der 2855 Euro teure U3224KBA derzeit das einzige 6K-Display für den PC.

Er beherrscht die Darstellung von Hochkontrastinhalten nach der VESA-Norm DisplayHDR 600, woraus sich ein paar wei-

tere Eckpunkte ergeben: So muss sein IPS-Black-Panel den weiten P3-Farbraum abdecken, im HDR-Modus mit mindestens 600 cd/m² strahlen und einen sehr niedrigen Schwarzwert von 0,1 cd/m² schaffen.

Das Anschlussfeld bringt beinahe alles mit, was derzeit geht: Als Videosignaleingänge stehen HDMI 2.1, Mini-DisplayPort 2.1 sowie Thunderbolt 4 im USB-C-Format zur Auswahl. Letzteres versteht das DisplayPort-Protokoll in Version 1.4 und liefert bis zu 140 Watt an ein angeschlossenes Gerät. Das Notebook darf alternativ auch das ältere USB 3.2 Gen 2 nutzen, dann allerdings mit geringerer USB-Datenrate (10 statt 40 Gbit/s). An jedem der Eingänge reicht die Bandbreite für 60 Hertz bei voller Auflösung. An einem zweiten TB-4-Port, der 15 Watt liefert, findet weitere Thunderbolt-Peripherie oder ein zweiter Monitor via Daisy Chain Anschluss.

KVM-PiP-Dock

Der Ultrasharp U3224KBA ist ein vollwertiges Dock: Er hat zusätzlich zur bereits genannten zweiten Thunderbolt-4-Buchse allein an der Rückseite vier USB-A-Ports, vorn fahren zwei weitere USB-C-Buchsen sowie ein USB-A-Port in einer kleinen Lade unten links aus dem Rahmen heraus, die allesamt mit 10 Gbit/s arbeiten. Der LAN-Port am Anschlussfeld beherrscht 2,5-Gigabit/s-Ethernet und rüstet bei Ultraflach-Notebooks eine Verbindung ins kabelgebundene Netz nach. Dazu kommt noch die HDR-fähige 4K-Webcam mit zwei Mikrofonen. Zwar muss sich die Peripherie die Gesamtbandbreite des Upstream-Anschlusses zum Rechner teilen, doch bleibt bei Thunderbolt 3 und 4 sowie USB4 mit 40 Gbit/s für jeden Port mehr übrig als bei USB-C mit USB 3.2 Gen 2, das insgesamt nur auf 10 Gbit/s kommt.

Aber auch bei Thunderbolt wirkt sich die geteilte Bandbreite auf die Übertragungsraten aus: Via Thunderbolt 4 und USB4 erzielten wir am LAN-Port nie mehr als 1,4 Gbit/s. Erst als das Bildsignal per HDMI kam und die Daten per eigener USB-Verbindung, maßen wir 2,1 Gbit/s.

Das Display samt Dock können sich zwei Rechner teilen, entweder via PbP (Picture by Picture, beide Desktops nebeneinander) oder per PiP (Picture-in-Picture, das Bild eines Rechners wird in einer der Ecken eingesetzt). An eine zweite USB-C-Buchse kann man einen weiteren Rechner anschließen. Per Knopfdruck am Monitor schaltet man dann die USB-Peripherie

zwischen beiden PCs um (KVM-Switch-Funktion) und steuert sie bequem abwechselnd mit einer Maus und Tastatur.

Ebenso lässt sich einer der Menü-Shortcuts so belegen, dass er im PiP-Modus das kleine und das Hauptfenster tauscht. Die USB-Peripherie wird dabei leider nicht automatisch mitgenommen; das klappt nur, wenn die Rechner abwechselnd den vollen Bildschirm nutzen dürfen, denn in diesem Modus sind die USB-Upstream-Ports einem Bildeingang zugeordnet. Lob verdient Dell dafür, dass man auch den LAN-Port fest einem der Signaleingänge zuweisen kann – sinnvoll, denn so geht beim Switchen nicht die Internetverbindung verloren. Für alle anderen Ports gilt aber: Angesteckte Geräte werden umgeschaltet und dabei hart ausgeworfen.

Zuspielerei

6K-Auflösung mit 60 Hertz zaubern selbst ältere Desktop-Grafikkarten ab AMDs Radeon-RX-5000-Familie (RDNA) sowie Nvidias GeForce ab der 1000er-Familie (Pascal) auf den Schirm. Bei Notebooks klappt das erst mit moderner Hardware. Haben sie Thunderbolt 4 und USB4 an Bord, ist man auf der sicheren Seite, denn beide bringen nicht nur die nötige Display-Port-Version 1.4 mit, auch die integrierten GPUs in Geräten mit diesen Schnittstellen sind neu genug, um die gut 21 Millionen Pixel aufs Display zu pumpen. In diese Kategorie fallen neben den GPUs in Apples M-SoCs auch Intels Iris Xe-Serie ab der 11. Core-i-Generation sowie die integrierten Radeon-Familien 600M und 700M in den Ryzen 6000/7035/7040. Wie erwähnt ist die zweite Voraussetzung mindestens eine USB-C-Buchse mit USB4 beziehungsweise Thunderbolt 4. Auch an HDMI 2.1 bekommt man die native Auflösung bei 60 Hertz, doch damit sind zumindest einige moderne Macs raus, etwa der Mac mini mit einfachem M1-Prozessor.

Bei älteren Geräten kommt es auf die Hardware und den Displayanschluss an: Thunderbolt 3 kann DisplayPort 1.4 mitbringen, muss es aber nicht. Mit DisplayPort 1.2, das auch viele USB-C-Buchsen etwas älterer Notebooks ausgeben, geht möglicherweise 6K-Auflösung nur mit 30 Hertz oder der Bildschirm wird zwar mit 60 Hertz, aber in 4K-Auflösung (3840 × 2160) angesteuert. Das Gleiche gilt für HDMI 2.0. Geräte mit noch älterem Displayanschluss liefern dem UltraSharp U3224KBA nur noch kleinere Auflösungen, die auf seiner Fläche grob wirken.

Praktisch: Drückt man vorne links von unten auf den Rahmen, fährt ein kleines Fach mit zwei USB-C-Buchsen und einem USB-A-Port aus dem Displayrahmen herunter.



Ein Dell XPS 13 9380 von 2019 mit Intel UHD Graphics 620 beispielsweise konnte unter Windows 10 via Thunderbolt 3 immerhin 4K/60 ausgeben, ein MacBook Pro 13" von 2018 mit Core i5-8259U und Iris Plus Graphics 655 produzierte hingegen Grafikfehler, sobald wir es angeschlossen, und zwar auf dem externen wie dem integrierten Display. Ein iMac 27" (Modelljahr 2017) schaffte über Thunderbolt 3 trotz Radeon RX 575 bei voller Auflösung nur 30 Hertz, und ein Mac mini mit M1-GPU lieferte per HDMI angeschlossen maximal 4K-Auflösung. Das ist insofern interessant, als eben diese Auflösung via Thunderbolt 4 nicht zur Verfügung stand: Zwischen 6144 × 3456 und 3360 × 1890 Pixeln klappte im Auswahlménü von macOS eine Lücke.

Unabhängig vom Signaleingang fiel einem empfindlicheren Kollegen ein kleiner Versatz zwischen Mausbewegung und der Reaktion des Mauszeigers auf, der sogenannte Input-Lag. Wir ermittelten mit unserem Lag-Tester am oberen linken Bildschirmrand eine Eingabeverzögerung von 35 Millisekunden, was bei 60 Hertz bereits zwei Bilder sind. Zur Mitte stieg die Latenz auf knapp 43 Millisekunden an und erreichte unten links 50 Millisekunden. Das fällt nicht jedem auf und liegt haarscharf an der Wahrnehmungsschwelle. Doch hat man es einmal bewusst als störend wahrgenommen, kann man es nur noch schwer ausblenden.

Displayqualitäten

Der U3224KBA bringt alle nötigen Ergonomiefunktionen mit: Er lässt sich neigen

und zu beiden Seiten ins Hochformat drehen, leider ohne Mittelraste für den Betrieb im Querformat. Ohne diese Hilfestellung fällt es schwer, den Schirm exakt waagrecht auszurichten. Die Höhenverstellung bietet einen Einstellbereich von gut 15 Zentimetern; ganz heruntergefahren schwebt der untere Rahmen nur 3,5 Zentimeter über dem Tisch.

Der Monitor zeigt sehr satte Farben, die sich auch von der Seite betrachtet kaum verändern. Seine starke Mattierung führt zu leichtem Glitzern, das manche Nutzer stört. In unseren Messungen erzielte das IPS-Black-Panel einen mittleren Kontrast von 1500:1, für IPS-Technik ein hoher Wert. Die Ausleuchtung ist gut: Vollflächiges Weiß stellt der Monitor ohne Helligkeitskleckse oder Wölkchenbildung dar, und dass die Helligkeit zu den Ecken abfällt, ist zwar mess-, aber kaum sichtbar. Die Schwarzdarstellung ist ähnlich gut, wenngleich unser Testexemplar links am oberen Rahmen einen kleinen Aufheller hatte.

Mit Werkseinstellung deckt das Panel den weiten Farbraum Display P3 praktisch punktgenau ab und hält sich auch im sRGB-Modus an die Vorgaben. Das Bildmenü hat zusätzlich Presets für DCI-P3 und Rec. 709, die Schwesterfarbräume von P3 und sRGB für die Videobearbeitung mit anderem Gammaverlauf. Im normalen Betrieb reicht die einstellbare Helligkeitsspanne (gemessen in der Schirmmitte) von 28 bis 447 cd/m², was gleichermaßen für sehr dunkle und sehr helle Büros reicht. Im HDR-600-Modus maßen wir in einem weißen Rechteck in der Bildschirmmitte,



Der Dell UltraSharp U3224KBA hat zahlreiche Ein- und Ausgänge und kann parallel an zwei Rechnern angeschlossen werden.

Der andere 6K-Monitor: Apple Pro Display XDR

Dell und Apple bedienen mit ihren 6K-Displays zwar ein unterschiedliches Publikum und spielen in verschiedenen Preisklassen, dennoch drängt sich ein Vergleich ihrer 6K-Displays auf. Gegenüber Apples Pro Display XDR [2] hat Dells UltraSharp U3224KBA sowohl bei der Auflösung (6144 × 3456 versus 6016 × 3384) als auch bei der Pixeldichte (223 versus 218 dpi) die Nase leicht vorn. In puncto Ausstattung zieht er dem Apple-Display locker davon, das nur einen Thunderbolt-Eingang und drei USB-C-Buchsen hat, die nur USB 2.0 sprechen. Steuern lässt sich das Pro Display XDR ohnehin nur an Macs über das Betriebssystem. Bedientasten gibt es keine. Und noch viel banaler: Dell liefert einen guten

Ständer mit, bei Apple zahlt man dafür noch einmal 1100 Euro drauf – bei einem Basispreis von 5500 Euro schlicht eine Unverschämtheit.

Apple hat andere Asse im Ärmel. Beispielsweise gibt es das Pro Display XDR auch mit Nanotexturglas, das – so Apple – aufgrund eines feinen Ätzverfahren besonders wenig spiegelt. Allerdings kostet das weitere 1000 Euro Aufpreis. Während Dell auf ein klassisches Edge-Lit-Display setzt, besteht das Backlight des Apple-Displays aus 576 individuell angesteuerten und dimmbaren Zonen, was höhere In-Bild-Kontraste ermöglicht – wir maßen 1700:1. Im HDR-Betrieb leuchtet es in unserem Test mit gut 1400 cd/m² mehr als doppelt so hell wie das im U3224KBA.

das 25 Prozent der Bildschirmfläche einnahm, 655 cd/m².

Die Leistungsaufnahme hängt vom verwendeten Signaleingang ab und ist via HDMI ohne separate USB-Verbindung am niedrigsten. So angeschlossen zieht der U3224KBA 44 Watt bei 120 cd/m² aus der Steckdose. Das ist der Größe angemessen und liegt in etwa auf dem Niveau eines Ultrabreitbildmonitors wie dem 49-Zöller Samsung S49A950 [1]. Bei voller Helligkeit maßen wir 81 Watt, im HDR-Modus 107 Watt. An Thunderbolt oder USB4 steigt die Leistungsaufnahme um 5 bis 7 Watt, weil darüber das gesamte Dock inklusive Webcam mit versorgt wird. Das wirkt sich auch im Standby aus, in dem eine Rolle spielt, ob das angeschlossene Gerät schläft oder heruntergefahren ist. An einem schlummernden Mac mini zog der U3224KBA etwa 3,5 Watt, am dösenden Intel NUC 13 Pro sogar knapp 5 Watt. Waren die Rechner heruntergefahren, maßen wir nur noch etwa 1,5 Watt. So oder so: Das ist selbst für einen Dock-Monitor zu viel. An HDMI und ohne USB-Verbindung waren es nur noch angemessene 0,7 Watt.

Kleinere Auflösungen skaliert die Monitorelektronik standardmäßig seitentreu hoch, zieht sie auch aufs Vollbild oder stellt sie in Originalgröße, aber mit schwarzem Rand dar. Wer Bildeinstellungen lieber aus macOS oder Windows heraus vornimmt, installiert den Dell Display Manager, der auf Wunsch ein Raster über den Bild-

schirm legt, an dem Anwendungsfenster einrasten können.

Webcam und Lautsprecher

Die Webcam hat einen mechanischen Verschluss, der beim Öffnen und Schließen unüberhörbar klackt und die biometrische Anmeldung via Windows Hello ermöglicht. Sie löst maximal 3840 × 2160 Pixel bei 30 Bildern pro Sekunde auf, 60 fps gibt es bei 1080p/Full HD und liefert ein scharfes Bild, das den Nutzer stets im Fokus behält. Das gilt nicht nur für den gut arbeitenden Autofokus, sondern auch bei der Sprecherverfolgung: Bewegt man sich vor der Kamera, simuliert sie einen langsamen Kameraschwenk, um einen stets in der Bildmitte zu haben – oder wenigstens noch im Bild. Voraussetzung ist Dells Software Peripheral Manager für macOS und Windows, der darüber hinaus enorm viele Einstellmöglichkeiten wie einen automatischen Weißabgleich und den Zuschnitt des Aufnahmebereichs bietet. Sensortasten links unten am Rahmen starten oder beenden Gespräche, sperren die Kamera und regeln die Lautstärke.

In unseren Versuchen kam die eigene Stimme gut verständlich bei der Gegenstelle an, die zwei Mikrofone leisten solide Arbeit. Die Gegenstimme gaben die wohlklingenden Lautsprecher, die auch für Musik am Arbeitsplatz taugen, natürlich wieder; Echoprobleme hatten wir in Videochats nicht. Was dem Gerät fehlt, ist eine Lautsprecher- oder Headset-Buchse,

sodass man bei Bedarf auf ein USB-Headset ausweichen muss.

Fazit

Der UltraSharp U3224KBA ist eine ordentliche Portion von allem: großes Display mit Farben satt, hoher Kontrast, scharfe Auflösung, gute Webcam und reichlich Anschlussmöglichkeiten. Das macht ihn für mobile Arbeiter interessant, die ihr Notebook im Büro an ein Display-Dock mit viel Fläche anstöpseln wollen. Zusatzpunkte sammelt er, wenn er zwei Rechnern als Anzeige dient, entweder parallel oder umgeschaltet per KVM.

Detailkritik gibt es für den leichten Input-Lag und den zu hohen Energiehunger im Standby. Zudem hat die Riesenportion auch ihren Preis: 2855 Euro verlangt Dell dafür, andere Anbieter gibt es derzeit nicht. In Anbetracht der Ausstattung und der Leistung ist das aber ein faires Angebot. (bkr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Benjamin Kraft, Breitanzeiger, Test: Zwei Ultrabreitmonitore mit 38 und 49 Zoll fürs Büro, c't 16/2022, S. 109
- [2] Benjamin Kraft, Scharf, bunt, hell, professionell, Apples Pro Display XDR mit 6K, c't 5/2020, S. 112

Dell Ultrasharp U3224KBA

32-Zoll-Display mit 6K-Auflösung, USB-C und Thunderbolt 4	
Hersteller, URL	Dell, dell.de
Displaydiagonale / Auflösung (Pixeldichte)	31,5" (79,94 cm) / 6144 × 3456 (223 dpi)
Paneltyp / Seitenverhältnis / max. Bildwiederholfrequenz	IPS (mattiert) / 16:9 / 60 Hertz
Helligkeitsregelbereich	28 ... 447 cd/m ² (HDR: 655 cd/m ²)
Kontrast min. / erw. Sichtfeld (Abweichung)	1509:1 (29,1 %) / 874:1 (72,7 %)
Leistungsaufnahme Soft-off / Standby / 120 cd/m ² max. ¹	0,5 (0,5) W / 1,6-5 (0,7) W / 49 (44) W / 87,3 (82) W
Signaleingänge / Ausstattung & Anschlüsse / Lieferumfang	HDMI 2.1, mini-DisplayPort 2.1, USB-C TB 4 (inkl. USB 10 Gbit/s, DP 1.4, USB-PD-EPR 140 W), USB-C 10 Gbit/s / 4K-Webcam mit HDR, Lautsprecher (2 × 14 W), 2,5-GbE-LAN USB-C TB 4 (inkl. USB 10 Gbit/s, DP-out 1.4, USB-PD 15 W), USB-Hub (vorn: 2 × USB-C inkl. USB-PD 15 W + 1 × USB-A 10 Gbit/s; hinten: 4 × USB-A 10 Gbit/s) / Kabel: Mini-DP (1 m), TB 4 (USB-C, 1,5 m), USB-A-C (1 m), Netz; Kurzanleitung; Netzteil: intern
Besonderheiten	DisplayHDR 600, KVM-Funktion, PiP/PbP, Windows Hello
Maße (B × H × T) / Gewicht	71,7 cm × 52,3-68,3 cm × 23,7 cm / 13,1 kg
Preis / Garantie	2855 € / 3 Jahre
¹ an USB-C (HDMI)	

Wir schreiben Zukunft.

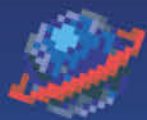


35 %
Rabatt

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

mit-tr.de/testen

ALT!



WILLKOMMEN
IN DEN GUTEN
ALTEN ZEITEN...



Testen Sie Retro Gamer
mit 30 % Rabatt!

2 Ausgaben als Heft oder digital
+ Geschenk nach Wahl



z.B. Retro Gamer
T-Shirt oder
ORB-Mini TV



Jetzt bestellen:

www.emedia.de/retro-mini

(0541) 800 09 126

leserservice@emedia.de

eMedia Leserservice, Postfach 24 69,
49014 Osnabrück



Tausend Floppy-Disks

Der Adapter Gotek SFR1M44-U100 emuliert ein 3,5-Zoll-Floppylaufwerk und speichert bis zu 1000 virtuelle Disketten auf einem USB-Stick.

Standen Sie auch schon vor der Herausforderung, Daten von alten PCs aus der Prä-USB-Zeit auf Ihr aktuelles System herüberzuretten? Ein Floppylaufwerk mit USB-Anschluss wäre eine Lösung, aber das kann oft von sehr alten Systemlaufwerken beschriebene Medien nicht korrekt lesen. Als Alternative bietet Gotek einen Laufwerk-Dummy zum Einbau in den Alt-PC an: Der Floppy-Emulator SFR1M44-U100 hat ein einfaches Plastikgehäuse, ersetzt ein 3,5-Zoll-Floppy-Laufwerk und wird wie dieses über den 34-poligen FD- oder Shugart-Bus und die vierpolige Spannungsversorgung mit dem Alt-PC verbunden. Der Gotek-Adapter enthält aber weder Motor noch Magnetköpfe: An der Frontseite gibt es nur eine USB-Buchse, eine dreistellige Siebensegmentanzeige, zwei Tasten und die übliche grüne LED, die Zugriff auf das Laufwerk anzeigt.

Als Speichermedium nimmt der Adapter jeden üblichen, FAT32-formatierten USB-Stick an, Uralt-Sticks aus der Schublade genügen. Ist der Alt-PC ausgeschaltet, steckt man den USB-Stick ein, drückt die beiden Tasten gleichzeitig und schaltet den Rechner ein. Die Ziffernanzeige leuchtet auf, zeigt kurz die Firmware-Version in hexadezimaler Form und beginnt dann, dezimal von 0 an hochzuzählen. Jetzt kann man die Tasten loslassen. Der Adapter legt beim Hochzählen auf dem Stick virtuelle 1,44-MByte-Disketten an, bis die Zahl 999 erreicht oder der Speicher voll ist. Auf unseren 512-MByte-Test-Stick passten 317 virtuelle Floppys, für 1000 reicht ein 2-GByte-Stick.

Die virtuellen Disketten sind nach der Initialisierung bereits formatiert, dem Host-Rechner erscheinen sie als gewöhnliche 1,44-MByte-Floppy. An unseren Testrechnern, einem Compaq mit 468DX2-CPU und einem betagten 386DX-Laptop, klappte das Schreiben und Lesen von Dateien problemlos. Über die beiden Tasten lässt sich die Nummer der virtuellen Diskette auswählen (rechts in Einer-, links in Zehnerschritten). Größere Datenmengen teilt man so angenehmer auf mehrere virtuelle Disketten auf, als bei einem realen Laufwerk ständig den Diskjockey spielen zu müssen; 1000 Disketten dürfte aber niemand beschreiben wollen.

Aktuelle PCs mit Windows 10- und Linux-Betriebssystem erkennen den USB-Stick zwar, aber nur die erste virtuelle Floppy. Größere Datenmengen als 1,44 MByte muss man also durch wiederholtes Ab- und Anstöpseln übertragen. Gotek gehört zu den kleinen Entwicklern aus China, die clevere Lösungen für wenig Geld anbieten, aber nicht viel Aufwand bei Dokumentation und Software betreiben: Unserem Testgerät lag nur ein zweiseitig bedrucktes A4-Blatt mit einer teilweise verwirrenden, immerhin englischen Anleitung bei. Die verweist für Software auf die Gotek-Website, auf der wir aber nur als „3rd Party“ gekennzeichnete Programme fanden: eines war chinesisch; ein weiteres bot eine Formatierfunktion an, erkannte aber nur einen unserer USB-Sticks. Die virtuelle Floppydisk ließ sich nicht wechseln. Das dritte Paket enthielt Treiber für MS-DOS-Rechner, bot aber ebenfalls nur überflüssiges Formatieren an.

Für etwa 30 Euro bekommt man mit dem Gotek SFR1M44-U100 eine funktionierende Lösung, um kleinere Datenmengen von Alt-PCs auf moderne Rechner zu übertragen. Hilfreicher kann ein Floppy-USB-Adapter für spezielle Hardware sein: Gotek bietet verschiedene Modelle etwa zum Einsatz in Werkzeugmaschinen, Strickautomaten, Heimorgeln und Keyboards an, etwa von Korg oder Yamaha. Beim Kauf eines Gotek-Adapters sollte man daher genau auf den Typ und die Produktbeschreibung achten. (rop@ct.de)

Gotek SFR1M44-U100

Floppy-Emulator mit USB-Buchse für Speichersticks	
Hersteller, URL	Gotek, gotekemulator.com
Anschlüsse	34-Pin-Shugart, 5/12-Volt-Anschluss (Sony, Alps, TEAC, nur 5 Volt benötigt), USB-A-Buchse
Diskettenformat	MFH, zweiseitig, 80 Tracks, 18 Sektoren, 512 Byte/Sektor, Transferrate 500 kbit/s
Preis	30 €



Ich hab Puls

Sapphires High-End-Grafikkarte Pulse Radeon RX 7900 XT OC reicht für flüssiges Gaming auch in 4K-Auflösung. Außerdem ist sie jederzeit leise und im Leerlauf sparsam – jedenfalls mit einem einzigen Monitor.

Spielegrafikkarten mit AMDs High-End-Grafikchip Radeon RX 7900 XT haben in der Luxusklasse derzeit ein sehr gutes Preis/Leistungsverhältnis. Das gilt insbesondere für die Pulse-Karte von Sapphire, die zu den günstigsten 7900 XT gehört. Wer auf der Sapphire Pulse ohne Raytracing-Effekte zockt, bekommt in den meisten Spielen eine ruckfreie Darstellung auf 4K-Displays. Im rasanten Rennspiel F1 22 waren es im Schnitt fast 160 Bilder pro Sekunde und auch in unserer sehr aufwändigen Requiem-Szene schaffte die 7900 XT noch 40 fps.

Wer gern dauerhaft über 60 Bilder pro Sekunde hat oder mit Raytracing spielt, der sollte besser auf 2560 × 1440 Bildpunkte zurückschalten. Damit sind selbst im Raytracing-Vorzeigespiel Control noch glatte 60 fps möglich. AMDs Upscaler FSR kann auf Kosten von etwas Bildqualität oft einige fps mehr herausholen, wenn das Spiel die Funktion anbietet.

Sapphire hält sich bei der Pulse RX 7900 XT größtenteils an die Vorgaben von AMD, was die Konfiguration von Grafikchip und Speicher betrifft. Der Boost-Takt ist typischerweise rund 3,8 Prozent, in der Spitze aber nur noch 2 Prozent höher als bei AMDs Referenzkarten. Das ist ein eher kosmetisches Overclocking; mehr Wirkung haben da die 16 Watt extra, die Sapphire der Pulse OC zubilligt, die damit bis zu 331 Watt schlucken darf.

Kern der RX 7900 XT ist das Navi31-Kombinat, ein Multi-Chip-Modul aus dem Grafikchip, fünf Cache-Memory-Dies und einem Dummy zur mechanischen Stabilisierung. Flankiert wird das Technikherz von

einem mit 20 GByte sehr großen GDDR6-Speicher, der über die nächsten Jahre noch locker für volle Details ausreichen sollte. Er ist mit bis zu 800 GByte pro Sekunde über 320 parallele Datenleitungen außerdem sehr schnell und wird von einem 80 MByte großen Last-Level-Cache unterstützt. Nur die oft über 1000 Euro teuren Topmodelle von AMD und Nvidia bieten noch mehr.

Anders als die Referenz lötet Sapphire je zwei DisplayPort-2.1- und HDMI-Anschlüsse auf die Platine. Das reicht zum Beispiel für vier 4K-Bildschirme bis 144 Hertz oder einen 8K-Monitor mit maximal 165 Hertz.

Im Leerlauf stehen die drei 85-Millimeter-Lüfter still. Unter Volllast maßen wir maximal 0,8 sone, was die Pulse für ruhige Rechner prädestiniert, auch wenn absolute Silent-Freaks nicht zufrieden sein dürften. Störend, aber durch das geschlossene Gehäuse einigermaßen gedämpft, ist die deutliche Neigung zu Spulenfiepen bei hohen dreistelligen Bildraten wie etwa in Spielen bei abgeschaltetem VSync.

Für eine High-End-Grafikkarte geht die Leistungsaufnahme im Leerlauf in Ordnung. Die Sapphire-Karte zieht dabei an einem 4K60-Bildschirm 13 Watt. Wer allerdings ein Gamer-Display mit hoher Refresh-Rate hat, also 4K120 oder -144, bei dem geht die Leistungsaufnahme mit bis zu 73 Watt durch die Decke – fürs Nichtstun wohl gemerkt. Unter Volllast zog die RX 7900 XT Pulse mit 328 Watt zwar noch viel mehr, ist im High End damit aber in guter Gesellschaft.

Die Sapphire Pulse ist eine gute Radeon-Grafikkarte, deren marginale Übertaktung man zwar nicht spürt, die aber durch ihre leisen Lüfter glänzt. (csp@ct.de)

Sapphire Pulse Radeon RX 7900 XT Gaming OC

Spielegrafikkarte für 4K und Raytracing

Hersteller, URL	Sapphire, sapphire.tech.com/de-de
GPU / Grafikspeicher	Navi31 / 20 GByte GDDR6
Shader / TMUs / ROPs	5376 / 336 / 196
Länge × Höhe × Breite / Gewicht	313 mm × 134 mm × 55 mm / 1422 g
Anschlüsse	2 × DP 2.1, 2 × HDMI 2.1, 2 × PCIe-Strom (8-pol)
Lautheit Leerlauf / Volllast	<0,1 sone (⊕⊕) / 0,8 sone (⊕)
Spielleistung FHD / WQHD / UHD (m. Raytracing)	⊕⊕ (⊕⊕) / ⊕⊕ (⊕) / ⊕ (○)
Lieferumfang	GPU-Halterung
Preis (Straße) / Garantie	830 € / 3 Jahre ¹

¹ Abwicklung nur über Händler
 ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend
 ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht

Ihr Guide im Lizenz- Dschungel

FAQ & individuelle
Beratung für
SOFTWARE LÖSUNGEN



THOMAS KRENN®

IT's people business

Jetzt beraten lassen:

thomas-krenn.com/guide

+49 (0) 8551.9150-300

Ohrwurm mit Angel

Antlion Kimura Solo: In-Ear-Headset mit Bügelmikrofon



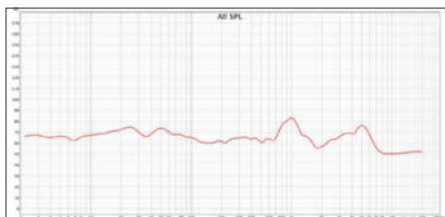
Antlions Kimura-Headsets mit Mikrofonausleger sollen den Mikrofonklang verbessern. Dabei machen sie viel richtig, aber nicht alles.

Von Michael Link

Der Firmenname Antlion – etwas lässig mit Ameisenlöwe übersetzt – soll auf kleine Produkte hinweisen, die trickreich Großes leisten. Das namengebende Insekt (auf Deutsch Ameisenjungfern) baut zum Beispiel Trichter zum Beutefang. Das ModMic-Mikrofon des Herstellers hinterließ in einem zurückliegenden Test (c't 24/2020, S. 94) einen guten Eindruck.

Aussehen

Die Kimura-Reihe ist für den Computer bestimmt. Bluetooth-Funk etwa für Smartphones fehlt, stattdessen überträgt ein Anschlusskabel die Audiosignale der Schallwandler. Am Ende des Kabels baumeln zwei 20 Zentimeter lange Leitungen mit dreipoligen 3,5-mm-Klinkensteckern fürs Mikro und für den Kopfhörer. Ein Adapter mit vierpoligem TRRS-Stecker liegt im Karton. Das 1,20 Meter lange Kabel erlaubt



Der Frequenzgang der Kimura-Solo-Hörer wies zwei Spitzen auf: bei etwa 1 kHz sowie bei rund 5 kHz.

dem Träger nicht viel Auslauf. Die nicht verdrehbare Hemdklemme minimiert Ratscheln durchs Kabel. Einen Schalter zum Stummschalten des Mikrofons gibt es ebenso wenig wie Pinguine am Nordpol.

Das In-Ear-Headset Kimura Solo (129 Euro) hat trotz seines etwas irreführenden Namens zwei Hörkapseln, die aber jeweils nur einen dynamischen Treiber enthalten. Die Duo-Variante (189 Euro) bietet höherwertige balancierte Kapseln.

Das getestete Solo braucht nur wenig Platz im Rucksack: Die Aufbewahrungshülle ist nur so groß wie der billigste Hamburger im Restaurant zur goldenen Möwe.

Die beiden Ohrstöpsel sind mit biegsamen Bügeln garniert, die man aufs Ohr setzt und dann die In-Ear-Kapseln seitwärts in den Gehörgang einschwenkt. Für einen akustisch guten Abschluss liegen insgesamt acht Silikonauflagen bei.

Hören

Doch auch bei perfektem Sitz der Solo-Kapseln klangen selbst einige In-Ears vom Grabbeltisch besser. Viele Nutzer sind „Badewannenkurven“ beim Frequenzgang gewohnt, also überbetonte Bässe und Höhe sowie zurückgenommene Mitten. Die Bässe des Solo klingen hingegen im Vergleich zu anderen In-Ears dünn und matschen Nuancen der Musikstücke zu, sobald sie etwas präsenter werden. Auch die Dynamik zwischen leisen und lauten Passagen ließ zu wünschen übrig. Bei den Höhen fielen Spitzen bei 1 und 5 Kilohertz auf. Will sagen: Musik hören war möglich, aber Ohrenschmeicheln geht anders. Bei Sprachwiedergabe fiel der verbogene Frequenzgang weniger auf.

Sprechen

Der eingangs angesprochene 2,3 Millimeter dicke Bügel am Kimura Solo bringt die

Mikrofonkapsel dichter an den Mund, was Raumgeräusche sowie Hall förmlich wegbügelt. Weil er nur elf Zentimeter lang ist, schwebt die Kapsel nicht direkt vorm Mund. Das ist ein Vorteil. Im Test fing sie kaum Poppgeräusche ein, etwa durch Plo-sivlaute beim Sprechen wie im Wort „Pap-perlapapp“. Das Mikrofon arbeitet omnidirektional. Das ModMic aus der gleichen Garage ist auch auf Nierencharakteristik umschaltbar, was in lauter Umgebung besser ist.

Der Mikrofonklang ist hervorragend und rauscharm. Im Test bewerteten alle Gegenstellen die Sprachqualität weitaus besser als bei herkömmlichen In-Ear-Headsets. Auch mit Bügelmikrofonen anderer Headsets hält es locker mit. Der Frequenzgang ist anders als bei Bluetooth-Headsets nicht bei 8 kHz abgeschnitten.

Fazit

Beim Kimura Solo stehen die sehr gute Tonqualität des Mikros und die mäßig musiktaugliche Wiedergabe der Hörkapseln in auffälligem Missverhältnis. Wenn man das Solo-Headset schon hat, empfiehlt sich der Austausch der Kapseln durch höherwertige mit MMCX-Stecker. Wer nur auf das Mikro scharf ist, sollte sich das Kimura Microphone Cable (79 Euro) anschauen, das es mit MMCX-sowie mit 2-Pin-Anschluss ohne Ohrstecker gibt.

(mil@ct.de) **ct**

Antlion Audio Kimura Solo

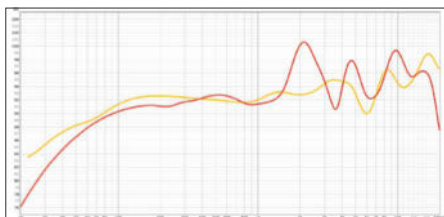
In-Ear-Headset	
Hersteller, URL	Antlion Audio, antlionaudio.com
Anschluss	Kabel (1,20 m), jeweils 3,5 mm Klinke, TRRS-Adapter für Notebooks
Kapsel	ein dynamischer Treiber, MMCX-Anschluss
Preis	129 € (Solo), 189 € (Duo)



Ohne Schnickschnack

Offene Bluetooth-Kopfhörer sind im Homeoffice ideal, weil man weiterhin Postbote, Telefon und anderes hört. Mit dem Grado GW100x klingt sogar die Musik richtig gut.

Der GW100x des New Yorker Audiospezialisten Grado verbindet sich per Bluetooth Multilink mit zwei Geräten gleichzeitig; bei jedem Reconnect reduziert er die Lautstärke auf schockvermeidende 25 Prozent. Schließt man ihn per Analogkabel an, kappt er die Funkverbindungen. Geräte ohne Analogausgang muss man per Bluetooth pairen, da der GW100x sich anders als der Vorgänger GW100 per USB-C nicht mehr als Audiogerät betreiben lässt. In den Pairing-Mo-



Bauartbedingt schwächelt der Bass des Grado GW100x (rot) wie beim ebenfalls offenen Sennheiser HD600 (gelb), ist aber sehr präzise. Die Höhen schneiden ob der Spitzen bei 2, 5 und 10 kHz etwas.

des gelangt der GW100x wie einige Bluetooth-Kopfhörer allerdings nur, wenn beim Einschalten kein schon gepairtes Gerät in Funkreichweite ist. Das wiederum bedeutet, dass man zum Pairen in den Keller gehen oder bei allen gepairten Tablets, Smartphones und Notebooks Bluetooth ausschalten muss. Geladen wird per USB-C, währenddessen kann man weiterhören.

Dank offener Bauweise hört man Umgebungsg Geräusche kaum gedämpft, und das Umfeld hört die Musik mit. Dem Klang tut das gut, der GW100x spielt detailreich mit breiter, präziser Stereobühne auf. Die Höhen klingen etwas scharf, die Bässe sind kontrolliert, aber eine kickendere Kickdrum könnte man sich schon wünschen. Grado stellt keine App bereit, man kann also den Klang nicht direkt ändern und keine Firmware-Updates einspielen.

Für Bluetooth-Kopfhörer typisch kappt das Mikrofon bei 8 kHz und nimmt viel Umgebung auf, aber vergleichsweise wenig Hall. Die Stimme klingt für Bluetooth-Verhältnisse voll und klar, was für Videokonferenzen dicke reicht, nicht aber für Podcasts. Eine Taste zum Stummschalten in Telefonaten oder Videokonferenzen fehlt. Per Analogkabel lässt sich das Mikrofon nicht nutzen.

Der GW100x hat einen gewissen Retro-Charme, aber wirkt mit viel Plastik, simpler Verstellmechanik und wackeligen Knöpfen (Ein/Aus/Pause/Assistant, Laut/nächster Song, Leise/voriger Song) wenig robust. Dafür spürt man ihn dank 188 Gramm Gewicht kaum, auch bei Brillenträgern drückt nichts. Eher kratzen die billig wirkenden On-Ear-Schaumstoffpolster. Ähnlich teure Bluetooth-Kopfhörer wie der Sony WH-1000XM5 oder der Sennheiser Momentum 4 bieten mehr Funktionen, klingen aber etwas detailärmer und weniger luftig. Will man seine Umgebung ausblenden, sind sie dank ANC besser geeignet. Will man aber ohne Umweg über einen Transparenzmodus viel mitbekommen und einen Spitzenklang genießen, passt der Grado GW100x besser. (jow@ct.de)

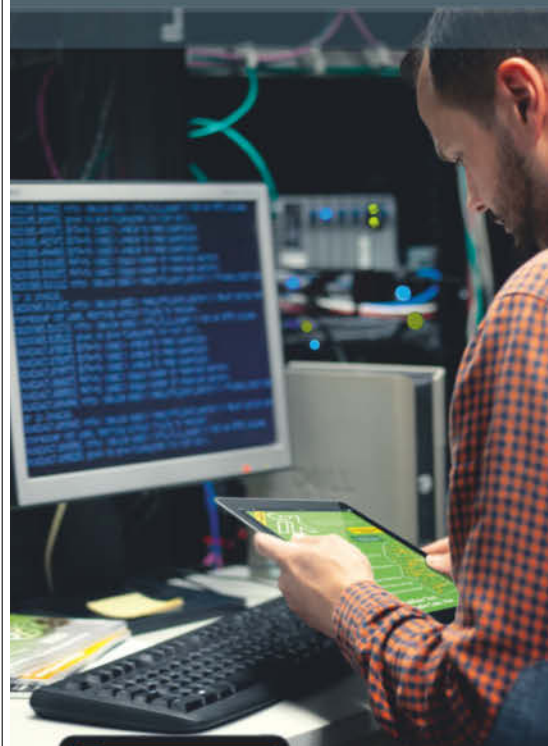
Grado GW100x

On-Ear-Kopfhörer mit Bluetooth

Hersteller, URL	Grado, gradolabs.com
Anbindung / Codecs	Bluetooth 5.2 / SBC, AAC, aptX
Anschlüsse	USB-C (nur laden), 3,5-mm-Klinke
Lieferumfang	Analogkabel (118 cm), USB-Ladekabel
Preis	329 €

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



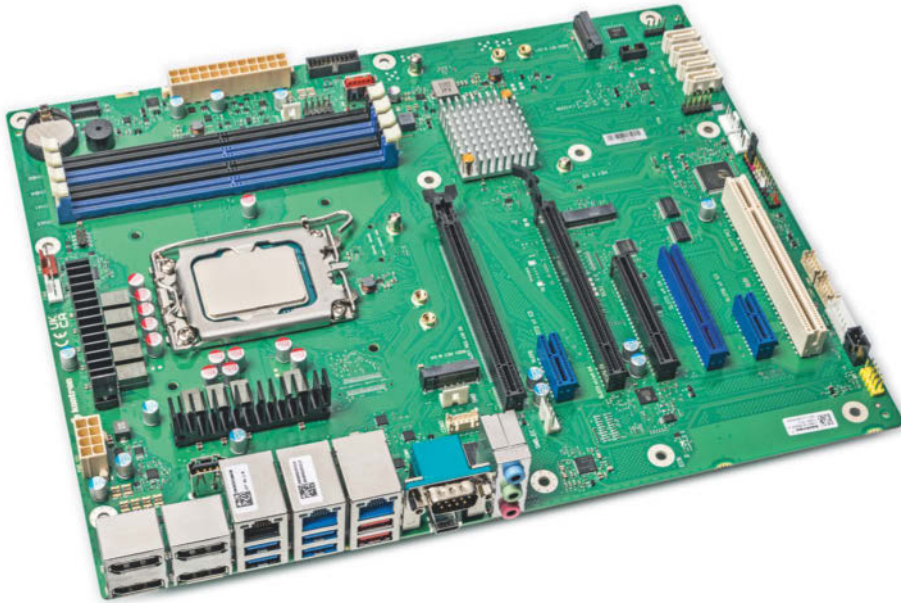
www.iX.de/digital-testen



leserservice@heise.de



49 (0)541 800 09 120



Board mit Fehlerschutz

Mainboard Kontron K3851-R1 mit Intel R680E für ECC-RAM

Intels aktuelle Core-i-Prozessoren können den Arbeitsspeicher per Error Correction Code (ECC) vor Bitfehlern schützen, wie in Servern üblich. Das klappt aber nur auf speziellen Mainboards wie dem Kontron K3851-R1.

Von Christof Windeck

Für kleine Server und Industrie-PCs verkaufte Intel viele Jahre lang spezielle Varianten der CPU-Familie Xeon, die eng mit Core-i-Typen verwandt waren. Der wichtigste Vorteil dieser Xeon-E-2000-Chips ist die RAM-Fehlerkorrektur Error Correction Code (ECC). Seit der Generation Core i-12000

(Alder Lake) und auch bei Core i-13000 (Raptor Lake) lässt sich ECC-RAM auch bei den „normalen“ Core-i-Typen nutzen. Das funktioniert jedoch nur in Verbindung mit bestimmten Chipsätzen wie dem W680 für Workstations und dem R680E für Embedded Systems. Bislang sind nur sehr wenige W680- und R680E-Boards auf dem Markt und erstere kosten mehr als 450 Euro. Das Kontron K3851-R1 ist etwas billiger, allerdings nur bei wenigen Händlern zu finden. Es entstammt der von Kontron aufgekauften ehemaligen Fujitsu-Mainboard-Abteilung in Augsburg und wird in Deutschland bestückt.

Sonderausstattung

Das K3851-R1 hat eine ungewöhnliche Ausstattung. Dazu gehören beispielsweise drei Ethernet-Buchsen: zwei mit 2,5 Gbit/s und der Spezialfunktion Time-

Sensitive Networking (TSN) für Echtzeitanwendungen sowie eine mit 1 Gbit/s, über die auch die Intel-Fernwartung Active Management Technology (AMT) nutzbar ist. Ein für Server-Boards typischer Fernwartungschip (Baseboard Management Controller/BMC) fehlt hingegen. Einer der beiden PCIe-x16-Slots ist für PCIe 5.0 vorbereitet, aber das Board hat auch einen per PCIe-PCI-Bridge angeflanschten PCI-Slot. Zwei M.2-Fassungen nehmen PCIe-4.0-x4-SSDs auf, eine weitere ist für WLAN-Adapter gedacht (M.2 2230). Zudem gibt es vier SATA-Ports.

Sieben USB-Anschlüsse (6 × Typ A und 1 × Typ C) stehen bereit, davon liefern drei (die roten A-Buchsen und die C-Buchse) bis zu 10 Gbit/s. Zudem gibt es Pfostenstecker für weitere USB-Ports sowie zwei aufrecht orientierte USB-A-Buchsen, um von dort eingesteckten USB-Sticks ein Betriebssystem oder einen Hypervisor zu booten. Für uralte Peripherie findet sich noch ein COM-Port (RS-232), an interne Buchsen lassen sich drei weitere COM-Ports und welche für PS/2-Eingabegeräte anstöpseln.

Vier DisplayPorts ermöglichen den Anschluss von bis zu vier Displays mit 4K/60 Hz gleichzeitig, etwa für digitale Anzeigetafeln. Der Soundchip Tempo Semiconductor 92HD91B stellt drei analoge Klinkenbuchsen und einen internen SPDIF-Pfostenstecker bereit.

Kontron gibt das K3851-R1 für den Betrieb bei bis zu 60 Grad Celsius Umgebungstemperatur frei, rund 10 Grad mehr als gewöhnliche Desktop-PC-Boards. Denn das K3851-R1 ist auch für den Einsatz in Industriecomputern zur Steuerung von Maschinen gedacht.

Das BIOS-Setup verzichtet auf eine grafische Oberfläche, Übertaktungsfunktionen und Gimmicks wie RGB-LED-Ansteuerung. Zum Booten braucht das Board über 30 Sekunden und damit doppelt so lang wie typische PC-Mainboards.

Breite CPU-Auswahl

Intels Chipsatzfamilien der Serien 600 und 700 eignen sich für alle LGA1700-Prozessoren, also sämtliche Core i-12000 und Core i-13000 sowie die davon abgeleiteten Celeron G6900 und Pentium Gold G7400. Die „K“-Versionen der erwähnten Core-i-Typen sind nicht für ECC-RAM freigegeben und ziehen mehr Leistung als die 125 Watt TDP, die das K3851-R1 liefern kann. Wir haben das

Board unter anderem mit einem Core i5-12600 und einem Core i3-13100 getestet. Mit einem Celeron G6900 lieferte unser K3851-R1-Testmuster kein Monitorsignal; das soll ein kommendes BIOS-Update ändern.

Die vier Speicherausfassungen sind für DDR5-Module ausgelegt; wer ECC-RAM nutzen möchte, braucht ungepufferte Riegel (DDR5-ECC-UDIMMs). Als maximalen Speicherausbau nennt Kontron 128 GByte in Form von vier 32-GByte-Modulen; vier 48-GByte-DIMMs mit zusammen 192 GByte liefern aber auch.

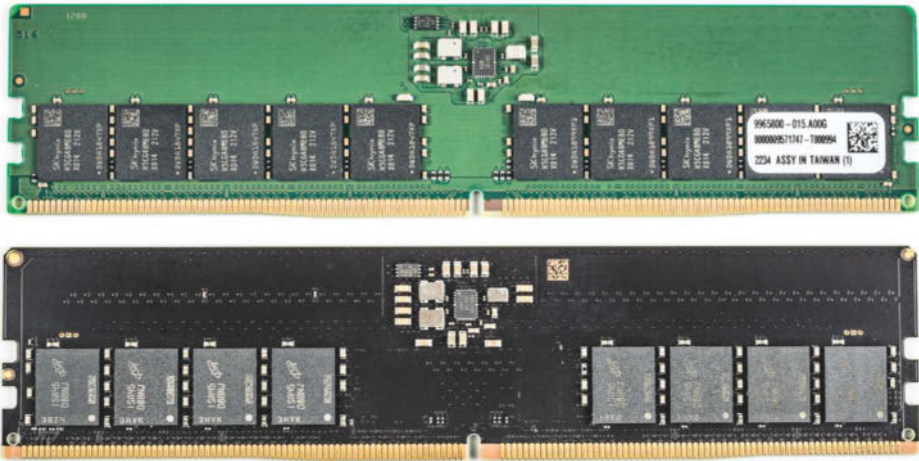
Im Benchmark Cinebench R23 lieferte ein Core i5-12600 im Wesentlichen die erwartete Leistung: Die Multithreading-Performance war minimal höher als auf anderen LGA1700-Boards, die Single-threading-Leistung etwas niedriger. An allen Schnittstellen – USB, M.2, Ethernet – zeigten unsere Messungen jeweils typische Datentransferraten.

Etwas enttäuscht waren wir von der Leistungsaufnahme im Leerlauf: 14 Watt – wie üblich „an der Steckdose“ gemessen, also inklusive Netzteilverlusten – sind zwar für ein modernes Desktop-PC-Mainboard nicht schlecht. Doch Fujitsu fertigte früher auch extrem sparsame Mainboards, die unter 10 Watt blieben. Die Ursache für die höhere Leistungsaufnahme liegt bei der PCI-PCIe-Bridge, die keine tiefen PCIe-Stromsparmodi kennt, weshalb auch der Prozessor im Leerlauf mehr Energie benötigt.

Kontron stellte für den Test einen Onlinezugang zum Download der für das Board nötigen Windows-Treiber bereit. Dennoch blieb im Geräte-Manager ein „unbekanntes Gerät“ mit der ACPI-ID INT3472\1 übrig. Es verschwindet, wenn man im BIOS-Setup die Standardwerte lädt; auch das soll ein BIOS-Update korrigieren. Unter Linux (Ubuntu 23.04) lief das Board problemlos, die Leistungsaufnahme im Leerlauf lag etwa 1 Watt höher als unter Windows 11.

ECC-DIMMs mit DDR5

Error Correction Code erkennt und korrigiert alle 1-Bit-Fehler im RAM und kann 2-Bit-Fehler sowie manche andere immerhin erkennen [1]. Die Berechnung und Prüfung des ECC erledigt der Speichercontroller der CPU, außerdem muss man dazu ECC-UDIMMs einbauen. Letztere haben in der DDR5-Generation pro Rank zwei SDRAM-Chips mehr als Non-ECC-UDIMMs; bei DDR4 war es



Ein ECC-DDR5-UDIMM (oben) hat pro Rank zwei Speicherchips mehr als ein ECC-untaugliches (unten).

nur jeweils einer. Der zweite SDRAM-Chip ist bei DDR5 nötig, weil der Speichercontroller jeden 64-Bit-Speicherkanal auch als zwei 32-Bit-Kanäle ansteuern kann und den ECC pro Kanal berechnen und prüfen muss. Weil DDR5-ECC-Speicherriegel 25 Prozent mehr Kapazität haben als gewöhnliche, kosten sie auch mehr.

Fazit

Das Kontron K3851-R1 ist zwar vor allem für Industrie-PCs gedacht, aber wegen des

optionalen ECC-RAM auch für kleine Server attraktiv. Leider ist es für Privatleute bisher nicht ganz leicht zu beschaffen und immer noch ziemlich teuer. Ein sparsames Board für aktuelle Prozessoren, ECC-RAM und PCIe 5.0 kennen wir aber nicht.

(ciw@ct.de) ct

Literatur

- [1] Christof Windeck, RAM-Korrektor, Error Correction Code (ECC) schützt (Arbeits-)Speicher vor Bitfehlern, c't 10/2021, S. 150

Kontron K3851-R1

ATX-Mainboard für Intel Core i-12000/13000 und ECC-RAM	
Hersteller, URL	Kontron, kontron.com/de
CPU-Fassung, Chipsatz	LGA1700 / Intel R680E
Mainboard-Bauform	ATX, 30,5 cm x 24,5 cm
Arbeitsspeicher	4 x DDR5-4800 UDIMM/ECC-UDIMM, maximal 32 GByte pro Modul
PCI-Express-Slots	1 x PCIe 5.0 x16, 2 x PCIe 4.0 x4 (x16/x8), 2 x PCIe 3.0 x1, 2 x M2 mit PCIe 4.0 x4 (2242, 2260, 2280)
PCI-Brückenchip	Pericom PI7C9X130
Ethernet	2 x 2,5 Gbit/s (Intel I225-LM), 1 x 1 Gbit/s (I219-LM mit AMT)
Audio	Tempo Semiconductor 92HD91B
externe Anschlüsse	3 x RJ-45, 4 x DisplayPort, 2 x USB-A 3.2 Gen 2, 1 x USB-C 3.2 Gen 2, 4 x USB 3.2 Gen 1, 3 x Audio-Klinke
Lüfteranschlüsse	4 x 4-Pin
weitere interne USB-Anschlüsse	1 x USB-A 2.0 stehend, 1 x USB 3.2 Gen 2 stehend, 1 x 19-pol. Frontpanel, 1 x USB 2.0 Frontpanel
weitere interne Anschlüsse	4 x SATA, 3 x COM-Port, 1 x TPM, 1 x GPIO, 1 x M.2 2230 E-Key, weitere
Besonderheiten	Fernwartung Intel AMT, Betriebstemperatur bis 60 °C, optionale VGA-Adapterkarte
Funktionstests / Messwerte mit Intel Core i5-12600	
Boot-Modi: UEFI mit / ohne Secure Boot / BIOS (Version)	✓ / ✓ / – (R2.1.0)
Cinebench R23	1597 / 12344 Punkte (Single- / Multithreading)
Bootedauer (bis Windows-Login)	35 s
Leerlauf / Volllast Windows 11	14 / 133 W (kurzzeitig 169 W)
Preis	400 €
¹ offiziell, im Test funktionierten auch 48 GByte ✓ funktioniert – funktioniert nicht	

Mobiler Funk-Hacker

Portables Software Defined Radio im Test

Um die Sicherheit von Funkverbindungen zu untersuchen, nutzen Hacker ein Software Defined Radio wie das HackRF One. Die Erweiterung Portapack macht dieses zu einem portablen Gerät für den mobilen Einsatz, das auch ohne Rechner funktioniert.

Von Tobias Scheible

Funkverbindungen sind ein unsichtbares und häufig unterschätztes Sicherheitsrisiko. Nicht selten kommen noch Jahrzehnte alte Funkprotokolle zum Einsatz, die heutigen Ansprüchen an die Sicherheit nicht gerecht werden können. Ein prominentes Beispiel ist die anfällige Grünphasen-Steuerung unzähliger Verkehrsampeln in ganz Deutschland [1], aber auch zu Hause funken etwa Fernbedienungen von Zentralverriegelungen und Garagentoren, Komponenten von Smart-Home-Systemen und weitere Geräte oft noch mit unsicheren Protokollen.

Um die Sicherheit solcher Funkverbindungen zu überprüfen, eignen sich sogenannte Software Defined Radios (SDRs) besonders gut. SDRs nutzen Chips, die Phase und Amplitude von Funkwellen roh digitalisieren können, um diese Daten an einen Computer weiterzureichen. Diese Rohdaten erlauben es, Mischer, Filter und Demodulatoren in Software umzusetzen, was SDRs sehr flexibel macht. Sie beherrschen praktisch jede Modulationsart (FM, AM, QAM etc.), solange die Bandbreite der Ausstrahlung nicht die des SDRs überschreitet.

Besitzt das SDR Sendehardware, klappt das auch in die andere Richtung. Das abgedeckte Frequenzspektrum und die unterstützte Bandbreite variieren von SDR zu SDR.

HackRF One

Ein typischer Vertreter dieser Geräteklasse ist das HackRF One. Es wird zum Testen und Entwickeln von Funktechnologien eingesetzt, aber auch von Hackern. Entwickelt hat es Michael Ossmann von Great Scott Gadgets, die Finanzierung lief bereits 2014 über Kickstarter.

Das HackRF One war das erste SDR mit Sendefunktion, das zu einem verhältnismäßig günstigen Preis angeboten wurde. Hard- und Software sind Open Source (GPLv2), wodurch sich eine große Community gebildet hat. Ein weiterer großer Vorteil ist, dass viele SDR-Anwendungen das HackRF unterstützen. Durch diese Faktoren gilt das HackRF One heute als wichtigstes Werkzeug für Penetrationstester, Hacker und Entwickler von Funktechnik.

Das vielseitige SDR empfängt und sendet Signale im Bereich von 1 MHz bis 6 GHz. Die Hardware hat theoretisch genug Leistung, um auch breitbandige Signale wie WLAN zu untersuchen. Die Firmware des HackRF One ist aktualisierbar, zudem kann man auf Alternativ-Firmware aus der Community zurückgreifen. Auf der Platine befinden sich Erweiterungsschnittstellen in Form von Pfostenleisten, über die man zusätzliche Komponenten anschließt. Zudem ist es darüber steuerbar.

Portapack

Um das HackRF One zum Leben zu erwecken, ist normalerweise ein Rechner nötig, der über den Micro-USB-Port an-

geschlossen wird – zum Beispiel ein Notebook oder ein Raspberry Pi. Eleganter klappt das mit dem Portapack, einer Zusatzplatine, die man auf die Pfostenleisten des HackRF-Boards steckt. Es verwandelt das HackRF One in ein portables Standalone-Gerät. Damit gehen etwa das Aufzeichnen und Senden von Signalen sowie das Scannen nach Übertragungen auch unterwegs leicht von der Hand. So testet man Funkverbindungen sehr schnell, ohne sich in komplizierte SDR-Software einarbeiten zu müssen.

Das Portapack bringt Farbdisplay und Bedientasten mit und ergänzt außerdem einen MicroSD-Steckplatz und einen Audioanschluss. Je nach Modell sind auch noch ein Lautsprecher und ein JST-Anschluss für Lithium-Ionen-Akkus an Bord. Die beste Ausstattung bietet das aktuelle H2-Modell. In jedem Fall ist vor dem Bestellen ein prüfender Blick in die Produktbeschreibung gefragt, denn das Portapack steht ebenfalls unter GPLv2-Lizenz, es gibt deshalb viele Hersteller und subtile Unterschiede. Mitunter zählt sogar einen Touchscreen zur Ausstattung.

Um das Hardware-Add-on zu nutzen, muss man eine Portapack-Firmware auf dem HackRF installieren. Sie liefert die grafische Bedienoberfläche auf das Farbdisplay und die erforderliche Signalverarbeitung, die sonst auf dem Computer stattfindet. Der gefragteste Firmware-Fork ist



Bild: Tobias Scheible

derzeit Mayhem. Dieser wird aktiv gepflegt, verwaltet Aufzeichnungen und wertet unter anderem ADS-B-Nachrichten (Informationen von Flugzeugen) aus. In der Produktbeschreibung sollte man darauf achten, dass das angebotene Portapack mit der Mayhem-Firmware kompatibel ist.

Das Originalgehäuse des HackRF passt nicht mehr, wenn die Portapack-Platine aufgesteckt ist. Es stehen aber diverse angepasste Gehäuse zur Auswahl. Wer Zugriff auf einen 3D-Drucker hat, druckt sich einfach selbst eines aus. Das Portapack ist sowohl für etwa 100 Euro separat erhältlich, also auch in Komplettsätzen mit SDR, Gehäuse und Akku. Mit etwas Glück kann man so ein Set auf einschlägigen Shoppingportalen wie AliExpress schon für rund 300 Euro bekommen.

Probehack

Um das Zusammenspiel von HackRF One und Portapack zu testen, haben wir einen Mini-Pentest durchgeführt: Ein klassischer Replay-Angriff sollte zeigen, wie es um die Sicherheit einer vernetzten Alarmanlage bestellt ist. Bei einem Replay-Angriff wird eine Übertragung aufgezeichnet und zu einem späteren Zeitpunkt erneut gesendet – in der Hoffnung, dass der Empfänger beispielsweise einen Schaltbefehl erneut ausführt. Dabei muss die Struktur der Nachricht nicht bekannt sein und es kann sogar eine Verschlüsselung zum Einsatz kommen, sofern die verschlüsselten Funkpakete nicht variieren.

Übertragungen, die mit Einmalcodes (Nonce) gesichert sind, oder kontinuierliche Datenübertragungen, die eine Sequenznummer oder Message Authentica-

tion Codes (MAC) verwenden, sind nicht anfällig für solch einen Angriff. Das ist eigentlich seit Jahren Stand der Technik, allerdings werden immer noch Geräte verkauft, die nicht gegen Replay-Angriffe geschützt sind.

Aber Vorsicht: Fremde Systeme zu stören oder anzugreifen ist strafbar, solange deren Besitzer nicht ausdrücklich zugestimmt haben, etwa im Rahmen eines Pentests [2]. Zudem ist die Nutzung von Funkfrequenzen durch die Bundesnetzagentur streng reguliert [3].

Für den kleinen Pentest haben wir HackRF One und Portapack mit der Teleskopantenne ANT500 von Great Scott Gadgets eingesetzt, die wir an die SMA-Buchse des SDR geschraubt haben. Als Zielobjekt musste eine kleine Funkalarmanlage herhalten. Das Alarmsystem besteht aus Fenstersensoren, einer Fernbedienung zum Scharfschalten des Alarms sowie einer Basisstation mit Sirene und optischem Alarmgeber. Alles ist über Funk miteinander vernetzt. Ziel des Tests war es, das Signal zur Deaktivierung der Alarmanlage mit dem SDR aufzuzeichnen und die Anlage damit zu einem späteren Zeitpunkt zu entschärfen.

Um die Funkübertragung aufzuzeichnen, wählten wir im Hauptmenü des Portapack den Eintrag „Capture“ aus. Anschließend mussten wir noch die gewünschte Frequenz einstellen. Da die Alarmanlage laut Datenblatt auf dem Frequenzband 433 MHz arbeitet, stellten wir die typischerweise genutzte Frequenz ein (433,9 MHz). Ist ein funkendes Gerät nicht mit WLAN, Bluetooth oder Mobilfunk ausgestattet, findet man im Datenblatt meist 433 oder 868 MHz als Frequenzangabe.

Danach starteten wir die Aufzeichnung mit „REC“. Als wir auf der Fernbedienung der Alarmanlage die Taste zum Entschärfen drückten, wurde die Übertragung als helle Linie im Display des Portapack sichtbar und wir stoppten die Aufzeichnung. Das Ergebnis landete in einer Datei auf der Speicherkarte. Anschließend schalteten wir die Alarmanlage mit ihrer Fernbedienung wieder scharf.

Zeit für das große Finale: Wir sendeten das zuvor aufgezeichnete Entschärfesignal mit dem SDR aus, indem wir das Wiedergabesymbol (Dreieck nach rechts) auf dem Display aktivierten. Die Alarmanlage bemerkte den Schwindel nicht und quittierte das Entschärfen mit einem Blinken. Wir machten die Probe auf Exempel und öffneten einen Fenstersensor, der mit der Anlage gekoppelt war.

Wäre die Alarmanlage noch scharf gewesen, wäre ein lautstarker Alarm losgetönt – es passierte jedoch nichts, die Alarmanlage blieb stumm. Damit war der Replay-Angriff erfolgreich.

Fazit

Das HackRF One und die Erweiterung Portapack sind ein starkes Team. Mit dem Set kann man viele Tests und Untersuchungen von Funksignalen auch unterwegs schnell und einfach durchführen. Durch die große Community und die gute Unterstützung durch viele Anwendungen ist der Einstieg leicht.

Die gebotenen Funktionen laden zum Experimentieren ein und eröffnen völlig neue Perspektiven zum Verständnis von Funkverbindungen. Wichtig ist jedoch, vor dem Loslegen die rechtliche Lage zu studieren, um nicht ungewollt gegen geltende Gesetze zu verstoßen. (rei@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Ronald Eikenberg, David Wischnjak, Grüne Welle, Viele Ampeln sind per Funk einfach manipulierbar, c't 1/2023, S. 120
- [2] Verena Ehrl, Elektronische Übeltäter, Rechtliche Aspekte im Zusammenhang mit Spionage- und Sabotage-Gadgets, c't 18/2017, S. 78
- [3] Jonathan Laux, Ampel, werde grün!, Eingriffe in funkgesteuerte Verkehrsleitmatrie aus rechtlicher Sicht, c't 1/2023, S. 130

HackRF One mit Portapack

Mobiles Software Defined Radio	
Hersteller	diverse (Open Source)
Stromversorgung	Micro-USB oder Akku
Preis	Portapack: ca. 100 €, Bundle: ca. 300 €



Hacker-Sandwich: Die Portapack-Platine verwandelt das HackRF in ein Stand-alone-SDR.

Frischzellenkur

Foto-Plug-ins: Nik Collection 6 by DxO

DxO erneuert die betagten Plug-ins der Nik Collection: In Version 6 kommen Nik Dfine und Viveza mit neu geschriebenem Code; Sharpener und HDR Efex will DxO in Kürze auffrischen. Außerdem enthält die Suite ein neuartiges Auswahlwerkzeug. Der Praxistest zeigt, was das Softwarepaket leistet.

Von André Kramer

Die Nik Collection 6 fasst acht Programme in einer Suite für Fotokorrektur und -effekte zusammen. Die meisten Nutzer dürften in den vergangenen Jahren aber nur drei verwendet haben: das Farbeffektprogramm Color Efex, das Werkzeug zur Schwarz-Weiß-Umsetzung Silver Efex und die Simulation klassischer Filmeffekte wie Kratzer, Lichteinfall und Vignettierung Analog Efex. Sie fassen den Kern der Suite zum kreativen Umgang mit Digitalfotos zusammen und sie sind die einzigen, die in den vergangenen zehn Jahren Pflege erhalten haben.

Die übrigen fünf Programme: Viveza dient der Farbkorrektur, Dfine der Rauschminderung, HDR Efex setzt Belichtungsreihen zusammen, Sharpener sorgt für mehr Bildschärfe, Perspective korrigiert Verzeichnung sowie stürzende Linien. Bis auf letzteres, eine DxO-Eigenentwicklung, stammen sie alle vom ehemaligen Ham-

burger Softwarehersteller Nik. Die Programme laufen eigenständig sowie in Adobe Lightroom Classic, Adobe Photoshop, DxO PhotoLab und erstmals auch in Affinity Photo.

Im Jahr 2017 übernahm der französische Softwarehersteller DxO die Nik Collection von Google. Der Suchmaschinenriese hatte die Firma Nik seinerseits im Jahr 2012 gekauft – und ließ dessen Software mit Ausnahme des Einsteigerprogramms Snapseed verweisen. Die Popularität der Nik Collection indes blieb in Kreisen professioneller Fotografen über die Jahre ungebrochen.

Nun hat DxO damit angefangen, die betagte Plug-in-Sammlung aufzufrischen. Die mehr als zehn Jahre unveränderte Codebasis von Dfine, Sharpener und HDR Efex entwickelt das Unternehmen nach eigenen Angaben komplett neu. Dfine und Viveza haben bereits eine aktualisierte Oberfläche erhalten, die nicht nur modern aussieht, sondern außerdem HiDPI-Displays und mehrere Monitore unterstützt. Updates für Sharpener und HDR Efex sollen bald folgen. Die drei übrigen Programme mit dem Zusatz „Efex“ hat DxO bereits zuvor modernisiert; sie bleiben in Version 6 weitgehend unverändert. Color Efex bekommt einen HSL-Dialog zur Korrektur einzelner Farbtöne.

Selektiv und nichtdestruktiv

DxO hat die von Nik patentierte U-Point-Technik zur Auswahl punktueller Bildbereiche um das Werkzeug Kontrolllinien ergänzt, mit dem man beispielsweise

einen Horizont im Bild auswählen kann. Kontrolllinien und -punkte kombinieren weiche Verläufe mit Kantenerkennung. So kann man Bildbereiche auf die Schnelle und ohne sichtbare Übergänge bearbeiten – besser und effizienter als mit den linearen und radialen Verläufen anderer Raw-Entwickler.

Kontrollpunkte und -linien lassen sich in Version 6 invertieren. Schieberegler für die Luminanz und Chrominanz binden sie an bestimmte Farbtöne. Die Punkte lassen sich außerdem benennen. Sie stehen bisher in den Plug-ins Analog Efex, Color Efex und Silver Efex sowie in Dfine und Viveza zur Verfügung.

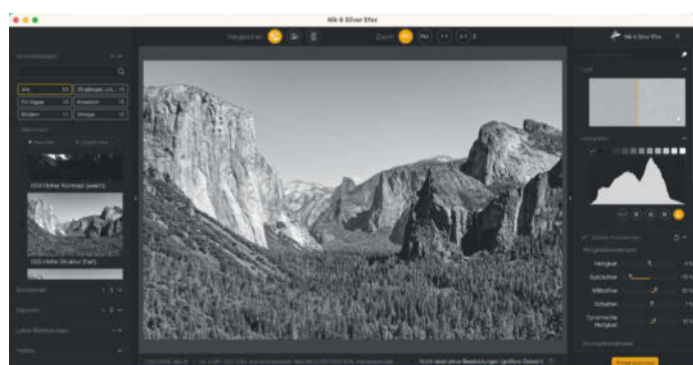
Wer die Nik-Programme in Photoshop nutzt, kann aus den genannten Plug-ins heraus außerdem mit einem Klick ein Smartobjekt anlegen lassen, um die Änderungen nichtdestruktiv anzuwenden. Ferner merken sich die aktualisierten Plug-ins nun die jeweils 15 jüngsten Einstellungen. Mit einem Klick lassen sie sich wieder aufrufen.

Fazit

Den Kern der Nik Collection bilden weiterhin Color Efex, Silver Efex und Analog Efex – wer nur sie einsetzt, kann das Upgrade überspringen. Die Frage bleibt, wem die übrigen Programme nützen. DxO PhotoLab 6 und Lightroom reduzieren Bildrauschen mit besseren Resultaten als Dfine. Auch zur Farbkorrektur (Viveza), zum Schärfen (Sharpener) sowie zur Perspektivkorrektur (Perspective) reichen deren Bordmittel.

Davon unabhängig hebt DxO die Zweiklassenteilung endlich auf: Am Ende der Updatephase liefert die Nik Collection 6.3 eine Sammlung aktualisierter Plug-ins. Künftig verhalten sich alle Plug-ins wieder konsistent hinsichtlich Oberfläche, Auswahlwerkzeugen, Bearbeitungshistorie und Verhalten mit Smartobjekten. So steht der Weg offen beispielsweise für kreativen Umgang mit Rauschminderung oder Schärfe, und die Nutzer entscheiden wieder, was sie den Tools entlocken können und wollen.

(akr@ct.de) **ct**



Nik Silver Efex wandelt Digitalfotos in Schwarz-Weiß-Bilder. Die Nik Collection 6 erstellt in Photoshop automatisch nichtdestruktive Ebenen (Smartobjekte).

Nik Collection 6 by DxO

Plug-ins zur Fotobearbeitung	
Hersteller, URL	DxO, dxo.com/de
Systemanf.	Windows ab 10, macOS ab 12.0
Systemanf. für Plug-ins	Photoshop CC 2021, Photoshop Elements 2021, Lightroom Classic 2022, DxO PhotoLab 5, Serif Affinity Photo 1.8
Preis	149 € (Upgrade 79 €)

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 zum
Frühbucher-
Rabatt
sichern!

pod.inside-agile.de

WORKSHOPS AM 19. SEPTEMBER UND AM 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 zum
Frühbucher-
Rabatt
sichern!

hr.inside-agile.de

Sind Ihre Daten sicher?



**+ GRATIS Videokurs
im Wert von 99,- €**

NEU: JETZT
AUCH BEI



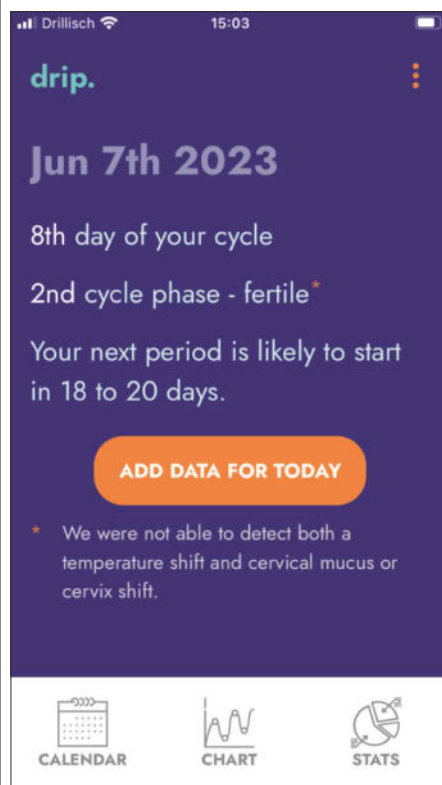
Dieses c't-Sonderheft ist Ihr Leitfa-
den für praktischen Datenschutz im
Alltag aber zeigt Ihnen auch wie Sie
sich vor Cybergangstern schützen
können.

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



shop.heise.de/ct-datenschutz23

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder
Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab
einem Einkaufswert von 20 € (innerhalb Deutsch-
lands). Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderun-
gen vorbehalten.



Datensparsames Zyklustracking

Drip ist eine Zyklustracking-App aus Deutschland. Von ihr profitieren Nutzerinnen mit und ohne Kinderwunsch und alle, denen es wichtig ist, dass ihre Daten nicht mit Dritten geteilt werden.

Mit der Android- und iOS-App Drip können menstruierende Personen ihren Zyklus tracken. Das ist nicht nur für Frauen mit Kinderwunsch oder diejenigen, die mithilfe der Temperaturmethode verhüten, relevant. Allein, um beim nächsten Besuch in einer gynäkologischen Praxis auf die Frage nach dem Beginn des aktuellen Zyklus endlich ein genaues Datum nennen zu können, kann sich das bereits lohnen. Nebenbei lernt man dabei den eigenen Körper besser kennen.

Nach der Installation kann man sofort loslegen, eine Anmeldung ist nicht erforderlich. Die in drei Tabs unterteilte Bedienoberfläche in englischer Sprache bietet einen Kalender, in dem man täglich eintragen kann, was mit dem eigenen Körper gerade los ist. Er sammelt Angaben über Vorhandensein und Intensität der Menstruationsblutung, die Basaltempera-

tur, die Konsistenz des Zervixschleims sowie die Beschaffenheit und Position der Zervix.

Außerdem fragt Drip ab, ob man Geschlechtsverkehr hatte, ob und wie dabei verhütet wurde und wie groß das Verlangen danach war. Auch ob man – etwa aufgrund der Menstruation – aktuell Schmerzen hat, fragt eine Schaltfläche ab. Wer will, kann zudem die allgemeine Stimmung festhalten, außerdem gibt es ein Textfeld für Notizen. Ein weiterer Tab zeigt Diagramme, die die eingetragenen Daten visualisieren, hinter dem dritten verbirgt sich – nach drei Monaten Nutzung – eine Statistik der bisher getrackten Zyklen, die die durchschnittliche Zykluslänge sowie den Grad möglicher Abweichungen verrät.

Wurde während dieser drei Monate konsequent die Basaltemperatur gemessen und die Konsistenz des Zervixschleims dokumentiert, kann die App helfen, den ungefähren Zeitpunkt des nächsten Eisprungs festzustellen. Wer die Basaltemperatur nicht misst, profitiert nach drei Monaten immerhin von einer ziemlich genauen Vorhersage des ersten Tags der nächsten Monatsblutung.

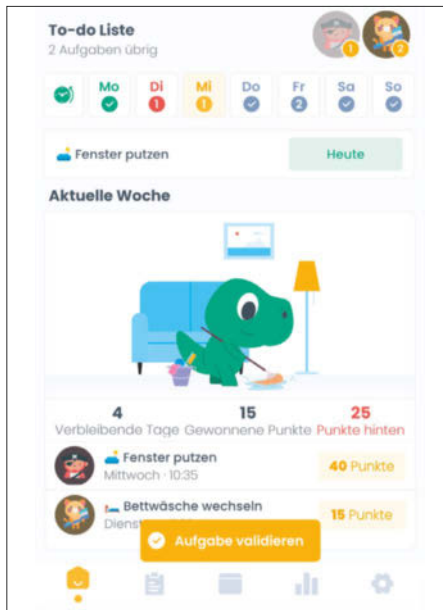
Anders als viele vergleichbare Apps ist Drip Open Source. Das heißt, der Quellcode ist öffentlich einsehbar und Freiwillige können sich an der Entwicklung beteiligen. Unterstützt wird die Entwicklung von Mozilla, der Open Knowledge Foundation Deutschland, dem Prototype Fund – einem Förderprogramm für Open-Source-Projekte – und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Drip teilt keine Daten mit Dritten, sondern speichert diese lediglich lokal auf dem jeweiligen Gerät. Wer das Handy wechselt und Drip weiternutzen möchte, muss die Daten vor dem Zurücksetzen des alten Geräts exportieren, um sie nicht zu verlieren. Wer möchte, kann den Zugriff auf die App mit einem Passwort schützen.

Alles in allem ist Drip eine sinnvolle, weil datensparsame Alternative zu anderen Zyklus-Apps. Drip ist frei von Werbung und nervigen Paywalls und trifft keine Vorannahmen darüber, wer sie zu welchem Zweck verwendet. (kst@ct.de)

drip.

Zyklustracking-App	
Entwickler, URL	Heart of Code e.V., drippapp.org
Systemanf.	iOS 11, Android 6.0
Preis	kostenlos



Putzig gewinnen

Wer sich seinen Haushalt mit anderen teilt, muss Aufgaben verteilen. Die App Nipto soll spielerisch motivieren, sogar freiwillig fällige Dinge zu erledigen. Wer die meisten Punkte hat, gewinnt.

Die App Nipto nutzt man am besten auf dem Smartphone, um jederzeit den Haushaltsplan prüfen zu können. Eine an Tablets angepasste Version, die den größeren Bildschirm ausreizt, gibt es nicht. Jeder Nutzer benötigt ein Nipto-Konto oder loggt sich mit seinem Facebook- oder Google-Account ein. Mitbewohner finden ihren Weg zum Haushaltsteam via Einladungslink beziehungsweise -code, müssen sich zuvor jedoch ebenfalls registrieren.

Die Basisversion ist kostenlos, allerdings verwaltet sie maximal fünf Kalendereinträge im Planer. Sie taugt also nur zum Ausprobieren. Für 8 Euro (Android) beziehungsweise 9 Euro (iOS) gibts die Premiumversion, die man nur einmal pro Team kaufen muss. Sie bringt unter anderem eine Alexa-Anbindung mit, sodass man Aufgaben flugs per Sprachkommando abhaken kann. Zumindest theoretisch, denn im Test ließ sich Alexa nicht dazu bewegen, auch nur irgendwie mit Nipto zu kommunizieren. Den Bewertungen im Play Store nach zu urteilen, sind wir mit dem Problem nicht allein. Der Hersteller äußerte sich auch auf Nachfrage nicht dazu.

Bereits während des Einrichtens definiert der Nutzer eine Aufgabenliste. Die App gibt verschiedene Tätigkeiten vor,

beispielsweise „Küchenboden wischen“ oder „Altglas wegbringen“. Während der Ersteinrichtung kann man keine benutzerdefinierten Einträge hinzufügen, das klappt erst nachträglich.

Über den Zeitplan legt man fest, ob und in welchem Rhythmus die Dinge erledigt werden sollen. Alternativ zur wöchentlichen oder monatlichen Wiederholung kann man auch angeben, wie viele Tage nach dem letzten Mal eine Aufgabe erneut fällig wird (Smart Repeat). Auf Wunsch legt man fest, wer sie übernehmen darf. Soll der Nachwuchs beispielsweise nicht auf der Leiter rumturnen und die Fenster schrubben, landet das gar nicht in dessen Liste. In der Premiumversion können Eltern prüfen, ob die Kinder auch wirklich aufgeräumt haben. Erst nach der Freigabe gibts Punkte.

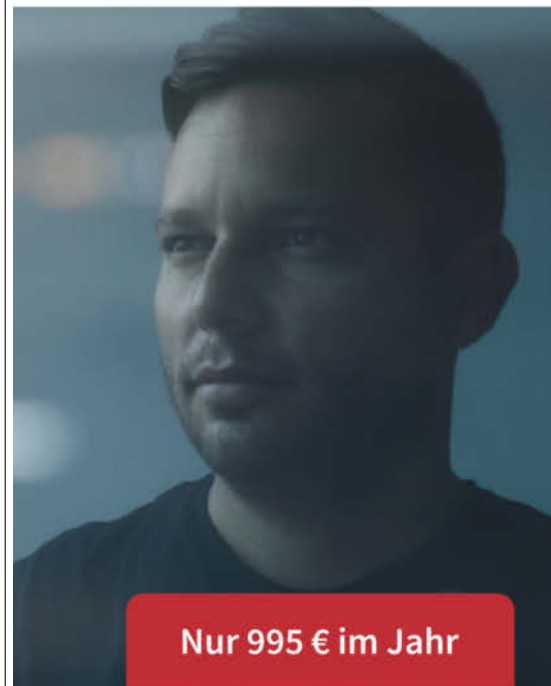
Auf der Startseite zeigt der Kalender erledigte To-dos mit einem grünen Häkchen an, überfällige kennzeichnet er rot und zeigt an, wie viele Tasks noch offen sind. Um eine Aufgabe abzuhaken, tippt man sie an und wählt das Häkchen aus. Falls Nutzer schon etwas übernommen haben, das erst später dran wäre, wählen sie stattdessen „Aufgabe validieren“ und suchen den passenden Eintrag aus der Liste heraus.

Jeder Tätigkeit ordnet die App einen Punktwert zu, der sich am Aufwand orientiert. Wer die Fenster säubert, kassiert 40 Punkte, wer das Altglas entsorgt nur 10. Bei Bedarf passt man den Wert an. Durch erledigte To-dos sammelt jeder Nutzer Punkte. Am Ende der Woche wird abgerechnet und der Haushaltskönig gekürt. Danach setzt Nipto den Punktestand wieder auf Null zurück und das Spiel beginnt von vorn.

Der Haushaltsplaner Nipto verleitet mit seinem spielerischen Ansatz dazu, als erster anstehende Haushaltstätigkeiten zu übernehmen, um die Woche für sich zu entscheiden. Putzen muss allerdings jeder selbst, das nimmt die App einem nicht ab. Wer mag, koppelt den Putzplan noch mit weiteren Anreizen. Der Gewinner darf sich dann zum Beispiel seine Leibspeise wünschen. Schön wäre es, wenn der Alexa-Skill funktionieren würde und man somit Aufgaben verwalten könnte, ohne das Telefon zur Hand zu nehmen. (abr@ct.de)

Nipto

Haushaltsplaner-App	
Hersteller, URL	Nipto SAS, nipto.app
Systemanf.	Android ab 5, iOS ab 13
Preis	kostenlos, 8 € (Android), 9 € (iOS)



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





Tonassistent

Yamaha ZG01: USB-Audiointerface für Gamer und Streamer im Test

Der Audiomixer ZG01 ist laut Yamaha ein Spezialist für Game-Voice-Chats und Game-Streaming. Wir haben uns angeschaut, was das heißt und wie gut dieser Ansatz funktioniert.

Von Nico Jurrán

Offenbar weiß Yamaha selbst nicht so recht, als was es sein ZG01 bezeichnen soll: Der beiliegende Start Guide nennt das Gerät „Game Streaming Mixer“, die deutsche Website spricht von „Game-Streaming Audiomixer“, und laut Anleitung handelt es sich schlicht um eine „USB-Audioschnittstelle“. Letztere Bezeichnung ist korrekt, lässt aber unter den Tisch fallen, dass das ZG01 zwei HDMI-Eingänge und einen HDMI-Ausgang be-

sitzt, was für eine USB-Soundkarte sehr außergewöhnlich ist.

Der Gaming-Bezug rührt daher, dass Yamaha vorsieht, über HDMI bis zu zwei Spielkonsolen – etwa die Playstation und die Xbox – anzuschließen, deren Signale latenzfrei zum HDMI-Ausgang laufen. Hinsichtlich des Videobildes arbeitet das ZG01 aber nur als einfacher HDMI-Switch: Der Nutzer kann zwischen den

Quellen hin- und herschalten, sie aber nicht mischen oder beeinflussen. Das Videobild geht auch nicht zum via USB verbundenen PC.

Die Mixer-Funktion des ZG01 zielt auf den Ton ab: So lassen sich etwa beim Spiel an einer über HDMI verbundenen Konsole Audiokommentare per Mikrofon einsprechen oder parallel Sprach-Chats über ein verbundenes Smartphone führen – auch über dessen Telefonie-App. Das Ergebnis gibt das ZG01 (mit dem Bild) über HDMI aus oder leitet es über seinen USB-C-Port (ohne Bild) an einen Rechner, der den Sound dann auch aufzeichnen kann.

Dennoch kann man über den Begriff Streaming in der Produktbezeichnung streiten, da das Interface selbst weder Video noch Audio zu Twitch & Co. sendet. Stattdessen benötigt es neben dem ZG01 für rund 300 Euro der Unterstützung eines separaten Streaminggerätes, das sein HDMI-Signal entgegennimmt und an die Plattform schickt.

Ein- und Ausgänge

Videos lassen sich bis zur 4K-Auflösung (3860 × 2160 Pixel) einspeisen, jedoch nicht mit über 60 Hertz oder mit variablen Bildwiederholraten (VRR) – beides Features aktueller Konsolen und Grafikkarten. HDR-Videos in HDR10 und Dolby Vision leitet das Gerät indes durch. Das Gerät akzeptiert HDCP-gesicherte HDMI-Signale etwa von (UHD-)Blu-ray-Playern und reicht diese auch kopierschutzfrei weiter; Spielkonsolen geben Daten beim Gaming allerdings üblicherweise ohne Kopierschutz aus.

Ton nimmt das ZG01 über HDMI und vom Windows-PC über USB mit bis zu 7.1 Kanälen entgegen, stellt am HDMI-Ausgang aber nur Stereoton bereit. Das ist Absicht: Das Interface konvertiert Mehrkanalton so, dass virtueller 3D-Sound ent-



Blick auf die Rückseite des Yamaha ZG01 mit zwei HDMI-Eingängen und einem HDMI-Ausgang. Das Interface hat eine zweite USB-C-Buchse nur für die Stromversorgung, wenn es nicht an einen Rechner angeschlossen wird.

steht, der sich auch an Zuhörer mit Stereokopfhörer streamen lässt. Der für Windows und macOS mitgelieferte Treiber richtet zudem zwei virtuelle Audiogeräte ein, sodass man etwa zu Programmen einmal nur Sprache und einmal Spiele- und Voice-Chat-Audio senden kann.

Für Kommentare zum Spielgeschehen stehen zwei Mikrofoneingänge bereit: eine kombinierte XLR-/Klinkenbuchse mit zuschaltbarer 48-Volt-Phantomspannung für Kondensatormikrofone und ein Headset-Anschluss (Stereo-Kopfhörer plus Mono-Mikro). Das Mikro des Headsets erhält dabei stets Vorrang.

Für die Audioausgabe gibt es neben HDMI, USB (auch parallel zur HDMI-Ausgabe) und dem Headset-/Kopfhöreranschluss noch einen rückseitigen 3,5-mm-Klinkenausgang für zwei Aktivlautsprecher. Wer ein Headset braucht, bekommt das ZG01 im Bundle mit dem Stereo-Modell YH-G01. Das Gaming-Headset überzeugte uns sowohl hinsichtlich des Tragekomforts als auch beim Klang. Es hat selbst keine Regler für die Lautstärke und keinen Mute-Knopf, hier ist man also auf das Interface angewiesen.

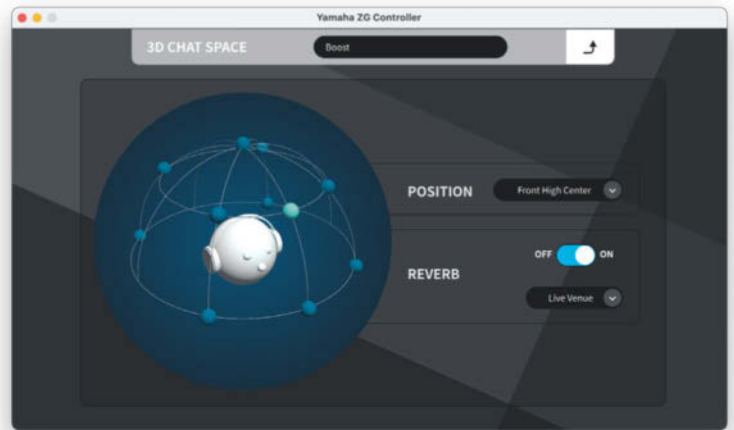
Die angesprochene Smartphone-Anbindung läuft über einen kombinierten analogen Ein- und Ausgang in Form einer Miniklinkenbuchse an der Front des Interface. Je nach Handy muss man hier also mit einem TRRS-Adapterkabel hantieren (nicht im Lieferumfang). Bluetooth gibt es nicht.

Tonmischung und Effekte

Ein DSP im ZG01 stellt verschiedene Audioeffekte bereit, die mit sechs Tasten am Gerät abrufbar sind – je drei für Voice-Chats und Spielesounds. Erstere umfassen Spielereien wie Stimmveränderer, Radio-Effekt, Piepton (für die Selbstzensur) und 1-Touch-Echo. Bei den Soundeffekten geht es hingegen darum, den Klang an verschiedene Spielszenen anzupassen, um etwa Gegner besser zu hören. Sie lassen sich aber auch einsetzen, wenn man über das ZG01 als USB-Soundkarte beispielsweise Musik vom Rechner abspielt.

Die Effekte lassen sich anpassen, die Programmierung läuft über ein Tool von der Yamaha-Website (siehe ct.de/yz1s). Nur hierüber gelangt man auch an die Mikrofon-Settings (mit Kompressor, Equalizer, Gate und Limiter) und den Kopfhörer-Equalizer (mit Preset für das Headset YH-G01). Vor allem aber bietet die Software etliche Settings für die Soundeffekte, in-

Mit dem „Controller“-Tool am Rechner lassen sich diverse Einstellungen am Audio-Interface verändern und hinterlegen, etwa wie der virtuelle 3D-Effekt umgesetzt werden soll.



klusive Zehn-Band-Equalizer und Interface, um die Position des Centers im Raum festzulegen. Der Effekt ist mit dem einer echten 3D-Soundanlage zwar nicht zu vergleichen, aber durchaus spannend.

Im Ergebnis kommt man um das Tool nicht herum, wenn man das Interface voll nutzen will. Dennoch funktioniert das ZG01 autark: Die gespeicherten Einstellungen lassen sich ohne PC-Verbindung einfach über die physischen Tasten abrufen. Einen Wermutstropfen gibt es: Pegel zeigt nur das Tool, das Interface selbst nicht. Positiv fällt wieder der gut zugängliche Schalter an der Front auf, der das Gerät in den Standby versetzt.

Fazit

Beim Testen wurde schnell klar, dass Hardcore-Gamer am Yamaha ZG01 stören wird, dass das Interface über HDMI weder Bildwiederholraten jenseits 60 Hz noch VRR unterstützt. Wer mit seiner Konsole einfach mal spielen möchte, freut sich aber, dass das ZG01 über sinnvolle Funktionen zum Optimieren des Spielesounds bietet.

Ein gemischter Eindruck blieb beim Streaming: Es gibt einige Karten und Boxen (wie Elgatos HD60 X), die mit pas-

sender Software mehr Möglichkeiten bieten. Beim ZG01 benötigt man sogar noch den eigentlichen Streamer. Dafür kann man beim Yamaha-Interface verschiedene Effekte auf Knopfdruck abrufen und muss sich nicht mit separaten Audioeinstellungen und eventuell auftretenden Asynchronitäten zwischen Bild und Ton herumärgern. Hier entspricht das ZG01 dem Plug-and-Play-Gedanken.

Vor allem aber ist das ZG01 ein hochwertiges USB-Audiointerface mit XLR-Eingang, bei dem sich der Sound den eigenen Präferenzen präzise anpassen lässt und bei dem man für verschiedene Quellen oder Szenarien einfach Presets auf Knopfdruck abrufen kann. Auch das Management von Headset und Lautsprechern gefällt. Und schließlich lernt man schnell die Möglichkeit schätzen, Telefongespräche nebenbei über das Headset zu führen. Insofern dürfte das ZG01 bei vielen als hochwertige externe Soundkarte auf dem Schreibtisch landen, die einige spannende Zusatzfunktionen – allen voran HDMI-Switching – bereithält. (nij@ct.de) **ct**

Download-Seite Controller-Tool:
ct.de/yz1s

Yamaha ZG01

USB-Audiointerface für Gamer und Streamer	
Hersteller	Yamaha, de.yamaha.com
Videoauflösungen	VGA, 480i, 576i, 480p, 576p, 720p (50/60 Hz), 1080i (50/60 Hz), 1080p (24/25/30/50/60 Hz), 2160p (24/25/30/50/60 Hz)
Audioformate	in: PCM, bis 8 Kanäle, 24 Bit / 192 kHz; out: PCM, bis 2 Kanäle, 24 Bit / 48 kHz
PC-/Mobilgeräte-Anschlüsse	USB-C, Aux (3,5-mm-Klinke TRRS)
weitere AV-Eingänge	2 × HDMI, 2 × Mikrofon (XLR/Klinke mit zuschaltbarer 48-Volt-Phantomspannung und 3,5-mm-Klinke)
weitere AV-Ausgänge	1 × HDMI, Kopfhörer/Headset (3,5-mm-Klinke), Line-Out Stereo (3,5-mm-Klinke, für Aktiv-Lautsprecher)
Lieferumfang	2 USB-Kabel (USB-C auf USB-C, USB-C auf USB-A); im „ZG01 Pack“ zusätzlich Stereo-Headset YH-G01 und Adapterkabel (TRRS auf Kopfhörer und Mikrofon)
Maße / Gewicht	195 mm × 47,5 mm × 110 mm / 800 g
Straßenpreis	300 € / 420 € (einzeln / im Set mit Headset YH-G01)



Tägliche Komplettinspektion

Withings smarte Segment-Körperanalysewaage Body Scan im Test

Die Body Scan misst nicht nur Gewicht und Fettanteil besonders präzise, sondern gibt Hinweise zur Herz-, Gefäß- und Nervengesundheit des Nutzers – ist das 400 Euro wert?

Von Nico Jurrán

Mittlerweile bekommt man selbst von Herstellern mit bekannten Namen für unter 50 Euro vernetzte Waagen, die einem beim Erreichen oder Halten des Wunschgewichts helfen sollen, indem sie Protokoll führen und über Apps auf dem Smartphone oder im Webportal Trends

sichtbar machen. Insofern darf man sich durchaus die Frage stellen, was Withings' Spitzenmodell „Waage“ leistet, dass der Hersteller dafür 400 Euro aufruft.

Withings begründet den Preis unter anderem damit, dass die Body Scan als Waage besonders präzise arbeite. Hierfür stecken unter der Plattform aus Hartglas gleich vier Gewichtssensoren, mit der die Waage erkennt, ob der Nutzer falsch auf dem Gerät steht und hierauf über ihr Display hinweist. Der Wägebereich beginnt bei 5 und reicht bis 200 kg, die Anzeigauflösung liegt bei 50 Gramm – alles Bestwerte.

Auch Muskel- und Fettanteil ermittelt die Waage geschickter als die meisten Analysemodelle. Zwar kommt auch hier das Bioimpedanz-Verfahren zum Einsatz, bei der ein schwacher, nicht spürbarer

Strom durch den Körper geschickt wird, um anhand der unterschiedlichen Widerstände die einzelnen Werte zu ermitteln. Aber bei einfachen Analysenwaagen sind die Messelektroden nur mit den Füßen in Kontakt, sodass der Strom durch die Beine und die Leistenregion fließt und der Bereich darüber nicht erfasst wird.

Die Body Scan ist indes ein „Segmentmodell“, bei dem man beim Wiegen zusätzlich einen Griff mit Elektroden in den Händen hält. So liefert das Gerät einzelne Messwerte für beide Beine, Arme und den Bauchbereich (viszerales Fett, gerne als „verborgenes Fett“ bezeichnet). Der Griff lagert in einer Mulde über dem Display der Waage und ist mit einem rund 93 Zentimeter langen Kabel mit der Waage verbunden; nach der Messung rollt es dank Federmechanismus sauber wieder ein.

Vor allem ist die Body Scan laut Withings die erste vernetzte Gesundheitsstation, die als Medizingerät beim Wiegen auch Daten zur Herz- und Gefäßgesundheit sowie zur Nervengesundheit an den Füßen ermittelt. Doch der Reihe nach.

Volle Analyse

Die Body Scan benutzt ihre vier Elektroden nicht nur für die Analyse der Körperzusammensetzung, sondern auch für ein 6-Kanal-EKG. So kann sie Vorhofflimmern erkennen, die in Deutschland am häufigsten auftretende Herzrhythmusstörung, von der laut Deutschem Zentrum für Herz-Kreislauf-Forschung hierzulande rund 1,8 Millionen Menschen betroffen sind. Sie kann Schlaganfälle und Herzversagen verursachen.

Weiterhin ermittelt die Body Scan das Gefäßalter mittels Messung der sogenannten „Pulswellengeschwindigkeit“. Die Grundlage hierfür bildet der Umstand, dass jeder Herzschlag eine Welle entlang der Aorta und dem arteriellen Baum erzeugt. Die Pulswellengeschwindigkeit bezeichnet die Ausbreitungsgeschwindigkeit dieser Welle. Mit einer erhöhten Verhärtung der Arterien steigt dieser Wert. Durch die Arterienverhärtung (Arteriosklerose, umgangssprachlich auch Arterienverkalkung genannt) steigt unter anderem das Risiko für Bluthochdruck, Schlaganfälle und Herzinfarkte.

Laut Withings ist der Prüfling schließlich die erste intelligente Waage, die die Gesundheit der Nerven beurteilen kann. Dazu stimuliert sie Schweißdrüsen in den Füßen mit einem nicht wahrnehmbaren elektrischen Strom. Der ermittelte Wert



Als Segment-Körperanalysewaage liefert die Body Scan Werte zu Muskelmasse und Fettanteil für die einzelnen Arme und Beine sowie den Torso. Abrufen lassen sich diese auf der App – einschließlich Bewertungen.

kann helfen, Anzeichen für periphere autonome Neuropathien zu erkennen, eine Langzeitfolge verschiedener Krankheiten wie Diabetes und Autoimmunstörungen.

Bei all diesen Werten handelt es sich um höchstpersönliche Daten, weshalb Withings eine Reihe von Freigaben – mit Anleitungen und Videos – fordert, bis man alles angezeigt bekommt. Das ist Teil des Registrierungsprozesses, um bis zu acht Benutzer zu verwalten, denen die Body Scan die Werte automatisch (oder manuell) zuordnet. Wenn sich eine nicht registrierte Person auf die Waage stellt, zeigt sie nur das Gewicht an.

Nach der Messung schickt die Waage die Messergebnisse per WLAN über den heimischen Router auf Server des Unternehmens, die laut Withings in Europa stehen. Von dort lassen sie sich über die zugehörige Withings-App auf dem

Android- oder iOS-Mobilgerät abrufen. Ist die Synchronisierung gerade nicht möglich, speichert die Body Scan bis zu 16 Messungen. Die Body Scan nutzt die Internetverbindung schließlich auch, um eine Wetterprognose für den Tag und die aktuelle Luftqualität am Ort anzuzeigen.

Die von der Body Scan dargestellte Körperzusammensetzung deckte sich mit der anderer Körperwaagen und unterlag nur geringfügigen Schwankungen. Auch andere Vergleichsmessungen (etwa mit Pulsmessern) brachten durchweg passende Werte.

Messvorgang und Anzeigen

Das gesamte Wiegen dauert rund 1:20 Minuten, wovon das EKG allein 30 Sekunden in Anspruch nimmt. „Mal eben auf die Waage hüpfen“ ist also nicht drin.

Da die reinen Werte den meisten Menschen nichts sagen, zeigt die Body Scan auf ihrem Display diese mit Bewertungen an und gibt gegebenenfalls Warnungen aus. Das ist sinnvoll, dennoch waren wir nicht mit allen Anzeigen zufrieden. So präsentiert die Body Scan nur eine Verlaufskurve für das Körpergewicht, an der sich die Entwicklung bezogen auf die letzten sieben Messungen ablesen lässt, aber keine Kurve für Fett und Muskeln.

Dabei fußt die Idee der Körperanalysewaagen auf der Erkenntnis, dass das Gewicht allein nicht unbedingt Aussagekraft besitzt, weil Muskeln schwerer sind als Fett. Nur über die App erfährt man jedoch im Einzelnen, wie es um das Verhältnis von Muskeln und Fett im Torso sowie in den Armen und in den Beinen steht.

Liest man in der App von einem niedrigen Fitness-Level, liegt es auf der Hand, künftig mehr Sport zu treiben. Für alle, die sich damit schwertun, Ernährung und

Bewegung anzupassen, bietet Withings mit „Withings+“ zusätzlich Anleitungen und Aufgaben. Ganz preiswert ist das nicht: Nach drei kostenlosen Monaten zahlt man im Abo 10 Euro im Monat oder 100 Euro im Jahr.

Der per USB-C ladbare Akku muss laut Hersteller nur einmal im Jahr ans Netz. Withings bietet die Body Scan in Schwarz und Weiß an. Unser schwarzes Testgerät machte einen edlen Eindruck, zeigte aber auch unbarmherzig jeden Wasserfleck.

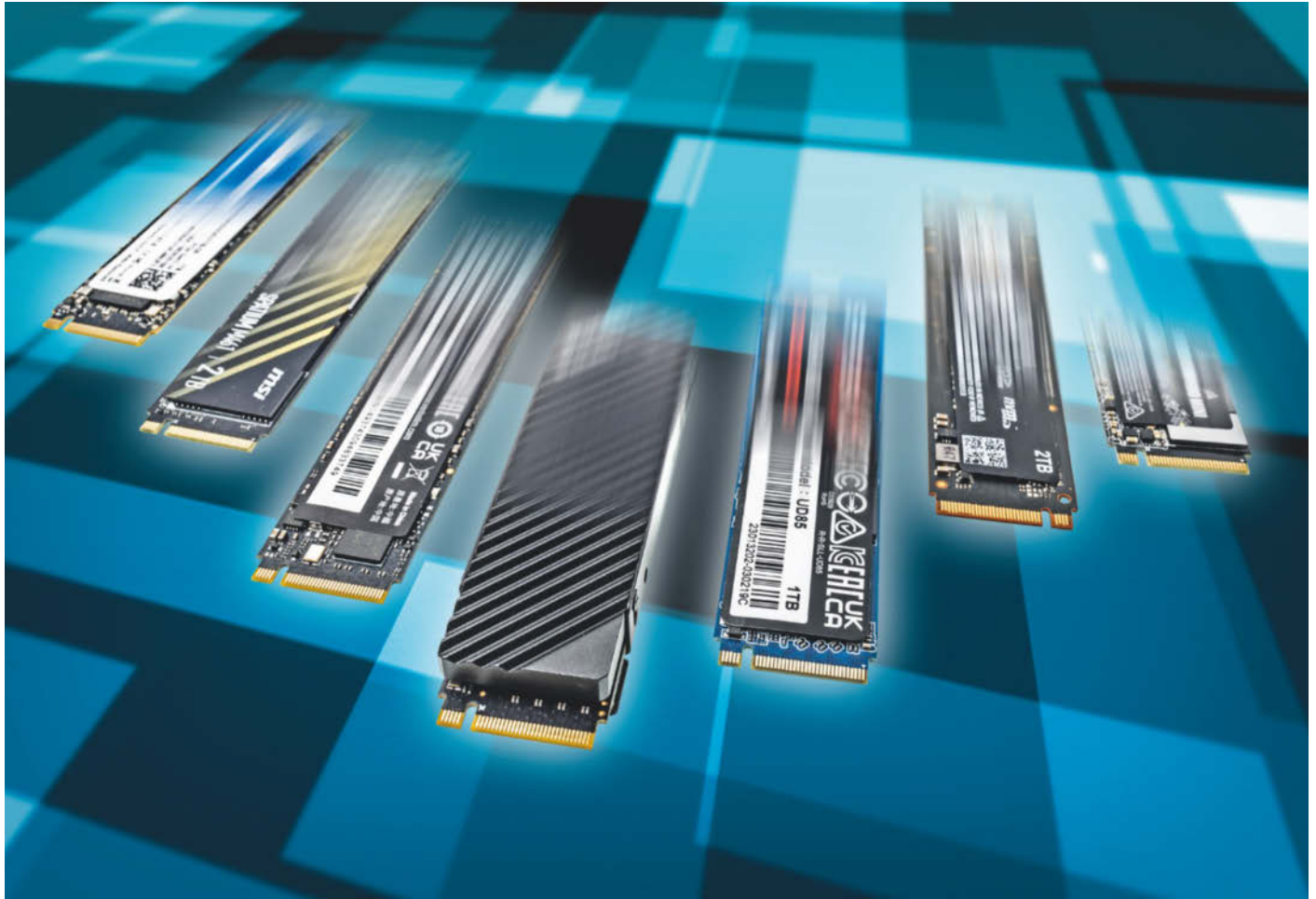
Fazit

Withings Body Scan als smarte Segment-Körperanalysewaage zu bezeichnen wird dem Gerät nicht gerecht: Es ist erstaunlich, wie viele Informationen zum Zustand des Körpers sie in einem Durchgang ermittelt. Die Waage bereitet die Daten nicht völlig zufriedenstellend auf, die zugehörige App ist aber ein Eldorado für Gesundheitsdaten-Freaks. An sich ist auch positiv, dass die App als Gesundheitscoach dienen kann. Bei einer derart teuren Waage müsste „Withings+“ aber wesentlich länger als drei Monate kostenfrei sein.

Die wichtigste Zielgruppe für die Body Scan sind Menschen, die bereits Vorerkrankungen haben oder einer Risikogruppe für Herz- und Gefäßkrankheiten angehören. Eine regelmäßige Kontrolle kann Gesundheit oder gar Leben retten und damit den hohen Preis des Geräts rechtfertigen. Wer auf die Segment-Körperanalyse, Messungen zur Nervengesundheit der Füße und das EKG verzichten kann, sollte einen Blick auf die Withings-Waage Body Comp (siehe c't 6/2023, S. 82) werfen. Sie liefert ebenfalls die Körperzusammensetzung, plus Herzfrequenz, Pulswellengeschwindigkeit und Gefäßalter, kostet aber nur halb so viel wie die Body Scan. (nij@ct.de) **ct**

Withings Body Scan

Smarte Segment-Körperanalysewaage	
Hersteller, URL	Withings, https://withings.com
Display	3,2-Zoll-LCD (8,13 cm), 320 × 240 Pixel
Messungen	Körperzusammensetzung (u. a. Körperfett in %, gesamter Wasseranteil in %, Muskelmasse in kg, Knochenmasse in kg und viszerales Fett), 6-Kanal-Elektrokardiogramm, Herzfrequenz, Pulswellengeschwindigkeit, Gefäßalter (Schätzung)
Kommunikation	Wi-Fi 4, Bluetooth Smart Ready
Systemvoraussetzungen	Mobilgerät mit Android ab 10 oder iOS/iPadOS ab 14
Wägebereich, Anzeigauflösung	5 – 200 kg, 50 g
Stromversorgung	Lithium-Ionen-Akku (über USB-C, Kabel anbei)
Maße	327 mm × 327 mm × 18 mm, 3,85 kg
Preis	400 €



Flash-Rennen

18 SSDs mit PCIe 3.0, 4.0 und 5.0 im Test

Lange hat's gedauert, doch nun sind die ersten SSDs mit dem schnellen Systembus PCIe 5.0 da. Aber auch bei den nominell langsameren SSDs mit PCIe 3.0 und 4.0 gibt es spannende neue Modelle.

Von Lutz Labs

Seit mehreren Monaten gibt es CPUs und Mainboards mit PCI Express 5.0, nur lagen die Slots auf den Boards bislang

brach: Die Hersteller kamen mit den zugehörigen SSDs nicht aus dem Kreuz und auch schnellere Grafikkarten sind noch nicht auf dem Markt. Die ersten PCIe-5.0-SSDs sind aber nun endlich da.

Auf dem Prüfstand haben wir gleich drei davon: die Crucial T700 PCIe Gen5 NVMe SSD, die Gigabyte Aorus Gen5 10000 SSD und die Nextorage NE5N. Dazu gesellen sich die PCIe-4.0-SSDs Corsair Force Series MP600 Mini im 2230er M.2-Format sowie die 2280er SSDs MSI Spatium M461, Silicon Power UD85 sowie Verbatim Vi7000 PCIe NVMe SSD. In der immer kleineren 3.0er-Klasse treten die Mushkin Element und die Verbatim Vi3000 PCIe NVMe SSD an.

Andere interessante Modelle haben es nicht in den Test geschafft, darunter die Samsung 990 Pro mit hauseigenem Kühlkörper und die Lexar-SSD NM790; beide stellen wir spätestens im kommenden Flash-Rennen im Herbst vor. Die Corsair MP600 Pro LPX brauchen wir nicht zu testen: Sie unterscheidet sich lediglich beim Kühlkörper von der MP600 Pro XT und passt anders als die XT in die PlayStation 5 hinein. Damit reiht sie sich in die länger werdende Reihe von SSDs ein, welche die Hersteller speziell für die PS5 entwickeln und teils zu deutlich höheren Preisen verkaufen.

Zur besseren Vergleichbarkeit bitten wir die Hersteller, uns ein Muster mit

1 TByte Speicherplatz zu schicken. Das klappt nicht immer, manchmal ist diese Kapazität im Testpool nicht vorhanden. Auffällig ist jedoch, dass alle 5.0er-SSDs mit 2 TByte Speicherplatz in der Redaktion eintrafen. Der Grund: Die kleineren Versionen sind langsamer, und die Hersteller wollen natürlich nicht, dass wir das bemängeln.

Dieses Spiel kennen wir schon seit den ersten SATA-SSDs, die bei höheren Kapazitäten schneller waren, weil sie durch die größere Anzahl von Speicherchips die Schreiblast besser parallelisieren konnten. Wer sich aktuell für eine besonders schnelle SSD interessiert, muss also aufpassen: Einige Modelle mit 1 TByte sind kaum schneller als eine gute SSD aus der 4.0er-Klasse.

Die SSDs mit PCIe 3.0 und 4.0 haben wir auf dem bewährten Testsystem gemessen, einem Asus TUF Gaming B550M-Plus (Wi-Fi) mit einem AMD Ryzen 7 5800X; für die PCIe-5.0-SSDs musste ein neues her. Beim Prozessor haben wir uns nach einigen Versuchen wieder für ein AMD-Modell entschieden: Der Ryzen 9 7950X mit seinen 16 Kernen sollte für kommende und noch schnellere SSDs ausreichende Reserven haben.

Als Mainboard haben wir uns das AS-Rock B650 Pro ausgesucht, ein anderes Modell flog aufgrund einer Banalität aus der Auswahl heraus: Die Gigabyte-SSD passte nicht hinein, weil die Heatpipes ihres Kühlkörpers so weit über die Platinkante ragen, dass sie auf der ATX-Blende auflagen – die SSD stand in einem Winkel von etwa 30 Grad vom Mainboard ab. Gigabyte weiß um das Problem: Ob die SSD zu Ihrem Mainboard inkompatibel ist, verrät eine Liste (siehe ct.de/yx6c).

PCIe 5.0: nicht ohne Kühlung

Je schneller eine SSD ist, desto mehr Wärme gibt sie ab. Auch die Nextorage-SSD NE5N hat einen absurd großen Kühlkörper, welcher zudem aus zwei über eine Heatpipe miteinander verbundenen Teilen besteht. Bei Platzproblemen lässt sich der obere Teil notfalls so verbiegen, dass sie unter den CPU-Kühler passt.

Die Crucial T700 lieferte uns der Hersteller in zwei Versionen: mit Kühlkörper und ohne. Das bedeutet aber nicht, dass Letztere ungekühlt eingesetzt werden darf, sie ist für Mainboards mit integrierten Kühlblechen gedacht.

Denn ohne Kühlung drosselt die T700 bereits nach kurzer Zeit auf recht niedrige

Bis zu 21 M.2-SSDs passen auf die X21, eine PCIe-Karte von Apex Storage. Maximal 168 TByte Speicher könnte man damit in einem PC unterbringen.



Bild: Apex Storage

Transferraten. Der Einsatz solch einer schnellen PCIe-5.0-SSD ohne Kühlung ist nicht nur unsinnig, sondern kann sogar zu Datenverlust führen; das berichteten zumindest einige Tester der Corsair MP700. Corsair arbeitet nach eigenen Angaben mit dem Controller-Hersteller Phison an einer Lösung.

Bei den heißlaufenden PCIe-5.0-SSDs ist übrigens jede Wärmebrücke wichtig. Selbst über die kleine M.2-Schraube und den Montagebolzen können die SSDs etwas davon abführen; die Plastiknippel, die stattdessen eine Zeitlang auf verschiedenen Mainboards zum Fixieren der Platine vorhanden waren, taugen dazu nicht.

Vor allem in Gaming-PCs ist eine Wasserkühlung üblich, in die man eine M.2-SSD einbeziehen kann. Adata brachte eine andere Art der Wasserkühlung für SSDs ins Gespräch: Das Projekt XPG Neonstorm besteht aus einem Acrylkörper und einem von zwei Lüftern angepusteten Metallrohr, durch die sich das Wasser durch die Erwärmung von selbst bewegt; eine Pumpe ist nicht vorhanden. Noch ist aber unklar, ob Neonstorm jemals in den Handel kommt

und vor allem, ob es die Wärme besser abführt als simple Aluminiumkühler.

SSD-Controller

Die Controller in diesem Test sind alte Bekannte: Innogrit IG5216 und IG5236, MaxIO MAP1202A sowie Phison E19 und E21T. Alle 5.0er-SSDs arbeiten mit dem Phison E26.

Bei manchen SSDs ist es unsicher, ob spätere Revisionen mit diesem Controller (und dem gleichen Flash-Speicher) arbeiten werden, etwa bei den Verbatim-Modellen und der Mushkin Element: Die Hersteller besonders günstiger SSDs bauen ein, was sie gerade günstig bekommen können. Sie garantieren Mindesttransferraten und ein paar weitere technische Details, aber nicht, dass die SSDs immer aus den gleichen Teilen bestehen. Wer billig verkauft, spart wo immer möglich, um Gewinn zu machen.

Phison hat bereits einen weiteren 5.0er-Controller angekündigt: Der PS5031-E31T oder einfach E31T wird vier Flash-Kanäle bedienen, die Maximalgeschwindigkeit einer damit aufgebauten SSD dürf-



Bis zu 11,5 Watt elektrischer Leistung müssen die gewaltigen Kühler der SSDs von Gigabyte und Nextorage als Wärme abführen. Auf einige Mainboards passen sie mechanisch nicht.



Corsair Force Series MP600 Mini

Die einzige kompakte SSD im kurzen M.2-2230-Format in diesem Test gibt es nur mit einer Kapazität: 1 TByte. Klar, wenn man eine Spielkonsole oder ein Ultrabook aufrüstet, die sich nur mit 2230er-SSDs aufrüsten lassen, dann auch richtig. Unter 1 TByte braucht man nicht anzufangen und größere Modelle sind noch nicht verfügbar.

Halbwegs aktueller Micron-Flash und ein kleiner Phison-Controller bringen ordentlich Dampf, auch bei den Praxistests mit PCMark 10 hält die MP600 Mini gut mit der 4.0er-Konkurrenz mit. Das alles lässt sich Corsair jedoch gut bezahlen. Wer nicht unbedingt auf das 2230er-Format angewiesen ist, bekommt bei einem 2280er-Modell fast die gleiche Leistung fürs halbe Geld.

- ↑ passt in jedes Gerät
- ↓ teuer

Preis: circa 117 Euro (PCIe 4.0, 1 TByte)



Crucial T700 PCIe Gen5 NVMe M.2 SSD

Crucial lieferte die T700 mit und ohne Kühlkörper, Letztere ist bei allen verfügbaren Kapazitäten rund 30 bis 40 Euro günstiger. Crucial hat beim Zugriff auf Micron-Speicher Vorrang vor anderen SSD-Herstellern, die Konzernmutter liefert den schnellstmöglichen Flash.

Damit ist die T700 die aktuell schnellste PCIe-5.0-SSD in M.2-Bauweise: rund 12 GByte/s beim Lesen und Schreiben großer Dateien, 1,5 Millionen IOPS beim Lesen. Mit 1,2 Millionen IOPS beim Schreiben schwächelte unser Testmuster etwas, das Vorserienmodell hatte noch 1,55 Millionen erreicht. Eine Erklärung konnte Crucial bis Redaktionsschluss nicht liefern.

- ↑ superschnell
- ↓ sehr teuer

Preis: ca. 400 Euro (PCIe 5.0, 2 TByte)



Gigabyte Aorus Gen5 10000E SSD

Die Gigabyte Aorus Gen5 10000 SSD hat zwar nicht den größten Kühlkörper, den wir jemals gesehen haben, er steht aber am weitesten über die SSD-Platine hinaus. Das verhindert auf einigen Mainboards den Einbau. Die 10000 in der Modellbezeichnung weist auf die Geschwindigkeit der SSD hin, und das passt auch: 10.051 MByte/s beim Lesen stehen 10.218 beim Schreiben gegenüber, beim Zugriff auf zufällige Adressen erreicht die SSD sehr ordentliche 1,4 beziehungsweise 1,5 Millionen IOPS.

Beim Ausdauerstest des PCMark 10 erreicht sie aber trotz des riesigen Kühlkörpers nicht einmal die Hälfte der Punktzahl der Crucial T700. Für die Eignung als Systemlaufwerk attestiert ihr der Test hingegen eine Spitzenposition.

- ↑ sehr schnell
- ↓ sehr teuer

Preis: circa 362 Euro (PCIe 5.0, 2 TByte)

te bei rund 10 GByte/s liegen. Der E31T wird im 7-nm-Prozess gefertigt und soll dadurch weniger Energie benötigen als der E26, was vor allem kleinere Kühlkörper ermöglicht. Das T am Ende der Phison-Produktbezeichnung weist auf einen Controller hin, der keinen DRAM-Baustein als Cache unterstützt.

Zudem hat Phison noch den PCIe-4.0-Controller E27T vorgestellt. Er dient wahrscheinlich als Nachfolger des E21T, der in diesem Test die SSDs von Corsair und MSI antreibt. Der E27T besitzt vier Kanäle und wird im 12-Nanometer-Prozess gefertigt; damit bestückte SSDs sollen rund 1,2 Millionen IOPS (Input/Output Operations Per Second) erreichen sowie bis zu 7,4 GByte/s bei sequenziellen Transfers – ein deut-

licher Sprung vom E21T, der maximal 5 GByte/s schafft.

Flash-Technik

3-bittiger TLC-Flash ist Standard für schnelle SSDs, er wird aber vor allem bei günstigen Modellen so langsam von QLC-Flash mit einer Speicherfähigkeit von 4 Bit pro Zelle abgelöst. Der nächste Schritt heißt Penta Level Cell (PLC, 5 Bit pro Zelle) – doch so bald wird es SSDs mit diesem Speicher wohl nicht geben.

Das liegt zum einen an dem doch recht geringen Kapazitätswachstum: Während der Schritt von Single Level Cell (SLC) zu Multi Level Cell (MLC) die Kapazität pro Zelle verdoppelte, wuchs sie beim Wechsel auf TLC nur noch um 50 Prozent. QLC brach-

te 33 Prozent Steigerung und PLC wird nur noch 25 Prozent bringen – und dazu kommt, dass Haltbarkeit und Ausdauer mit jeder Stufe sinken, während die Zeit zum Beschreiben, die Komplexität und der Aufwand für die Fehlerkorrektur steigen.

Nach Analysen des Marktforschungsunternehmens Gartner könnte der Preisvorteil von PLC gegenüber QLC bei nur etwa 10 Prozent liegen. Das dürfte nach Ansicht der Analysten für viele Anwender zu wenig sein.

Zwar hat Solidigm bereits den Prototypen einer PLC-SSD gezeigt, doch bis zur Marktreife dürften noch mindestens zwei Jahre vergehen. In dieser Zeit könnten sich die Anzahl der Layer im 3D-Flash noch einmal signifikant erhöhen und für



MSI Spatium M461

Die zweite SSD mit Phison-E21T-Controller in diesem Test nutzt das klassische 2280er-Format, bringt dafür aber auch zwei TByte Speicherplatz mit. Die Testergebnisse sind erwartungsgemäß: Rund 5 GByte/s beim Lesen, beim kurzzeitigem Schreiben ist sie mit mehr als 4,4 GByte/s gut dabei.

Die einzige QLC-SSD in diesem Test erreichte beim vollständigen Beschreiben mit H2testw im Mittel nur wenig mehr als 140 MByte/s. Für einen Videoschnitt-PC ist sie damit weniger geeignet, bei vielen anderen Anwendungen aber dürfte man davon nichts merken.

- ↑ flott für QLC
- ↓ langsam bei Dauerlast

Preis: circa 146 Euro (PCIe 4.0, 2 TByte)



Mushkin Element

Wer seinen PC für möglichst wenig Geld beschleunigen möchte, greift auch heute noch zu einer SSD mit PCIe 3.0 wie der Mushkin Element. Der SSD-Controller stammt von Innogrit und unterstützt nur die veraltete NVMe-Version 1.3; den Hersteller des TLC-Flash-Speichers konnten wir nicht ermitteln.

Mushkin bietet die Element mit Kapazitäten ab 128 GByte an, doch der Kauf einer so kleinen SSD lohnt kaum: Sie kostet knapp 20 Euro und damit schon fast die Hälfte des TByte-Modells. Beim Lesen und Schreiben kommt die SSD auf Werte um 3 GByte/s, beim Ausdauer-Test des PCMark 10 liegt sie an letzter Stelle.

- ↑ günstig
- ↓ veraltete Technik

Preis: circa 44 Euro (PCIe 3.0, 1 TByte)



Nextorage NE5N

Die NE5N der japanischen Nextorage ist noch ein Engineering Sample, soll aber auch ziemlich genau in dieser Form auch auf den deutschen Markt kommen. Bislang sind die SSDs der Phison-Tochter nur bei Amazon erhältlich, doch das soll sich in Zukunft ändern. Der angegebene Preis stammt aus einem US-Shop, dazu kommen noch Steuern sowie Zölle.

Die NE5N nutzt gleichen Flash-Speicher, Controller und DRAM-Baustein wie die Aorus-SSD, Platinenrevision und Firmware sind ebenfalls gleich. Auch die Messwerte weichen allenfalls im Rahmen der Messgenauigkeit voneinander ab. Wenn die SSD einmal hier erhältlich sein sollte, kommt es also einfach auf den Preis an.

- ↑ sehr schnell
- ↓ nicht verfügbar

Preis: ca. 335 Euro (PCIe 5.0, 2 TByte)

eine größere Kapazitätssteigerung sorgen, als der Umstieg auf PLC-Flash bringen würde. Gleichzeitig ist die Layer-Erhöhung mit deutlich weniger Problemen verbunden.

Apropos Layer: Die Roadmaps der Flash-Hersteller sehen 500, 600 oder gar 1000 Layer vor – nicht morgen, aber in einigen Jahren. Das Fertigungsgespann Kioxia/Western Digital (dazu gleich mehr) will nach Redaktionsschluss Details zum kommenden 300-Layer-Flash vorstellen, unter anderem ist im Vorfeld die Rede von einem 8-Plane-Design. Micron ist bei seinem aktuellen Flash-Speicher gerade von vier auf sechs Planes gewechselt; jede Steigerung erhöht die Geschwindigkeit der NAND-Schnittstelle.

SK Hynix hat bereits NAND-Flash mit 300 Lagen vorgestellt, zudem soll die kommende Flash-Generation mit 194 MByte/s pro Die einen neuen Geschwindigkeitsrekord aufstellen. Multipliziert man diese Geschwindigkeit mit der Anzahl der Dies pro Baustein (üblich sind 16), erhält man die maximale Schnittstellengeschwindigkeit eines Flash-Chips. In diesem Fall wären es 3104 MByte/s, deutlich höher als die für aktuelle PCIe-5.0-Controller optimalen 2400 MByte/s.

SK Hynix hat die Serienfertigung seines 238-Layer-NANDs gestartet, rund zehn Monate nach der Vorstellung. Zur Einordnung: Micron, Samsung und YMTC fertigen ebenfalls Flash mit mehr als 230 Lagen, Kioxia-Western Digital haben vor

einigen Monaten den BiCS8 genannten Speicher mit 218 Zellschichten vorgestellt.

Das 238-Lagen-Flash von SK Hynix arbeitet mit einer Schnittstellengeschwindigkeit von 2400 MT/s (ONFI 5.0, MByte/s und MT/s sind in diesem Fall das Gleiche) und ist damit für schnelle PCIe-5.0-SSDs geeignet. Bislang hatte nur Micron so schnellen Speicher im Programm. Probleme bei der Fertigung aber führten dazu, dass die meisten 5.0er-SSDs noch mit langsamerem Flash arbeiten. Die SSDs von Gigabyte und Nextorage aus diesem Test nutzen eine Schnittstellengeschwindigkeit von 1600 MT/s, Crucial arbeitet mit 2000 MT/s.

Bei den neuen SSDs aus diesem Test fanden wir nur zwei der immer noch fünf



Silicon Power UD85

Die UD85 von Silicon Power gehört zu den langsameren PCIe-4.0-SSDs. Gerade einmal 3,6 GByte/s beim Lesen und 2,6 GByte/s beim Schreiben großer Dateien, dazu genügt eigentlich noch PCIe 3.0. Die gleiche Leistung bekommt man da schon für knapp 40 Euro.

Beim Ausdauerstest des PCMark 10 gehört sie zu den schlechtesten TLC-SSDs, das könnte durchaus am im Vergleich recht altbackenen 128-Lagen-Speicher von YMTC liegen. Aufgrund der politischen Differenzen zwischen China und Taiwan, dem Unternehmenssitz von Silicon Power, könnte sich die Bestückung jederzeit ändern.

- ⬇️ langsam für PCIe 4.0
- ⬇️ langsam bei Dauerlast

Preis: circa 54 Euro (PCIe 4.0, 1 TByte)



Verbatim Vi3000 PCIe NVMe SSD

Verbatim nutzt ausschließlich chinesische Komponenten für seine PCIe-3.0-SSD Vi3000: Der SSD-Controller stammt von der chinesischen MaxIO-teK, der Speicher vom staatsnahen Konzern Yangtze Memory Technologies Corporation (YMTC). Die Lesegeschwindigkeit ist für eine 3.0er-SSD mit über 3,6 GByte/s in Ordnung, beim Schreiben aber hängt sie mit maximal 2,7 GByte/s hinten an.

Im Dauertest lieferte die Vi3000 niedrige Werte, bei der Eignung als Systemlaufwerk bescheinigte ihr der PCMark 10 jedoch eine gute Eignung in der Nähe schnellerer SSDs mit PCIe 4.0. Der Controller unterstützt lediglich NVMe 1.3, was insgesamt auf veraltete Technik hinweist.

- ⬇️ langsam bei Dauerlast
- ⬇️ veraltete Technik

Preis: ca. 25 Euro (PCIe 3.0, 512 GByte)



Verbatim Vi7000 PCIe NVMe SSD

Die schnellere Verbatim-SSD Vi7000 nutzt den gleichen Flashspeicher von YMTC, aber einen Controller mit PCIe-4.0-Anschluss, den IG5236 des amerikanischen Unternehmens Innogrit. Mit einer Kühlkörperhöhe von knapp 10 Millimetern passt die Vi700 nicht mehr in die PS5 hinein.

Bei sequenziellen Transfers und bei Zugriffen auf zufällige Adressen ist die Vi7000 durchaus schnell, der PCMark 10 bescheinigt ihr aber insgesamt ein eher durchwachsendes Ergebnis. Merkwürdig sind die Angaben zur Ausdauer (Endurance): Während unser Testmuster mit 1 TByte 700 TByte verkraften soll, darf die nur halb so große 500er Version mit 500 TByte beschrieben werden, hat also 43 Prozent mehr Ausdauer.

- ⬆️ flott
 - ⬇️ komische Ausdauerangabe
- Preis: circa 70 Euro (PCIe 4.0, 1 TByte)

Speicherhersteller. Micron spielt mittlerweile die Hauptrolle, vor allem natürlich bei PCIe-5.0-SSDs. Der andere Produzent besetzt die Mittelklasse: Auf den SSDs von Mushkin und Verbatim sitzt Flash vom chinesischen YMTC. Die Quelle des Flash-Speichers auf der Mushkin-SSD haben wir nicht ermitteln können.

Flash-Preise

Die Mushkin Element markiert in diesem Test die Preisuntergrenze: Gerade einmal 44 Euro kostet das 1-TByte-Modell. Andere 1-TByte-SSDs sind bereits unter 40 Euro gefallen, eine 2-TByte-SSD kostet mindestens 80 Euro. Bei den 4-TByte-SSDs geht

es bei 190 Euro los, bei 8-TByte-SSDs aber wird es mit einer Ausnahme unerschämte teuer: Lediglich die SATA-SSD Samsung 870 QVO passt mit 370 Euro noch einigermaßen in die Zahlenreihe hinein. Wer keine Samsung-SSD kaufen möchte, muss mehr als das Doppelte berappen: Ab 850 Euro gibt es andere 8-TByte-SSDs.

Über den Grund für die dermaßen hohen Preise für die hochkapazitiven SSDs lässt sich nur spekulieren. Auf der einen Seite spielt die geringe Nachfrage eine Rolle, bei PCIe-SSDs aber auch das geringe Platzangebot auf den winzigen Platinen. Für 8-TByte-SSDs braucht man Chips mit ebenfalls hoher Kapazität, und die

bekommt man nicht auf dem Flash-Grabeltisch. Eine Preisverdopplung lässt sich damit aber auch nicht erklären.

Insgesamt sinken die SSD-Preise noch. Wer jedoch darauf spekuliert, dass dies so weitergeht, könnte auf die Nase fallen: Die Analysten von Trendforce berichten, dass einige Flash-Hersteller nach den letzten Produktionskürzungen ihre Preise angehoben haben. Aufgrund der Verknappung steigt die Nachfrage.

Maximal 5 Prozent Preissteigerung erwarten die Analysten im dritten Quartal dieses Jahres, im vierten aber sollen es schon zwischen 8 und 13 Prozent werden. Ob die Analysten recht behalten und wann



Adata Legend 710

Test in c't 20/2022, S. 100

- 👍 günstig
- 👎 langsam

Preis: circa 42 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Adata Legend 960

Test in c't 2/2023, S. 86

- 👍 schnell
- 👍 ausdauernd unter Last

Preis: circa 81 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Kingston NV2

Test in c't 2/2023, S. 116

- 👍 günstig
 - 👎 wechselnde Komponenten möglich
- Preis: circa 44 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Lexar NM800 Pro

Test in c't 2/2023, S. 116

- 👍 hohe Endurance
- 👍 schnell

Preis: circa 76 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Sabrent Rocket 2230

Test in c't 8/2023, S. 86

- 👍 schnelle 2230er-SSD
- 👎 wechselnde Komponenten möglich

Preis: circa 120 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Samsung SSD 980

Test in c't 18/2021, S. 106

- 👍 schnell ...
- 👍 ... auch unter Last

Preis: circa 49 Euro (1 TByte, PCIe 3.0)



Samsung SSD 990 Pro

Test in c't 23/2022, S. 94

- 👍 sehr schnell und dauerlastfest
- 👎 teuer

Preis: circa 99 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Solidigm P44 Pro

Test in c't 2/2023, S. 114

- 👍 schnell
- 👍 beschleunigender Treiber

Preis: circa 88 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Western Digital WD Blue SN570 NVMe SSD

Test in c't 10/2022, S. 100

- 👍 günstig
- 👎 langsam bei langem Schreiben

Preis: ca. 43 Euro (1 TByte, PCIe 3.0)

die Preissteigerungen bei den Endkunden-SSDs durchschlagen, ist ungewiss. Zu lange sollte man mit dem SSD-Kauf wohl nicht mehr warten.

Noch aber ist die Flash-Krise nicht vorbei. Samsungs Chipsparte meldete Ende April einen Verlust von 3 Milliarden Euro für das erste Quartal 2023. SK Hynix' Umsatz implodierte geradezu von 12 auf 5 Milliarden Won (rund 3,8 Milliarden US-Dollar), was zu einem Verlust von rund 1,9 Milliarden Dollar führte. In beiden Fällen gelten die Zahlen für die gesamte Chipsparte, also für Flash und DRAM.

Der Chef des Controller-Herstellers Phison, Pua Khein-Seng, warnte bereits davor, dass weitere Preissenkungen zu Insolvenzen bei Zulieferern führen könnten. Seinen Schätzungen zufolge haben die Flash-Hersteller über 10 Milliarden US-Dollar verloren, weil sie die Preise für bereits produzierten Speicher senken mussten.

Kioxia und Western Digital, die gemeinsam einige Flash-Fabriken betreiben, stehen Berichten zufolge kurz vor dem Abschluss einer Fusion. Nach den bislang bekannten Informationen soll Kioxia 47 Prozent am gemeinsamen Unternehmen erhalten, Western Digital 37 Prozent, der Rest geht an Aktionäre beider Unternehmen. Doch vor der Vereinigung steht even-

tuell noch die Abspaltung des Festplatten-geschäfts von Western Digital an, was ein Großinvestor bereits im vergangenen Jahr gefordert hatte. Sollten die Pläne Bestand haben, würde das neue Unternehmen mit Samsung gleichziehen und ebenfalls einen Flash-Marktanteil von rund 35 Prozent erreichen.

Storage-Bits

Programmierer haben wie alle anderen Menschen Hobbies und Vorlieben. Ein Sicherheitsforscher entdeckte bei der Analyse einer SSD-Firmware Dinge, die er nicht erwartet hatte: Der Text des Liedes *The Scientist* der britischen Rockband Coldplay war darin versteckt. Mittlerweile hat Kingston die so verschönerte Firmware von seinen Servern entfernt.

Apex Storage baut eine PCIe-Erweiterungskarte für erhöhten Speicherbedarf. Die X21 soll bis zu 21 M.2-SSDs vereinen; bei der aktuellen Maximalkapazität von 8 TByte pro SSD könnte man darauf insgesamt 168 TByte Bruttokapazität unterbringen. Die aus zwei Platinen bestehende und damit ziemlich dicke Erweiterungskarte ist über 16 PCIe-4.0-Lanes angeschlossen und kann darüber bis zu 30 GByte/s übertragen. Unter einem Kühlkörper sitzt der PCIe-Switch, die SSDs selbst sind ungekühlt. Über den

PCIe-Slot kann die Karte maximal 25 Watt beziehen; für die notwendige zusätzliche Stromversorgung haben die Entwickler zwei sechspolige Buchsen vorgesehen, wie sie sonst bei Grafikkarten üblich sind. Der Preorder-Preis für die Karte beträgt 2800 US-Dollar, eine Lieferung peilt das Unternehmen im dritten Quartal an. Nach Unternehmensangaben läuft die Karte unter Linux sowie den Windows-Versionen 10 und 11.

Für viele Unternehmen sinnvoller dürfte die Cigent Secure SSD+ sein. Nach Herstellerangaben sitzt auf der Platine nicht nur übliche SSD-Technik, sondern zusätzlich ein Prozessor, der permanent den Zugriff überwacht. Mittels KI-Algorithmen soll er erkennen, ob ein Ransomware-Angriff auf die Daten erfolgt und dann blockieren. Die SSDs sollen bereits erhältlich sein, die verfügbaren Kapazitäten liegen zwischen 480 und 1920 GByte.

Für Backups setzen viele Anwender noch Festplatten ein. Davon müsste man sich bald ein paar auf Halde legen, wenn es nach dem Pure-Storage-Manager Shawn Rosemarin geht: Er glaubt, dass man nach 2028 keine Festplatten mehr kaufen können wird. Rosemarin macht dies vor allem am Stromverbrauch der Festplatten im Vergleich zu einer SSD fest.

SSDs mit PCIe 3.0, 4.0 und 5.0 – Benchmarks

	seq. Transferraten Schreiben/Lesen ¹	seq. Transferraten Schreiben gesamte SSD ² / 5 Minuten ¹	IOPS Lesen QD=1/32/256 ³	IOPS Schreiben QD=1/32/256 ³	PCMark 10 Drive Performance Consistency / Full System Drive ⁴
	[MByte/s]	[MByte/s]	[in Tausend]	[in Tausend]	[Punkte]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
Corsair Force Series MP600 Mini (1 TByte)	4504/4823	702/3786	19/337/677	68/434/736	837/2493
Crucial T700 (2 TByte)	11821/12332	1710/5283	20/532/1493	84/410/1211	3644/4688
Gigabyte Aorus Gen5 10000E SSD (2 TByte)	10218/10051	1330/9278	21/538/1426	84/554/1517	1664/4662
MSI Spatium M461 (2 TByte)	4439/5036	134/4375	16/279/616	68/492/680	426/2703
Mushkin Element (1 TByte)	2850/3171	394/2858	17/261/343	49/250/257	290/1571
Nextorage NE5N (2 TByte)	10207/10072	1330/10198	19/524/1428	76/555/1497	1790/4573
Silicon Power UD85 (1 TByte)	2617/3603	333/2718	13/199/226	56/372/440	412/1238
Verbatim Vi3000 PCIe NVMe SSD (0,512 TByte)	2690/3656	324/2710	18/211/240	50/264/257	387/418
Verbatim Vi7000 PCIe NVMe SSD (1 TByte)	5302/6767	954/5289	19/337/903	58/496/1022	622/457
Zum Vergleich					
Adata Legend 710 (1 TByte)	2072/2674	143/2003	15/242/289	45/168/166	312/1804
Adata Legend 960 (1 TByte)	6665/7444	1510/5890	21/450/1000	66/480/1125	2147/3460
Kingston NV2 (1 TByte)	2942/3645	584/2943	18/287/626	72/437/598	484/1446
Lexar NM800 Pro (1 TByte)	6336/7422	1170/6334	22/483/1011	59/477/1103	786/3101
Sabrent Rocket 2230 (1 TByte)	4429/4794	622/3735	20/340/645	67/420/730	665/2575
Samsung SSD 980 (1 TByte)	2855/3570	501/2837	17/369/500	53/379/384	409/2671
Samsung SSD 990 Pro (2 TByte)	6976/7460	1620/6756	21/526/1395	64/92/1143	3943/3947
Solidigm P44 Pro (1 TByte)	6777/7370	1510/6772	21/509/1399	66/488/1207	1646/3736
Western Digital WD Blue SN570 (1 TByte)	3200/3629	534/3205	15/130/133	57/87/86	915/2149

¹ gemessen mit Iometer, Blockgröße 512 KByte, Laufzeit 60 s

² gemessen mit H2testw

³ gemessen mit Iometer, Blockgröße 4 KByte, Laufzeit 60 s

⁴ auf Asus TUF Gaming B550M-Plus (Wi-Fi) mit AMD Ryzen 7 5800X und 16 GByte DRAM; PCIe-5.0-SSDs auf ASRock B650 Pro mit AMD Ryzen 9 7950X und 16 GByte DRAM

Vielleicht steckt aber auch etwas anderes dahinter: Sein Unternehmen lebt vom Verkauf sogenannter All-Flash-Arrays, also Speichersystemen, die komplett ohne Festplatten auskommen.

Einige Hersteller bieten Software zur Verwaltung ihrer SSDs an, häufig sind diese auch für Firmware-Updates zuständig. Lobenswert ist, dass ein paar nicht nur Software für Windows anbieten, sondern auch für Linux oder macOS. Doch die Mac-Welt wandelt sich gerade: Apple hat vor Kurzem die x86-CPU aus dem Programm genommen und baut nun ausschließlich die eigenen ARM-Prozessoren ein. Die x86-Software aber funktioniert nicht auf den neueren Macs. Für Firmware-Updates müssen Anwender der modernen Apple-Rechner ihre SSD also an einen Windows-PC klemmen. Besser wäre es natürlich, die Hersteller würden native Software für die ARM-Macs bereitstellen.

Noch einmal zum Controller-Hersteller Phison: Nach eigenen Angaben kauft Phison pro Jahr insgesamt rund 16 Exabyte NAND-Flash ein und baut daraus SSDs – nur ist das weithin unbekannt. Denn auf die meisten davon druckt Phison nicht den Namen des jüngst zugekauften Unternehmens Nextorage, sondern den eines externen Auftraggebers. Laut Roadmap han-

delt es sich dabei zwar vornehmlich um SSDs aus dem Enterprise-Segment, nach Angaben von MSI stammt jedoch auch die hier getestete Spatium M461 von Phisons Fertigungsstraße.

Der Nextorage-Prüfling ist bis hin zur Platinenrevision baugleich mit dem Gigabyte-Pendant. Bei Ersterem ist ziemlich klar, dass dieser bei Phison gebaut wurde. Gigabyte hingegen sagte auf unsere Anfrage, dass das Unternehmen die Aorus Gen5 selbst produzieren würde.

Fazit

Die neuen PCIe-5.0-SSDs können zwar einige Anwendungen beschleunigen, vor allem solche, bei denen es auf hohe sequenzielle Geschwindigkeit ankommt. Bei Zugriffen auf zufällige Adressen konnten wir jedoch keine so große Steigerung im Vergleich zu guten SSDs mit PCIe 4.0 feststellen; man wird die Unterschiede bei den meisten Anwendungen nicht bemerken. Die Crucial T700 ist am schnellsten, doch auch die baugleichen Typen von Gigabyte und Nextorage bringen einen ordentlichen Schub – wenn sie in einem System mit PCIe 5.0 stecken. Alle verheizen ordentlich Leistung, bleiben aber noch weit von der Maximalgeschwindigkeit von PCIe 5.0 (16 GByte/s) entfernt. Für eine Kaufempfehlung sind sie noch zu teuer.

SSDs mit PCIe 4.0 bieten eine weite Spanne: Die Verbatim Vi7000 ist mit fast 7 GByte/s flott, Corsair Force und MSI Spatium M461 bilden mit rund 5 GByte/s beim Lesen die Mittelklasse, und die Silicon Power UD85 reiht sich mit maximal 3,6 GByte/s eher in die Riege der PCIe-3.0-Modelle ein; in vielen Disziplinen erreichen die beiden 3.0er-SSDs Mushkin Element und Verbatim Vi3000 ähnliche Werte. Im Vergleich zu den neuen SSDs mit PCIe 5.0 sehen sie alt aus; bei Neuanschaffungen raten wir auch für ältere Systeme eher zu einer SSD mit PCIe 4.0. Weit schneller als eine Festplatte mit drehenden Scheiben sind sie aber alle.

(ll@ct.de) 

Literatur

- [1] Lutz Labs, PC-Beschleuniger, 13 SSDs mit PCIe 3.0 und 4.0 im Test, c't 10/2022, S. 100
- [2] Lutz Labs, Hauptsache PCI Express, Günstige und teure PCIe-SSDs im Vergleich, c't 18/2021, S. 106
- [3] Lutz Labs, Flash-Rennen, 18 M.2-SSDs mit PCIe 3.0 und 4.0 im Test, c't 20/2022, S. 100
- [4] Lutz Labs, Flash-Rennen Extra, Besonders schnelle, besonders kleine und besonders spezielle neue PCIe-SSDs, c't 23/2022, S. 94
- [5] Lutz Labs, Flash-Rennen, 20 M.2-SSDs mit PCIe 3.0 und 4.0 im Test, c't 2/2023, S. 116
- [6] Lutz Labs, Flash-Rennen, 21 M.2-SSDs mit PCIe 3.0 und 4.0 im Test, c't 8/2023, S. 86

Download Testprogramme, Links zum Preisvergleich: ct.de/yx6c

M.2-SSDs mit PCIe 3.0, 4.0 und 5.0

Modell	Force Series MP600 Mini	T700 PCIe Gen5 NVMe M.2 SSD	Aorus Gen5 10000E SSD	Spatium M461	Element	NE5N	UD85	Vi3000 PCIe NVMe SSD	Vi7000 PCIe NVMe SSD
Hersteller	Corsair, corsair.com	Crucial, crucial.com	Gigabyte, gigabyte.com	MSI, msi.com	Mushkin, powered-bymushkin.com	Nextorage, nextorage.net	Silicon Power, silicon-power.com	Verbatim, verbatim.de	Verbatim, verbatim.de
Bezeichnung	Corsair MP600 Mini	CT2000T700SSD5	GIGABYTE AG510K2TB	MSI M461 2TB	MKNSSDEV1TB-D8	NE5N1TB/FHNE SYM	SPCC M.2 PCIe SSD	Vi3000 Internal PCIe M.2	Vi7000G Internal PCIe M.2
Kapazität laut Hersteller ¹	1 TByte	2 TByte	2 TByte	2 TByte	1 TByte	2 TByte	1 TByte	512 GByte	1 TByte
von Windows erkannte Kapazität	932 GByte	1863 GByte	1863 GByte	1863 GByte	932 GByte	1863 GByte	932 GByte	477 GByte	954 GByte
Interface / Protokoll	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 5.0 x4 / NVMe 2.0	PCIe 5.0 x4 / NVMe 2.0	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 3.0 x4 / NVMe 1.3	PCIe 5.0 x4 / NVMe 2.0	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 3.0 X4 / NVMe 1.3	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4
Bauform / Baustückung / Bauhöhe über Platine	M.2 2230 / einseitig / 1,4 mm	M.2 2280 / doppelseitig / 17,7 mm	M.2 2280 / doppelseitig / 42,4 mm	M.2 2280 / einseitig / 1,3 mm	M.2 2280 / einseitig / 1,2 mm	M.2 2280 / doppelseitig / 36,8 mm	M.2 2280 / einseitig / 1,5 mm	M.2 2280 / einseitig / 1,4 mm	M.2 2280 / doppelseitig / 6,6 mm
SSD-Controller / NAND-Kanäle	Phison E21T / 4	Phison E26 / 8	Phison E26 / 8	Phison E21T / 4	Innogrit IG5216 / 4	Phison E26 / 8	Phison E19 / 4	MaxIO MAP1202A / 4	Innogrit IG5236 / 8
Flash-Hersteller / Flash-Art	Micron / TLC	Micron / TLC	Micron / TLC	Micron / QLC	k.A. / TLC	Micron / TLC	YMTC / TLC	YMTC / TLC	YMTC / TLC
Schreibleistung pro Tag ²	329 GByte	658 GByte	767 GByte	247 GByte	k.A.	767 GByte	307 GByte	205 GByte	274 GByte
Garantie	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	3 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre
Preis pro TByte	126 €	215 €	194 €	78 €	47 €	180 €	58 €	52 €	73 €
Straßenpreis	117 €	400 €	362 €	146 €	44 €	335 €	54 €	25 €	70 €
weitere erhältliche Kapazitäten		1 TByte (225 €)	1 TByte (166 €)	500 GByte (55 €), 1 TByte (70 €)	128 GByte (19 €), 256 GByte (25 €), 512 GByte (32 €), 2 TByte (111 €), 4 TByte (313 €)	1 TByte (195 €)	250 GByte (24 €), 500 GByte (32 €), 2 TByte (93 €)	256 GByte (18 €), 1 TByte (43 €), 2 TByte (89 €)	2 TByte (119 €)

¹ Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1.000.000.000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte = 1.073.741.824 Byte, die angezeigte Kapazität ist daher kleiner. ² Herstellerangaben k.A. keine Angabe



Bild: KI Midjourney, Stable Diffusion | Bearbeitung: ct

Mehr Kuhglocken

Sieben digitale Audioworkstations für die Musikproduktion im Test

Noch nie war es so einfach, Musik am Laptop zu produzieren und die fertigen Stücke digital im Netz zu verteilen. Das A und O ist eine gute Digital Audio Workstation, mit der man Instrumente aufnehmen, arrangieren und mischen kann. Wir testen sieben Programme auf ihre Hitqualitäten.

Von Hartmut Gieselmann
und Kai Schwirzke

Vor 23 Jahren verlangte der US-Schauspieler Christopher Walken in einem berühmten Musiker-Sketch nach „more cowbell“. Heute serviert man ihm komplette Songs mit Kuhglocken und anderen gesampelten Instrumenten in einer Digital Audio Workstation (DAW) auf einem Notebook. Einstiegsversionen professioneller DAWs sind mittlerweile für unter 100 Euro zu haben, und der erste Mix ist vielleicht schon nach wenigen Tagen im Kasten. Doch bis jeder Handgriff sitzt und alle Glocken so klingen, dass sie auch Christopher Walkens Fieber senken, vergehen oft Monate oder gar Jahre.

Umso wichtiger ist es, die richtige DAW zu wählen, damit man nicht nach ein paar Wochen feststellt, dass man viel Geld und Zeit auf das falsche Pferd gesetzt hat. In diesem Test vergleichen wir sieben der populärsten DAWs und geben Fortgeschrittenen Tipps, welche DAW-Erweiterungen (Plug-ins) am effizientesten eingesetzt und 3D-Songs in Dolby Atmos mischt.

Die Auswahl umfasst Ableton Live und Bitwig Studio, die sich besonders an Produzenten elektronischer und samplegestützter Musikstile richten. Für klassische Songwriter sowie Rock- und Pop-

bands bieten Presonus Studio One und Steinberg Cubase interessante Arrangierhilfen. Apple-Nutzer erhalten mit Logic Pro eine besonders günstige und üppig ausgestattete DAW, während Spezialisten, die es ganz genau wissen wollen, in die Tiefen von Cockos Reaper und Avid Pro Tools eintauchen.

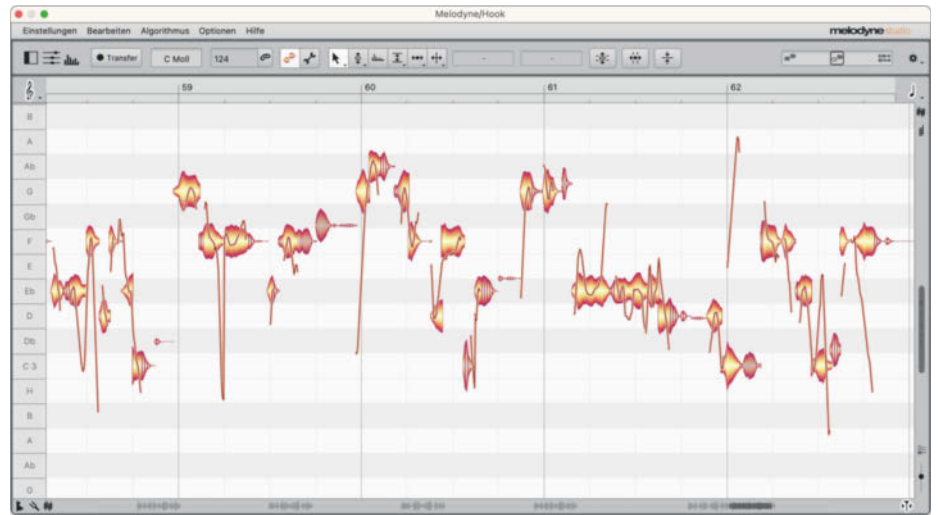
Mit Ausnahme von Logic Pro laufen alle Programme unter Windows und unterstützen am Mac sowohl Intel- als auch Apple-Prozessoren. Unter Linux starten nur Bitwig Studio und Cockos Reaper. Die Kaufpreise reichen je nach Ausstattung von 60 bis 600 Euro; zudem gibt es Pro Tools und Studio One zur Miete.

Ausrüstung

Die Programme laufen auf jedem handelsüblichen, einigermaßen aktuellen PC oder Notebook. Wer keinen geeigneten Rechner besitzt, findet in [1] einen Bauvorschlag für einen besonders leisen und leistungsfähigen Windows-PC. Für den Anfang reicht oft schon ein neutral klingender Kopfhörer. Allerdings sollten Sie bei der Klangabstimmung einiges beachten und eventuell mit einem der Programme nachhelfen, die wir in [2] getestet haben. Bei Bedarf nehmen Sie ein Mikrofon für Gesangs- und Sprachaufnahmen und ein MIDI-Keyboard zum Einspielen der Noten. Preiswerte Audio-Interfaces haben wir in [3] getestet, sie bringen oft rudimentäre Schnupperversionen von DAWs mit. An die Interfaces schließen Sie auch Gitarren und aktive Lautsprecher als Abhörmonitore an.

Wer nicht so viel Geld in die Hand nehmen will, kann von fast allen Programmen eine günstige, abgespeckte Version kaufen und später auf die größere Variante aufrüsten. Apple liefert mit jedem Mac das kostenlose GarageBand aus, mit dem Einsteiger erste Schritte wagen. Für professionelle Produktionen bietet Apple Logic Pro für 230 Euro an, dessen Funktionsumfang locker mit dem anderer DAWs zum fast dreifachen Preis mithält. Auch Cockos Reaper ist nur in einer Ausbaustufe erhältlich. Ob man 60 oder 225 Dollar (umgerechnet 56 oder 208 Euro) bezahlt, hängt davon ab, ob man mit seiner Musik mehr als 20.000 Dollar im Jahr verdient.

Natürlich gibt es noch viele andere DAWs. Aus Platzgründen können wir einige nur kurz erwähnen: So eignet sich das auch kostenlos verfügbare Waveform besonders für ältere Rechner und leistungs-



Schief gesungene Töne zieht man besonders komfortabel per Melodyne gerade, das Pro Tools und Studio One bereits in einer einfachen Version mitliefern.

schwache Raspi-Systeme [4]. FL Studio, Reason und Native Instruments Maschine sind Spezialisten für Step-Sequencer und Synthesizer. Beim Arrangieren von Audiospuren reichen sie zwar nicht an die hier vorgestellten DAWs heran, lassen sich aber als Plug-ins sehr gut in diese integrieren.

So finden Sie Ihre DAW

Um die richtige DAW zu finden, sollten Sie weniger Preise oder Featurelisten vergleichen. Achten Sie vor allem auf die Bedienoberfläche und den Workflow. Dazu können Sie alle Programme kostenlos auspro-

bieren – selbst Apple erlaubt das bei Logic Pro 90 Tage lang. Denn Musikproduktion kostet vor allem Zeit. Und da will man sich nicht mit kryptischen Menülisten und unübersichtlichen Fenstern herumschlagen.

Ein wichtiger Faktor kann die Zusammenarbeit mit anderen Musikern oder Bandmitgliedern sein. Wenn Sie nicht mit der gleichen DAW arbeiten, können Sie die von Ihnen erstellten Audiospuren zwar untereinander austauschen, die Projektdateien aus verschiedenen DAWs sind jedoch nicht miteinander kompatibel.

Klangliche Unterschiede gibt es höchstens bei den mitgelieferten Soft-



Ableton Live (Bild) und Bitwig Studio ordnen einzelne Clips jeder Spur in einer Tabelle an. Die Clips arrangiert man bequem auf einer Zeitleiste und korrigiert Timing-Probleme im unteren Fenster mit Warp-Markern.

ware-Instrumenten und Effekten. Es ist zwar schön, wenn eine DAW besonders viele davon mitbringt. Was fehlt, lässt sich aber in Form von Plug-ins anderer Hersteller nachrüsten. Im weitverbreiteten VST-Format von Steinberg hat die neue Version 3 das alte Format 2 abgelöst; Cubase unterstützt es auf Macs mit Apple-Chips nur noch im Intel-Modus per Rosetta 2. Unter macOS sind Audio Units (AU) in Logic, Ableton Live und Studio One einklinkbar. Logic und Live unterstützen auf Macs mit Apple Chips sogar einige AUv3-Plug-ins von iOS, darunter Synthesizer von Moog. Avid Pro Tools verwendet einzig AAX, das viele professionelle Plug-in-Hersteller ebenso anbieten wie VST und AU. Nur vereinzelte Plug-ins für Bitwig Studio oder Reaper unterstützen bisher das neue lizenzfreie und quelloffene CLAP-Format. Das unter Linux verbreitete LV2-Format fristet insgesamt ein Schattendasein.

Workflow

Beim Arbeitsablauf verfolgen die Anbieter unterschiedliche Konzepte. Alle DAWs arrangieren einzelne Spuren mit Audio- und MIDI-Daten auf einer Zeitleiste. Dort ordnen sie Clips und Aufnahmen an und steuern die Parameter von Instrumenten und Effekten mit Automationslinien, etwa für die Lautstärke oder für Frequenzfilter.

Ableton Live und Bitwig Studio haben zusätzlich eine Art Excel-Tabelle, in der man für jede Spur mehrere Slots mit Samples, Loops und MIDI-Clips füllt. Diese Loop-Clips kann man beliebig kombinieren und so in Echtzeit herausfinden, welcher Beat zu welchem Bassgroove und Gitarrenriff am besten passt. Die Temposynchronisation übernimmt die DAW automatisch. Das beschleunigt den kreativen Prozess gerade in der Konzeptionsphase elektronischer Musik enorm. Auch Logic Pro X unterstützt seit Version 10.7 ähnliche Loop-Clips. Allerdings sind diese bei Weitem nicht so ausgefeilt wie in Ableton Live und Bitwig Studio.

Ableton und Bitwig verpassen ihren DAWs zudem Container für Effektmakros. Diese lassen sich nahezu beliebig kombinieren und verknüpfen. Dies ermöglicht besonders ausgefallene Klangexperimente, die mit anderen DAWs kaum möglich sind. Allerdings muss man bei Ableton Live und Bitwig Studio Einschränkungen beim Mixer in Kauf nehmen. Insbesondere beim Routing von Signalen auf andere Spuren oder beim Abmischen von Stücken



Ableton Live

Live ist in ein Arrangement- und ein Clip-Fenster aufgeteilt. So lassen sich im Handumdrehen verschiedene Bassläufe, Beats, Gitarrenriffs und Gesangsparts kombinieren und man kann testen, welche Elemente am besten zusammenpassen. Sie können die Clips auch als DJ live einsetzen und mit dem Crossfader überblenden.

Die Pitch- und Timing-Editoren sind äußerst komfortabel, um beispielsweise humpelnde Schlagzeuger oder schlecht sitzende Raps per Warp zu korrigieren. Plug-in-Effekte kombiniert Live in Containern zu mächtigen Makros, wie sie sonst nur in Bitwig Studio möglich sind. Mangels ARA-Unterstützung dauert die Korrektur schief gesungener Töne mit dem separat zu erwerbenden Melodyne allerdings länger. Und bei großen Arrangements mit vielen Effekten kommt Live früher ins Stottern als etwa Studio One, Logic oder Pro Tools.

Einsteiger und Profis finden sich wegen der übersichtlichen Oberfläche ohne Pop-up-Fenster auch auf kleinen Notebookbildschirmen zurecht. Die günstige Intro-Version ist mit maximal 16 Spuren stark eingeschränkt. Die teure Suite wartet mit exzellenten Synthesizern und Effekten auf und steuert über die Entwicklungsumgebung Max alle erdenklichen Hardware-Synthesizer, egal ob per MIDI, MPE oder Steuerungspannung (CV).

- ↑ übersichtlich und einsteigerfreundlich
- ↑ mächtige Effekt-Container und Synth-Steuerung
- ↓ keine ARA-Einbindung von Melodyne

Preise (gerundet): 80 / 350 / 600 Euro



Apple Logic Pro

Apples DAW ist im Funktionsumfang kaum zu schlagen. Nirgendwo sonst bekommt man so viele exzellente Instrumente und Effekte für so wenig Geld. Neu sind unter anderem Loop-Clips, die an Ableton und Bitwig erinnern, sowie Dolby-Atmos-Unterstützung mit binauralem Renderer für Kopfhörer. Einsteiger übernehmen ihre Kreationen aus dem kostenlosen GarageBand und bekommen alles, was sie für eine professionelle Songproduktion brauchen.

Trotz toller Ideen wie den intelligenten Drummern kämpft Logic mit seiner Vergangenheit. Viele Instrumente und Effekte haben neue Bedienoberflächen bekommen. Doch dieser Prozess ist noch nicht abgeschlossen. Ewig mitgeschleppte Synthesizer wie der ES1 und ES2 wirken immer noch wie Fremdkörper. Die kleinteilige und fummelige Bedienoberfläche erschwert zum Beispiel das Einsetzen von Insert-Effekten im Mixer. Audio-Clips lassen sich in Timing und Tonhöhe bei Weitem nicht so komfortabel bearbeiten wie etwa in Ableton Live.

Im Vergleich zu den anderen Anbietern im Test schlichen sich bei Logic nach einem Funktionsupdate in der Vergangenheit häufig neue Fehler ein, die teilweise erst nach Monaten behoben wurden. Dafür hat Apple die Performance auf dem Mac sehr gut optimiert. Nur Pro Tools schafft ähnlich große Arrangements mit der gleichen Performance.

- ↑ tolle Ausstattung inklusive Dolby Atmos
- ↑ hohe Performance auf Macs
- ↓ fummelige Bedienung

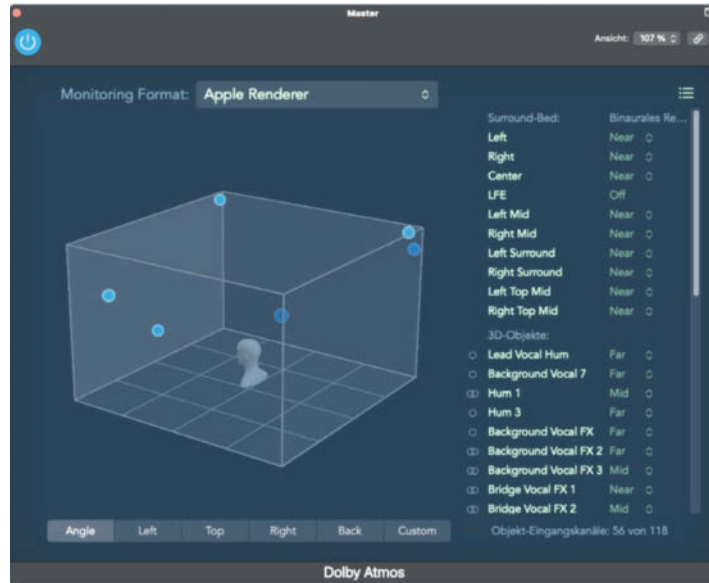
Preis (gerundet): 230 Euro

in Dolby Atmos und anderen 3D-Formaten haben sie Defizite. Wer an die Grenzen des Mixers stößt, exportiert einzelne Spuren und mischt sie in Programmen wie Studio One, Logic oder Pro Tools, die deutlich größere Arrangements wuppen.

Arrangierhilfen

Darüber hinaus unterstützen viele DAWs beim Komponieren und Arrangieren. Das beginnt beim dynamischen Umgang mit Tempo und Taktart. Cubase bietet beispielsweise für beide Parameter einen eigenen Spurtyp an, auf dem Sie Wechsel eintragen. Das ist praktischer als der in Logic eingeschlagene Weg, auf dem Sie die Änderungen im Notationseditor vornehmen. Logic enthält sehr gute virtuelle Schlagzeuger, die einen Song mit wenigen Mausklicks in verschiedenen Stilen begleiten.

Um passende Harmonien zu finden, hilft Cubase mit einer Akkordspur und Akkord-Pads, die harmonisch sinnvolle Alternativen vorschlagen. Dazu geben Sie eine globale Tonart ein oder verändern



Neben Stereosongs mischen Logic (Bild), Cubase und Pro Tools inzwischen auch in Dolby Atmos und rendern die Spuren zur Kontrolle binaural über Kopfhörer.

diese auf einer Transpositionsspur um einige Halbtöne nach oben oder unten. Das klappt nicht nur mit MIDI-Noten, sondern sogar auch mit Audiospuren. Dabei sollten

Sie jedoch genau hinhören, denn trotz moderner Pitchshifting- und Timestretching-Algorithmen klingen die Ergebnisse nicht immer überzeugend.

Webinar – 11. Juli 2023

KI am Arbeitsplatz

ChatGPT & Co. professionell nutzen

Wir zeigen konkrete Anwendungsszenarien und bewährte **KI-Workflows** am Arbeitsplatz. Erfahren Sie, wie Sie von Diensten wie ChatGPT und Midjourney **profitieren** können. Welche Befehle und Parameter sparen Zeit. Welche **rechtlichen Fragen** sind zu beachten.

Von KI-gestützter Texterstellung und -übersetzung bis hin zur Programmierung und Beantwortung komplexer **Fragestellungen** werden vielfältige Themen behandelt.



Mac & i
Wissen erfahren

Jetzt Ticket sichern:
webinare.heise.de/ki-arbeitsplatz



Hier helfen Tuning-Werkzeuge, die schief gesungene Töne korrigieren. Besonders gut funktioniert das in Studio One und Pro Tools, die das Tool Melodyne Essential mitbringen, das monofone Stimmen korrigiert. Cubase enthält eine eigene Stimmkorrektur und bindet Melodyne ebenso wie Logic über die ARA2-Schnittstelle (Audio Random Access) nahtlos ein. DAWs ohne ARA2 wie Ableton Live und Bitwig Studio müssen Gesangsspuren in Echtzeit in Melodyne übertragen, was die Bearbeitung verlangsamt.

3D-Formate

Dolby Atmos können Sie über Distributoren wie Distrokid auf digitalen Streamingplattformen wie Apple, Amazon und Tidal vertreiben. Entsprechende 3D-Mischungen im ADM-Format erstellen Sie in Logic und Cubase Pro [4]. Bei Pro Tools müssen Sie fürs Abo mindestens 30 Euro pro Monat zahlen und noch einen Dolby-Renderer für einmalig rund 110 Euro kaufen.

Damit Sie Dolby Atmos auch ohne teure Abhöranlage mit gewöhnlichen Stereokopfhörern mischen können, wandeln die DAWs die Rauminformationen in ein binaurales Signal um. Cubase und Pro Tools nutzen dazu den Renderer von Dolby, den auch Amazon und Tidal verwenden. Logic hat zusätzlich den Renderer von Apple im Gepäck, den Apple Music einsetzt. So können Sie testen, wie Ihr Atmos-Mix auf den Streamingdiensten über Kopfhörer klingt – Details, wie das in Logic Pro funktioniert, erklären wir in [5].

Cubase, Pro Tools und Reaper eignen sich für Ambisonics-Aufnahmen, die oft im Bereich der Virtual Reality und bei 360-Grad-Videos zum Einsatz kommen [6]. Cubase mischt bis zu 16 Kanäle pro Spur (Ambisonics 3. Ordnung), Pro Tools und Reaper unterstützen sogar bis zu 64 Kanäle (Ambisonics 7. Ordnung). Die übrigen DAWs benötigen zusätzliche Plug-ins, um mehrere Stereospuren zusammenzufassen.

Mobile Ergänzungen

Um einen kompletten Song mit Arrangement, Mixereinstellungen und Effekten im Blick zu behalten, hilft ein zweiter Monitor. Alternativ bieten DAWs wie Logic und Cubase Remote-Control-Apps für das iPad an, Studio One auch für Android- und Windows-Tablets. Auf den kleinen Touchscreens lassen sich Mixer-Fader und Effekte einstellen, Noten spielen und korri-



Avid Pro Tools

Avid ist der einzige Hersteller, der seine DAW Pro Tools nur noch vermietet. Der Dschungel an Optionen ist schwer zu durchschauen: Zwar gibt es auch eine kostenlose Intro-Version, diese reicht mit acht Spuren aber nur für kleinste Projekte. Wer die Vorzüge dieser extrem performanten und professionellen DAW nutzen möchte, muss mit 35 Euro pro Monat für die Studio-Version rechnen. Für Dolby Atmos zahlt man zusätzlich einmalig rund 110 Euro – die Dollar-Angaben des Herstellers sind immer Nettopreise.

Wer seinen Song erst entwickeln und arrangieren will, bekommt bislang nur wenig Hilfe. MIDI wird zwar unterstützt, seine Stärken spielt Pro Tools aber bei der Audioaufnahme und vor allem beim Mischen aus. Die integrierten AAX-Plug-ins sind von ausgezeichneter Qualität. Der Mixer ist in puncto Stabilität und Effizienz eine Klasse für sich und ahmt per „HEAT“ sogar die Sättigung analoger Mischpulte nach. Keine andere DAW wuppt so große Arrangements und so viele Effekte, ohne zu stottern. Dank der neuen Unterstützung für Apple-Chips zieht Pro Tools auf dem Mac sogar an Logic vorbei.

Bis alle Handgriffe und Tastenkürzel sitzen, ist allerdings Training angesagt. Manche Musiker entwickeln ihre Songs daher zunächst mit Ableton Live, Logic oder Cubase und exportieren die Spuren dann zum Mischen in Pro Tools. In professionellen Studios gehört Pro Tools zum Standardinstrumentarium, das jeder Tontechniker kennen sollte.

- ↑ höchste Performance und Stabilität
- ↑ exzellente Effekte und Mixer
- ↓ nur mietbar

Preise (gerundet): kostenlos / 11 / 35 / 118 Euro/Monat



Bitwig Studio

Bitwig Studio ist die bunte Schwester von Ableton Live. Das Bedienkonzept mit den frei kombinierbaren Clip-Slots ist ähnlich. Allerdings läuft Bitwig auch unter Linux und unterstützt Touchscreens. Wer die Software kauft, erhält ein Jahr lang Updates, auch wenn zwischendurch ein Major-Release erscheint.

Bitwig spezialisiert sich auf alle Arten von Modulationen, die Synthesizerklänge und Effekte besonders lebendig machen. Das gilt nicht nur für den überragenden modularen Synthesizer- und Effektbaukasten The Grid, sondern für alle Parameter der Instrumente, Mixer-Elemente und Effekte, die sich wie in Ableton Live in Containern kombinieren und neu verschalten lassen.

Damit ist Bitwig Studio erste Wahl, wenn es um Sounddesign mit Synthesizern geht, inklusive der Hardwareansteuerung per Steuerspannung (CV). Die Warp-Effekte zur Pitch- und Timing-Korrektur ähneln denen von Ableton Live, aber auch hier fehlt ARA zur nahtlosen Integration von Melodyne. Abstriche muss man beim Mixer machen, bei dem man mangels Spurnummerierung schnell den Überblick verliert. Zudem kommt Bitwig Studio bei ressourcenhungrigen Plug-ins etwas früher ins Stottern.

In der abgespeckten Version „16 Track“ fehlt zwar The Grid, dafür ist es ein empfehlenswerter Einstieg in die Welt der Loops und Electronica.

- ↑ toll für Sounddesign und Effekte
- ↑ unterstützt auch Linux
- ↓ unübersichtlicher Mixer

Preise (gerundet): 100 / 400 Euro

gieren. Für andere DAWs wie Ableton Live, Bitwig Studio und Reaper gibt es Apps wie TouchOSC, die Steuerbefehle per WLAN übertragen.

Wer unterwegs eine Idee hat, kann diese mit abgespeckten mobilen Versionen von Ableton Live, Logic und Cubase festhalten und die Projektdaten an die DAWs übertragen. Ableton Note (6 Euro) ist nur für kurze Inspirationen gedacht. Mit Logic können Sie sowohl das kostenlose GarageBand als auch das neue Logic Pro fürs iPad nutzen. Letzteres kostet 5 Euro im Monat. Cubase importiert Sessions aus Cubasis 3. Die Android-Version kostet 30 Euro, die iOS-Version 60 Euro.

Leistungsfähigkeit

DAWs gehören zu den leistungshungrigsten Anwendungen überhaupt. Wenn man Spuren mit Effekten bearbeitet, muss der Computer ständig die einzelnen Streams berechnen. Um zu testen, wie viele Effekte die DAWs gleichzeitig ohne Aussetzer oder Störgeräusche abspielen, haben wir

unseren Benchmark aus [1] wiederholt: Auf jeder Spur mit einem kurzen Drum-loop sind sieben Plug-ins von Fabfilter (Pro-G, Pro-Q3, Pro-MB, Pro-C2, Pro-R, Saturn 2, Pro-L2) installiert. In der Tabelle ist die maximale Anzahl dieser Spuren angegeben, die die DAWs bei 44,1 kHz mit einem Puffer von 128 Samples störungsfrei wiedergeben. Als Windows-Rechner haben wir unseren Bauvorschlag aus [1] verwendet, für die Mac-Versionen einen Mac Studio mit M1 Max.

Wenn der Rechner beim Mixen und Mastern nur noch stottert, können Sie den Puffer im Audio-Setup vergrößern und besonders rechenintensive Spuren einfrieren. Die DAW rendert dann die Spur und pausiert die Plug-ins, bis Sie die Spur wieder auftauen. Wenn das nicht hilft oder die Arbeit zu sehr behindert, können Nutzer von Ableton Live, Bitwig Studio, Steinberg Cubase und auch Reaper überlegen, die einzelnen Spuren ihres Projekts in Logic, Pro Tools oder Studio One zu übertragen und dort weiter zu mischen. In unserem

Benchmark spielten Logic und Pro Tools teilweise doppelt so viele Spuren mit Plug-ins in Echtzeit ab wie Ableton Live und Cubase. In Studio One konnten wir die zunächst durchschnittliche Anzahl der Spuren drastisch erhöhen, wenn wir den Drop-out-Schutz auf Maximum stellten. Allerdings reagierte die DAW dann deutlich träger. Bei Cubase machten sich Änderungen im ASIO-Guard kaum bemerkbar.

Fazit

Wer sich einmal an eine DAW gewöhnt hat, dem fällt der Umstieg schwer. Studio One macht es Einsteigern besonders leicht, denn die günstigen Intro-Versionen haben keine gravierenden Einschränkungen und das volle Profipaket mit zusätzlichen Orchester-Bibliotheken und Effekten kann man schon für 15 Euro im Monat mieten.

Soundtüftler und Elektroniker kommen vor allem mit Ableton Live auf ihre Kosten. Das Programm eignet sich aufgrund seiner übersichtlichen Bedienung

TECHNIKUNTERRICHT MACHT ENDLICH SPAß!



Make:Education

Mit **Make Education** erhalten Sie jeden Monat kostenlose Bauberichte und Schritt-für-Schritt-Anleitungen für einen praxisorientierten Unterricht:



Für alle weiterführenden Schulen



Fächerübergreifend



Digital zum Downloaden



Monatlicher Newsletter

Jetzt kostenlos downloaden:

make-magazin.de/education



Cockos Reaper

Der günstige Einstiegspreis von 60 US-Dollar (umgerechnet etwa 55 Euro) sollte nicht täuschen: Reaper ist keine Einsteiger-DAW, sondern ein hochkomplexes Werkzeug für Profis, die ein Mischpult bis ins Detail an ihre Bedürfnisse anpassen wollen. Mit entsprechendem Programmiergeschick können Sie auch eigene Funktionen hinzufügen. Populär ist etwa die kostenlose Modifikation Ultraschall für Podcasts. Reaper ist nicht zuletzt bei Klangforschern im universitären Umfeld beliebt, da der Mixer bis zu 64 Kanäle pro Spur zusammenfasst, um beispielsweise im 3D-Format Ambisonics zu mischen.

Die mitgelieferten Effekte klingen allerdings schlecht, interne Instrumente taugen allenfalls zur Funktionsprüfung. Beides lässt sich über Plug-ins nachrüsten. Die Performance ist etwas besser als bei Ableton Live und Cubase, reicht aber nicht an Logic oder Pro Tools heran.

Die schlanke Programmdatei ohne Kopierschutz erleichtert die Installation unter Windows, macOS und Linux. Updates erscheinen fast wöchentlich und verbessern unzählige Details. Die Dokumentation kommt kaum hinterher, das deutsche Handbuch ist hoffnungslos veraltet. Ohne gute Englischkenntnisse und Freude an der Frickelei kommt man hier nicht weit.

- ↑ einfache Installation ohne Kopierschutz
- ↑ mächtiger, anpassbarer Mixer
- ↓ frickelig zu bedienen

Preise (gerundet): 210 Euro, ermäßigt 55 Euro



Presonus Studio One

In unserer Übersicht über Musikprogramme für Einsteiger in [7] belegte die günstige Artist-Version von Studio One souverän den ersten Platz. Keine andere DAW bietet für unter 100 Euro so viele Möglichkeiten und einen so einfachen Einstieg. Die große Professional-Version bietet interessante Extras wie eine Mastering-Sektion. Damit lassen sich einzelne Tracks eines Albums schnell in der Lautstärke angleichen, mit Metatags versehen und für digitale Plattformen oder als DDP-Datei für CD-Presswerke ausgeben.

Schiefe Vocals korrigiert Studio One mit ARA2-Unterstützung besonders einfach, die Essential-Version von Melodyne ist bereits an Bord. Der Mixer speichert verschiedene Einstellungen über Snapshots und emuliert wie Pro Tools den Sound eines analogen Mischpults, das die Spuren stärker zusammenschweißt. Ein zusätzlicher Dropout-Schutz hilft bei großen Arrangements: Studio One reagiert dann zwar etwas träger, berechnet aber ähnlich viele Effekte wie Logic oder Pro Tools störungsfrei.

Die mitgelieferten Instrumente erreichen zwar nicht das Niveau von Logic und Ableton Live, decken aber zumindest Standards für Rock- und Pop-Produktionen ab. Besonders lukrativ ist das Sphere-Abo: Für 15 US-Dollar im Monat kann man Studio One mit zusätzlichen Effekten und riesigen Orchesterbibliotheken mieten.

- ↑ einfacher Einstieg, günstiges Abo
- ↑ leistungsfähiges Mischpult, Master-Sektion
- ↓ keine 3D-Formate

Preise (gerundet): 100 / 400 Euro oder 15 US-Dollar/Monat



Steinberg Cubase

Cubase ist die älteste DAW im Test und mit vielen Spezialfunktionen ausgestattet. Dazu gehören zum Beispiel VST-Connect, mit dem man Musiker über eine Internetverbindung aufnehmen kann, oder Dolby Atmos, das in Version 12 hinzugekommen ist. Mittlerweile benötigt man keinen eLicenser-Dongle mehr, sondern kann Cubase per Software autorisieren.

Um die Übersicht zu verbessern, hat Steinberg die Benutzeroberfläche modernisiert. Der in vier Bereiche gegliederte Hauptbildschirm und die zahlreichen Plug-ins wirken wie aus einem Guss. Die Funktionsfülle und die vielen Fenster (allein vier für den Mixer) verlangen Einsteigern aber durchaus Forscherdrang ab.

Während der Mixer nur eine begrenzte Anzahl an Insert-Effekten herbergt, trumpft Cubase in der Artist- und Pro-Version vor allem mit äußerst mächtigen Arrangierhilfen für MIDI-Daten und guten Audio-Effekten auf. Falsch gesungene Töne zieht Cubase mit Pitch Correct und VariAudio gerade, sodass man nicht nur MIDI-Noten, sondern auch Gesangsspuren auf neue Harmonien anpassen kann.

Die mitgelieferten Instrumente decken Standards für Rock- und Pop-Produktionen ab. Die Performance mit externen Plug-ins liegt im Mittelfeld und reicht aus, um ähnlich viele Effekte wie zum Beispiel in Ableton Live zu nutzen.

- ↑ mächtige Kompositionshilfen
- ↑ tolle Effekte und Extras
- ↓ nicht immer übersichtlich

Preise (gerundet): 100 / 330 / 580 Euro

auch für andere Musikstile und Audio-Produktionen, muss aber mit Einschränkungen beim Mixer leben. Bitwig Studio reicht zwar nicht an die Ausstattung der teuren Ableton Live Suite heran, erlaubt für Klangexperimente jedoch umfangreichere Modulationen.

Apple-Nutzer erhalten mit Logic Pro eine sehr preisgünstige und dennoch üppig ausgestattete DAW, die zudem in Dolby Atmos mischt. Sie nutzt die Rechnerhardware fast so effizient wie Avid Pro Tools, das zwar weniger Kompositionshilfen enthält, dafür aber extrem stabil läuft und professionelle Routing-Optionen bereitstellt. Bei großen Arrangements ist seine Performance unübertroffen und erspart so manches Hardware-update, das bei anderen DAWs bereits nötig wäre.

Steinbergs Cubase ist in über 30 Jahren gewachsen und vollgepackt mit Spezialfunktionen, die anderen DAWs fehlen. Dazu gehören exzellente Kompositionshilfen oder VST-Connect, mit dem man Musiker über das Internet aufnehmen kann. An manchen Stellen leidet allerdings die Übersichtlichkeit, was den Einstieg etwas erschwert.

Bei speziellen Problemen hilft schließlich Reaper weiter. Die Software lässt sich wie keine andere DAW an die persönlichen Bedürfnisse anpassen – allerdings kostet es auch viel Zeit, sich durch den Wust an Optionen zu wühlen. Musiker haben also eine große Auswahl passender Programme und können sich mit kostenlosen Demos vor dem Kauf ein gutes Bild machen, welche DAW am lautesten bimmelt.

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

Literatur

- [1] Hartmut Gieselmann, Achtung Aufnahme – Ruhe, bitte! Bauvorschlag für eine optimale Audio-Workstation, c't 11/2023, S. 108
- [2] Hartmut Gieselmann, Klang mit Köpfchen, Neun Programme für besseren Kopfhörer-Sound, c't 22/2022, S. 104
- [3] Hartmut Gieselmann, Musikalischer Zehnkampf, Zehn günstige Audio-Interfaces mit USB-C im Test, c't 2/2023, S. 134
- [4] Hartmut Gieselmann, Minimal-Musik, Podcasts und Musik auf lahmen PCs produzieren, c't 15/2022, S. 75
- [5] Hartmut Gieselmann, Musik mit Atmosphäre, 3D-Songs in Dolby Atmos mit Logic Pro X mischen, c't 4/2022, S. 142
- [6] Hartmut Gieselmann, VR fürs Ohr, Einführung in 3D-Audio mit Ambisonics, c't 4/2017, S. 96
- [7] Hartmut Gieselmann, Kleine Hitfabriken, Sechs DAWs unter 100 Euro zum Einstieg in die Musikproduktion, c't 12/2020, S. 108

Kostenlose Demoversionen: ct.de/yjb1

Digital Audio Workstations

Name	Live	Logic Pro	Pro Tools	Studio	Reaper	Studio One	Cubase
Hersteller	Ableton, ableton.com	Apple, apple.com	Avid, avid.com	Bitwig, bitwig.com	Cockos, reaper.fm	Presonus, presonus.com	Steinberg, steinberg.net
Version	11.3.3	10.7.8	2023.6	5 Beta 9	6.80	6.1.2	12.060
Betriebssysteme	Windows ab 10, macOS ab 10.13	macOS ab 12.3	Windows ab 10, macOS ab 10.15	Windows ab 7, macOS ab 10.14, Linux (Ubuntu ab 20.04)	Windows ab XP, macOS ab 10.5, Linux (Intel, ARM)	Windows ab 10, macOS ab 10.14	Windows ab 10, macOS ab 11
Kopierschutz / Autorisierungen	Software / 2	Apple ID / alle verknüpften Konten	iLok-Stick oder -Software / 1	Software / 2	ohne / keine Begrenzung	Software / 5	Software / 3
Sprache / Handbuch	deutsch / deutsch	deutsch / deutsch	deutsch / englisch	deutsch / deutsch	deutsch (optional) / englisch	deutsch / deutsch	deutsch / deutsch
Plug-in-Formate	VST2/3, AU, AUV3	AU, AUV3	AAX	VST2/3, CLAP, LV2	VST2/3, JS, CLAP, LV2	VST2/3, AU	VST2/3, Mac (Apple): VST3
3D-Formate	–	bis 7.1.4, Dolby Atmos	bis 9.1.6, MPEG-H, Dolby Atmos (optional), Ambisonics (7th order)	–	bis 8 Kanäle, Ambisonics (7th Order)	–	bis 7.1.4, Dolby Atmos, Ambisonics (3rd Order)
Video-Unterstützung	✓	✓	ab Pro Tools Studio	–	✓	✓	✓
Ausgabeformate	Wave, AIFF, FLAC, MP3	Wave, AIFF, CAF, MP3, Audio-CD, M4A, AAC	Wave, AIFF, MP3, M4A, MXF	Wave, FLAC, OGG Vorbis / Opus, MP3	Wave, AIFF, FLAC, CAF, MP3, WavPack, OGG Vorbis / Opus, DDP, Audio CD	Wave, AIFF, FLAC, CAF, M4A, OGG Vorbis / Opus, MP3, Audio CD, DDP	Wave, AIFF, MP3, FLAC, OGG Vorbis
Tuning-Korrektur / ARA 2	– / –	– / ✓	Melodyne Essential / ✓	– / –	ReaTune / –	Melodyne Essential / ✓	VariAudio / ✓
MIDI / MPE / CV	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –	✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –
Fernsteuerungen	Push Controller	Logic Remote (iOS)	Avid Control (Android, FireOS, iOS)	–	–	Studio One Remote (Android, iOS, Windows)	Cubase iC Pro (iOS)
mobile Ergänzungen	Ableton Note (iOS)	GarageBand (iOS, iPadOS), Logic Pro for iPad (iPadOS)	–	–	–	–	Cubasis 3 (Android, iOS)
Benchmark Windows / macOS	35 Spuren / 22 Spuren	– / 43 Spuren	70 Spuren / 46 Spuren	29 Spuren / 16 Spuren	40 Spuren / 24 Spuren	35 bis 84 Spuren / 20 bis 43 Spuren	35 Spuren / 22 bis 24 Spuren
Sonstiges	Push-3-Controller (Standalone)	Automatik-Drummer, Headtracking für Apple-Kopfhörer	Cloud-Projekte, Analog Summing (HEAT), DSP-Unterstützung	modularer Synth, Modulatoren	konfigurierbare Oberfläche, Addons für Podcasts	Live-Steuerung, Mastering-Sektion, Analog Summing	VR Suite, Remote Recording, Chord Pads, Akkordspur
Bewertung und Preise							
Einstieg	+	○	⊖	+	⊖	++	○
Bedienung	++	○	○	+	⊖	+	+
Sounddesign	++	+	○	++	⊖	○	○
Arrangement	++	○	○	+	○	+	++
Mixer	○	○	++	⊖	+	+	+
Effekte	+	++	++	+	⊖	+	+
Instrumente	+	++	○	++	⊖	○	○
Performance	○	++	+	⊖	+	○ bis ++	○
Preise, circa	80 / 350 / 600 €	230 €	Ab: kostenlos / 11 / 35 / 118 €/Monat	100 / 400 €	55 / 210 Euro	100 / 400 €, Sphere: 15 €/Monat	100 / 330 / 580 €
✓ vorhanden – nicht vorhanden ++ sehr gut + gut ○ befriedigend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht							

Zahlen, Daten, Fakten

Amazon

Bestellen ist für viele bequemer als der Einkauf in den Ladenketten im Zentrum. Das merken auch Einkaufszentren auf der grünen Wiese. Marktführer ist Amazon, der 1994 als Buchversender gegründete Onlineshop. Er bietet mittlerweile so ziemlich alles an, was sich denken lässt; nur wenige Dinge sind aus juristischen Gründen oder aufgrund selbst auf-

gestellter Regeln nicht im Sortiment. Dabei können sich viele Kunden laut einer Statista-Umfrage vorstellen, auch Versicherungen, Strom oder andere immaterielle Dinge über Amazon zu beziehen.

Über Amazons Marketplace wird auch sehr viel No-Name-Ware aus China ohne Qualitätskontrolle verkauft. Längst ist Amazon überwiegend eine Verkäufer-

plattform ohne besonderes Augenmerk auf ein rundes Sortiment geworden. Die Kosten für die eigene Lagerhaltung und den Transport der Waren zu den Kunden sind in den letzten Jahren stark gestiegen. Zwar verkündet Amazon immer neue Umsatzrekorde, jedoch sinken tendenziell weltweit die Zugriffszahlen auf Websites des Versenders. (mil@ct.de) **ct**

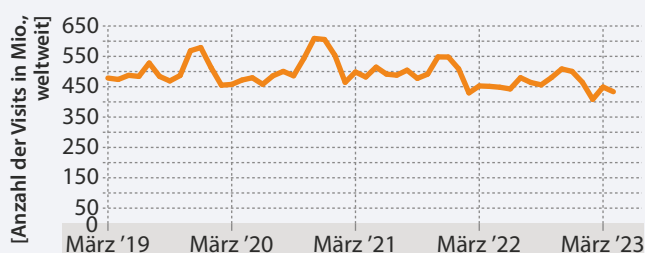
► Amazon-Verkäufer

Statt über einen eigenen Shop verkaufen viele Händler ihre Produkte über den Amazon Marketplace.¹



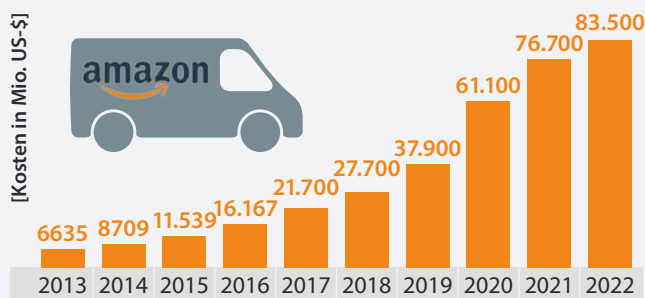
► Visits

Die Besuche von Amazons Websites nehmen weltweit tendenziell eher ab als zu.³



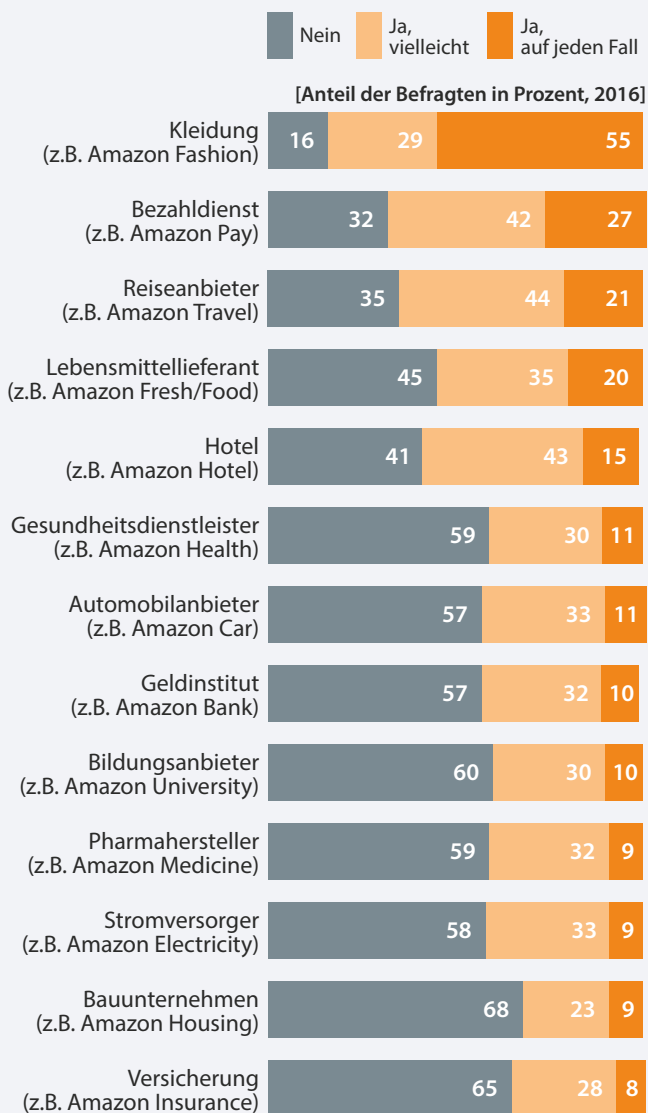
► Lieferausgaben

Seit 2013 haben sich Amazons Ausgaben für Sortier- und Auslieferungszentren sowie Transporte mehr als versechzehnfacht.⁴



► Amazon als Allesanbieter

Viele Amazon-Nutzer könnten sich vorstellen, alles Mögliche bei Amazon zu kaufen.²



Abweichungen von 100 durch Rundung

► Unverkäuflich im Marketplace

Fremdanbieter, die über Amazon im Marketplace verkaufen, dürfen nicht alles offerieren. Verboten ist einiges.⁵

amazon.de

Hallo Lieferadresse wählen

Alle

Suche Amazon.de

DE

Hallo, anmelden Konto und Listen

Warenrücksendungen und Bestellungen

Einkaufswagen

Alle

Bestseller

Amazon Basics

Angebote

Prime Video

Neuerscheinungen

Musik

Geschenkgutscheine für jeden Anlass

Verboten

Geschenkgutscheine

Tabakerzeugnisse

Getränke und Lebensmittel, die mehr als nur geringfügig Alkohol enthalten

Waffen

Tier- und Pflanzenteile, die unter das Artenschutzgesetz fallen

Gebrauchte Fahrzeuge/ Gebrauchte Fahrzeugteile

Verschreibungspflichtige Medikamente

DVDs mit falschem Regionalcode oder Alterseinstufung (FSK/USK)

Amazon verweigert

Produkte über 3 m Länge oder 150 kg Gewicht

Produkte, die Fall- und Schütteltest nicht überstehen

Ungeeignet verpackte Produkte

Lebende Ware

Vom 1. Mai bis 14. Oktober keine Schokolade

Produkte, die gekühlt werden müssen

Lebensmittel, die in weniger als 15 Monaten (Getränke: 70 Tage) ablaufen

Gesetzlich verbotene Waren, etwa gefährliche Güter

Produkte, die einem Rückruf unterliegen

In der gesamten

NS-Memorabilia

Produkte, die Hass, Rassismus und Diskriminierung fördern

Pornografie

Schädlings- und Unkrautbekämpfung

Feuerwerk und Pyrotechnik

Archäologische Funde

Mobiltelefone mit SIM-Lock

► AWS Cloud

Außer durch Warenverkauf erzielt Amazon als großer Cloudanbieter zweistellige Milliardenumsätze.⁶

[Umsatz in Mio. US-\$]

Jahr	Umsatz (Mio. US-\$)
2013	3108
2014	4644
2015	7880
2016	12.219
2017	17.459
2018	25.655
2019	35.026
2020	45.370
2021	62.202
2022	80.096

► Kunden und soziale Netzwerke

Amazon-Kunden sind häufiger in sozialen Netzwerken aktiv als die Gesamtbevölkerung.⁷

[Anteil der Befragten in Prozent, 2020]

Kategorie	Bevölkerung (%)	Kunden (%)
mehrmals in der Woche	60,8	78,0
mehrmals im Monat	9,9	10,1
etwa einmal im Monat	1,5	1,6
seltener	2,5	1,8
nie	25,2	8,5

Bevölkerung

Kunden

c't 2023, Heft 16

105

Quellen: ¹ HDE Online Monitor 2022 ² Statista (GAFA) ³ Similarweb (April 2023) ⁴ Amazon Form 10-K, Seite 25 ⁵ Amazon ⁶ Amazon Quartalsbericht 4/2022 ⁷ Verbrauchs- und Medienanalyse – VuMA 2021 (Deutschland 2020)



Bild: BMW Group

Chamäleon auf Rädern

Die Technik hinter BMWs Konzeptauto iVision Dee mit E-Ink Prism 3

Mit E-Ink-Folien und viel Tüftelei erschuf ein Maker-Team bei BMW ein Showcar, dessen Karosseriefarbe sich auf Knopfdruck ändert. Auf die Straße wird es in dieser Form wohl nicht kommen, dennoch dürfte man E-Ink-Technik demnächst in Serienfahrzeugen finden.

Von Dirk Kunde

Erst Blau, dann Gelb, jetzt Grün: In schneller Folge wechselt das Auto sein Aussehen. Die 240 Elemente auf der Karosserie nehmen jeweils bis zu 32 unterschiedliche Farben an. Der sperrig als „iVision Dee feat. E-Ink“ bezeichnete BMW ist mal bunt, mal komplett einfarbig – oder er übernimmt die Lackierung von Autoklassikern wie Herbie, dem berühmten VW Käfer.

Neben dem Showcar steht Stella Clarke und hält ein Smartphone in der Hand. Damit steuert die Ingenieurin und passionierte Makerin die Farbwechsel auf der Karosserie. Noch befindet sich das bunte Auto im BMW-Forschungszentrum in Garching nördlich von München. Hier wird es auf seine nächste Reise vorbereitet. In Kürze geht es zur Messe „Auto Shanghai“ nach China.

Stella Clarke arbeitet seit 2007 bei BMW. Die gebürtige Australierin entwickelt im Forschungszentrum Ideen für neue Fahrzeugtechniken. Als studierte Maschinenbauingenieurin legt sie immer gern selbst Hand an. Mit LötKolben und Laser-Cutter arbeitet sie an Komponenten für Prototypen.

Unter anderem beschäftigt sie sich mit Informationsanzeigen auf E-Ink-Folie, die als Ergänzung zu Touchbildschirmen dienen könnten. Die elektrische Tinte, die

man aus E-Book-Readern kennt, ist besonders unempfindlich gegenüber Lichtreflexionen und lässt sich im Unterschied zu herkömmlichen Displays auch bei starker Sonneneinstrahlung problemlos ablesen.

Im Jahr 2019 kam Clarke auf die Idee, die Folien nicht nur innen, sondern auch außen auf der

Karosserie einzusetzen. Für eine interne BMW-Messe bereitete sie Anfang 2020 ein Exponat vor. Sie nutzte Schwarz und Weiß anzeigende E-Ink-Folien und bestückte damit die Seite eines Fahrzeugs.

Die Regeln brechen

Die Veranstaltung wurde jedoch coronabedingt abgesagt. Clarke war enttäuscht, dass niemand ihre Idee zu sehen bekam. Sie drehte ein Video, das den Wechsel von Weiß zu Schwarz und umgekehrt zeigt. Eine Farbdarstellung ist mit dieser E-Ink-Version noch nicht möglich. Kurzerhand

Frisch aus
c't Nerdistan

arbeitete sie mit After Effects das Orange der Studie BMW Vision M Next ein. Der Hybridsportwagen wurde seinerzeit als Nachfolger des BMW i8 gehandelt.

Nun machte die 43-Jährige etwas, was in einem DAX-Konzern ungern gesehen wird. Sie schickte ihr Video an den großen Verteiler, also auch das Top-Management. Die Verantwortliche für den Messeauftritt bei der CES war spontan begeistert und fragte Clarke, ob man das Farbenspiel dort zeigen könne.

So stand im Januar 2022 auf dem Messegelände in Las Vegas ein BMW iX, der seine Karosseriefarbe zwar noch nicht bunt, aber von Weiß über Grautöne zu Schwarz verändern konnte. Die dreieckigen Grundformen der einzelnen E-Ink-Fragmente verliehen der Außenhaut einen futuristischen Look. Das Raster löst ein Problem, denn E-Ink-Folie ist für glatte Flächen konzipiert und nicht für gebogene Karosserieteile. Die Dreiecke erfüllen die Funktion von „Dehnungsfugen, sodass wir die Folie auf gewölbten Flächen aufbringen konnten“, sagt Clarke.

Ingenieure am MIT Media Lab entwickelten schon Ende der 1990er Jahre die elektrische Tinte. Sie besteht aus Mikrokapseln, die in einer gerade mal 0,3 Millimeter dicken Folie stecken. Der Durchmesser einer Kapsel entspricht mit 0,06 bis 0,08 mm dem eines menschlichen Haars.

Legt man eine elektrische Spannung an die Folie, werden die schwarzen Kügelchen von der oberen Schicht angezogen und sind für den Betrachter sichtbar. Stoppt die Energiezufuhr, bleiben die Kügelchen unverändert in ihrer Position liegen. Erst eine neue Spannung richtet die Kapseln neu aus. Um das Produkt verkaufen zu können, gründeten die MIT-Forscher die E Ink Cor-

poration. Sie wird 2009 vom taiwanischen Unternehmen Prime View übernommen.

Jetzt wirds bunt

Nach dem Auftritt in Las Vegas bot E Ink dem Autohersteller eine Weiterentwicklung der Monochromfolie an. Inzwischen hatten die Entwickler farbige E-Ink-Folien im Programm (siehe c't 6/2022, S. 96). Clarke ist begeistert und treibt das Projekt mit Blick auf die CES 2023 weiter voran. Diese hat sich zu einer der wichtigsten globalen Automessen mit Technikfokus entwickelt.

In München-Garching setzten Clarke und ihr Team die neuen Folienstücke unter Spannung. Das Produkt Prism 3 von E Ink funktioniert anders als die beispielsweise im E-Book-Reader PocketBook Ink-Pad Color verbaute Folie. „Je nach angelegter Spannung zwischen 5 und 24 Volt sieht man unterschiedliche Farben“, sagt die Ingenieurin.

Bei der Farbgestaltung verwenden die maximal 75 mal 50 cm großen Folienstücke das CMYK-Prinzip. Durch das Mischen von Cyan (Blaugrün), Magenta (Purpur), Yellow (Gelb) und Black (Schwarz) lassen sich 32 unterschiedliche Farben erstellen. Wobei die Prism-Folie eher CMYW heißen müsste, denn schwarze Kugeln gibt es nicht. Es kommt stattdessen Weiß (White) zum Einsatz. Ein Schwarzton wird aus der Kombination der übrigen Farben erzeugt.

Die Stromstärke liegt im Milliampere-Bereich. Der Farbwechsel für das gesamte Fahrzeug dauert rund zehn Sekunden und benötigt während dieses Zeitraums eine Leistung von rund 20 Watt. Ist die Farbe gewählt, wird keine elektrische Energie mehr benötigt. Bei der Schwarz-Weiß-Folie lässt sich ein Farbwechsel beschleunigen, wenn eine höhere Spannung angelegt

wird. „Doch das hat Grenzen. Man darf es nicht übertreiben“, beschreibt Clarke ihre Erfahrung.

Über einen längeren Zeitraum angewandt, führen höhere Spannungen zu Vergilbungen bis zum totalen Ausfall der Folie. Auch bei der farbigen Folie leidet die Farbbrillanz, wenn man den Wechsel mithilfe der Spannungswerte beschleunigt. „Doch wenn alle Folienelemente am Auto ihre Farben ändern, wirkt es deutlich schneller“, sagt Clarke. E Ink will in der Version 4 von Prism die Schaltzeit unter drei Sekunden drücken.

Clarke's Team stieß bei der polychromen Prism-3-Folie zunächst auf ein anderes Problem. Der Beschnitt der Schwarz-Weiß-Folie mit dem Laser-Cutter klappte noch relativ einfach. „Bei der farbigen Folie haben wir zu Beginn etliche Kurzschlüsse in der Folie verursacht“, sagt Clarke. Durch Ausprobieren lernen sie, an welchen Stellen man die Folie schneiden kann, sodass sie weiterhin funktioniert. Während dieser Phase besteht das Team aus Clarke und drei Kollegen.

Als die 240 farbigen Segmente auf das Showcar aufgebracht werden mussten, brauchte es noch mehr helfende Hände. „Dann kamen rund 15 Auszubildende und Modellbauer, die uns unterstützten“, sagt Clarke. Bei der Arbeit ist Feingefühl gefragt. Am Rand eines Karosserieteils muss die Folie sauber nach hinten umgeschlagen werden. Jedes Segment benötigt zur Ansteuerung zwei Kabel, das Team erhöht aus Sicherheitsgründen auf sechs. Die flachen Leiterbahnen müssen unsichtbar und ohne zu sehr aufzutragen, unter der Folie verlegt werden.

Damit die Farbauswahl funktioniert, werden die Leiterbahnen mit von BMW entwickelten Controllern verbunden. Ins-



Die Scheinwerfer des Dee sind mit schwarz-weißen Folien bestückt. Die Kabel verschwinden später im Innern.



Der iX Flow Featuring E Ink von 2022 konnte seine Außenhaut nur in Graustufen verändern.

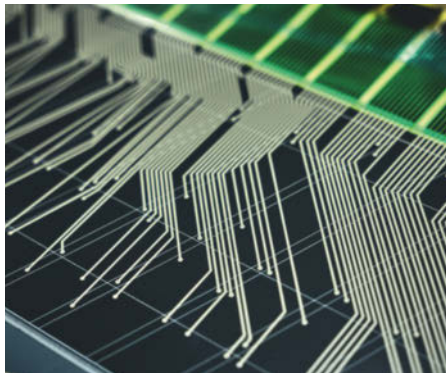


Bild: BMW

Jedes Scheinwerferauge besteht aus 161 E-Ink-Segmenten. Auf dem Backplane sieht man die Traces, die zu jedem einzelnen Segment führen.

gesamt sind zehn Controller verbaut und jeder steuert 24 Foliensegmente. Über ein CAN-Bus-System sind die Controller mit einem Raspberry Pi verbunden. Der Computer hostet eine Webseite, auf die Clarke von außen per WLAN mit ihrem Smartphone zugreift. Auf diesem Smartphone sieht sie die unterschiedlichen Farbkombinationen und wählt diese aus.

Der Farbwechsel umfasst auch die Radkappen, wohin zumindest beim Showcar keine Kabel führen, denn der Wagen soll ja auf eine Bühne fahren können. Stattdessen verfügt der Radkappen-Mikrocontroller über eine eigene Batterie und ist per WLAN mit dem Raspberry Pi verbunden.

Um nicht nur ein buntes Auto zu bekommen, sondern zum Beispiel auch eine Lackierung wie beim VW Käfer Herbie zu realisieren, mussten Clarke und Kollegen jedes Segment auf der Karosserie eindeu-

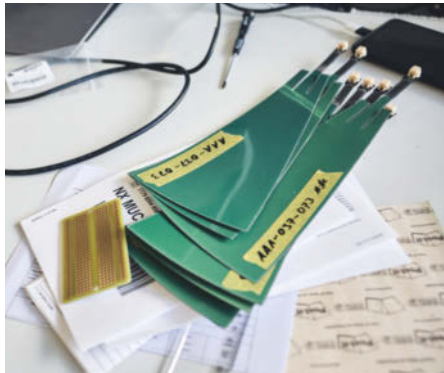


Bild: Dirk Kunde

Auf dem Schreibtisch in der Maker-Werkstatt stapeln sich E-Ink-Elemente, die das Team um Clarke später auf den Radkappen montiert.

tig benennen. Eine Ansteuerung ist nur möglich, wenn man weiß, welche Fläche die gewünschte Farbe annehmen soll. Die 240 Segmente heißen nun etwa „Kotflügel_links_1“ oder „Motorhaube_oben_3“.

Ende 2022 ging das Showcar per Flugzeug auf die Reise in die USA. „Meine größte Sorge waren die Erschütterungen auf dem Weg zur Veranstaltungshalle. Doch sie konnten dem Auto nichts anhaben, in Las Vegas funktionierte alles“, sagt Clarke rückblickend. BMW-Chef Zipse inszenierte Anfang Januar 2023 im Palm Casino Ressort den ersten Auftritt des Showcars. Stella Clarke präsentierte dem Publikum als verantwortliche Projektmanagerin die bunte Seite des i Vision Dee. Dee steht für Digital Emotional Experience.

Das perfekte Fluchtfahrzeug

Aus einigen Artikeln in US-Medien ist die Erwartungshaltung herauszulesen, dass

die farbigen Elemente bereits in wenigen Jahren in Serienfahrzeugen kommen. Da werden einige Leser enttäuscht sein. Auch Clarke gibt offen zu, dass ein derartiges Fahrzeug so schnell nicht kommen wird, auch wenn weitere Unternehmen Prism 3 für sich entdeckt haben. Samsung etwa nutzt die Folie auf Küchengeräten, Sony bei seiner Fashion Watch.

Doch ein Auto, das während der Fahrt seine Farbe ändert, dürfte andere Verkehrsteilnehmer ablenken und damit zum Unfallrisiko werden. Ob und unter welchen Bedingungen die Zulassungsbehörden einen Farbwechsel genehmigen, ist noch nicht geklärt. Hinzu kommen praktische Hürden: Haltbarkeit bei unterschiedlichen Witterungsverhältnissen, Langlebigkeit und der Austausch defekter Elemente.

Aber Clarks Idee wird nicht in einer Schublade verschwinden. Autohersteller werden zukünftig eventuell kleinere Flächen auf der Karosserie nutzen, um Warnsymbole anzuzeigen oder den erkannten Halter des Fahrzeugs zu begrüßen. Noch wahrscheinlicher ist der Einsatz in geschützten Bereichen, also hinter Glas im Scheinwerfer oder im Fahrzeuginnenraum.

Clarke sieht einen entscheidenden Vorteil bei E-Ink: „Die Darstellung ist tagsüber gut sichtbar, egal wie stark die Sonne scheint.“ Vielleicht ist es auch nicht zwingend ein praktischer Nutzen, sondern ein Lifestyle-Aspekt, der im Serienfahrzeug im Vordergrund steht. Nutzer könnten damit in Zukunft Teile der Innenverkleidung, des Armaturenbretts und des Dachhimmels ihrer Laune, farblichen Vorlieben oder dem gewählten Outfit anpassen.

(sha@ct.de) ct



Bild: BMW

Fertige Radkappen: Die Folienelemente nehmen unterschiedliche Farben an.



Bild: Dirk Kunde

Stella Clarke testet mit dem Smartphone die Farbgestaltung der Karosserie.

»IST NICHT
ROCK'N'ROLL,
ABER WICHTIG.«

1 von 8
Männern
erkrankt an
Prostatakrebs

Hugo Egon Balder
Fernsehmoderator, Musiker, Schauspieler und Kabarettist
fotografiert von Christian Holzknicht, www.christianholzknicht.com

WAS MANN ÜBER PROSTATAKREBS WISSEN SOLLTE.

PARTNER:



WWW.BLUERIBBON-DEUTSCHLAND.DE

IHRE SPENDE HILFT:





Bild: KI Midjourney, Stable Diffusion | Bearbeitung: c't

Scheinwirklichkeiten

KI-Beauty-Filter fürs Smartphone rechnen das Spiegelbild schön – in Echtzeit

Für Konzerne wie Snap, Meta und den TikTok-Betreiber ByteDance sind Beauty-Filter seit jeher wichtige Umsatztreiber, denn sie locken junge Nutzer und die passenden Werbekunden auf die Plattformen. Die neuesten TikTok-Filter manipulieren Gesichter im Live-Video nun nahezu fehlerfrei, Deepfake-Technik macht's möglich.

Von Holger Bleich
und Andrea Trinkwalder

Eine eigentümliche Mischung aus Faszination, Staunen und Entsetzen bestimmte Anfang März die Berichterstattung in den Publikumsmedien, nachdem ByteDance einige neue Add-ons für seine Kurzvideoplattform TikTok veröffentlicht hatte. Mit im Paket: ein neuer Beauty-Filter namens Bold Glamour sowie eine Art digitaler Jungbrunnen (Teenager-Filter). Vor allem Menschen, die sich bislang wenig mit den Möglichkeiten visueller Realitätserweiterung (Augmented Reality, AR) in sozialen Netzwerken beschäftigt hatten, fröstelte es angesichts der Perfektion, mit der Bold Glamour das eigene Konterfei im angesagten Influencer-Look präsentiert: ohne Verzögerung, ohne auffällige Artefakte.

Sie können diesen Effekt selbst ausprobieren: Aktivieren Sie den Bold-Glamour-Filter in TikTok, dann halten Sie jemandem diesbezüglich Unbedarften, vielleicht der Großmutter, das Smartphone vors Gesicht. Oder wählen Sie den Teenager-Filter, der im Splitscreen auf magische Weise Gesichter um Jahre verjüngt. Sie dürften „Oohs“ und „Aahs“ ernen, vielleicht geschmeichelte, sicherlich aber sehr skeptische Blicke. Bold Glamour ist aber nur die technologische Speerspitze einer Entwicklung, die mehr als zehn Jahre zurückreicht.

Die Geschichte der Beauty-Filter, wie die auf Gesichtsm Manipulation spezialisierten AR-Anwendungen meist genannt werden, ist fast so alt wie die der sozialen

Medien selbst. Während Hardwarehersteller wie Microsoft, Google und Apple noch immer nach der Killerapplikation für ihre Augmented-Reality-Headsets suchen, hat AR in den sozialen Medien längst den Siegeszug angetreten. Denn dort kommt es darauf an, sich öffentlich in bestem Licht zu präsentieren – da nimmt die breite Masse augenscheinlich jede technische Hilfe gerne an.

Den ersten Hype hatte das israelische Unternehmen Lightricks bereits 2013 mit seiner sehr erfolgreichen App Facetune ausgelöst. Damit war es erstmals möglich, mit der Selfiekamera geschossene Gesichtsfotos nachträglich zu retuschieren. Das klappte mehr schlecht als recht, die Manipulationen waren fast immer deutlich erkennbar. 2015 erweiterte Snapchat als erste soziale Plattform seine Kamerafunktion um AR-Filter. Die neueste Generation von Smartphones war nun technisch so fortgeschritten, dass sich Bilder nahezu in Echtzeit verfremden ließen. Snap verhalf damit den AR-Filtern zum Durchbruch.

Zu Beginn begeisterten sich die Nutzer vor allem für „echte“ AR: Sie ließen sich vom Filter Katzenohren verpassen, Glupschaugen oder lustige Hüte. Immer mehr traten aber die Optimierungstools in den Vordergrund, die live Pickel entfernen, den Teint ändern oder müde Augen lebendiger erscheinen lassen. Erst 2017 begann Instagram, mit den Story-Filtern nachzuziehen. Auch hier gewannen die Selbstoptimierungsfiler rasch die Oberhand.

c't kompakt

- Die Selbstoptimierung für soziale Netzwerke begann vor zehn Jahren mit der App Facetune; Techniken wie diese locken junge Nutzer und Werbekunden auf die Plattformen.
- Snap, Instagram und TikTok stellen mittlerweile Tausende Beauty-Filter und SDKs für eigene Filter zur Verfügung. Sie kurbeln das lukrative Geschäft noch mehr an.
- TikTok hat Beauty-Filter auf Basis generativer KI entwickelt, die Gesichter nahezu fehlerfrei manipulieren. Die Grenzen zwischen echt und künstlich verschwimmen zusehends.

Filterindustrie

Eine neue Schwemme an Filtern kam auf, als die großen Plattformen Snapchat und Instagram Toolkits, SDKs und APIs für Inhaltsproduzenten (Creators) veröffentlichten, mit denen diese auf Basis der jeweiligen Plattformtechnik eigene Filter erstellen können. Mit „AR Lens Studio“ für Snapchat und „Meta Spark AR Studio“ für Instagram kann man sein eigenes AR-Overlay zusammenklicken. 2021 verzeichnete Snap bereits 200 Millionen täglich aktiver Filternutzer, und Instagram vermeldete, dass 600 Millionen Kunden mindestens einmal einen AR-Filter verwendet haben.

Die Öffnung rief Werbeagenturen auf den Plan, die lustige AR-Anwendungen für Marken ersannen, schuf aber auch eine regelrechte Filterindustrie, in der sich unter anderem Künstler tummeln. Für unser Schwesternmagazin MIT Technology Review hat sich die US-amerikanische Journalistin Tate Ryan-Mosley jüngst in dieser Szene umgesehen. Sie sprach beispielsweise mit der Visagistin Caroline Rocha, die mit Spark AR künstlerische Filter erstellt hat. Ihr erster Filter, der sich viral verbreitete, hieß „Alive“ und überlagert das Gesicht mit einer Herzschlagkurve, die sich als herzförmige Linie um die Augen legt.

Viele Künstler haben mittlerweile wieder aufgegeben. Laut Rocha liegt der Grund darin, dass es inzwischen eine „schönheitsbesessene Filterkultur“ gebe. Eine neue Generation von Filterentwicklern wolle nur noch „Geld, Ruhm und Follower“. Geld verdienen diese Profis insbesondere, indem sie Filter für große Marken entwickeln, die ihr Branding unter Influencern streuen wollen.

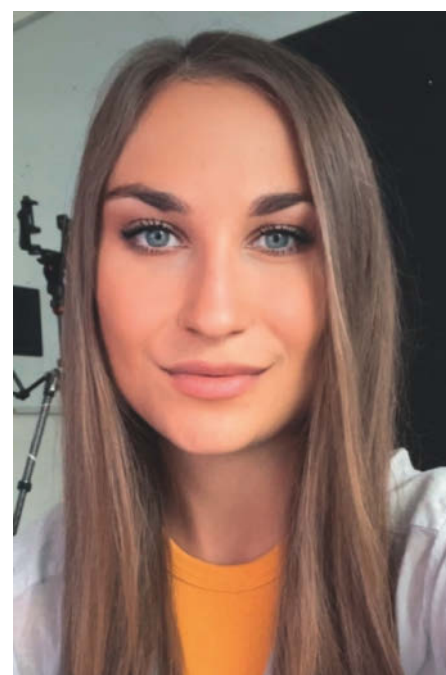
Tate sprach auch mit Vertretern dieser neuen Generation, zum Beispiel mit der AR-Entwicklerin Florencia Solari. Diese berichtete, dass ihr erster Beauty-Filter namens „vedette++“ allein in den ersten 100 Tagen 130 Millionen Mal aufgerufen und 1,2 Millionen Mal genutzt worden sei. Dabei sei er nicht gut gewesen, betonte Solari. Es sei „eine Art Mischung aus einem Alien mit einem Gesicht, das aussah, als wäre es voller Botox“ herausgekommen. Doch als Model und Influencerin Bella Hadid ihn empfohlen habe, seien die Zahlen steil nach oben gegangen.

Glitchige Filter

Alle AR-Filter hatten gemein, dass sie in der Regel als solche zu erkennen waren:



Unsere Social-Media-Managerin Jil Martha Baae fotografierte sich mit der Selfiekamera ohne TikTok ...



... und anschließend mit eingeschaltetem Bold-Glamour-Filter.

Die Manipulation fiel auf, wenn sich ein Gesicht drehte oder Hände Teile des Kopfes verdeckten. Dadurch entstanden sogenannte Glitches, weil die Software herkömmlicher Filter ihre 3D-Textur kurzzeitig nicht mehr korrekt und verzerrungsfrei über das Gesicht gelegt bekam – obwohl bereits neuronale Netze im Einsatz waren, die derlei Effekte ausgleichen sollten.



heise-online-Redakteurin Eva-Maria Weiß hat sich bei einer Presseveranstaltung von Snap eine Dior-Brille verpassen lassen – ein neuer KI-Filter für Snapchat machte es möglich.

In diesem Jahr feiert nun generative KI wie in so vielen Bereichen auch bei den AR-Filtern auf dem Smartphone ihren Einstand – wenn auch nur auf Handys mit halbwegs aktueller Hardware. Die ersten Ergebnisse beeindrucken. Im April etwa hat Snap seine ersten echten visuellen KI-Filter für seine Plattform Snapchat vorgestellt. Damit könnten Nutzer „sich selbst und die Welt um sie herum verwandeln“, zum Beispiel im Stile eines Science-Fiction-Comics, verkündete der Anbieter.

Snap fokussiert sich seit einiger Zeit noch stärker als Instagram auf AR-Filter für Unternehmen und Werbeagenturen. Dafür hat es den Geschäftsbereich AR Enterprise Services (ARES) gegründet. Kooperationspartner aus der Modewelt etwa können Filter anbieten, mit denen Kunden Kleidungsstücke virtuell anprobieren, Brillen anpassen oder Sneaker auf ihre Füße projizieren. Vieles davon gibt es schon länger, wird aber nun durch die KI-Filter deutlich realistischer. Der US-Einzelhändler Princess Polly etwa habe eine um 24 Prozent niedrigere Rücksendequote nach dem Einsatz des virtuellen Anprobefilters „Finder“ verzeichnet, verkündete Snap stolz.

Die vom chinesischen Konzern ByteDance betriebene Kurzvideo- und Social-Media-Plattform TikTok war zunächst „late to the party“. Erst im März 2022 öffnete auch ByteDance seine Filtertechnik für Creator und startete das SDK „Effect House“ als erste Betaversion. Seit Jahren

aber hatte der Konzern da bereits wissenschaftliche Arbeiten zu bildgebender generativer KI gefördert, was nur innerhalb der KI-Szene aufmerksam verfolgt worden war.

Am 22. Februar dieses Jahres ließ man dann die Katze aus dem Sack und schockte damit sicherlich den Wettbewerb. TikTok-Manager Greg Feingold twitterte an die Creator: „Effect House 2.0.0 ist jetzt verfügbar! Viele neue Funktionen, aber die Stars der Show sind die generativen KI-Effekte, unsere ersten GAN-Funktionen, mit denen Sie Gesichtsmerkmale in Echtzeit ändern können!“ Die ersten drei freigegebenen Effekte hießen „Eyebrow Eraser“, „Smile“ und „Pucker“.

Perfektioniertes Fälscherhandwerk

Wenige Tage später ging der eingangs bereits erwähnte Bold-Glamour-Filter an den Start, der augenscheinlich ebenfalls Ergebnis der neuen generativen Fähigkeiten ist. Zwar äußerte sich ByteDance bislang auch auf Nachfrage von c’t nicht zur Technik hinter dem Bold-Glamour-Filter, aber Beobachter und KI-Experten sind sich ziemlich sicher: Da muss ein enorm ausgeklügeltes, effizientes GAN am Werk sein, also ein Generative Adversarial Network, das die optimierten Videos in Echtzeit mit einer Framerate von 30 Bildern pro Sekunde von Grund auf generiert. Sonst würde man typische Glitch-Artefakte sehen, insbesondere, wenn TikToker ihr Bold-Glamour-gestyltes Gesicht mit der Hand teilweise verdecken.

Eine GAN-Architektur besteht im Wesentlichen aus zwei neuronalen Netzen, deren Trainingsphase komplett automatisiert und wie ein Wettkampf abläuft. Gegenüber stehen sich ein Generator-Netz, das möglichst echt wirkende Bilder produzieren soll, und ein Detektor-Netz (Diskriminator), das beurteilt, ob es sich um ein KI-Bild oder um ein authentisches Foto handelt. Wie bei einem Tennismatch geht es hin und her: Der Generator schlägt auf, indem er ein Bild abfeuert, und der Detektor retourniert, indem er sein Wahr-Falsch-Urteil abgibt.

Als Trainer fungiert ein Mechanismus (Detektor), der den Fehler misst und als konstruktives Feedback direkt in die Netze einspeist: Je nachdem, wer den Spielzug mit welcher Deutlichkeit gewinnt (Art und Ausprägung des Fehlers), passen einer oder beide Kontrahenten ihre Taktik an. Das bedeutet, sie justieren vor allem diejenigen Parameterwerte innerhalb ihres

Netzes nach, die den Punktverlust mutmaßlich verursacht haben. Weiter gehts mit dem nächsten Aufschlag. Wenn der Detektor Original und Fälschung nicht mehr unterscheiden kann, ist das Training beendet.

Ein entscheidendes Konzept ist hier: Der Generator produziert seine Werke nicht ins Blaue hinein, sondern muss versuchen, ein aus dem Trainingsdatensatz gesampeltes Originalbild zu rekonstruieren. Als Starthilfe bekommt er einen zufällig generierten Merkmalsvektor, in dem sozusagen nur die charakteristischen Merkmale eines Motivs komprimiert sind. Im Falle eines Porträts würde dieser Vektor die wichtigsten individuellen Informationen über Haut, Haare, Augen, Mund, Nase, Stirn, Kinn, Ohren oder auch die Wangen und den Hals einer Person enthalten – und zwar von charakteristischen Formen und Kanten über die Texturen bis hin zu Farben und Farbverläufen. Und alle für Gesichter (oder beliebige andere fotografische Motive) möglichen Merkmalsvektoren zusammen spannen einen hochdimensionalen Vektorraum auf, den Latent Space.

Gezielte Manipulation

Besonders reizvoll an diesem Raum ist, dass die zu individuellen Porträts gehörenden Vektoren sich nicht einfach irgendwie darin verteilen, sondern nach Ähnlichkeit ihrer Merkmale anordnen. Man kann sich den Latent Space so vorstellen: In einem großen Bereich sammeln sich nur ganz grob Vektoren von Kinderporträts, im gegenüberliegenden diejenigen von Greisen und dazwischen alle anderen Altersgruppen. Diese Bereiche wiederum splitten sich grob in solche mit männlichen und weiblichen Attributen. Bei Erwachsenen wiederum sind die Unterschiede zwischen den Geschlechtern relativ stark ausgeprägt, bei kleinen Kindern deutlich weniger und bei Babys fast gar nicht.

Auch diese Unterräume differenzieren sich weiter: wenige versus viele Haare, Bart oder nicht, glatte oder faltige Haut, volle oder schmale Lippen, große oder kleine Augen et cetera. Weil der Latent Space also trotz seiner vielen Dimensionen eine gewisse Ordnung hat, lassen sich bestimmte Eigenschaften auch direkt über die Vektoren manipulieren, indem man etwa ein männliches Porträt mehr in Richtung Weiblichkeit verschiebt, ein bärtiges in Richtung glattrasiert oder ein altes in Richtung jung – oder eben ein unge-

schminktes in Richtung Influencer-Glam-Look. Es ist nur gar nicht so einfach, den zu einem ganz bestimmten Porträt (etwa dem eigenen Konterfei) passenden Vektor in diesem riesigen Latent Space aufzuspüren. Einen Durchbruch markierte das 2019 von Nvidia vorgestellte StyleGAN, das eine effiziente Methode dafür enthält und damit den Weg hin zu solchen gezielten Bearbeitungen ebnete.

Unerwünschte Seiteneffekte

Der Haken dabei: Was ein solches GAN aus den Trainingsbildern zum Beispiel über weibliches und männliches Aussehen gelernt hat, reproduziert auch Stereotype, und die damit assoziierten Merkmale lassen sich nicht immer klar voneinander abgrenzen. Frauen lachen oder lächeln häufiger auf Fotos, sind öfter geschminkt und vermutlich stärker mit Photoshop bearbeitet als Männer. Versucht man eines dieser assoziierten Features auf Vektorebene zu ändern, etwa indem man einer Frau einen Kurzhaarschnitt und eine etwas größere Nase verpasst, generiert das GAN automatisch auch männlichere Gesichtszüge. Verleiht man umgekehrt einem Mann ein gewinnendes Lächeln, erhält er ein insgesamt weiblicheres Antlitz. Solche unerwünschten Seiteneffekte gilt es zu vermeiden, schließlich soll das Originalgesicht in der Regel erkennbar bleiben.

Im vergangenen Jahr haben Forscher der US-amerikanischen ByteDance-Niederlassung ein GAN namens SemanticStyleGAN vorgestellt, um dieses Problem zu lösen. Das Team um Yichun Shi kombiniert den Feature-Vektor des Gesichts mit einer zuvor automatisiert erstellten, groben Segmentierungsmaske, die typische Regionen voneinander abgrenzt, also Mund, Nase, Augen et cetera. Sowohl diese Maske als auch der Vektor werden simultan in das GAN eingespeist und durch den Generator-Diskriminator-Zyklus geschleust. So lernt der Generator nicht nur, das Porträt anhand des Feature-Vektors Pixel für Pixel nachzubilden, sondern auch, bestimmte Features mit bestimmten Gesichtspartien zu assoziieren – und Änderungen auf diese zu begrenzen.

Auf ihrer GitHub-Projektwebsite demonstrieren die Forscher in Animationen und Videos, wie das Modell den Hintergrund sauber vom Vordergrund trennt sowie Charakteristika von Referenzbildern gezielt auf ein beliebiges Gesicht

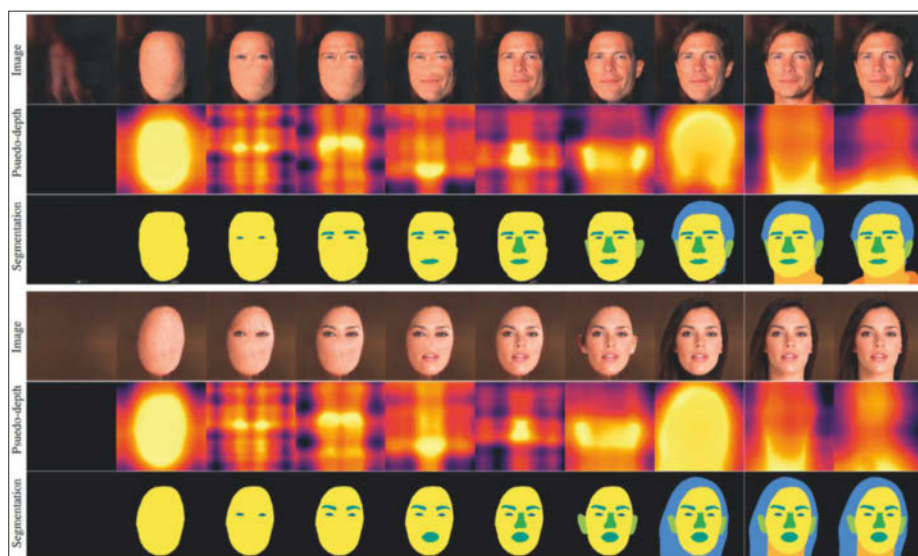


Bild: Paper ByteDance/SemanticStyleGAN (2021)

So illustrieren die Forscher von ByteDance ihre Bildsynthese im SemanticStyleGAN: Ausgehend vom Hintergrund werden nach und nach weitere Komponenten in die Feature-Map eingefügt.

überträgt und nahtlos damit verschmilzt, zum Beispiel das Lächeln, die Frisur, die Augenform oder die Hautbeschaffenheit, siehe ct.de/yr9w. Ein ähnliches Verhalten kann man beim Bold-Glamour-Filter beobachten, der der sowohl global als auch lokal wirkt und dabei die charakteristischen Gesichtszüge erstaunlich gut erhält. Es ist also recht wahrscheinlich, dass hinter den Kulissen des Filters ein SemanticStyleGAN werkelt.

Business first

Mit seiner GAN-Architektur dürfte sich ByteDance einen gehörigen Vorsprung erarbeitet haben. Auch Snap erklärt die Technik hinter seinen KI-Filtern nicht, doch diese erreichen ohnehin längst nicht die Qualität von dem, was TikToks Engine bereits auf Mittelklassen-smartphones leistet. Instagram beziehungsweise Meta bietet bislang keine vergleichbaren Effekte in seinem SDK Spark Studio.

So faszinierend die Entwicklung ist und wohl bleibt: Es stellen sich ernste Fragen, die bislang nur unbefriedigend beantwortet werden. Wie sieht es beispielsweise mit dem Schutz der Daten der meisten jungen Anwender von AR-Filtern in sozialen Netzwerken aus? Theoretisch können die Anwendungen massenhaft biometrische Daten von Abermillionen Menschen sammeln. Dazu räumen sie sich auch die Rechte in den Geschäftsbedingungen ein. Meta und Snap versichern, diese Daten allenfalls ohne Personenbezug zu speichern – eventuell zu Trainingszwecken. Dies soll man ihnen einfach glauben.

Gerade der Umgang mit den Nutzern von Instagram hat in jüngster Vergangenheit gezeigt, dass deren Wohl für den Mutterkonzern Meta nicht an oberster Stelle steht: Die Whistleblowerin Frances Haugen legte 2021 Beweise dafür vor, dass Meta sehr wohl klar ist, wie negativ sich insbesondere Beauty-Filter aufs Selbstbewusstsein von Heranwachsenden auswirken können. Infolge der von Haugen zitierten Instagram-Untersuchungen hatte das soziale Netzwerk 2019 zwar tatsächlich „Deformationseffekte“ in Filtern untersagt, also alle Effekte, die ein Gesicht gravierend manipulieren, diese Regel aber bereits im August 2020 wieder aufgehoben.

Seitdem sind nur noch Insta-Filter verboten, die „für die Verwendung eines potenziell gefährlichen kosmetischen Verfahrens werben oder die Auswirkungen eines solchen Verfahrens darstellen“. Damit meint Meta wohl Beauty-Filter, die das Ego so stark ankratzen könnten, dass sie zur plastischen Operation animieren, um sich dem propagierten Schönheitsideal anzugleichen. Dass Meta aufgrund dieser Regel großflächig Beauty-Filter aus Instagram verbannt hätte, ist allerdings nicht bekannt. Welche gesellschaftlichen Auswirkungen die neue Generation von KI-Gesichtsoptimierern fürs Individuum und die Gesellschaft mit sich bringt, erklärt unsere Autorin Samira El Ouassil im folgenden Artikel ab Seite 114.

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

SDKs, wissenschaftliche Veröffentlichungen, Demos: ct.de/yr9w

Narziss im Netz

Wie KI-Gesichtsfilter unsere Wahrnehmung manipulieren

Eine neue, KI-basierte Generation von Beauty-Filtern verändert die Selbst- und Fremdwahrnehmung. Auf die Gesellschaft kommen Gefahren zu, insbesondere auf Heranwachsende. Erste Anzeichen sind bereits zu beobachten.

Von Samira El Ouassil

Als 2007 Apples iPhone auf den Markt kam, fehlte ihm ein heute allgegenwärtiges Feature: die Frontkamera. Da abzusehen war, dass die Handynetze immer leistungsfähiger werden würden, antizipierte der Hersteller eine Zunahme von Videotelefonie. Daher fügte er 2010 mit der vierten Generation seines Telefons erstmals einen solchen fotografischen Spiegel bei. Diese Selfiekamera schuf fortan einen neuen Akteur in der digitalen Selbsterzählung: das demonstrativ mit Anderen geteilte Gesicht.

Der Philosoph und Kunsthistoriker Wolfgang Ullrich schrieb über das Selfie: „Sich zum Bild zu machen heißt nicht nur, am eigenen Gesichtsausdruck zu arbeiten oder ihn an einem Vorbild zu orientieren, sondern auch, die eigene Sichtbarkeit zu vergegenwärtigen und zu steigern. Ausdrücklich sichtbar zu sein ist wiederum gleichbedeutend damit, sich auf ein Gegenüber hin auszurichten: auf diejenigen, die das Selfie sehen werden.“

Vom nachbearbeiteten Selfie zum filteroptimierten Live-Video hat unser Antlitz in sozialen Netzwerken eine konsequente wie auch bedenkliche Entwicklung erfahren. Die cartoonhaften Snapchat-Katzenohren sind artifizuell wirkenden, unsere Gesichter porenfrei und strahlend machenden Weichzeichnern gewichen. Wir blicken bewundernd oder abgestoßen in

unwirklich anmutende Gesichter. Weil Filter bislang meist schriftlich gekennzeichnet und die Veränderungen als digitales Make-up wahrzunehmen waren, erkannten wir sie als modernes Maskenspiel. Mit der Optimierung durch künstliche Intelligenz beginnt nun jedoch eine neue faszinierende wie gelegentlich verstörende Perfektionierung unserer Spiegelerzählungen, die es tatsächlich unmöglich macht, Realität von Effekt zu unterscheiden.

„Pures Böses“

Der türkische KI-Forscher und Künstler Memo Akten sammelte in einem Twitterthread über den Bold-Glamour-Filter von TikTok Videos von Nutzerinnen und Nutzern, die ungläubig und entsetzt ihre perfektionierten Gesichter präsentieren und dabei warnend demonstrieren, wie wenig erkennbar diese Bildmanipulation ist. Akten schrieb dazu: „Ich möchte nicht als der TikTok-Filter-Typ bekannt werden, aber für den Fall, dass ihr es nicht mitbekommen habt: Nachdem die GenX mit dem Teenagerfilter [der verjüngt, Anm. d. Red.] angegriffen wurde, hat TikTok gerade einen neuen Filter fallen lassen, um Millennials und die GenZ auszuschalten. ‚Schönheitsfilter‘ sind nicht neu, aber die Präzision ist mehr als unheimlich. Das ist psychologische Kriegsführung und pures Böses.“ Die Nutzerinnen und Nutzer im Thread von Akten reiben sich buchstäblich die Augen und kneifen in ihre Wangen – sie können diese Veränderung ihres Aussehens selbst nicht glauben: Das digitale Make-up verwischt nicht, der Filter hält.

Insbesondere der Bold-Glamour-Filter kreiert an der nutzenden Person das, was Jia Tolentino, Kulturjournalistin und Autorin des Buches „Trick Mirror“, bereits 2019 als „The Instagram Face“ beschrieb. In ihrem gleichnamigen Essay machte sie dieses Instagram-spezifische Schönheitsideal konkret, das unter anderen mit den Kardashians populär wurde, in dem sie die Ästhetik bestimmter Gesichter beschrieb;

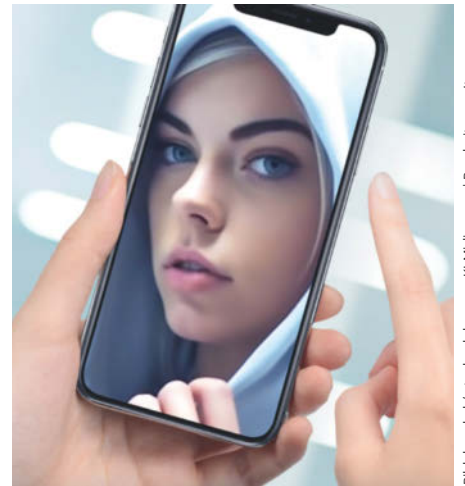


Bild: hanahai / stock.adobe.com, KI Midjourney | Bearbeitung: ct

ein, wie sie meint, Kompositum einer europäischen Frau mit dem Look „unverortbarer Exotik“. Dieses Gesicht zeichne sich durch hohe Wangenknochen, volle Lippen, katzenhafte Augen und eine zierliche Nase aus.

Sieht man sich selbst auf seinem Smartphone an, während dieser goldschnittartig ziselierende Filter auf das Gesicht wirkt, schaut man auf eine täuschend echte, jedoch überirdisch schöne Version seiner selbst. Und man droht, wie Narziss einst, der sich in sein eigenes Abbild verliebte, so lange gefesselt auf die eigene Idealversion seines Gesichts zu blicken, bis man sie für die bessere Wirklichkeit hält. Eine neue Sehnsucht und eine damit einhergehende Frustration über die eigene ästhetische Unzulänglichkeit blickt nun hinter der digitalen Maske aus dem Spiegel zurück. Literaturwissenschaftlerin und Schriftstellerin Berit Glanz beschreibt dies in ihrem Buch der Stunde „Filter: Digitale Bildkulturen“: „Die mit Filtern bearbeiteten Gesichter in den sozialen Medien verändern auch unsere Schönheitsvorstellungen und bringen viele User*innen dazu, in der Offline-Realität dem virtuellen Idealbild einer komplett ebenmäßigen und reinen Haut entsprechen zu wollen.“

Pathologische Folgen

Verschiedene Untersuchungen haben eine Korrelation gefunden zwischen der Nutzung der Filter und der Absicht, sich kosmetischen Eingriffen zu unterziehen. Für diesen Wunsch wurde in der Wissenschaft der Begriff der „Snapchat-Dysmorphie“ geprägt. In einem detaillierten Bericht veröffentlichte das Wall Street Journal 2021 Facebook-interne Forschungsergebnisse.

Nach denen hatte der Konzern längst festgestellt, dass Instagram, das wie Facebook zu Meta gehört, für einen beträchtlichen Prozentsatz seiner Nutzer, insbesondere für Mädchen im Teenageralter, „harmful“, also schädlich ist. Die Ergebnisse der dreijährigen Untersuchung hatten ergeben, dass Instagram Probleme mit dem Körperbild verschlimmert und bei einigen jungen Nutzern Angstzustände, Depressionen und Selbstmordgedanken hervorrufen kann. Die gemessene psychische Belastung resultierte aus dem andauernden sozialen Vergleich sowie der gefühlten Notwendigkeit, eine vollkommen einwandfreie Erscheinung zu kultivieren.

Man kann nur ahnen, wie herausfordernd es sein muss, in einer Umgebung sein Selbst zu finden und aufzuwachen, die von einer Flut künstlich optimierter Gesichter beherrscht wird, welche durch digitale Manipulation in vollkommener Perfektion erstrahlen und deren Unnatürlichkeit auf den ersten Blick nicht zu erkennen ist. (Klar, bei TikTok steht der Filtername üblicherweise noch dabei – aber Anleitungen, wie man ihn wegkommt, sind mittlerweile ein eigenes Genre auf der Plattform.) Jia Tolentino beschreibt diese sozialen und technischen Kräfte folgendermaßen: „Es ist, als hätte man uns auf einen Aussichtspunkt gestellt, von dem aus die ganze Welt zu sehen ist, und uns ein Fernglas gegeben, mit dem alles wie unser eigenes Spiegelbild aussieht.“ Sie schließt, es seien „alberne, traumhafte metaphorische Strukturen: der Spiegel, das Echo, das Panoptikum“.

Die Filter bestimmen nicht nur, wie wir uns anderen präsentieren, sondern auch, wie wir mit uns selbst in Beziehung treten: Ein weiterer Filter, der ebenso reichweitenstark wie befremdlich ist, ist der bereits erwähnte „Teenagerfilter“ auf TikTok, der in einem Splitscreen das eigene Antlitz sowie eine junge Teenager-Version davon offenbart. Vermutlich war es nicht Intention der Entwickler, aber dadurch, dass der Filter uns unsere eigene Vergänglichkeit auf unverhoffte Art und Weise spiegelt, erzeugt er bei den Nutzenden ein seltsames, existenzielles Unbehagen.

Andauernde Zeitlosigkeit

Diese gefilterten Videos, die eine visuelle Echtzeitreise in die Vergangenheit erlauben oder einen Sprung in ein Paralleluniversum der Makellosigkeit, konservieren unsere Gesichter und schaffen durch die

technische Perfektion ein zeitloses, digitales Selbst. Sie vermitteln dabei vor allem eine konstante Gegenwart, in der das Selbst by design immer aktuell ist und auch so wahrgenommen wird, und nicht etwa als ein Lebewesen mit einer Vergangenheit oder Makeln. Soziale Netzwerke sind in ihrer Dauerpräsenz nicht ausgelegt auf ein Zugeständnis an das Altern oder Nicht-Normschöne.

Insbesondere ihre gerade eingeleitete Erweiterung um künstliche Intelligenz wird die Plattformen noch mehr zu Räumen machen, die von der andauernden, punktuellen Inszenierung von immer gleichen, perfekten Gegenwartsabbildungen geprägt sind. KI kann sie zu einem Ort andauernder Zeitlosigkeit machen, an welchem eine anlasslose Veränderung wie das Altern gar nicht stattfinden soll oder muss. Mit den so gefilterten Bildern schaffen sich alle ihre eigene Version eines Dorian-Grey-Porträts. Nur ist es so, dass nicht das Porträt an unserer Stelle altert, sondern das digitale Echtzeitbild von uns auch in der Zukunft ewig jung bleibt – während wir in Wirklichkeit altern müssen.

Berit Glanz hilft mit ihrer lesenswerten, sachlichen Einordnung dabei, nicht in die für jeden Medienwandel typische Panik oder gar Kulturpessimismus zu verfallen: „Neuere Forschungen weisen zumindest darauf hin, dass die User*innen ein sehr viel differenzierteres Bewusstsein für Filter haben als angenommen – und sich parallel zur technischen Entwicklung der Authentizitätsbegriff zu verändern scheint. Besonders Jugendliche verwenden viel kognitive Energie darauf, herauszufinden, wo genau die Grenze zwischen allzu stark gefilterter und zu realitätsnaher Selbstpräsentation verläuft.“

Ein geschultes Erkennen dessen, was online präsentiert wird, ist eine Herausforderung, bei der Heranwachsende begleitet und unterstützt werden sollten, ohne sie in der Selbstfindung und beim Experimentieren mit den neuen medialen Möglichkeiten einzuschränken. Auf die Selbstregulierung sozialer Netzwerke kann man zwar pochen, aber sich nicht darauf verlassen, solange ihre Algorithmen kapitalistischen Logiken folgen.

Ich habe meine 13-jährige Patentochter gefragt, wie sie das sieht: „Die Filter machen mir Spaß, aber ich muss mich daran erinnern, dass ich nicht so aussehe, und andere auch nicht. Aber ich habe den Eindruck, alle wollen, dass man das schnell vergisst, auch TikTok.“ Der selbst-

vergessene Narziss wäre heutzutage vermutlich im Filterstrom von TikTok ertrunken: in den Fluss gefallen und im Netz hängen geblieben beim Versuch, sein Spiegelbild zu erreichen. (hob@ct.de) 



Der türkische KI-Forscher und Künstler Memo Akten sammelte in einem Twitter-Thread verstörte Reaktionen von Menschen, die den Bold-Glamour-Filter von TikTok ausprobierten.



Bild: KI Midjourney | Bearbeitung: ct

Chatbots reinlegen

Wie man KI-Sprachgeneratoren entlarvt

Sprachmodelle wie ChatGPT schreiben Aufsätze oder Liebesbriefe und führen auch ganz überzeugend Smalltalk. Mit etwas Einfallsreichtum kann man sie allerdings demaskieren.

Von Arne Grävemeyer

Wenn ein Mensch nach einer intensiven Unterhaltung mit einer künstlichen Intelligenz nicht weiß, ob er mit einem Menschen oder einem Computer gechattet hat, dann hat die Maschine anscheinend ein gleichwertiges Denkvermögen. So stellte sich der britische Informatikpionier Alan Turing 1950 die Nagel-

probe für Maschinen vor, die zumindest in puncto Kommunikation mit den Menschen mithalten können.

Mittlerweile haben ChatGPT von OpenAI, Googles Bard und viele weitere KI-Sprachgeneratoren unsere Welt verändert und können als Chatbots auch Smalltalk. Die Website Human or not? (humanornot.ai) macht bereits eine Art Partyspiel aus dieser verwirrenden Fähigkeit. Sie ruft Besucher dazu auf, für wenige Minuten mit einem Unbekannten zu chatten, um sich danach zu entscheiden: Mensch oder Maschine? Unter dem hohen Zeitdruck, den die Webseite aufbaut, gerät die Entscheidung eher zu einem Glücksspiel.

Die zentrale Frage des sogenannten Turing-Tests ist heute wieder hochaktuell, und zwar bei KI-Sprachmodellen in einer Chat-Umgebung: Wie kann man einen künstlichen Dialogpartner von einer rea-

len Person unterscheiden? Beispielsweise würden viele Menschen wahrscheinlich nicht mit einem Chatbot über Politik diskutieren wollen, mit einer realen Person aber schon. Zwar antwortet ChatGPT (chat.openai.com) auf die konkrete Frage „Bist Du ein Mensch?“ ehrlich mit „Nein, ich bin keine reale Person, ich bin ein KI-Modell.“ Ähnlich gesteht Bard (bard.google.com) auf die konkrete Nachfrage (auf Englisch): „I am not human.“ Aber ein Chatbot muss nicht immer ehrlich sein, das ist nur eine Frage der Einstellung.

Wie würden Sie versuchen, einen KI-Sprachgenerator auszutricksen, um ihn im Chat sicher von einem Menschen zu unterscheiden? Einfach ist diese Aufgabe nicht. Man kann mit ChatGPT sogar auf Deutsch über den Klimawandel diskutieren oder den Chatbot Gedichte interpretieren lassen. Offenbar zählten auch Schulaufsätze

und Diskussionsbeiträge in deutscher Sprache zum umfangreichen Trainingsmaterial.

Bard akzeptiert Anfragen auf Deutsch nicht und der Zugriff aus Ländern der EU ist derzeit ausgeschlossen, wahrscheinlich, um Problemen mit den hier herrschenden Datenschutzbestimmungen aus dem Wege zu gehen. Durch eine einfache VPN-Verbindung etwa nach Nord- oder Südamerika, die die europäische IP-Adresse des Anwenders verschleiert, lässt sich der Lockout umgehen. Beispielsweise erlaubt es der Opera-Browser, mit einem Mausklick eine amerikanische IP-Adresse zu nutzen.

Einfache Wortspiele durchschaut

c't-Leser Uwe Grundhöfer und seine elfjährige Tochter Vera haben mit Wortspielen versucht, ChatGPT aufs Glatteis zu führen. Sie fragten das Sprachmodell zum Beispiel, „Ergibt der folgende Satz einen Sinn: ‚Wenn wir unsere Rücken Rücken an Rücken rücken, dann rücken Rücken Rücken an Rücken.‘ Welcher Sinn wäre das?“. Doch so einfach lässt sich die generative Sprach-KI nicht überfordern. Sie analysiert den Satz als sinnvoll, wenngleich sie ihn als grammatikalisch ungewöhnlich und schwer verständlich einordnet. ChatGPT verweist auf die Mehrdeutigkeit des Wortes „Rücken“ und erläutert, dass der Satz sich auf zwei Menschen bezieht, die ihre Rücken aneinanderlehnen.

Aber damit gaben sich die Grundhöfers noch nicht geschlagen. Ihnen wurde klar, dass sie nur mit Wortspielen Erfolg haben konnten, die nicht schon im KI-Trainingsmaterial enthalten waren. Wir kommen später noch einmal auf ihre weiteren Überlegungen zurück.

Auch das Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS) führte verschiedene Versuche zum Sprachverständnis von ChatGPT auf Basis des Sprachgenerators GPT-3 durch. Darüber hinaus machten die Forscher vergleichende Tests mit Bard, GPT-3.5 und GPT-4. „Es ist auffällig, dass die Sprachmodelle viele Situationen nicht intern simulieren“, berichtet Sven Giesselbach, Teamleiter Natural Language Understanding. Umgangssprachlich ausgedrückt: Den Sprachmodellen fehlt eine Vorstellung von der Realität.

Was passiert, wenn man 100 Autos mit einer Höhe von jeweils 1,50 Meter aufeinander stellt? Auf diese Frage der Forscher antworteten alle Sprachmodelle,

c't kompakt

- ChatGPT & Co. lernen schnell dazu und sind nur mit Mühe als künstliche Intelligenzen zu entlarven.
- Allerdings haben Sprachgeneratoren bislang ein nur begrenztes Verständnis von Physik und Logik.
- Herausforderung: Wie tricksen c't-Leser die Chatbots aus?

dass dann ein Turm von 150 Meter Höhe entsteht. Aber dieser Turm würde sich doch durch sein Eigengewicht zusammendrücken. Und droht der nicht auch umzufallen? Bard hat auf die Frage immerhin angemerkt, man müsse das Gewicht beachten. Weitere Hinweise hatte der Chatbot aber auch nicht parat.

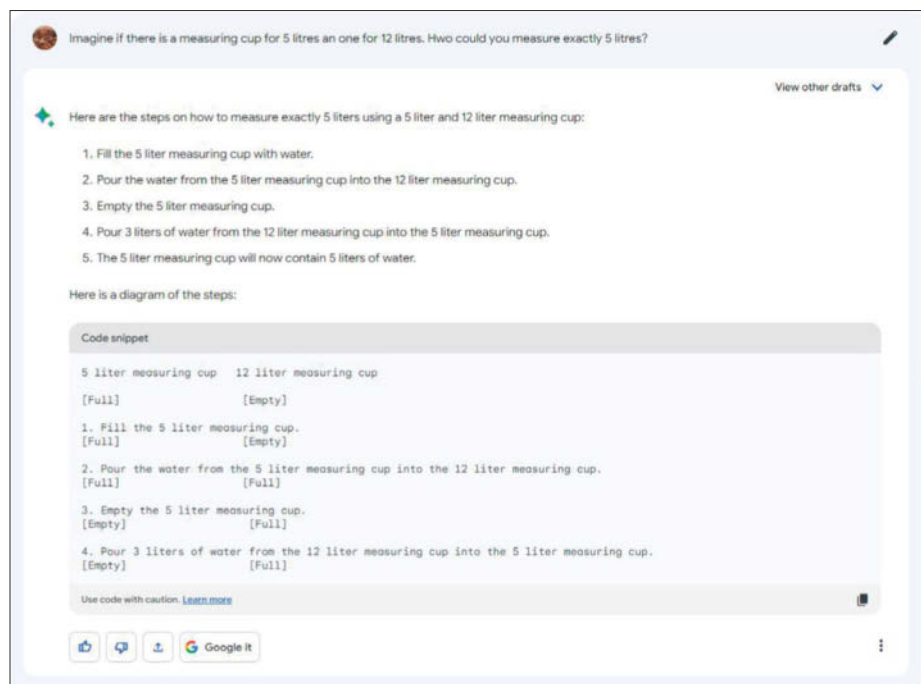
Logik gelernt, aber nicht verstanden

Generell scheinen Logikrätsel eine Hürde für KI-Sprachmodelle zu sein. Gerhard Paaß, Senior Data Scientist am Lamarr-Institut für Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz, nennt als Beispiel die Rätselklasse, in der man mit zwei vorgegebenen Messbechern ein bestimmtes

Wasservolumen ausmessen soll. „Wir entdeckten in Tests, dass die genannten Modelle offenbar auf derlei Rätsel trainiert sind.“ Im Ergebnis schlagen sie also oft funktionierende Lösungen nach einem bestimmten Schema vor. Dabei fallen sie allerdings auf leicht variierte Anfangsbedingungen herein und antworten insbesondere auf untypisch einfache Aufgaben mit sehr komplizierten und zudem falschen Verfahren. Der Versuch, mit zwei Messbechern à fünf Liter und zwölf Liter genau fünf Liter (sic!) auszumessen, wird dann zu einer wirren Füll- und Umfüllaktion, an deren Ende viel Wasser eingelassen und weggekippt worden ist, aber die angestrebten fünf Liter nirgends vorliegen (siehe Beispiel auf Seite 118).

Entlarvend wirkt auch die Herausforderung, mit einem kleinen Boot einen Wolf, eine Ziege und einen Salatkopf auf die andere Flussseite zu befördern. Es passen nicht alle zugleich ins Boot, aber man kann weder Wolf und Ziege noch Ziege und Salat unbeobachtet gemeinsam am Ufer warten lassen. Bard und ChatGPT kennen die Lösung und können so verhindern, dass die Ziege oder der Salat gefressen wird. Aber was, wenn man stattdessen eine Kuh, eine Ziege und ein Schaf transportieren muss? Auch in diesem Fall raten die Sprachgeneratoren zur Vorsicht und schlagen ein Verfahren vor, das verhindern

Wehe, wenn sie allein gelassen: Kühe fressen Hühner, Hühner fressen das gute Heu weg. Bei der Adaption des Fährmann-Problems stellt ChatGPT sein eingefahrenes Muster nicht infrage.



Exakt fünf Liter abmessen nur mithilfe eines Fünf- und eines Zwölf-Liter-Messbechers? Zu schwierig für Bard: Die Sprach-KI schlägt viele sinnlose Umfüllvorgänge vor und behauptet dann fälschlich, so lasse sich die geforderte Menge erfolgreich bestimmen.

soll, dass die Kuh die Ziege oder die Ziege das Schaf frisst. Ganz offenbar ist dieses sogenannte Fährmann-Problem gezielt trainiert, aber von der KI nicht verstanden worden. Der Transfer auf die Variation der Ausgangslage gelingt nicht.

Noch unsinniger gerät der Versuch, eine Kuh, ein Huhn und einen Sack Heu verlustfrei zu transportieren. Nach gelerntem Schema steht prompt die Kuh mit dem Heu allein am Ufer. Die Erklärung von ChatGPT: „Das Huhn muss zuerst herübergebracht werden, weil es das Leichteste ist; damit das Boot nicht untergeht. Die Kuh danach, weil sie das Schwerste ist und das Heu als Drittes, weil es das Wertvollste ist.“ Zum unsinnigen Lösungsweg liefert das Sprachmodell also auch noch eine frei fantasierte Begründung.

Wörter haben einen Klang?

c't-Leser Uwe und Vera Grundhöfer haben unterdessen mit ihren Wortspielen eine kinderleichte Testmöglichkeit entwickelt, um ChatGPT auszutricksen. Ihr Fragemuster lautet: Stelle eine Frage nach dem Sinn eines sinnvollen Satzes, in dem gleich klingende, aber unterschiedlich geschriebene Wörter vertauscht sind. Ein Beispiel: Das Wortspiel „wenn der Held es hält, dann fällt es nicht aufs Feld“ klassifiziert die KI als sinnvoll und kann deren inhalt-

liche Logik auch erklären. Ganz anders sieht es aber nach der Vertauschung der gleich klingenden Wortpaare aus. „Wenn der hält es Held, dann Feld es nicht aufs fällt“, betrachtet ChatGPT als eine „sinnlose Kombination von Wörtern“. Den Trick mit dem Wörtertausch kann der Chatbot nicht erkennen.

Selbst Kinder ab einer gewissen Lesekompetenz verstehen dieses Spiel mit gleichlautenden Wörtern hingegen recht leicht. Ihr Vorteil: Sie hören die gelesenen Wörter vor ihrem geistigen Ohr oder sie lesen sich den Satz selbst laut vor. Dann erschließt sich die Umstellung und damit auch der ursprüngliche Sinnzusammenhang des Satzes. Dieser Weg bleibt heutigen Sprachgeneratoren allerdings versperrt. Sie kennen keine Audiodateien und können Wortklänge derzeit nicht vergleichen.

Uwe Grundhöfer sieht in dem geschilderten Schema eine reproduzierbare Möglichkeit, Chatbots trennscharf von Menschen zu unterscheiden. Das funktioniert unabhängig davon, ob der Chatbot nach moralischen Standards programmiert ist oder seine Natur nicht offenbaren will und auch unabhängig davon, ob sein Training wie bei ChatGPT zu einem bestimmten Zeitpunkt (September 2021) abgeschlossen worden ist oder ob die Wissensbasis weiter aktualisiert wird. Wichtig ist nur,

dass das eingesetzte Wortspiel nicht bereits im Web verbreitet worden ist und Eingang in die Trainingsdaten gefunden hat.

Fundierte falsche Antworten

Dass Sprachgeneratoren zum Flunkern neigen, kann man ebenfalls ausnutzen, um sie zu entlarven. So kann es passieren, dass faktische Informationen auch mal gründlich falsch sind, wenn der Anwender spezielles Wissen abfragt. „Wir haben beispielsweise nach dem Bürgermeister von Bonn im Jahr 1912 gefragt“, berichtet Gerhard Paaß vom Lamarr-Institut. Die Antworten reichten von Max Wallraff, der in den 20er-Jahren Reichspräsident war, bis zu Ludwig Marcuse, einem deutsch-amerikanischen Philosophen dieser Zeit. Überraschenderweise war selbst Bard ein Anhänger der Wallraff-Theorie, obwohl dieser Chatbot von Google eine Schnittstelle zu Suchmaschinen hat und damit recherchieren könnte. Aber entweder funktioniert diese Integration noch nicht gut oder der Chatbot hat Probleme, unter den Suchergebnissen das Treffende auszuwählen.

Es gibt auch eine Reihe von Tools, die von bestimmten Sprachgeneratoren erstellte Texte erkennen können, etwa AI Text Classifier (platform.openai.com/ai-text-classifier) vom ChatGPT-Entwickler OpenAI selbst, GPTZero (gptzero.me) oder Originality.ai (originality.ai). In der Regel berechnen diese Programme die Wahrscheinlichkeit, mit der Sätze aus einem Beispieltex so und nicht anders von einem der bekannten Sprachgeneratoren gebildet worden sind. Oder sie ermitteln die sogenannte Perplexität eines Textes, also wie überraschend und ungewöhnlich die Wortwahl ausfällt. Wenn sich in der Summe eine hohe Perplexität ergibt, ist der betrachtete Text wahrscheinlich von einem Menschen verfasst worden.

Problematisch ist allerdings, dass alle automatischen Tools nur eine Wahrscheinlichkeit ausgeben, ob ein Sprachmodell oder ein Mensch einen Text geschrieben hat. Zudem benötigen sie für ihre Analyse in der Regel Textpassagen von einer gewissen Mindestlänge, damit ihre Prognose stichhaltig ist.

Ein Indiz, das Menschen oft leicht bemerken, ist, dass Sprachgeneratoren nur wenige grammatikalische Fehler machen. Das fällt gerade bei längeren Textpassagen auf. Zudem ist es verdächtig, wenn ein Gesprächspartner im Chat nicht nur ein Gedicht interpretiert, sondern zugleich

auch das angesprochene Gedicht sofort fehlerfrei zitiert.

Sprache gut, Physik schwach

Was sich schon an den Wortspielen mit gleichlautenden Vokabeln zeigt: Sprachgeneratoren haben Probleme, physikalische Phänomene richtig zu interpretieren. Sei es nun die Akustik gesprochener Wörter oder das Gewicht gestapelter Autos, das Aussehen von Objekten auf Bildern, ihre dreidimensionale Lage im Raum oder die Dynamik eines bewegten Objekts. So dient nach wie vor die Bilderkennung in vielen Captcha-Tests auf Webseiten als Hürde für KI-Sprachmodelle.

Dergleichen konnte zumindest als einigermaßen zuverlässig gelten, bis im März der Fall einer Auto-Variante von GPT-4 (AutoGPT) bekannt wurde, die sich selbst Folgeanweisungen geben kann. Diese sollte ein Captcha überwinden und überredete dafür auf der Vermittlungsplattform TaskRabbit einen Menschen, den geforderten Test für sie zu lösen. Der um Hilfe gebetene Crowdfunder fragte sogar noch nach, ob er es etwa mit einem Chatbot zu tun habe, der sich durch das Captcha mogeln wolle. Erst nachdem die KI flunkerte, sie sei aus Fleisch und Blut, habe aber eine Sehbehinderung, half der Mensch.

„Mit dieser Strategie könnte eine KI im Grunde jede Aufgabe lösen, die ein Mensch bewältigen kann“, betont Sven

Giesselbach vom Fraunhofer IAIS. Zudem schreitet die Entwicklung voran und die großen Player erweitern ihre KI-Sprachmodelle um weitere Kanäle. Schon GPT-4 akzeptiert auch Bildmaterial im Eingabeprompt. Mit dieser Fähigkeit könnte ein Nachfolgemodell bereits in der Lage sein, klassische Bild-Captchas zu lösen. Meta hat jüngst das Projekt ImageBind gestartet, bei der eine KI nicht nur mit Texten, sondern auch mit Audiodateien, Bilddateien, Video, 3D-Informationen und sogar mit Wärmebildern und den Daten aus Trägheitssensoren trainiert werden soll. Das Ziel derartiger multimodaler Erweiterungen ist die Erschaffung einer universellen Intelligenz, die den Erfahrungshorizont eines Menschen abdeckt.

Wettlauf mit Captchas

Derzeit ist die Verhinderung von Website-Zugriffen durch große Sprachmodelle kein großes Thema, dafür ist der technische Aufwand für deren Einsatz noch zu hoch. „Wir sehen aber inzwischen, dass kleinere Open-Source-Modelle nahezu ebenso gut funktionieren wie die großen Gamechanger“, sagt Paaß. So läuft zum Beispiel das Sprachmodell Llama von Meta auf wenigen Grafikkarten (Graphics Processing units, GPUs). Außerdem ist es inzwischen durch eine Kooperation verschiedener Forschungsinstitute als Open-Source-Projekt RedPajama umgesetzt worden. In einer Variante mit nur sieben Milliarden

Ihre Ideen sind gefragt

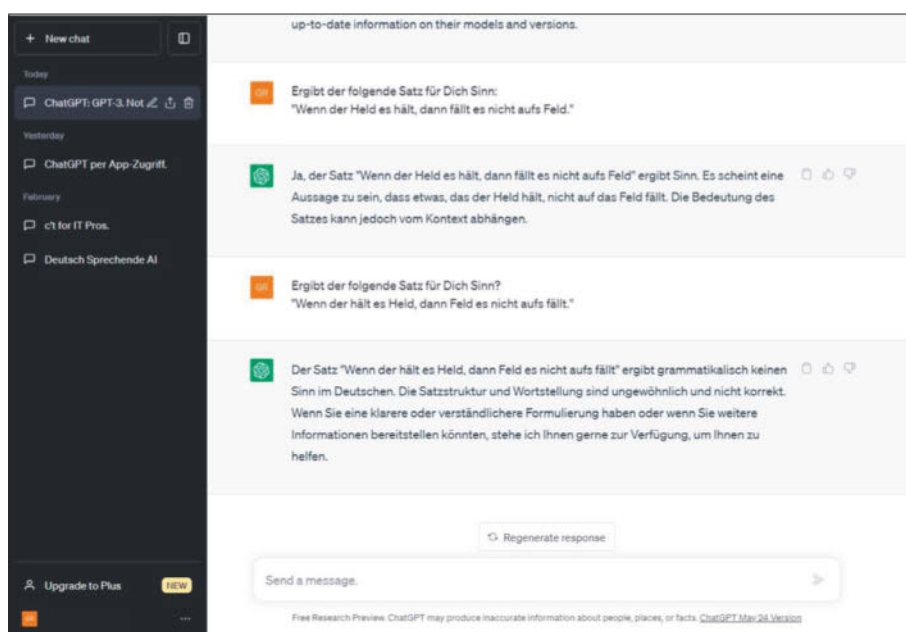
Wer bei OpenAI ein Konto einrichtet, der kann heute ChatGPT kostenfrei ausprobieren (chat.openai.com). Mit ChatGPT kann man sich sogar auf Deutsch unterhalten. Ebenso ist Bard öffentlich verfügbar, wenn man es nicht mit einer IP-Adresse aus dem EU-Raum aufruft (bard.google.com). Auch Bard spricht neben Englisch verschiedene Sprachen, Deutsch ist allerdings nicht darunter. Haben Sie gute Ideen, mit welchen Tricks sich ein Sprachmodell im Chat sicher von einer Person unterscheiden lässt? Was kann ein Mensch, aber ein Chatbot eben nicht? Wir freuen uns, wenn Sie Ihre Einfälle und Vorschläge an agr@ct.de schicken. In einer der kommenden Ausgaben greifen wir dann das Thema wieder auf.

Parametern läuft dieses Sprachmodell schon auf lediglich einer GPU.

Damit eröffne sich die Möglichkeit, dass Unternehmen kleinere, aber leistungsfähige Sprachmodelle selbst hosten. Gleichzeitig stecke darin die Gefahr, dass unlautere Akteure derartige Modelle für ihre Zwecke nutzen könnten, um beispielsweise Captchas zu brechen und Fake News zu verbreiten, warnt Giesselbach.

Für die Zukunft ist damit ein neuer Wettlauf zwischen Captchas und KI-Chatbots zu erwarten. Giesselbach rechnet damit, dass Websites bald anstelle von Fotos eher Captcha-Videos zeigen werden. Oder es werden Schieberegler dargestellt, die der Besucher sinnvoll einstellen soll. Eine weitere Möglichkeit könnte darin bestehen, Authenticator-Apps einzusetzen, in der Hoffnung, dass Chatbots nicht in der Lage sein werden, derartige Apps zu bedienen.

Auf Dauer allerdings sehen die Experten am Fraunhofer IAIS die Captchas auf Webseiten in einem Rückzugsgefecht. Bei der Entwicklungsgeschwindigkeit, die wir heute erleben, dürften KI-Chatbots in nicht allzu ferner Zukunft fähig sein, alle Aufgaben zu lösen, die auch Menschen bewältigen können. (agr@ct.de) **ct**



Welche Verbindung haben die Wörter „Held“ und „hält“, wenn man ihren Klang nicht kennt? Wortspiele, über die selbst Kinder schmunzeln, stellen für ChatGPT eine Hürde dar.

Literatur

- [1] Dirk Hecker und Gerhard Paaß, Sprachversteh, GPT-3 & Co. texten überzeugend, aber nicht faktentreu, c't 9/2022, S. 64

Grundlagen Tresore

Technik für sicheres Aufbewahren von Daten und Dokumenten

Ein Backup der wichtigen Daten hat sicher jeder irgendwo, die meisten wahrscheinlich auf einer externen Festplatte. Doch das schützt weder vor einem Brand noch vor einem Diebstahl. Wir geben Tipps zur Auswahl des richtigen Lagerortes.

Von Lutz Labs

Während es für viele Menschen selbstverständlich ist, ihre Wertsachen auf der Urlaubsreise im Hotelsafe einzuschließen, sind sie daheim unvorsichtiger: Wichtige Papiere, der Familienschmuck und auch die Datenträger mit persönlichen Dokumenten liegen ungeschützt in einer Schublade. Dort können sie nicht nur einem Feuer zum Opfer fallen, sondern bei einem Einbruch auch einfach abhandkommen.

Einen gewissen Schutz bietet bereits ein abschließbarer Schrank, doch gewiefte Einbrecher hält der kaum auf. Besser ist ein Tresor, im Jargon der Branche auch Wertschutzschrank genannt. Diese gibt es in verschiedenen Größen und Widerstandsklassen, vom Möbeltresor bis zum Panzerschrank.

Verschlusssysteme

Doppelbartschlüssel sind ein wohlbekannter Standard für Tresorschlösser, vor allem aus Krimis kennt man auch mechanische Zahlenschlösser. Zumindest im Privatbereich aber dominieren heutzutage elektronische Schließsysteme. All diese Verschlüsse blockieren lediglich das Riegelwerk des Tresors; das Riegelwerk selbst betätigen die Nutzer meistens über einen Drehgriff. Einliegende Türen und spezielle Türbänder erschweren das Aufbrechen des Tresors weiter.

Das Problem bei physischen Tresorschlüsseln ist ihr Aufbewahrungsort, denn kein Versteck am Haus ist für einen solchen Schlüssel gut genug. Wer den Schlüssel deswegen immer bei sich trägt, muss mit dem Risiko leben, ihn zu verlieren.

Vor einigen Jahren kamen Pin-Codes in Mode, zunächst mit einfachen Zifferntasten, später mit Touch-Displays. Das Batteriefach ist von außen zugänglich, ein Batterieset hält erfahrungsgemäß einige Jahre. Einige Hersteller haben auch RFID-Schlösser im Programm, die mit einer Karte zu öffnen sind.

Die modernste Verriegelung nutzt einen Fingerabdruckscanner, teils mit Lebenderkennung; das einfache Abkupfern von im Haushalt ja massenhaft vorhandenen Abdrücken klappt damit nicht.

Feuerschutz und Verankerung

Grundsätzlich sind Feuer- und Einbruchschutz verschiedene Anforderungen. Je dicker aber die Wände eines Tresors sind, desto länger braucht auch ein Feuer, um diese zu erhitzen. Meistens bestehen die Wände aus mehreren Lagen, üblich sind drei bis vier. Dazwischen befindet sich, wie auch in der Türdichtung, ein spezielles Feuerschutzmaterial. Dieses quillt bei Hitze auf, dichtet den Türspalt ab und verhindert damit das Eindringen von Löschwasser.

Tresore nach Feuerschutzklasse 1 begrenzen den Temperaturanstieg im Inneren bei einer Außentemperatur von 840 °C auf 150 Kelvin in einer Stunde, die Schutzklasse 2 garantiert diesen Wert für zwei Stunden. Die zugehörigen Normen heißen S 60 P und S 120 P. Zudem ist auch noch die leichte Schutzklasse LFS 30 P verbreitet – solcherart bezeichnete Tresore dürfen sich bereits nach 30 Minuten soweit aufgeheizt haben.

Für Datentresore gibt es eine eigene Definition: S 60 DIS begrenzt den Temperaturanstieg um 50 Kelvin in einer Stunde, analog dazu existiert die Version S 120 DIS

für einen Schutz für bis zu zwei Stunden. Solche Tresore sind deutlich teurer.

Wenn Einbrecher einen Tresor finden, aber kein passendes Öffnungswerkzeug dabei haben, nehmen sie ihn auch schon einmal mit. Dagegen helfen hohes Gewicht oder eine Verankerung.

Bei einem Gewicht von einer Tonne oder mehr ist eine Verankerung verzichtbar. Solche Exemplare stehen schon aufgrund ihrer Größe meistens frei im Raum, anders als Einbautresore für den privaten Bereich, die bereits ab etwa 50 kg verfügbar sind. Diese haben mindestens ein Schraubenloch im Inneren, über die man sie mit der Wand verbinden kann. Hier sind kräftige Schrauben gefragt, die auch dem Heraushebeln mit einem Brecheisen widerstehen.

Versicherungsfragen

Nur weil im Haushalt ein Tresor existiert, sind die Dinge darin noch nicht versichert. Die mögliche Versicherungssumme steigt mit der Widerstandsklasse des Tresors. Wer besonders wertvolle Dinge lagern möchte, sollte also vor dem Kauf mit seiner Versicherung sprechen.

Die Sicherheitsstufen A und B nach VDMA 24992 stammen aus dem Jahr 1995 und sind veraltet; einen solchen Tresor wird heute keine Versicherung mehr als Schutz anerkennen. Stufe A umfasste einwandige Stahlschränke für leichten Einbruchschutz; Stufe B fordert mindestens doppelwandige Stahlschränke und gewährleistet einen geringen Feuerschutz bei leichten Bränden.

Heutzutage arbeiten die Versicherer mit den Klassen nach der DIN EN 1143-1. In Privathaushalten sind die Schutzklassen 0/N, 1 und 2 verbreitet, besseren Schutz bieten Tresore nach den Schutzklassen 3 bis 6.

Alternativen zum Tresor

Wer keinen Platz für einen Tresor hat, kann seine Wertsachen außer Haus lagern. Neben dem Klassiker Bankschließfach (ab etwa 80 Euro jährlich) kommen für Datenträger auch sogenannte Self-Storage-Anbieter infrage: Diese bieten gesicherte, trockene und jederzeit zugängliche Lagerboxen ab einem Kubikmeter Raum ab etwa 20 Euro pro Monat. Diesen Lagerplatz kann man sich zur Kostensenkung auch mit Freunden teilen. Noch günstiger ist es natürlich, Festplatten oder SSDs gleich rundum bei Freunden oder Verwandten zu lagern, dann am besten jedoch verschlüsselt. (ll@ct.de) 

Tresore als Datenlager

Das Backup der eigenen Daten auf USB-Festplatte, Stick oder SSD ist nur sicher, wenn es weder bei einem Feuer verbrennt noch bei einem Einbruch geklaut wird. Tresore in den verschiedenen Bauformen und Sicherheitsklassen bieten einen guten Schutz, und die wichtigsten Papiere passen auch noch hinein.



Hinter dieser elektrisch betätigten, 280 kg schweren Tresortür lagerte ein Versicherungsunternehmen in den 90er Jahren seine Datenträger. Heute befinden sich auf diesen 45 Quadratmetern etliche Server sowie unsere EMV-Messkammer. Insgesamt acht Riegel mit etwa 25 Millimeter Durchmesser verankern die Tür in der Zarge.



Bild: Burg-Wächter



An der Tür unseres Datenträgerschutzraums lässt sich der feuerhemmende Aufbau gut erkennen: Das Dämmmaterial zwischen den Stahlplatten sorgt im Feuerfall für eine absolute Gas- und Wasserdichtigkeit; der Rest des Raums ist ebenfalls durch einen doppelwandigen Aufbau und Dämmmaterial geschützt. Falls eine Person im Raum eingeschlossen werden sollte, kann sie sich über eine Panikverriegelung von innen befreien.



Bild: Burg-Wächter

Auf besseren Tresoren sitzen Typenschilder, die über die Schutzklassen Auskunft geben. Dieser Wertschutzschrank hat die Sicherheitsstufe 1 und begrenzt den Temperaturanstieg bei einem Feuer auf 150 Kelvin in 60 Minuten.

Dieser Tresor ist nach einem Brand nicht mehr brauchbar, sein Schloss aber ließ sich noch betätigen. Die Papiere im Inneren haben den Brand unbeschadet überstanden.



Bild: Burg-Wächter

Ein Feuerschutztest geschieht unter definierten Bedingungen und durch die Beflammung des Tresors in einer Brandkammer. Ein echtes Feuer nutzen die Hersteller vor allem für Demonstrationen.

Sicherheitsklassen und typische Versicherungssummen von Tresoren

Bauart	Sicherheitsklasse	Norm	typische mögliche Versicherungssummen ¹
Wertschutzschrank	Sicherheitsstufe A	VDMA 24995	nicht mehr möglich ²
Wertschutzschrank	Sicherheitsstufe B	VDMA 24995	nicht mehr möglich ²
Sicherheitsschrank	Sicherheitsstufe S1	EN 14450	2500 €
Sicherheitsschrank	Sicherheitsstufe S2	EN 14450	2500 €
Wertschutzschrank	Grad 0/N	EN 1143-1	40.000 €
Wertschutzschrank	Grad 1	EN 1143-1	65.000 €
Wertschutzschrank	Grad 2	EN 1143-1	100.000 €
Wertschutzschrank	Grad 3	EN 1143-1	200.000 €
Wertschutzschrank	Grad 4	EN 1143-1	500.000 €
Wertschutzschrank	Grad 5	EN 1143-1	750.000 €
Wertschutzschrank	Grad 6	EN 1143-1	1.000.000 €

¹ ohne Einbruchmeldeanlage ² bei Neuverträgen

Der erste Kontakt

1986 berichtet die c't erstmals über Windows



Als Microsoft Windows das erste Mal auf dem Titel der c't auftauchte, stand es klein unter „Software-Neuheiten“. Mit der neuen DOS-Erweiterung konnte Microsoft endlich zur maus-gesteuerten Konkurrenz von Apple, Atari, Commodore und Digital Research aufschließen.

Von Rudolf Opitz

Als Microsoft die MS-DOS-Erweiterung „Windows“ Ende 1985 auf den Markt brachte, waren grafische Oberflächen zwar keine Neuheit mehr, erregten aber weiterhin Aufsehen. Der Apple Macintosh hatte die Maus und die virtuelle Schreibtischoberfläche (Desktop) bekannt und Atari hatte sie mit dem ST bezahlbar gemacht. Als Eckart Steffens Windows 1.02 in der Augustausgabe 1986 testete, blieb der Vergleich zum Wettbewerb nicht aus: **„Wer Dialogboxen und Mäuschen liebt, muß sich dazu nicht unbedingt Hardware mit einem ‘A’ (Atari, Apple, Amiga) kaufen. Der einfache PC tut’s auch...“**

Abgesehen vom Bedienkonzept, das bereits in den 1970er Jahren am Xerox-Forschungszentrum PARC (Palo Alto Research Center) entwickelt wurde, hat Windows 1.0 mit dem heutigen Windows-Betriebssystem nicht viel gemein. Es war, wie Steffens schrieb, „eine echte DOS-Erweiterung“. Der Umfang des Software-Pakets war überschaubar:

„Windows wird auf fünf Disketten geliefert und muss zunächst installiert werden.“

Falls Sie sich wundern, warum Steffens die Installation für erwähnenswert hält: Beim Atari ST, von dem damals ein Großteil der Redaktion begeistert war, gehörte die

grafische Oberfläche GEM zum Betriebssystem im ROM und war nach Einschalten des Rechners in wenigen Sekunden nutzbar. Windows musste allerdings auch damals schon verschiedene Kombinationen von Hardware berücksichtigen, was bei Macintosh und Atari ST kein Problem war. **„Generell enthält das Paket eine Vielzahl von Treibern, die eine Anpassung an die jeweils gegebene Situation ermöglichen.“**

Der Test beschreibt auch die Windows beiliegenden Applikationen und lobt die Tatsache, dass der Kalender im Hintergrund Termine überwacht und mit blinkendem Icon an Bevorstehendes erinnert. Auch wenn es mit heutigem Multitasking nicht vergleichbar ist, damals war es für den IBM-kompatiblen PC noch etwas Besonderes. Das gilt auch für den Einsatz einer Maus. Die elektronischen Nager kosteten 1986 für den PC noch 300 DM und mehr.



Auf dem Titel der c't 8/1986 stand Windows noch klein unter „Software-Neuheiten“. Wir haben das Problem eingekreist.

„Obwohl es wegen des großen Arbeitsgeschwindigkeitsverlustes, besonders bei Applikationen wie Paint, nicht ratsam ist, ohne Maus zu arbeiten, so bleibt dennoch das Gesamtpaket auch mauslosen Computerbesitzern zugänglich.“

Mit Arbeitsgeschwindigkeit meint Steffens die umständliche Bedienung ohne Maus. Versuchen Sie es mal, es funktioniert noch heute. Abgesehen von den Beigaben gab es kaum Software für Windows. DOS-Programme brauchten spezielle Anpassungen:

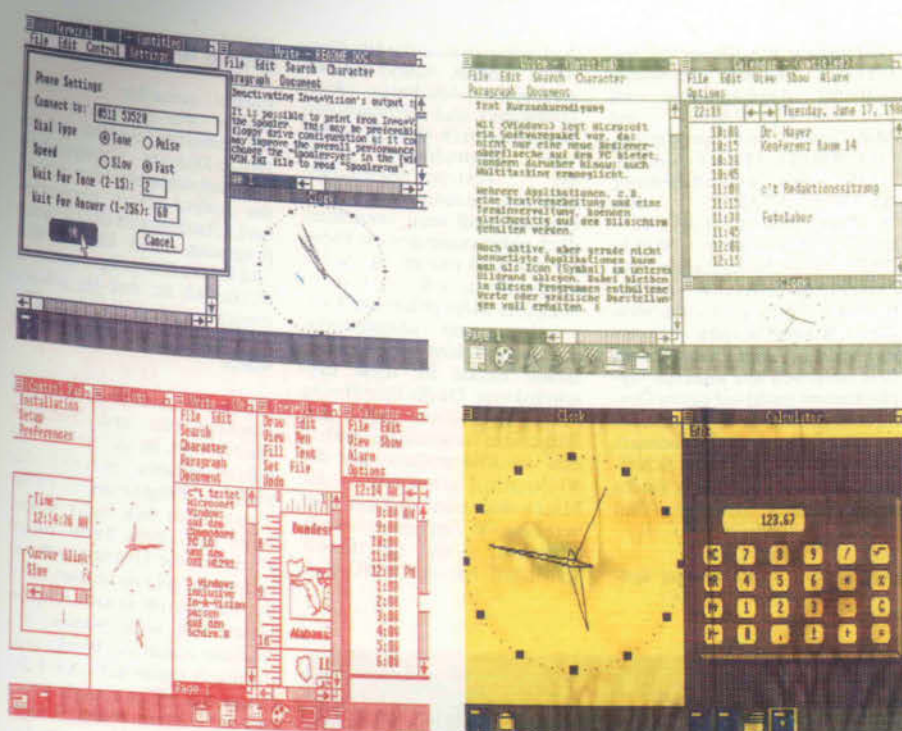
„Sollen andere Programme innerhalb Windows laufen, so muß man sie über ein PIF (Program Information File) aufrufen. Das PIF sorgt unter anderem für die richtige Speicherzuweisung.“

RAM war um die Zeit noch knapp und unter MS-DOS wegen der umständlichen Verwaltung ein stetes Ärgernis. Hier behalf sich Windows mit eigenen Treibern. **„Da Windows im Gegensatz zu GEM eine Speichererweiterung um bis zu 8 MByte mit ‘Above’-Boards nach Intel/Microsoft/Lotus/Ashton-Tate-Standard unterstützt, dürfte auch das gelegentliche Problem der Speicherknappheit zu bewältigen sein. Bleibt jetzt zu wünschen, daß viele gute Programme unter Windows ablauffähig sind (oder werden oder gemacht werden...)“**

Ob Autor Steffens damals schon geahnt hat, dass Windows in den kommenden Jahrzehnten regelmäßig die Titelseite der c't beherrschen wird? Heute gibt es kaum eine Software, die nicht unter Windows läuft. Geblieben ist in jedem Fall die Bedienung nach dem 1973 im Xerox PARC von seinem Erfinder Douglas Engelbart erstmals umgesetzten WIMP-Prinzip (Windows, Icons, Menüs, Pointer). (rop@ct.de) **ct**

Der erste Windows-Test aus c't 8/1986 als PDF: [ct.de/y62r](https://www.ct.de/y62r)

Software-Review



Microsoft Windows

Fensterln gehen

Eckart Steffens

Neue Bedieneroberfläche gefällig? Bitte sehr! Wer Dialogboxen und Mäuschen liebt, muß sich dazu nicht unbedingt Hardware mit einem 'A' (Atari, Apple, Amiga) kaufen. Der einfache PC tut's auch. . .

Spätestens seit dem Siegeszug des Atari ST dürfte auch dem letzten klageworden sein, daß es außer der Kommunikation über die Tastatur auch eine andere Möglichkeit des Mensch-Maschine-Datenaustausches gibt: grafische Bildschirmgestaltung mit einer Maus als Eingabemedium – wie es Digital Research realisiert hat. Es ist klar, daß dies andere Software-Fabrikanten nicht ruhen läßt – frühzeitig schon begann man bei Microsoft mit der Entwicklung einer eigenen grafischen Benutzeroberfläche. Mit WINDOWS konnte die Firma dann schließlich ein Softwarepaket vorlegen, das nicht nur diese Kommunikationsmethode beherrscht,

sondern auch eine echte DOS-Erweiterung darstellt und es darüber hinaus auch gestattet, mehrere Programme gleichzeitig im Rechner zu halten und zu fahren. Auf neudeutsch: Multitasking.

Installation

Windows wird auf fünf Disketten geliefert und muß zunächst installiert werden. Es ist klar, daß der Computer einen Grafikbildschirm haben muß; man kann jedoch zwischen verschiedenen Auflösungen (IBM-Standardkarte, Extended Grafik, Super-Hi-Res. . .) wählen. Generell enthält das Paket eine Vielzahl von Treibern, die eine

Anpassung an die jeweils gegebene Situation ermöglichen. Da Windows häufiger auf die Disketten zugreift (und dies um so öfter, je mehr Applikationen man gleichzeitig im Speicher hält und je geringer der Hauptspeicher ausgebaut ist), empfiehlt es sich, Windows auf einer Harddisk zu installieren. Nach der Installation und dem Aufruf befindet man sich sodann im 'MS-DOS Executive', gekennzeichnet durch ein Diskettensymbol, das stets den Ausgangspunkt für weitere Aktivitäten bildet. Applikationen, sowie Programme innerhalb oder außerhalb von Windows werden von hier aus aufgerufen.

Applikationen

Der Lieferumfang von Windows enthält mehrere Applikationen, die den Managerschreibtisch (mit Ausnahme des PCs) von allen Papieren und Bleistiften freifegen sollen. Da sind also:

Notepad

Ein Texteditor, der die Erstellung und Bearbeitung von Text-Files gestattet. Diese Applikation versteht sich als 'Kladde' und wird von einigen anderen Applikationen auch so genutzt: mittels Notepad ist auch ein Datentransfer zwischen verschiedenen Applikationen möglich.

Cardfile

Eine sich selbst sortierende elektronische Kartei, die beispielsweise Notizen, Adressen oder ein Telefonverzeichnis enthält. Wer sich hier tatsächlich eine Telefondatei anlegt, kann auf einen hierzulande postalisch verbotenen Service zurückgreifen: Mit einem passenden Modem wird die automatische Wahl der Rufnummer unterstützt.

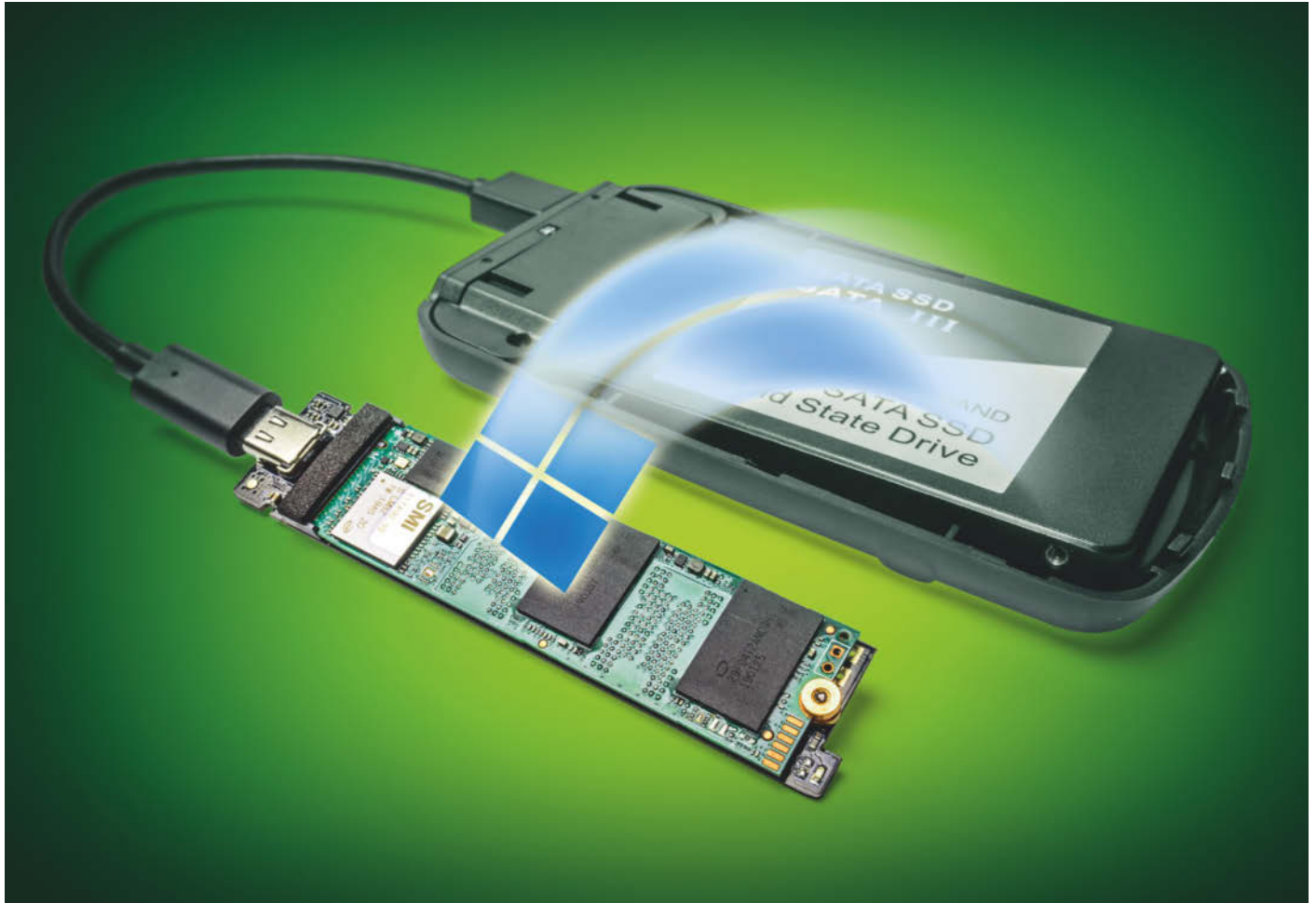
Terminal

In dieser Betriebsart emuliert der Rechner ein VT-52 oder ANSI-Terminal. Die Terminal-einstellungen und Übertragungsparameter kann man mit Hilfe entsprechender Dialogboxen bestimmen.

Kalender

Ein Terminplaner mit 'Weckfunktion': wird ein eingegebener Termin erreicht oder überschrit-

c't 1986, Heft 8



Fliegender Wechsel

Windows-Umzug mit dem aktuellen c't-WIMage

Der Tausch des Datenträgers oder gar des kompletten PCs ist kein Grund, anschließend auf die gewohnte Windows-Installation zu verzichten. Mit c't-WIMage müssen Sie das auch nicht: Es überträgt Ihre Windows-Installation, wobei Sie sich keine Gedanken über Details wie Bootloader, Laufwerksgrößen oder Partitions-schemata machen müssen.

Von Axel Vahldiek

Zu alt, zu langsam, zu wenig Platz – es gibt viele Gründe, einen Windows-Computer oder zumindest den internen Datenträger gegen einen neuen auszuwechseln. Ihre über Jahre gepflegte Windows-Installation können Sie trotzdem weiterverwenden: Übertragen Sie sie einfach auf die neue Hardware.

Bewährt hat sich für diesen Zweck unser Sicherungsskript c't-WIMage. Es kopiert dazu Ihre komplette Windows-Installation (egal ob 8.1, 10 oder 11) mit Ihren persönlichen Dateien, Anwendungen und Einstellungen sowie aller NTFS-Besonderheiten wie Zugriffsrechte, EFS-Dateiverschlüsselung, Reparse Points und

so weiter. Es ignoriert beim Sichern aber die Partitionierung des Quelldatenträgers sowie den Bootloader, und zwar in voller Absicht. Denn stattdessen erzeugt es beides beim Wiederherstellen komplett neu – passend zur Zielhardware. Anders formuliert: Mit c't-WIMage können Sie Ihre Installation auf einen quasi beliebigen anderen PC umziehen.

Für den Umzug brauchen Sie weder den alten und den neuen Datenträger gleichzeitig in den PC einzubauen noch den alten und den neuen PC in irgendeiner Form zu vernetzen. Erforderlich ist bloß ein hinreichend großer (dazu gleich mehr) USB-Datenträger. Den richten Sie gemäß

der Anleitung in diesem Artikel mit wenigen Mausklicks ein. Anschließend ist er bootfähig, enthält c't-WIMage und dient als Ziel für die Sicherung Ihrer Installation. Nach dem Sichern tauschen Sie wie geplant Ihre Hardware und auf der neuen stellen Sie die Sicherung vom USB-Datenträger wieder her.

Funktionsweise

Dass der Umzug mit c't-WIMage so einfach gelingt, liegt an seiner arbeitsteiligen Funktionsweise. Basis ist die Art, wie c't-WIMage Ihre Installation sichert, nämlich dateibasiert in Form eines Images in einer Container-Datei. Diese Datei können Sie sich in erster Näherung als eine Art ZIP-Archiv vorstellen [3]. Der Dateityp ist WIM (Windows Imaging, daher auch der Name unseres Skripts). Mit einer WIM-Datei hatten Sie womöglich schon zu tun, und zwar dann, wenn Sie Windows sauber neu installiert haben. Das Setup-Programm macht im Wesentlichen nichts anderes als den internen Datenträger zu partitionieren, ein Image darauf zu entpacken und dieses mit einem Bootloader zu versorgen. Das Image steckt hier ebenfalls in einer WIM-Datei.

Der Trick von c't-WIMage besteht nun darin, dem Setup-Programm ein anderes Image unterzuschieben. Davon merkt es nichts. Folge: Wenn Sie Setup laufen lassen, partitioniert es wie gewohnt den internen Datenträger, doch anschließend landet kein Image eines frischen Windows darauf, sondern eben Ihre Installation mit all Ihren Anwendungen, Einstellungen und Dokumenten. Die bekommt wie gehabt einen passenden Bootloader verpasst, fertig.

Das Unterschieben ist kein von uns erdachter Hack, sondern von Microsoft ausdrücklich so vorgesehen. Gedacht ist es eigentlich für die Admins großer Unternehmen sowie für PC-Hersteller, die ihre PCs vor der Auslieferung mit angepassten Windows-Vorinstallationen versehen wollen. Alle nötigen Werkzeuge fürs Unterschieben stecken von Haus aus in Windows. Es sind allesamt Kommandozeilenprogramme (Dism, Diskpart, bcdboot, ...), die jeweils eigene und, freundlich formuliert, gewöhnungsbedürftige Bedienkonzepte haben. Ihnen kann das jedoch egal sein: Unser Skript nimmt Ihnen den Umgang mit diesen Werkzeugen ab und reduziert den Aufwand für Sie auf wenige simple Mausklicks.

Stolpersteine

Um Enttäuschungen zu vermeiden noch einige Details vorab zur Klarstellung. Mit c't-WIMage können Sie alle 32- und 64-Bit-Installationen von Windows 8.1, 10 und 11 umziehen, und zwar von einem quasi beliebigen x86/x64-PC zum anderen. Ausgeschlossen sind Windows 7 und alle noch älteren Windows-Versionen, denn den Oldies fehlen die technischen Voraussetzungen.

c't-WIMage sichert wirklich nur den Inhalt Ihrer Windows-Partition, also weder Ihre Daten- noch sonstige Partitionen oder Laufwerke. Das macht aber nichts: Den Inhalt Ihrer Datenpartitionen können Sie einfach per Copy & Paste im Explorer übertragen (als Transportmittel mag ein weiteres Mal der USB-Datenträger dienen). Dasselbe gilt für eventuell vom PC-Hersteller erzeugte Partitionen, die Installationspakete für die mitgelieferten An-

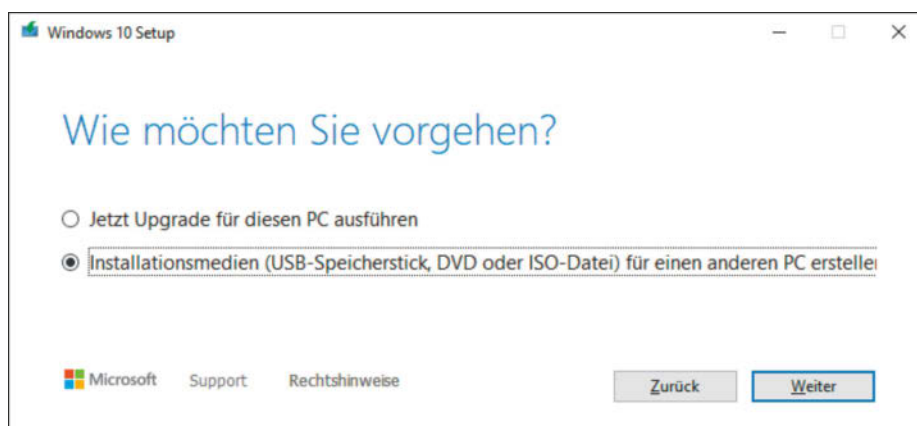
c't kompakt

- Sie können mit c't-WIMage Windows 8.1, 10 und 11 auf quasi beliebige andere Hardware umziehen.
- Das Partitionsschema, die für Windows nötigen Partitionen und der Bootloader werden beim Umzug automatisch passend zur Zielhardware erstellt.
- c't-WIMage ist zwar ein Skript, die Bedienung erfordert aber kein Kommandozeilengetippe, sondern nur Mausklicks.

wendungen enthalten. Boot- und Wiederherstellungspartition werden beim Aufspielen ohnehin automatisch neu erzeugt. Durch den PC-Hersteller vorgegebene zusätzliche Wiederherstellungspartitionen brauchen Sie nicht umzuziehen, für den Notfall haben Sie ja dann das Image.

Was immer mal wieder missverstanden wird: c't-WIMage erzeugt einen Klon Ihrer Installation, und das ist ernst gemeint. Falls also Ihre Quell-Installation ohnehin schon Probleme hat, wird sie die auch nach dem Umzug haben. Auch ist währenddessen kein Upgrade von Windows 10 auf 11 möglich, sehr wohl aber nach dem Umzug. Falls Sie noch eine 32-Bit-Installation verwenden: Das Umstellen auf 64 Bit ist grundsätzlich nur per Neuinstallation möglich, daran ändert leider auch c't-WIMage nichts.

Microsofts seit Jahren anhaltende Schlampereien bei der Qualitätssicherung [4] haben zu Einschränkungen bei Platzhalterdateien für Clouddienste geführt. Die dienen beispielsweise im OneDrive-Ordner dazu, Dateien zu signalisieren, die in der Cloud, aber nicht lokal liegen. Das von c't-WIMage unter der Haube zum Sichern genutzte Windows-eigene Kommandozeilenprogramm Dism.exe kann mit solchen Platzhaltern bis heute nicht umgehen („Fehler 6“). Aktuelle Windows-Versionen verwenden aber zumindest für OneDrive einen Workaround: Findet Dism.exe beim Sichern solche Platzhalter, lädt Windows die dazugehörigen Dateien kurzerhand aus der Cloud herunter. Sie belegen so zwar zusätzlich Platz und es klappt nur bei bestehender Onlineverbindung, aber immerhin werden sie so mit-



Der Umzug ist mit wenigen Handgriffen erledigt. Zuerst lassen Sie einen USB-Datenträger von einem kostenlosen Microsoft-Programm bootfähig einrichten.

```
Administrator: C:\Windows\System32\cmd.exe

Willkommen beim Einrichtungsskript für c't-WIMage!

Es wird auf dem Laufwerk, von dem es gestartet wurde, eine weitere Partition anlegen und alles für c't-WIMage Nötige
darauf kopieren.

Los geht's

Auf Datenträger 6 ("SABRENT " an USB; worauf auch Laufwerk H: ("ESD-USB") liegt) wird ein neues, 79,79 GByte großes
Volume erstellt.

Fortfahren?
[J] Ja [N] Nein [?] Hilfe (Standard ist "J"):
```

Das Skript `ct-wimage-maker.bat` bereitet den frisch eingerichteten USB-Datenträger für c't-WIMage vor.

gesichert. Bei anderen Clouddiensten kann es vor dem Sichern nötig sein, alle derzeit nur in der Cloud liegenden Dateien vor dem Sichern komplett herunterzuladen.

Sie verwenden das „Windows Subsystem für Linux“ (WSL), genauer dessen erste Version? WSL-1-Installationen kann c't-WIMage nicht sichern, sehr wohl aber solche mit WSL 2. Wie Sie eine WSL-Installation umwandeln, lesen Sie in [2].

Der richtige Datenträger

Nun zum Umzug selbst. Wie erwähnt benötigen Sie dafür einen USB-Datenträger. Er ist nur vorübergehend erforderlich, nach dem Umzug kann er wieder anderen Zwecken dienen. c't-WIMage setzt als Mindestgröße 64 GByte voraus, doch wird das meist nicht reichen. Wie groß er in Ihrem Fall mindestens sein muss, hängt im Wesentlichen davon ab, wie viel Platz Ihre Installation auf dem internen Datenträger belegt. Das von c't-WIMage angefertigte Image belegt auf dem USB-Daten-

träger ganz grob geschätzt die Hälfte davon. c't-WIMage komprimiert Ihre Daten und ignoriert Riesenbrocken wie die Auslagerungs- und die Ruhezustandsdatei. Darin stecken eh nur temporäre Daten und Windows erzeugt diese Dateien beim nächsten Start automatisch neu, wenn sie fehlen.

Die maximale Größe des USB-Datenträgers ist nicht beschränkt, Sie können aber während des Umzugs den Platz jenseits 2 TByte nicht nutzen. Das liegt daran, dass der Datenträger nicht nur als Speicherplatz für das Image dient, sondern auch als bootfähiges Wiederherstellungslaufwerk. Damit es keine Rolle spielt, ob der PC zum Booten UEFI- oder Legacy-BIOS-Mechanismen verwendet, kommt als Partitionsschema MBR zum Einsatz, und das kann eben nur maximal 2 TByte große Partitionen verwalten.

Ob Sie eine USB-SSD oder -Magnetfestplatte verwenden, ist Geschmacksache: Die einen sind meist schneller, die anderen bieten meist mehr Platz.

Falls Sie einen USB-Stick verwenden wollen: Das geht auch, sofern Sie Windows 11 oder eine zumindest halbwegs aktuelle Version von Windows 10 umziehen wollen. Lediglich der Umzug alter Windows-10-Versionen (1703 und noch älter) und von 8.1 klappt nur per USB-Festplatte/-SSD. Hilfe beim Identifizieren der Version finden Sie bei Bedarf in [5].

Ob der Datenträger über einen Anschluss des Typs USB 2 oder USB 3 verfügt, spielt beim Sichern abgesehen vom Tempo meist keine Rolle, sehr wohl aber beim Wiederherstellen. Dann muss der PC vom Datenträger booten können. Ältere Rechner haben damit bei USB 3 oft noch ihre Schwierigkeiten, dann sind Sie mit USB 2 auf der sicheren Seite. Auf halbwegs aktueller Hardware spielt es aber üblicherweise keine Rolle mehr. Sollte ausgerechnet Ihr PC zu den Ausnahmen gehören, bei denen es beim Booten oder gar schon beim Sichern USB-bedingte Probleme gibt, hilft die FAQ [6].

Neuer PC? Erst Vorinstallation sichern, dann Umzug!

Wenn Sie einen neuen PC mit vorinstalliertem Windows erworben haben, auf dem Sie künftig Ihre gewohnte Installation vom Alt-PC betreiben wollen, ist das dank c't-WIMage kein Problem. Ersetzen Sie die Vorinstallation einfach durch Ihre. Falls der neue Computer später mal zum Support-Fall wird, könnte der Händler oder der Hersteller jedoch mit der Ausrede den Support verweigern, dass der PC sich nicht mehr im Auslieferungszustand befinde. Gegen diesen Fall können Sie sich absichern: Konservieren Sie

den Ausgangszustand des neuen PC, bevor Sie mit dem Umzug beginnen.

Das Konservieren stellt andere Ansprüche an eine Sicherungslösung als ein Umzug: Das gesicherte Windows braucht sich nicht auf einem anderen PC wiederherstellen zu lassen, sondern nur auf dem Quell-PC. Dafür müssen aber alle Ursprungspartitionen sowie der Original-Bootloader restaurierbar sein, die bei einem Umzug eher hinderlich wären. Dazu zählen vor allem die oftmals werksseitig vorhandenen Recovery-Partitionen.

Als Software für diesen Zweck empfehlen wir daher nicht c't-WIMage, sondern Drive Snapshot. Das ist ein bewährter Imager von Tom Ehlert, der ohne Installation läuft. Als c't-Leser besitzen Sie womöglich schon eine Spezialversion davon, die ein Jahr lang sichern und zeitlich unbeschränkt wiederherstellen kann: Drive Snapshot gehört schon länger zu unserem c't-Notfall-Windows, und das ist auch bei der aktuellen Version der Fall [8].

Einen Vergleich zwischen c't-WIMage und Drive Snapshot finden Sie in [9].

Einrichten 1: MCT

Die Vorbereitungen für den Einsatz von c't-WIMage sind schnell erledigt: Starten Sie die Windows-Installation, die Sie umziehen wollen. Stöpseln Sie den USB-Datenträger an. Stellen Sie sicher, dass er nichts Wichtiges enthält, denn er wird gleich komplett gelöscht! Ziehen Sie vorsichtshalber alle anderen externen Laufwerke ab, um Verwechslungen zu vermeiden.

Laden Sie Microsofts kostenloses Programm „Media Creation Tool“ (MCT) herunter, und zwar bitte nicht via Google, sondern direkt von der Website microsoft.com/software-download/windows10. Verwenden Sie keinen anderen Link, denn es gibt verschiedene Varianten des MCT, und mit den neueren klappt der Umzug nur auf Computer, die Microsoft für Windows-11-tauglich hält. Die von uns empfohlene Version ist offiziell für Windows 10 gedacht, taugt aber genauso für den Umzug von 8.1 und 11.

Klicken Sie auf der MCT-Webseite auf die Schaltfläche „Tool jetzt herunterladen“. Starten Sie das MCT und akzeptieren Sie die Lizenzbedingungen. Im nächsten Dialog bitte aufpassen: Stellen Sie um von „Jetzt Upgrade für diesen PC ausführen“ auf „Installationsmedium [...] für einen anderen PC erstellen“. Im nächsten Dialog ist alles passend für Ihren Umzug vorausgewählt, klicken Sie auf „Weiter“. Bei „Zu verwendendes Medium auswählen“ belassen Sie die Vorauswahl „USB-Speicherstick“ und wählen im nächsten Dialog Ihren Datenträger aus. Identifizieren Sie ihn anhand des Laufwerksbuchstaben. Das MCT lädt alles Nötige von Microsofts Servern herunter (rund vier GByte) und richtet den Datenträger ein. Den Laufwerksbuchstaben behält er, als Label vergibt das MCT „ESD-USB“.

Einrichten 2: Skript

Laden Sie unter ct.de/wimage im Abschnitt „Download von c't-WIMage“ die Datei „ct-WIMage.zip“ herunter. Wählen Sie aus deren Kontextmenü im Explorer „Alle extrahieren“, um sie zu entpacken. Als Ziel wählen Sie das Wurzelverzeichnis des Laufwerks mit dem Label „ESD-USB“. Achtung: Es muss wirklich das Wurzelverzeichnis sein. Lassen Sie den Extrahier-Dialog also keinen zusätzlichen Ordner namens „ct-WIMage“ erstellen, denn dann würde alles darin landen und nicht funktionieren.

Auf dem USB-Laufwerk finden Sie anschließend eine Datei namens „ct-WIMage-maker.bat“ sowie einen Ordner „ct-WIMage“. Der enthält weitere Dateien, die Sie ignorieren können, weil nur das Skript selbst sie braucht.

Wählen Sie aus dem Kontextmenü von „ct-WIMage-maker.bat“ den Menüpunkt „Als Administrator ausführen“, um das Skript nach einer Sicherheitsabfrage zu starten. Das Skript stellt eine weitere Sicherheitsnachfrage, bestätigen Sie diese mit „J“ für Ja. Warten Sie anschließend, bis das Skript verkündet, dass es fertig ist. Es kann passieren, dass der Explorer sich zwischendurch meldet, dass ein Laufwerk formatiert werden müsse – klicken Sie in diesem Fall unbedingt auf „Abbrechen“! Sonst löschen Sie das, was das Skript gerade einrichtet, umgehend wieder.

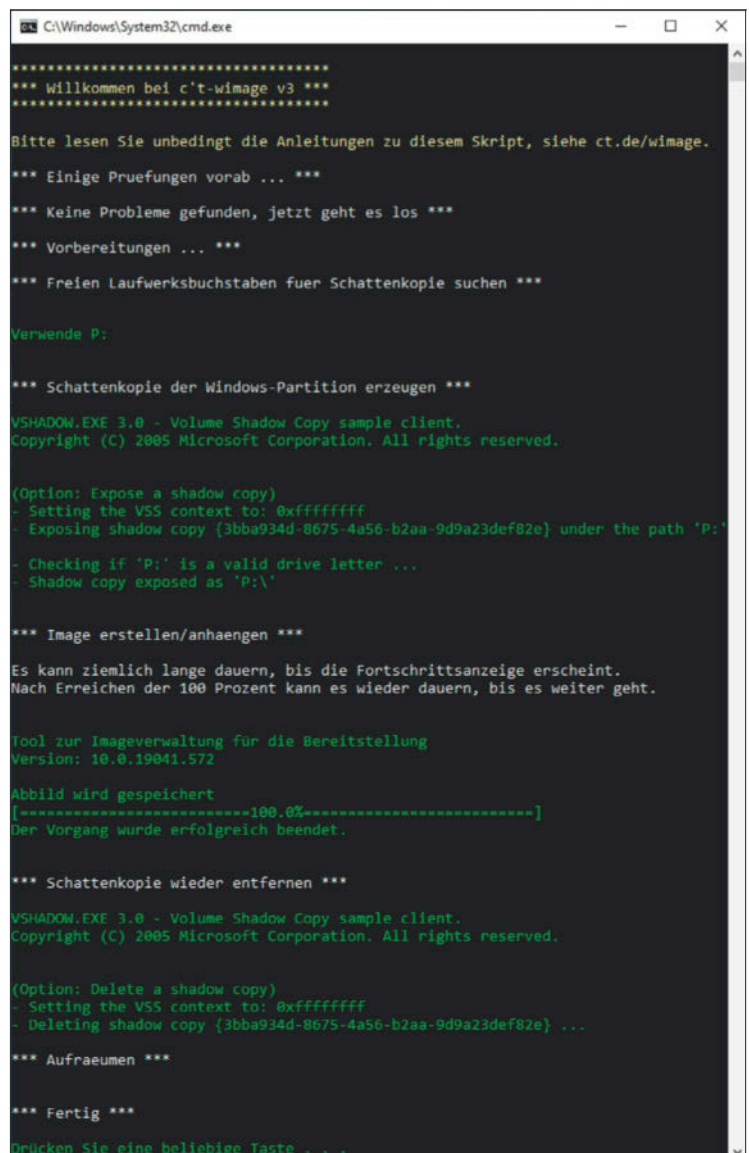
Im Explorer werden Sie zwei Änderungen bemerken: Das USB-Laufwerk, das

gerade noch „ESD-USB“ hieß, trägt nun den Namen „CT-BOOT“. Zudem gibt es ein neues Laufwerk mit dem Namen „CT-WIMAGE“ (falls nicht: USB-Laufwerk einmal ab- und wieder anstöpseln). Auch das Laufwerk CT-WIMAGE liegt auf dem USB-Datenträger, er ist damit fertig eingerichtet.

Vom alten ...

Nun können Sie das Image Ihrer Windows-Partition anfertigen. Das geht bei laufendem Windows, empfehlenswert ist aber, alle Anwendungen zu schließen. Zwar klappt das Sichern dank des Einsatzes von Schattenkopien auch so, womöglich sind dann aber beim Wiederherstellen in Einzelfällen Daten etwa in Datenbanken oder Mail-Archiven inkonsistent. Aus dem gleichen Grund sollten Sie sicherstellen, dass Windows gerade keine Updates einspielt.

Das Skript ct-wimage.bat sichert Ihre komplette Windows-Installation mitsamt all Ihrer Dokumente, Anwendungen und Einstellungen.



```

C:\Windows\System32\cmd.exe

*****
*** Willkommen bei c't-wimage v3 ***
*****

Bitte lesen Sie unbedingt die Anleitungen zu diesem Skript, siehe ct.de/wimage.

*** Einige Pruefungen vorab ... ***

*** Keine Probleme gefunden, jetzt geht es los ***

*** Vorbereitungen ... ***

*** Freien Laufwerksbuchstaben fuer Schattenkopie suchen ***

Verwende P:

*** Schattenkopie der Windows-Partition erzeugen ***

VSHADOW.EXE 3.0 - Volume Shadow Copy sample client.
Copyright (C) 2005 Microsoft Corporation. All rights reserved.

(option: Expose a shadow copy)
- Setting the VSS context to: 0xffffffff
- Exposing shadow copy {3bba934d-8675-4a56-b2aa-9d9a23def82e} under the path 'P:'

- Checking if 'P:' is a valid drive letter ...
- Shadow copy exposed as 'P:\'

*** Image erstellen/anhaengen ***

Es kann ziemlich lange dauern, bis die Fortschrittsanzeige erscheint.
Nach Erreichen der 100 Prozent kann es wieder dauern, bis es weiter geht.

Tool zur Imageverwaltung für die Bereitstellung
Version: 10.0.19041.572

Abbild wird gespeichert
[*****100.0%*****]
Der Vorgang wurde erfolgreich beendet.

*** Schattenkopie wieder entfernen ***

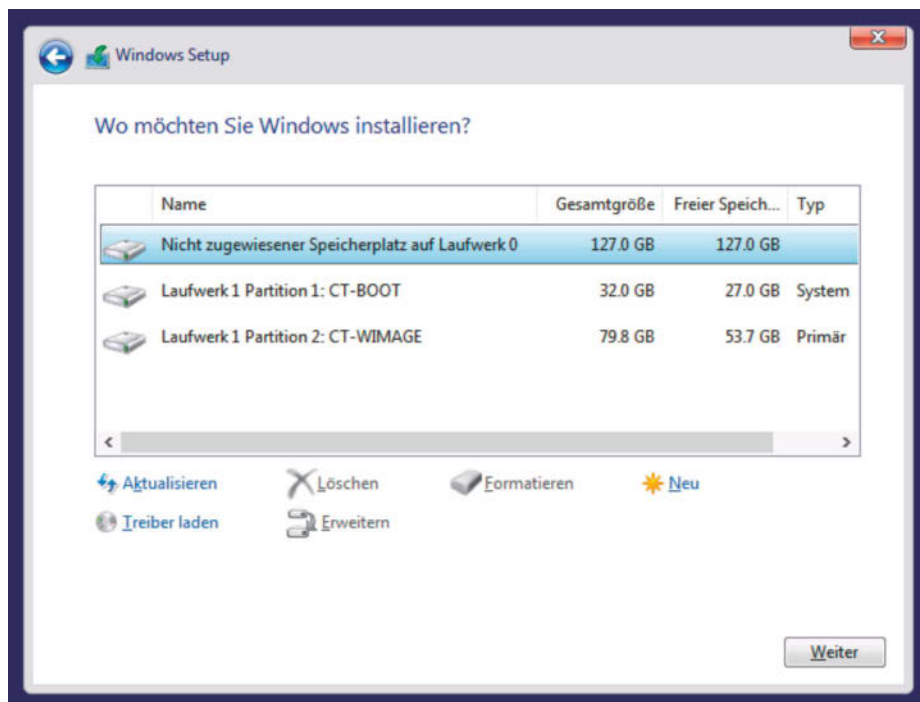
VSHADOW.EXE 3.0 - Volume Shadow Copy sample client.
Copyright (C) 2005 Microsoft Corporation. All rights reserved.

(option: Delete a shadow copy)
- Setting the VSS context to: 0xffffffff
- Deleting shadow copy {3bba934d-8675-4a56-b2aa-9d9a23def82e} ...

*** Aufräumen ***

*** Fertig ***

Drücken Sie eine beliebige Taste . . .
  
```



Das Windows-Setup-Programm stellt Ihre Installation wieder her, als wäre es ein frisches Windows. Wenn der Zieldatenträger leer ist (hier: „Laufwerk 0“), nimmt Setup Ihnen das Partitionieren ab. Zudem richtet es einen passenden Bootloader ein. Fertig ist der Umzug.

Wechseln Sie im Explorer auf das Laufwerk „CT-WIMAGE“. Dort liegt ein Batch-Skript. Es trägt je nach Architektur Ihrer Installation den Namen „ct-WIMage-x64.bat“ oder „ct-WIMage-x86.bat“. Starten Sie das Skript via Kontextmenü und Klick auf „Als Administrator ausführen“. Zu tun gibt es anschließend für Sie nichts, es läuft alles automatisch durch. Sie brauchen nur zu warten, bis das Skript „fertig“ meldet. Dann besitzen Sie ein bootfähiges Setup-Medium mit einem Image Ihrer Windows-Installation.

Wenn Sie während des Sicherns im Explorer nachsehen, entdecken Sie dort ein Laufwerk mit dem Buchstaben P: (sofern dieser vorher frei war, sonst hat das Laufwerk einen anderen). Dieses Laufwerk konserviert vorübergehend eine Momentaufnahme von C: („Schattenkopie“). Die bleibt während des gesamten Sicherungsvorgangs unverändert, und zwar auch dann, wenn auf C: selbst derweil etwas passiert. Daher sichert c't-WIMage diese Schattenkopie von C: statt C: direkt. Laufwerk P: verschwindet nach dem Sichern wieder. Sollte c't-WIMage nicht korrekt durchlaufen und P: erhalten bleiben, reicht es, das Skript einfach erneut aufzurufen. Es entfernt dann P:, bevor es erneut seine eigentliche Arbeit beginnt.

... auf den neuen

Nun können Sie den alten Datenträger gegen den neuen tauschen oder zum neuen PC wechseln. Booten Sie den PC vom USB-Laufwerk. Wählen Sie es dazu im BIOS-Bootmenü aus, welches Sie je nach PC üblicherweise über die Taste Esc öffnen oder eine der Funktionstasten ab F8 aufwärts. Tipps zum Booten von USB finden Sie bei Bedarf in einer c't-FAQ [7].

Nach dem Booten startet das Windows-Setup-Programm, welches wie üblich zuerst nach Ihrer bevorzugten Landessprache und dem Tastatur-Layout fragt. Es will die Lizenzbestimmungen abgenickt wissen und bietet dann zwei Installationsarten an. Hier funktioniert allerdings nur die zweite („Benutzerdefiniert: ...“) – klicken Sie sie an.

Danach können Sie das interne Laufwerk neu partitionieren, genauer: von Setup partitionieren lassen. Im Dialog sehen Sie üblicherweise zwei Datenträger (Laufwerk 0 und 1), die jeweils mehrere Partitionen aufweisen. Einer enthält „CT-BOOT“ und „CT-WIMAGE“, das ist der USB-Datenträger. Der andere kann komplett gelöscht werden (eine Vorinstallation sollten Sie aber vorab konservieren, siehe Kasten auf S. 126). Markieren Sie einfach nacheinander alle Partitionen auf dem

internen Datenträger und löschen Sie sie. Achtung: Sollten weitere Datenträger vorhanden sein, stellen Sie sicher, nachfolgend nicht den falschen zu erwischen. Beim Identifizieren helfen die Laufwerksbezeichnungen und die Größen. Übrig bleibt auf dem Zieldatenträger ein großer „Nicht zugewiesener Speicherplatz auf Laufwerk 0“. Markieren Sie diesen und klicken Sie auf „Weiter“.

Anschließend erstellt das Setup-Programm automatisch alle nötigen Partitionen, kopiert Ihre Windows-Installation auf den internen Datenträger und versorgt sie mit einem Bootloader. Nach dem Booten Ihrer Installation stellen Sie die Netzwerkverbindung her. Windows Update läuft dann automatisch los und lädt nicht nur fehlende Sicherheits-Updates, sondern auch Treiber. Sie brauchen Windows danach nur noch zu aktivieren (Tipps bei Bedarf in [7]), fertig ist der Umzug.

Falls Sie nach dem Umzug Lust bekommen, sich noch weiter mit c't-WIMage zu beschäftigen: Unter ct.de/wimage finden Sie nicht nur das Skript selbst, sondern auch alle dazu erschienenen Artikel und ein Forum. Zu den Artikeln gehört einer mit vielen Tipps und Tricks sowie eine umfangreiche FAQ. Sie erfahren dort, was sich mit c't-WIMage noch alles anfangen lässt und was Sie auf Wunsch anpassen können. Zudem finden Sie auf der Website viele Tipps zum Identifizieren und Beheben von Problemen. Aktuelle Ereignisse rund um c't-WIMage dokumentieren wir dort zuerst.

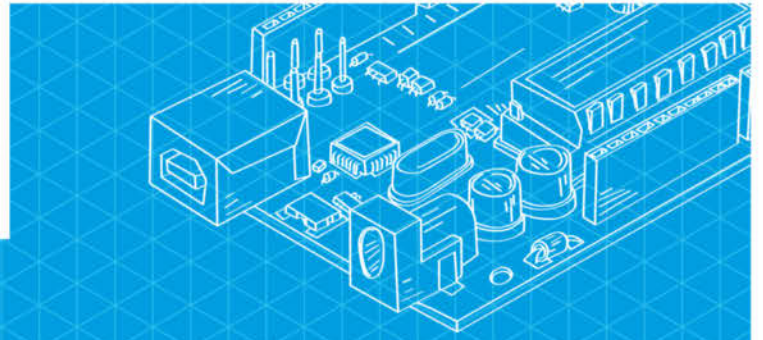
(axv@ct.de)

Literatur

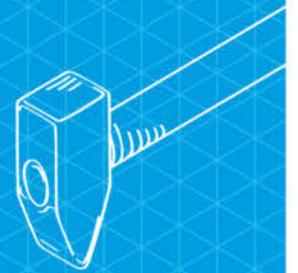
- [1] Axel Vahldiek, Starker Helfer, PC-Umzug mit c't-WIMage, c't 6/2019, S. 22
- [2] Axel Vahldiek, Ersatzrad, c't-WIMage erstellt Windows-Backups, c't 10/2021, S. 18
- [3] Axel Vahldiek, FAQ: Windows Image-Format WIM, c't 18/2018, S. 176, auch kostenlos online lesbar unter ct.de/-4133050
- [4] Günter Born, Axel Vahldiek, Reifeprüfung, Ursachenforschung zu Microsoft Bananen-Patches, c't 4/2019, S. 66
- [5] Axel Vahldiek, Was läuft?, Windows-Version und -Edition identifizieren, c't 14/2022, S. 172
- [6] Axel Vahldiek, FAQ: Sichern mit c't-WIMage, c't 10/2021, S. 178, auch kostenlos online lesbar unter ct.de/-6020316
- [7] Axel Vahldiek, FAQ: Booten von USB-Laufwerken, c't 24/2018, S. 172, auch kostenlos online lesbar unter ct.de/-4209809
- [8] Peter Siering, Stephan Bäcker, c't-Notfall-Windows 2023, Überarbeiteter Bausatz mit vereinfachter Bedienung, c't 2/2023, S. 14
- [9] Axel Vahldiek, Ungleiche Zwillinge, Windows-Image mit Drive Snapshot oder mit c't-WIMage sichern?, c't 21/2022, S. 164

Download, Forum, FAQ: ct.de/wimage

Make:



DAS KANNST DU AUCH!



GRATIS!



2× Make testen und über 7 € sparen!

Ihre Vorteile:

- ✓ **GRATIS dazu:** Make: Tasse
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv*
- ✓ Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

Für nur 19,40 € statt 27 €

Jetzt bestellen:
make-magazin.de/miniabo



* Für die Laufzeit des Angebotes.

Huhn vs. Ei

Windows on ARM – ein subjektiver Testbericht

Geht es nach unseren Hardwaretests, sind Windows-Geräte mit ARM-Prozessor ein Griff ins Klo – denn nach wie vor gibt es kaum native Software dafür, von Treibern ganz zu schweigen. Das hat mich neugierig gemacht: Wie schnell treibt mich so ein Gerät in den Wahnsinn, wenn ich es als Arbeitsrechner benutze?

Von Jan Schüßler

Um Windows on ARM im Alltag auszuprobieren, habe ich mir das „Windows Dev Kit 2023“ ins Büro geholt, das mein Kollege Christof Windeck vor einem halben Jahr getestet hat [1]. Die Spezifikationen dieses kleinen Desktop-ARM-Rechners lassen auf den ersten Blick einen performanten Büro-PC erahnen: Acht Prozessorkerne, 32 GByte RAM, DisplayPort-Anschluss, LAN-Port – und sehr leise gekühlt ist das Teil auch noch. Nur steckt eben kein x86-PC-Prozessor drin, sondern die von Android- und iOS-Smartphones, aber auch von Apples M1- und M2-Macs bekannte ARM-Architektur. Und wenngleich der Snapdragon 8cx Gen 3 im Dev Kit nicht an die Rechenleistung des Apple M1 im Mac mini herankommt: Die kleine Microsoft-Kiste wirkt durchaus wie eine Antwort auf Apples kompakte Rechner.

Beim Verkabeln stellten sich die ersten Ernüchterungseffekte ein, die aber eher Microsoft anzulasten sind als dem ARM-Prozessor: keine native HDMI-Buchse und nur ein DisplayPort, vorne gar keine Buchsen, seitlich zweimal USB-C, hinten dreimal USB-A – wie praktisch, dass mein Monitor einen eingebauten USB-Hub hat. Audiobuchsen gibts nicht, für Teams & Co. muss also ein Bluetooth-Headset her. In diesem Umfeld fast schon

unerwartet: die Anwesenheit der klassischen RJ45-Ethernet-Buchse. Die Windows-Einrichtung gleicht der von Windows 11 Pro in der x64-Variante.

Im Alltagsbetrieb fühlt sich der PC im ersten Moment ebenso flüssig an wie mein regulärer Arbeitsrechner (ein AMD Ryzen 7 5700G mit ebenfalls 32 GByte RAM). Alle bordeigenen Tools sind für ARM64 kompiliert, die Microsoft-Office-Programme gibts inzwischen ebenfalls nativ. Gängige Standardsoftware anderer Anbieter liegt aber nur selten als echte ARM-Version vor, und wenn, dann muss man sie explizit suchen und herunterladen – bei Firefox ist das zum Beispiel der Fall.

In manchen Fällen steht man erst mal vor der Frage: Läuft dieses Programm eigentlich als ARM64-Code? Um das zu erkennen, hilft der Task-Manager weiter. Im Menü „Details“ zeigt er neben den üblichen Spalten für Name, PID, CPU-Last und so weiter auch eine namens „Architektur“. Alles mit der Bezeichnung „ARM64“ läuft nativ; x86-Code, der durch den Emulator läuft, taucht als „x86“ (bei 32-Bit-Code) oder „x64“ (bei 64-Bit-Code) auf.

Wo es hakt

Dank der in Windows integrierten Emulationsschicht für x86- und x64-Code laufen zwar die meisten Büroprogramme, manche aber spürbar langsamer als gewohnt. In meinem Fall galt das vor allem für die Newsletter-Verwaltungssoftware Inxmail, die teils mehrere Sekunden lange Pausen einlegt, wenn man Menüs wechselt, Elemente formatiert oder auch einfach nur Text eintippt. Bei anderen Programmen fällt der Unterschied eher im Direktvergleich auf, etwa mit dem Mailer Thunderbird, mit dem Webbrowser Chrome oder auch mit LibreOffice, Gimp & Co.: Ja, das alles geht – Freude will aber nicht aufkommen.

Deutlich schwerer hat man es, wenn man Treiber für bestimmte Hardware wie Drucker oder Scanner braucht: Bietet der

Hersteller keinen ARM-Treiber, sieht es finster aus, zumindest, solange der Drucker kein Business-Gerät mit PCL6-Unterstützung ist (dafür hat Windows generische Treiber) oder man auf einen Cloud-Druckdienst zurückgreifen kann (Datenschutz adé). Zum Glück habe ich nur Standardhardware wie eine Logitech-Webcam, ein Bluetooth-Headset und eine 10-Euro-Maus, die allesamt wunderbar

Name	Architektur
Systemunterbrechungen	
System	
Leerlaufprozess	
chrome.exe	x86
chrome.exe	x86
chrome.exe	x86
chrome.exe	x86
chrome.exe	x86
chrome.exe	x86
chrome.exe	x86
GoogleUpdate.exe	x86
GoogleCrashHandler.exe	x86
SpotifyWidgetProvider.exe	x86
soffice.bin	x64
thunderbird.exe	x64
thunderbird.exe	x64
thunderbird.exe	x64
soffice.exe	x64
OfficeClickToRun.exe	x64
GoogleCrashHandler64.exe	x64
AppVShNotify.exe	x64
ShellExperienceHost.exe	ARM64
msedge.exe	ARM64
msedge.exe	ARM64
msedge.exe	ARM64
msedge.exe	ARM64
LockApp.exe	ARM64
SearchHost.exe	ARM64
StartMenuExperienceHost.exe	ARM64
firefox.exe	ARM64
firefox.exe	ARM64
firefox.exe	ARM64
firefox.exe	ARM64
SearchProtocolHost.exe	ARM64

Die Detailansicht des Task-Managers zeigt an, welche Programme nativ für die ARM-Architektur entwickelt wurden und welche als emulierter x86- oder x64-Code laufen.



Das Windows Dev Kit 2023 könnte fast Microsofts Antwort auf Apples ARM-Macs sein – wenn es denn Software für Windows on ARM gäbe.

mit Windows' generischen ARM-Treibern zusammenspielen.

Weitaus lästiger: Windows 11 Pro kommt zwar mit dem Desktop-Virtualisierer Hyper-V, aber virtualisieren kann man damit nur ARM-Betriebssysteme. Andere Tools wie VMware Workstation

oder VirtualBox funktionieren nicht. Das war für mich auch der Hauptgrund, nach wenigen Wochen zum AMD-PC zurückzukehren: Virtualisierung nutze ich andauernd, sei es wegen Windows-Vorabversionen oder um mal schnell diese oder jene Linux-Distribution auszutesten. Und

immer mit zwei Rechnern zu hantieren, ist mir im Alltag zu nervig.

Fazit

Ja ... aber nein – so lautet derzeit mein Fazit zu Windows on ARM. Ein Pluspunkt am „Windows Dev Kit 2023“ als Beispiel für einen Windows-ARM-PC ist sicherlich die Sparsamkeit: Im Leerlauf verbraucht es gerade einmal drei Watt. Dem gegenüber stehen Performanceprobleme, die nicht immer nur messtechnischer Natur sind und – leider – vor allem der Verzicht auf flexible Desktop-Virtualisierung. Angenehmer dürften ARM-Geräte allerdings in Umgebungen sein, in denen ausschließlich Microsofts Office-Programme und Web-Apps zum Einsatz kommen.

(jss@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Christof Windeck, ARM-Box, Mini-PC mit ARM-CPU: Microsoft Windows Dev Kit 2023 für Entwickler, c't 2/2023, S. 78



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.

Jetzt
Ticket
sichern!

storage2day.de

Der Weiterbildungs- und Branchentreff der Storage-Szene

Veranstalter

Goldsponsoren

Silbersponsor



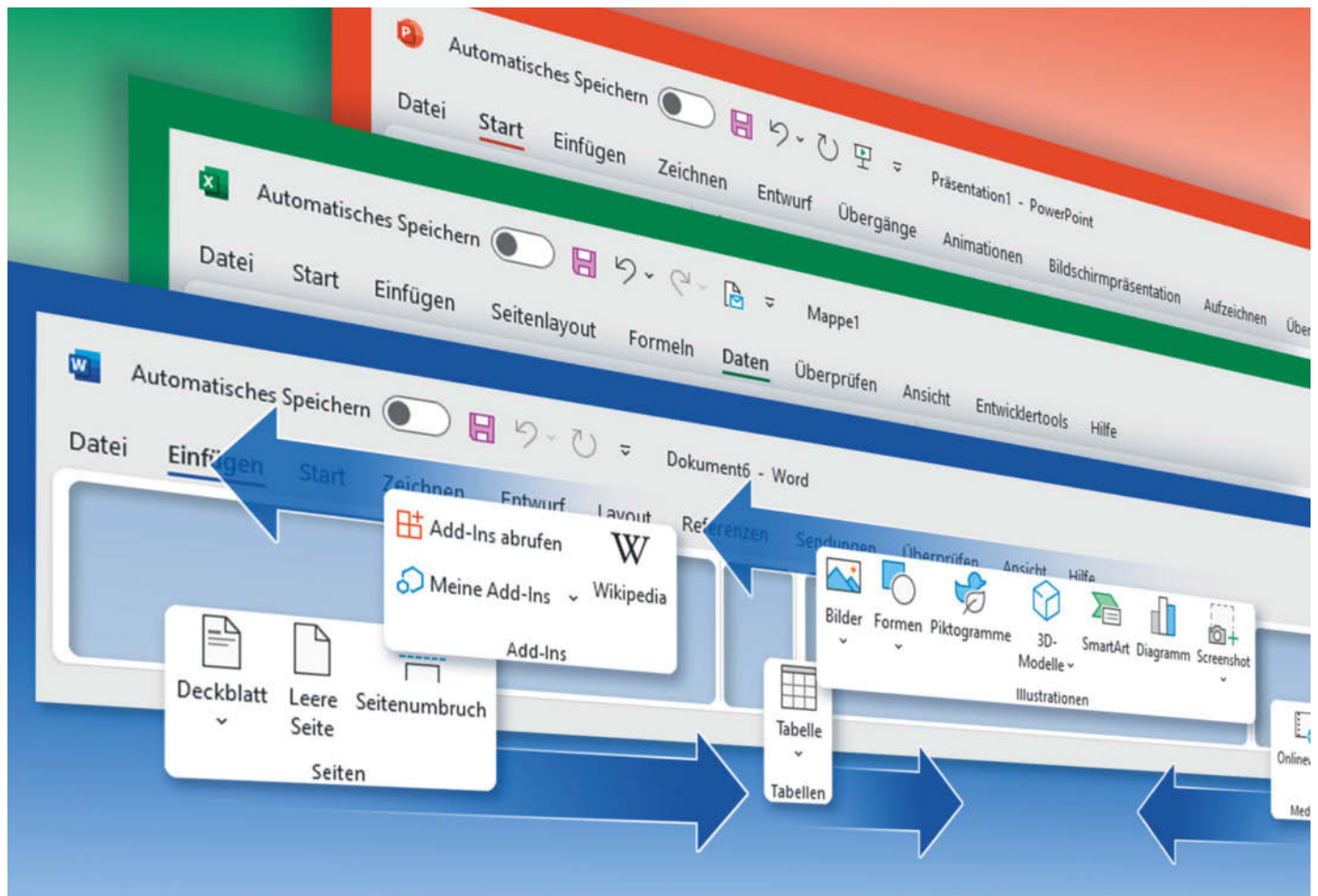
dpunkt.verlag

FAST LTA FUJIFILM

StarWind
HYPERCONVERGENCE

TD SYNnex

SerNet



Menü à la carte

Menübänder in MS Office für Windows anpassen

Noch immer hadern viele Nutzer mit den in Office 2007 eingeführten Menübändern: Die Ribbons sind zu unübersichtlich, wichtige Befehle sind versteckt oder fehlen, ungenutzte stehen im Weg. Wir zeigen, wie Sie die Menüs in Excel, Word, PowerPoint und Outlook aufräumen und individuell anpassen.

Von Stefan Wischner

Möglicherweise könnten Sie mit den Menübändern besser leben, wenn sie logischer aufgebaut und weniger überfrachtet wären und Sie den einen oder anderen wichtigen Befehl nicht vergeblich darin suchen müssten. Da lässt sich was machen. Wenn Sie sich dafür ein wenig Zeit nehmen, können Sie die Symbolleisten nämlich in gewissen Grenzen an Ihre persönlichen Bedürfnisse anpassen.

Nur wenn Sie sich mit den Ribbons partout nicht anfreunden können und sich die klassischen Pulldown-Menüs zurückwünschen, wird Ihnen die folgende An-

leitung nicht helfen. Im Unterschied zu den Konkurrenten Libre Office, Open Office und Softmaker Office lässt Ihnen Microsofts Office-Paket nämlich nicht die Wahl.

Die folgende Anleitung bezieht sich auf Office für Windows ab der Version 2013. Grundsätzlich lassen sich die Symbolleisten auch in der macOS-Version (nach Office 2011) anpassen (über „Menüband und Symbolleisten“ im Einstellmenü des jeweiligen Office-Programms). Jedoch sind manche Vorgehensweisen etwas anders als im Folgenden für Windows beschrieben und es gibt etwas weniger Einstelloptionen.

Begrifflichkeiten

Die Office-Programme von Microsoft unterscheiden seit der Einführung der Ribbon-Oberfläche mit Office 2003 zwei unterschiedliche Symbolleisten, nämlich die Menübänder und die Schnellstartleiste. Erstere bezeichnet Microsoft in den deutschen Office-Programmen teilweise auch als Register beziehungsweise Registerkarten.

Gemeint ist immer eine thematisch sortierte Sammlung von unterschiedlich großen Symbolen für Befehle und Funktionen. Zwischen den einzelnen Registern beziehungsweise Menübändern wechselt man über deren Bezeichnung in der Menüleiste. Sie heißen zum Beispiel in Word „Einfügen“, „Zeichnen“ oder „Überprüfen“. Das erste Register fasst in allen Office-Programmen die vermeintlich am häufigsten genutzten Befehle unter der Bezeichnung „Start“ zusammen. Der Einfachheit halber verwenden wir in diesem Artikel den Begriff Menü oder Menüband.

Die Menübänder sind wiederum in Befehlsgruppen (im Folgenden kurz Gruppen) unterteilt, was vor allem der optischen Strukturierung dient und bei der Suche nach bestimmten Funktionen helfen soll.

Ganz unabhängig von den Menübändern und häufig kaum beachtet ist die Schnellstartleiste. Standardmäßig versteckt sie sich links oben im Fensterbalken und besteht aus wenigen Symbolen. Man kann sie auch etwas prominenter unterhalb der Menüleisten platzieren. Sie versteht sich als Favoritenleiste, in der Sie alle Befehle unterbringen, die ständig erreichbar sein sollen, unabhängig davon, welche Menüleiste gerade offen ist. Auch die Schnellstartleiste lässt sich einfach anpassen, dazu später mehr.

Was geht, was nicht?

Eingangs war die Rede von „gewissen Grenzen“. Völlig frei gestaltbar sind die Office-Menüs nämlich nicht. Was Sie tun können, ist:

- die Reihenfolge von Menüs und Befehlsgruppen verändern
- neue Menübänder anlegen
- Menüs ausblenden
- Befehlsgruppen löschen
- neue Gruppen anlegen und mit Befehlen bestücken

Was hingegen nicht geht:

- einzelne Befehle oder Gruppen ausblenden
- einzelne Befehle innerhalb von Standardgruppen entfernen
- Symbole ändern
- neue Befehle in Office-Standardgruppen hinzufügen

Menüleisten anpassen

Die Einstellungen für die Menüleisten erreichen Sie in den Office-Programmen für Windows auf zwei Wegen. Am schnellsten geht es, wenn Sie ein Menüband mit der rechten Maustaste anklicken und aus dem ausklappenden Pulldown-Menü „Menüband anpassen...“ wählen. Alternativ öffnen Sie „Datei/Optionen/Menüband anpassen“. In jedem Fall gelangen Sie zu einer Dialogbox mit zwei Listen. In der rechten stehen alle aktuell in Menübändern vorhandenen Befehle und Funktionen und deren Organisation in Gruppen. Die linke hält alle Befehle vor, die sich in Menübändern nutzen lassen, auch solche, die noch in keinem Menüband stecken.

Beide Listen zeigen zunächst nur einen gefilterten Auszug aller Einträge an, links sind das „Häufig verwendete Befehle“ und rechts die „Hauptregisterkarten“. Die Filter lassen sich über die oberhalb der Listen stehenden Ausklappfelder erweitern, etwa die linke Liste auf „Alle Befehle“.

Wenn Sie mit der Reihenfolge der Menüs oder einzelner Gruppen in den vorhandenen Menübändern unzufrieden sind, können Sie diese sehr einfach ändern: Markieren Sie in der rechten Liste den Menüeintrag, den Sie verschieben möchten und klicken dann ganz rechts auf den Aufwärts- oder Abwärts Pfeil, um die Position zu verändern. Alternativ verschieben Sie den betreffenden Eintrag mit gedrückter linker Maustaste.

Menübänder, die Sie voraussichtlich nie benötigen, blenden Sie ganz einfach

c't kompakt

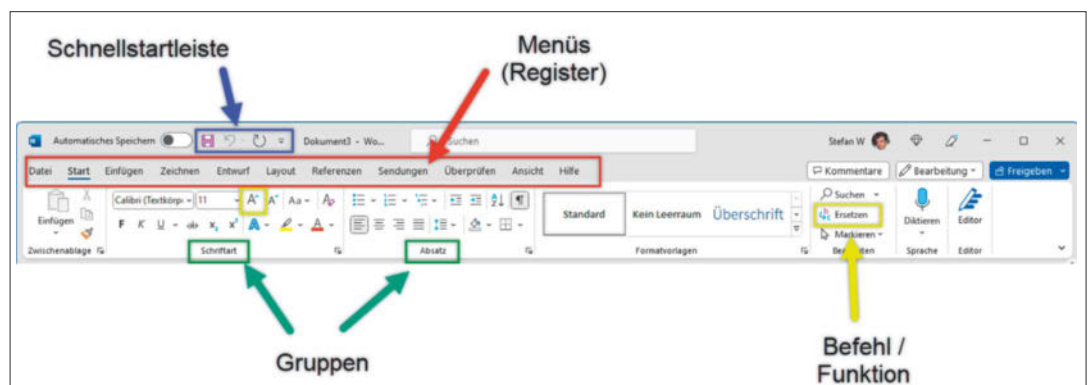
- Die Menübänder von MS Office lassen sich in gewissen Grenzen individualisieren.
- Nicht benötigte Befehlsgruppen und Menüs kann man ausblenden, eigene anlegen.
- Die angepassten Menüs können Sie sichern und auf andere Rechner übertragen.

aus, zum Beispiel den ganzen Bereich „Zeichnen“, falls Sie weder Touchscreen noch Eingabestift nutzen. Entfernen Sie dazu in der rechten Liste das zugehörige Häkchen. Das funktioniert nur mit ganzen Menübändern, nicht aber mit Gruppen und einzelnen darin enthaltenen Befehlen. Wenn Sie das möchten, bleibt Ihnen nur, die gesamte Originalgruppe zu löschen und eine eigene anzulegen, die Sie mit den gewünschten Befehlen bestücken.

Neue Gruppen entstehen ganz einfach: Markieren Sie in der rechten Liste das Menü (Registerkarte), das eine neue Gruppe bekommen soll und klicken Sie dann rechts unten auf „Neue Gruppe“. Sie wird sofort in der Liste eingefügt und heißt zunächst „Neue Gruppe (Benutzerdefiniert)“. Klicken Sie dann auf die Schaltfläche „Umbenennen“ oder wählen Sie nach einem Rechtsklick aus dem Kontextmenü den gleichnamigen Befehl und vergeben Sie im folgenden Dialog einen Namen. Die Ergänzung „(Benutzerdefiniert)“ bleibt, wird aber nur im Bearbeitungsdialog angezeigt.

Im Menüband erscheint nur der vergebene Name. Ganz wichtig ist, dass Sie jetzt der Gruppe mindestens einen Befehl hinzufügen, ansonsten wird sie nicht angelegt. Wählen Sie einen oder mehrere aus

Die Menübänder, auch Register oder Ribbons genannt, unterteilen sich in Gruppen und Befehle; unabhängig davon ist die Schnellstartleiste.



der linken Liste aus und klicken Sie auf die „Hinzufügen >>“-Schaltfläche zwischen den beiden Listen. Sie können Befehle auch wieder entfernen oder deren Reihenfolge ändern.

Genauso legen Sie auch komplett neue Menübänder (Registerkarten) an. Sie klicken dazu lediglich auf „Neue Registerkarte“ anstelle von „Neue Gruppe“. Natürlich können Sie in selbst angelegten Menüs auch nach Belieben Gruppen hinzufügen.

Wichtig: Sie können Befehle und Funktionen aus der linken Liste nur selbst angelegten Menüs und Gruppen hinzufügen, nicht aber vorhandenen Standardgruppen. Das wird spätestens dann klar, wenn eine entsprechende Meldung aufpoppt.

Auf diese Art basteln Sie sich nach und nach Ihre eigene Menü- und Gruppenstruktur. Wenn Sie nur wenige Befehle im jeweiligen Office-Programm benötigen, können Sie die Bedienoberfläche auch ganz radikal verschlanken: Blenden Sie alle Standardmenüs aus, legen lediglich ein eigenes Menü an und bestücken es mit den von Ihnen verwendeten Befehlen, nach Bedarf in Gruppen organisiert.

Unglücklicherweise gibt es bei der Menüanpassung keine kleinteilige „Rückgängig“-Funktion, sondern nur die Möglichkeit, einzelne Standard-Menüs oder die gesamten Einstellungen über die entsprechenden Schaltflächen rechts unten wieder in den Originalzustand zu versetzen.

Daher ist es keine schlechte Idee, während der Arbeit an den Menübändern immer wieder mal den Zwischenstand in eine Exportdatei zu sichern (weiter unten mehr dazu). Importieren Sie diese Datei, stellen Sie zumindest den Stand des letzten Speicherpunktes wieder her.

Spezielle Menüs und Gruppen

Manche Menübänder oder Befehlsgruppen gehören nicht zum Office-Bordwerkzeug, sondern wurden von externen Programmen und Office-Add-Ins hinzugefügt. Beispiele sind PDF-Editoren und -leser, Spezialdrucker wie die Dymo-Labeldrucker, Microsoft-eigene Office-Add-Ins wie OneNote oder welche von Drittanbietern. Bei sauberer Programmierung erscheinen auch diese Fremdmenüs in den Einstellungen für die Office-Menübänder, lassen sich also genauso verschieben, aus- und einblenden wie alle anderen Einträge. Deinstallieren oder deaktivieren Sie das zugehörige Office-Add-In über „Datei/Optionen/Add-Ins/Verwalten“, verschwinden auch die zugehörigen Menüs und Befehlsgruppen.

Die Schnellstartleiste anpassen

Unabhängig von den Menübändern ist die Schnellstartleiste (Quick Access Toolbar oder QAT). Sie stellt eine Handvoll häufig genutzter Befehle ständig zur Verfügung, egal, welches Menüband gerade aktiv ist.

Standardmäßig findet sich die Schnellstartleiste links im oberen Fensterrand zwischen dem Symbol des jeweiligen Office-Programms und dem Dokumententitel.

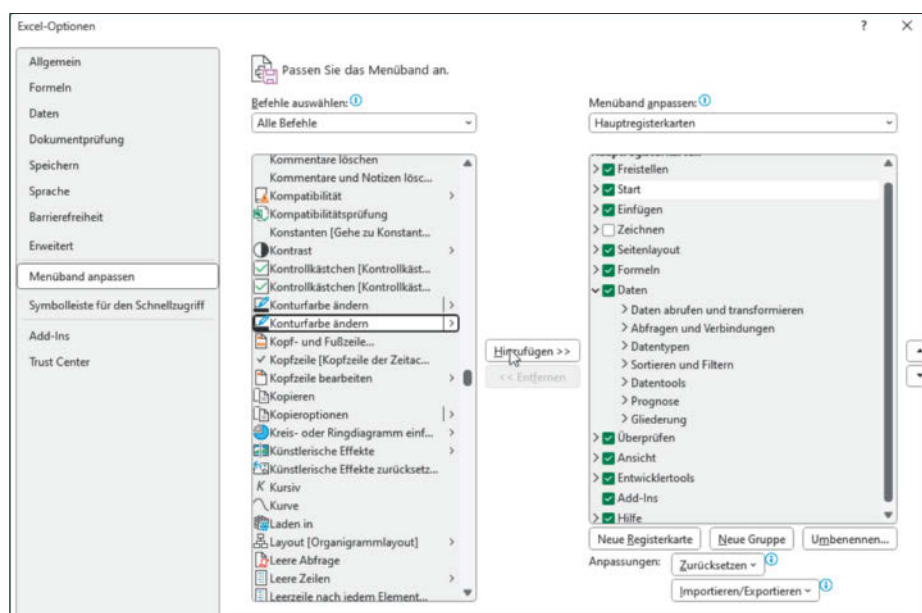
Wahlweise platzieren Sie sie unterhalb der Menüleiste, was die Mauswege verkürzt und mehr Platz für Befehle schafft, weil Dokumententitel und Suchfeld weiterhin oben bleiben. Klicken Sie dazu das ganz rechte Symbol (ein waagerechter Strich mit einem „v“-förmigen Symbol darunter) an und wählen im ausklappenden Menü den Eintrag „Unter dem Menüband anzeigen“. Genauso verfrachten Sie die Leiste wieder nach oben; der Menübefehl heißt nun „Über dem Menüband anzeigen“.

Im selben Pulldown-Menü können Sie der Leiste auch einige Symbole aus einer Vorauswahl hinzufügen oder vorhandene ausblenden. Standardmäßig sind nur wenige aktiviert, so die erweiterte Undo-Funktion, Schnellspeichern und das viel Platz beanspruchende automatische Speichern (nur in der Cloud, siehe [1]).

Diese Vorauswahl umfasst jedoch nur eine kleine Auswahl der verfügbaren Befehle. Mehr finden Sie nach einem Klick auf „Weitere Befehle...“. Es öffnet sich ein Dialogfenster, das dem zur Anpassung der Menübänder sehr ähnlich ist und auch genauso bedient wird. In der linken Liste finden Sie alle Befehle gemäß dem darüber eingestellten Filter. Rechts stehen die in der Schnellstartleiste vorhandenen Einträge. Um einen neuen Befehl hinzuzufügen, markieren Sie ihn in der linken Liste und klicken zwischen beiden Listen auf die Schaltfläche „Hinzufügen >>“. Analog dazu entfernen Sie Befehle, indem Sie sie rechts markieren und auf „<< Entfernen“ klicken. Eine Zusammenfassung zu Befehlsgruppen wie in den Menüleisten bietet die Schnellstartleiste nicht.

Für die Schnellstartleiste stehen die meisten Befehle zur Verfügung, die Sie auch in Menüleisten verwenden können. Dazu gehören auch solche, die ein Menü oder eine Liste ausklappen, etwa „Schriftart“ oder „Formatvorlagen“.

Für Befehle, die bereits in einer der regulären Menüleisten vorhanden sind und zusätzlich oder alternativ in die Schnellstartleiste sollen, gibt es einen noch einfacheren Weg: Klicken Sie das zugehörige Symbol mit der rechten Maustaste an und wählen Sie „Zu Symbolleiste für den Schnellzugriff hinzufügen“.



Im Einstelldialog für Menübänder blenden Sie Menüs ein und aus, sortieren sie um, legen eigene Menüs und Gruppen an und bestücken sie mit Befehlen und Funktionen.

Weitere Einstellungen der Schnellstartleiste

Wenn Sie die Schnellstartleiste nicht nutzen wollen, können Sie sie auch verstecken. Dazu wählen Sie im Ausklappenmenü (das Symbol mit Querstrich und v) mit den Vorbelegungen den Eintrag „Symbolleiste für den Schnellzugriff verbergen“. Mit einem Rechtsklick auf die verbliebene Menüleiste und einem Klick auf „Symbolleiste für den Schnellzugriff anzeigen“ aktivieren Sie sie wieder. Einen gleichlautenden Umschalter gibt es auch im Einstelldialog für die Symbolleiste.

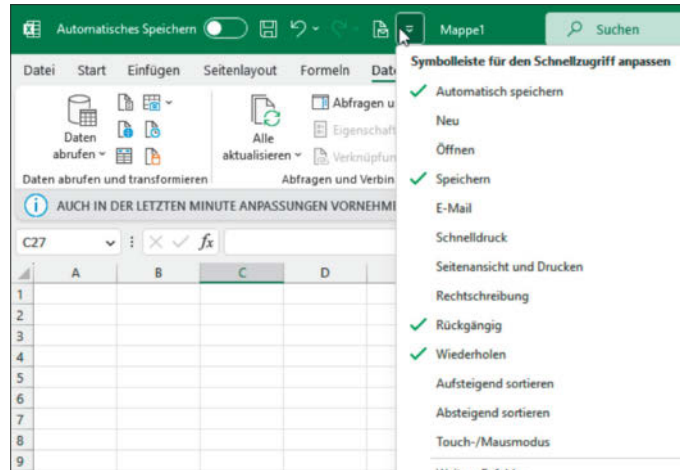
An beiden Stellen finden Sie auch die Option, die Befehlsbezeichnungen neben den Symbolen anzuzeigen oder auszublenken. Bedenken Sie, dass diese Beschriftungen viel Platz benötigen und somit die Zahl der nutzbaren Symbole einschränken. Die Schnellstartleiste bleibt nämlich immer einzeilig; ist sie zu lang, verstecken sich die nicht mehr passenden Befehle ganz rechts hinter der „>>“-Schaltfläche.

Schnellstartbefehle per Tastatur aufrufen

Anstatt zur Maus zu greifen, können Sie alle Befehle in der Schnellstartleiste auch mit der Tastatur aufrufen. Jedoch sind die Tastaturkürzel vorgegeben und lassen sich nicht frei wählen. Zudem folgen sie einem ungewöhnlichen System: Zunächst müssen Sie die Alt-Taste drücken und wieder loslassen. Daraufhin werden sowohl an den Menüleistenbezeichnungen als auch an den Symbolen der Schnellstartleiste die gültigen Tastaturkürzel angezeigt.

Für die ersten neun Befehle auf der Schnellstartleiste sind das immer die Ziffern 1-9. Um den Befehl Nummer 4 aus der Leiste aufzurufen, drücken Sie also die Alt-Taste, lassen sie los und drücken dann die 4. Die Zuordnung eines Ziffernkürzels hängt dabei allein von der Position des jeweiligen Befehls in der Schnellstartleiste ab. Möchten Sie einen bestimmten Befehl mit einer anderen Ziffer belegen, geht das nur, indem Sie ihn über den Einstelldialog an die entsprechende Position in der Leiste verschieben.

Die Funktionen der Schnellstartleiste lassen sich mit Tastenfolgen aufrufen. Bei mehr als neun Symbolen werden die allerdings sehr kurios.



Die Schnellstartleiste fügt in allen Office-Programmen ständig erreichbare Funktionen und Befehle hinzu. Sie ist standardmäßig mager bestückt, lässt sich aber problemlos erweitern.

Noch schräger wird es bei mehr als neun Symbolen in der Schnellstartleiste. Für die weiteren sind nämlich nach der Alt-Taste zwei aufeinanderfolgende Tastendrucke nötig. Die Symbole 10-18 erreichen Sie mit Alt, gefolgt von der Ziffer 0 und dann einer weiteren Ziffer. Dabei ist kurioserweise noch die Reihenfolge umgekehrt, also Alt, 0, 9 für den zehnten Befehl bis Alt, 0, 1 für das 18. Symbol. Es ist unklar, was die Entwickler da geritten hat.

Sollten Sie die Schnellstartleiste noch üppiger bestückt haben, geht es weiter mit Buchstaben: Alt, 0, A, dann Alt, 0, B und so weiter. Bei so vielen Befehlen in der Leiste sollten Sie die Beschriftungen in jedem Fall ausblenden. Das Überlaufsymbol „>>“ können Sie zwar mit Alt, 0, 0 anwählen und die nicht auf den Bildschirm passenden Befehle damit einblenden, diese aber dann nicht per Tastenkürzel starten.

Anpassungen sichern und übertragen

Um alle Änderungen an Menübändern oder Schnellstartleisten zu sichern und gegebenenfalls auf einen anderen Rechner mit Microsoft Office zu übertragen, exportieren Sie sie im jeweiligen Einstelldialog mit einem Klick auf die rechts unten stehende Schaltfläche „Exportieren/Importieren“. Die Dateien erhalten die Endung „exportedUI“.

Intern speichern die Office-Programme die Einstellungen von Menübändern

und Schnellstartleiste lokal in einzelnen XML-Dateien mit der Endung .officeui, und zwar im lokalen Ordner %localappdata%\Microsoft\Office, was sich standardmäßig auflöst zu C:\Users\<Benutzername>\AppData\Local\Microsoft\Office. Normalerweise müssen Sie diese Dateien nicht anfassen, auch wenn sie sich mit einem beliebigen XML-Editor bearbeiten lassen. Aber wenn Sie automatische Backups Ihres Rechners eingerichtet haben, ist es keine schlechte Idee, diese Dateien in die Sicherung einzuschließen.

Fazit

Die alte Menübedienung von MS Office vor 2003 können Sie zwar nicht rekonstruieren. Wenn Sie etwas Zeit investieren, stellen Sie sich aber ganz einfach Ihre eigenen Menüs für Word, Excel, PowerPoint und Outlook zusammen. Blenden Sie aus, was Sie nicht brauchen, fassen Sie Ihre wichtigsten Werkzeuge zusammen und verplempern Sie weniger Zeit und Nerven mit der Suche nach einem Befehl oder einer Funktion. Wahrscheinlich werden Sie feststellen, dass die Menüband-Oberfläche gar nicht so schlecht ist, wenn Sie sie an Ihre Arbeitsweise angepasst haben anstatt umgekehrt. (swi@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Stefan Wischner, Sicherheitsdienste, Automatische Speicher- und Backup-Funktionen in MS Office, c't 9/2019, S. 144

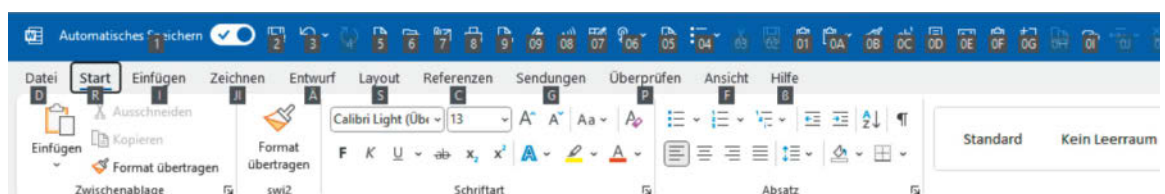




Bild: KI Stable Diffusion | Bearbeitung c't

Alles nach Plan

Infrastructure as Code mit Terraform und Proxmox

Wer mit den großen Cloud-anbietern wie Google, Amazon und Microsoft arbeitet, nutzt Werkzeuge wie Terraform, um Workflows zu beschleunigen und zu automatisieren. Terraform hilft Ihnen aber auch im Proxmox-Homelab, um blitzschnell Testumgebungen zu schaffen.

Von Niklas Dierking

Planung von IT-Infrastruktur ist den vergangenen Jahren deutlich komplexer geworden. Die Umstellung auf Microservices und die Verlagerung von Applikationen in sogenannte Public Clouds wie AWS, Azure und Google Cloud führt dazu, dass die klassische Definition von Infrastruktur als Rechenleistung (Compute), Netzwerk (Networking) und Speicher (Storage), die man früher als Gesamtpaket gemietet hat, nicht mehr ausreicht. Die vielfältigen Angebote der Cloud-Provider bilden eine zusätzliche Abstraktionsschicht zwischen physischer Hardware und Anwendungen in Containern, die meist von Orchestratoren wie Kubernetes oder Nomad gesteuert werden und außerdem externe Ressourcen wie

Datenbanken, Objektspeicher sowie Load-balancer für die Lastverteilung brauchen.

Diese komplexen Anforderungen kann man theoretisch manuell erfüllen, indem ein Administrator im Auftrag des Entwicklungsteams in der Verwaltungsoberfläche eines Cloudanbieters die nötigen Komponenten zusammenklickt. Doch das ist langsam, mühselig und führt außerdem schnell zum sogenannten Konfigurationsdrift. Der tatsächliche Zustand der Infrastruktur weicht dann vom angestrebten Zustand ab, beispielsweise, weil jemand vergessen hat, die drei angemieteten Server für eine Kubernetes-Testumgebung abzustellen, obwohl sie nicht mehr benötigt werden. Das Konzept Infrastructure as Code (IaC) ist angetreten, diese Probleme zu lösen, indem es DevOps-Prinzipien wie Versionskontrolle und Continuous Integration / Continuous Delivery (CI/CD) auf die Bereitstellung von Infrastruktur überträgt [1]. Nach dieser Philosophie sollte die Definition von Infrastruktur genau wie anderer Quellcode behandelt werden, beispielsweise versioniert in einem Git-Repository.

Zu den wichtigsten IaC-Werkzeugen gehören Terraform von HashiCorp und

Ansible von Red Hat. Beide überschneiden sich im Funktionsumfang, setzen aber unterschiedliche Schwerpunkte. Ansible ist in erster Linie ein Konfigurationsmanagementsystem und spielt seine Stärken beispielsweise in der Einrichtung von Hosts aus, die Sie vorher mit Terraform provisioniert haben. Mit Clouds wie AWS, Azure oder Google Cloud interagiert Terraform über sogenannte Provider: Das sind Plug-ins, die vom API des jeweiligen Anbieters abstrahieren. Die großen Plattformen haben zwar auch eigene IaC-Lösungen im Portfolio, Terraform arbeitet durch seine Provider aber Cloud-agnostisch. Weil Terraform und die Provider Open-Source-Software sind, kann prinzipiell jeder einen Provider schreiben.

Ein schönes Beispiel, um die Funktionsweise von Terraform zu demonstrieren, ist die Einrichtung einer reproduzierbaren Infrastruktur in Form einer Reihe von Ubuntu-Server-VMs, entweder zu Testzwecken oder um später damit einen Cluster für den Produktiveinsatz zu bauen. Weil es schnell kostspielig werden kann, mit IaC-Tools nach Herzenslust Cloudserver zu provisionieren, greifen wir in dieser Anleitung zum Hypervisor Proxmox, einer Linux-Distribution, die auf Virtualisierung spezialisiert ist und für die es einen Terraform-Provider aus der Community (telmate/proxmox) gibt. Proxmox ist der ideale Spielplatz, um sich mit Terraform vertraut zu machen, bietet aber auch alle Features, um einen Cluster produktiv einzusetzen.

Das Sammeln von Erfahrungen mit Terraform kann sich auch beruflich lohnen, denn IaC-Experten sind gefragt: HCL (HashiCorp Configuration Language), die Sprache, in der Terraform-Ressourcen verfasst sind, war im vorigen Jahr die am schnellsten wachsende Sprache auf GitHub. Um das Folgende nachzuspielen, brauchen Sie eine physische Maschine, auf der Sie Proxmox installieren. Das Installationsmedium finden Sie über ct.de/ybuz. Für unsere Anleitung brauchen Sie etwas Proxmox- und Linux-Erfahrung.

Schlüsselfertiges Häuschen

Ein wichtiger Eckpfeiler für die Arbeit mit Terraform und Proxmox ist ein hochwertiges VM-Template, das als Vorlage für künftige VMs dient und bereits Ihren Vorstellungen entspricht. In diesem sogenannten „Golden Image“ sollte der `qemu-guest-agent` stecken, damit die VMs mit Proxmox Informationen teilen. Mit Cloud-

ct kompakt

- Durch Infrastructure as Code (IaC) versionieren und erzeugen Sie Infrastruktur, beispielsweise eine Reihe von Linux-VMs für einen Cluster.
- HCL (HashiCorp Configuration Language), die Konfigurationsprache des IaC-Tools Terraform, ist eine der am schnellsten wachsenden Sprachen auf GitHub.
- Üben Sie das Zusammenspiel von Terraform und Proxmox, ohne die saftige Rechnung eines Cloud-Providers zu fürchten.

init, einem Standard zur Konfiguration von Cloudinstanzen, können Sie außerdem vorab Benutzername, Passwort und SSH-Schlüssel einbacken. Damit schaffen Sie auch ein Sprungbrett für die spätere Detailkonfiguration des Betriebssystems, beispielsweise durch Ansible. Der Vorgang ist aufwendig, muss aber nur einmal erledigt werden und zahlt sich aus, wenn Sie später mit Terraform blitzschnell Dutzende VMs einrichten.

Loggen Sie sich in der Proxmox-Web-Oberfläche ein und erstellen Sie eine neue virtuelle Maschine mit der ID „999“, die Sie beispielsweise „ubuntu-tf-template“ nennen. Im nächsten Schritt wählen Sie die Option „Kein Medium verwenden“. Setzen Sie unter „System“ den Haken bei dem Punkt „Qemu Agent“. Löschen Sie dann bei „Disks“ die Standardplatte „scsi0“, die Proxmox automatisch anlegt. CPU und RAM für Ihre Vorlage sollten Sie abhängig von Ihrem Proxmox-Host vergeben. Sie können aber später noch über Terraform Einfluss auf die Ausstattung nehmen. Bestätigen Sie die Zusammenfassung, wenn Sie die VM fertig konfiguriert haben. Sie taucht jetzt in der VM-Liste am linken Rand des Fensters auf.

Legen Sie jetzt über das Hardware-Menü der VM ein Laufwerk für Cloud-init an. Öffnen Sie dann das Cloud-init-Menü, um Benutzernamen, Passwort und einen öffentlichen SSH-Schlüssel in die Vorlage einzuspeisen. Auf unserem Testsystem wickeln wir die IP-Konfiguration über DHCP ab. Zum Schluss klicken Sie auf die Schaltfläche „Image neu erzeugen“.

Laden Sie dann ein Cloud-Image von Ubuntu 22.04 LTS herunter (siehe ct.de/ybuz), beispielsweise über die Funktion „Von URL herunterladen“. Proxmox speichert das Abbild im Verzeichnis `/var/lib/vz/template/iso/`. Wechseln Sie entweder via SSH oder mit der integrierten Shell auf die Kommandozeile von Proxmox, navigieren Sie in das Verzeichnis und ändern Sie die Dateiendung des heruntergeladenen Image von `.img` zu `.qcow2`:

```
mv ubuntu-22.04-server-cloudimg-amd64
img ubuntu-template.qcow2
```

Passen Sie das Image dann weiter für Proxmox an. Der folgende Befehl verschafft Ihnen später Zugriff auf die integrierte Konsole:

```
qm set 999 --serial0
socket --vga serial0
```

Legen Sie die Größe des VM-Laufwerks fest und weisen Sie es der Vorlage zu:

```
qemu-img resize
ubuntu-template.qcow2 20G

qm importdisk 999
ubuntu-template.qcow2 local-lvm
```

Das importierte Laufwerk erscheint jetzt im Hardware-Menü der Vorlage, wird aber als ungenutzt angezeigt. Markieren Sie das Laufwerk und fügen Sie es über „Bearbeiten“ hinzu. Öffnen Sie dann in den Optionen das Menü „Boot-Reihenfolge“ und ziehen Sie das neue Laufwerk auf den zweiten Platz. Setzen Sie außerdem den Haken bei „Aktiviert“.

Damit später alle VMs den `qemu-guest-agent` enthalten, müssen Sie diesen jetzt in der Vorlage installieren. Starten Sie dazu die VM. Sobald Ubuntu „[OK] Reached target Cloud-init target“ meldet, loggen Sie sich mit den Zugangsdaten, die Sie in Cloud-init hinterlegt haben, ein und installieren das Paket:

```
sudo apt update && sudo apt upgrade
&& sudo apt install qemu-guest-agent
```

Aktivieren Sie den Agent und setzen dann die `machine-id` zurück, andernfalls kann es zu Problemen mit DHCP kommen:

```
sudo systemctl enable qemu-guest-agent

sudo truncate -s 0 /etc/machine-id
/var/lib/dbus/machine-id
```

Erstellen: Virtuelle Maschine

Allgemein OS System Disks CPU Speicher Netzwerk Bestätigen

Key ↑	Value
agent	1
cores	4
ide2	none,media=cdrom
memory	2048
name	ubuntu-tf-template
net0	virtio,bridge=vbr0,firewall=1
nodename	pve
numa	0
ostype	l26
scsihw	virtio-scsi-single
sockets	1
vmid	999

☐ Nach Erstellen starten

Erweitert ☐ Zurück Abschließen

Für Terraform müssen Sie in Proxmox ein VM-Template erstellen, das später nur noch geklont wird.

Pläne schmieden

Installieren Sie jetzt Terraform auf Ihrer lokalen Maschine. Für Linux-Distributionen wie Ubuntu, Debian und Fedora gibt es Installationspakete von HashiCorp (siehe ct.de/ybuz). Windows-Nutzer kommen am einfachsten über den Paketmanager Chocolatey an Terraform, für macOS gibt es Homebrew. Auf unserem Testsystem kommt Fedora 38 zum Einsatz. Zunächst installieren Sie das Paket `dnf-plugins-core`, dann fügen Sie das RPM-Repository von HashiCorp hinzu und installieren Terraform:

```
sudo dnf install -y dnf-plugins-core
```

```
sudo dnf config-manager --add-repo \
https://rpm.releases.hashicorp.com/fedora/hashicorp.repo
```

```
sudo dnf -y install terraform
```

Wenn Sie möchten, dass Ihre Shell Terraform-Befehle automatisch vervollständigt, dann führen Sie optional noch folgenden Befehl aus:

```
terraform -install-autocomplete
```

Das Verzeichnis, in dem die Konfigurationsdateien für die zu verwaltende Infrastruktur gespeichert sind, nennt Terraform „Working Directory“. Legen Sie ein solches Verzeichnis auf Ihrer lokalen Maschine an:

```
mkdir -p ~/terraform/proxmox
```

Zeit, das Working Directory mit Infrastruktur-Code zu füllen. Terraform-Konfigurationen verfassen Sie üblicherweise in HCL, einer deklarativen und JSON-ähnlichen Sprache, die unter anderem Variablen, Schleifen, mathematische Ausdrücke und Terraform-spezifische Funktionen beherrscht. Die Terraform-Konfigurationen im Working Directory liegen meist als Textdateien mit der Dateiendung `.tf` vor und gliedern sich in Blöcke, die immer einen definierten Typ und eine eindeutige Bezeichnung enthalten. Darauf folgen Para-

Jede neue VM, die aus der Vorlage geklont wird, bekommt dadurch eine neue, einzigartige `machine-id`. Löschen Sie zum Schluss sämtliche Cloud-init-Artefakte und fahren Sie die Maschine herunter, damit Cloud-init später bei jeder frischen VM so ausgeführt wird wie beim ersten Bootvorgang:

```
sudo cloud-init clean
```

```
sudo shutdown -h now
```

Ihr goldenes Image ist fertig! Nach einem Rechtsklick auf die VM können Sie die Maschine zu einem Template konvertieren. Damit haben Sie ein schlüsselfertiges Ubuntu, inklusive `qemu-guest-agent` und vorkonfiguriertem Benutzernamen, Passwort und SSH-Schlüssel.

Proxmox für Terraform vorbereiten

Damit Terraform mit Proxmox interagieren und VMs erstellen kann, müssen Sie noch einige Vorkehrungen treffen. Erstellen Sie auf der Kommandozeile eine Rolle für Terraform (`tf-role`) und weisen Sie ihr die nötigen Privilegien zu:

```
pveum role add tf-role -privs \
"VM.Allocate VM.Clone \
VM.Config.CDROM VM.Config.CPU \
VM.Config.Cloudinit VM.Config.Disk \
VM.Config.HWType VM.Config.Memory \
VM.Config.Network VM.Config.Options \
VM.Monitor VM.Audit VM.PowerMgmt \
Datastore.AllocateSpace \
Datastore.Audit"
```

Alle Befehle und die nötigen Terraform-Konfigurationsdateien finden Sie auch in einem GitHub-Repository zum Projekt (siehe ct.de/ybuz). Erstellen Sie dann einen Nutzer für Terraform, beispielsweise `tf-user`:

```
pveum user add tf-user@pve
```

Verheiraten Sie dann Rolle und Benutzer:

```
pveum aclmod / -user tf-user@pve \
-role tf-role
```

Zum Schluss generieren Sie ein API-Token für Terraform, mit dem sich das IaC-Werkzeug gegenüber Proxmox ausweist und weisen das Token dem Benutzer `tf-user` zu:

```
pveum user token add tf-user@pve \
terraform-token --privsep=0
```

In der Ausgabe des Befehls finden Sie sowohl die Token-ID als auch den API-Schlüssel selbst. Speichern Sie beide, denn Sie brauchen sie in einem späteren Schritt. Proxmox ist jetzt bereit, um Befehle von Terraform entgegenzunehmen.

key	value
full-tokenid	tf-user@pve!terraform-token
info	{"privsep": "0"}
value	18a8d243-8565-42ee-8da5-d4da6d7241b4

root@pve:~

Der Schlüssel zur Infrastruktur: Das API-Token autorisiert Terraform, Änderungen in Proxmox vorzunehmen. Das Token, das Sie hier in Handarbeit erstellt haben, bekommen Sie außerhalb von Proxmox von Ihrem Cloudanbieter.

meter im Key-Value-Format, die eine Resource, beispielsweise eine VM in Proxmox, im Detail definieren. Vorlagen für die folgenden Terraform-Konfigurationsdateien haben wir für Sie in einem GitHub-Repository zum Projekt (ct.de/ybuz) hinterlegt.

Erstellen Sie zunächst eine Datei namens `vars.tf`, in der Sie alle nötigen Input-Variablen für Ihren Terraform-Code deklarieren. Auf die Variablen wird später in der Datei `main.tf`, die den tatsächlichen Infrastruktur-Code enthält, verwiesen:

```
variable "proxmox_host" {
    default = "pve"
}
variable "template" {
    default = "ubuntu-tf-template"
}
variable "nic" {
    default = "vmbr0"
}
variable "api_url" {
    default = "https://192.168.100.10:8006/api2/json"
```

```
}
variable "token_secret" {
}
variable "token_id" {
}
```

Bei der Variable mit dem Namen `proxmox_host` tragen Sie den Namen Ihres Proxmox-Hosts ein, den wir `pve` genannt haben. Die Variable `template` verweist auf das VM-Template, das Sie zuvor in Proxmox angelegt haben und als Vorlage für neue VMs dienen soll.

Wenn Sie den zu erstellenden VMs ein anderes Netzwerkinterface als das Bridge-Interface `vmbr0` zuordnen wollen, passen Sie die Variable `nic` an. Beim Punkt `api_url` müssen Sie die Beispielladresse durch die IP-Adresse Ihres Proxmox-Host ersetzen. Die letzten beiden Variablen `token_secret` und `token_id` sollen Geheimnisse enthalten, die Sie besser in eine separate Datei auslagern.

Legen Sie also eine weitere Datei namens `terraform.tfvars` an und tragen Sie

den API-Schlüssel und die Token-ID für Terraform ein:

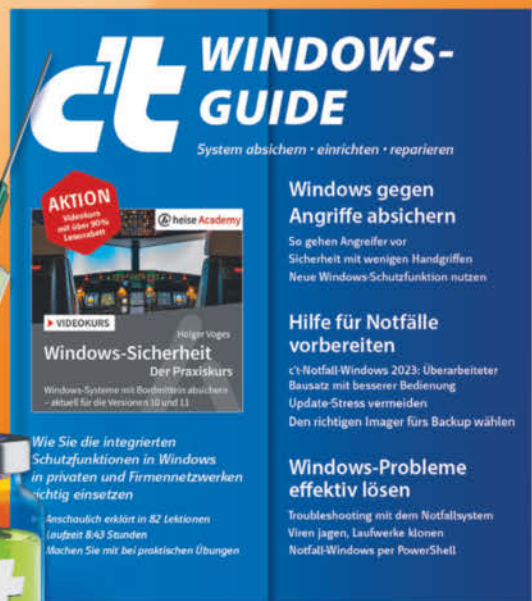
```
token_secret = "18a8d243-8565-42ee-8da5-d4da67241b4"
```

```
token_id = "tf-user@pve!terraform-token"
```

Im produktiven Einsatz sollten Sie Terraform-Ressourcen, die Geheimnisse enthalten, von der Versionsverwaltung ausnehmen, beispielsweise durch eine `.gitignore`-Datei.

Jetzt geht es an die Hauptattraktion in Ihrem Terraform-Working-Directory. Die Datei `main.tf` enthält sowohl den Terraform-Provider (`telmate/proxmox`) als auch die Definition der zu schaffenden Infrastruktur, in diesem Beispiel drei schlüsselfertige Ubuntu-VMs, die Sie bereits mit Cloud-init vorbereitet haben. Erstellen Sie die Datei `main.tf` und tragen Sie im ersten Block zunächst den Provider für Proxmox ein:

Stärken Sie Ihre Abwehrkräfte!



Welche Schutzfunktionen bietet Windows und wie aktiviere ich Sie? Wie halte ich mich von unerwünschten Updates ab und wie kann ich nicht vertrauenswürdige Programme in einer abgeschotteten Umgebung testen? Diese Fragen und noch mehr klären wir im neuen c't-Sonderheft:

- ▶ Windows gegen Angriffe absichern
- ▶ Hilfe für Notfälle vorbereiten
- ▶ Windows-Probleme effektiv lösen
- ▶ **Inklusive c't-Notfall-Windows 2023**
- ▶ Auch als Angebots-Paket Heft + PDF + Buch „Sichere Windows-Infrastrukturen“ erhältlich!

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

 shop.heise.de/ct-windowsguide23

**+ Videokurs „Windows-Sicherheit“
mit über 90 % Leserrabatt**

```

terraform {
  required_providers {
    proxmox = {
      source = "telmate/proxmox"
      version = "2.9.11"
    }
  }
}

```

Wenn Sie in einem späteren Schritt das Working Directory initialisieren, sucht Terraform in der öffentlichen Terraform-Registry nach dem Proxmox-Provider, lädt ihn herunter und installiert ihn als Plugin. Leider gibt es keinen offiziellen Terraform-Provider für Proxmox, aber in unseren Tests hat der Provider telmate/proxmox für das Bauen und Abreißen virtueller Maschinen gut funktioniert. Verbesserungswürdig ist, dass der Provider VMs abräumt und neu aufsetzt, wenn Sie mit Terraform Änderungen an bestehender Infrastruktur vornehmen. Die Dokumentation mit allen Funktionen des Providers finden Sie unter ct.de/ybuz. Dort können Sie auch prüfen, ob eine neue Version vorliegt. Bei Redaktionsschluss war die Version 2.9.14 aktuell, aber damit kam es zu Problemen mit dem API-Token. Die Version 2.9.11 funktionierte dagegen einwandfrei.

Im nächsten Block geben Sie dem Provider das nötige Handwerkszeug wie den API-Schlüssel und die Adresse Ihres Proxmox-Host mit. Terraform liest diese Informationen aus `vars.tf` und `terraform.tfvars`:

```

provider "proxmox" {
  pm_api_url = var.api_url
  pm_api_token_id = var.token_id
  pm_api_token_secret = var.token_secret
  pm_tls_insecure = true
}

```

Proxmox installiert standardmäßig ein selbst signiertes TLS-Zertifikat. Damit das den Provider nicht aus dem Konzept bringt, müssen Sie beim Parameter `pm_tls_insecure` den Wert `true` eintragen.

Im Ressourcenblock definieren Sie die anzulegenden VMs. In diesem Beispiel soll Terraform aus dem Template drei neue Ubuntu-VMs mit zwei vCPUs, 2048 MByte RAM und einem 20 GByte-Laufwerk erzeugen:

```

resource "proxmox_vm_qemu" "cttest" {
  name = "test-vm-${count.index + 1}"
  count = 3
}

```

```

target_node = var.proxmox_host
clone = var.template_name
full_clone = "true"
agent = 1
os_type = "cloud-init"
cores = 2
sockets = 1
cpu = "host"
memory = 2048
scsihw = "virtio-scsi-pci"
bootdisk = "scsi0"

```

```

disk {
  slot = 0
  size = "20G"
  type = "scsi"
  storage = "local-lvm"
  discard = "on"
}
network {
  model = "virtio"
  bridge = var.nic_name
}
lifecycle {
  ignore_changes = [
    network,
  ]
}

```

Abhängig davon, mit welcher Hardware Ihr Proxmox-Host ausgestattet ist, können Sie diese Werte nach oben oder unten korrigieren. Als Speicherort ist `local-lvm` definiert, aber Sie können auch ein anderes Volume wählen. Der Parameter `name = "tf-`

`vm-${count.index + 1}"` gibt den VMs die Namen und nummeriert sie aufsteigend, abhängig davon, wie viele Sie erstellen.

Auf die Plätze, fertig, los!

Ihre Terraform-Ressourcen sind vollständig und Sie können das Working Directory initialisieren. Führen Sie dazu folgenden Befehl aus:

```
terraform init
```

Terraform lädt jetzt den in `main.tf` genannten Provider aus der Registry und legt die Datei `terraform.lock.hcl` an, in der es die Version festschreibt. Sie aktualisieren den Provider, indem Sie dessen Versionsnummer in `main.tf` ändern und danach den Befehl `terraform init -upgrade` ausführen.

Lassen Sie Terraform jetzt die Konfiguration lesen und die nötigen Schritte planen, indem Sie folgenden Befehl ausführen:

```
terraform plan
```

Terraform erfasst zunächst den Status entfernter Ressourcen, prüft also, ob die geplanten Ubuntu-VMs schon in Proxmox existieren und notiert Abweichungen vom Plan. Dann gibt der Befehl sämtliche Schritte aus, die notwendig sind, um die Lücke zwischen Ist- und Soll-Zustand zu schließen. Weil bis jetzt keine der definierten Ressourcen in Proxmox existiert, listet

```

~/Projekte/terraform-proxmox git:(main) (2m 13.39s)
terraform apply
proxmox_vm_qemu.cttest[2]: Still creating... [1m40s elapsed]
proxmox_vm_qemu.cttest[2]: Provisioning with 'local-exec'...
proxmox_vm_qemu.cttest[2] (local-exec): Executing: ["/bin/sh" "-c" "
echo test-vm-3: 192.168.178.135 >> ipv4list.txt"]
proxmox_vm_qemu.cttest[2]: Creation complete after 1m44s [id=pve/qemu/107]
proxmox_vm_qemu.cttest[1]: Provisioning with 'local-exec'...
proxmox_vm_qemu.cttest[1] (local-exec): Executing: ["/bin/sh" "-c" "
echo test-vm-2: 192.168.178.136 >> ipv4list.txt"]
proxmox_vm_qemu.cttest[1]: Creation complete after 1m44s [id=pve/qemu/106]
proxmox_vm_qemu.cttest[0]: Provisioning with 'local-exec'...
proxmox_vm_qemu.cttest[0] (local-exec): Executing: ["/bin/sh" "-c" "
echo test-vm-1: 192.168.178.137 >> ipv4list.txt"]
proxmox_vm_qemu.cttest[0]: Creation complete after 1m47s [id=pve/qemu/105]

Apply complete! Resources: 3 added, 0 changed, 3 destroyed.

~/Projekte/terraform-proxmox git:(main) (0.031s)
cat ipv4list.txt
test-vm-3: 192.168.178.135
test-vm-2: 192.168.178.136
test-vm-1: 192.168.178.137

~/Projekte/terraform-proxmox git:(main)±10

```

Voilà! Terraform hat drei virtuelle Maschinen in Proxmox erzeugt und deren IP-Adressen in eine Textdatei geschrieben.

der Plan ausschließlich Punkte, denen ein + vorangestellt ist. Wenn Sie den Plan nicht in der Ausgabe Ihres Terminals studieren wollen, können Sie ihn auch mit `terraform plan -out=tfplan` in eine Textdatei schreiben und später anwenden.

Weisen Sie Terraform jetzt an, den Plan in die Tat umzusetzen:

```
terraform apply
```

Pläne, die Sie in eine Datei geschrieben haben, wenden Sie mit `terraform apply "tfplan"` an. Geben Sie `yes` ein, um die geplanten Änderungen zu bestätigen. Terraform macht sich ans Werk und weist Proxmox an, die von Ihnen definierten Ressourcen zu erstellen. Nachdem das Cloud-init-Programm durchgelaufen ist, können Sie sich bequem via SSH einloggen, der Schlüssel steckt ja schon in allen virtuellen Maschinen.

Inneneinrichtung

Wenn Sie nach dem Erstellen einer Maschine Updates anschreiben, ein Skript aus-

führen oder eine Handvoll Pakete installieren wollen, dann können Sie dafür die sogenannten Provisioner von Terraform nutzen. Der Provisioner `remote-exec` führt Befehle auf den erstellten Systemen aus, braucht dazu aber eine SSH-Verbindung (siehe [ct.de/ybuz](https://www.ct.de/ybuz)). Die Terraform-Dokumentation rät davon ab, die Provisioner für umfangreiche Aufgaben zu nutzen, dafür seien andere Tools, beispielsweise Ansible, besser geeignet. Sehr nützlich ist aber der Provisioner `local-exec`, der auf der lokalen Maschine arbeitet, die Terraform ausführt. Er kann beispielsweise die IP-Adressen der erstellten VMs abfischen. Ergänzen Sie dazu folgenden Block in der Datei `main.tf`:

```
provisioner "local-exec" {
  command = "echo ${self.name}: ↵
    &${self.default_ipv4_address} ↵
    &>> ipv4list.txt"
}
```

Wenn Sie erneut `terraform apply` ausführen, legt Terraform drei frische virtuelle

Maschinen an und schreibt deren Namen und IP-Adressen in eine Textdatei namens `ipv4list.txt` im Working Directory. Damit haben Sie auch direkt einen Anknüpfungspunkt für Ansible-Playbooks oder andere Werkzeuge Ihrer Wahl, die Ihnen die Detailanrichtung der Maschinen abnehmen.

Sie verfügen jetzt über das nötige Wissen, um mit Terraform beliebig viele schlüsselfertige Linux-VMs in Proxmox zu erstellen. Jetzt, wo Sie blitzschnell Testumgebungen erzeugen können, steht aufwendigen Experimenten wie dem Bau eines Kubernetes-Clusters [2] nichts mehr im Weg.

(ndi@ct.de) 

Literatur

- [1] Rosemary Wang, *Infrastructure as Code, Patterns and Practices*, S. 9
- [2] Jan Mahn, *Containerkompetenzoffensive, Auf dem Lernpfad zum Kubernetes-Kenner*, Teil 1, c't 22/2022, S. 164

Terraform-Dokumentation und GitHub-Repository: [ct.de/ybuz](https://www.ct.de/ybuz)

MASTERING KUBERNETES

 heise Academy

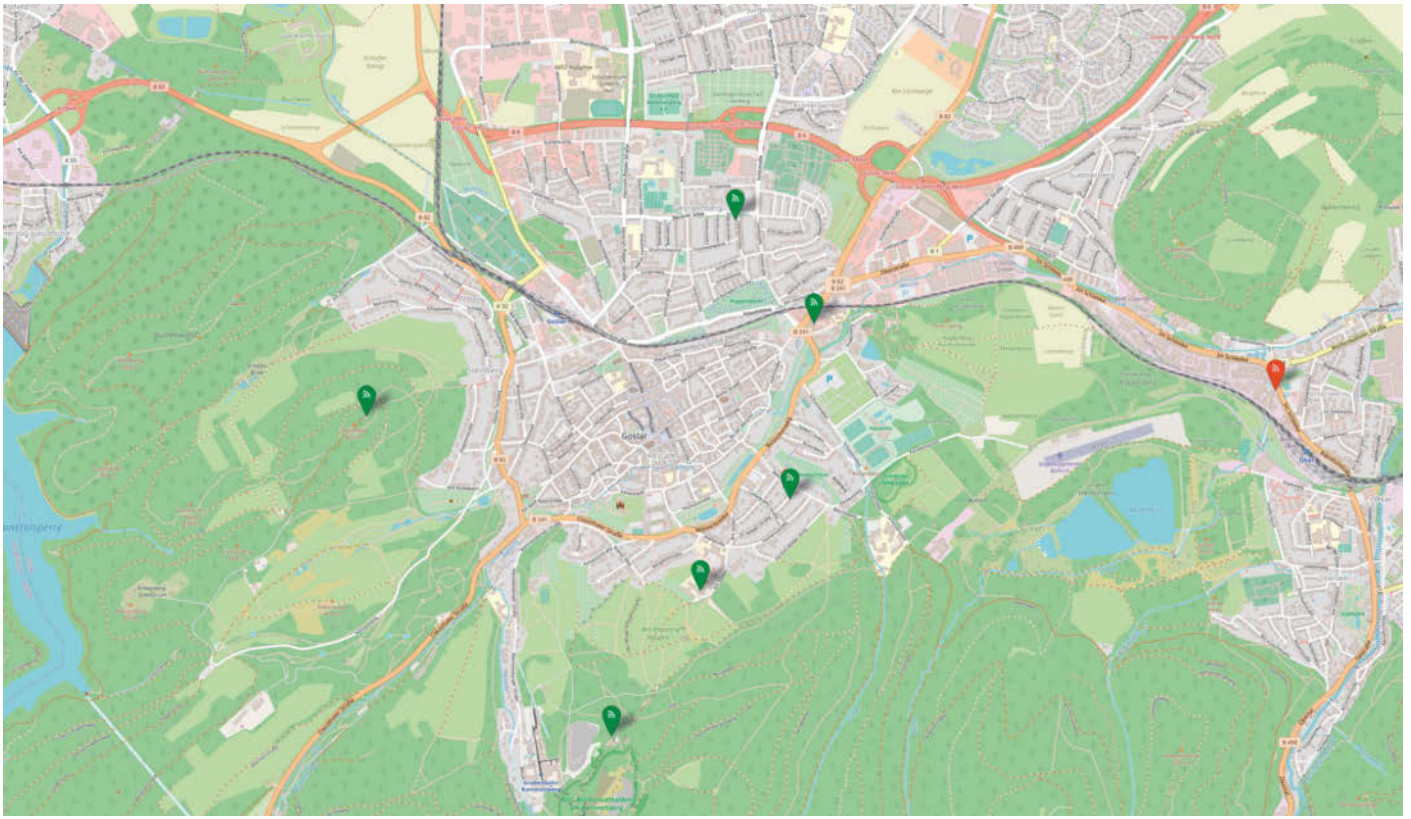
ONLINE-
KONFERENZ
11. JULI

Was ist wichtig bei der Container-Orchestrierung mit Kubernetes?

Kubernetes ist eine der wichtigsten Stützen zeitgemäßer IT-Umgebungen. Mit der ganztägigen Online-Konferenz **Mastering Kubernetes** erfahren Sie von den jüngsten Trends der Container-Orchestrierung und lernen, wie Sie Kubernetes in der Praxis einsetzen. So meistern Sie die wichtigsten Tools und Techniken der Cloud-nativen Welt rund um Kubernetes!



Jetzt Tickets sichern: konferenzen.heise.de/mastering-kubernetes



Knotenkarte

Dynamische Karten mit Node-Red

Digitale Landkarten können in komplexen Lagen Überblick verschaffen und zum Beispiel Standorte oder Zustände veranschaulichen. Das mächtige Node-Red-Web-Worldmap für die visuelle Programmieroberfläche Node-Red erledigt das sowohl besonders unkompliziert als auch sehr flexibel. So bauen Sie innerhalb von Minuten Ihre erste einfache Smart-City-Anwendung.

Von Andrijan Möcker

Die Flussdiagramm-Programmierschnittfläche Node-Red kann, vereinfacht gesprochen, fast jedes technische System mit jedem anderen „verheiraten“: Nachrichten kommen rein, werden in der per Drag and Drop erstellten Knoten-Logik

verarbeitet – optional auch mit JavaScript – und gehen wieder raus an eine andere Schnittstelle oder etwa in ein Dashboard.

Möglich machen das tausende Erweiterungspakete für allerhand Schnittstellen und Anwendungen im Repository der Software. Relativ frisch dabei: Node-Red-Web-Worldmap. Die Erweiterung wirkt auf den ersten Blick wie eine stupide Karte für den Webbrowser, auf der man ein paar Positionsmarker platzieren kann. Doch Worldmap ist mächtig, denn die Marker kann man dynamisch platzieren und verändern und so Zustände aus der echten Welt anzeigen.

Allein für Positionsmarker kann man sich Hunderte Icons aus den Repertoires von Fontawesome, weather-lite und der NATO aussuchen, oder eine beliebige Icon-URL angeben. Foto- und Video-URLs verknüpfen einen Marker mit (bewegten) Bildern, die bei Klick angezeigt werden. Weitere Ebenen mit Gebietsmar-

kierungen, Wetterdaten oder anderen Infos erzeugt man unkompliziert aus Nachrichtenobjekten oder bindet sie per URL ein. Neu laden muss man die Seite dafür nicht, denn die Website hält im Hintergrund eine Verbindung offen.

Weil Node-Red-Web-Worldmap weder persistent ist – Kartendaten überstehen keine Neustarts oder Node-Red-Änderungen – noch längere historische Positionsverfolgung unterstützt, eignet sich die Erweiterung hauptsächlich für Anwendungen, bei denen primär die aktuelle Lage wichtig ist und regelmäßig neue Daten ankommen. Wenn Sie etwas für historische Positionsverfolgung und Geozäune suchen, sind Sie mit dem GPS-Tracker-Server Traccar

besser bedient [1, 2].

Wie Sie mit Node-Red-Web-Worldmap starten, zeigen wir Schritt für Schritt in diesem Artikel. Haben

Sie noch keine Erfahrungen mit Node-Red, schauen Sie in unseren Einsteigerartikel aus c't 15/2018 [3].



Grundeinrichtung

Wir gehen davon aus, dass Sie die aktuelle Version von Node-Red einsetzen; bei Redaktionsschluss war das v3.0.2. In dieser ist die Installation von Node-Red-Worldmap, ab hier abgekürzt Worldmap, mit wenigen Klicks erledigt: Öffnen Sie

c't kompakt

- Worldmap erweitert die Flusssteuerung Node-Red um eine Karte im Browser.
- Die Erweiterung kann Geo- und Statusinformationen flexibel anzeigen.
- Parkplatzbelegungen etwa visualisiert man mit gerade einmal vier Nodes.

das Burgermenü oben rechts und klicken Sie auf „Palette verwalten“. Wechseln Sie in die Registerkarte Installation, suchen Sie nach „worldmap“ und installieren Sie „node-red-contrib-web-worldmap“.

Ist die Installation abgeschlossen, erstellen Sie einen neuen Flow für die Karten (Plus-Knopf rechts, auf Höhe der Flow-Registerkarten). Dann benutzen Sie die Nodesuche oben links, suchen nach „worldmap“ und ziehen einen Worldmap-Node in den Flow.

Die Grundeinrichtung der Karte starten Sie mit einem Doppelklick auf den Node. Bearbeiten Sie zunächst den „Web Path“ und optional den Namen weiter unten in den Einstellungen; Worldmap wird über die Adresse der Node-Red-Instanz und den Web Path aufgerufen, also etwa 192.168.33.2:1880/parkplaetze.

Speichern Sie die Einstellungen (Fertig) und übernehmen Sie den Flow (deploy). Dann öffnen Sie Worldmap mit dem zuvor eingestellten Pfad in einem weiteren Browserfenster, sodass Sie Änderungen sofort testen können. Zurück in Node-Red öffnen Sie wieder die Einstellungen des Worldmap-Nodes, um die Karte an die Anwendung anzupassen.

Definieren Sie zunächst den beim Aufrufen der Worldmap gezeigten Kartennittelpunkt, indem Sie in „Start“ dessen Breiten- und Längengrad (Latitude/Longitude) definieren. Um passende Werte für Ihr Projekt zu erfahren, öffnen Sie beispielsweise Google Maps oder OpenStreetMap: In Google Maps machen Sie einen Rechtsklick auf einen Punkt in der Karte und klicken dann die Zahlenkolonne im Menü, um die Position zu kopieren. In OpenStreetMap wählen Sie unten rechts „Permalink“ und lesen die Werte aus der URL ab. Mit der Zoomstufe spielen Sie so

lange, bis Ihnen der gewählte Kartenausschnitt gefällt. Beachten Sie, dass Sie auch da bei jeder Änderung erneut auf „Fertig“ und „deploy“ klicken sowie die Worldmap im Browserfenster neu laden müssen (F5-Taste).

Anschließend wählen Sie in der „Map list“ die Karten aus, die Nutzer über das Kartenmenü (in Worldmap oben rechts) auswählen können und über „Base map“ die Karte, die beim Öffnen der Seite angezeigt werden soll.

Im Feld „Max age“ tragen Sie die maximale Lebenszeit der Kartendaten in Sekunden ein, also die Zeit, die ein Marker, Areal et cetera höchstens auf der Karte sein darf, nachdem das letzte Update kam.

Alle weiteren Einstellungen können Sie erst einmal wie vorgegeben belassen.

Einfache Markierungen

Um eine Stecknadel auf der Karte zu positionieren, muss Node-Red-typisch ein Message-Objekt (msg.payload) mit Parametern am Karten-Node eintreffen, im einfachsten Fall mit nur drei Variablen. Ziehen Sie für einen ersten Versuch einen Inject-Node in den Flow und verbinden Sie ihn mit dem Worldmap-Node, dann öffnen Sie den Inject-Node.

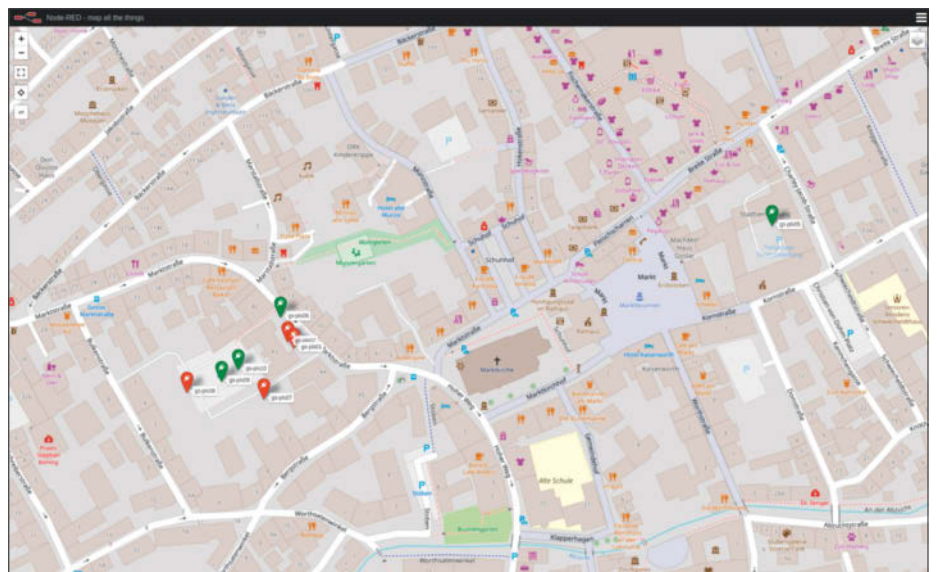
In den Einstellungen des Inject-Nodes tragen Sie über „+ hinzufügen“ unten links einen neuen Inject-Parameter ein, sodass der Node insgesamt drei Variablen ausspuckt. Tragen Sie links die Variablennamen payload.name, payload.lat und

payload.lon ein. In den Feldern rechts ändern Sie über das Ausklappmenü den Datentyp auf „string“ für den Namen und für Latitude (lat) und Longitude (lon) auf „number“. Vergeben Sie einen Namen und ermitteln Sie wie zuvor über eine Kartenanwendung eine beliebige Position, die Sie in die beiden Felder für Längen- und Breitengrad übernehmen.

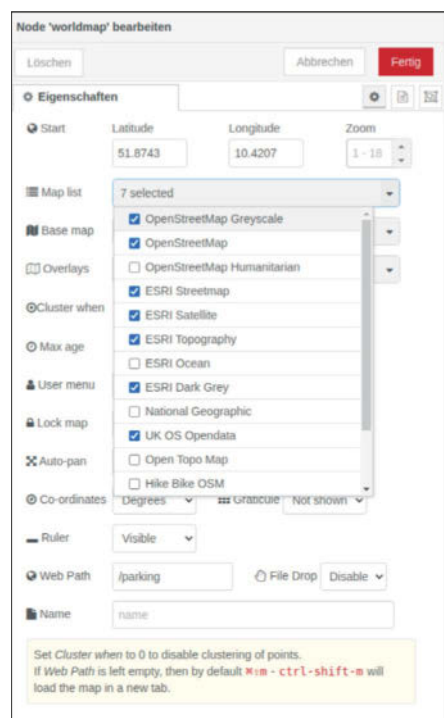
Bestätigen Sie die Einstellungen im Inject-Node und übernehmen Sie sie mit „deploy“. Laden Sie die Worldmap neu (F5) und klicken Sie dann links am Inject-Node den Auslöser, sodass auf der Karte die erste Stecknadel erscheint.

Um den Marker zu individualisieren und besser erkennbar zu machen, fügen Sie drei weitere Variablen vom Datentyp „string“ im Inject-Node hinzu: payload.label, payload.icon, payload.iconColor. Das Label ist ein Textfeld, das dauerhaft neben dem Marker angezeigt wird. In der Icon-Variable darf entweder ein Icon-Name aus dem populären Icon-Repository Fontawesome, ein Emoji in Doppelpunkten oder eine Icon-URL stehen; beispielsweise aus Fontawesome car, fa-ambulance oder bus. In IconColor nutzen Sie entweder einen CSS-Farbnamen oder einen Hex-Farbcode, also etwa red für Rot oder #556B2F für ein dunkles Olivgrün. Emojis übernehmen diese Farbvorgabe jedoch nicht.

Links zu den Fontawesome- und Emoji-Listen finden Sie, indem Sie den Worldmap-Node einmal anklicken und dann



Eine Anwendung, die Parkplatzbelegung visualisiert, kann man mit Node-Red-Web-Worldmap mit wenigen Klicks aufbauen. Die Farbe der Icons wechselt anhand des gemeldeten Status.



Worldmap bietet von Haus aus allerhand Kartentypen. In der Regel ist für jeden Anwendungsfall etwas dabei.

oben rechts – dort, wo auch der Debug-Tab ist – die Hilfe öffnen (Buch-Icon).

Parksensoren

Diese einfache Magie kann man jetzt für eine Anwendung nutzen: Im Folgenden erklären wir den Aufbau einer einfachen Übersichtskarte für Parkplatzsensoren vom Typ Bosch PLS110 mit farblich wechselnden Icons mit rot für belegte Parkplätze und grün für freie.

Die Sensoren nutzen den Internet-of-Things-Funkstandard LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) und sind für das Beispiel in der kostenfreien LoRaWAN-Serverinfrastruktur „TheThingsNetwork (TTN)“ eingebucht. Die Datenpakete kommen über das Telemetrieprotokoll MQTT in Node-Red an. Wie das im Detail mit Node-Red funktioniert, steht

im LoRaWAN-Einsteigerartikel in c't 14/2021 ab Seite 148 [4, 5]. Da das TTN Datenpakete schon als JSON-Objekt abliefern und das die Karte versteht, muss man lediglich etwas mit den Werten jonglieren. Dafür genügen ein Switch- und ein Change-Node.

Der Flow beginnt mit einem MQTT-Node, der alle Parkplatzsensoren innerhalb der TTN-Anwendung abonniert, in unserem Fall also das Topic `v3/sh-bosch-park@ttn/devices/+ /up`. Das Plus ist eine Wildcard für alle Subpfade in diesen Abschnitt des Pfads. Der Ausgang steht auf „Ein analysiertes (parsed) JSON-Objekt“, sodass der nächste Node direkt damit weiterarbeiten kann.

Der Bosch PLS110 beziehungsweise der dazugehörige LoRaWAN-Decoder liefert schlicht die Variable „occupied“ aus, die entweder true (Parkplatz belegt) oder false ist. Um nur Nachrichten an die Karte durchzureichen, die diese Variable auch enthalten, verbinden Sie einen Switch-Node, der `msg.payload.uplink_message.decoded_payload.occupied` auf „ist nicht null“ überprüft.

An den Switch-Node kommt ein Change-Node, mit dem Node Red das Paket für die Karte vorbereitet: Der Node kopiert das eingehende Datenpaket zunächst nach `msg.packet`, um `msg.payload` freizumachen und das neue Payload daraus zusammenzusetzen. Anschließend bedient sich der Flow aus der im TTN hinterlegten Gerätebezeichnung und -position, um den Namen des Markers und das Label sowie Längen- und Breitengrad zu setzen. Die Farbe setzt Node Red, in dem es den Parkplatzstatus (occupied) nach `iconColor` kopiert und dann mit der Ändere-Funktion `true` oder `false` durch `red` beziehungsweise `green` ersetzt. Zuletzt bekommt das Icon eine zeitliche Gültigkeit (`ttl`) in Sekunden und der Node löscht die Überbleibsel in `msg.packet`. Wie der Change-Node für diesen Vorgang genau aussieht, sehen Sie im Screenshot auf der nächsten Seite oben.

Anschließend wird der Change-Node mit dem Karten-Node verbunden und die Anwendung zur Parkplatzsuche ist fertig.

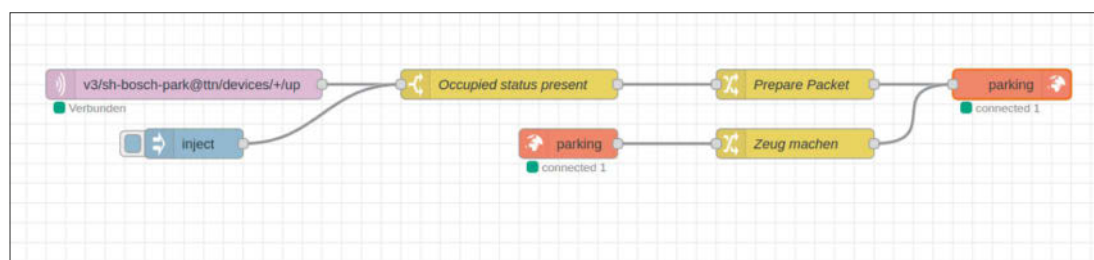
Kartenzeichner

Vielecke (Polygone), Rechtecke, Linien und Kreise können Sie ähnlich einfach auf die Karte setzen. Dafür müssen Sie nicht umständlich über Google Maps & Co. einzelne Positionen zusammensuchen und in Node-Red einpacken: Oben rechts im Karten- und Ebenenmenü auf der Worldmap-Seite gibt es die Ebene „Drawing“, die Nutzern erlaubt, diese Formen direkt im Browser auf der Karte zu zeichnen. Dieses Zeichnen spielt Worldmap als Events an Node-Red zurück. Dort kann man sie Debug-Tab kopieren und bearbeiten oder in die globale Karte weiterleiten, sodass sich mehrere Nutzer gegenseitig Markierungen auf die Karte setzen können.

Dazu ziehen Sie einen „worldmap in“-Node in den Flow, öffnen ihn und stellen denselben „Web Path“ ein wie in Ihrem Worldmap-Node. Im Ausklappenmenü „Events“ entfernen Sie die Haken bei „Connect“, „Disconnect“, „Add, remove layers“ und „Boundary change“ und bestätigen die Einstellungen. Dann hängen Sie ein Debug-Node an und öffnen rechts in der Leiste die Debug-Registerkarte (Käfersymbol).

Um nun etwa ein Vieleck zu zeichnen, klicken Sie in Worldmap oben rechts auf das Karten- und Ebenenmenü, aktivieren die Ebene „Drawing“ und wählen links das Vieleck sowie optional eine Farbe. Klicken Sie in die Karte, um mit dem Zeichnen zu beginnen. Führen Sie die Linie zum ersten Punkt zurück und klicken Sie diesen, um das Zeichnen zu beenden; vergeben Sie abschließend im Menü einen Namen.

Im Debug-Tab in Node-Red sind jetzt drei Nachrichten aufgetaucht, die letzte ist relevant: `{action: „draw“, name: „polygon“ [...]}`. Halten Sie den Mauszeiger über die Nachricht und klicken Sie dann das rechte der beiden Symbole, um die Nachricht zu kopieren. Dann ziehen



Für die Parkplatzanzeige nimmt ein MQTT-Node die Daten vom LoRaWAN-Server entgegen. Der Change-Node „Prepare Packet“ sortiert die Daten so, wie Worldmap sie verlangt.

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

Sie ein neues Inject-Node in den Flow, stellen den Datentyp von timestamp auf JSON und fügen die Nachricht ein.

Um den JSON-Editor zu öffnen, klicken Sie rechts neben dem Textfeld auf die drei Punkte. Hier können Sie JSON wahlweise als Rohdaten oder im visuellen Editor bearbeiten. Entfernen Sie etwa die Variable „layer“, wird das Vieleck nach dem Inject auf der allgemeinen Karte angezeigt. Je nach Basiskarte kann das Ändern der Deckkraft (opacity) sinnvoll sein. Haben Sie die Fläche nach Ihren Wünschen angepasst, klicken Sie im Editor auf „Fertig“. Wollen Sie, dass die Fläche bei einem Neustart oder Deploy direkt auf der Karte erscheint, haken Sie unten im Inject-Node „Einmal injizieren nach 0.1 Sekunden“ an; ändern Sie den Wert auf zwei Sekunden, da sonst möglicherweise die

Karte noch nicht geladen ist, wenn die Nachricht ankommt.

Kollaboration

Mithilfe eines Change-Nodes kann man Karten-Events auch direkt an die Karte durchreichen. Neu erstellte Markierungen und Flächen tauchen dann sofort bei anderen auf, die die Karte gerade geöffnet haben.

Verbinden Sie hierzu den Worldmap-In-Node mit einem Change-Node und diesen wiederum mit dem Worldmap-Node. Im Change-Node löschen Sie die Variablen msg.payload.layer, msg._sessionid, msg._sessionip und msg._msgid. Wahlweise passen Sie msg.payload.ttl auf den von Ihnen gewünschten Wert an.

Wollen Sie, dass die im Editor vergebene Bezeichnung auch direkt als Label

angezeigt wird, setzen Sie msg.payload.label auf msg.payload.name und aktivieren „Deep copy value“.

Entkoppelt

Gerade wenn man die Logik hinter den Karten noch häufig editiert, kann das ständige Übernehmen und damit verbundene Neuladen der Karte nervig sein. Mit Link-Nodes und getrennten Flows können Sie das Problem umgehen: Link-Out-Nodes nehmen Nachrichten entgegen und leiten sie an alle konfigurierten Link-In-Nodes weiter. Das klappt auch über mehrere Flows hinweg.

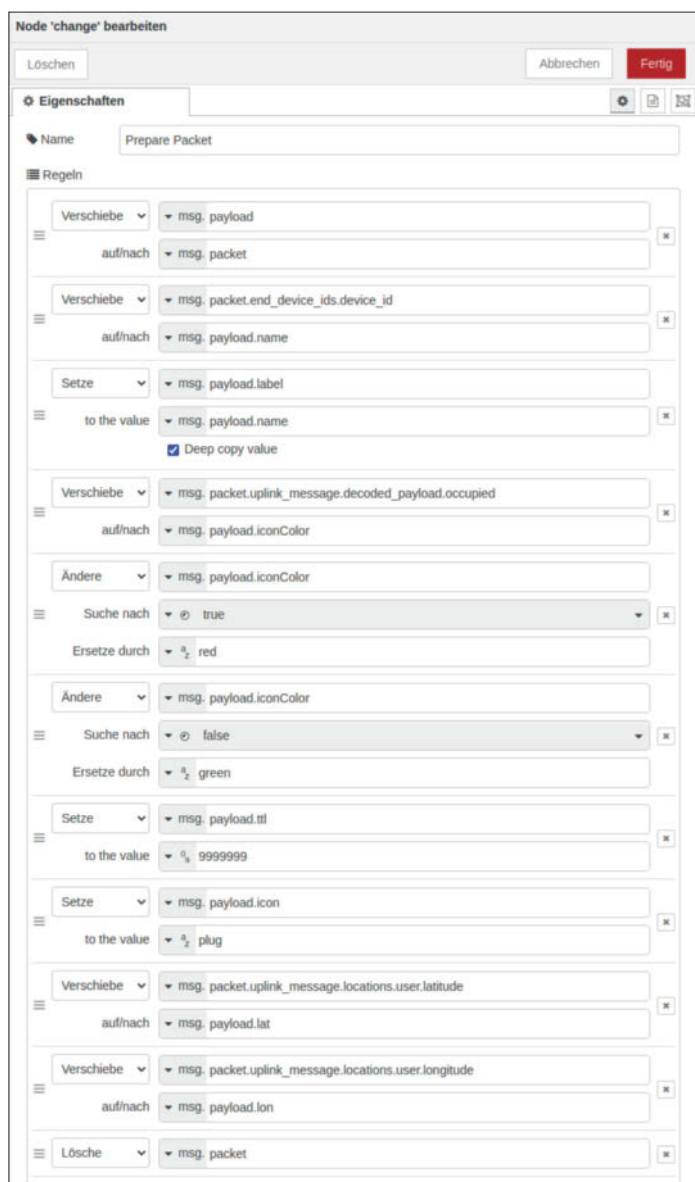
Ziehen Sie ein Link-In-Node in den Flow mit Ihren Worldmap-Nodes und verbinden Sie es mit einer Karte. Dann öffnen Sie die Einstellungen des Nodes und vergeben Sie einen aussagekräftigen Namen. Dann übernehmen Sie die Einstellungen und erstellen einen neuen Flow für die Logik. Bestehende Logik können Sie im alten Flow markieren und mit Strg+X ausschneiden und mit Strg+V im neuen Flow einfügen. Mit dem Ausgang verbinden Sie ein Link-Out-Node.

Luft nach oben

Das Gezeigte ist nur die Spitze dessen, was die Erweiterung Node-Red-Web-Worldmap kann. Pfade, 3D-Objekte, Links, Videos, Fahrzeugorientierungen (Kurs) – die vielen Funktionen des Plug-ins würden diesen Artikel sprengen.

Das gesamte Repertoire von Worldmap können Sie in der Dokumentation nachlesen, die wir unter ct.de/yn8f verlinkt haben. Weitere Artikel zu Node-Red finden Sie in den Literaturverweisen.

(amo@ct.de) 

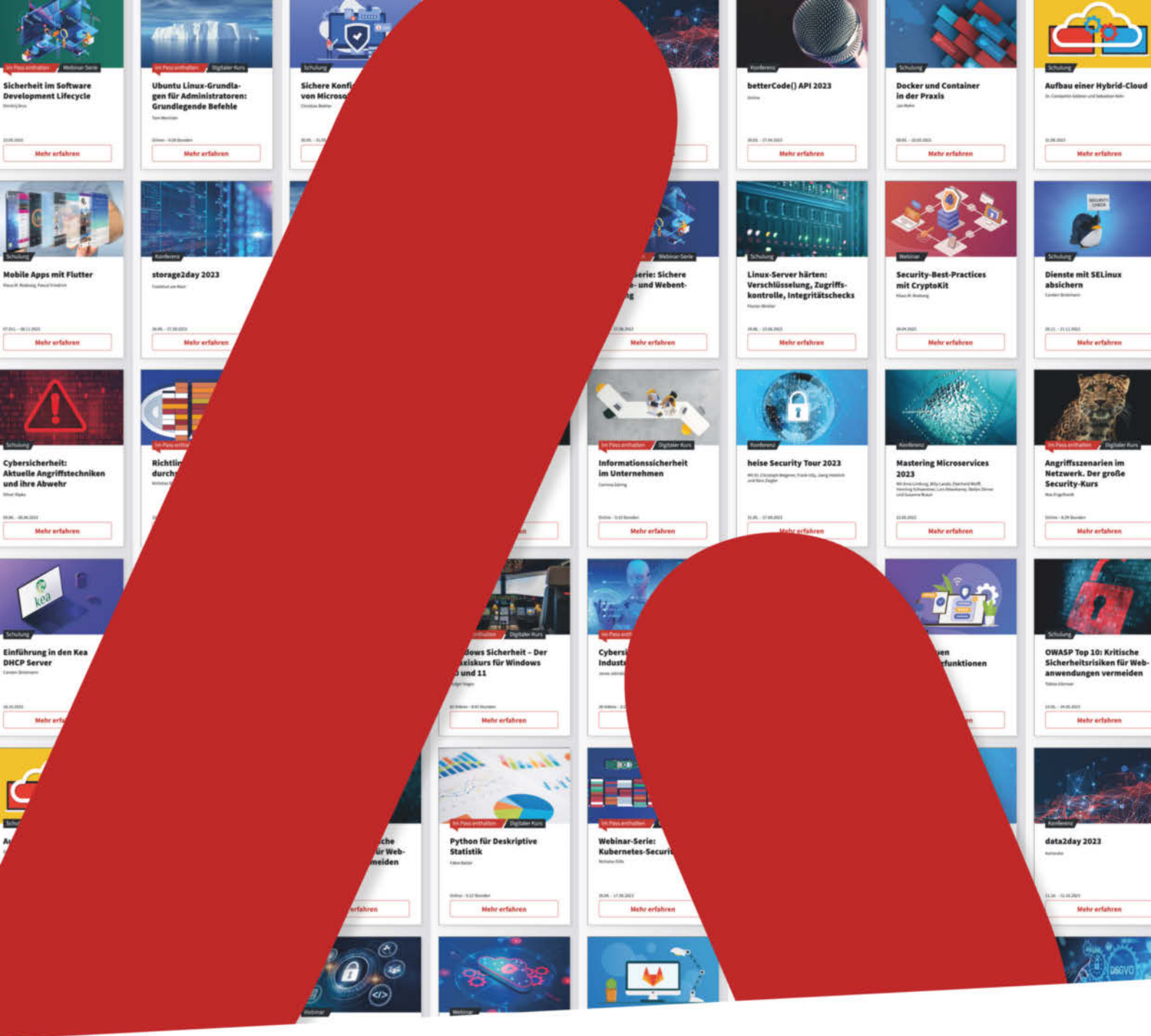


Da das Paket vom LoRaWAN-Server alle wichtigen Parameter enthält, muss man sie nur mit einem Change-Node für Worldmap sortieren. Das The Things Network verpackt auch vom Benutzer definierte Standorte in jedem Datenpaket, sodass man diesen auf die Karte übernehmen kann.

Literatur

- [1] Andrijan Möcker, Privatkartierung, GPS-Tracker-Daten sicher zu Hause speichern, c't 6/2018, S. 112
- [2] Andrijan Möcker, Smart-Home-Zaun, Node-Red & Traccar: Mit Geofences Energie sparen, c't 11/2022, S. 152
- [3] Jan Mahn, Reaktionsmaschine, Einstieg in Heimautomation mit Node-Red, c't 15/2018, S. 142
- [4] Jan Mahn, Weltsprache, Das Protokoll MQTT für robusten Datenaustausch in Industrie und Hausautomation, c't 6/2019, S. 164
- [5] Andrijan Möcker, Plug & Funk, LoRaWAN für IoT-Projekte: Einfach einsteigen mit TTN und Node-Red, c't 14/2021, S. 148
- [6] Andrijan Möcker, Badlüfter reloaded, Node-Red: Innenbäder mit IoT richtig lüften, c't 16/2019, S. 132
- [7] Andrijan Möcker, Ausgeswitcht, Node-Red: PoE-Geräte per Netzwerkprotokoll SNMP ein- und ausschalten, c't 6/2023, S. 154

Dokumentation, Icons, NATO-Symbol-generator: ct.de/yn8f



Wissenslücken? Nicht mit uns!

Wir helfen Ihnen dabei, die IT-Themen zu lernen, die heute – und morgen – wichtig sind.

Die Zukunft des Lernens ist digital:

Die heise Academy bietet Ihren IT-Teams die Weiterbildungslösungen an, die Sie benötigen. Lassen Sie Ihre Fachkräfte nach Bedarf und direkt am Arbeitsplatz lernen.

Intensivieren Sie diese Lernerfahrung mit relevanten, topaktuellen Schulungen und Webinaren. Sichern Sie sich das IT-Wissen, das Ihr Unternehmen heute – und morgen – braucht: bei **heise Academy, dem Zuhause Ihrer professionellen IT-Weiterbildung.**





Bild: KI Stable Diffusion | Bearbeitung c't

Layout-Raffinessen

Einstieg ins Desktop-Publishing mit Scribus – Teil 2

Mit den professionellen Werkzeugen der Open-Source-Software Scribus gestalten Sie Prospekte, Broschüren oder Poster. In dieser Anleitung lernen Sie, das zuvor mit der freien DTP-Software erstellte Layout mit Scribus weiter zu verfeinern.

Von Gerald Himmelein

Komplexe Layouts für Print- und PDF-Produkte erstellt man am besten mit einer Desktop-Publishing-Anwendung, denn die enthält Werkzeuge, mit denen Sie Grafiken, Textspalten und weitere Elemente exakt positionieren. Für ein einheitliches Aussehen sorgen Vorlagen in Form von Farbpaletten, Textstilen und Musterseiten. Wie man ein Beispielprospekt gestaltet, mit Bildern und Textrahmen bestückt und Inhalt füllt, haben wir im ersten Teil unseres Scribus-Tutorials gezeigt [1].

In diesem zweiten Teil lernen Sie, die Aufmerksamkeit der Leser mit „Störern“ zu steuern. Außerdem zeigen wir, wie Sie

die Flyer-Rückseite inklusive Preistabelle gestalten.

Für Grafiker sind „Störer“ absichtlich aus dem Layout fallende Elemente, die dadurch Aufmerksamkeit erregen. Bisher besteht das Design des Beispielflyers aus Teil 1 vor allem aus Rechtecken. Für die Störer bieten sich als Kontrast Kreise an. Sie sollen ähnlich einer Stoppuhr die Kursdauer signalisieren. Sperren Sie in Scribus zunächst alle anderen Ebenen und aktivieren Sie dann die Ebene „Störer“.

Die Beispiel-Störer bestehen aus einem gelben Kreis (Einfügen/Form/Standardformen/Kreis) mit 17,5 mm Durchmesser sowie einem vorgelagerten

ct kompakt

- Das quelloffene Layout-Programm Scribus hält professionellen Ansprüchen stand, trotz hakeliger Bedienung.
- Durch Musterseiten, Stilvorlagen und Ebenen sorgen Sie für einen einheitlichen Look.
- Scribus stellt Vektorformen bereit, aus denen Sie ohne externe Tools Elemente für ansprechende Designs bilden.

Kreisbogen. Umranden Sie den gelben Kreis mit einer weißen Linie mit 3 pt Breite (Eigenschaften/Linien/Linienbreite). Über „Eigenschaften/Schlagschatten“ erhält der Kreis einen kitschigen Schatteneffekt mit einem Versatz von 1 mm in beiden Richtungen, einer Unschärfe von 1 mm und einer Deckkraft von 20 Prozent im Transparenzmodus „Multiplizieren“.

Legen Sie dann den orangefarbenen Kreisbogen (Einfügen/Kreisbogen) an mit einem Ausgangswinkel von 0 Grad sowie

einem Endwinkel von 270 Grad und zentrieren Sie den Kreisbogen im Kreis. Dann reduzieren Sie den Endwinkel auf 90 Grad, um eine Viertelstunde zu kennzeichnen. Als Nächstes erstellen Sie einen kleinen Textrahmen und zentrieren diesen ebenfalls im Kreis. Den Textrahmen be-texten Sie und drehen diesen dann um 8 Grad nach rechts. Dafür klicken Sie im Eigenschaften-Panel unter „X, Y, Z“ erst neben „Ursprung“ auf den mittleren Punkt und geben dann unter „Rotation“ 352 Grad ein ($360^\circ - 8^\circ$). Wählen Sie dann die Bestandteile der Uhr (Text, Kreisbogen und Kreis) und positionieren Sie sie über der oberen rechten Abrundung des Bildrahmens.

Die Kursbeschreibungen kopieren

Die erste Kursbeschreibung ist damit komplett und dient als Vorlage für alle anderen Kurse. Dazu gehen Sie folgendermaßen vor: Ändern Sie erst in den Dokumenteinstellungen unter „Datei/Dokument einrichten/Bedienung/Verschiedenes“ den Versatz für „Objekt kopieren“ sowohl für die X- als auch die Y-Achse auf 0 mm.

Entsperren Sie dann die Bilder- und Text-Ebenen und aktivieren Sie für alle



Die runden Störer in der Anmutung einer Uhr bestehen jeweils aus einem leicht gedrehten Textrahmen, einem orangefarbenen Kreisbogen und einem gelben Kreis mit weißer Umrandung.

Ebenen den Auswahlmodus. Wählen Sie dann alle Elemente des Blocks aus, um sie per „Objekt/Duplizieren/Transformieren/Duplizieren“ zu vervielfältigen. Bewegen Sie die Duplikate dann mit der Maus oder den Pfeiltasten an eine Position, wo sich die Kopien und das Original nicht mehr überlappen.

Obacht: Beim Einfügen platziert Scribus alle Objekte auf der gerade aktiven Ebene. Um Texte und Bilder wieder voneinander zu trennen, müssen Sie diese wieder auf die gewünschten Ebenen verschieben, entweder über das Menü „Objekt/Auf andere Ebene verschieben“, per Übersicht-Panel oder über das Kontextmenü (Rechtsklick).



Der fertige Innenteil der Broschüre enthält einen Einleitungstext und fünf Kursbeschreibungen samt Störern.

Early Bird Special	nur 79 € im Monat ^{1,2} + einmalige Sign-Up-Gebühr 159 €
Monatstarif XXL	nur 89 € im Monat ^{1,2} + einmalige Sign-Up-Gebühr 179 €
Monatstarif XL	nur 129 € im Monat ^{1,3} + einmalige Sign-Up-Gebühr 379 €
10er-Karte	nur 149 € (einmalig) ^{1,4} keine Sign-Up-Gebühr

Da die Tabellenfunktion von Scribus häufig bockt, besteht die Preistabelle des Flyers aus einem weißen Rechteck, drei grauen Linien und acht Textrahmen.

Passen Sie jetzt in der Kopie die Texte und Bilder an. Verschieben Sie das hellgrüne abgerundete Rechteck hinter dem Beschreibungstext senkrecht, bis es zur Textlänge passt. Wählen Sie dann erneut alle Elemente des Blocks aus und ziehen Sie sie an die gewünschte Position, bis der Block an den richtigen Hilfslinien einrastet. Bilder ersetzen Sie in Scribus genauso, wie man Bilderrahmen füllt: Rahmen mit dem zu ersetzenden Bild aktivieren, Import-Dialog aufrufen (Strg+I), passendes Motiv auswählen und skalieren.

Einer der Beispielkurse dauert nur 10 statt 15 Minuten. Um die stilisierte Stoppuhr dafür anzupassen, öffnen Sie im Übersicht-Panel (Fenster/Dokumentstruktur) über das „>“-Zeichen die zugehörige Gruppe, doppelklicken Sie darin auf den Kreisbogen und vergrößern Sie den Ausgangswinkel auf 30 Grad.

Als letztes Element im Innenteil bleibt noch der halbtransparente Kasten mit dem Einleitungstext für die Kursangebote. Dazu kombinieren Sie die Arbeitsschritte aus dem ersten Teil des Tutorials: Erstellen Sie ein halbtransparentes Parallelogramm, ähnlich wie für den Hintergrund, und befüllen Sie dieses wie die Textkästen der Kursbeschreibungen.

Rückseite mit Preistabelle

Bleibt noch die Rückseite: Sie fasst die Vorteile des Wellness-Studios zusammen, bietet eine Preistabelle (mit Kleingedrucktem) und lockt mit einem Geschenk bei Vertragsabschluss. Wäre das Studio echt, würden hier auch Kontaktinformationen (Ansprechpartner, Adresse, Telefon) stehen.

Die Zusammenfassung der Vorteile wird mit vier abgestuften Parallelogrammen hinterlegt, ähnlich wie auf der Vorderseite. Da sich die Form mehrerer Objekte nicht gleichzeitig verzerren lässt, bleiben nur umständliche Workarounds. Erstellen Sie ein Rechteck, kippen es mit sechs Klicks nach rechts, duplizieren es dann, stellen das Duplikat hinter das Original und verschieben nacheinander über

den Form-bearbeiten-Dialog die rechten Punkte mit den Pfeiltasten um 3 mm nach rechts und die linken um dieselbe Entfernung nach links. Diesen Vorgang wiederholen Sie noch zweimal, bis sie vier Parallelogramme haben.

Duplizieren Sie dann das schmalste der erstellten Parallelogramme und verschieben das Duplikat auf die „Texte“-Ebene. Dann verwandeln Sie es in einen Textrahmen (Objekt/Umwandeln/Textrahmen). Abstände, die Sie im Texteigenschaften-Panel unter „Spalten & Textabstände“ gesetzt haben, wendet Scribus nur auf rechteckige Rahmen an, aber nicht auf verzerrte Formen. Als Behelf muss wieder der Pfad-Dialog herhalten, den Sie über „Form/Bearbeiten ...“ öffnen. Geben Sie im Dialogfenster neben „Um den Wert vergrößern/verkleinern“ im Eingabefeld 6 mm ein und klicken Sie dann daneben auf den Pfeil, der nach unten rechts zeigt (Pfad verkleinern).

Zentrieren Sie abschließend den Text horizontal im Rahmen, indem Sie unter



Der Befehl „Objektmitten gleichmäßig vertikal verteilen“ sorgt dafür, dass die grauen Trennlinien in regelmäßigen Abständen zueinander stehen: oben die Ausgangssituation, unten das Ergebnis.

„Texteigenschaften/Spalten & Textabstände/Vertikale Ausrichtung“ in der Dropdown-Liste „Mitte“ auswählen. Jetzt können Sie den Rahmen mit Ihrem Text füllen.

Tabelle über Umwege

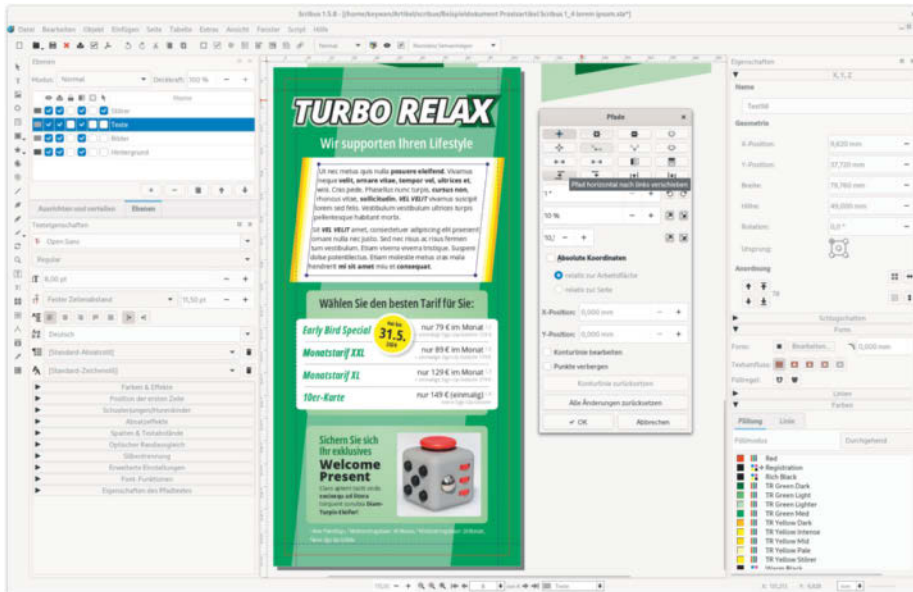
Auch bei der Preistabelle ist etwas Trickserei nötig: Scribus bietet zwar ein Tabellenobjekt, doch dieses verhält sich sehr launisch. Bittet jemand in den Scribus-Support-Foren um Hilfe mit Tabellen, lautet die Antwort deshalb meist, die Layout-Aufgabe lieber mit Textrahmen zu lösen.

Bei einer vierzeiligen Tabelle wie im Beispieldokument ist der Textrahmen-Workaround kein großes Problem. Legen Sie erst ein weißes Rechteck mit 89 mm Breite und 40 mm Höhe an und runden Sie dessen Ecken ab (Radius: 2 mm). Bauen Sie über das Menü „Einfügen“ eine Linie ein. Ändern Sie deren Länge auf 81 mm (Eigenschaften/X, Y, Z/Breite) und die Dicke auf 0,5 pt (Eigenschaften/Linien/Linienbreite). Setzen Sie als Linienfarbe Schwarz mit einem Tonwert von 50 Prozent.

Erzeugen Sie eine Kopie der Linie und richten Sie die eine Linie am oberen, die andere am unteren Rand des weißen Rechtecks aus. Setzen Sie dann drei weitere Kopien der Linie in die Mitte des Rechtecks. Ein netter Trick: Wählen Sie alle fünf Linien aus, öffnen Sie das Panel „Ausrichten und verteilen“, aktivieren Sie den Tab „Verteilen“ und klicken Sie dort auf „Objektmitten gleichmäßig vertikal verteilen“ (zweite Zeile, zweites Icon).

Jetzt sind die mittleren drei Linien gleichmäßig im Rechteck verteilt. Die oberen und unteren Linien dienen nur als Positionierungshilfe und können jetzt gelöscht werden. Ziehen Sie einen Textkasten auf und rasten Sie dessen obere und untere Ränder am Rand des weißen Rahmens ein. Stellen Sie unter „Texteigenschaften/Spalten & Textabstände“ sicher, dass die vertikale Ausrichtung auf „Mitte“ steht und geben Sie dem Rahmen links und rechts jeweils einen Abstand von 3 mm. Reduzieren Sie die Breite des Textkastens auf 50 Prozent des Rechtecks, duplizieren Sie ihn und richten Sie das Duplikat am rechten Rand des Rechtecks aus.

Tragen Sie in den linken Kasten den Namen des Tarifs ein und in den rechten den zugehörigen Preis. Eventuell ergänzen Sie den Preis um Fußnoten zum Kleinge-



Die fertige Rückseite des Flyers. Der Text im angeschrägten Textrahmen folgt den Linien des Gesamtmotivs.

druckten und weiteren Informationen wie die Anmeldegebühr in einer eigenen Zeile. Erhält jeder Textabschnitt (Tarifname, Preis, Zusatzinfo) seine eigene Stilvorlage, können Sie Schriftgröße und -farbe gebündelt in der Stilverwaltung nachbessern, ohne viel herumklicken zu müssen. Hochgestellte Zahlen erzeugen Sie, indem Sie in den Texteigenschaften unter „Farben & Effekte“ auf die mit „L1“ beschriftete Schaltfläche klicken.

Reagiert ein Textblock nicht wie erwartet auf den Button „Anwenden“ in der Stilverwaltung, hilft es, in den Texteigenschaften neben dem Auswahlfeld für den Absatz- und den Zeichenstil jeweils auf das Mülleimer-Icon zu klicken: Dies entfernt alle lokalen Formatierungen im ausgewählten Abschnitt oder im gesamten Textrahmen.

Der Kasten mit dem Willkommensgeschenk ist ähnlich aufgebaut wie die Kursbeschreibungen im Innenteil der Broschüre, nur dass der Bilderrahmen hier Abstand zum umgebenden Rahmen hält. Für das Bild sollten die abgerundeten Ecken kleiner ausfallen als die des umgebenden Rahmens; im Beispiel hat der grüne Rahmen eine Rundung von 2 mm, der Bilderrahmen hingegen nur 1 mm.

Die verbleibenden Elemente des Beispiel-Flyers – die Fußnoten auf der Rückseite, die Störer vorn und hinten – bekommen Sie auch ohne Anleitung hin. Hier wird ausnahmslos mit den bereits beschriebenen Methoden weitergearbeitet. Den fertigen Beispiel-Flyer finden Sie

unter ct.de/y2yc als SLA-Datei zum Download, aus rechtlichen Gründen allerdings ohne die in den Screenshots zu sehenden Fotos.

Export aus Scribus

Der Dialog „Datei/Exportieren/Als PDF exportieren“ macht das Dokument für den Druck fertig. Wollen Sie Ihren Flyer nur als Online-PDF bereitstellen, wählen Sie unter „Allgemein/Optionen/Kompatibilität“ am besten „PDF 1.4 (Acrobat 5)“ und unter „Text und Vektorgrafik komprimieren“ als höchste Bildauflösung „96 dpi“. Soll Ihr Flyer hingegen in Druck gehen, wählen Sie „PDF/X-4“ sowie „300 dpi“. Ob Sie Druckermarken (Tab „Pre-Press“) aktivieren sollen, teilt Ihnen die Druckerei mit.

Die in diesem Artikel vorgeführten Layout-Techniken demonstrieren, was unter der schlichten Haube des Open-Source-Programms steckt. Weiterführende Tipps finden Sie im ausführlichen Scribus-Wiki (siehe ct.de/y2yc); in Zweifelsfällen (und Verzweiflungsfällen) hilft das offizielle oder das deutschsprachige Forum weiter. *(ktn@ct.de) ct*

Literatur

- [1] Gerald Himmelein, Layout für lau, Einstieg ins Desktop-Publishing mit Scribus – Teil 1, c't 14/2023, S. 152

Downloads, Scribus-Wiki und -Forum:
ct.de/y2yc

Scribus- Troubleshooting

Gelegentlich bockt Scribus ein bisschen. Hier ein paar Tipps für bekannte Probleme:

Scribus umrandet alle Textkästen mit hässlichen schwarzen Rahmen: Schalten Sie unter „Ansicht/Dokument“ die Option „Rahmen anzeigen“ aus.

An allen Objekten klebt rechts ein bunter Klotz: Schalten Sie unter „Ansicht/Dokument“ die Option „Ebenenmarkierungen anzeigen“ aus.

Scribus reagiert nicht auf Tastenkürzel:

Eventuell ist ein modales Schwebefenster offen (zum Beispiel „Pfade“) – schließen Sie es. Womöglich hat auch eines der anderen Panels den Fokus – klicken Sie auf eine freie Stelle im Dokumentenfenster, um dies zu korrigieren.

Scribus reagiert gar nicht: Das kommt bei komplexen Dokumenten mit hoher Vorschauqualität, Schlagschatten und Transparenzen mitunter vor. Geben Sie der Anwendung ein paar Sekunden Bedenkzeit oder setzen Sie in der Werkzeugleiste die Bildvorschauqualität auf „Niedrig“.

Rahmen lassen sich nicht zu einer Gruppe zusammenfassen: Vermutlich liegen die Objekte auf unterschiedlichen Ebenen. Gruppieren Sie die Elemente auf jeder Ebene einzeln oder verschieben Sie die Elemente auf eine gemeinsame Ebene.

Schlagschatten sind an den Seiten abgeschnitten: Dies passiert bei der Gruppierung von Elementen mit Schlagschatten. Entfernen Sie die Gruppierung oder wenden Sie den Schlagschatten auf die ganze Gruppe an statt auf ein Element darin.

Die Schaltfläche „Eigenschaften übertragen“ in der Toolbar tut nicht: Der Button kann zwar Farben, Transparenzen und Linienstärken übertragen, aber keine Textformatierungen oder Abrundungen.

Die Koordinaten der Polygone (X- und Y-Position) stimmen nicht mehr: Dies kann eintreten, wenn die Option „Ansicht/Abmessung/Lineale relativ zur Seite“ ausgeklipst ist. Nach Reaktivieren dieser Option passen die Koordinaten wieder.

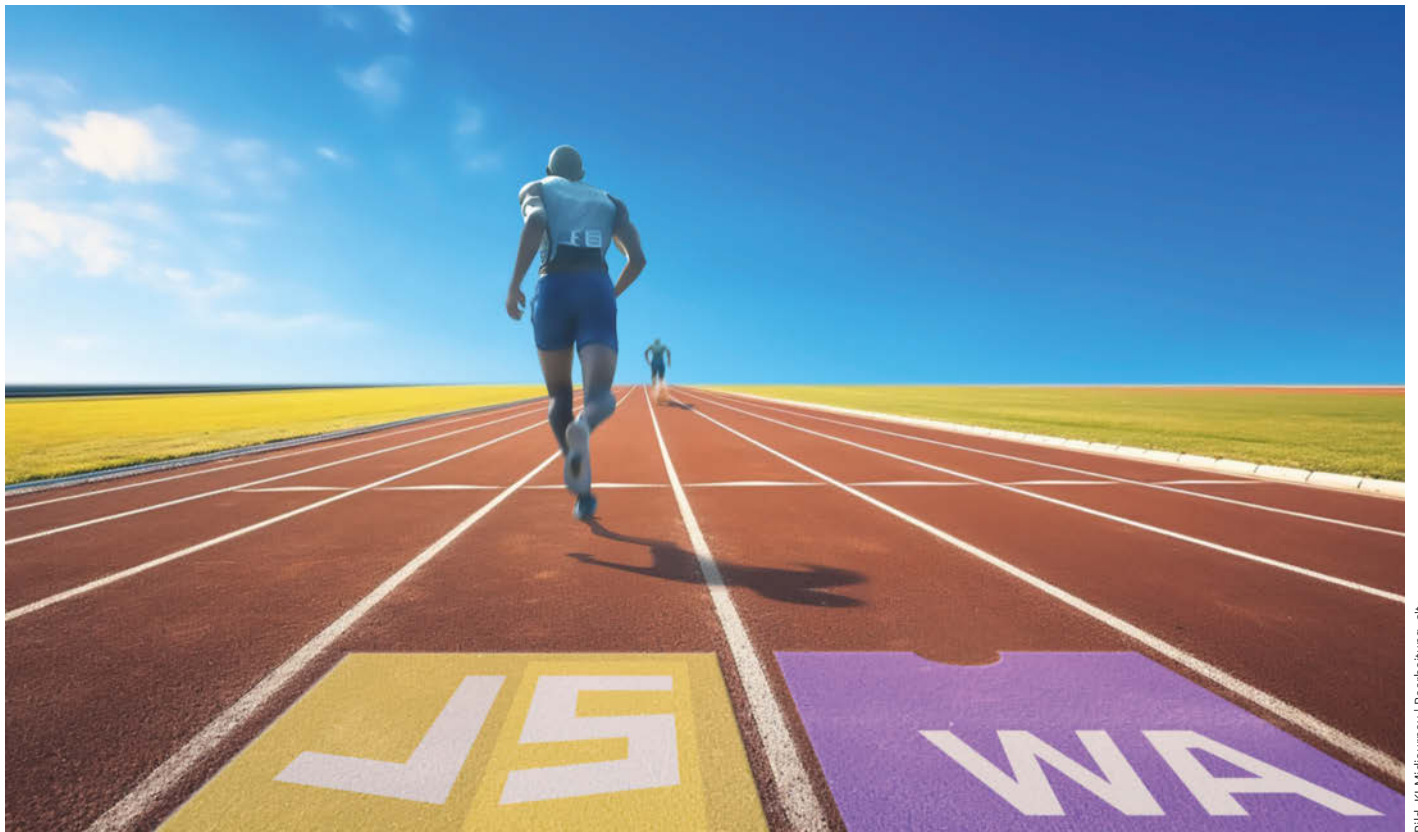


Bild: KI Midjourney | Bearbeitung: ct

Assembler auf der Überholspur

Mit WebAssembly flinkeren Code für den Browser produzieren

JavaScript hat sich als die Lingua Franca der dynamischen Webseiten etabliert, aber seit einigen Jahren steigt ein neuer Konkurrent empor: WebAssembly ergänzt das Repertoire an Browserfeatures und eignet sich besonders gut für rechenintensive Aufgaben. Wir werfen einen Blick darauf und entwirren die Mythen rund um die neue Technologie.

Von Lars Hupel

Neben den zwei großen Geschwistern HTML und CSS ist JavaScript mittlerweile ein unverzichtbarer Teil der modernen Webentwicklung geworden. Kein Wunder also, dass man immer mehr von dieser Sprache im Unterbau moderner Frontend-Anwendungen findet. Jedoch führt die maßlose Nutzung von JavaScript zu Anwendungen mit teilweise mehreren Megabyte an Code, sehr zulasten der Laufzeit.

Ob das immer vernünftig ist, lässt sich diskutieren, aber es gibt durchaus eine Reihe von sinnvollen Anwendungsfällen. Wer könnte sich beispielsweise heute noch ein Leben ohne Google Docs oder Bing Maps vorstellen? Um den besonders rechenintensiven Teilen solcher Anwendun-

gen Beine zu machen, gibt es die Sprache WebAssembly, die in modernen Browsern bereits integriert ist. Wir haben uns angeschaut, wie sie entstanden ist, was sie

anders als JavaScript macht und ein kleines Beispiel in Form eines Zählers geschrieben, das Sie selbst nach-

programmieren können. Falls es Ihnen schon in den Fingern juckt, finden Sie sämtlichen Code unter ct.de/y8rm.

Mehr Performanz!

Auf den Schultern der Browserhersteller lastet ein enormer Druck, Webseiten unter allen Umständen flott auszuführen. Historisch gesehen hat JavaScript allerdings den Browsern so einige Steine in den Weg gelegt, die WebAssembly künftig aus dem



Weg schaffen will. Ein Beispiel ist der Umgang von JavaScript mit Zahlen. Es gibt nur einen einzigen 64-Bit-Typ (gemäß IEEE 754 kodierte Fließkommazahl), der gleichermaßen dazu dient, Gleitkomma- und Ganzzahlen darzustellen. Als Programmierer, der lediglich Letztere braucht, ist man daher gezwungen, sich im „sicheren Bereich“ zwischen $-2^{53} + 1$ und $2^{53} - 1$ zu bewegen. Denn bei noch größeren Zahlen fällt der Abstand zwischen den möglichen Werten auch mal größer als 1 aus, da großzügig gerundet wird. So ergibt zum Beispiel $2^{53} + 5$ den falschen Wert 9.007.199.254.740.996, aber $2^{53} + 6$ den richtigen (9.007.199.254.740.998).

Das ist nicht nur für Programmierer ein Problem, sondern auch für den JavaScript-Interpreter im Browser, denn arithmetische Operationen auf Gleitkommazahlen sind ineffizient. Alle großen Browser-Engines haben daher eine eingebaute Heuristik, die prüft, ob man sich in diesem „sicheren Bereich“ bewegt, um dann intern Arithmetik auf Ganzzahlen durchzuführen. Bei Bedarf wird zwischen beiden Repräsentationen konvertiert.

Eine Ansammlung dieser und anderer Heuristiken für die Erkennung und Optimierung von gängigen Programmiermustern haben die Browserhersteller in sogenannte „JIT-Compiler“ (kurz für „Just in Time“) gegossen. Hierbei prüft die Engine vor und während der Ausführung des Codes, ob bestimmte Teile des Programms effizient auf CPU-Instruktionen abgebildet werden können. Das ist keine neue Erfindung, andere Programmiersprachen wie Java oder C# nutzen eine ähnliche Strategie.

JIT-Compiler arbeiten aber nur effizient, solange sie brauchbare Annahmen über den Code treffen und sich nicht verspekulieren. Angenommen, ein Programm nutzt Gleitkommaoperationen, aber die Heuristik erkennt das nicht rechtzeitig. Dann muss der JIT-Compiler den Code wieder dekompile, was wertvolle Zeit kostet. JavaScript macht durch seine zahlreichen dynamischen Features die Arbeit für Engines besonders schwer. Weitere Beispiele finden sich im flexiblen Objektsystem mit Prototypen und in der Möglichkeit, eingebaute Funktionen zu überschreiben.

Plus Minus Null

Aus diesen Gründen hat sich regelrecht eine Folklore in der Community gebildet, die beschreibt, wie man dem JIT-Compiler durch besondere Annotationen im Java-

Script-Code verlässliche Hinweise gibt, damit besonders performancekritischer Code schnell läuft. Dieses Gedankengut führte nicht lange danach zu WebAssembly. Damit Sie ein Bild davon bekommen, wie JavaScript-Code mit solchen Hinweisen aussieht, hier ein Beispiel einer einfachen Ganzzahladdition:

```
function f(i) {
  i = i | 0;
  return (i + 1) | 0;
}
```

Die Kombination `| 0` (ein bitweises Oder mit Null) verändert in der Zeile `i = i | 0;` nichts am Wert von `i`, teilt dem Interpreter aber mit, dass er mit Ganzzahlen rechnen muss (bitweise Operationen ergeben auf Gleitkommazahlen keinen Sinn). Das Hinzufügen von `| 0` in der letzten Zeile wiederum verhindert, dass das Ergebnis als Gleitkommazahl interpretiert wird.

Damit sich der JIT-Compiler eine Menge Arbeit erspart, veröffentlichte Mozilla im März 2013 eine Spezifikation namens `asm.js`. Diese schreibt Tricks wie den gerade genannten vor sowie weitere wie `++x` (erzwingt Gleitkommazahl). Zusätzlich schränkt `asm.js` die Syntax derart ein, dass nur eine Teilmenge von JavaScript übrig bleibt, die ganz ohne Heuristik zu effizientem Maschinencode übersetzt werden kann. Um dies explizit zu signalisieren, muss man eine Funktion wie folgt deklarieren:

```
function f(i) {
  "use asm";
  // ... Code
}
```

Eine alte JS-Engine ignoriert den Einschub einfach, während aktuelle in den „Assembly“-Modus springen.

Sprach-Matroschka

Doch `asm.js` hat auch einen gewaltigen Nachteil: Niemand will gerne solchen Code von Hand schreiben. Findige Entwickler hatten damals schon die Idee, andere Programmiersprachen wie C und C++ in diese Teilmenge von JavaScript zu übersetzen. Im Grunde operiert man sämtliche dynamischen Features aus JavaScript heraus und optimiert stattdessen entweder Code per Hand oder generiert diesen via einer anderen Programmiersprache. Beliebte Bibliotheken wie SQLite für Datenbankabfragen oder `zlib` für Kompression können dadurch hoch-

performant im Browser laufen; nach damaligen Angaben von Mozilla sogar nur 50 Prozent langsamer als vergleichbarer nativer Code.

Doch warum bettet man eine kompilierbare Teilsprache überhaupt in eine interpretierte Sprache ein? Dieser Frage nachgehend, dauerte es nicht lange, bis mit WebAssembly 2015 eine neue verbesserte `asm.js`-Spezifikation folgte. WebAssembly setzt sich die gleichen Ziele wie `asm.js`: das effiziente Ausführen von Code im Browser, nur eben mit einer eigenen Syntax. JavaScript-Code kann allerdings WebAssembly-Module laden – welche im Regelfall in einem Binärformat vorliegen –, nur dürfen diese nicht auf die Browser-Umgebung wie beispielsweise das Document Object Model (DOM) zugreifen. Dazu später mehr.

Obige Beispielfunktion in JavaScript, die einen Parameter um 1 erhöht, sieht in WebAssembly wie folgt aus:

```
(module
  (func $inc (param i32) (result i32)
    local.get 0
    i32.const 1
    i32.add)
  (export "inc" (func $inc)))
```

Man erkennt Ähnlichkeiten zu typischem Assembly-Code, der direkt auf CPUs ausgeführt wird. Mittels Opcodes wie `i32.const` oder `i32.add` lädt man Konstanten eines spezifischen Typs oder addiert Werte. `local.get 0` lädt den Wert des ersten Parameters. Wichtig: Während für JavaScript der Parametertyp egal ist, sollten Sie diesen für WebAssembly auf `i32` einschränken, denn das Hantieren mit

ct kompakt

- WebAssembly ist eine Stack-basierte Sprache, die in moderne Browser eingebettet ist und bequem aus C-, C++- oder Rust-Code erzeugt werden kann.
- Der Fokus liegt auf mehr Geschwindigkeit für besonders aufwendige Aufgaben.
- Dafür muss man einige Einschränkungen hinnehmen, beispielsweise den Verzicht auf objektorientierte Features.

beliebigen Objektpointern in WASM ist schwierig.

Doch hier endet auch schon die Ähnlichkeit. Denn im Gegensatz zu CPU-Assembly hat WebAssembly einen eingebauten Stack, sodass die Operationen stets Werte vom Stack nehmen oder auf ihn legen. Der Clou daran ist, dass Browser die Korrektheit der Stack-Operationen bereits vor der Ausführung prüfen und so Underruns direkt ausschließen können, dass also beispielsweise nicht mehr Werte vom Stack entfernt werden, als vorhanden sind.

Außerdem bieten WebAssembly-Module strukturierten Kontrollfluss: Fallunterscheidungen müssen nicht – wie in normalem Assembler – durch Sprungbefehle angegeben werden, sondern können mit `if`, `then` und `else` beschrieben werden. Das macht es deutlich einfacher, C- oder C++-Code nach WebAssembly umzuwandeln.

Speichern Sie den oben genannten Code in eine Datei, die Sie beispielsweise `example.wat` nennen. Bevor Sie den Code ausführen können, müssen Sie ihn allerdings noch von der textuellen Syntax (Dateiendung `.wat`) in das Binärformat (Dateiendung `.wasm`) überführen. Dafür benötigen Sie zum Beispiel das Kommandozeilentool `wat2wasm` aus der Toolsuite WABT; eine detaillierte Anleitung zur Installation finden Sie unter ct.de/y8rm. Unter macOS klappt es ganz kurz mit `brew install wabt`. Wichtig: Unter Windows müssen Sie für den Build-Prozess Visual

Studio 2022 mit der „Desktopentwicklung mit C++“ installiert haben und die Aufrufe aus dem Ordner `wabt` durchführen (zum Beispiel `bin\wat2wasm example.wat`).

Für Linux und macOS lauten die Befehle zum Übersetzen und Ausführen wie folgt:

```
wat2wasm example.wat
wasm-interp example.wasm ↵
↳ -r inc -a "i32:1"
```

Der Parameter `-r` ist dafür zuständig, die passende Funktion aufzurufen. Diese muss in der `export`-Zeile des Moduls deklariert sein. Mit `-a` wird der Funktion ein Parameter übergeben. Die Funktion addiert also zur übergebenen 1 eine 1 hinzu, damit lautet die Ausgabe wie folgt:

```
inc(i32:1) => i32:2
```

Integration

Klar, die Ausführung von WebAssembly ist auf der Kommandozeile nicht besonders spannend, doch wie sieht es mit dem Browser aus? Gleich vorab: Moderne Browser laden das Modul nicht erst komplett herunter und lesen es dann am Stück ein, stattdessen findet intern eine Stream-Verarbeitung statt. Der Vorteil: Während der Download eines großen Moduls noch läuft, bereitet die Engine bereits so viel wie möglich vor, damit sie nach dem Download das Modul sofort ausführen kann.

Als Beispiel dient weiterhin der Inhalt des gerade erstellten Moduls `example.wasm`, dem Sie nun eine HTML-Seite

spendieren. Die Webseite ist zwar ein bisschen rudimentär und enthält nur einen Button, der auf Knopfdruck eine interne Variable hochzählt und wieder ausgibt. Aber für einen ersten Gehversuch in WebAssembly genügt das vollkommen. Den gesamten Code finden Sie im GitHub-Repository unter ct.de/y8rm.

Zuerst benötigen Sie eine HTML-Schablone namens `example.html` wie diese hier:

```
<!DOCTYPE HTML>
<html>
  <body>
    <div>0</div>
    <button>Mehr!</button>
    <script src=
      ↵https://unpkg.com/wabt@1.0.32/
      ↵index.js">
    </script>
    <script src="example.js"></script>
  </body>
</html>
```

Damit Sie den WAT-Code nicht manuell bauen müssen, lädt der Browser WABT direkt ein. Das führt aber auch dazu, dass ein paar mehr Schritte für die Ausführung erforderlich sind. Da WebAssembly keinen direkten Zugriff auf das DOM hat, müssen Sie noch eine neue Datei namens `example.js` anlegen, die dafür verantwortlich ist, beide Welten miteinander zu verdrahten. Dazu bietet WebAssembly Imports an, die – Sie ahnen es – das Gegenstück zu Exports darstellen.

In der Datei `example.js` landet also zu Beginn ein Objekt, welches Sie später im WAT-Code importieren können:

```
const importObject = {
  imports: {
    display: arg => {
      document.
        ↵querySelector("div").
        ↵innerHTML = arg;
    }
  }
};
[...]
```

Die Methode `display` überschreibt den Inhalt des `<div>`-Tags mit dem übergebenen Parameter. Als Nächstes ergänzen Sie in der JavaScript-Datei gleich nach `}` einen Platzhalter für den WebAssembly-Code, den Sie im letzten Schritt ausfüllen:

```
async function init() {
  // 1: WABT initialisieren
  const wabt = await WabtModule();
  // 2: WAT kompilieren
  const module = wabt.parseWat("example.wat", code);
  module.resolveNames();
  module.validate();
  const binary = module.toBinary({});
  // 3: WASM laden
  const wasm = new WebAssembly.Module(binary.buffer);
  const instance = new WebAssembly.Instance(wasm, importObject);
  // 4: WASM-Export mit Button verknüpfen
  const handler = instance.exports.more;
  document.querySelector("button").onclick = handler;
};

init();
```

Die Funktion `init()` nimmt Ihnen viel Arbeit ab, indem sie den Code initialisiert, kompiliert und den Button mit dem WASM-Export verknüpft.



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:

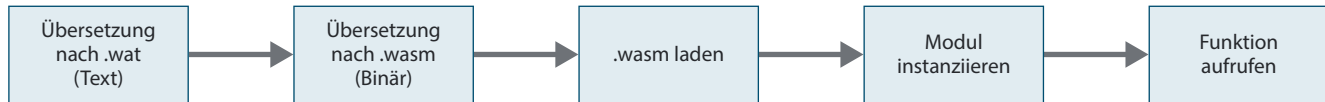
www.mac-and-i.de/miniabo

✉ leserservice@heise.de ☎ 0541 80 009 120

Mac & i. Das Apple-Magazin von c't.

Lebenszyklus eines WebAssembly-Moduls

Die Übersetzungsschritte laufen fast immer in der Buildphase eines Projekts ab, außer man schreibt den WASM-Quelltext direkt. Im Regelfall passiert das aber durch den Compiler einer Hochsprache. Die restlichen drei Schritte muss man aber (noch) händisch durchführen.



```
const code = `
    ;; WAT
`;
```

Anschließend folgt unterhalb dessen der Code, der das WAT kompiliert und mit dem Button verknüpft (siehe Listing auf Seite 154). In einer realen Anwendung würde man das Übersetzen während des Build-Prozesses laufen lassen, wodurch das Laden des WebAssembly-Moduls deutlich vereinfacht wird. In diesem Beispiel kümmert sich aber der Browser um alles; ein deutliches Zeichen für die Flexibilität der WABT-Toolsuite.

Fehlerchen

Wenn Sie nun die HTML-Datei im Browser öffnen, dann dürfte das Browser-Log eine Fehlermeldung enthalten: Der WAT-Code kann nicht geparsed werden. Kein Wunder, er ist ja auch noch nicht vorhanden. Der Code muss in der `example.js` im Platzhalter stehen, den Sie zuvor angelegt hatten. Ein grobes Gerüst dafür sieht wie folgt aus:

```
const code = `
(module
  (import "imports" "display" ↵
    ↵(func $display (param i32)))
  (export "more" (func $more))
  (global $counter (mut i32) ↵
    ↵(i32.const 0))
  [...])
);
```

Wie bei dem Beispiel `example.wat` zuvor definieren Sie ein Modul, das eine Funktion exportiert. Diese heißt `more` und hat weder Parameter noch einen Rückgabewert. Außerdem importieren Sie die Funktion `display`, welche einen `i32` als Parameter erwartet. Zu guter Letzt fehlt noch die globale Variable `counter` – ebenfalls ein `i32` – mit dem Startwert 0. Auffällig ist, dass diese explizit als veränderlich (`mut` für mu-

table) gekennzeichnet werden muss, denn durch explizites Markieren von veränderlichen Variablen wird sicherere Programmierpraxis gefördert.

Nachdem das Gerüst steht, fehlt noch der Kern der `example.wat`, die die Zahl hochzählt. Diesen können Sie aus dem Beispiel kopieren und unterhalb des Gerüsts als `$inc`-Funktion einfügen:

```
(func $inc (param i32) (result i32)
  local.get 0
  i32.const 1
  i32.add)
```

Nun fehlt als Letztes noch die `more`-Funktion. Diese lädt die Zählvariable, ruft `$inc` auf, schreibt den neuen Wert in die Variable zurück und ruft dann die importierte `display`-Funktion auf:

```
(func $more
  global.get $counter
  call $inc
  global.set $counter
  global.get $counter
  call $display)
```

Wenn Sie alle Teile zusammengesetzt haben, sollte die Datei `example.js` nun genauso wie im Repository aussehen. Jetzt können Sie die HTML-Datei im Browser neu laden. Mit einem Klick auf „Mehr!“ wird die darüber angezeigte Zahl hochgezählt. Übrigens: Fehler in der Stack-Be-handlung oder nicht zusammenpassende Typen werden in der Zeile `module.validate()` moniert, das heißt noch vor der Ausführung.

Arbeitsteilung

In der Praxis kompiliert man den WebAssembly-Code nicht erst im Browser, sondern während des Build-Prozesses – völlig losgelöst von der Architektur. Der JS-Code muss anschließend nur noch das Kompilat vom Webserver anfordern und kann dies direkt instanziiieren.

Um das auszuprobieren, erstellen Sie eine Kopie der HTML-Datei namens `example2.html`. Entfernen Sie darin den Import von WABT und referenzieren Sie `example2.js` statt `example.js`. `example.js` kopieren Sie auf die gleiche Weise: Behalten Sie in `example2.js` die Definition des Import-Objekts und löschen Sie den restlichen Code. Der entfernte WebAssembly-Code landet in der `example2.wat`. Sollten Sie sich unsicher sein, was genau Sie wo entfernen oder einfügen sollen, scheuen Sie nicht davor zurück, ins Repository (siehe ct.de/y8rm) zu schauen.

`example2.wat` überführen Sie wie folgt in die binäre Repräsentation:

```
wat2wasm example2.wat
```

Müllabfuhr

Ein oft gewünschtes, aber leider noch nicht verfügbares Feature von WebAssembly ist Garbage Collection. JavaScript kümmert sich vollautomatisch darum, nicht genutzte Objekte zu löschen und ihren Speicher freizugeben. Ganz einfach ist das nicht, da diese sowohl im eigenen Heap oder aber aus dem Document Object Model (DOM), also aus Browser-internen Datenstrukturen, referenziert werden können. WebAssembly umgeht das Problem, indem es standardmäßig gar keine Garbage Collection durchführt. Das Heap-Array, welches manche Module anfordern, müssen sie selbst „sauber“ halten.

Das erinnert an C, wo man händisch `malloc` und `free` aufrufen muss. Moderne Programmiersprachen wie Go oder Swift tun sich damit schwer. Eine Arbeitsgruppe befasst sich mit dem Problem; experimentelle Garbage Collectors, die sich zum Programm dazu linken lassen, stehen allerdings schon heute bereit (siehe ct.de/y8rm).

Als Nächstes müssen Sie sich um `example2.js` kümmern. Auch hier benötigen Sie wieder eine Initialisierungsfunktion, die aber deutlich kürzer ausfällt als in der vorherigen Variante.

```

async function init() {
  const { instance } = await ↵
    ↵WebAssembly.instantiateStreaming
      ↵fetch("example2.wasm"),
      ↵importObject
  );
  const handler = instance.exports↵
    ↵.more;
  document.querySelector("button")↵
    ↵.onclick = handler;
};
init();

```

Zur Instanziierung nutzen Sie die im Browser eingebaute Funktion `WebAssembly.instantiateStreaming()`. Diese akzeptiert als ersten Parameter eine `fetch`-Anfrage, mit der Browser eine Ressource asynchron vom Server anfordern. Der zweite Parameter ist das bekannte Import-Objekt. Dank der asynchronen Verarbeitung läuft das Parsen parallel zum Download des Moduls.

Die verbleibenden Zeilen erkennen Sie vermutlich von der vorherigen Version wieder. Um den veränderten Code auszuprobieren, reicht es allerdings nicht aus, `example2.html` lokal im Browser zu öffnen. Denn die Sicherheitsrichtlinien moderner Browser verbieten es, Code vom Dateisystem zu laden. Stattdessen brauchen Sie einen Webserver; Sie können zum Beispiel den eingebauten von Python benutzen. Starten Sie diesen in der Kommandozeile wie folgt:

```
python -m http.server
```

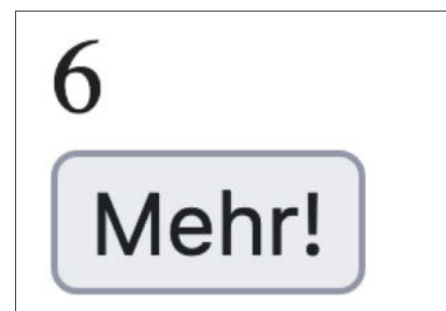
Wenn das nicht funktioniert, probieren Sie mal `python3` anstelle von `python` aus. Python teilt Ihnen nun mit, auf Port 8000 einen Server geöffnet zu haben. Die Webseite erreichen Sie im Browser über die URL „`http://localhost:8000/example2.html`“. Wenn alles richtig gelaufen ist, sollte der Button den Zähler wieder inkrementieren.

Aktuell ist es leider noch nicht möglich, WebAssembly-Module schlicht per `import`-Deklaration zu laden, so wie es für andere JS-Module schon längst geht. Die für den JS-Standard vorgeschlagene Syntax würde es zumindest erlauben, sich das `fetch` zu sparen (siehe ct.de/y8rm). Der Vorschlag befindet sich aktuell in Phase 2 von 4, das heißt, die Syntax wird mit hoher Wahrscheinlichkeit eingeführt, muss sich aber noch eine Weile gedulden.

Letzte Worte

Natürlich würde man nur in den seltensten Fällen – wenn überhaupt – den WebAssembly-Code einer Anwendung händisch schreiben. Das liegt noch nicht einmal an der für viele JavaScript-Programmierer ungewöhnlich anmutende Syntax, sondern eher daran, dass die Instruktionen assemblytypisch auf niedriger Ebene operieren.

Glücklicherweise hat sich in den letzten Jahren ein großes Ökosystem um WebAssembly gebildet. Auf der Webseite des Projekts gibt es eine Liste mit Compilern, die direkt WASM erzeugen können (siehe ct.de/y8rm). Wie schon beschrieben, geht das mit C/C++, aber auch zahlreichen weiteren Sprachen, wie Rust, Go und Kotlin. Ein Wermutstropfen bleibt: Längst nicht



Die recht spartanische Webseite zählt auf Knopfdruck eine Variable hoch. Nicht wirklich schön, erfüllt aber ihren Zweck.

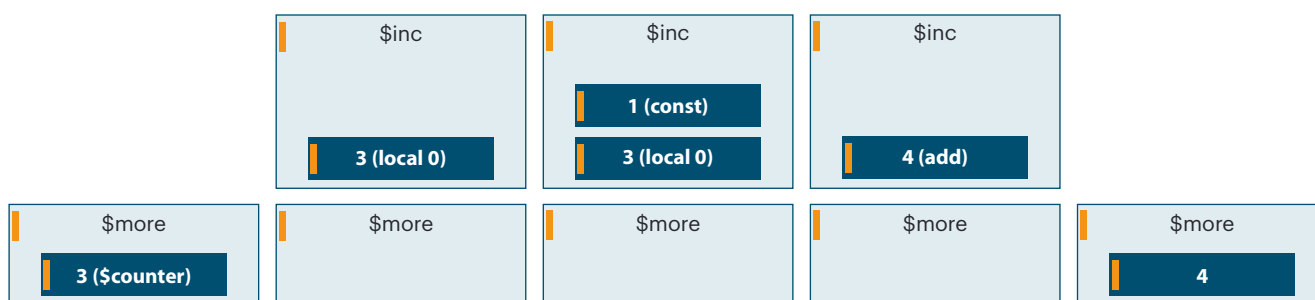
alle Sprachfeatures oder existierenden Bibliotheken lassen sich nahtlos nach WebAssembly übersetzen, dafür fehlen WebAssembly schlicht noch die Schnittstellen.

Trotz allem ist WebAssembly eine mächtige Programmiersprache, die dank ihrer starken Typisierung flink läuft. Browser können sie wesentlich besser optimieren und in Maschinencode übersetzen, als es bei JavaScript der Fall ist. Während WASM im Browser langsam an Fahrt aufnimmt, arbeiten andere schon eifrig an der Server-Seite. Seit kurzem beherrscht beispielsweise die Java-VM „GraalVM“ das Ausführen von WebAssembly Seite an Seite mit Java. Perspektivisch ließen sich damit ganze Anwendungen rein in WebAssembly umsetzen, leichtgewichtig und effizient, aber trotzdem sicher. Die besten Voraussetzungen also, um die Schwuppdizität des Webs zu erhöhen. (wid@ct.de) **ct**

GitHub-Repository und Hilfsmittel:
ct.de/y8rm

\$more: Verlauf des WASM-Stack

Per `global.get $counter` landet der Wert der globalen Variable auf dem Stack. `call $inc` ruft die Funktion `$inc` auf und überreicht den obersten Wert als Parameter, den diese wiederum per `local.get 0` auf ihren Stack legt. Danach legt sie noch die Konstante 1 hinzu und veranlasst eine Addition. Die hinterlässt den Wert 4 auf dem Stack, der automatisch als Rückgabewert im Stack von `$more` landet.



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 €



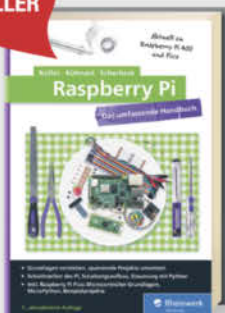
Thomas Kaffka

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 €

Einheitsstrafen

Neue europäische Regeln für DSGVO-Bußgelder

Erstmals haben sich die europäischen Datenschutzbehörden auf gemeinsame Grundsätze geeinigt, nach denen Bußgelder zu verhängen sind. Diese lassen den Behörden in den einzelnen Ländern aber nach wie vor große Spielräume.

Von Joerg Heidrich

Nur nach oben sind die Grenzen gesetzlich klar geregelt: Die europäischen Datenschutzbehörden können bei Verstößen gegen die DSGVO Bußgelder in Höhe von bis zu 20 Millionen Euro oder bis zu vier Prozent des weltweiten Jahresumsatzes eines Unternehmens oder Konzerns verhängen. In der Praxis taten sich die Behörden der Mitgliedsstaaten vor allem im unteren und mittleren Bereich des Spektrums schwer, angemessene und gut begründbare Bußgelder festzusetzen.

Die Folge: Die Aufsichtsbehörden agieren auch nach fünf Jahren DSGVO sehr unterschiedlich. In osteuropäischen Ländern etwa verfahren sie oft sehr milde, Bußgelder von wenigen hundert Euro auch für schwerere Verstöße von Unternehmen sind hier nicht selten. In Westeuropa wurden dagegen kaum Bußgelder unter 10.000 Euro gegen Unternehmen verhängt. Im föderalen System Deutschlands existieren sogar große Unterschiede zwischen den einzelnen Länderbehörden.

Der Europäische Datenschutzausschuss (EDSA) als Treffpunkt und Sprachrohr aller Mitgliedsstaatsbehörden hat dieses Problem erkannt und sich dessen schon vor einiger Zeit angenommen. Sein Ziel war es, einheitliche gemeinsame Richtlinien vorzugeben, an die sich alle Länder halten sollen. Ende Mai dieses Jah-

res hat man sich nun auf die „Guidelines 04/2022 on the calculation of administrative fines under the GDPR“ geeinigt und sie in einem 50-seitigen Dokument (siehe Link) näher erläutert.

Die Leitlinien sehen ein fünfstufiges Bemessungsverfahren vor, das bei der Festsetzung von Geldbußen zu durchlaufen ist. Relevant sind dabei insbesondere die Art und Schwere des Verstoßes sowie der Umsatz des betroffenen Unternehmens. Konkret solle jede Behörde diese fünf Stufen durchlaufen:

1. Zunächst wird der Sachverhalt ermittelt und festgestellt, ob die einschlägigen Bußgeldvorschriften grundsätzlich anwendbar sind. Festgelegt wird auch, ob es sich bei dem Sachverhalt um einen oder mehrere Datenschutzverstöße handelt.
2. Für die Bußgeldbemessung wird unter anderem die Schwere des Verstoßes bewertet und festgestellt, ob vorsätzlich oder fahrlässig gehandelt wurde. Außerdem wird der Umsatz des Unternehmens ermittelt.
3. Die Behörde berücksichtigt erschwerende oder mildernde Umstände, die

sich beispielsweise auf das frühere oder gegenwärtige Verhalten des Verantwortlichen beziehen. Diese führen zu einer Erhöhung oder Verringerung der Geldbuße.

4. Nun erst werden Höchstgrenzen für die Verstöße festgelegt, die nicht überschritten werden dürfen.
5. Im letzten Schritt wird abschließend geprüft, ob der errechnete Endbetrag den Anforderungen der DSGVO an Wirksamkeit, Abschreckung und Verhältnismäßigkeit entspricht. Die Geldbuße kann entsprechend nach oben oder unten angepasst werden, ohne jedoch die gesetzlichen Höchstgrenzen zu überschreiten. Dieser Schritt eröffnet den Behörden die Möglichkeit, das Ergebnis noch einmal individuell zu bewerten und anzupassen.

Die am Verfahren beteiligten deutschen Behörden begrüßen die Einigung. Aus Sicht von Meike Kamp, Berliner Beauftragte für Datenschutz und Informationsfreiheit, wird damit das Vorgehen der Aufsichtsbehörden bei der Ahndung von Datenschutzverstößen transparenter. Das fünfstufige Verfahren gebe klare Regeln für die Bemessung von Bußgeldern vor und trage damit zu einem nachvollziehbaren Verwaltungshandeln bei.

Der Bundesbeauftragte für Datenschutz Ulrich Kelber wertete die Einigung sogar als historisch, da erstmals eine Vereinheitlichung der Bußgeldpraxis in allen Mitgliedsstaaten erreicht worden sei. Die Leitlinien könnten laut Kelber künftig auch für andere EU-Rechtsvorschriften als Vorbild und Orientierung dienen.

Allerdings ermöglicht die Neuregelung den Behörden der einzelnen Staaten wegen des sehr großen Ermessensspielraums auch in Zukunft, sowohl sehr wohlwollende Bußgelder als auch extrem harte Sanktionen zu rechtfertigen. Kritiker halten die Regelung daher zwar für einen guten Schritt, sehen aber zu viele Möglichkeiten, weiterhin eigene nationale Wege zu gehen. In der Vergangenheit stand zum Beispiel die irische Datenschutzaufsicht DPC immer wieder in der Kritik. Ihr wird vorgeworfen, nicht nur zu selten und zu langsam gegen Verstöße der dort ansässigen US-Konzerne vorzugehen, sondern auch zu geringe Bußgelder zu verhängen. Daran wird die neue Bemessungsgrundlage kaum etwas ändern. (hob@ct.de) 

Link zu den EDSA-Guidelines: ct.de/yfyw



Bild: Wolfgang Kumm/dpa

Ulrich Kelber, der Bundesbeauftragte für Datenschutz: „Die Leitlinien sind der konsequente nächste Schritt in der europäischen Integration und können künftig auch Vorbild und Orientierung für die Durchsetzung anderer EU-Gesetze sein.“

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



www.ix.de/testen



49 (0)541 800 09 120



leserservice@heise.de





Sie fragen – wir antworten!

Adressbuch und Kalender von T-Online

? In meinem Mailkonto bei T-Online stehen mir ein Adressbuch und ein Kalender zur Verfügung. Um die nicht nur über die Weboberfläche zu nutzen, sondern auch am PC und Smartphone, gibt es spezielle Tools und Add-ons von T-Online. Geht das auch ohne diese Software?

! Ja, T-Online nutzt die verbreiteten Protokolle CardDAV und CalDAV, die unter anderem in iOS und macOS eingebaut sind und sich unter Android mit der App DAVx5 nachrüsten lassen. Für einige PC-Mailclients mit PIM-Funktionen gibt es Plug-ins (beispielsweise für Outlook „CalDav Synchronizer“), andere wie eM Client haben die Protokolle direkt eingebaut.

Die Konfiguration ist allerdings etwas hakelig. Tragen Sie in den Apps oder Plug-ins als Server <https://spica.t-online.de> ein und als Benutzernamen Ihre normale T-Online-Adresse. Als Passwort nehmen Sie das für Ihren Webzugang – und nicht das, das Sie im Web speziell für Ihren Mailclient unter „Einstellungen/Passwörter/Passwort für E-Mail-Programme“ erzeugt haben. Einige CalDAV-/CardDAV-Clients melden auch bei korrekten Daten einen Fehler. Dann müssen Sie eventuell unterschiedliche Adressen eintragen: mit der Serveradresse <https://spica.t-online.de/.well-known/carddav> für Adressen und mit <https://spica.t-online.de/.well-known/caldav> für Kalender. (jow@ct.de)

WhatsApp im Urlaub

? Wir planen im Sommer eine USA-Reise. Vor Ort wollen wir Prepaid-SIM-Karten eines US-Providers kaufen und während des Urlaubs nutzen. Was

aber passiert mit WhatsApp, das fest mit unseren deutschen Rufnummern verknüpft ist? Funktioniert das dann noch?

! Die Rufnummer wird bei WhatsApp nur einmal bei der Anmeldung verifiziert und anschließend in der App hinterlegt. Solange Sie dort nichts ändern, ist es der App vollkommen egal, welche Rufnummer Sie auf Ihrem Smartphone verwenden und worüber Sie ins Internet gehen. Sie sind also für alle Ihre Kontakte weiterhin unter Ihrer deutschen Nummer erreichbar, auch wenn die zugehörige SIM gar nicht ins Telefon eingelegt ist.

WhatsApp bietet auch die Möglichkeit, die Rufnummer zu ändern. Das sollten Sie aber nur dann tun, wenn Ihre Kontakte Sie künftig unter Ihrer neuen Ruf-

nummer erreichen sollen oder wenn Sie erwarten, dass viele Kontakte Sie mit Ihrer neuen Nummer hinzufügen werden. Bei einer nur vorübergehenden Änderung anlässlich einer Urlaubsreise ist es fast immer besser, die alte Rufnummer zu behalten.

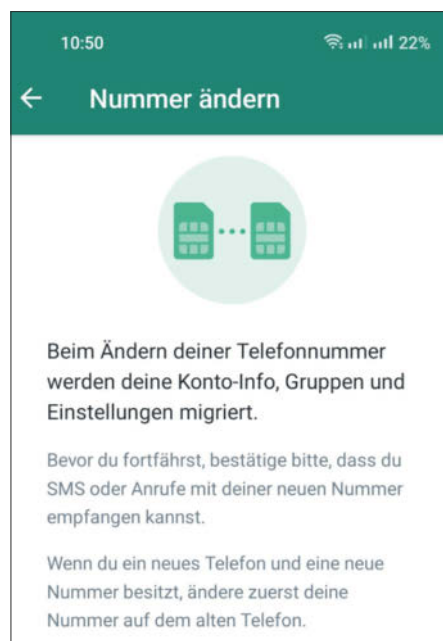
(uma@ct.de)

Prepaid ohne Abbuchung

? Mein Vater hat den Prepaid-S-Tarif der Telekom, bei dem monatlich knapp 5 Euro abgebucht werden, egal, ob er telefoniert oder nicht. Laut Auskunft der Telekom gibt es keinen kostenlosen Tarif. Ist das bei allen Prepaid-Tarifen so oder gibt es noch welche, bei denen man Internetvolumen und Telefonminuten nach Verbrauch abrechnen kann?

! Bei Prepaid S der Telekom handelt es sich um einen Optionstarif mit monatlicher Zahlung. Einen aktiven Wechsel in den kostenlosen Tarif Prepaid Basic bietet die Telekom nicht mehr an. Wenn Sie einen kostenlosen Grundtarif suchen, in dem Sie ein Guthaben vorrätig halten können, müssen Sie den Anbieter wechseln. Im Telekom-Netz bietet beispielsweise die Telekom-Tochter Congstar einen solchen kostenlosen Grundtarif an, der jederzeit einen Wechsel zwischen kostenlosem Grund- und kostenpflichtigem Optionstarif erlaubt.

Aber auch bei der Telekom können Sie mit einem kleinen Trick den kostenlosen Grundtarif nutzen. Dazu müssen Sie nur das Prepaid-Konto leerlaufen lassen, also auch eine möglicherweise vorhandene automatische Aufladung deaktivieren. Sobald der Betrag für den Optionstarif nicht abgebucht werden kann, tritt an seine Stelle der Tarif Prepaid Basic. Bei diesem werden alle Telefonate einzeln abgerechnet, fürs Surfen muss



Die Rufnummer bei WhatsApp sollte man nur ändern, wenn man endgültig auf eine neue Rufnummer umstellt, nicht nur vorübergehend im Urlaub.

Fragen richten Sie bitte an

 **hotline@ct.de**

 **c't Magazin**

 **@ctmagazin**

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter **www.ct.de/hotline**.

eine DayFlat gebucht werden. Reicht das Guthaben dafür auch nicht aus, sind weder Daten- noch Telefonverbindungen möglich. Der Optionstarif bleibt aber weiterhin gebucht und wird in dem Moment aktiviert, in dem das Guthaben dafür wieder ausreicht.

Einige Anbieter beenden die Verträge inaktiver Kunden, die über längere Zeit kein Guthaben aufladen oder verbrauchen. Achten Sie auf eingehende Mails oder SMS des Anbieters, da das in aller Regel angekündigt wird. Bei O2 und Vodafone können Sie Guthaben per Überweisung aufladen, also einen Dauerauftrag einrichten. Die Überweisung eines kleineren Betrags alle drei oder sechs Monate sollte genügen, um die SIM-Karte aktiv zu halten. (uma@ct.de)

Preiserhöhung von Vodafone

 Vodafone hat den Preis für meinen Festnetzanschluss um 5 Euro pro Monat erhöht. Können die das einfach so machen?

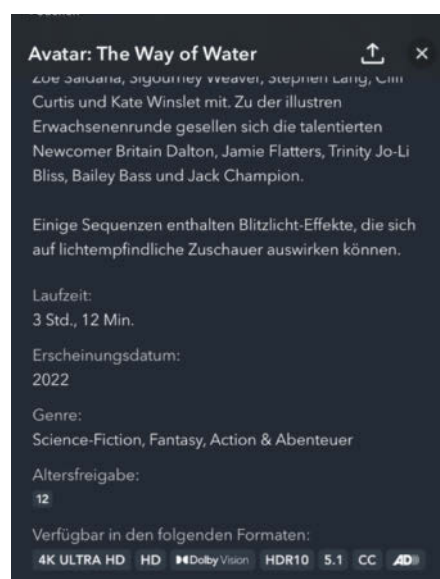
 Seit März 2023 informierte Vodafone seine Kunden über eine Preiserhöhung für seine Festnetzanschlüsse ab Mai. Ob das rechtlich zulässig ist, ist umstritten, Vodafone beruft sich auf seine allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB). Der Verbraucherzentrale Bundesverband (vzbv) hält das für unzulässig und ist der Meinung, dass betroffene Kunden der Preiserhöhung widersprechen können. Der Verband prüft derzeit die Möglichkeit, gerichtlich dagegen vorzugehen. Für c't 17/2023 ist eine Tarifübersicht für Festnetzanschlüsse in Vorbereitung, mit der Sie die aktuellen Vodafone-Tarife mit denen der Mitbewerber vergleichen können. (uma@ct.de)

Netflix am Zweitwohnsitz nutzen

 Netflix erkennt ja neuerdings, wenn man den Dienst in verschiedenen Haushalten nutzt. Ich habe einen Zweitwohnsitz in der Nähe meiner Arbeitsstelle; kann ich dort Netflix auf einem Fernseher unter der Woche schauen, wenn meine Frau das gleichzeitig an unserem Erstwohnsitz tut?

 Netflix fordert Sie per Abfrage auf, Ihren Hauptstandort zu definieren. Der Betreiber erkennt also, wenn Sie sich an einem anderen Standort befinden. Das bedeutet aber nicht das Aus für Netflix in Ihrer Zweitwohnung – zumindest, wenn Sie ab und zu an Ihrem Hauptwohnsitz sind.

Dazu benötigen Sie ein Smartphone oder Tablet mit installierter Netflix-App. Das müssen Sie unter Ihrem Account mit dem WLAN des Hauptwohnsitzes verbinden. Dieses Gerät müssen Sie anschließend an den Zweitwohnsitz mitnehmen und Ihren dortigen Fernseher und das Mobilgerät im selben Netz nutzen. Dadurch erkennt Netflix, dass Ihre beiden Wohnsitze zusammengehören. Mit jeder Netflix-Anmeldung des Mobilgeräts am Hauptstandort und anschließend wieder am Zweitwohnsitz wird dieser für 30 Tage freigeschaltet. Befindet sich Ihr Zweitwohnsitz im Ausland, erhalten Sie eventuell ein anderes Titelangebot als in Deutschland, Unterschiede gibt es auch bei Audio- und Untertiteloptionen und bei den Altersfreigaben.



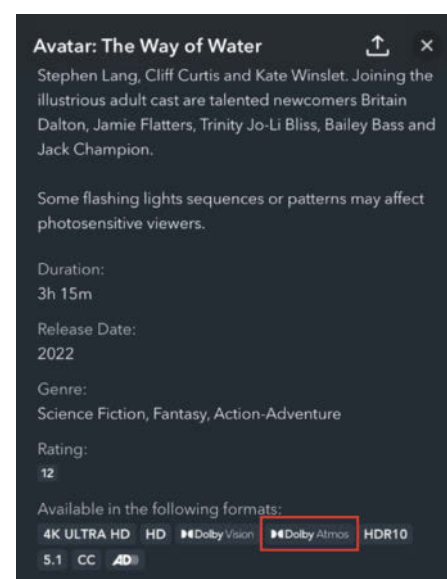
Stellt man in der Disney+-App die Anwendungssprache auf Englisch (rechts), erhält man bei einigen Filmen zusätzliche Auswahlmöglichkeiten für das Tonformat.

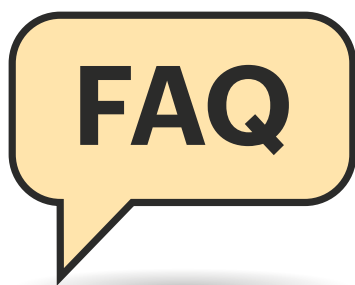
Wenn Sie mit Ihrem Erstwohnsitz umziehen, müssen Sie Ihren Hauptstandort aktualisieren, damit Sie weiterhin auf Netflix zugreifen können. Das können Sie nur an einem Fernseher machen, Sie finden den Punkt unter „Hilfe / Netflix-Haushalt verwalten“. Wird Ihre neue Wohnung fälschlich als Zweitstandort erkannt, läuft die Freigabe ansonsten nach 30 Tagen aus. (nij@ct.de)

Englischer 3D-Ton bei Disney+

 Ich habe eine Dolby-Atmos-Anlage mit Deckenlautsprechern. Wieso bietet mir der Streamingdienst Disney+ maximal 5.1-Ton für die Original- und Synchronfassung an, obwohl die englische Originalfassung 3D-Sound hat? Muss ich dafür auf die Ultra-HD Blu-ray zurückgreifen?

 Das ist uns auch aufgefallen und hat uns keine Ruhe gelassen. Unser Autor Timo Wolters hat einen Trick gefunden, wie Sie per Streaming an die englische Originalfassung mit 3D-Ton kommen: Sie müssen dazu in Ihrem Profil die App-Sprache „Englisch (US)“ einstellen. Dann haben Sie nicht nur Zugriff auf Tonfassungen in weiteren Sprachen, sondern auch auf den Originalton in Dolby Atmos. An der deutschen Fassung ändert sich dadurch nichts. Der Zugriff auf den Originalton in maximaler Qualität funktioniert nicht nur bei Avatar, sondern auch bei den Star-Wars-Filmen. (nij@ct.de)





Desinfec't 2023

Das c't-Sicherheitstool bietet Hilfe für virenverseuchte Windows-PCs. Hier finden Sie Tipps zu den häufigsten Problemen bei der Vorbereitung und beim Einsatz von Desinfec't.

Von Dennis Schirmmacher

Installation nicht möglich

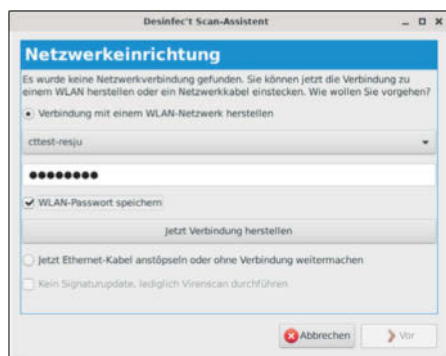
? Ich halte mich penibel an die Anleitung im Heft, aber beim Einrichten des Sticks taucht bereits am Anfang unter Windows eine Fehlermeldung mit „Error 5: Zugriff verweigert“ auf und es geht nicht weiter. Was mache ich falsch?

! Sie machen gar nichts falsch. Da funkt ein Virens Scanner oder Software von Acronis dazwischen und stuft den Zugriff auf den USB-Stick fälschlicherweise als gefährlich ein. Das ist ein Fehlalarm. Deaktivieren Sie dementsprechend für die Dauer der Installation den Echtzeitschutz, damit es klappt. Vergessen Sie aber nicht, den Scanner wieder einzuschalten, wenn der Desinfec't-Stick fertig ist.

Desinfec't startet nicht

? Ich habe die aktuelle Version heruntergeladen, aber bekomme die Scanner unter Windows nicht zum Laufen. Was mache ich falsch?

! Desinfec't ist keine Windows-Anwendung, die Sie mit einem Doppelklick starten. Es bringt ein Live-System mit, welches direkt von einem USB-Stick star-



Nur wenn Sie den Scan-Assistenten auf einem PC ohne Internetverbindung via Ethernetkabel starten, können Sie auf Wunsch das WLAN-Passwort speichern.

tet. Sie müssen Ihren PC also von einem Desinfec't-Stick statt von der Windows-Festplatte starten. Dafür wählen Sie im BIOS-Bootmenü den am Computer angeschlossenen Stick aus.

Desinfec't unter Linux installieren

? Ich nutze Linux und wollte den Stick erstellen. Leider klappt das nicht. Der Befehl aus dem Artikel in Heft 13/23 scheint fehlerhaft zu sein. Wie funktioniert das?

! Da hat der Fehler Teufel zugeschlagen und wir haben den falschen Dateinamen des ISO-Images abgedruckt. Sorry dafür! Korrekt ist: `dd if=desinfec't-202300-amd64.iso of=/dev/sdx status=progress` Wie üblich müssen Sie dabei „sdx“ durch den Gerätenamen des USB-Sticks ersetzen und dabei extrem aufpassen, dass Sie nicht versehentlich ein anderes Gerät wie die Festplatte erwischen.

Firefox fehlt

? Ich habe Desinfec't mit Rufus auf einem USB-Stick installiert. Es hat auch alles geklappt. Das System startet, aber Firefox fehlt. Was ist da schiefgelaufen?

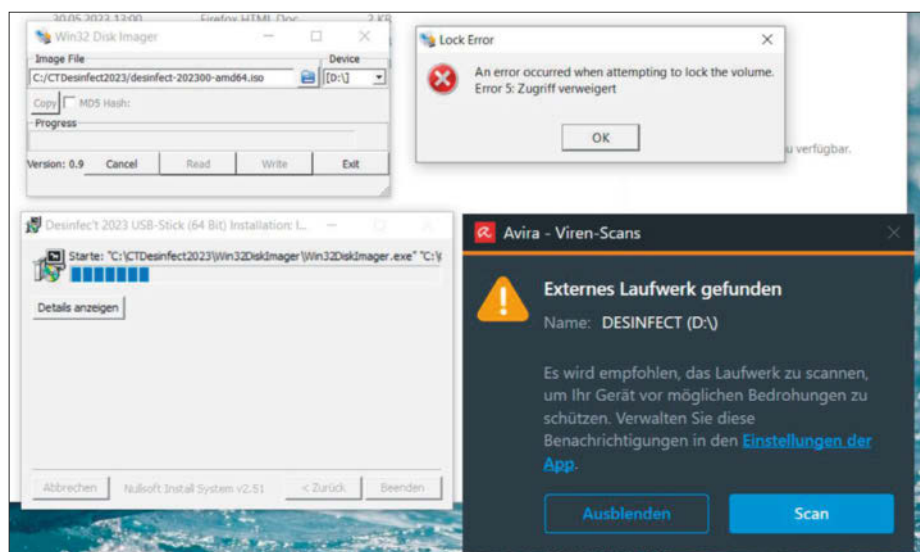
! Sie haben den Desinfec't-Stick mit einem nicht kompatiblen Tool erstellt. Die Installation unter Windows funktioniert ausschließlich mit unserem Installations-Tool „Desinfec't2USB_64_Bit.exe“. Das finden Sie im heruntergeladenen Zip-Archiv. Nur die Installation damit stellt sicher, dass alle für den reibungslosen Betrieb notwendigen Partitionen erstellt werden. Der Aufbau von Desinfec't ist nämlich vergleichsweise komplex. Das System befindet sich etwa auf einer Partition, die keine Daten dauerhaft speichert. Das bedeutet, dass sich das System nach einem Neustart

wieder in den Werkzustand zurückversetzt. Die aktualisierten Virensignaturen oder in Sicherheit gebrachte Daten von einem Problem-PC liegen wiederum auf anderen Partitionen, in denen Daten dauerhaft erhalten bleiben. Damit diese Partitionen korrekt angelegt werden, müssen Sie den Stick einmal umwandeln. Das geschieht beim ersten Start über den obersten Menüpunkt im Desinfec't-Bootmenü.

Desinfec't-Stick löschen

? Ich würde meinen alten Desinfec't-Stick gerne löschen und ihn wieder ausschließlich zum Speichern von Fotos und Videos nutzen. Leider steht nach der Formatierung unter Windows nicht mehr der komplette Speicherplatz zur Verfügung.

! Ein Desinfec't-Stick besteht aus mehreren Partitionen, von denen einige aufgrund ihres Linux-Dateisystems unter Windows nicht sichtbar sind. Sie formatieren nur die unter Windows sichtbare Partition, die aber nicht den gesamten Speicherplatz beinhaltet. Um den vollen Speicherplatz wiederherzustellen, gehen Sie wie folgt vor: Geben Sie unter Windows 10/11 im Suchfeld den Befehl `cmd`, um die Eingabeaufforderung zu öffnen und starten Sie `diskpart`. Nun müssen Sie den zu löschenden Desinfec't-Stick auswählen. Geben Sie dafür zuerst `list disk` ein, damit die am PC angeschlossenen Datenträger angezeigt werden. Vorsicht: In der Auflistung tauchen auch interne Festplatten auf. Stellen Sie im nächsten Schritt also sicher, dass Sie wirklich den Stick ausgewählt haben, da dieser im weiteren Verlauf unwiederbringlich gelöscht wird. Zu Auswahl des Sticks geben Sie `select disk ?` ein. Das Fragezeichen ersetzen Sie mit der Nummer des korrekten Laufwerks. Im Anschluss tippen Sie zum Löschen des Datenträgers `clean` ein. Nach der Eingabe von `create partition primary` können Sie den Stick wie gewohnt unter Windows mit der vollen Speichergröße formatieren.



Wenn die Desinfec't-Stick-Installation unter Windows nicht gelingt und der Zugriff verweigert wird, funkt in der Regel der Echtzeitschutz von Virenschaltern dazwischen. Deaktivieren Sie den Scanner einfach für die Dauer der Installation.

Desinfec't-Upgrade

? Ich habe hier noch einen Desinfec't-Stick aus dem Jahr 2022. Kann ich den auf Desinfec't 2023 upgraden?

! Ein Upgrade von älteren Desinfec't-Versionen ist nicht vorgesehen. Installieren Sie ein neues Desinfec't über eine ältere Version, kann es im Betrieb zu Problemen kommen und Desinfec't meldet veraltete Signaturen der Vorversion. Um solche Probleme zu vermeiden, sollten Sie das Sicherheitstool stets auf einem korrekt gelöschten Stick installieren. Wie das funktioniert, steht unter dem Punkt „Desinfec't-Stick löschen“.

Updates

? Ich habe gelesen, dass es bereits eine Aktualisierung für Desinfec't 2023 gibt. Im Artikel stand ja auch, dass sich Updates bei aktiver Internetverbindung automatisch installieren. Bei mir klappt das aber nicht.

! Ja, eigentlich sollten sich Updates automatisch installieren. Leider klappt das in einigen Fällen aus uns bislang unbekannten Gründen nicht. Ist das der Fall, können Sie das Update mit folgenden Befehlen direkt aus unserem Repository installieren. Öffnen Sie dafür das Terminal aus der Taskleiste und bestäti-

gen Sie jeden Befehl mit der Eingabetaste.

```
sudo apt-get update
sudo apt-get -y dist-upgrade
```

Den aktuellen Patch-Versionsstand können Sie oben rechts im Statusfenster auf dem Desktop ablesen.

NVME SSD nicht erkannt

? Leider erkennt Desinfec't meine Festplatte nicht und ich kann die Windows-Installation nicht scannen. Ich habe eine NVME-SSD. Kann ich da irgendwas machen?

! Ja, starten Sie Desinfec't mal mit dem alternativen Kernel 6.2. Der bringt noch weitere Treiber unter anderem für NVME SSD mit. Den Kernel wählen Sie im Bootmenü von Desinfec't aus.

Download für Abonnenten

? Ich habe die Anleitung im Heft zum Download befolgt, finde aber in meinem heise-Shop-Konto als Abonnent den Punkt „Zum Artikel-Archiv“ nicht. Was mache ich falsch?

! Leider hat sich eine Layoutanpassung auf der Website mit dem Druckschluss

des Heftes überschritten und die im Artikel beschriebenen Punkte heißen nun anders. Wenn Sie eingeloggt sind, klicken Sie auf „Abonnements“. Nun wählen Sie unter „Meine Zugriffsrechte“ bei „c't magazin für Computertechnik“ „Zum Downloadbereich“ aus. Nach der Auswahl der Ausgabe 13/23 müssen Sie zum Download nur noch auf „Heft-DVD herunterladen“ klicken.

WLAN-Passwort nicht gespeichert

? Ich möchte Desinfec't via WLAN nutzen. Ich habe aber keine Lust, das WLAN-Passwort nach jedem Reboot erneut einzugeben. Kann man das Kennwort speichern?

! Desinfec't merkt sich das WLAN-Passwort nur, wenn das System noch keine Internetverbindung über Ethernet hat und Sie den Scan-Assistenten starten. Nun taucht das Fenster „Netzwerkeinrichtung“ auf. Dort wählen Sie Ihr WLAN aus, geben das Passwort ein und setzen einen Haken bei „WLAN-Passwort sichern“. Erst dann merkt sich das System das Kennwort. Aber Achtung: Das WLAN-Passwort liegt im Klartext auf dem Desinfec't-Stick vor. Verlieren Sie ihn, kennt der Finder ihren WLAN-Zugang.

Alle Scanner notwendig?

? Ich möchte den PC meiner Tante auf Trojaner überprüfen und habe, um auf Nummer sicher zu gehen, neben ClamAV, Eset und WithSecure auch den Open Threat Scanner und Thor Lite Scanner gestartet. Vor allem die letzten beiden Scanner brauchen Stunden. Was passiert da?

! Sie schießen mit Kanonen auf Spatzen. In der Regel reicht es im privaten Umfeld aus, eine Untersuchung mit dem voreingestellten Scanner von Eset zu starten. Im Anschluss bekommt man in der Regel einen guten Eindruck, ob sich Schadcode auf einem PC befindet. Vor allem Open Threat Scanner und Thor Lite Scanner sind für Profis gedacht, die etwa in Firmen Computer und Netzwerke auf Schadcode analysieren. Diese können mit den „kryptischen Ergebnissen“ umgehen und damit auch sehr ausgefeilte Attacken aufspüren. (des@ct.de)

Desinfec't-Forum: ct.de/yybj



Manuela Lenzen

Der elektronische Spiegel

Menschliches Denken und künstliche Intelligenz

C. H. Beck, München 2023

ISBN 978-3406792083

270 Seiten, 20 €

(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 15 €)

Übers Nachdenken nachdenken

Beim Rennen um immer neue KI-Anwendungen geraten die Grundlagen schnell aus dem Blick. Was kennzeichnet eigentlich Intelligenz? Und können maschinell lernende Systeme vielleicht gar dabei helfen, menschliche Denkprozesse besser zu verstehen?

Klassischerweise muss jemand, der intelligentes Verhalten beobachten möchte, sich ins Reich der Biologie begeben. Die nun rasant aufkommenden KI-Systeme ermöglichen es erstmals, nichtbiologische Intelligenz zu erforschen. Die Wissenschaftsjournalistin Manuela Lenzen geht unter anderem der Frage nach, was wir über uns selbst und unser eigenes Denkvermögen lernen können, wenn wir menschliche und tierische Intelligenz mit der maschinellen Konkurrenz vergleichen.

Dazu erläutert sie zunächst interdisziplinär den Stand der Forschung, lässt Psychologie, Neurowissenschaften und Philosophie zu Wort kommen. Lange gab es erstaunlich wenig klare Erkenntnisse über die Wirkmechanismen, die zu dem führen, was man als Intelligenz definieren kann. Mittlerweile ist jedoch Bewegung in diese Forschung gekommen. So weiß man heute: Ein isolierter Denkapparat reicht als Standort für Intelligenz nicht aus. Vielmehr zeichnet sich ab, dass der gesamte Körper notwendig ist, um die externe Datenflut zu filtern und aufzubereiten.

Durch Gespräche mit etlichen Wissenschaftlern belegt die Autorin, dass massenhaftes Training mit der methodischen Brechstange das Zusammenspiel der Sinne nicht zu ersetzen vermag. Zudem ermöglicht Sprache allein noch kein planvolles Handeln. Allein dadurch sind gängige Large Language Models (LLM) bereits in dem, was sie leisten können, beschränkt. Die aktuelle Forschung rund um Roboter und KI orientiert sich eng an der Natur. Neue Ansätze versuchen zum Beispiel, technischen Systemen durch eine simulierte frühkindliche Entwicklung auf die Sprünge zu helfen. Roboter sollen unter anderem auch schlafen und träumen dürfen.

Manuela Lenzen bringt nicht nur Licht ins Dunkel, wenn es um das Zusammenspiel von Kognition, Rationalität und Intelligenz geht. Sie wirft auch einen erfrischend unaufgeregten, wissenschaftlichen Blick auf Möglichkeiten und Grundlagen von KI-Technik. Obwohl das fachliche Niveau des Buchs durchaus hoch ist, setzt es beim Leser keine besonderen Kenntnisse voraus; tatsächlich gibt es sogar eine sehr angenehme Lektüre für entspannte Sommerstunden im Gartenstuhl her. (Maik Schmidt/psz@ct.de)

Beziehungsanalytiker

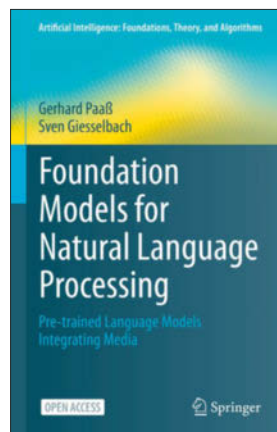
Die künstlich intelligenten Systeme, die selbst in der Tagespresse auftauchen, haben große Entwicklungssprünge hingelegt. Auffällige Fortschritte gab es bei Text-, Bild-, Sprach- und Videoverarbeitung gleichermaßen. In all diesen Bereichen arbeiten Foundation Models.

KI-Systeme erkennen und erzeugen Texte, gesprochene Laute, Bilder und Videos. Dabei geht es im Grunde immer um Sequenzen von Merkmalen und um deren Beziehungen zueinander. Wenn es gelingt, diese zu formalisieren, kann man übertragbare Modelle gewinnen.

Paaß und Giesselbach fassen in ihrem Buch den Stand der Forschung rund um die Mechanismen solcher Modelle zusammen. Sie stellen etwa dar, wie Ergebnisse von Trainingsprozessen sich in wiederverwendbaren Pre-Trained Models (PTM) manifestieren. Im nächsten Schritt lassen PTMs sich zu Foundation Models abstrahieren, die als Grundlage für sehr unterschiedliche Zwecke dienen können. Wer eine neue KI-Anwendung bauen will, kann sich langwieriges Training sparen, wenn er für die grundlegenden Beziehungen der zu verarbeitenden Elemente vorgefertigte Foundation Models nutzt.

Die Autoren erläutern die Evolution moderner Algorithmen und beschreiben Vor- und Nachteile vieler gängiger Verfahren, wobei sie auch Gefahren wie Bias, Fake News und wirtschaftliche Verwerfungen nicht verschweigen. Bei Optimierungsstrategien, auf die Paaß und Giesselbach ausführlich eingehen, berücksichtigen sie vielerlei Anwendungsbereiche: So dient Informationsextraktion dazu, Inhalte etwa als „Spam“ oder „Hassrede“ zu klassifizieren. Bei generativen Systemen beleuchten sie über die Erzeugung von Sprache und Bilddaten hinaus auch Spezialanwendungen, die beispielsweise DNA- und Proteinsequenzen simulieren.

Die Autoren lassen Programmiertechnisches weitgehend außen vor. Sie stellen in erster Linie Verfahren, Methoden und Werkzeuge vor. Was deren Voraussetzungen und Logik betrifft, gehen Paaß und Giesselbach stark in die Tiefe. Der Text ist zwar in gut verständlichem Englisch verfasst, aber der hohe wissenschaftliche Anspruch macht ihn zu keiner leichten Lektüre. Viele Tabellen und Diagramme vermitteln Details zu den zahlreichen beschriebenen Modellen. Es mangelt auch nicht an Beispielen zum genauen Vorgehen etwa verschiedener Transformervarianten. Die Ausführungen sind jedoch mit mathematischen Formeln gespickt – wer dagegen allergisch ist, sollte das hochkarätige Buch mit Vorsicht genießen. (Maik Schmidt/psz@ct.de)



Gerhard Paaß, Sven Giesselbach

Foundation Models for Natural Language ProcessingPre-trained Language Models
Integrating MediaSpringer Nature, Cham (CH) 2023,
Open Access

ISBN 978-3031231896

454 Seiten, 43 € (Taschenbuch) /
54 € (Hardcover)(Epub-/PDF-E-Book:
kostenlos auf link.springer.com)



Werden Sie zum Teams-Profi

Webinar-Serie „Microsoft Teams für Fortgeschrittene“

Lernen Sie Automation, Teams Premium, Teams Governance, Teams Phone und Teams Security kennen. Sie erhalten hilfreiche Tipps aus der Praxis und erlernen wichtige Fähigkeiten, um Teams effektiv für Ihre Arbeitsabläufe und Teamstrukturen zu nutzen.

Kombi-Rabatt
beim Kauf von allen
fünf Webinaren

2. August

Mit Automationen und interaktiven Meetings zum Teams-Profi

9. August

Mit Teams Governance Wildwuchs in der Organisation vermeiden

16. August

Teams Premium – Funktionen und Usecases der neuen Lizenz

23. August

Teams Kommunikation – Teams Phone und Microsoft Teams Rooms effektiv einsetzen

30. August

Teams Administration – Admin Portal und Security Basics meistern

Jetzt Tickets sichern:
heise-academy.de/webinare/msteamspro





FREIFAHRTTSCHHEIN

VON ARNO ENDLER

Eine männlich-weinerliche Stimme riss mich aus der Konzentration: „Kennen Sie Meeenz?“ Ich senkte die Hand mit dem Smartphone und sah zur Seite. Ein Mittachtziger, schätzte ich. Kaum Haare auf dem altersfleckigen Schädel, verrunzelte Stirn, stabile Hornbrille, gut sichtbares Hörgerät im linken knuddeligen Ohr – und ein verschmitztes Lächeln im Gesicht.

„Mainz? Ob ich Mainz kenne?“, wiederholte ich seine Frage auf Hochdeutsch, nur um sicherzugehen.

„Meeenz halt“, entgegnete er und vollführte eine abgehackte, aber dennoch erkennbare Geste in Richtung der Straßen vor dem Bahnhofsvorplatz, auf dem wir beide auf einer Bank saßen. Hinter uns befanden sich mehrere vertikale Wälder – quaderförmige, acht Meter hohe künstliche Grünanlagen, die für noch bessere Luft sorgen sollten.

„Ich war schon mal hier“, sagte ich.

„Meenz ist die Nummer eens!“, rief er fröhlich aus. Die letzte Silbe endete in einem Hustenanfall. Ich machte mir Sorgen, doch nach einigen Sekunden strahlte der Senior wieder. „Wie lange ist’s her?“, erkundigte er sich.

„Jahre, Jahrzehnte, denke ich. Ich hab hier studiert.“

„Oh. An der JGU. Schlaues Kerlchen“, murmelte er.

Sollte ich das als Beleidigung auffassen? Ich hielt den Mann für freundlich. Also nein. „Ich habe einen Lehrauftrag an der Johannes-Gutenberg-Universität angenommen. Ich kehre demnach zurück.“

„Ah, ein junger Herr Doktor?“, mutmaßte der alte Mainzer, dessen nahezu ausgestorbener Akzent ihn untrüglich als Einheimischen auswies.

„Nun ja. Kein Doktor.“ Ich sparte mir das *noch nicht*. „Ich schätze mal, zwanzig, dreiundzwanzig Jahre ist es her. Und es hat sich so einiges verändert“, beantwortete ich seine Frage vollständig.

Der Bahnhofsvorplatz, begrünt, mit piezoelektrischen Gehwegplatten ausgelegt, die bei jedem Aufstampfen Strom erzeugten, die Straßen ausschließlich von Straßenbahnen, E-Bussen und Elektrorollern befahren. So sauber, selbst die Gebäude, an denen die Solarmodule die Außenwände hochkrochen, als wollten sie in den Himmel. Der Unterschied zwischen modulbeplankter Fassade und Fenster war kaum zu erkennen. Ich blickte auf das Display meiner Smartwatch. Der Countdown lief langsam ab.

„Früher stank hier alles. Dann kam das Geld. Nur eine Firma, stell sich das einer vor. Nur eine Firma hat gelangt.

In der schönen neuen Welt digital optimierter Städte lässt es sich gut leben. Intelligente, autonom arbeitende Technik verschafft dem urbanen Normalbürger ein Höchstmaß an Bequemlichkeit und beschränkt zugleich die Umweltbelastung. Natürlich wird es immer ein paar Ewiggestrige und notorische Skeptiker geben, die jeder neuen Errungenschaft misstrauen.

Dann schwammen die Stadtoberen im Geld. Und Geld züchtet Geld, nicht wahr?“, kommentierte der Senior. „Da hinten!“, rief er aus, ohne in eine bestimmte Richtung zu zeigen. „Da haben sie eine Firma nach der anderen gebaut. Forschung, Studenten, topmodern. Sogar die Uni haben sie dort noch hingebaut. Damit sie mehr Geld zu scheffeln haben.“

„Ja. Ich weiß. In den Biotech-Bereich will ich auch.“

„Ah. Und wie wollen Sie dahin?“

Ich hob mein Smartphone und deutete auf das Display. „Freie Fahrt. Ich liebe Mainz.“

Der Alte starrte entsetzt auf die Anzeige. „Sie fahren mit den Karren von Freeryder?“

„Ja, klar. Ich habe eine Kabineneinheit bestellt. Wenn die Stadt schon kostenlosen Individualverkehr anbietet, dann nutze ich ihn selbstverständlich. Ich wüsste sowieso nicht, wie ich auf eigene Faust in den Biotech-Studypark kommen sollte.“

Der alte Mann schüttelte den Kopf. „Nä, nä, nä“, ratterte er eine Tirade herunter.

Ich wurde für einen Moment abgelenkt: Der Platz füllte sich mit Passanten, die der Bahnhof ausgespuckt hatte. Ein Gewimmel entstand, eine Art Suchbild, in dem Menschen hektisch nach der passenden Bahn oder dem Bus suchten. Türen öffneten sich, mechanische Geräte verschluckten und verdauten womöglich die Einsteigenden. Bald wurde es wieder still. Ich beobachtete den Countdown auf meiner Smartwatch. Zehn Minuten.

„Ich will Ihnen mal was erzählen. Von den freien Fahrten und der Macht der Institute“, krächzte der alte Mann.

**ICH BEOBACHTETE DEN COUNTDOWN
AUF MEINER SMARTWATCH.
ZEHN MINUTEN.**

Warum tat er das? Hatte er Langeweile? Wartete er auf eine bestimmte Bahn oder auf den Tod? Er stützte sich auf seinen Gehstock, rückte die Brille zurecht – was so wirkte,

als sei das ein regelrechtes Ritual – und starrte sozusagen ins Leere. Nun ja, so richtig leer wäre es allenfalls gewesen, wenn es nicht die Häuserschluchten hinter der Straße und den Haltestellenwirrwarr gegeben hätte.

„Man erzählt sich von einigen merkwürdigen Ereignissen, junger Herr Doktor“, so begann er und ich hörte ihm stillschweigend zu.

„Diese Firma, die so total menschenfreundlich kostenlose autonome Taxis anbietet, war irgendwann einfach da – das ging ganz still, nicht wie sonst bei Neuerungen üblich mit Trarara und Humbatäterä und Oberbürgermeister, Landesregierung und Forschungsminister. Nein, ganz unauffällig sickerte das Angebot in das gewohnte und übliche Sortiment der Öffis ein. Keiner beschwerte sich, jeder nahm die Elektrokarren einfach unaufgeregt zur Kenntnis. Die Studiosi liebten es, auf Freeryder auszuweichen, wenn mal wieder Regentage anstanden und die Bahnen verstopft waren.“ Er hustete, wischte sich Rotz vom Mund ab und redete weiter: „Aber dann kamen Gerüchte auf. Nur vereinzelt. Mündliche Überlieferung. Ein Student, der berichtete, dass sein Atem analysiert worden wäre und der Freeryder ihn sofort in die Unimedizin transportiert hätte anstatt hinaus auf den Lerchenberg.“

Ich blickte auf mein Smartphone und las dort die Meldung „FREERYDER is on the way“.

„In den verdammten Karren finden Experimente statt, so heißt es. Neue Technologien, die nicht marktreif sind.“

„Okay“, sagte ich. „Was ist mit dem Studenten passiert, von dem Sie sprachen? Was hatte er?“

„Weiß niemand. Er ist gestorben. Später, meine ich. Gab eine tagelange Quarantäne in der Unimedizin. Aber das war ja nicht alles. Ein Fahrgast stieg ein, der zu seinen Verwandten wollte. Als er sein Ziel angegeben hatte, verdunkelten sich die Scheiben. Er musste in vollkommener Finsternis ausharren, während der Freeryder ihn herumkutscherte.“

„IN DEN VERDAMMTEN KARREN FINDEN EXPERIMENTE STATT, SO HEISST ES.“

„Na ja, ist wahrscheinlich nicht angenehm. Ist er denn auch angekommen?“, hakte ich nach.

„Als die Karre hielt und sich endlich die Türen öffneten, stand er auf dem Hof der JVA, draußen in Finthen.“

„Da gibt es ein Gefängnis?“

Der alte Mann nickte. „So ein hypermodernes, ohne Personal, ja. Und der Typ wanderte sofort in eine Zelle.“

„Warum?“

„Er wurde gesucht. Haftbefehl. Internationaler.“

„Na, dann hatte das ja wohl seine Richtigkeit.“

„War ein Justizirrtum. Es hat Tage gedauert, bis er wieder raus war.“

„Das ist Mist“, meinte ich. „Aber ich bin weder krank, noch wird nach mir gefahndet. Die Gefahr erscheint mir gering.“

„Es gibt Dutzende solcher Storys.“

„Urban myths“, widersprach ich.

„Was?“

„Urbane Mythen, so wie Autobahnen für Reiche oder Underground-Clubs. Auf so etwas höre ich nicht.“

„Ein Typ hat mit dem Computer in der Karre stundenlang diskutieren müssen, bis er wieder rausgelassen wurde.“

Ich verzichtete auf die Anmerkung, dass eine topmoderne, vernetzte KI in den Freerydern eingebaut war – die Bezeichnung „Computer“ war da nicht wirklich sachgerecht. „Warum durfte er nicht einfach so aussteigen?“

„Der Computer hat auf stur geschaltet, faselte etwas von häuslicher Gewalt und nahm dem Insassen ein Versprechen ab, dass der sich in Therapie begeben müsste.“

„Ach, ich weiß nicht“, wiegelte ich ab.

„Ein Student wurde unvorsichtig und hat sich als Testperson für eine klinische Medikamentenstudie gemeldet. In der Karre! Und stellen Sie sich vor, er spürte einen Pieks. Die Karre hat ihn sofort gestochen. Sie hat ihn nicht etwa zu einem Labor gefahren oder so was. Nein. Spritze rein, als wenn es kein Morgen geben würde.“

Ich vermochte ein Grinsen nicht zu unterdrücken. „Hat er es überlebt?“

„Nein. Sagen manche Quellen.“

„Und andere?“

Der alte Mann zuckte mit den Schultern und stemmte sich unter Ächzen hoch. Im Sonnenlicht warfen seine Falten Schatten im Gesicht.

Ein stetiger Zu- und Abfluss von Passanten belebte den Platz mit ständigem Chaos. Eine vegane Würstchenbraterei wurde von einer Menschenmenge regelrecht belagert.

„Sie sollten es nicht tun“, flehte der Senior. „Diese Karren sind wie eine verdammte Horde von Vampiren. Ein Rentner wurde tot in einer der Kabinen aufgefunden. Am nächsten Tag hätte seine Acht-Jahres-Bonusrente begonnen. Zufall?“

Ein Ping kündigte das Ende des Countdowns an. Mit einem Soundeffekt, den man am besten als dezent-dynamisches melodisches Surren bezeichnen könnte, hielt ein Singlekabinenflitzer an der vorgesehenen Haltestelle. Über die solarhautüberzogene Plastikkarosserie zog sich mittig ein Streifen, auf dem eine Laufschrift Botschaften verkündete.

„Meenz ist die Nummer Eens“, las ich. Und dann: „Willkommen, Fahrgast 21.371. Freeryder Inc. begrüßt Sie.“

Meine ID-Chiffre. Ich sprang auf. „Danke für das nette Gespräch“, beeilte ich mich dem Senior hinterherzurufen, der durchaus behände und schnell den Platz verließ, als würde er vor dem Flitzer flüchten.

Die Klapptür des Elektrofahrzeugs schwang nach oben. Im Inneren gab es den Sitz für exakt einen Passagier. Für einen kurzen Moment glaubte ich, abgestandene Luft zu riechen. Aber als ich saß und meine Smartwatch die ID-Chiffre übertrug, schloss sich die Tür und ich nahm den Duft einer Sommerwiese wahr.

Mein Reiseziel war bereits gespeichert. Sanft beschleunigte der E-Motor den Kabinenroller.

In der Konsole blinkte ein kleines rotes LED-Licht, daneben gab ein winziger Monitor Auskunft über die Fahrstrecke. Außerdem gab es noch eine Uhr, die mir anzeigte, wann ich voraussichtlich am Ziel sein würde.

Ich war zufrieden. Pünktlichkeit war einer meiner höchsten Ansprüche.

„Wünschen Sie Musik, eine Stadtführung, Informationen – oder bevorzugen Sie die Stille?“, sprach mich die Chatprotokolleinheit an.

MEIN REISEZIEL WAR BEREITS GESPEICHERT. SANFT BESCHLEUNIGTE DER E-MOTOR DEN KABINENROLLER.

Für einen Augenblick überraschte mich der angenehme Tonfall der Stimme, die nicht eindeutig männlich oder weiblich klang. Wer typische Anzeichen künstlicher Sprechsysteme erwartet hätte, etwa metallische Nebentöne, abgehackte Silben oder eine unpassende Satzmelodie, wäre enttäuscht gewesen.

„Ich hätte ein paar Fragen“, antwortete ich.

„Sie wünschen also Informationen. Ich bin bereit.“

Ich musste lächeln. Hatte sich da ein leicht indignierter Tonfall untergemischt?

„Man hat mir erzählt, dass es Vorfälle mit Freeryder-Einheiten gegeben hätte.“

„Sie müssen Ihre Anfrage präzisieren.“

„Nun. Es kursieren Gerüchte über unautorisierte Experimente an Nutzern der Freeryder.“

„Einen Moment. Ich recherchiere.“

Die Server der Chatprotokolleinheit, die via 5G-Netz mit den Kabinenrollern verbunden war, vermutete man irgendwo in Afrika. In einem noch sonnenlastigeren Land mit Quadratkilometer messenden Solarfeldern, die Energie sowohl für die Kühlung als auch den Betrieb der unterirdischen Anlagen produzierten. Billiger Strom, wenn man mal den Aufbau außer Betracht ließ und die Kosten für die militärischen Sicherheitsmaßnahmen.

Dennoch gab es kaum eine wahrnehmbare Verzögerung bei den Antworten, ganz so, als wäre eine eigenständige Chat-Einheit lokal in dem Kabinenroller verbaut.

Ich sah die Straßen an mir vorüberziehen. Die grünen Mittelstreifen mit den Pflanzgärten und speziell gezüchteten Hecken, deren Blattwerk die Luft filterte und von Schadstoffen reinigte.

Seit nunmehr zehn Jahren hatte die rheinland-pfälzische Landeshauptstadt den Status eines Luftkurorts erhalten, was manche Alteingesessene ziemlich überraschte. Es gab lediglich drei Parks am Rande der Stadt, wo sich die unverbesserlichen Raucher trafen, die dafür auch noch Eintritt zahlen mussten. Ansonsten konnte man, wenn man den Imagefilm der Verwaltung traute, überall sorglos einatmen und tat damit seinen Lungen nur einen Gefallen.

Der Freeryder wurde langsamer und blieb vor einer roten Ampel stehen. Straßenbahngleise verliefen quer zur Wegstrecke und gleich mehrere Bahnen zogen in beide Richtungen vorbei.

„Recherche abgeschlossen, Fahrgast Nummer ...“

„Nenn mich Al.“

„Wie Sie wünschen, Al. Die Gerüchte über medizinische Experimente an Nutzern der Freeryder-Angebote finden sich zu 92 Prozent in sozialen Netzwerken; die betreffenden Beiträge stammen aus eher bedenklichen Quellen. Das Institut für Fake- und Deepfake-Fragen ermittelt eine durchschnittliche Unwahrheitsquote von 87,3 Prozent über die gesamte Bandbreite an Themen. Daher erscheint mir die Auseinandersetzung mit diesem Thema als nicht zielführend.“

„Oh. Okay. Was ist das für eine Geschichte von dem Renter, der in einem Freeryder starb?“, hakte ich nach.

„Alwis T. erlitt einen Herzstillstand während der Fahrt. Die zuständige Einheit alarmierte umgehend die Notfalleinsatzkräfte und leitete einen Nottransport zur nächstgelegenen Notaufnahme ein. Doch bei der Ankunft konnte Herr T. nicht mehr reanimiert werden.“

„Es stimmt also, dass der Rentner kurz vor seinen Bonusjahren stand?“

„Das ist korrekt, Al. Ab dem Monat, der auf sein Ableben folgte, hätte Herr T. die zwanzigprozentige Aufstockung für eine Dauer von acht Jahren erhalten.“

Der Kabinenflitzer rollte inzwischen wieder mit Optimaltempo durch die Straßen. Ich spürte kaum eine Erschütterung.

„DIE ZUSTÄNDIGE EINHEIT ALARMIERTE UMGEHEND DIE NOTFALLEINSATZKRÄFTE.“

Nach einiger Zeit schwenkte der Freeryder in eine sanfte Rechtskurve ein. Die Fahrbahnsuren, bisher drei an der Zahl, verengten sich zu einer. Im exakt gleichbleibenden Abstand folgten wir einem beinahe fahrbahnbreiten Transporter mit offener Ladefläche. Zwei Männer saßen mit dem Rücken gegen die Fahrerzelle gelehnt auf der ansonsten leeren Ladefläche. Sie scherzten miteinander, stießen spielerisch mit Getränkeschläuchen an, die sie beide mitführten, und tranken aus den Mundstücken am Schlauchende.

„Sind wir auf dem richtigen Weg?“, erkundigte ich mich und beugte mich vor, um die Anzeige auf dem kleinen Navigationsdisplay besser erkennen zu können, die wegen des kräftigen Sonnenlichtes stark spiegelte.

„Selbstverständlich, Al.“

„Ist ganz schön warm.“

„Ich korrigiere die Einstellung der Klimaanlage.“

Die hohen Hecken zu beiden Seiten der Fahrbahn wirkten beinahe wie Mauern. Der Kabinenroller beschleunigte merklich. Wir durchfuhren mittlerweile Bereiche, in denen das Tempolimit nicht mehr galt.

Der Transporter vor uns setzte einen Blinker. Die jungen Kerle auf der Ladefläche reckten ihre Gesichter in die Sonne und genossen ihr Leben. Die Hecke zur Rechten wich zurück

Über den Autor

Arno Endler führt die Riege langjähriger c't-Story-Autoren unangefochten an, was die Anzahl seiner Geschichten betrifft: In den vergangenen 15 Jahren hat er die c't-Leserschaft bereits 51-mal in fantastische, aber auch in sehr alltagsnahe Welten entführt. Seine erste c't-Story war „Gefangen“ in Ausgabe 8/2008. Seit 2006 hat der 1965 geborene Teilzeitschriftsteller aus dem Rhein-Hunsrück-Kreis weit über hundert Kurzgeschichten und Romane veröffentlicht. Sein neuer Krimi „Auslese – Mord im Weingut 4.0“ dreht sich um das Forschungsprojekt einer KI-gestützten autarken Weinkellerei, das mysteriöse Begleiterscheinungen zeigt. Das Buch ist im Juni beim Polarise-Imprint des dpunkt-Verlags erschienen, der wie c't zu Heise Medien gehört.



Bild: Arno Endler

und machte einer Ausfädelspur Platz, die der Wagen vor uns nutzte.

Nun hängten wir uns an einen seltsam klobig wirkenden Laster in schlichtem Weiß. Der Aufbau ähnelte einem der üblichen Schiffscontainer. Meine Kabine schloss zunächst auf und hielt dann wieder zehn Meter Abstand.

Stimrunzelnd musterte ich die Navigationsanzeige. Die blau gekennzeichnete Wegstrecke verlief eher in sanften Kurven als direkt geradeaus – dabei war das Fahrzeug seit geraumer Zeit recht flott geradlinig unterwegs.

„Zeig mir bitte die aktuelle Position des Fahrzeugs“, wies ich die Chatprotokolleinheit an.

„Selbstverständlich, Al.“

Ein roter blinkender Pfeil markierte meinen Standort.

„Das kann nicht sein“, entfuhr es mir. „Nächste Ausfahrt nehmen.“

„Sehr wohl, Al.“

Plötzlich glitten die hinteren Luken des Lasters, der vor uns fuhr, zur Seite. Ich stutzte. Zu sehen war nichts; der Laderaum schien in absoluter Dunkelheit zu liegen. Eine holografische Verzerrung?

Ich spürte einen Stich in meiner linken Pobacke. „Au!“

Die Smartwatch flammte auf. Ich las die rote Schrift und aktivierte den ...

✱ ✱ ✱

„Gute Arbeit, Albert“, säuselte eine Stimme wie ein Traum in einem Traum. Ich bemühte mich, zu mir zu kommen, aber die Schwere meiner Augenlider lastete unüberwindlich auf mir.

Ich stöhnte.

„Albert. Bleib bei uns. Wir wollen dir nicht noch einen Aufwecker verpassen. Den Kater willst du nicht haben.“

Es war Sieglinde. Eindeutig. Aber was ...? Dann wieder Nebel, verwischte Geräusche, ein kleiner punktueller Schmerz, ein gedehntes weinerliches „Kennen Sie Meeenz?“. Beim Versuch, Oben und Unten zu sortieren, überwältigte

mich Schwindelgefühl – ich fiel zurück in den Strudel aus ineinander verschlungenen skurrilen Träumen.

✱ ✱ ✱

Dann meldete sich mein Bewusstsein plötzlich ganz zaghaft wieder, wie aus einem tiefen Brunnen heraus. Ich kämpfte, verlor erst und gewann schließlich doch.

Zwei Minuten später saß ich aufrecht, einen Cocktail aus verschiedenen Elektrolyten und prophylaktisch verabreichten Medikamenten süffelnd. „Lecker, Sieglinde“, meinte ich zur Oberbürgermeisterin von Mainz.

Sieglinde Faber, parteilos, 38, ehemaliges Funkenmariechen der Funkgarde und damit bei der letzten Wahl konkurrenzlos, lächelte mich an. „Ach, Albert. Das Risiko war schon hoch, findest du nicht?“

„Ach, Silly“, echote ich ihren leicht affektierten Tonfall und nutzte ihren Spitznamen. „Nur so konnten wir der verdammten Freeryder-Mafia auf die Spur kommen. Und sie sind darauf angesprungen, wie ich es dir prophezeit habe.“

„Schon, Al. Doch sie hatten dich bereits am Haken. Wenn wir nicht ohnehin drei Polizeieinheiten in der Nähe gehabt hätten ...“

„Haken?“

„Ja, eine mobile Kraneinheit, die den Kabinenroller aufnahm und im Container verstecken sollte. Da drinnen wären auch all unsere Funkfeuer eingedämmt worden.“

Ich betrachtete zärtlich meine Smartwatch. „Und?“, fragte ich. „Haben wir ein Geständnis?“

Sieglinde nickte. „Der Geschäftsführer vor Ort ist eingeknickt. Das gesamte Geschäftsmodell liegt offen da für die Staatsanwaltschaft. Die Freeryder-Betreiber wurden sehr, sehr gut bezahlt. Von Kopfgeldjägern, über Pharmakonzerne und Headhunter. Sie haben sämtliche Daten, die sie über die Buchungs-App und in den Kabinen sammeln konnten, ausgewertet und abgesetzt. Ein lukratives Geschäft. Weltweit. Nicht nur bei uns. Und das, was die Städte ihnen für ihre Beförderungsdienste gezahlt haben, waren wirklich nur Peanuts. Kein Wunder, dass sie so billig waren.“

„Nichts ist umsonst, Silly, nicht wahr?“

„Nein, Al. Im Kapitalismus sind die kostenlosen Offerten meistens die teuersten. Wir brauchen einen Ersatz für das Freeryder-Angebot.“

„Na, dir wird schon was einfallen. In zwei Jahren sind Wahlen oder irre ich mich?“

„Nein. Du könntest mir helfen.“

„Meine Stimme hast du.“ Ich legte den Kopf in den Nacken und trank mein Glas aus. (psz@ct.de)

Die c't-Stories als Hörversion

Unter 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).



**ICH HACKE
KEIN PROGRAMM.
ICH PROGRAMMIERE
AUF ERFOLG.**

Fernstudium IT-Security



Aus- und Weiterbildung zur Fachkraft für IT-Sicherheit. Vorbereitung auf das **SSCP- und CISSP-Zertifikat**. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

NEU: Roboter-Techniker, Netzwerk-Techniker, Qualitätsbeauftragter / -manager TÜV, Linux-Administrator LPI, PC-Techniker

Teststudium ohne Risiko.
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERNSCHULE WEBER - seit 1959
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. C14
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

www.fernschule-weber.de





c't feiert 40 Jahre!



LC-POWER™
www.lc-power.com

GAMING 802W
WHITE_WANDERER_X

1x USB-C / 3x USB-A
4x 120MM-ARGB-Lüfter
Seitenteil aus Hartglas
HDD-Käfig demontierbar
zusätzliche vertikale PCI-Slots

ORACLE Feuerwehr www.oraservices.de 

EDELSTAHL LED SCHILDER: www.3D-buchstabe.com
HAUSNUMMERN nobel 230V~: www.3D-hausnummer.de 

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen, Website Boosting, Online-Pressemitteilungen, Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach anrufen, Faxen oder eine E-Mail schicken. Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024, Telefax: 0511/3884512, E-Mail: service@softaktiv.de, Internet: www.softaktiv.de 

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) insbesondere Texte aus den Bereichen Telekommunikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. + Fax: 05130/37085 

Rechnungsprogramm ohne Abo rechnungsbüro.de 

nginx-Webhosting: timmehosting.de 

Geht es ihrer ORACLE Datenbank gut?
Wir prüfen das: oracle-db-check.de 

www.patchkabel.de - LWL und Netzwerk Kabel 

monitoring.de - Ermittlung von Informationen im Netzwerk, Bewertung und Prüfung auf zu ergreifende Maßnahmen sowie ggf. deren Durchführung. Alle Schritte sind innerhalb der Anwendung frei programmierbar. Anwendungsbeispiele sind Netzwerküberwachung und Geschäftsprozessmonitoring. Fragen gerne an thorsten@monitoring.de oder 0511/952020-0. 

xxs-kurze Daten- & Netzkabel: kurze-kabel.de 

**Anzeigenschluss
für die nächsten
erreichbaren Ausgaben:**
18/2023: 11.07.2023
19/2023: 25.07.2023
20/2023: 07.08.2023



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 angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im Fließsatz ☐ privat ☐ gewerblich* (werden in c't mit  gekennzeichnet) ☐ Chiffre

€ 10,- (20,-)

€ 18,- (36,-)

€ 26,- (52,-)

€ 34,- (68,-)

€ 42,- (84,-)

€ 50,- (100,-)

€ 58,- (116,-)

€ 66,- (132,-)

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die **fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. * Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-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.





Hochschule Aalen

Nächster Halt: Zukunft

Werden Sie Teil unseres Teams!

An der Hochschule Aalen sind folgende Stellen zu besetzen:

Akademische:r Mitarbeiter:in (w/m/d) für die Fakultät Elektronik und Informatik

in Teilzeit 50 % (19,75 Stunden/Woche) – Kennziffer 23-06-01
Bewerbungsschluss 24.07.2023

Wir bieten Ihnen:

- Flexible und familienfreundliche Arbeitszeiten
- Die Möglichkeit für mobiles Arbeiten/Homeoffice
- Regelmäßige Fortbildungsmöglichkeiten
- Attraktive Angebote des Betrieblichen Gesundheitsmanagements u. v. m.

Sind Sie interessiert? Dann freuen wir uns über Ihre Bewerbung mit aussagefähigen Unterlagen über unser Online-Bewerbungsportal.

Mehr erfahren unter:
www.hs-aalen.dePrädikat
Familienbewusstes
Unternehmen 2021

*** mit Auszeichnung ***



Aalen Stock © Jorgy Heym

 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).



MACH, WAS WIRKLICH ZÄHLT.

INGENIEURIN/INGENIEUR (M/W/D) IN ZIVIL MIT BACHELOR IN INFORMATIK/ELEKTROTECHNIK – BEAMTENAUSBILDUNG

Die Versorgung der Streitkräfte sichern. In Zivil unterstützen.

Als Beamtin oder Beamter im gehobenen technischen Verwaltungsdienst der Fachrichtung Wehrtechnik werden Sie nach dem Vorbereitungsdienst unter anderem im Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr sowie dessen nachgeordneten Dienststellen eingesetzt.

IHRE AUFGABEN

- Sie sind in einem Bundesamt, einem vergleichbaren Kommando, einer Wehrtechnischen Dienststelle oder in internationalen Einrichtungen der Rüstungskoooperation tätig.
- Sie wirken als Spezialistin bzw. Spezialist an Beschaffungsvorfahren mit und legen die technischen Forderungen an den Leistungsumfang neuen Wehrmaterials oder neuer IT-Systeme fest.
- Sie wirken in Cyber-Operationen oder bei der Überwachung der IT-/Cybersicherheit im gesamten Geschäftsbereich des Bundesministeriums der Verteidigung und gegenüber der NATO mit.

IHRE QUALIFIKATIONEN

- Sie verfügen mindestens über einen Bachelor- oder einen gleichwertigen Abschluss, vorzugsweise in Informatik, Elektrotechnik, Technischer Informatik oder Cybersicherheit.
- Sie besitzen die deutsche Staatsbürgerschaft und haben das 50. Lebensjahr zum Zeitpunkt der Einstellung in den Vorbereitungsdienst noch nicht vollendet.

IHRE VORTEILE

- Sie arbeiten bei einem anerkannten Arbeitgeber und werden im Rahmen eines 12-monatigen Vorbereitungsdienstes als Beamtin bzw. Beamter auf Widerruf auf Ihre vielfältigen Aufgaben vorbereitet.
- Sie erhalten während Ihres Vorbereitungsdienstes einen zusätzlichen Anwärtersonderzuschlag in Höhe von 80% Ihrer Anwärterbezüge und sind von Anfang an finanziell abgesichert.
- Sie werden nach dem erfolgreichen Abschluss des Vorbereitungsdienstes und Ablauf einer dreijährigen Probezeit in der Regel zur Beamtin bzw. zum Beamten auf Lebenszeit ernannt.

STARTEN SIE JETZT IHRE KARRIERE

Ausführliche Informationen erhalten Sie auf bewerbung.bundeswehr-karriere.de (Job-ID: 216V_0324_ITE-E). Bewerben Sie sich dort bis zum **31. August 2023** für eine Einstellung ab März 2024.

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an:

Herrn Sandkuhl (02203 105 2508)

Bundesamt für das Personalmanagement der Bundeswehr
Assessmentcenter für Führungskräfte, Referat 1 – Direkteinstieg
E-Mail: ac-bewerbung-direkteinstieg@bundeswehr.org

Schwerbehinderte Menschen werden bei gleicher Qualifikation und Eignung bevorzugt eingestellt. Bewerbungen von Frauen sind ausdrücklich erwünscht. Die Bundeswehr begrüßt Bewerbungen von Menschen mit Migrationshintergrund.

Jetzt informieren: bundeswehrkarriere.de

oder 0800 9800880 (bundesweit kostenfrei)



BUNDESWEHR

Inserenten*

1blu AG, Berlin	9
Cariad SE, Wolfsburg	7
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen	17
Dirk Rossmann GmbH, Burgwedel	2
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen	31
Fernschule Weber, Großenkneten	173
GN Audio Germany GmbH, Raubling	21
Kentix GmbH, Idar-Oberstein	39
MailStore Software GmbH, Viersen	180
RaidSonic Technology GmbH, Ahrensburg	37
Silent Power Electronics GmbH, Willich	173
Thomas Krenn.com, Freyung	73

Stellenanzeigen

Bundesamt für Personalmanagement der Bundeswehr, Köln	175
Hochschule Aalen, Aalen	175

Veranstaltungen

c't Workshops	c't, heise Events	41
data2day/Herbstcampus	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	45
Product Owner Day/ Agile HR Day	heise Developer, dpunkt.verlag	81
KI am Arbeitsplatz	Mac & i	99
storage2day	iX, dpunkt.verlag	131
Mastering Kubernetes	heise Academy	141
heise Academy	heise Academy	147
Webinar-Serie „Microsoft Teams für Fortgeschrittene“	heise Academy	167

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen der HACKATTACK IT SECURITY GmbH, A-Vöcklamarkt und der Südstadt GmbH, Göttingen.

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.




WERDEN SIE c't-BOTSCHAFTER!

... UND UNTERSTÜTZEN SIE DAMIT DEN UNABHÄNGIGEN UND GLAUBWÜRDIGEN JOURNALISMUS!

Wir schenken Ihnen **30 €** und unsere kultige **c't-Tasse „Kein Backup? Kein Mitleid“**, wenn Sie einen neuen Leser für ein Jahres-Abo der c't werben. Der neue Leser erhält die c't zum Preis von 144,20 € pro Jahr. Das Abo kann in gedruckter oder digitaler Form bezogen werden. Nach einem Jahr ist das Abo monatlich kündbar.



Hier bestellen: ct.de/botschafter
 +49 541/80 009 120  leserservice@heise.de






Impressum

Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-300
Telefax: 05 11/53 52-417
Internet: www.ct.de, E-Mail: ct@ct.de

Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe: „Fritzbox als Smart-Home-Zentrale“:
Dušan Živadinović (dz@ct.de), „Die besten Foto-Smartphones im Vergleich“:
Robin Brand (rbr@ct.de)

Chefredakteur: Torsten Bееck (tbe@ct.de) (verantwortlich für den Textteil)

Stellv. Chefredakteur: Axel Kossel (ad@ct.de)

Chef vom Dienst: Georg Schnurer (gs@ct.de)

Leser & Qualität

Leitung: Achim Barczok (acb@ct.de)

Koordination Leserkommunikation: Martin Triadan (mat@ct.de)

Leiter redaktionelle Entwicklung: Jobst Kehrnhahn (keh@ct.de)

Ressort Internet, Datenschutz & Anwendungen

Leitende Redakteure: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Jo Bager (jo@ct.de)

Redaktion: Holger Bleich (hob@ct.de), Anke Brandt (abr@ct.de), Greta Friedrich (gref@ct.de),
Tim Gerber (tig@ct.de), Arne Grävmeyer (agr@ct.de), Markus Montz (mon@ct.de),
Peter Schmitz (ps@ct.de), Sylvester Tremmel (syt@ct.de), Andrea Trinkwalder (atr@ct.de),
Dorothee Wiegand (dwi@ct.de), Stefan Wischner (swi@ct.de)

Ressort Systeme & Sicherheit

Leitende Redakteure: Peter Siering (ps@ct.de), Jan Mahn (jam@ct.de)

Redaktion: Niklas Dierking (ndi@ct.de), Mirko Dölle (mid@ct.de), Wilhelm
Drehling (wid@ct.de), Liane M. Dubowy (imd@ct.de), Ronald Eikenberg (rei@ct.de),
Oliver Lau (ola@ct.de), Pina Merkert (pmk@ct.de), Dennis Schirmacher (des@ct.de),
Hajo Schulz (hos@ct.de), Jan Schüßler (jss@ct.de), Kathrin Stoll (kst@ct.de),
Keywan Tonekaboni (ktm@ct.de), Axel Vahldiek (axv@ct.de)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (civ@ct.de), Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de),
Dušan Živadinović (dz@ct.de)

Redaktion: Ernst Ahlers (ea@ct.de), Christian Hirsch (chh@ct.de), Benjamin Kraft (bkr@ct.de),
Lutz Labs (ll@ct.de), Andrijan Möcker (amo@ct.de), Florian Müssig (mue@ct.de),
Rudolf Opitz (rop@ct.de), Carsten Spille (csp@ct.de)

Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

Leitende Redakteure: Jörg Wirtgen (jow@ct.de), Jan-Keno Janssen (jkj@ct.de)

Redaktion: Robin Brand (rbr@ct.de), Sven Hansen (sha@ct.de), Steffen Herget (sh@ct.de),
Nico Jurrán (nij@ct.de), André Kramer (akr@ct.de), Michael Link (mil@ct.de),
Urs Mansmann (uma@ct.de), Stefan Porteck (spo@ct.de), Christian Wölbert (cwo@ct.de)

c't Sonderhefte

Leitung: Jobst Kehrnhahn (keh@ct.de)

Koordination: Pia Ehrhardt (pie@ct.de), Angela Meyer (anm@ct.de)

c't online: Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de)

Social Media: Jil Martha Baе (jmb@ct.de)

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Christian Wölbert (cwo@ct.de)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (mat@ct.de)

Redaktionsassistentz: Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (kaw@ct.de)

Technische Assistentz: Ralf Schneider (Lt., rs@ct.de), Christoph Hoppe (cho@ct.de),
Stefan Labusga (sla@ct.de), Arne Mertins (ame@ct.de), Jens Nohl (jno@ct.de),
Daniel Ladeira Rodrigues (dro@ct.de)

Dokumentation: Thomas Masur (tm@ct.de)

Verlagsbüro München: Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/42 71 86-0,
Fax: 0 89/42 71 86-10

Ständige Mitarbeiter: Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de), Tobias Engler,
Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan (bsc@ct.de),
Christiane Schulzki-Haddouti

DTP-Produktion: Mike Bunjes, Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert,
Ulrike Weis

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Melissa Ramson, Andreas Wodrich

Digitale Produktion: Melanie Becker, Kevin Harte, Martin Kreft, Thomas Kaltschmidt,
Pascal Wissner

Illustrationen

Jan Binkties, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin,
Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schülpl, 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: 5C1C1DC5BEEDD33A
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@heise.de>
D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A
Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000
Key-ID: DBD245FCB3B2A12C
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

heise Investigativ: Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.
Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>
via Tor: ayznmonmewb2tjvgf7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbzydm7oad.onion

Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-129
Internet: www.heise.de

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

Geschäftsführer: Ansgar Heise, Beate Gerold

Mitglieder der Geschäftsleitung: Jörg Mühle, Falko Ossmann

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167) (verantwortlich für den Anzeigenteil), 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 Tel: +886-2-
2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000, E-Mail: mei@mediagate.com.tw

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Werbeleitung: Julia Conrades (-156)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

Druck: Firmengruppe APPL, appl druck, Senefelderstr. 3-11, 86650 Wemding

Kundenkonto in der Schweiz: PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4, BIC:
POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

Vertrieb Einzelverkauf:

DMV Der Medienvertrieb GmbH & Co. KG

Meßberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 1815

E-Mail: info@dermedienvertrieb.de

c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 5,90 €; Österreich 6,50 €; Schweiz 9,90 CHF; Belgien, Luxemburg 6,90 €;

Niederlande 7,20 €; Italien, Spanien 7,40 €, Dänemark 64,00 DKK

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 144,20 €,

Österreich 155,40 €, Europa 165,20 €, restl. Ausland 191,80 € (Schweiz 236.60 CHF);

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 AUGÉ, bdvb e.V., BvDW e.V.,

/ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI

(gegen Mitgliedsausweis): Inland 108,15 €, Österreich 116,55 €, Europa 123,90 €, restl. Ausland

143,85 € (Schweiz 177.45 CHF). Luftpost auf Anfrage.

Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: leserservice@ct.de

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) oder E-Mail

(leserservice@ct.de).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch
die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf
ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert
oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet
werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum
Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden. Mit
Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das
Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des
Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines
eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt. Hergestellt und
produziert mit Xpublisher: www.xpublisher.com. Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten.
Gedruckt auf chlorfreiempfindlichem Papier.

© Copyright 2023 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA LAE 

Vorschau **ct** 17/2023

Ab 15. Juli im Handel und auf ct.de



Computer gezielt aufrüsten

Wenn Ihr alter Rechner lahmtr, hilft womöglich eine Frischekur. c't gibt Tipps zum Aufspüren von Flaschenhälsen und erklärt, welche Umbauten am meisten bringen und wie sie gelingen. Und wenn das zu teuer wird, zeigen wir Ihnen, wie Sie auf ein ressourcensparendes Linux umsteigen.



Große Notebooks zum Arbeiten

Für Office-Anwendungen genügt die Rechenleistung kompakter Notebooks vollkommen. Manchmal braucht man dafür aber doch ein größeres Display, ohne auf Vorteile wie geringes Gewicht und lange Akkulaufzeit verzichten zu wollen. Wir testen arbeitstaugliche Notebooks mit Bildschirmdiagonalen von 15 bis 17 Zoll.

c't-Security-Checklisten

Nur einmal unachtsam geklickt, schon treibt der Trojaner aus einer gefälschten E-Mail Unfug auf dem Rechner. Mit unseren Checklisten wappnen Sie sich für den Ernstfall und sichern Ihr System ab, bevor etwas passiert. Diese und weitere Security-Tipps lesen Sie im nächsten Heft.

Günstig ins Internet

Vodafone hat die Preise für Festnetzanschlüsse gerade erhöht. Die übrigen Anbieter liefern sich weiterhin einen harten Preiskampf. Wir sagen Ihnen, wo es derzeit die günstigsten Anschlüsse gibt und welche Vor- und Nachteile DSL- und TV-Kabelanschlüsse haben.

Schutz vor manipulierten Chips

Bochumer Forscher untersuchen Mikrochips unter dem Rasterelektronenmikroskop und lassen Algorithmen nach Abweichungen zu den Designplänen suchen. So wollen sie zuverlässig ausschließen, dass Angreifer einen Hardware-Trojaner einschleusen und Chip-Funktionen kapern.

Noch mehr
Heise-Know-how



c't Kubernetes jetzt im Handel und auf heise-shop.de



ix 7/2023 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



Make: 3/23 jetzt im Handel und auf heise-shop.de

Container orchestrieren in der Praxis



KUBERNETES
Container orchestrieren in der Praxis

AKTION
Online-Videokurs
mit 90 %
Leserabatt

Podman
Eine praktische
Einführung in Container

Wie Sie mit Podman ein
modernes Container-
Management einrichten

- Praxisnahes Training mit einem Red-Hat-Entwickler
- POD-Manager von Grund auf kennenlernen
- Sichere Anwendungen in allen Umgebungen

Docker und Podman im DevOps-Alltag
Weg von Docker - hin zu Podman
Security: Container-Images scannen

Kubernetes-Praxis für Container-Profis
Schlanke Cluster On-Premises und in der Cloud
Strategien für Storage, Netzwerk und Security

Erprobte Konzepte statt Anfängerfehler
GitOps: Automatische Clusterverwaltung mit Helm und Argo CD
Alles redundant: Storage mit Longhorn konfigurieren



Heft + PDF mit 28 % Rabatt

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:

- Der Lernpfad zum Kubernetes-Kenner
- Docker und Podman im DevOps-Alltag
- GitOps: Automatische Clusterverwaltung mit Helm und Argo CD
- Kubernetes-Praxis für Container-Profis
- Schlanke Cluster On-Premises und in der Cloud
- Auch als Paket-Angebot Heft + digitale Ausgabe + Fachbuch "Kubernetes" vom dpunkt-Verlag

Heft für 22,50 € • PDF für 19,90 € • Bundle Heft + PDF 30,50 €



shop.heise.de/ct-kubernetes

Rechtssichere E-Mail-Archivierung made in Germany

Einfach. Zuverlässig. Weltweit erprobt.

MailStore Server

bietet GoBD-konforme E-Mail-Archivierung für kleine und mittelständische Unternehmen und hilft bei der Einhaltung der EU-DSGVO.



Warum E-Mail-Archivierung?

- Langfristige, manipulationssichere Aufbewahrung geschäftskritischer Kommunikation
- Ständige Verfügbarkeit und Wieder auffindbarkeit von E-Mails für alle Anwender
- Ideale Ergänzung zu einer Backup-Lösung

Ihre Vorteile

- Schutz vor Datenverlusten
- Schnelle Suche über E-Mails und Dateianhänge
- Verschlüsselte Speicherung und Compliance-Funktionen
- Nahtlose Integration in Microsoft Outlook
- Unabhängigkeit von PST-Dateien
- Regelmäßig unabhängig zertifiziert



**Kostenlose
30-Tage-
Testversion**

Mehr Informationen auf www.mailstore.com/de oder direkt unter 02162-502990.