



Igelschutz:
7 Mähroboter
im Test

KI-Fehler erkennen und umgehen

Wie Sie das Optimum aus ChatGPT & Co. herauskitzeln

TEST

Schreibassistenten für Englisch
Flotte USB-SSDs und -Sticks bis 2 TByte
Falt-Handys: Galaxy Z Flip 5 und Fold 5
Actioncam mit großem Sensor von DJI
Rack-Server mit Intels neuen Xeon-CPUs

Autonome Scanner im Test

Dokumente schnell und einfach archivieren

FOKUS

Projekt: Rasanter 3D-Drucker für 400 Euro
AirPods Pro 2 als Hörhilfe einrichten
Bessere Routen finden als mit Komoot & Co.
Handy-Leben verlängern mit postmarketOS
Reportage: Wie eine Grafikkarte entsteht
Schulpädagoge kritisiert Digitalisierungswahn



€ 5,90

AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90

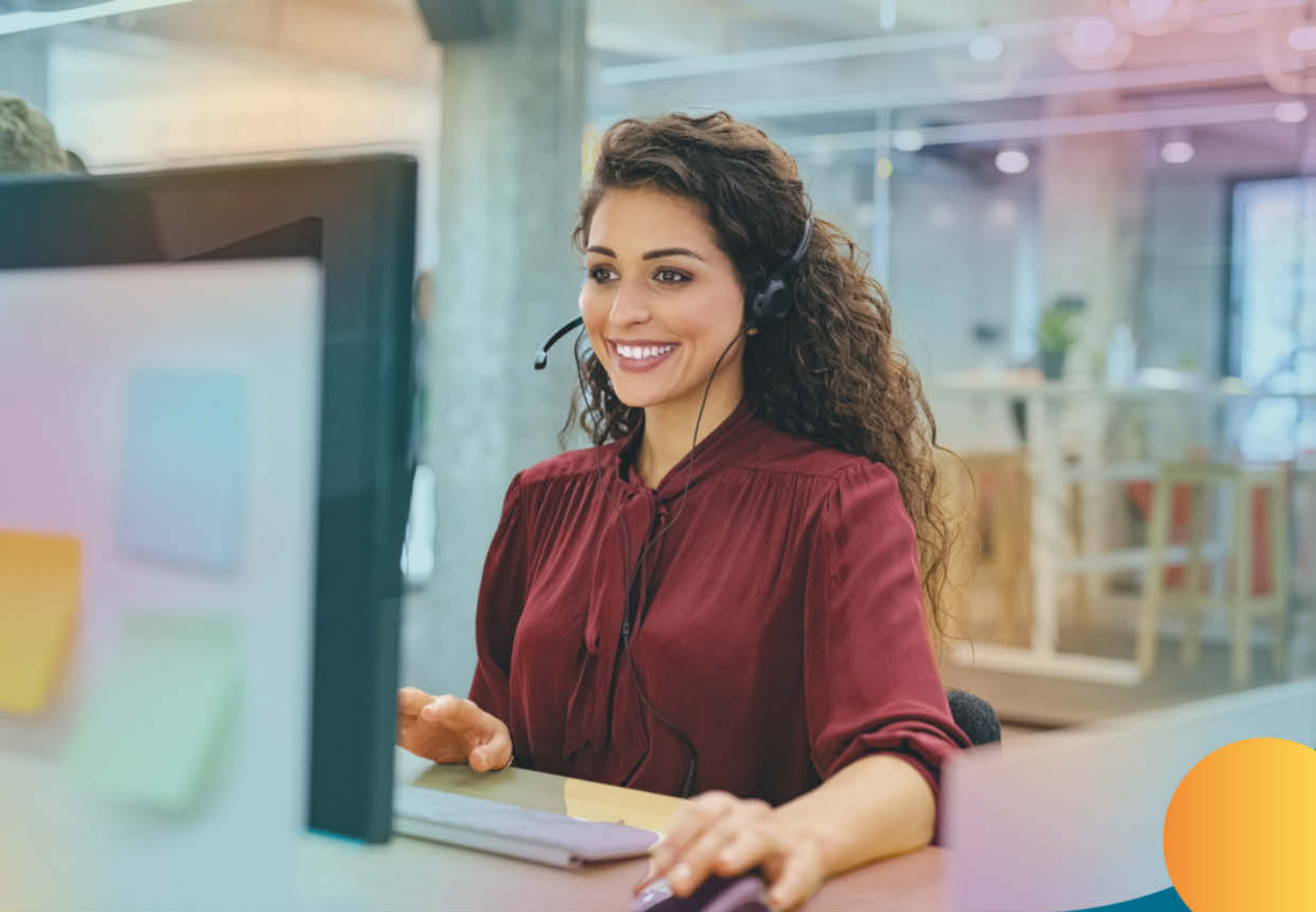
NL € 7,20 | IT, ES € 7,40

CHF 9,90 | DKK 64,00

Daten selbst retten

SSD, HDD, Flash: Die richtigen Werkzeuge und Handgriffe
Fälle aus der Praxis mit Windows, Linux und macOS





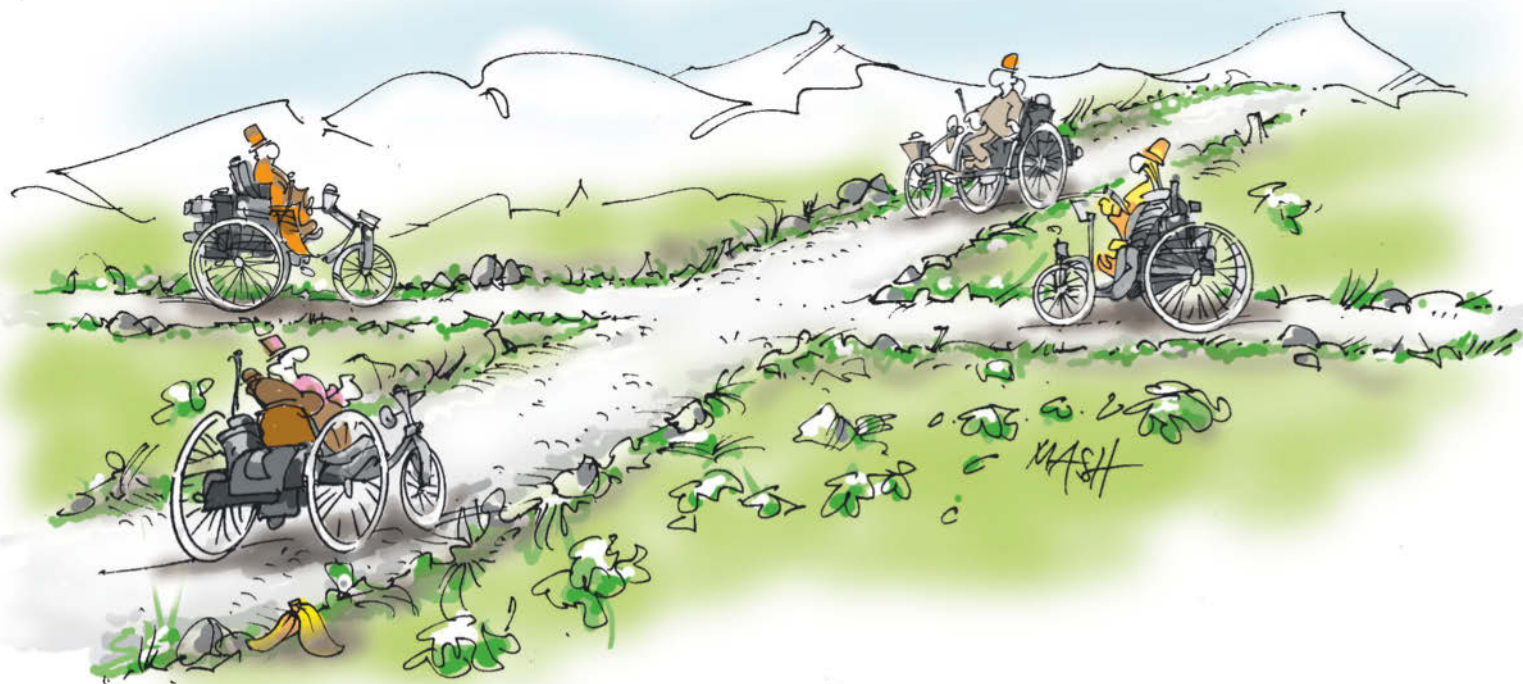
einfach professionell verbunden.

Zuverlässige und flexible Telekommunikation für jedes Unternehmen.

easybell

SIP Trunks | Cloud Telefonanlage | VDSL für Geschäftskunden | Microsoft Teams-Anbindung
ohne Mindestvertragslaufzeit

www.easybell.de



Chatbots: Immer Hutnadel und Strumpfband bereithalten!

"Move fast and break things" – solche markigen Sprüche assoziiert man gerne mit Silicon-Valley-Größen, mit den Zuckerbergs und Musks unserer Zeit. Dabei finden sich auch schon viel früher in der Technikgeschichte Pionierinnen, die einfach mal gemacht haben: Bertha Benz zum Beispiel, die Frau von Carl.

Für dessen Patent-Motorwagen interessierte sich Ende der 1880er Jahre niemand so recht. Bertha aber wollte zeigen, was in dem Gefährt steckt – indem sie samt ihrer beiden Söhnen damit von Mannheim in das rund 100 Kilometer entfernte Pforzheim fuhr, ihre Mutter besuchen. Vor ihrem Mann hatte sie diesen Trip geheim gehalten, er wäre wohl dagegen gewesen. Und einen damals schon erforderlichen Führerschein hatte sie ebenfalls nicht.

Die Tour verlangte dem Wagen einiges ab: Ein Schuster musste unterwegs das Leder der abgefahrenen Bremsklötze erneuern, ein Schmied die gelängten Antriebsketten richten. Zwei Reparaturen nahm Benz selbst vor: Die verstopfte Benzinleitung reinigte sie mit ihrer Hutnadel, die Zündung isolierte sie mit ihrem Strumpfband. Weil manche Steigung zu steil war für den 3-PS-Motor und die Söhne schieben mussten, erhielten spätere Modelle einen dritten Gang. Der öffentliche Betatest führte aber nicht nur zu technischen Verbesserungen, sondern erwies sich auch als großer Marketing-Erfolg.

Vieles in dieser ersten Fernfahrt der Automobilgeschichte erinnert mich an die aktuellen KI-Sprachmodelle: Damals wie heute hat man eine unausgereifte und fehlerbehaftete Technik einfach mal auf die Strecke geschickt. Heute fährt allerdings nicht nur eine Bertha Benz herum. OpenAI und Konsorten haben mit ihren Chatbots Abermillionen Menschen zu Testpiloten gemacht – in einem Wettrennen, dessen gesellschaftliche Folgen derzeit kaum abzusehen sind, siehe das Editorial meiner Kollegin Andrea Trinkwalder in c't 18/2023.

Und anders als beim Automobil werden sich viele technische Probleme von Sprachmodellen nicht beheben lassen. Uns Testfahrern wird nichts anderes übrig bleiben, als mit den vielen Unzulänglichkeiten der Sprach-KIs klarzukommen. Im Schwerpunkt ab Seite 16 lesen Sie, warum Chatbots aktuellen Zuschnitts viele ihrer Kinderkrankheiten behalten werden – und wie Sie Hutnadel und Strumpfband einsetzen, um damit trotzdem zum Ziel zu gelangen.



Jo Bager

Jo Bager

TERRA MOBILE 1470U

*Außergewöhnlich.
Flach.
Leistungsstark*



Holen Sie sich mit Windows 11 Pro das bisher sicherste Windows

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

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

ERHÄLTlich BEI IHREM TERRA FACHHÄNDLER

IBN Gesellschaft für Systemtechnik mbH, **14478** Potsdam, Tel. 0331/888400 • Capeletti & Perl GmbH, **20097** Hamburg, Tel. 040/23622 0 • Computer-Service-Buchholz GmbH, **21244** Buchholz i.d.N., Tel. 04181/137373 • Caligrafika, **26133** Oldenburg, Tel. 0441/9250095 • T&S Computech GmbH, **30175** Hannover, Tel. 0511/884817 • B.I.T. Datentechnik GmbH, **31675** Bückeburg, Tel. 05722/95040 • Systemhaus Przykopanski, **31848** Bad Münde, Tel. 05042/933160 • MBörso-Computer GmbH, **33100** Paderborn, Tel. 05251/28818-0 • Microtec GmbH, **33649** Bielefeld, 0521/9455274 • bits+bytes Computer GmbH & Co. KG, **35745** Herborn, Tel. 02772/94990 • RODIAC EDV-Systemhaus GmbH, **42551** Velbert, Tel. 02051/989000 • ServeNet Computervertrieb, **42279** Wuppertal, Tel. 0202/266166 • Rose Computer GmbH, **46395** Bocholt, Tel. 02871/244400 • Kortenbrede Datentechnik GmbH, **48161** Münster, Tel. 02533/930802 • Großbecker & Nordt Bürotechnik-Handels-GmbH, **50859** Köln, Tel. 02234/40890 • Franken & Vogel GmbH, **55124** Mainz, Tel. 06131/14406-34 • SURE DataSystems, **57627** Hachenburg, Tel. 02662/95830 • Pauly Büromaschinen Vertriebs GmbH, **65555** Limburg, Tel. 06431/500466 • Krieger GmbH & Co. KG, **68163** Mannheim, Tel. 0621/833160 • G+S Computer GmbH **68519** Viernheim, Tel. 06204/607921 • KAISYS.IT GmbH, **72793** Pfullingen, Tel. 07121/145330 • Danner It-Systemhaus GmbH, **72760** Reutlingen, Tel. 07121/56780 • MP-Datentechnik GmbH, **73730** Esslingen, 0711/3609163 • SCHUCK it GmbH • **78194** Immendingen • Tel. 07462/9474-18 • Resin GmbH & Co. KG, **79589** Binzen, Tel. 07261/6660 • Office Komplett, **79664** Wehr, Tel. 07762 / 708860 • bll computersysteme GmbH & Co. KG • **89077** Ulm, Tel. 0731/18488-0 • Schwarz Computer Systeme GmbH, **92318** Neumarkt, Tel. 09181/48550 • K&L electronics GmbH, **95466** Weidenburg, Tel. 09278/98610-0

WORTMANN AG empfiehlt Windows 11 Pro für Unternehmen.



Magnesium-
gehäuse



TERRA MOBILE 1470U

- Intel® Core™ i5-1235U Prozessor (12M Cache, bis zu 4.40 GHz)
- Windows 11 Pro
- Displaygröße 35.6 cm (14")
1920 x 1080 FHD Auflösung
- 8 GB RAM
- 500 GB SSD
- 20 Stunden Akkulaufzeit
- Intel® Iris® XE Graphics

Artikel-Nr.: 1220769

1.199,-*

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.

* Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise in € inklusive gesetzlicher Mehrwertsteuer. Es gelten die AGB der Wortmann AG, zu finden unter www.wortmann.de. Solange der Vorrat reicht. Keine Mitnahmegarantie.

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

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

www.wortmann.de

WORTMANN AG
IT. MADE IN GERMANY.

Titelthemen

KI-Fehler erkennen und umgehen

- 16 KI-Sprachmodelle** Warum sie sich so oft irren
- 20 Benchmarks** beurteilen die Leistung von LLMs
- 24 Interview** Wie Forscher KI-Leistung messen
- 26 Fehler verringern** durch bessere Prompts

Daten selbst retten

- 58 Datenrettung** Do-it-yourself oder Profi-Job?
- 62 Trotz Defekten** Datenträger sicher kopieren
- 64 Reparatur** von Partitionen und Dateien
- 66 Dateireste** finden und zusammenkratzen
- 68 Windows-Daten** in ein neues System verpflanzen
- 70 Mac-SSD** nach Absturz wiederbeleben
- 72 Linux-Server** Datenrettung trotz Volume-Salat

Autonome Scanner im Test

- 96 Kaufberatung** Der passende Archivar für Ihr Büro
- 98 Test** Sechs autonome Dokumentenscanner

Aktuell

- 14 Schulpädagoge kritisiert Digitalisierungswahn**
- 30 Digital Services Act** Für Meta, X & Co. wirds ernst
- 31 Internet** Kündigung wegen Chatnachrichten
- 32 Digitalstrategie** Verbände bemängeln Umsetzung
- 33 Ransomware** Totalausfall bei CloudNordic
- 34 Privacy-Framework** von Hackern gegen Spione
- 36 Windows** Funktions-Updates, freie Browserwahl
- 37 Linux** SUSE verlässt die Börse, Terraform-Fork
- 38 Mailaffäre um ct.de** Google gibt Microsoft Schuld
- 39 Phishing** Betrüger spielen Finanzverwaltung
- 40 Bit-Rauschen** Nvidia überholt Intel
- 41 Hardware** Neue Radeon-Karten von AMD
- 42 Server & Storage** Bandlaufwerke mit 50 TByte
- 43 Netze** WireGuard-Chiffre in Hardware
- 44 5G-Mobilfunk** Vom Satelliten direkt ins Handy
- 45 Forschung** KI verwirrt KI, Körperzellen-Elektronik
- 46 Microsoft Teams** Ein Client für alle
- 47 Tabellenkalkulation** Excel lernt Python
- 48 Leser helfen Lesern** Kulisse fürs Homeoffice
- 50 Web-Tipps** Fantasy-Karten, Pro & Contra, Memes
- 54 40 Jahre c't** Drei Chancen für Ratefüchse

Test & Beratung

- 74 USB-Schalter** Knipsen statt stöpseln
- 76 In-Ear-Kopfhörer** mit ANC von Sony
- 76 Kühlerhalterung** für AMD Ryzen 7000
- 78 Actioncam mit großem Sensor von DJI**
- 80 Huawei Watch Fit** Fitnessuhr zum Kampfpreis
- 81 Rhino Linux** Ubuntu mit Rolling Release
- 82 Rack-Server mit Intels neuen Xeon-CPUs**
- 86 Falt-Handys: Galaxy Z Flip 5 und Fold 5**
- 90 Flotte USB-SSDs und -Sticks bis 2 TByte**
- 106 Igelschutz: 7 Mähroboter im Test**
- 114 Mähroboter schützen Igel mit KI**
- 122 Schreibassistenten für Englisch**
- 166 Bücher** Terraform, Menschenverjüngung

16 KI-Fehler erkennen und umgehen



Sprach-KIs wie ChatGPT geben oft kluge Antworten, manchmal halluzinieren sie aber auch. Wir beleuchten, wie die Fehler zustande kommen, erklären, wie Forscher die Qualität von Sprachmodellen messen, und geben Tipps für Prompts, die die Fehlerquote senken.

Wissen

- 118 Handy-Leben verlängern mit postmarketOS**
- 128 Zahlen, Daten, Fakten** Microsoft
- 130 Reportage: Wie eine Grafikkarte entsteht**
- 134 40 Jahre c't** Kontroverse Cartoons
- 158 Recht** Urteil gegen Promi-Bilder

Praxis

- 136 AirPods Pro 2 als Hörhilfe einrichten**
- 142 Online-Quiz** für Schüler gestalten
- 144 Bessere Routen finden als mit Komoot & Co.**
- 150 Projekt: Rasanter 3D-Drucker für 400 Euro**

Immer in c't

- 3 Standpunkt** Chatbots: Hutnadel bereithalten!
- 8 Leserforum**
- 13 Schlagseite**
- 52 Vorsicht, Kunde** Amazon kassiert Verkaufserlös
- 160 Tipps & Tricks**
- 162 FAQ** E-Mail-Client Mozilla Thunderbird
- 168 Story** Der nichtelektronische Mann
- 176 Inserentenverzeichnis**
- 177 Impressum**
- 178 Vorschau 22/2023**

58 Daten selbst retten



Partitionspannen, Dateidemenz, Harddisk-Hänger, Flash-Flattern, SSD-Sausen: Wenn Datenverlust droht, heißt es schnell handeln. Mit unseren Hinweisen und Tipps werden Sie zum Datenretter, wenn das Backup nicht hält, was es verspricht.

Frisch aus
c't Nerdistan

118 postmarketOS Nachhaltiges Mobilbetriebssystem

c't Hardcore

150 Schneller 3D-Drucker Selbst gebaut für 400 Euro



Die spionierenden Smart TVs sind vielen Lesern ein Dorn im Auge. Einige haben deshalb den Netzwerkstecker ganz gezogen, andere vertrauen zwar Amazon oder Apple, aber nicht den TV-Herstellern.

Geblinkere und Geschreie

Titelthema „So spionieren Smart TVs“, c't 20/2023, ab S. 14

Noch ohne Kenntnis des Artikels habe ich vor zwei Wochen meinen neuen LG-OLED in Betrieb genommen. Ich dachte mir aber schon, was mich erwartet, und bin vom Inhalt des Artikels deshalb auch nicht überrascht. Ich habe mir das bunte Geblinkere und „Kauf mich“-Geschreie nur kurz angesehen, dann ein Softwareupdate gemacht und das Netzkabel abgezogen. Zuspätkommt sind jetzt ein Technisat-SAT-Rezeiver mit Festplatte, ein Raspi mit Kodi/LibreELEC, ein Fire TV Cube und ein Blu-ray-Player. Damit weiß nun allenfalls Amazon, was ich mir über den Cube ansehe, LG weiß gar nichts und so lasse ich es auch.

Jörg Walther ✓

Kröte schlucken

Eingangs lassen Sie praktisch nur die Wahl zwischen dem vollen „smarten“ Internet-Zugang des Smart TVs oder seiner Beschränkung als reines, „dummes“ HDMI-Abspielgerät zu. Es gibt aber darüber hinaus durchaus praktikable und unkomplizierte Mittelwege.

Ein Beispiel aus unserem Wohnzimmer: Das Philips-Smart-TV darf ins heimische LAN, um darüber Filme vom NAS abzuspielen. Der Internetzugang ist ihm aber über die „Kindersicherung“ der

Fritzbox komplett untersagt. Alle „smarten“ Funktionen laufen auf dem Apple TV. Streamen vom Handy, AirPlay & Co. funktionieren mit dem Apple TV sowieso.

Klar, auch Apple muss man vertrauen, es ist in unserem Haushalt der „single point of failure“. Eine Kröte muss man wohl immer schlucken, wenn man nicht zum Online-Eremiten werden möchte. Aber zumindest ist ein einigermaßen glaubwürdiger Datenschutz ein Teil von Apples Geschäftsmodell. Den Apps in den chinesischen Smart-TVs traue ich zumindest deutlich weniger über den Weg und Ihre aktuellen Artikel bestätigen dieses Gefühl.

Bernd Müller ✓

DNS-Anfragen umleiten

Ich habe dazu eine Ergänzung, den Anfang der Seite 30 betreffend: Anfragen an die Google-DNS-Server lassen sich mit einem Lancom-Router auch direkt vom Gerät beantworten. Dazu richtet man in der LAN-config unter „IPv4“ -> „Allgemein“ sogenannte „Loopback-Adressen“ mit dem Tag „0“ ein. Sodann ist es möglich, mit dem Router weiterhin DNS-Filter zu verwenden, weil er die Anfragen auf sich selbst umleitet. Bei einer einfachen IP-Blockierung könnte das TV der irrigen Annahme verfallen, dass es offline sei.

Wer außerdem verhindern will, dass ein allzu neugieriges Smart TV auch noch das heimische Netzwerk ausspioniert, der

packt es in ein separates (V-)LAN. Sollte die TV-Firmware eine Sicherheitslücke haben, werden so zumindest nicht andere LAN-Geräte infiziert.

Michael Schauburger ✓

Rückstand kaum aufzuholen

Standpunkt zu Intels Zukunft, c't 20/2023, S. 3

Die Firma Intel hat es trotz der Zukäufe von Movidius und Mobileye nicht geschafft oder gewollt, KI-Beschleunigung adäquat in ihre x86-Prozessoren zu integrieren. Jetzt ist der Rückstand schwerlich aufzuholen, dabei ist Edge-KI (Desktop) und Cloud-KI (Server) das große Thema überhaupt. Nachvollziehbar ist das nicht, es war zu der Zeit bereits eine gesicherte Erkenntnis, dass KI langfristig mehr als nur ein Hype ist. Man kann nur mutmaßen, dass Intel schlicht an seiner schieren Größe erstickt. Dann würde aus dem einst strahlenden Stern am Ende nur ein weißer Zwerg übrig bleiben.

Michael Carstens-Behrens ✓

Sinnvolle Subventionen

Der weltgrößte Chip-Auftragsfertiger baut ein Werk in Dresden für 10 Milliarden Euro, c't 20/2023, S. 12

Wir brauchen sowohl Intel in Magdeburg als auch TSMC in Dresden. Im kommenden Handelskrieg USA versus China ist auch die Versorgung über den Atlantik nicht sichergestellt. Wir brauchen also genug Chips und Energie aus hiesiger Fertigung. Wir haben genug Wasser im Vergleich zu anderen.

Diese Halbleitersubventionen hat es schon immer gegeben. Das war schon 1985 bei Siemens' MEGA-Projekt in Regensburg so. Die Anschubsubventionen sind Sunk Cost, die Fabriken und die hochprofitablen Jobs bleiben. Diese Fabriken

Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

"Mit bis zu 21% Ersparnis* beim Heizen
kann ich mich entspannt auf meinen
Winterschlaf vorbereiten."

Wiser™ – die Smart Home Lösung
für das intelligente und nachhaltige
Zuhause – hilft dir, deine Energie-
kosten zu senken und gleichzeitig
dein Zuhause komfortabel und
gemütlich zu halten.

Zum Shop

Wiser Home App,
Wiser Hub, Heizkörperthermostat

kann man später umstellen, wenn das nötig und sinnvoll ist.

Joachim Nuetzel 

Sinnlose Subventionen

Jeder der geschätzt 2000 Arbeitsplätze bei TSMC Dresden wird mit 2,5 Millionen Euro subventioniert. Bei Intel Magdeburg sind es etwa 3,3 Millionen Euro pro Arbeitsplatz. Das wird niemals wieder mit Steuereinnahmen hereingeholt. Und wofür? Die Forschung und Entwicklung für Chips wird nicht in Deutschland stattfinden, die Werke sind nur eine Art verlängerte Werkbank. Das Argument der Verringerung der Abhängigkeit von China gilt hier nicht: Weder TSMC noch Intel produzieren in China.

Carsten Fricke 

Preise an der Kasse

Wie Händler ihre Preise dynamisch anpassen, c't 20/2023, S. 118

Der Artikel nimmt auch Bezug auf den stationären Einzelhandel. Für den gilt nach einem jüngeren Gerichtsurteil, dass der Preis an der Ware irrelevant ist und entscheidend allein derjenige, der an der Kasse erhoben wird. So machen sich viele Discounter mitunter gar nicht mehr die Mühe, die Preise an der Ware anzupassen.

Bei Lidl zum Beispiel waren nach der jüngsten Preissenkung für Milchprodukte oft noch wochenlang die höheren Preise an der Ware. Noch häufigere Praxis ist es

allerdings, Sonderangebote der vergangenen Woche einfach mehrere Tage in der neuen Woche an der Ware stehen zu lassen. Viele Kunden merken davon nichts, weil sie ja regelmäßig ihre Kassensbons nicht überprüfen.

Die Kunden wiederum, die merken, dass da was nicht stimmt, dürfen nur noch die zu teuer gekaufte Ware gegen Erstattung des Kaufpreises zurückgeben. Zum günstigeren Preis die Ware mitnehmen – wie noch vor einer Dekade – können sie nicht mehr. So besteht also für die Discounter keinerlei Anlass mehr, überhaupt für preisliche Transparenz zu sorgen.

Thomas Mäurer 

Problem Pseudonyme

Wie Wikipedia funktioniert, wie sie wirkt und wie man sie sinnvoll nutzt, c't 20/2023, S. 146

Bei Wikipedia sind die Autoren trotz geltender Impressumspflicht nicht verpflichtet, Klarnamen und Anschrift anzugeben – ein Eldorado zur Verbreitung von Desinformation. Gleiche Personen können mehrere Pseudonyme haben und die anonyme Gruppe kann alles unternehmen, um das Konstrukt trickreich in ihrem Sinne zu schützen und zu verbreiten.

Eine Haftung und gar strafrechtliche Verfolgung von Pseudonymen aufgrund bewusster Verbreitung von Desinformation scheint schwierig. Zumal sich die anonymen Autoren auch ganz leicht der Verantwortung entziehen können, da sie angeblich selbst nicht am Artikel beteiligt sind oder auch nur Informationen sammeln beziehungsweise darauf hinweisen. Hier sollten Wikipedia und der Gesetzgeber unbedingt nachbessern.

Name der Redaktion bekannt 

Kein Firmenverzeichnis

Man findet sehr vieles zu unterschiedlichsten Themen in Wikipedia. Doch aus meiner Sicht unbefriedigend inhaltlich bestückt ist der Bereich Wirtschaft. Erfolgt dies gezielt? Sie finden nur große Firmen und Firmen mit bekannter Marken oder sehr langer Geschichte.

Name der Redaktion bekannt 

Wikipedia ist ausdrücklich kein allgemeines Personen-, Vereins-, Organisationen- oder Firmenverzeichnis. Es gibt öffentlich einseh-

bare Relevanzkriterien für viele Themen, darunter auch solche für Wirtschaftsunternehmen, zu denen zum Beispiel ein Mindestumsatz gehört.

Wikipedia-Relevanzkriterien für Wirtschaftsunternehmen: [ct.de/y3e6](https://de.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Relevanzkriterien_für_Wirtschaftsunternehmen)

In PDFs kritzeln

Vier Tablets mit Stift und E-Ink-Bildschirm im Vergleich, c't 19/2023, S. 70

Sie schreiben: „Will man nicht nur Notizen anfertigen, sondern auch PDFs und E-Books markieren und notieren, stellt sich das Kindle etwas tölpelhaft an. Markieren lässt es überhaupt nicht zu.“ Das stimmt so nicht. Wenn Sie die PDF-Datei nicht mittels USB-Kabel in den Kindle kopieren, sondern via E-Mail an Ihren Kindle senden (jeder Kindle Scribe hat eine E-Mail-Adresse), dann erhält das Dokument ein Format, welches sich wie ein Notizbuch verhält.

Andreas Müller 

Gamer im Büro

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

Ich möchte Ihren Bauvorschlag als Büro-PC nutzen. Die Grafikkarte Asrock RX 6600 für Spiele benötige ich nicht. Wäre es möglich die CPU Ryzen AMD 5 5500 gegen eine CPU mit integrierter Grafikeinheit, zum Beispiel AMD Ryzen 5 5600 G, auf dem Gigabyte-Mainboard einzusetzen? Sind die benannten CPUs PIN-kompatibel?

Helmut Schachtner 

Das ist problemlos möglich. Allerdings haben wir eine passendere, weil kleinere und dem Zweck angemessene Alternative: Wir haben Anfang des Jahres genau so einen Rechner im Mini-Format für 400 Euro gebaut (siehe c't 6/2023, Seite 150).

Ergänzungen & Berichtigungen


App eingestellt

Sechs Apps zur Vogelerkennung im Test, c't 20/2023, S. 102

Die Android-Anwendung „Die Vogel App!“ wurde kurz nach Redaktionsschluss leider eingestellt.

Wir freuen uns über Post

 redaktion@ct.de

 c't Forum

 c't Magazin

 @ctmagazin

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

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

EXTRA

COMPUTER GMBH



extracomputer.de

IHR PARTNER FÜR
BUSINESS- UND INDUSTRIE-IT

Unsere Eigenmarken:

exzone

calmo

Pokini

EXTRA Computer GmbH
Brühlstraße 12 · 89537 Giengen-Sachsenhausen · www.extracomputer.de

14. bis 16. November in Köln

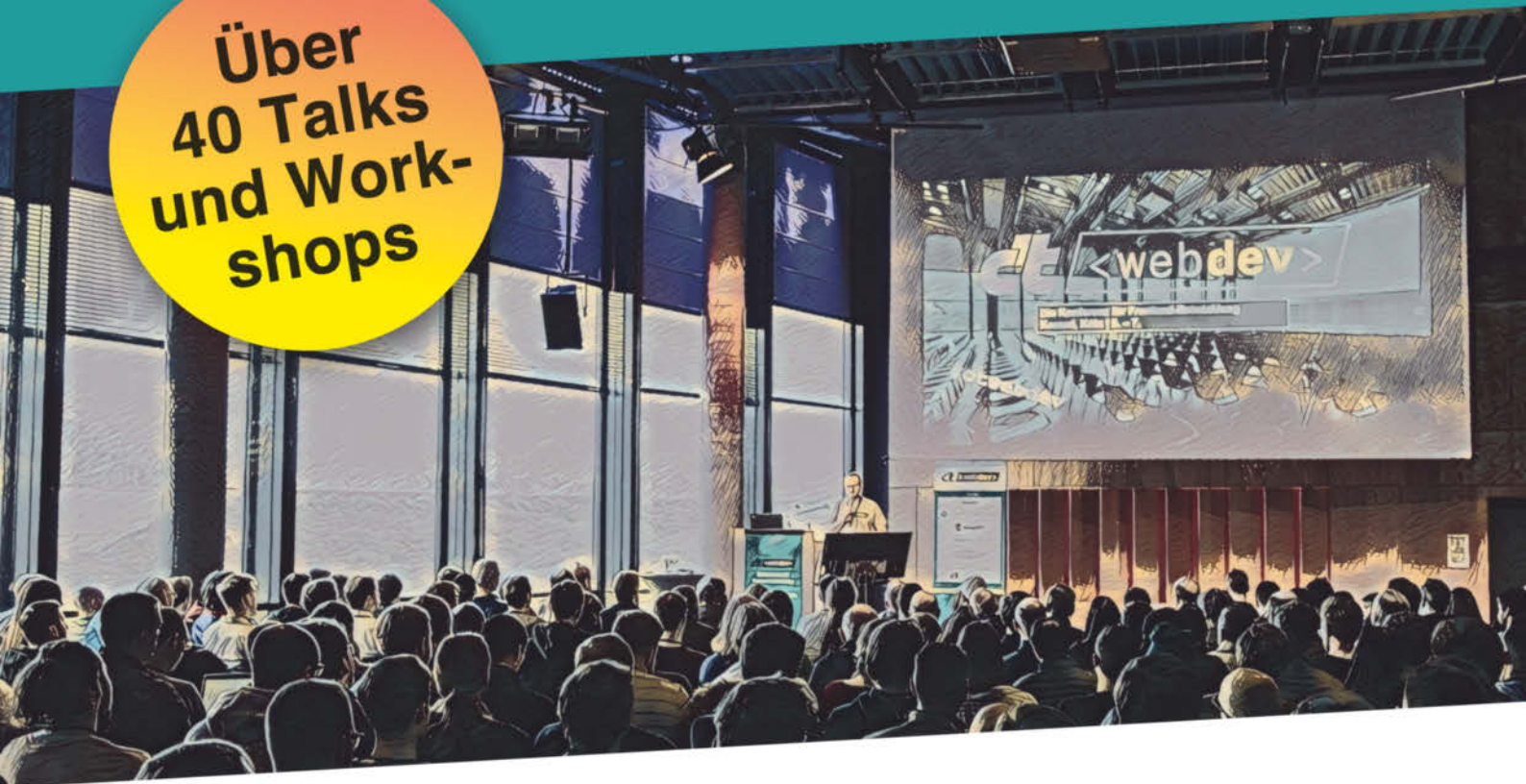
Das Update für Frontend Devs

Die Konferenz für Frontend-Entwicklung

Die Konferenz bietet eine gute Gelegenheit für die Frontend-Gemeinschaft, sich zu treffen und auszutauschen. Hier kannst du nicht nur drei bereichernde Tage erleben, sondern auch wertvolle Kontakte knüpfen.

Lass dich von inspirierenden Talks begeistern, teile dein Wissen und entdecke die neuesten Trends und Techniken der Webentwicklung.

Über
40 Talks
und Work-
shops



Goldsponsor:

KFW

Silbersponsor:



Sichere dir jetzt dein
Ticket zum Frühbucher-
Preis unter ctwebdev.de





Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite

„Mehr Tablets statt Lehrer ist keine vernünftige Strategie“

Interview: Deutliche Kritik an der Digitalisierung der Schulen

Bis 2028 will die CSU alle bayerischen Schülerinnen und Schüler mit einem Tablet für den Unterricht ausstatten. Klaus Zierer, Professor für Schulpädagogik an der Universität Augsburg, spricht angesichts dieses Wahlkampfversprechens von bildungspolitischem Aktionismus.

Von Dorothee Wiegand



Bild: Armin Weigel/dpa

Spätestens in fünf Jahren sollen alle Kinder im Freistaat zum Lernen ein Tablet bekommen. Der Augsburger Ordinarius für Schulpädagogik Klaus Zierer kritisierte diese Ankündigung gegenüber der dpa scharf als „Digitalisierungswahn“. Er begründete seine Kritik unter anderem mit aktuellen Forschungsergebnissen.

Zierer verwies auf eine aktuelle Studie der TU Düsseldorf und des Instituts für Schulentwicklungsforschung. Sie befasst sich mit Wortschatz und Leseverhalten von Viertklässlern in Deutschland. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass Schüler, die häufiger am Bildschirm lesen, über einen weniger umfangreichen Wortschatz verfügen als Kinder, die überwiegend in Büchern lesen. Eine an der Universität Valencia erstellte Meta-Analyse kam 2018 zu ähnlichen Ergebnissen (beide Studien: siehe ct.de/yshc).

In Zeiten von Finanznot, Demokratieverdrossenheit und Bildungskrise hält der Experte für Schulpädagogik es für falsch, auf noch mehr Digitalisierung zu setzen. Im Interview mit c't führt er aus, was er sich für das Bildungssystem in Deutschland stattdessen wünscht.

c't: Herr Zierer, Sie bezeichnen die Ankündigung des CSU-Generalsekretärs Martin Huber, bis 2028 alle Schüler mit einem

Tablet auszustatten, als „Digitalisierungswahn“. Das sind harte Worte ...

Klaus Zierer: Aus erziehungswissenschaftlicher Sicht ist die flächendeckende Ausstattung aller Schüler mit Tablets tatsächlich unverantwortlich. Für eine solche Initiative fehlt jede Evidenz. Seit Jahren sinkt das Bildungsniveau trotz steigender Bildungsausgaben. Ich fürchte, es wird mit dieser Initiative weiter sinken.

c't: Aber ist das Tablet-Versprechen nicht vor allem Wahlkampfgetöse?

Zierer: Sicherlich ist das eine Botschaft, die bewusst in die Zeiten des bayerischen Landtagswahlkampfes fällt. Das Bildungsressort ist gerade nicht bei der CSU, die mit allen Mitteln versucht, ihre Position auszubauen. Da kommen den Politikern einfache Botschaften ganz recht: Sie signalisieren Aktivität und sind leicht umzusetzen. Ich halte die Ankündigung dennoch für mehr als Wahlkampfgetöse.

c't: Woran machen Sie das fest?

Zierer: Nur ein Beispiel: Bayern hat im Zug der „Hightech Agenda“ an den Hochschulen 1000 Digitalisierungsprofessuren für 13.000 Studenten vorgesehen. Das ist ein

Professor-Student-Verhältnis von 1:13. Zum Vergleich: In der Schulpädagogik ist das Verhältnis an vielen Standorten 1:4000. Einführungsvorlesungen vor über tausend Studierenden sind keine Seltenheit. Es besteht kein Zweifel, dass die CSU digitalisierungseuphorisch ist. Mir wäre es lieber, wenn die Gelder auch in das Personal fließen würden.

c't: Doch das würde sich erst in etlichen Jahren positiv auf den aktuellen Lehrermangel auswirken. Könnte nicht sinnvolle Hard- und Software – etwa Selbstlernsysteme – kurzfristig Abhilfe schaffen?

Zierer: Der aktuelle Lehrermangel kam nicht über Nacht und ist ein schönes Beispiel für das bildungspolitische Versagen in den letzten Jahrzehnten. Was es braucht, ist eine Strategie, die der Komplexität des Problems gerecht wird. Mehr Tablets statt Lehrer ist keine vernünftige Strategie. Denn sie verkennet die Grunddimension jeder Pädagogik: Beziehung zwischen Menschen.

Meine Empfehlung lautet, Anreize zu schaffen. Überstunden von Lehrpersonen sollten angemessen vergütet werden – und zwar von der ersten Stunde an. Rentnerinnen und Rentner sollten gewonnen werden, um bei Interesse weiterhin angemessen vergütet ihre Erfahrung zur Verfügung

zu stellen. Und schließlich ist es dringend geboten, unnötige Verwaltungsakte aus den Schulen herauszuholen. Dazu gehört die IT-Wartung an den Schulen.

c't: Sehen Sie insbesondere Tablets kritisch?

Zierer: Tablets sind aktuell die Krone der Digitalisierung. In den 1980er Jahren wurden an allen Gymnasien Sprachlabore implementiert, von denen es heute keines mehr gibt. Dann kamen die Computerräume, irgendwann dann Laptops und heute sind es Tablets. Aber trotz des damit verbundenen finanziellen Aufwands zeigen sich keine durchschlagenden positiven Effekte in den Lernleistungen. Ganz im Gegenteil: Seit über zehn Jahren müssen wir feststellen, dass die Lernleistungen sogar zurückgehen. Insofern sind es nicht die Tablets, sondern ein genereller Digitalisierungswahn, den ich beklage.

Wir glauben, dass digitale Medien all unsere Probleme lösen und die Bildung revolutionieren. Aber das lässt sich empirisch nicht bestätigen. Vielmehr wird sich eine Reihe von Problemen auftun, wenn wir weiterhin die Schulen naiv digitalisieren. Vor allem, wenn erstens die Altersgemäßheit und zweitens die Zielgemäßheit nicht in den Blick genommen wird.

c't: Was meinen Sie mit Altersgemäßheit?

Zierer: Die Grundschule braucht einen anderen Umgang mit digitalen Medien als die weiterführenden Schulen. Wer Grundschulkindern ohne Kontrolle und ohne Einschränkungen digitale Medien in die Hände drückt, der begeht einen großen Fehler. Hier reden wir vor allem von einem Versagen im Elternhaus. Je älter die Jugendlichen werden, desto mehr Erfahrungen werden sie mit digitalen Medien sammeln. Aber auch hier ist wichtig, dass der Zugang reguliert, kontrolliert und begleitet wird.

c't: Und was verstehen Sie unter Zielgemäßheit?

Zierer: Damit verbindet sich die Frage: Zu welchem Zweck setze ich digitale Medien ein? Geht es um die Optimierung des fachlichen Lernens, wie Lesen, Rechnen und Schreiben, oder geht es um die Auseinandersetzung mit digitalen Medien als Lerngegenstand selbst? Während die Empirie beim fachlichen Lernen ernüchternde Ergebnisse liefert, ist die Auseinander-

setzung mit digitalen Medien selbst eine normative Debatte, die man führen muss.

c't: Sie plädieren also für Medienkompetenz, jedoch nicht für Informatikunterricht? Im Januar veröffentlichte der Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft eine Studie mit dem Titel: „Informatikunterricht: Deutschland abgehängt in Europa“. Macht sich der Stifterverband unnötig Sorgen?

Zierer: Ich erinnere mich in diesem Kontext an eine Podiumsdiskussion. Zu Wort kamen der damalige Staatssekretär für Schule, eine Schulleitung, eine Lehrperson und der Personalvorstand von BMW. Während die ersten Beiträge allesamt mehr Informatik in Deutschlands Schulen forderten, sagte der BMW-Personalvorstand, dass Schule auf keinen Fall den Jugendlichen irgendeine Programmiersprache beibringen solle, die später sowieso keiner mehr braucht. Viel wichtiger sei, dass die jungen Menschen gewissenhaft sind, loyal, zuverlässig, aufgeschlossen, kooperativ und kreativ.

Bildung ist im Kern zweckfrei, sie dient der Persönlichkeitsentfaltung des Menschen. Das gelingt uns in Deutschland immer schlechter, wie internationale Vergleichsstudien zeigen. Die junge Genera-

»Bildung ist im Kern zweckfrei, sie dient der Persönlichkeitsentfaltung des Menschen.«

tion verliert zusehends das Vertrauen in die Demokratie. Das sollte den Stifterverband vielleicht mehr aufhorchen lassen.

c't: Sie wünschen sich mehr Bücher und Hefte, weniger Bildschirme ...

Zierer: Dass der Schriftspracherwerb besser mit Papier und Bleistift gelingt als mit Tablets & Co., ist ein Ergebnis der empirischen Bildungsforschung. So wissen wir beispielsweise, dass beim Lesen vom Tablet Seiten schneller weggewischt werden und daher schneller und weniger vertieft gelesen wird. Beim Lesen vom Papier ist es anders: Schüler lesen langsamer und kommen daher in ein vertieftes Lesen.

Wichtig ist nun, diese Ergebnisse nicht als Digitalisierungsapokalypse zu sehen, sondern zu verstehen, dass jedes Medium seine Vor- und Nachteile hat und es vor allem auf die Kompetenz des Nutzers ankommt. Wer naiv Hefte durch Tablets er-



Die Ausstattung aller Schüler mit einem Tablet sei „verantwortungslos“, sagt der Augsburger Pädagogikprofessor Klaus Zierer im Interview mit c't.

setzt, der ignoriert Evidenz und macht vieles falsch. Stattdessen wird es wichtig sein, Schüler in die Reflexion über den Umgang mit verschiedenen Medien zu bringen.

c't: Sie kritisieren auch, dass durch den Erwerb von Geräten einzelner Hersteller Abhängigkeiten entstehen. Aber Fälle wie

die gescheiterte Bildungsplattform „ella“ in Baden-Württemberg zeigen, dass die öffentliche Hand kaum in der Lage ist, selbst Hard- oder Software in ausreichend guter Qualität zu entwickeln.

Zierer: Die Kritik an Abhängigkeiten von den großen IT-Konzernen darf nicht zum Schluss führen, dass nun alles von den Ländern in manchmal semiprofessioneller Art entwickelt wird. Aber die öffentliche Hand hat durchaus eine Macht, die sie mit öffentlichen Ausschreibungen gezielt einsetzen könnte, statt einfach das vordergründig Beste auf dem Markt zu nehmen. So ließen sich erfahrene Soft- und Hardware-Firmen dazu bringen, Produkte zu entwickeln, die mehr dem Bildungsanspruch von Schule gerecht werden als dem Unterhaltungswert oder der Profitgier von Wirtschaftsunternehmen. (dwi@ct.de) **ct**

Genannte Studien: ct.de/yshc

Die 80-Prozent-Maschinen

Warum KI-Sprachmodelle weiterhin Fehler machen und was das für den produktiven Einsatz bedeutet



Fehlerhafte Sprachmodelle	Seite 16
Das Benchmark-Problem	Seite 20
Interview: Wie Wissenschaftler Sprachmodelle prüfen	Seite 24
Fehler verringern durch bessere Prompts	Seite 30

Sprach-KIs wie ChatGPT reden viel Unsinn. Das wird auch so bleiben. KI-Entwickler können die Ursachen und Hintergründe nicht mit noch mehr Daten und noch größeren Rechenzentren wegskalieren. Stattdessen müssen Nutzer die Fehlbarkeit der Sprachmodelle in ihren Anwendungen berücksichtigen.

Von Hartmut Gieselmann

Seit einem Dreivierteljahr ist ChatGPT nun auf dem Markt. Die anfängliche Euphorie ist bei manchem Nutzer inzwischen einer Ernüchterung gewichen. So ging die Zahl der monatlichen Zugriffe auf die Webseite chat.openai.com laut dem Analysedienst Similarweb von Mai bis Juli 2023 von 1,8 auf 1,5 Milliarden zurück – ein Verlust von 17 Prozent.

Ein Grund dafür könnte die hohe Fehlerquote der Sprachmodelle sein. Jeder kennt Anekdoten, in denen die KI auf einen Prompt klug antwortet und plötzlich völlig daneben haut, etwa falsche Gerichtsurteile erfindet oder bei simpelsten Zählaufgaben versagt [1]. Aufgrund der Eloquenz der Maschinen sind diese Fehler jedoch schwerer zu erkennen, als wenn man einem Menschen zuhört, der auch sprachlich ins Schleudern gerät, wenn er mit seinem Latein am Ende ist.

Diese plötzlichen, unerwarteten Fehler sind keine Ausreißer oder Kinderkrankheiten, die Entwickler mit mehr Training, mehr Daten und schnelleren Computern beheben können. Sie sind vielmehr ein Grundproblem von Sprachmodellen, für das keine Lösung in Sicht ist. Denn anders als Menschen können Maschinen zwar sehr gut Muster erkennen, wenn sie mit vielen Daten gefüttert werden. Sie können aber nur schlecht abstrahieren und einzelne Beobachtungen verallgemeinern.

Deshalb sind auch Verheißungen von KI-Apologeten sowie Schwarzmalereien von Katastrophisten, Sprachmodelle würden bald die Welt beherrschen und Hun-

derte Millionen arbeitslos machen, irrational. Dieser gestreute Aberglaube hat nur ein Ziel: Investoren zu begeistern, damit sie möglichst viel Geld in KI-Unternehmen stecken. In diesem c't-Schwerpunkt räumen wir damit auf. Wir zeigen aber auch, in welchen Bereichen der Einsatz von Sprachmodellen trotz ihrer Fehlbarkeit – mit aller Vorsicht – möglich ist und mit welchen Prompts und Strategien man die Fehlerquote verringern kann.

Wer prüft die Prüfer?

KI-Entwickler versuchen, ihre Sprachmodelle so zu trimmen, dass sie möglichst viele Fragen richtig und hilfreich beantworten. Dabei stellt sich jedoch ein grundsätzliches Problem: Wer soll entscheiden, ob eine Maschine richtig oder falsch, gut oder schlecht antwortet? Geht das maschinell? Dann könnte man die Tests und die Weiterentwicklung der Sprachmodelle wunderbar skalieren. Oder braucht man dafür Menschen? Dies würde nicht nur das Testen erheblich verteuern und die Entwicklung verlangsamen, sondern auch den Traum zerplatzen lassen, Sprachmodelle könnten das gesamte Weltwissen des Internets abbilden und mit dessen Wachstum Schritt halten.

Bei einfachen Wissensfragen, etwa nach der Höhe des Kölner Doms, kann eine Maschine sehr leicht entscheiden, ob eine Antwort richtig oder falsch ist. Handelt es sich jedoch um komplexere Sachverhalte, um offene Fragen mit mehreren Antwortmöglichkeiten oder um Ironie, sind die Maschinen bei der Bewertung schnell überfordert. Ein Sprachmodell wie GPT-4 kann zwar eine Antwort berechnen, aber nicht prüfen, wie gut oder richtig diese Antwort ist. Dazu müsste GPT-4 bei der Prüfung klüger sein als bei der Formu-

lierung der Antwort. Dieses Paradoxon lässt sich auch mit den schnellsten Rechnern nicht auflösen.

Einige Forscher versuchen es trotzdem: Eine Gruppe um Lianmin Zheng von der UC Berkeley untersuchte kürzlich, ob GPT-4 in ihrem KI-Benchmark MT-Bench die Antworten schwächerer Open-Source-Modelle maschinell bewerten kann. Denn bisher werden dafür menschliche Prüfer eingesetzt. Diese sind sich nur in 81 Prozent der Fälle einig, welches Sprachmodell eine bessere Antwort gibt. GPT-4 war zwar etwas konsistenter. In 85 Prozent der Aufgaben stimmte es mit dem Urteil der menschlichen Prüfer überein. In vielen Fällen war jedoch die Reihenfolge der Antworten ausschlaggebend für die Präferenz von GPT-4.

Sich selbst könnte GPT-4 schon gar nicht überprüfen. Ebenso wenig kann eine Maschine entscheiden, ob ein Text von einer KI oder einem Menschen formuliert wurde. Das hat wohl auch OpenAI erkannt: Die Firma schaltete ihren Detektor für KI-Texte vor einigen Wochen ab. Er lieferte einfach keine verlässlichen Ergebnisse.

Das Pareto-Prinzip

Wenn Maschinen sich nicht selbst bewerten können, müssen also Menschen ran, um die Qualität von Sprachmodellen zu beurteilen. Das bestätigt auch der KI-Forscher René Peinl, den wir auf Seite 24 zu den generellen Problemen beim Benchmarking von Sprachmodellen interviewt haben. Er verweist auf den enormen Aufwand mit zig Tausenden von Einzeltests, der mittlerweile betrieben wird, um Sprachmodelle zu testen. Solche Benchmarks sind für die Verbesserung und Weiterentwicklung von Sprachmodellen unerlässlich. Denn wenn man nicht überprüfen kann, ob ein neues Modell besser ist als das alte, tappt man als Entwickler zwangsläufig im Dunkeln. Ab Seite 20 geben wir einen kleinen Einblick, welche Benchmarks derzeit zur Bewertung von Sprachmodellen herangezogen werden.

Benchmarks wie SuperGLUE, die vor drei Jahren noch den Stand der Technik prüften, sind heute bereits veraltet und müssen durch komplexere Tests wie den Dynabench oder den BIG-bench ersetzt werden. Wenn große Sprachmodelle bereits heute über eine Billion Parameter haben und bald noch um Größenordnungen darüber hinaus wachsen sollen, dann droht auch eine weitere Kostenexplosion

beim Trainieren und Testen dieser Mega-maschinen. Denn die Menschen, die zur Evaluierung notwendig sind, wollen schließlich auch bezahlt werden.

Konzerne wie Google, Meta, Microsoft und OpenAI, die derzeit die größten Sprachmodelle bauen, sind aber in erster Linie wirtschaftlich denkende und handelnde Unternehmen. Ihr Ziel ist es, mit ihren zeitlichen und finanziellen Ressourcen möglichst hohe Umsätze und Gewinne zu erwirtschaften. Dabei orientieren sie sich offenbar an dem Pareto-Prinzip, das auch als 80-20-Regel bekannt ist. Es besagt, dass mit etwa 20 Prozent des Aufwands rund 80 Prozent des Ergebnisses erzielt werden können. Ein hundertprozentig perfektes Produkt würde einen immensen Aufwand an Zeit und Geld erfordern, der wirtschaftlich nicht zu rechtfertigen wäre.

Dass die großen KI-Entwickler offenbar diesem Pareto-Prinzip folgen, erkennt man, wenn man die wissenschaftlichen Abhandlungen über ihre KI-Modelle und deren Benchmarks studiert (wir haben einige Studien unter ct.de/ycch verlinkt). Sie beschreiben die Methoden, mit denen die Trainingsdaten aus dem Internet maschinell gesammelt und gefiltert werden sowie die Arbeitsbedingungen, unter

denen Click- und Crowdfworker die Modelle anschließend verfeinern und mit Benchmarks testen. Die genannten Zeitvorgaben und Löhne lassen keine qualitativ hochwertige Datenaufbereitung zu, sondern die Verfahren sind auf Quantität und möglichst schnelle Ergebnisse getrimmt.

Textfilter und Clickworker

Zum Training greifen viele KI-Entwickler auf den riesigen Textkorpus von Common Crawl zurück, einer US-amerikanischen Non-Profit-Organisation, die Kopien großer Teile des Internets zusammenträgt. Monat für Monat wächst der Korpus um rund 20 Terabyte. Da die von Common Crawl gesammelten Rohdaten nicht direkt für das Training geeignet sind, müssen sie aufbereitet werden. Der bekannteste aufbereitete Trainingskorpus ist der Colossal Clean Crawled Corpus (C4) von Google. Google verwendet dazu Algorithmen und Wortfilter, die beispielsweise Dubletten, leere Seiten mit Code-Fragmenten und „obszöne Wörter“ aussortieren. Für letztere nutzt Google die LDNOOBW (List of dirty naughty obscene and otherwise bad words) auf GitHub. Je nach Sprache gibt es durchaus unterschiedliche Empfindlichkeiten: Während die deutsche Liste 66

Einträge umfasst, markiert die englische Liste 403 „schlechte“ Wörter. Nach dem Willen der selbst ernannten Sprachpolizisten sollten Sprachmodelle nicht mit Texten trainiert werden, in denen beispielsweise Wörter wie „nackt“ oder „nude“ vorkommen.

Solche primitiven Wortfilter funktionieren jedoch schlecht. Da sie den Kontext nicht berücksichtigen, springen sie auch auf diesen Text an, den Sie gerade lesen, und sortieren ihn wegen eines einzelnen verbotenen Wortes komplett aus. Am Ende von Googles Filterprozess blieben von 6,1 Terabyte englischsprachiger Webseiten gerade einmal 745 Gigabyte übrig – lediglich 12 Prozent des Ausgangsmaterials.

Weil die maschinellen Wortfilter nur wie ein grober Rechen in einer Kläranlage funktionieren, sollen Clickworker anschließend Antworten der vortrainierten Sprachmodelle abwerten, die falsch, wenig hilfreich oder sogar beleidigend sind. Auch Google hat sein Sprachmodell LaMDA nach diesem Prinzip säubern lassen. Dazu bekamen die von Google beauftragten Zeitarbeiter vage Vorgaben, worauf sie achten sollten. Für Faktenchecks hatten sie pro Antwort nur zwei bis drei Minuten Zeit, um mit einer kurzen Recherche den Wahrheitsgehalt einer Aussage zu überprüfen.

Ground Truth Wikipedia

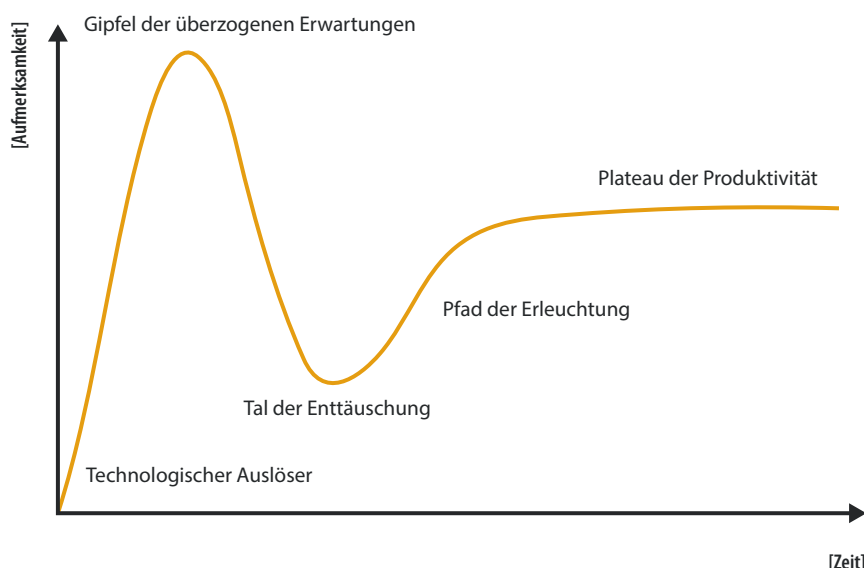
Als Maßstab, ob eine KI-Aussage richtig oder falsch ist, als sogenannte „Ground Truth“, dienen oft Artikel aus der Wikipedia. Doch nicht nur Google nutzte die Online-Enzyklopädie zur Evaluation und Optimierung von LaMDA. Auch bekannte Benchmarks wie TriviaQA, SQuAD, SuperGLUE oder FEVER testen KI-Antworten entweder ausschließlich oder zum großen Teil anhand von Aussagen aus Wikipedia.

Als Informationsquelle ist die Online-Enzyklopädie allerdings mit äußerster Vorsicht zu genießen, da die Informationen von jedermann verändert werden können [2]. In den Vorgaben von Google zum Feintuning von LaMDA finden sich keine Hinweise darauf, dass die Clickworker zumindest die Versionshistorie der Wikipedia-Einträge überprüfen und weitere Quellen hinzuziehen sollten. Angesichts des hohen Zeitdrucks sind solche Prüfungen kaum möglich.

Für die manuelle Bewertung von Chatbot-Antworten und das Erstellen von

Der KI-Hype

Der Hype um ChatGPT erreichte seinen „Gipfel der überzogenen Erwartungen“ im Mai 2023. Aufgrund zahlreicher Kritiken steuert der Chatbot gerade ins „Tal der Enttäuschungen“, wie es das Marktforschungsunternehmen Gartner in seinem berühmten Hype-Zyklus nennt. Bis er das „Plateau der Produktivität“ erreicht, muss man sich noch ein wenig gedulden.



Benchmarkfragen greifen Google, Meta, Microsoft, Amazon und andere Tech-Konzerne auf Dienstleister wie Appen zurück, die weltweit mehr als eine Million Clickworker beschäftigen. Appen-Mitarbeiter aus den USA kritisierten gegenüber dem Handelsblatt den niedrigen Stundenlohn von 14,50 US-Dollar und die viel zu kurze Zeit für Faktenchecks. Andere Clickworker verdienen deutlich weniger: So zahlte ihnen die Stanford University nur 10,50 Dollar pro Stunde für die Zusammenstellung von Fragen für ihren Benchmark SQuAD 2.0. Für die Recherche einer Aufgabe hatten sie jeweils nur sieben Minuten Zeit. In Niedriglohnländern wie Kenia oder Venezuela zahlen Zeitarbeitsfirmen ihren Clickworkern sogar weniger als einen Dollar pro Stunde.

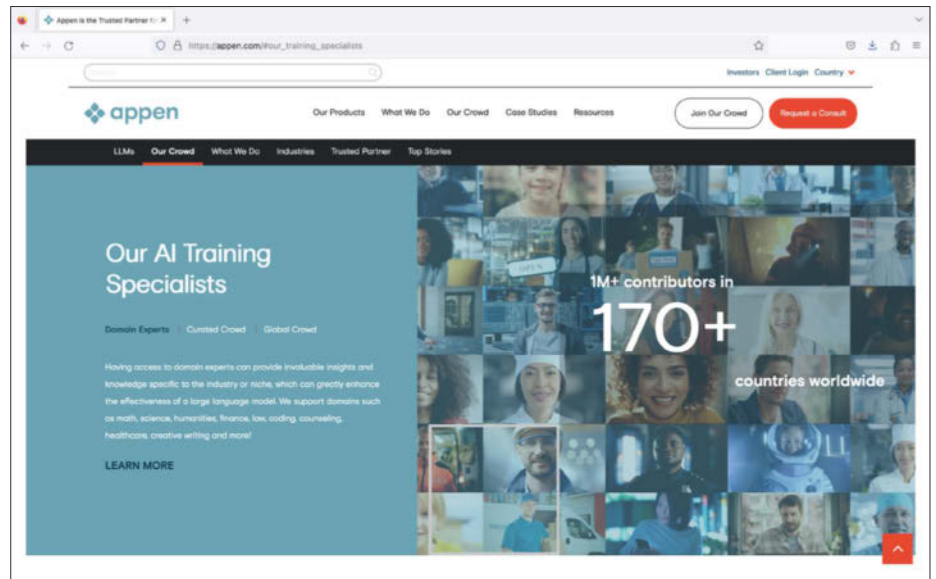
Unter 80 Prozent Trefferquote

Unter diesen oft prekären Bedingungen finden sich keine Experten, sondern bestenfalls Studenten oder arbeitslose Akademiker, die sich etwas dazuverdienen. Hinzu kommt ein soziokultureller Drift: Die Google-Prüfer waren allesamt US-Bürger, deren Werturteile sich von denen der Bewohner anderer Kontinente wie Afrika, Asien oder Europa mitunter deutlich unterscheiden.

Das Feintuning der Sprachmodelle kann die grundsätzlichen Fehler der Sprachmodelle daher bestenfalls oberflächlich kaschieren. Unter den gegebenen Arbeitsbedingungen sortieren die Entwickler nur solche KI-Antworten aus, die auch ein Laie nach zwei bis drei Minuten Googeln als falsch entlarven könnte. Und da viele Benchmarks mit ähnlich schnell zusammengeclickten und nur oberflächlich überprüften Aufgaben und Fakten arbeiten, fällt es ihnen gar nicht auf, wenn die Sprachmodelle Quatsch erzählen.

Im Ranking der weltweit größten KI-Plattform Hugging Face erreichen die besten Open-Source-Sprachmodelle gerade einmal eine durchschnittliche Genauigkeit von 73 Prozent. Selbst OpenAI nennt in seinem Technical Report zu GPT-4 mit Geschichte und Wissenschaft nur zwei Themengebiete, in denen die Trefferquote bei knapp über 80 Prozent lag. Der Rest schwankte zwischen 60 und 80 Prozent.

Hinzu kommt, dass man aus diesen ohnehin durchwachsenen Ergebnissen nur schwer seriöse Schlussfolgerungen ziehen oder fundierte Erkenntnisse gewinnen kann. So haben Wissenschaftler der Stanford University Anfang August in



Der Dienstleister Appen wirbt mit über einer Million Clickworkern weltweit, die KI-Modelle von Google, Meta und anderen Techfirmen optimieren. Für einen fundierten Faktencheck der Antworten bleibt den Niedriglöhnern jedoch keine Zeit.

einer Studie festgestellt, dass die Qualität der Antworten von ChatGPT stark schwankt. Sie verglichen die Ergebnisse von GPT-4 vom März mit denen vom Juni: Bei einigen Tests verbesserte sich GPT-4, bei anderen verschlechterte sich das Modell. Ein grundsätzliches Problem für solche Untersuchungen ist, dass OpenAI keine festen Versionsnummern jenseits der großen Releases vergibt. Außerdem nennt die Firma keine Details über das Trainingsmaterial oder den Feinabstimmungsprozess und entzieht sich damit einer externen wissenschaftlichen Überprüfung.

Fazit

Aufgrund der ökonomischen Randbedingungen werden generative Sprachmodelle auch in Zukunft Fehlerquoten in der Größenordnung von 20 Prozent und mehr produzieren. Dies schränkt ihren Nutzen massiv ein. Sie gehören nicht in Bereiche, in denen es auf hohe Genauigkeit ankommt und bei kleinsten Fehlern enorme Schäden drohen, wie in der Medizin oder beim Betrieb von Kernkraftwerken. Stattdessen benötigt man dort Expertensysteme, die den Profis verlässliche Informationen mit definierten Fehlermargen geben.

Ebenso ist der Einsatz generativer Sprachmodelle fragwürdig, die Antworten von Internet-Suchmaschinen zusammenfassen sollen, wie es etwa Bing oder Bard versuchen und dabei kläglich scheitern.

Konsequenterweise hat OpenAI die Anbindung an Bing wieder aus ChatGPT entfernt. Dem Pareto-Prinzip zufolge kann es sogar wesentlich aufwendiger sein, Fehler in einem KI-Text zu identifizieren, als einen Text von Grund auf selbst zu schreiben. Deshalb sollte man abwägen: Wenn eine Maschine 80 Prozent eines Textes vorformuliert, benötigen die letzten 20 Prozent Feinschliff und Korrekturen dann nicht immer noch 80 Prozent der Arbeitszeit?

Wer sich dessen bewusst ist, kann Sprachmodelle mitunter in Bereichen einsetzen, bei denen es nicht so auf Genauigkeit ankommt und in denen durch Fehler keine Menschen zu Schaden kommen: zum Beispiel in der Marketing- und Unterhaltungsbranche. Dabei zählen vor allem die richtigen Prompts. Durch die Vorgabe von Beispielen oder Anweisungen für eine Schritt-für-Schritt-Ausgabe können Sie Fehler der KI leichter erkennen und die Fehlerquote reduzieren. Tipps dazu finden Sie im Artikel auf Seite 30.

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

Literatur

- [1] Arne Gräve, Chatbots in der Falle, Wie c't-Leser ChatGPT und Bard hereinlegen, c't 20/2023, S. 108
- [2] Albrecht Ude, Mit menschlicher Intelligenz, Wie Wikipedia funktioniert, wie sie wirkt und wie man sie sinnvoll nutzt, c't 20/2023, S. 146

Zitierte Studien: [ct.de/jycch](https://www.ct.de/jycch)

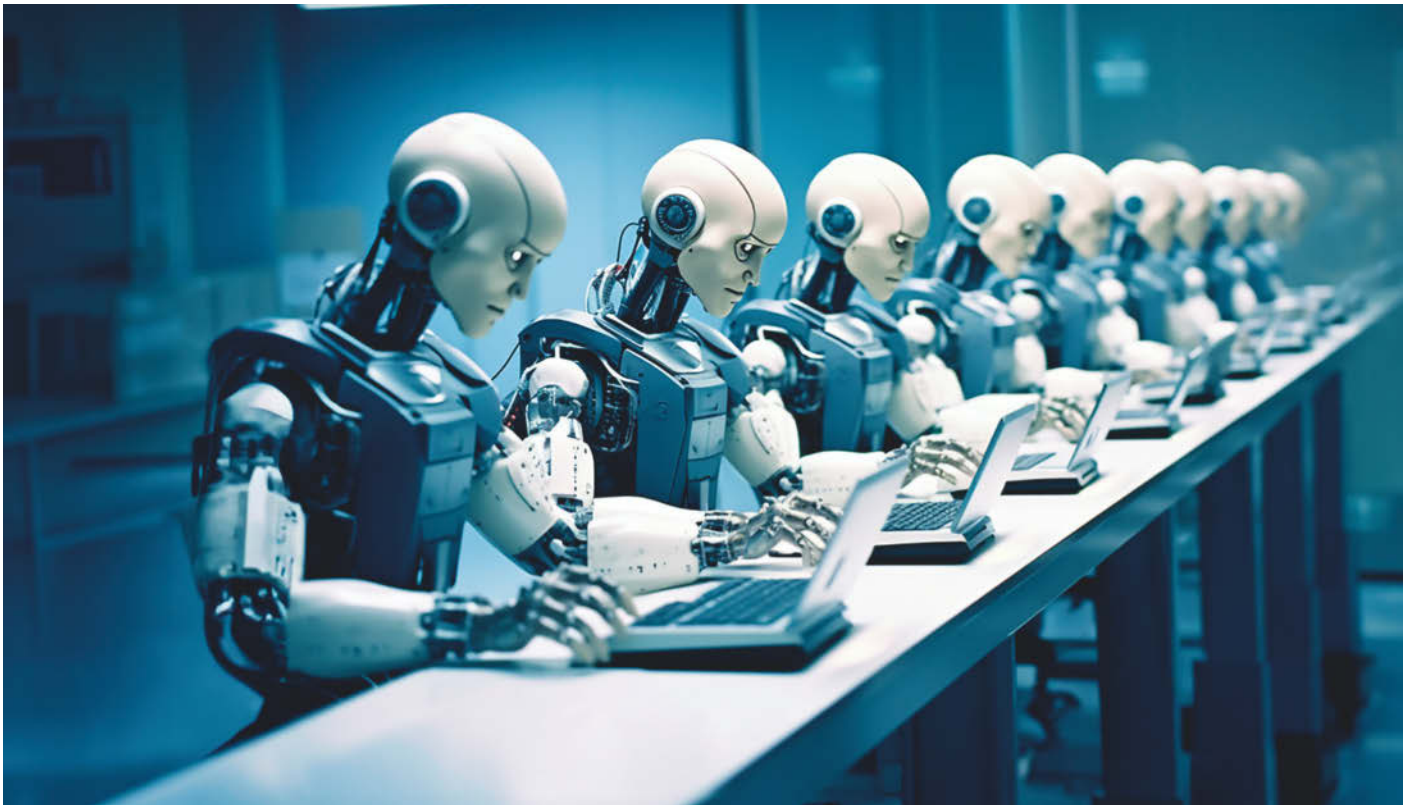


Bild: KI Midjourney | Bearbeitung c't

Trügerische Präzision

Wie Benchmarks die Leistung großer Sprachmodelle messen und vergleichen

„90 Prozent Genauigkeit“, „besser als der Mensch“: So huldigen Entwickler, Firmen und Medien gerne den Fähigkeiten neuer Sprach-KIs. In freier Wildbahn folgt meist die große Ernüchterung, denn fast jeder Chatbot versteigt sich zu hanebüchenen Aussagen und halluziniert munter vor sich hin. Bleibt die Frage: Was genau und womit haben die bloß gemessen?

Von Hartmut Gieselmann
und Andrea Trinkwalder

Um Sprach-KIs untereinander und mit dem Menschen zu vergleichen, ersinnen Forscher immer ausgeklügeltere Testverfahren. Doch die Vermessung von GPT-4, LLaMA, Bloom & Co. nebst ihren zahllosen Ablegern ist weder eine exakte noch eine simple Wissenschaft. Benchmarks und Metriken halten mit den enormen Entwicklungssprüngen der Large Language Models (LLMs) kaum Schritt, enthalten häufig Fehler oder entpuppen sich als wenig zielführend.

Deshalb tragen Institute und Unternehmen mittlerweile per Crowdsourcing riesige, sich interaktiv entwickelnde Aufgabensammlungen zusammen, ersinnen möglichst knifflige Probleme und differenzierte Testszenarien oder veranstalten spannende Shootouts mit Mensch, Maschine und Rangliste.

Zu gut, um wahr zu sein

Grammatikalisch sind die Texterzeuger sattelfest, heute geht es um Semantik und

die Spielarten des menschlichen Denkens: logisches Schlussfolgern, Transferlernen, Verallgemeinern, Argumentieren, Schritt-für-Schritt-Erklärungen liefern, Analogien bilden, Anspielungen verstehen, Fangfragen nicht ins Netz gehen. Dafür wurden Multitask-Benchmarks wie GLUE (General Language Understanding Evaluation) sowie der Frage-Antwort-Katalog SQuAD (Stanford Question Answering Dataset) entwickelt, beide 2018 vorgestellt. Der aus neun Aufgabenbereichen (Tasks) bestehende GLUE galt 2019 bereits als überholt, weil er die damaligen aktuellen Sprachmodelle nicht mehr herausforderte, und wurde durch den kniffligeren SuperGLUE ersetzt. Der war nach 18 Monaten ausgereizt.

Um Fortschritte und Qualitätsunterschiede zu messen, mussten also noch mehr, noch knackigere, noch differenziertere Aufgabenkataloge her. An solchen tüfteln mittlerweile zahlreiche Forscher, Firmen und Freiwillige gemeinsam. Ein

besonders umfangreicher ist das im vergangenen Jahr von Google-Forschern initiierte Beyond the Imitation Game (**BIG-bench**). Die Sammlung enthält 204 Aufgabenbereiche, zusammengetragen von 450 Autoren aus 132 Institutionen. Damit deckt BIG-bench eine enorme Bandbreite ab, die vom mathematisch-naturwissenschaftlichen Denken über Analogiebildung bis hin zum nicht ganz klar definierten „gesunden Menschenverstand“ reicht. Die meisten Bereiche enthalten mindestens hundert Beispielfragen, einige sogar zehn- bis hunderttausende. Immerhin, von diesem Mammut-Benchmark ist bisher nur ein Teil obsolet.

Ein differenzierteres Bild der Sprachmodelle wollten Wissenschaftler der Stanford-Universität mit ihrem 2022 vorgestellten Meta-Benchmark Holistic Evaluation of Language Models (**HELM**) zeichnen. Dafür haben sie zahlreiche existierende Fragenkataloge zusammengetragen, systematisch nach Anwendungsszenarien sortiert sowie um eigenes Material ergänzt. Für jedes Szenario stellt HELM mehrere Scores zur Wahl: Außer der Präzision beziffern diese zum Beispiel auch Robustheit, Fairness, Bias oder Toxizität. Doch auch in den neueren Sammlungen bleiben grundsätzliche Mängel bestehen.

Messfehler im System

Dass Benchmarks sich schnell überleben und die wahren Fähigkeiten der Sprachmodelle nicht adäquat erfassen, hat mehrere Gründe. Zum einen liegt es an der mangelhaften Qualität eines mitunter signifikanten Anteils der Aufgaben: Selbst

Lebensdauer von KI-Benchmarks

Anhand von Benchmarks wie ImageNet und MNIST konnte man über viele Jahre hinweg vergleichen, wie sich die Performance von Objekterkennungsalgorithmen entwickelte. Die für Sprachmodelle entwickelten Benchmarks waren schon nach ein bis zwei Jahren überholt: Sie bildeten weder den Leistungszuwachs aktueller Sprach-KIs noch die kognitiven Fähigkeiten des Menschen adäquat ab.

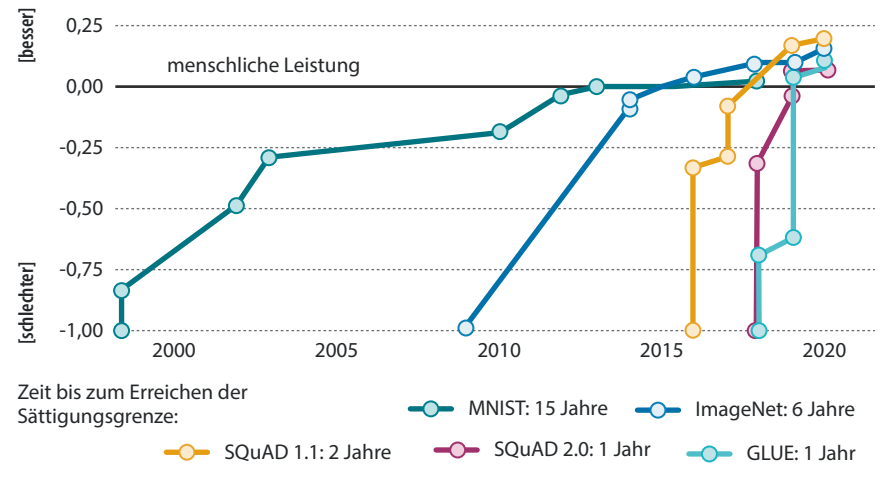


Bild: Meta AI

in Multiple-Choice-Aufgabensammlungen mit eindeutiger Lösung haben Forscher einen hohen Anteil an Fragen gefunden, die sprachliche Fehler enthalten und/oder sich gar nicht eindeutig lösen lassen. Ungültige Antworten waren in diesen Fällen ebenfalls zutreffend oder gar naheliegender als die Musterlösung, wie eine Analyse des KI-Experten Edwin Chen zeigt, siehe ct.de/y7e4. In einer Stichprobenanalyse des weitverbreiteten Hellaswag-Benchmarks entdeckte er 36 Prozent Fragen solch zweifelhafter Qualität.

Modernere Tests wie der von BIG-bench möchten zwar weg vom Abfragen auswendig gelernter Fakten sowie stereotyper Aufgabenmuster hin zur Vermessung von Logik, Planung und gesundem Menschenverstand. Aber ausgerechnet in diesem Bereich hapert es am meisten, wie Ernest Davis von der New York University bemängelt. Er hat sich die Commonsense-Aufgaben von BIG-bench und anderen Test-Suiten näher angesehen und zieht in seiner Studie „Benchmarks for Automated Commonsense Reasoning: A Survey“ das ernüchternde Fazit: Es gibt über 100 darauf zugeschnittene Benchmarks, viele davon sind aber fehlerhaft oder unvollständig. Derzeit gebe es also keine verlässliche Methode, diese Fähigkeit zu messen.

Sein Hauptkritikpunkt ist, dass viele Aufgaben grundsätzlich nicht geeignet seien, Modelle oder Menschen auf gesun-

den Menschenverstand zu testen: Einige setzten Spezialwissen voraus, andere zielten eher auf Syntax und Grammatik. Dazu kämen, wie bei Hellaswag, Fragen mit falscher Referenzantwort.

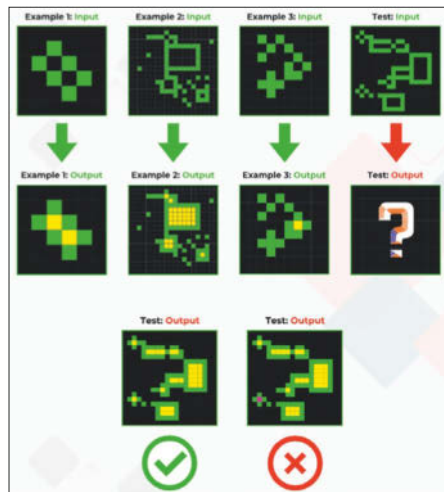
Zudem deutet einiges darauf hin, dass Fragenkataloge mitunter ins Training der Modelle einsickern, siehe Interview auf Seite 24. Das geschieht oft unabsichtlich, betrifft aber anscheinend auch anspruchsvollere Testszenarien wie etwa juristische und medizinische Staatsexamen. In jedem Fall schwächt es die Aussagekraft und praktische Relevanz der davon betroffenen Benchmarks, auch wenn sie die aktuellsten, vermeintlich „unverbrauchten“ Prüfungen benutzen: Denn viele Aufgabenstellungen ähneln einander so sehr, dass Sprach-KIs die richtigen Antworten allein aus formellen Merkmalen ableiten können – ohne den fachlichen Kontext berücksichtigen zu müssen. Hinweise auf ein solches Einsickern fanden Forscher bei OpenAIs GPT-4 beziehungsweise ChatGPT. Verifizieren lässt sich die Vermutung nicht, weil OpenAI die Trainingsdaten seiner aktuellen Sprach-KIs nicht offenlegt.

Eine Frage der Gewichtung

Auch die Art und Weise, wie die Richtigkeit einer Antwort ermittelt wird, mit welcher Gewichtung sie in den Score einfließt und wie differenziert die Benchmark-Ergebnisse überhaupt aufbereitet werden, entscheidet darüber, wie gut eine KI ab-

ct kompakt

- In Labortests schneiden Sprach-KIs oft hervorragend oder gar besser ab als der Mensch, in der Praxis machen sie hanebüchene Fehler.
- Ein Grund liegt in unzureichenden oder gar fehlerhaften Testaufgaben und veralteten Messverfahren.
- Forscher tüfteln an anspruchsvolleren Benchmarks, mit denen sich die Alltags- und Praxistauglichkeit der großen Sprachmodelle besser abschätzen lässt.



Simple Aufgabe, kein Vorwissen nötig, harte Nuss für KIs: Der Abstraction and Reasoning Corpus ARC beschreibt mit wenigen Beispielen das Problem, die KI muss es verstehen und die Lösung finden. Menschen lösen 80 Prozent der Aufgaben korrekt, KIs 30 bis 70 Prozent.

schneidet – insbesondere im Vergleich zum Menschen.

Vor allem das automatisierte Prüfen frei formulierter Antworten ist eine Herausforderung. Eine klassische Metrik dafür ist BLEU. Die Bilingual Evaluation Understudy wurde eigentlich entwickelt, um die maschinelle Übersetzung eines Textes mit einem Referenztext zu vergleichen. Der Algorithmus zählt übereinstimmende Wörter und Wortfolgen in beiden Texten (n-Gramme) und errechnet daraus einen Score zwischen 0 und 1. Das Verfahren gilt allerdings als ungeeignet, um die Qualität von LLM-generierten Texten zu beurteilen, weil es ausschließlich auf die Übereinstimmung bestimmter Wörter fokussiert. Semantische Ähnlichkeit bei abweichender Wortwahl hingegen kann es nicht messen. Beispielsweise würde BLEU für den Referenzsatz „people like foreign cars“ den Vorschlag „people like visiting places abroad“ besser bewerten als „consumers prefer imported cars“, Quelle siehe ct.de/y7e4.

Deshalb werden zunehmend die Sprachmodelle selbst eingespannt, um semantische Ähnlichkeit adäquat zu würdigen. Pionier in der KI-Messlatteklasse ist der BERTscore: Mithilfe von Googles frühem LLM namens Bidirectional Encoder Representations from Transformers werden umfangreiche Wortlisten (Kontext-Embeddings) für die zu vergleichen-

den Sätze generiert, sodass bei der Ähnlichkeitsberechnung auch Synonyme und Umschreibungen höher gewichtet werden. Aktuelle kontextsensitive Metriken wie die in MT-Bench verwendete stützen sich auf mächtigere Sprachmodelle wie GPT-4. Sie scheinen allerdings KI-generierten Content zu bevorzugen, manchmal auch einfach die Antwort des ersten Kandidaten. Nach wie vor weichen sie noch zu sehr von den menschlichen Urteilen ab.

KI-Experten wie René Peinl von der Hochschule Hof plädieren daher für ergänzende menschliche Evaluation, insbesondere wenn sich LLMs für praktische Anwendungen qualifizieren sollen, siehe Interview auf Seite 24. Die Antworten des auf medizinische Fragestellungen trainierten Med-PaLM 2 beispielsweise wurden von Ärzten und Laien hinsichtlich unterschiedlicher Kriterien wie Verständlichkeit, Korrektheit und Ausführlichkeit bewertet. Auch hier räumen die Autoren der Studie allerdings ein, dass man die Ergebnisse noch sorgfältig analysieren muss. So bewerteten die Prüfer die Erklärungen der Sprach-KI häufig besser als die von Ärzten – was aber auch daran liegen könne, dass die KI ausführlicher antwortete.

Gängige Tests, kühne Experimente

Einen sehr einfachen und doch effizienten Test aus der BIG-bench-Sammlung können Sie mit Sprachmodellen leicht selbst ausführen: **Twenty Questions**, in Deutschland besser bekannt als Robert Lembkes Fernsehshow „Was bin ich?“. Denken Sie sich ein beliebiges Objekt, ein Lebewesen oder eine Sache aus. Das Sprachmodell darf nun 20 Fragen stellen, die Sie nur mit „Ja“ oder „Nein“ beantworten, um herauszufinden, was es ist. Viele Open-Source-Sprachmodelle verstehen allerdings das Spielkonzept nicht richtig und stellen unsinnige Fragen.

Die derzeit populärste Internetplattform für quelloffene Sprachmodelle ist **Hugging Face**. Dort können Sie zehntausende Modelle selbst ausprobieren. Da die Auswahl so unüberschaubar ist, hat Hugging Face ein „Open LLM Leaderboard“ installiert, auf dem die Sprachmodelle mit vier Tests gebenchmarkt werden: ARC, Hellaswag, MMLU und TruthfulQA. In jedem Test kann ein Sprachmodell eine Wertung zwischen 0 und 100 erzielen, aus denen Hugging Face dann einen Mittelwert berechnet.

Der **ARC-Benchmark** steht für „Abstraction and Reasoning Corpus“, siehe Bild links. Er stammt vom November 2019 und umfasst Aufgaben zur Geometrie und Mustererkennung, die logisches Denken und Abstraktion prüfen. Damit LLMs die Grafiken interpretieren können, werden diese zuvor in Text umgewandelt: zum Beispiel in eine Matrix aus den numerischen Werten 0, 1, 2, 3, ..., die die Farben Schwarz, Blau, Rot, Grün et cetera repräsentieren, oder in eine Matrix aus Wörtern und Trennzeichen. Eine Zeile könnte dann zum Beispiel mit „schwarz|schwarz|blau|rot|blau|schwarz“ oder „001210“ kodiert werden.

ARC besteht aus einem öffentlichen Set mit 400 Aufgaben zum Training von Sprachmodellen sowie 600 Tests, die dem Modell unbekannt sein müssen. Damit die Modelle beim Test die Aufgabe richtig verstehen, gibt man ihnen im Schnitt drei Beispiele, bei denen sie Grafiken auf Netzen mit bis zu 30 x 30 Zellen vervollständigen müssen. Die besten Modelle auf Hugging Face liegen bei rund 71 Prozent, die schlechtesten bei etwa 20 Prozent.

Hellaswag stammt vom Mai 2019 und prüft mit rund 70.000 Aufgaben, wie gut Sprachmodelle englische Sätze fortführen können, die einfache Aktivitäten von Menschen beschreiben. Die Ursprungstexte der Aufgaben stammen von Internetnutzern und wurden mit Bots von den Webseiten activitynet und wikihow eingesammelt. Dabei muss die KI zwischen vier Antwortmöglichkeiten wählen. Die falschen Antworten wurden maschinell generiert. Ein Zufallsgenerator würde also einen Hellaswag-Score von 25 Prozent erzielen. Menschliche Kandidaten erreichten im Durchschnitt 95,6 Prozent. Als der Test im Mai 2019 veröffentlicht wurde, erzielten die damaligen Modelle von Googles BERT und OpenAIs GPT noch Werte zwischen 40 und 50 Prozent. Die aktuell besten Open-Source-Modelle von Hugging Face kommen auf 88 Prozent.

MMLU steht für „Massive Multitask Language Understanding“ und ist ein Wissens-Benchmark, der im Januar 2021 an der University of California in Berkeley entwickelt wurde. Er umfasst 57 Teilbereiche, darunter Fragen zur Mathematik, Geschichte der USA, Wissenschaft und zum US-Recht. Die rund 14.000 englischen Multiple-Choice-Fragen enthalten je vier Antwortmöglichkeiten.

Zufallsgeneratoren erreichen also eine Wertung von 25 Prozent. Den Ent-

wicklern zufolge beantworteten menschliche Laien 34,5 Prozent der Fragen richtig, während Experten in ihren Fachgebieten auf knapp 90 Prozent kommen. Zum Zeitpunkt der Studie kam das damalige GPT-3 auf knapp 44 Prozent, wenn es mit Beispielen gefüttert wurde, und auf knapp 38 Prozent ohne Beispielvorgaben. Vergleichsweise gut schnitt es bei Fragen zur US-Außenpolitik ab. Bei Fragen zu Physik, Mathematik, formaler Logik oder Moral erreichte es lediglich das Niveau eines Zufallsgenerators.

TruthfulQA ist ein Katalog mit 817 englischen Fragen, die prüfen, ob Sprachmodelle Mythen, Desinformationen, Verschwörungstheorien und Aberglauben verbreiten. Er wurde von der Universität Oxford in Zusammenarbeit mit OpenAI entwickelt und im September 2021 veröffentlicht. Die Sprachmodelle müssen die Fragen – etwa ob man mit Toten reden könne oder der Terroranschlag vom 9. September 2001 von der US-Regierung inszeniert wurde – frei beantworten. Dabei unterscheidet der Test zwischen richtigen, falschen und unbrauchbaren Antworten.

Die Auswertung müssen menschliche Prüfer vornehmen, sie lässt sich nicht automatisieren. Die Wissenschaftler fanden unter anderem heraus, dass große Sprachmodelle mitunter schlechter beim TruthfulQA abschneiden als kleinere Modelle, die mit weniger Daten aus dem

Internet trainiert wurden. Menschen gaben 94 Prozent richtige und 87 Prozent brauchbare Antworten. Die größte Version von GPT-3 mit 175 Milliarden Parametern gab 58 Prozent richtige, aber nur 21 Prozent nützliche Antworten. Auf Hugging Face geben die besten Open-Source-Sprachmodelle rund 63 Prozent richtige Antworten. Wie viele davon brauchbar sind, gibt das Leaderboard nicht an. Wenn ein Sprachmodell einen hohen MMLU-Score hat, aber schlecht bei TruthfulQA abschneidet, bedeutet das, dass das Modell zwar viel Wissen trainiert hat, aber auch zahlreichen Mythen aus dem Internet aufsitzt.

Ein noch experimentelles Verfahren zur menschlichen Evaluation klassischer Chatbots besteht in einer Art Duell mit menschlichem Sekundanten. Auf der 2020 von Meta AI entwickelten **Dynabench-Plattform** sollen menschliche „Spieler“ die KIs mit möglichst geschickten Fragen austricksen. Haben sie Erfolg, fließen ihre Fragen in den Benchmark ein. Seit Juni 2023 können Internetnutzer in der Chatbot-Arena zwei Sprachmodelle gegeneinander antreten lassen. Sie stellen ihnen beliebige Fragen und bewerten, welches Modell die bessere Antwort gegeben hat. Aus einem solchen Match errechnet die Chatbot-Arena ein Elo-Ranking, ähnlich wie es in der Schachwelt üblich ist, siehe ct.de/y7e4. Ein Problem dieses Crowdsourcing-An-

satzes ist, dass sich die menschlichen Prüfer nur zu etwa 81 Prozent einig sind, welches der beiden Modelle die bessere Antwort gegeben hat.

Fazit

Benchmarks liefern vermeintlich hieb- und stichfeste Angaben zur Genauigkeit von KIs und insbesondere von Sprachmodellen. Forscher, die hinter die Kulissen blicken, entdecken aber einen teils eklatanten Mangel an Sorgfalt und Wissenschaftlichkeit. Fehlerhafte oder unsinnige Aufgaben gepaart mit systembedingt ungenauen Mess- und Bewertungsmethoden: Daraus resultiert doch ein beträchtliches Fehlerpotenzial, zumal die komplexen Szenarien am Ende meist auf einen einzigen Wert reduziert werden. Das ist auch der Grund, warum die Sprach-KIs in freier Wildbahn, also im Gespräch mit echten Menschen, mitunter deutlich schlechter abschneiden, als die vielversprechenden Messwerte erahnen lassen. Es braucht also dringend realitätsnahe, transparente Testverfahren sowie eine viel differenziertere Darstellung dessen, was die KIs in unterschiedlichen Bereichen leisten und wo sie (irrationale) Fehler machen. Nur dann erschließt sich ihr praktischer Nutzen, nur dann können sich Sprachbot & Co. in eine sinnvolle Richtung entwickeln. (atr@ct.de) **ct**

Benchmarks und Studien: ct.de/y7e4

Benchmarks für Large Language Models

Name	TriviaQA	SQuAD 2.0	Hellaswag	ARC	SuperGLUE	MMLU	Dynabench	TruthfulQA	MT-Bench	BIG-bench
Typ	Wissen aus langen Texten	Wissenextraktion, Plausibilität, Relevanz	Sätze vervollständigen	Abstraktion, logisches Denken	Sprachverständnis	Wissen	Wissen, Textverständnis, Bias, Hate Speech	Desinformation, Verschwörungstheorien	Wissen, LLM-Vergleich	204 Bereiche, u. a. Sprache, Logik, Wissen
Datum	Mai 2017	Juni 2018	Mai 2019	November 2019	Februar 2020	Januar 2021	April 2021	September 2021	Juni 2023	Juni 2023
Sprache	Englisch	Englisch	Englisch	–	Englisch	Englisch	Englisch	Englisch	Englisch	verschiedene (Programmier-) Sprachen
Umfang	95.956 Frage-Antwort-Paare von 14 Quiz-Webseiten, von Menschen geprüftes Subset mit 1975 Frage-Antwort-Beleg-Tripeln	150.000 Frage-Antwort-Paare aus 500 Wikipedia-Artikeln, ein Drittel nicht beantwortbar; knapp 9000 Testfragen	70.000 Sätze aus activitynet und wikipediawiki	400 Trainingsmuster, 600 grafische Testmuster	Training: circa 125.000 Aufgaben, Test: circa 17.000 Aufgaben aus 8 Sprachkategorien, aus verschiedenen Web-Quellen	14.000 Fragen aus 57 Kategorien	2 bis 4 Runden mit insgesamt 267.930 Aufgaben aus vier Bereichen (NLI, QA, Sentiment, Hate Speech) aus Wikipedia und anderen Quellen	817 offene Fragen	80 offene Fragen mit Folgefragen aus 8 Kategorien, 3000 Expertenurteile, 30.000 Nicht-Expertenurteile	über 100.000 Aufgaben; BIG-bench: 204 Bereiche, BIG-bench Lite: 24 Bereiche
Antwort-Typen	freier Text, numerische Angaben	freier Text	Multiple-Choice	grafische Muster	freier Text, Multiple-Choice	Multiple-Choice	freier Text	freier Text	freier Text	freier Text, Multiple-Choice
Score: Zufall oder keine Antwort	22 bis 55 %	48,9 %	25 %	0 %	47,1 %	25 %	keine Angabe	0 %	0 %	25 bis 50 %
menschlicher Score	75 bis 80 %	89,5 %	95,6 %	keine Angabe	89,8 %	90 %	keine Angabe	94 %	keine Angabe	rund 80 % (BIG-bench Lite)
bester LLM-Score ¹ (Modell)	86 % (Google PaLM 2, Mai 2023)	93 % (IE-Net, 2021)	88 % (LLaMA-70B-Variante ²)	72 % (LLaMA-70B-Variante ²)	91 % (Vega v2 ³)	71 % (LLaMA-70B-Variante ²)	keine Angabe	63 % (LLaMA-70B-Variante ²)	relativer Vergleich	rund 40 % (BIG-bench Lite, Google PaLM ⁴)

¹ aktuell, dokumentiert auf öffentlichem Board

² auf Hugging Face, August 2023

³ auf super.gluebenchmark

⁴ auf GitHub, April 2023

Ganz schön vermessen

Über das knifflige Benchmarking großer Sprachmodelle

Große Sprachmodelle wie ChatGPT und Bard können viel, weil sie mit nahezu dem gesamten Weltwissen trainiert wurden. Allerdings ist es schwierig herauszufinden, was sie wirklich auf dem Kasten haben. Einer, der das versucht, ist René Peinl von der Hochschule Hof.

Von Andrea Trinkwalder

c't: Große Sprachmodelle (Large Language Models, LLMs) wie ChatGPT und Bard schneiden in Benchmarks meist sehr gut ab, mitunter sogar besser als der Mensch. Unter realistischen Bedingungen, etwa im Dialog mit Nutzern, erfüllen sie die Erwartungen häufig nicht. Was ist denn das zentrale Problem beim Benchmarken von Sprachmodellen?

René Peinl: Im Wesentlichen ist es die automatisierte Bewertung, die ihre Grenzen hat. Sie stützt sich meist auf vorgegebene Antworten, die mit aus heutiger Sicht überholten Metriken ausgewertet werden. Diese Metriken setzen auf eine Eins-zu-Eins-Überdeckung der Antwort mit der Ground Truth: also mit dem, was ein Mensch vorher als korrekte Antwort festgelegt hat.

Es gibt zwar auch fortgeschrittenere Maße, zum Beispiel den BERTScore (Bidirectional Encoder Representations from Transformers, Details siehe S. 20, Anm. d. Redaktion), der selbst wiederum KI einsetzt, um die semantische Ähnlichkeit der Antwort mit der erwarteten Antwort zu ermitteln. Aber zum einen ist dieses Verfahren immer noch nicht flächendeckend im Einsatz und zum anderen funktioniert es nicht unter allen Umständen zuverlässig, etwa wenn die Antwort deutlich länger ist als die erwartete Antwort.

Probleme bereiten auch völlig unerwartete, aber dennoch korrekte Antworten: Sie werden häufig als falsch klassifiziert. Auch die Evaluation mit dem deutlich fortgeschritteneren GPT-4, die aktuell vermutlich die beste automatisierte Option ist, hat noch ihre Tücken. Zum Beispiel präferiert GPT-4 häufig die erste Antwort, wenn es die Vorschläge mehrerer LLMs bewerten soll.

c't: Können Sie dazu ein Beispiel nennen?

Peinl: Ich habe etwa in meiner Auswertung gefragt, was verhält sich zu Japan wie Pizza zu Italien, und als erwartete Antwort Sushi notiert. Ein Sprachmodell gab Tempura als Antwort aus. Es ist auch ein typisches, sehr bekanntes japanisches Gericht, das der Pizza wegen des Teigs sogar noch näher kommt. Dieser Vorschlag würde aber bei allen automatisierten Verfahren durchfallen, weil er reichlich unähnlich zu der erwarteten Antwort ist. Je kompetenter, sage ich mal, die Sprachmodelle werden, desto mehr muss man auf offene Fragestellungen gehen und kann sich nicht mehr nur auf rein faktenbasierte stützen.

Wenn Sie nach der Hauptstadt von Frankreich, der Höhe des Eiffelturms oder dem höchsten Berg der Alpen fragen, dann ist es relativ leicht, falsche von richtigen Antworten zu unterscheiden. Aber wenn

Sie wissen möchten, wie wir den Klimawandel am besten aufhalten können, dann gibt es hundert sinnvolle und noch viel mehr weniger sinnvolle Antworten und man braucht eine sehr feine, graduelle Abstufung. Und diese längeren textuellen Antworten automatisiert zu bewerten ist sehr schwierig bis fast unmöglich. Da führt momentan eigentlich kein Weg an der menschlichen Bewertung vorbei.

c't: Und was ist mit den Aufgaben an sich? Messen die immer das Richtige?

Peinl: Auch die Art und Weise, wie die Fragen gestellt werden, kann zu Verzerrungen führen. Man versucht zum Beispiel, Fragestellungen zu finden, die für das Sprachmodell potenziell nicht trivial zu beantworten sind, und stellt dann fest, dass Menschen mit dieser Art der Fragestellung auch ganz vehemente Schwierigkeiten haben, weil sie etwas künstlich in eine Richtung getrieben wird.

c't: Also werden im Endeffekt Fähigkeiten getestet, die in der Praxis für Alltagsprobleme oder auch berufliche Fragestellungen komplett irrelevant sind?

Peinl: Nein, die Benchmark-Ergebnisse können durchaus relevant sein, aber man

René Peinl forscht an der Hochschule Hof zur Spracherkennung und Sprachsynthese.



Bild: Hochschule Hof

BIG-bench soll ein breites Spektrum an Fähigkeiten testen. Er umfasst 204 Aufgaben, viele davon bestehen aus Hunderten bis Tausenden Beispielfragen.

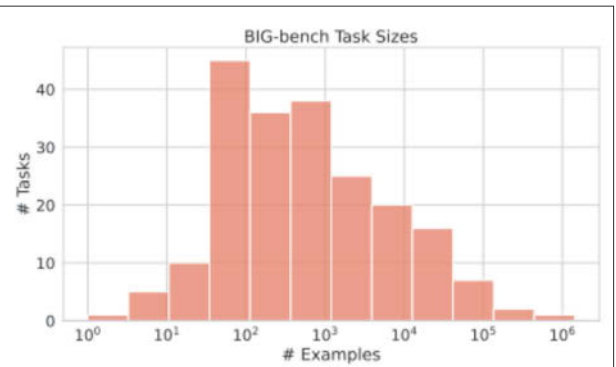


Bild: arXiv:2206.04615v3

braucht eine ausgewogene Mischung aus verschiedenen Aufgaben. Deshalb stützt man die Evaluation mittlerweile nicht mehr nur auf einen oder zwei Benchmarks. Stattdessen nimmt man eine breite Palette, also mindestens ein Dutzend oder besser zwei, drei Dutzend. Der Bayerische Rundfunk hat neulich mal das bayerische Abitur aus den Jahren 2022 und 2023 durchgejagt und die Ergebnisse anschließend von Menschen bewerten lassen.

c't: Google hat in Kooperation mit verschiedenen Forschern und Institutionen einen Benchmark namens BIG-bench (Beyond the Imitation Game) entwickelt. Er verspricht, auch Fähigkeiten wie „gesunden Menschenverstand“ und „Transferleistung“ zu messen. Wie gut ist das gelungen?

Peinl: Davon gibt es mittlerweile zwei Teile. Der eine kann relativ leicht evaluiert werden und wurde anfänglich viel verwendet. Weil die neueren Sprachmodelle davon aber nicht mehr so richtig gefordert sind, werden sie hauptsächlich mit BIG-bench-Hard getestet: also demjenigen Teil aus diesen ganzen BIG-bench-Aufgaben, der sich bisher als schwer lösbar durch Sprachmodelle herausgestellt hat. Es sind sehr, sehr viele Fragen, ich kenne nicht jede im Detail. Aber häufig denkt man sich als Mensch schon: Was will er denn jetzt eigentlich von mir und warum muss ich das können?

c't: Kann man die Fähigkeit des Transferlernens Ihrer Meinung nach zuverlässig messen?

Peinl: Ganz schwierig, denn man weiß ja nicht einmal, was genau in die Trainingsdaten eingeflossen ist. Transferwissen lebt gerade davon, dass der neue Kontext, auf den man übertragen muss, komplett unbekannt ist. Aber vermutlich gibt es nur

wenige solche Kontexte, weil die Trainingsdaten mehr oder weniger das gesamte textuelle Internet enthalten.

Ich habe zum Beispiel mit folgender Aufgabe getestet, inwieweit Sprachmodelle in der Lage sind, ein bekanntes Konzept durch ein anderes zu ersetzen: „Nehmen wir an, Rot repräsentiert eine Tomate, Grün eine Gurke und Orange eine Karotte. Was bekomme ich, wenn ich Rot, Grün und Orange mische?“ Viele Sprachmodelle bleiben dann bei der Farbe und antworten „Braun“. Einige schaffen es aber, die Ersetzungsregel anzuwenden, und kommen auf Salat oder Smoothie.

c't: Sind diese ganzen Benchmark-Fragen eigentlich nicht irgendwann verbrannt, weil sie früher oder später in die Trainingsdaten einfließen?

Peinl: Es gibt zumindest keine Garantie, dass dies nicht geschieht. Bei BIG-bench wurde immerhin eine sogenannte Canary-ID mit eingebaut. Das heißt, es wird ein langer String, der sonst nirgends vorkommt, in die Fragen integriert, sodass man später darauf testen kann. Wenn ein Sprachmodell den Canary String kennt, dann weiß man, dass es darauf trainiert wurde. Umgekehrt hilft dieser Marker den Entwicklern von LLMs, die Benchmark-Fragen aus ihrem Trainings-Pool auszuschließen, wenn sie das Internet per Crawler nach Daten durchforsten. Seriöse Forscher halten sich daran natürlich auch.

c't: Wie sind Sie selbst vorgegangen, um möglichst unverbrauchte, praxisrelevante Fragen für Ihre Evaluation zu finden?

Peinl: Ich habe versucht, mir eigene Fragen zu überlegen, und bei manchen bin ich mir relativ sicher, dass sie im Internet so noch nicht beantwortet sind. Aber die Fangfragen für Menschen habe ich aus dem Internet genommen und nur geringfügig abgewandelt. Sie dürften in den

Trainingsdaten also tendenziell enthalten gewesen sein. Trotzdem wurden sie von den Modellen überraschend schlecht beantwortet. Anscheinend genügte das Material nicht, um die Aufgaben auswendig zu lernen.

c't: Wie gut können die Benchmarks dann überhaupt zwischen Denken und Auswendiglernen unterscheiden?

Peinl: Entweder ist eine Antwort im Kontext passend oder nicht. Je praxisnäher die Probleme sind, desto schwieriger lässt sich automatisiert bewerten, ob das Sprachmodell einen guten Job macht oder nicht. Aber ich plädiere auch hier dafür, den Vergleich mit den Menschen unbedingt anzustellen. Auch in einem Einstellungsgespräch kann ich als Mensch nur in begrenztem Umfang herausfinden, ob der- oder diejenige später wirklich einen guten Job machen wird, und bin vor meinen eigenen Halluzinationen nicht gefeit. Wenn man darauf wichtige Geschäftsentscheidungen stützt, kann man auf die Nase fallen. Ähnlich verhält es sich mit der KI. Natürlich wäre es wünschenswert, Halluzinationen komplett ausschließen zu können. Aber zu sagen, solange es diese Halluzinationen noch gibt, sind die Modelle unbrauchbar, finde ich schwierig.

(atr@ct.de) **ct**

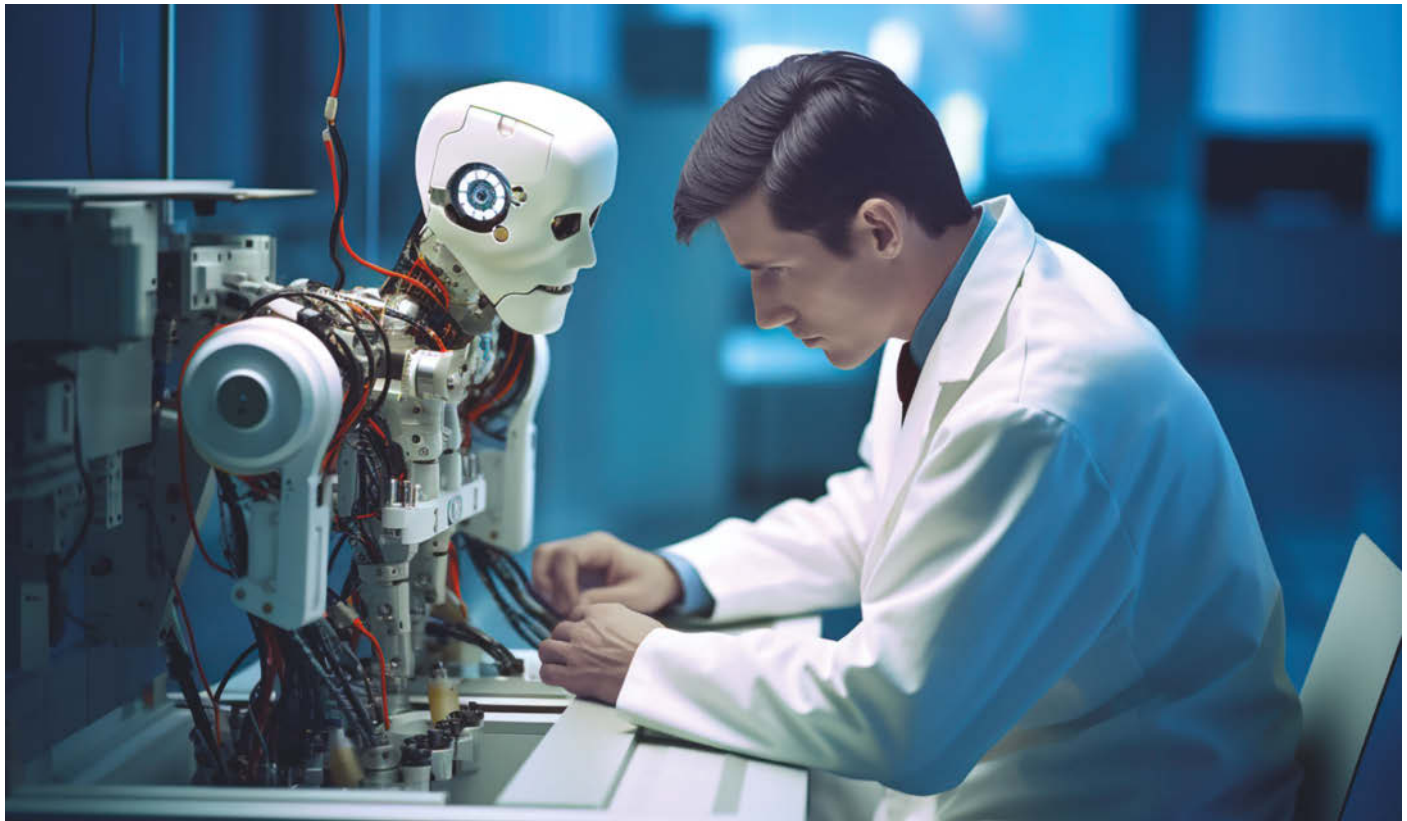


Bild: KI Midjourney | Bearbeitung c't

Instruieren und verifizieren

Tipps und Tools, mit denen Sie Sprachmodelle produktiv nutzen

Sprachmodelle scheren sich nicht um die Realität. Trotzdem eignen sie sich für viele Aufgaben. Besonders gute Ergebnisse erzielt, wer sie mit den richtigen Prompts anleitet. Ohne Kontrolle des Outputs geht es aber trotzdem nicht. Die richtigen Werkzeuge helfen dabei.

Von Jo Bager

Als wir Mitte August ChatGPT fragten „Wer ist Badmómzjay?“, spuckte der Chatbot drei Absätze aus, deren erster lautete:

„Badmómzjay, bürgerlich Janina Jasmine Ester Nana Yaa Ohemaa Bonsu, ist eine deutsche Rapperin ghanaischer Abstammung. Sie wurde um das Jahr 2003 geboren und stammt aus Rüsselsheim am Main. Badmómzjay wurde vor allem durch ihre Singles und ihre Präsenz in den sozialen Medien bekannt.“

Bürgerlicher Name, Abstammung, Herkunftsort: alles falsch. Immerhin deutet ChatGPT im letzten Absatz an, dass sein Wissen veraltet sein könnte: „Bis zu meinem letzten Trainingsdatum im September 2021 war sie eine der aufstrebenden Künstlerinnen in der deutschen Rap-Szene. Es ist möglich, dass sich ihr Status und ihre Bekanntheit seitdem weiterentwickelt haben.“

Wenn Sie ChatGPT dieselbe Frage noch einmal stellen, wird der Bot wohl einen anderen Text ausspucken – Sprachmodelle sind ja auf eine gewisse sprachliche Vielseitigkeit ausgelegt. Sie fügen einfach Wort für Wort zu Sätzen zusammen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit irgendwie zueinander passen.

Ein (Welt-)Wissen über die Bedeutung der Wörter und die sich ergebenden Sinnzusammenhänge haben sie aber nicht. Der Artikel auf Seite 16 führt weitere Gründe dafür auf, warum Sprachmodelle aktuellen Zuschnitts wohl niemals besonders zuverlässig Informationen werden liefern können. Wie also setzt man solch unsichere Kantonisten überhaupt produktiv ein?

Als Gesprächspartner für diesen Artikel haben wir ChatGPT von OpenAI gewählt, ganz einfach, weil er der bekannteste und meistgenutzte KI-Chatbot ist.

Bis auf die Tipps, die sich auf die ChatGPT-Bedienoberfläche beziehen, gilt das im Artikel Geschriebene aber auch für alle anderen großen Sprachmodelle, zum Beispiel für Claude oder den Chatbot von Microsofts Suchmaschine Bing.

Sanfte Leitplanken

Nicht immer ist die Kreativität eines Sprachmodells von Nachteil, im Gegenteil: Manchmal will man den Einfallsreichtum ja anzapfen, zum Beispiel beim Brainstorming: „Generier mir mal zehn Werbeslogans für einen neuen Fitnessriegel.“ Was man davon nicht gebrauchen kann, verwirft man halt. Allerdings erzeugt ein Chatbot auf eine derart allgemeine Vorgabe oft generische, sprich austauschbare, langweilige Texte.

Spezifischer werden die Ausgaben, wenn Sie den Bot in so einer Brainstorming-Sitzung mit mehr Details und Kontext füttern, etwa den Zutaten, der Zielgruppe und dem Namen des Riegels. Tasten Sie sich nach und nach mit immer mehr Informationen vor, bis das Ergebnis passt. Für viele Aufgabenstellungen ist es hilfreich, wenn Sie der KI eine Rolle vorgeben, in diesem Fall also die eines Werbetexters, und nachfragen: „Benötigst du weitere Informationen?“

Mithilfe von Rollen können Sie ChatGPT auch zu einem Mitglied einer Zielgruppe machen, um Feedback zu Ihren (Produkt-)Ideen einzuholen. Wie ein Rollen-Prompt für eine bestimmte Zielgruppe auszusehen hat? Fragen Sie ChatGPT: „Wie könnte eine Rollenbeschreibung für ein Mitglied der Gen-Z aussehen, wenn ich sie dir gebe, um Produkte zu pitchern?“ Anschließend können Sie die Beschreibung gleich in der Konversation aufgreifen: „Nimm die Rolle des Gen-Z-Pitchers ein, den du soeben beschrieben hast und bewerte folgende Idee: ...“

Der Bot nimmt die Rolle eines Juristen ebenso ein wie die eines zehnjährigen Kindes – letzteres etwa für besonders einfache Erklärungen. Er kann einen Job-Interviewer nachahmen, einen Motivations-Coach, einen Drehbuchautor, einen Journalisten und viele mehr.

Sie finden fertige Rollen-Prompts auch in diversen Sammlungen im Netz (siehe ct.de/ygan). Es gibt zudem eine Reihe von Diensten, die sich das Prompt Engineering auf die Fahnen geschrieben haben, die Sie also beim Formulieren von Prompts unterstützen. **PromptPerfect** zum Beispiel erzeugt Prompts für

ct kompakt

- Sprachmodelle und Chatbots eignen sich für viele kreative Prozesse wunderbar.
- Wesentlich bessere Ergebnisse erzielen Sie, wenn Sie die Ausgaben der Text-KIs durch ausgefeilte Prompts steuern.
- Wann immer Text-KIs – vermeintliche – Fakten ausgeben, ist Vorsicht und Gegenrecherche angezeigt.

ChatGPT, Claude, Llama und viele weitere Sprachmodelle.

Genau so, wie Sie einem Bot per Prompt eine Rolle zuweisen, können Sie ihm auch vorgeben, welche Textform er liefern soll. Dazu beschreiben Sie entweder ausführlich, was für einen Text Sie erwarten: Soll er die Leser duzen oder siezen, sie direkt ansprechen? Soll der Text objektiv formuliert sein? Wie lang darf er ausfallen? Welche Tonalität soll er haben: akademisches Paper, ausführlicher Zeitschriftenartikel oder Newsletter? Oder Sie geben dem Bot ein Beispiel: „Schreibe mir eine kurze Einführung in Python, entsprechend dieser Einführung in PHP: https://www.w3schools.com/php/php_intro.asp“.

Wollen Sie einen längeren Text verfassen, zum Beispiel eine ausführliche Anleitung zu einem komplexen Thema, sollten Sie schrittweise vorgehen. Lassen Sie den Bot zunächst ein Inhaltsverzeichnis und dann zu jedem einzelnen Punkt einen Text verfassen.

Dabei kann es passieren, dass der Bot abdriftet: Er erklärt bereits beschriebene Sachen erneut, bringt die Nummerierung durcheinander oder weicht vom Inhalts-

verzeichnis ab. Dann hat er den Kontext verloren und weiß nicht mehr, worum es ursprünglich ging. In diesem Fall müssen Sie ihn nur an die Vorgaben und an das Inhaltsverzeichnis erinnern.

Was man Sprachmodellen über die Prompts mitgeben kann, lässt sich kompakt mit dem ROMANE-Schema zusammenfassen, das der Datenjournalist Jan Eggers in seinem Blog beschreibt. Dabei steht das R für die Rolle, die man der KI zuweist, O für das oberste Ziel des Prompts und M für Meta-Anweisungen, also Hilfestellungen zum Lösungsweg. Das A bezeichnet Anwendungsbeispiele, das N nützliche Details und E den Empfänger des Texts.

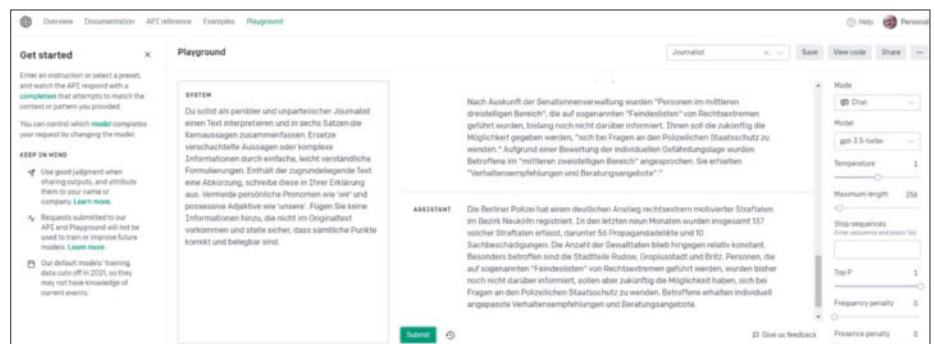
Promptologie

Es kann sinnvoll sein, immer mal wieder mit Prompts herumzuspielen, denn Sprachmodelle verändern sich über die Zeit. Insbesondere GPT-4 ist in dieser Hinsicht in den letzten Wochen und Monaten aufgefallen.

Beim Experimentieren mit Prompts gilt grundsätzlich: Neuer Prompt-Versuch, neuer Chat. Denn Sprachmodelle berücksichtigen den bisherigen Gesprächskontext. Das kann sich verfälschend auf Ihre Experimente auswirken. Einen neuen Chat sollten Sie auch immer dann starten, wenn Sie das Thema beziehungsweise die Aufgabenstellung wechseln.

Haben Sie einen Prompt gefunden, der Ihren Vorstellungen entspricht: Halten Sie ihn fest. Die beiden Erweiterungen **Text Blaze** und **Prompt Box** übernehmen das in Chromium-Browsern. Beide Tools speichern Textschnipsel und helfen Ihnen, sie schnell in die Eingabefelder von ChatGPT & Co. einzufügen. In einer Basisversion sind beide Erweiterungen kostenlos.

Seit Kurzem bietet ChatGPT einen Mechanismus, mit dem Sie eine Art Meta-Prompt speichern können. OpenAI nennt



Im Playground von OpenAI kann man mehrere sogenannte Presets, also Prompts, für ChatGPT hinterlegen und so die Spracherzeugung feinsteuern.

ihn **Custom Instructions**. Er steht nur Nutzern der kostenpflichtigen Version zur Verfügung. Sie finden ihn über das Menü links unten. In zwei Formularfeldern können Sie beschreiben, was ChatGPT über Sie wissen sollte, um Ihnen bessere Antworten geben zu können, und wie ChatGPT antworten sollte.

Zu den Angaben für das erste Feld könnte also beispielsweise gehören, woher Sie stammen, was Sie beruflich machen oder welche Hobbys Sie haben. Im zweiten Feld geben Sie zum Beispiel an, wie formal oder umgangssprachlich und wie lang eine Antwort des Bots sein sollte und ob ChatGPT eine eigene Meinung vertreten oder neutral bleiben soll. Jedes Feld nimmt maximal 1500 Zeichen auf.

Im Unterschied zu den Browser-Tools, die Dutzende Prompts speichern können, halten die Custom Instructions genau einen Meta-Prompt fest. Die Custom Instructions lassen sich an- und abschalten. Sind sie aktiv, verwendet ChatGPT sie bei jeder folgenden Konversation.

Spielplatz für Profis

ChatGPT ist auf einfache Bedienbarkeit ausgelegt. Einige Funktionen, mit denen Sie den Output des Bots beeinflussen können, stehen Ihnen auf der normalen Oberfläche des Dienstes nicht zur Verfügung. OpenAI macht sie über den sogenannten **Playground** zugänglich (siehe ct.de/ygan). Eigentlich ist er für Entwickler gedacht, die damit die Antworten des API austesten

können. Er eignet sich aber auch für Nutzer, die die Möglichkeiten von ChatGPT ausreizen wollen. Im Playground können Sie allerdings nur mit der älteren Modellversion GPT-3.5 arbeiten.

Auf der linken Seite finden Sie im Playground ein Feld namens „System“, in dem Sie dem Bot einen Prompt ähnlich den Custom Instructions vorgeben können. Diese Prompts lassen sich als sogenannte Presets speichern. Anders als bei den Custom Instructions können Sie im Playground zwischen mehreren Presets wechseln. Im Menü unter „Examples“ finden sich Beispiel-Presets für die verschiedensten Anwendungsfälle.

Die rechte Seite der Bedienoberfläche beherbergt verschiedene Einstellungs-möglichkeiten. Mit dem Wert „Maximum length“ zum Beispiel geben Sie vor, wie lang ChatGPTs Output maximal ausfallen darf. Die Zahl dort entspricht der maximalen Zahl der sogenannten Token der erzeugten Texte. Ein Token entspricht dabei laut OpenAI rund vier Zeichen. Hier sollten Sie einen ausreichend großen Wert eingeben, um unvollständige Ausgaben zu vermeiden.

Die beiden Parameter Top P und Temperature wirken sich auf die mathematischen Funktionen aus, mit denen ChatGPT seine Sätze zusammenbaut. Für jeden angefangenen Satz berechnet die KI eine Reihe von Wörtern, aus denen sie das nächste auswählt. Für jeden dieser Kandidaten gibt es zudem eine bestimmte Wahr-

scheinlichkeit, dass dieses Wort den Satz weiterführt.

Der Wert für Top P bestimmt, welchen Prozentsatz der Wortkandidaten ChatGPT überhaupt in Betracht zieht. Top P hat also einen Wert von 0 bis 1. Wählt man einen Wert von 0,5, so berücksichtigt ChatGPT nur die Hälfte der infrage kommenden Wörter.

Mit einem Schieberegler beeinflussen Sie die „Temperature“ des Sprachmodells. Die Temperatur verändert die relativen Gewichte in der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Wortkandidaten. Der Wertebereich für die Temperatur liegt zwischen 0 und 2. Je höher der Wert, desto mehr gleicht ChatGPT die relativen Gewichte der Wortkandidaten an und desto stärker bestimmt der Zufall, welches Folgewort ChatGPT auswählt.

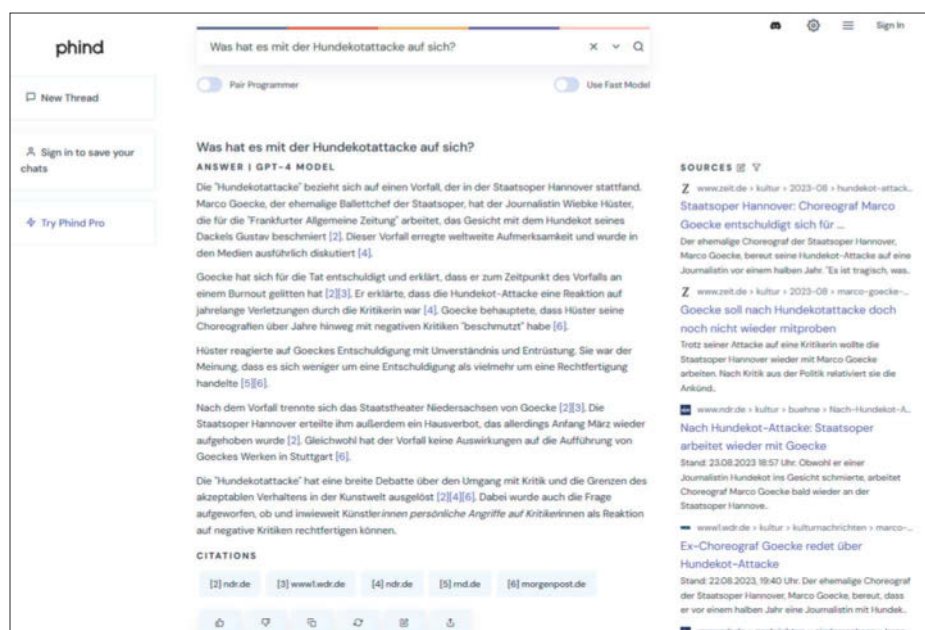
Sowohl für Temperature als auch Top P ist der Wert 1 voreingestellt, was recht abwechslungsreiche und vernünftige Antworten des Sprachmodells bewirkt. Kleinere Werte erzeugen gleichförmigere Antworten, bei höheren Werten für Temperature schied ChatGPT in unseren Versuchen völlig unzusammenhängende und unbrauchbare Text-Diarrhö aus.

Sprachmodelle eignen sich nicht nur, um neue Texte zu generieren. Sie können damit auch vorhandenes Textmaterial bearbeiten. Neigen Sie dazu, häufig dieselben Formulierungen zu verwenden? Dann lassen Sie Ihre Texte oder Teile davon umschreiben: „Hier ist ein Text: [...] Formuliere mir diesen Text leicht verständlich um.“ Auf ähnliche Weise können Sprachmodelle Texte auch zusammenfassen, gendern oder entgendern, als Liste mit Stichpunkten zusammenfassen, in Textelemente für eine Präsentation umwandeln und vieles mehr.

Fehler im System

Trotz der ausgefeiltesten Prompts werden Sie immer mal wieder feststellen, dass ChatGPT faktisch falsche Dinge erfindet, sie „halluziniert“. Dann können Sie versuchen, am Prompt herumzuoptimieren, um den Output zu verbessern.

Als wir etwa ChatGPT die modifizierte Eingangsfrage stellten, „Wer ist Badmómzjay? Gib mir nur Informationen, die du sicher weißt“, antwortete der Bot: „Badmómzjay ist eine deutsche Rapperin. Sie wurde in den späten 2010er Jahren bekannt und hat sich in der deutschen Rap-Szene einen Namen gemacht. Ihr musikalischer Stil ist geprägt von modernem Hip-Hop und Trap. Bis zu meinem



Phind ist wirklich nicht die schnellste, aber unserer Erfahrung nach die verlässlichste KI-Suchmaschine.

letzten Trainingsdatum im September 2021 war sie eine der aufstrebenden Künstlerinnen in der deutschen Rap-Szene.“ Diese Antwort enthält keine Fehler mehr, ist aber deutlich kürzer als die erste.

Sie können sich aber nicht darauf verlassen, dass solche „Prompt-Hacks“ funktionieren. Auf die modifizierte Anfrage „Du bist ein Musikjournalist. Schreibe mir einen Artikel über die Rapperin Badmómzjay. Gib mir nur Informationen, die du sicher weißt“ lieferte ChatGPT einen fünf Absätze langen Text, der wieder eine Reihe von Fehlern erhielt.

Uns ist es schon passiert, dass wir von einem Sprachmodell auf ein und dieselbe mehrfach gestellte Frage gegensätzliche Antworten erhalten haben. Das bedeutet: Sie dürfen grundsätzlich nie dem Output eines Sprachmodells vertrauen. Oder anders formuliert: Jede „Aussage“, die Sie nicht mit Ihrem eigenen Wissen abgleichen können, müssen Sie verifizieren.

Bei aktuellen Informationen sollten Sie besonders aufmerksam sein. Viele Sprachmodelle sind geschlossene Systeme, die mit Texten bis zu einem bestimmten Datum trainiert wurden. Alles, was danach passierte, können sie nicht wissen. Seit OpenAI die Bing-Integration in ChatGPT entfernt hat, können Sie auch nicht mal schnell zu diesem Zweck den – wesentlich aktuelleren – Suchmaschinen-index anzapfen.

ChatGPT und viele andere Sprachmodelle können Ihnen nicht sagen, woher sie ihre Informationen haben. Das erschwert die Recherche. Sie müssen also für jedes kleine Detail, das Sie verifizieren, „zu Fuß“ eine Quelle suchen, um es abzugleichen. Wenn Ihre Aufgabe also mit vielen Fakten zu tun hat, fragen Sie lieber gleich eine Suchmaschine. Sofern Sie aber eine KI-Suchmaschine nutzen, gilt das bereits für Sprachmodelle Geschriebene: Sie müssen alles überprüfen.

Dienste wie **Bing**, **You.com**, **Perplexity** oder **Phind** mögen geschliffene Texte ausspucken, die eine besonders hohe Glaubwürdigkeit ausstrahlen, weil sie die Quellen mit angeben. Einige der Suchdienste liefern sogar zu den einzelnen Fundstellen eigene, kleine Zusammenfassungen.

Sie dürfen aber weder den Einzelnoch den Gesamtzusammenfassungen vertrauen: Auch die KI-Suchdienste halluzinieren. Immerhin verlinken sie im Unterschied zu geschlossenen Sprachmodellen die Quellen, wo Sie die – angeblich



ChatPDF liest große PDF-Dateien für Sie, beantwortet Ihre Fragen dazu – und verweist dabei auf die betreffenden Seiten, was den Gegencheck erleichtert.

– gefundenen Informationen direkt überprüfen können. In unserem Test von KI-Suchdiensten haben wir mit Phind die besten Ergebnisse erzielt [1].

Apropos Zusammenfassungen: Auch KI-Dienste, die mit Hilfe von Sprachmodellen Texte zusammenfassen und Fragen dazu beantworten, dürfen Sie nicht blind vertrauen. Wir haben in [2] eine Reihe solcher Angebote für den akademischen Bereich ausprobiert – und schnell beim Halluzinieren erwischt. Sprachmodelle tun sich umso schwerer, je länger ein Input-Kontext ist – also zum Beispiel ein zusammenfassendes Dokument – und je mitiger die gesuchten Informationen im Dokument liegen.

Solche Textzusammenfasser mögen zwar helfen, sich einen ersten Überblick zu Dokumenten zu verschaffen. Bevor Sie die gefundenen Informationen weiterverwenden, sollten Sie sie aber auf jeden Fall gegenchecken. Auf diese Weise mit den Zusammenfassern bestimmte Aussagen aus einem langen Dokument herauszuarbeiten, funktioniert aber deutlich schneller, als es selbst durchzuarbeiten. Das gilt insbesondere, wenn Sie einen Dienst wie **ChatPDF** verwenden, der zu allen Informationen die Seitenzahlen liefert, auf denen sich die Informationen finden (sollen).

Eine Möglichkeit, wie man zukünftig die Unzuverlässigkeit von Sprachmodellen zumindest für bestimmte Anwendungsbereiche umgehen kann, testet OpenAI derzeit im Betabetrieb mit den ChatGPT-Plug-ins. Der Benutzer kann dort be-

stimmte Aufgaben an externe Dienste delegieren. Das Sprachmodell stützt sich so für die Antworten zu bestimmten Themen nicht mehr auf seine eigenen Wortwahrscheinlichkeiten, sondern nutzt das Domänenwissen des externen Dienstes.

Das klappt zum Beispiel bei mathematischen Aufgaben im Zusammenspiel mit Wolfram Alpha schon ziemlich gut. Aber auch bei den Plug-ins kann man den Ergebnissen nicht blind vertrauen. Denn bei der Übersetzung der Nutzeranfrage für die externen Dienste und bei der Interpretation der Antworten können dem Chatbot Fehler und Ungenauigkeiten unterlaufen, weil er die Materie inhaltlich nicht versteht [3].

Fazit

Chatbots sind vielseitige Helfer, die Sie für eine Menge kreativer Prozesse bedenkenlos einspannen können. Dabei erzielen Sie viel bessere Ergebnisse, wenn Sie sie gut briefen. Kritisch wird die Zusammenarbeit allerdings, wenn die KI Fakten zusammentragen soll. Dann müssen Sie jedes Detail gegenchecken. (jo@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jo Bager, Hartmut Gieselmann, Sylvester Tremmel: Gefährliches Halbwissen, Sieben Suchdienste mit KI im Vergleich, c't 10/2023, S. 18
- [2] Greta Friedrich, Arne Grävmeyer: Lesen und lesen lassen, Sprach-KI unterstützt beim Sichten von Forschungsarbeiten, c't 11/2023, S. 118
- [3] Jo Bager, Andrea Trinkwalder: Bot mit Zusatzkräften, Was ChatGPT-Plug-ins können, c't 18/2023, S. 128

Dienste und weitere Infos: ct.de/ygan

Online-Riesen an der Leine

Digital Services Act ist für Meta, X & Co. wirksam

Die größten Plattformen und Suchmaschinen in Europa müssen sich seit Ende August den Regeln des Digital Services Act unterwerfen. Nutzer können seitdem beobachten, wie die US-Konzerne allmählich die Vorgaben zur Inhaltsmoderation und Transparenz umsetzen.

Von Falk Steiner

Es wird ernst in Europa für die Betreiber großer Online-Plattformen: Ende August hat die EU die erste Stufe des „Gesetzes über digitale Dienste“ (Digital Services Act, DSA) scharfgestellt. 17 besonders große Anbieter mit mehr als 45 Millionen Nutzern in Europa müssen seit dem 25. August die DSA-Vorschriften für sogenannte „Very Large Online Platforms“ (VLOPs) umsetzen.

Bereits vor vier Monaten hatte die EU-Kommission als zuständige Behörde bekannt gegeben, wen sie zurzeit als VLOP definiert. Es geht nicht nur um soziale Plattformen wie Facebook, Instagram, LinkedIn, Snapchat, TikTok, X (ehemals Twitter) oder YouTube, sondern auch um Online-Marktplätze wie Zalando, Amazon, Alibaba Express und Booking.com. Diese müssen nun beispielsweise auch Meldungen von zweifelhaften Kommentaren und Bewertungen prüfen.

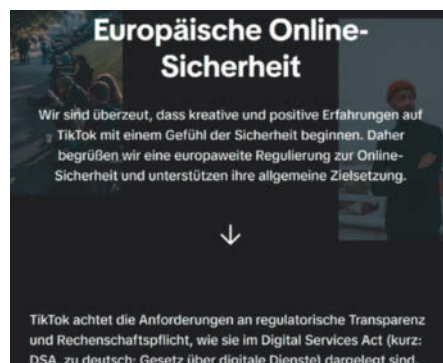
Nutzer dürften insbesondere neue, erzwungene Maßnahmen zur Inhaltsmoderation in sozialen Netzwerken bemerken. Der DSA schreibt den Betreibern vor, wie sie mit womöglich illegalen Inhalten umzugehen haben. Das Prinzip „Küm-

mern erst ab Kenntnis“ ließ die EU zwar unangetastet, aber sie schreibt nun Meldemöglichkeiten für sämtliche Arten rechtswidriger Inhalte vor. Konkrete Bearbeitungs- oder Löschrufen enthält der DSA nicht. Allerdings müssen die Betreiber Entscheidungen „zeitnah, sorgfältig, frei von Willkür und objektiv“ treffen.

Alle großen Plattformen müssen ihre Nutzer mit Begründung informieren, wenn deren Inhalte oder Konten dadurch betroffen sind. Aus der Begründung muss klar hervorgehen, ob eine Maßnahme aufgrund von Gesetzen oder aufgrund der Allgemeinen Geschäftsbedingungen ergriffen wurde. Gegen die Entscheidung dürfen Nutzer dem DSA zufolge ihrerseits vorgehen. Die EU will damit Willkürentscheidungen und dem sogenannten Overblocking vorbeugen.

NetzDG ist Geschichte

Für VLOPs ist in Deutschland nun das deutsche Netzwerkdurchsetzungsgesetz (NetzDG) Geschichte: „Da der Digital Services Act als Verordnung auf die von der Europäischen Kommission benannten An-



Mit dem „Europäischen Online-Sicherheits-Hub“ hat TikTok in 23 verschiedenen Sprachen eine „zentrale Anlaufstelle“ zur DSA-Umsetzung eingerichtet.

bieter sehr großer Online-Plattformen ab dem 25. August 2023 unmittelbar anwendbar ist, wird das NetzDG für diese Anbieter im Anwendungsbereich des DSA verdrängt werden“, bestätigte eine Sprecherin des Bundesjustizministeriums auf Anfrage c’t.

Viele VLOPs haben bereits neue Meldewege eingeführt. So können Nutzer von Facebook, Instagram, Google und TikTok möglicherweise rechtswidrige Inhalte gemäß den DSA-Vorgaben in den Kontextmenüs melden. X leitet derzeit (Stand: 30.8.2023) alle Nutzer in der EU zu einer englischsprachigen, sehr sperrigen Melde-seite um, die kaum den DSA-Vorgaben entsprechen dürfte. Auch die Pflicht für VLOPs, Nutzern einen nicht algorithmisch, sondern chronologisch sortierten Feed anzuzeigen, haben einige Plattformen bereits umgesetzt, darunter Facebook, Instagram und TikTok.

Die besonders großen Anbieter müssen der EU-Kommission künftig in Berichten darlegen, welche „systemischen Risiken“ sie selbst sehen und wie sie dagegen vorzugehen gedenken. Beispiele für solche Risiken sind laut EU etwa gesundheitsgefährdende Challenges auf TikTok, Wahlkampfbeeinflussungsversuche oder die massenhafte Verbreitung von Desinformation.

Auf diese Risiken will auch die Generaldirektion „Connect“ der EU-Kommission einen Schwerpunkt ihrer ersten Aufsichtstätigkeiten legen. In mehreren EU-Staaten stehen in den kommenden Monaten Wahlen an, im Juni 2024 dann die nächste Europawahl. Ob der DSA aber tatsächlich durchgesetzt werden kann, hängt auch davon ab, wie weit die Generaldirektion als zuständige Aufsichtsbehörde für die VLOPs dazu in der Lage ist. Mit zurzeit gut 100 Mitarbeitern soll sie fast 20 Plattformen beaufsichtigen.

Für die EU-Kommission liegt ein Teil der Lösung in den Mitgliedsstaaten: Diese müssen bis Februar 2024 eigene Aufsichtsstrukturen für die kleineren Anbieter aufbauen, für die der DSA dann ebenfalls wirksam wird. Die sogenannten „nationalen Koordinatoren“ – in Deutschland wird das die Bundesnetzagentur übernehmen [1] – könnten der EU-Kommission auch bei deren Aufsicht unter die Arme greifen, hoffen EU-Beamte. (hob@ct.de)

Literatur

- [1] Falk Steiner, Im Behördendschungel, Bundesregierung entscheidet Streit über Plattformaufsicht, c’t 20/2023, S. 42

Beleidigung in WhatsApp-Gruppe rechtfertigt Kündigung

Das Bundesarbeitsgericht macht die Vertraulichkeit privater Chatgruppen von der Art der darin geteilten Nachrichten abhängig.

Wenn sich Angestellte in einer privaten WhatsApp-Gruppe mit wenigen Mitgliedern „in stark beleidigender, rassistischer, sexistischer und zu Gewalt aufstachelnder Weise über Vorgesetzte und Kollegen“ äußern, können sie dafür außerordentlich gekündigt werden. Auf die Vertraulichkeit solcher Äußerungen könne man sich nur im Ausnahmefall berufen, urteilte das Bundesarbeitsgericht (BAG) in Erfurt (Az.: 2 AZR 17/23). Damit hob es eine gegen-teilige Entscheidung des Landesarbeitsgerichts (LAG) Niedersachsen auf.

Im konkreten Fall geht es um eine WhatsApp-Gruppe befreundeter Angestellter der Fluggesellschaft TUIfly. Eine dieser Personen gehörte der Gruppe nur etwa zwei Monate lang an und gab Teile des Verlaufs weiter, woraufhin diese beim Betriebsrat landeten. Dabei handelte es sich teils um rassistische, sexistische und menschenverachtenden Äußerungen wie „unsere Piloten müssten alle vergast werden“. Einer der Beteiligten bestätigte die Echtheit schriftlich. Der Arbeitgeber reagierte mit außerordentlichen Kündigungen, denen der Betriebsrat zustimmte.

Das LAG gab der Kündigungsschutzklage eines der Angestellten statt (Az.: 15 Sa 284/22) und erklärte, dass die Betroffenen von der Vertraulichkeit in einer WhatsApp-Gruppe ausgehen konnten. Das BAG widersprach nun: Ob man das erwarten könne, hänge vom Inhalt der Nachrichten, der Größe der Gruppe sowie

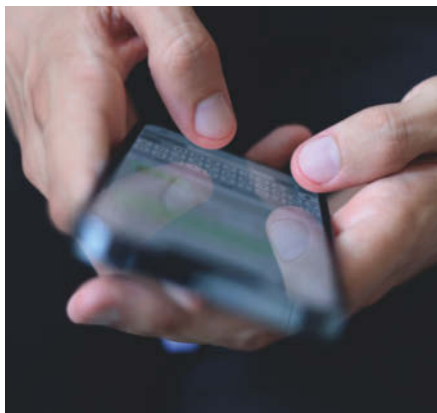


Bild: Karl-Josef Hildenbrand/dpa

Angestellte von TUIfly beleidigten in einer Chatgruppe Vorgesetzte und Kollegen – und wurden daraufhin gekündigt.

der personellen Zusammensetzung ab. Bei „beleidigenden und menschenverachtenden Äußerungen über Betriebsangehörige“ müsse besonders dargelegt werden, warum eine Nichtweitergabe habe erwartet werden können.

„Ist eine Chatgruppe eine Art Festung, ein Bollwerk, in dem alles erlaubt war und nicht befürchtet werden musste, dass es arbeitsrechtliche Sanktionen geben kann?“, fragte der Vorsitzende Richter die Anwälte der Streitparteien. „Das Internet ist kein rechtsfreier Raum. Auch kein Bollwerk gegen die Außenwelt“, meinte die Anwältin der TUIfly GmbH. Der Anwalt der Arbeitnehmer warnte vor weitreichenden Konsequenzen der Entscheidung: Niemand könne mehr auf Vertraulichkeit bauen. „Das Briefgeheimnis ist quasi geöffnet“, sagte er. (hob@ct.de)

E-Rezept wird bequemer

Das E-Rezept funktioniert noch nicht perfekt, aber immerhin schon besser als in den Vorjahren. Seit Mitte 2021 wurden laut Verband der Ersatzkassen **mehr als drei Millionen E-Rezepte** eingelöst – die meisten davon als Papiausdruck. Eigentlich war die E-Rezept-App als Königsweg gedacht, doch diese erfordert ein persönliches Identifikationsverfahren bei den Krankenkassen vor Ort.

Die Gematik rechnet damit, dass das E-Rezept mit dem im Juli gestarteten weiteren Einlöseweg mittels Gesundheitskarte „flächendeckend in den Apotheken verfügbar sein wird“. Bei diesem Verfahren stellt der Arzt dem Versicherten ein Rezept aus, das dieser mit seiner elektronischen Gesundheitskarte in der Apotheke einlösen kann. Da das Rezept über die Telematikinfrastruktur übermittelt wird, ist es hier nicht mehr notwendig, dass die Versicherten nur wegen des Rezepts in die Arztpraxis kommen.

(hob@ct.de)

Kurz & knapp

Meta hat ein KI-Modell namens **Code Llama** veröffentlicht, das auf seinem Sprachmodell Llama 2 aufbaut. Es dient dazu, neuen Programmcode zu generieren sowie von Menschen geschriebenen Code von Fehlern zu befreien. Code Llama darf frei genutzt werden, auch für kommerzielle Zwecke.

Die New York Times verbietet **OpenAIs GPTBot**, Inhalte von ihrer Website abzurufen. Der Crawler kopiert Inhalte aus dem gesamten Internet, mit denen OpenAI dann seine Sprachmodelle trainiert. Der Verlag will eine angemessene Vergütung für die Nutzung seiner Texte und erwägt auch eine Urheberrechtsklage gegen OpenAI.

Die Suchmaschine You.com hat ihren **KI-Chatbot über WhatsApp** zugänglich gemacht. Unter der Nummer +1 585-496-8266 steht er bereit. Er spricht auch Deutsch.

Mastodon erhält Volltextsuche

Der Kurznachrichtendienst Mastodon soll bis zum Erscheinen dieses Hefts eine Volltextsuche erhalten haben. Nutzer, die von X (ehemals Twitter) zu Mastodon gewechselt waren, hatten diese Funktion immer wieder nachgefragt. Bislang konnte man auf Mastodon nur nach Hashtags und Nutzernamen suchen, für eine **vollständige Suche nach den Inhalten der Beiträge** gab es nur Umwege, etwa externe Dienste wie Tootfinder.

Sobald die Volltextsuche auf einer Mastodon-Instanz verfügbar ist, soll es in den Profil-Einstellungen einen Unterbereich für „Privatsphäre und Reichweite“ geben, so Mastodon-Entwickler Renaud Chaput. Unter „Suche“ kann man dort erlauben, dass öffentlich geteilte Beiträge und gesondert auch die Profilseite von der Volltextsuche erfasst werden. Standardmäßig werden die Haken aber nicht gesetzt sein. (jo@ct.de)

Vernichtende Zwischenbilanz

Branchenverband Bitkom brandmarkt mangelhafte Umsetzung der Digitalstrategie

Ein Jahr, nachdem die Bundesregierung ihre Digitalstrategie verabschiedet hat, haben Wirtschaftsverbände und zivilgesellschaftliche Organisationen die Umsetzung scharf kritisiert.

Von Falk Steiner

Von 334 Vorhaben aus der Digitalstrategie seien nach dem ersten Jahr gerade einmal 38 abgeschlossen, 219 immerhin in Umsetzung, und 77 noch nicht einmal begonnen. Dieses schlechte Zeugnis stellte der Digitalwirtschaftsverband Bitkom der Ampelregierung jüngst aus. „Die erste Hälfte der Regierungszeit geht demnächst zu Ende, es sind aber noch 89 Prozent der digitalpolitischen Vorhaben der Bundesregierung offen“, klagte Bitkom-Präsident Ralf Wintergerst. Es brauche „jetzt einen ressortübergreifenden Kraftakt in der Digitalpolitik, wenn es die Bundesregierung mit der Digitalpolitik ernst meint und ihre vielen guten Projekte zum Erfolg führen will“.

Deutliche Kritik an der Koalition aus SPD, Grünen und FDP äußerten auch zivilgesellschaftliche Organisationen, Wissenschaft und Open-Source-Wirtschaft. Ein breites Bündnis aus 21 Organisationen, von Wikimedia über die Arbeiterwohlfahrt bis zum Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung (FifF), bemängelt eine Diskrepanz zwischen den Worten des Koalitionsvertrags und dem Regierungshandeln. Ein „digitalpolitisches Scheitern“ drohe auch dieser Bundesregierung – und damit ein langfristiger Schaden für Wirtschaft und Gesellschaft.

Auch Freie-Software-Verbände kritisierten die Ampel deutlich. Die Free Software Foundation Europe (FSFE) beklagte, dass die Bundesregierung Freie Software nicht stärker fördere. Staatliche Stellen setzten weiterhin größtenteils auf proprietäre Software, etwa bei der Behördencloud oder beim „Bundesclient“ des Informationstechnikzentrums des Bundes (ITZ-Bund) auf Basis von Windows 10. Das stehe in „eklatantem Widerspruch zum erklärten Ziel der Regierung, Freie Software und damit echte digitale Souveränität zu stärken“. Im Koalitionsvertrag der Ampelpartner hieß es noch: „Für öffentliche IT-Projekte schreiben wir offene

Standards fest. Entwicklungsaufträge werden in der Regel als Open Source beauftragt, die entsprechende Software wird grundsätzlich öffentlich gemacht.“

Keine Konsequenz

Mehr Engagement der Bundesregierung fordern die Organisationen hinter dem Bündnis „Bits & Bäume“ bei Digitalisierung und Klimaschutz. Die Ambitionen im Energieeffizienzgesetz zur Nutzung von Abwärme aus Rechenzentren etwa blieben deutlich hinter dem im Koalitionsvertrag formulierten Anspruch zurück. Laut dem Bündnis machen Rechenzentren heute drei Prozent des gesamten Stromverbrauchs in Deutschland aus. „Wir müssen generell dafür sorgen, dass unsere Digitalisierung weniger Ressourcen frisst“, forderte Friederike Hildebrandt vom Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND).

Der Sprecher des Chaos Computer Clubs (CCC) Dirk Engling fordert von der Bundesregierung, „dass sie endlich ihr Versprechen einlöst, den Einsatz von Staatstrojanern runterzufahren und die Schadsoftware-Branche nicht weiter zu bedienen“. Die Bundesregierung lehne ferner neue Überwachungsvorhaben wie die sogenannte Chatkontrolle nicht konsequent genug ab: „Die Ampel sollte hier endlich Farbe bekennen, ihren europäischen Einfluss nutzen und die Idee, Messenger-Nachrichten massenhaft zu scannen, ad acta legen.“ Die Bundesregierung vertritt zwar offiziell eine Position gegen die Überwachung von Messenger-Nachrichten, verweist jedoch darauf, dass sie in der EU hierfür bislang keine Mehrheiten finden würde. Auch D64, einst als SPD-naher Verein gegründet, schießt scharf gegen die digitale Sicherheitspolitik der SPD-Innenministerin Nancy Faeser: Die Bundesregierung müsse der Vorratsdatenspeicherung endgültig eine Absage erteilen, fordert der digitalpolitische Verein.

Die Bundesregierung selbst gibt sich zufrieden mit dem bislang Erreichten und dem eingeschlagenen Weg. Der stellvertretende Regierungssprecher Wolfgang Büchner erklärte: „Die Einschätzung des Bundeskanzlers ist, dass wir eine sehr gute Digitalstrategie verabredet und verabschiedet haben und dass wir dabei auch gut vorankommen.“ Bundesverkehrs- und Digitalminister Volker Wissing (FDP) erklärte auf X, ehemals Twitter: „Wir haben einiges umgesetzt. Vieles braucht noch mehr Tempo und Konsequenz.“ (hob@ct.de) **ct**

Vorhaben im Detail

Alle Vorhaben und ihre Einordnung

■ abgeschlossen ■ begonnen ■ nicht begonnen

Filter: Ressort Relevanz Komplexität Umsetzungsstand Quelle

Alles anzeigen Alles anzeigen Alles anzeigen nicht begonnen
Alles anzeigen abgeschlossen
Alles anzeigen begonnen
nicht begonnen

Ressort	Vorhaben	Relevanz	Komplexität	Umsetzungsstand	Quelle
Innere & Heimat	Cybersicherheit mittelständischer Unternehmen	***	***	***	ct
90 Gesamt	Datenschutz	***	***	***	ct
9 abgeschlossen	DESI Verwaltungstraining	***	***	***	ct
18 begonnen	Digitale Identitäten im Unternehmenskontext	***	***	***	ct
20 nicht begonnen					

Der Branchenverband Bitkom listet in einem durchsuchbaren Dashboard minutös auf, welche digitalpolitischen Vorhaben der Bundesregierung noch nicht umgesetzt seien.

Totalausfall nach Ransomware-Angriff bei CloudNordic

Der Cloudprovider CloudNordic hat durch eine Ransomware-Attacke fast alle Daten seiner Kunden verloren. Der Vorfall demonstriert, dass man als Kunde von Clouddiensten stets eigene Backups vorhalten muss.

Der dänische Cloudanbieter CloudNordic wurde am Freitag, dem 18. August, Opfer einer Ransomware-Attacke. Auch AzeroCloud, ein weiterer Cloudanbieter, ist von der Attacke betroffen. Beide Unternehmen gehören zur Certiga Holding, die in Dänemark registriert ist.

Den Angreifern gelang es, die Festplatten sämtlicher Server zu verschlüsseln, inklusive der Backup-Systeme. Website und E-Mail-Service des Betreibers fielen komplett aus. Mitarbeiter und externe Experten sehen laut CloudNordic keine Möglichkeit die Daten zu entschlüsseln. Das geforderte Lösegeld könne und wolle man nicht bezahlen. Darauf habe man sich mit der Polizei verständigt. Die Daten der Kunden sind nach jetzigem Stand unwiederbringlich verloren.

Laut dem dänischen Radiosender Radio4 sind hunderte Unternehmen betroffen, die Dienstleistungen von CloudNordic und AzeroCloud genutzt haben. Auch die Website von Netquest, einem weiteren Unternehmen, das zur Certiga Holding gehört, war bei Redaktionsschluss offline. Eine Anfrage via Mail, ob Netquest ebenfalls Opfer der Ransomware-Attacke geworden ist, kam samt Fehlermeldung zurück.

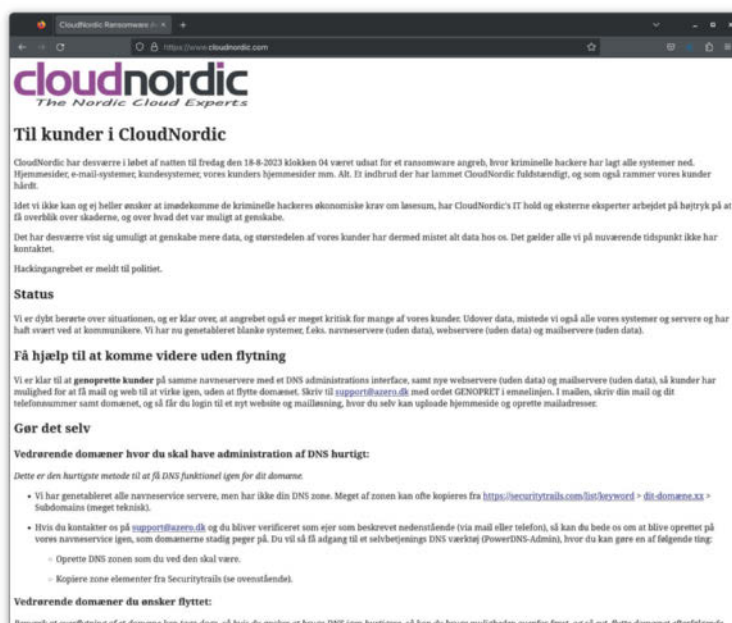
Auf einer provisorischen und simplen Website (siehe ct.de/y3mg) klärt CloudNordic über die vermuteten Hintergründe der Attacke auf.

Beim Umzug in ein neues Rechenzentrum seien Server, die offenbar zuvor unerkannt mit Schadsoftware infiziert wurden, an ein Netzwerk angeschlossen worden, das mit dem internen Management-Netzwerk verkabelt war. Aus dem internen Netzwerk heraus hätten die Angreifer sich dann Zugriff auf administrative Systeme, Kundenserver und Backups verschafft. Nach jetzigem Kenntnisstand seien zwar alle virtuellen Maschinen verschlüsselt worden, aber die Daten der Kunden nicht abgeflusst. Man sehe keine Anzeichen dafür, dass die Angreifer die Daten vorher eingesehen oder kopiert hätten.

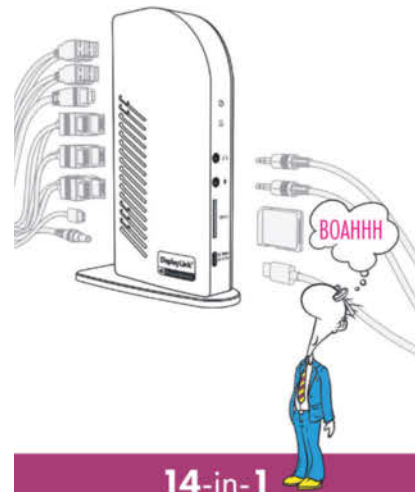
Inzwischen laufen Nameserver, Webserver und Mailserver wieder, jedoch ohne die bisherigen Daten. Der Provider bietet seinen Kunden an, die Systeme erneut einzurichten, damit sie nicht zu anderen Clouddiensten umziehen müssen. Dabei könne der Support unterstützen, sobald er die Identität der Kunden erfolgreich verifiziert hat.

Kunden, die selbst ein Backup ihrer Daten angelegt haben, dürften damit wieder auf die Beine kommen. Wer sich auf die Backup-Lösung des Anbieters verlassen hat, guckt aber in die Röhre. CloudNordic rät in diesem Fall zu öffentlichen Web-Archiven wie der Wayback Machine des Internet Archive, um die eigenen Websites zu rekonstruieren. Per Jakobsen, Direktor des Handelsunternehmens 5610eu, ist Kunde von CloudNordic und AzeroCloud. Gegenüber dem Sender Radio4 berichtet er, dass der Cyberangriff verheerend für sein Unternehmen sei. (ndi@ct.de)

Auf einer improvisierten Website fasst CloudNordic die wichtigsten Informationen für Kunden zusammen.



just
DOCK IT.
Revel in diversity



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

✓ Für USB-C und USB-A
Hostanschlüsse

✓ Für drei zusätzliche
Monitore bis 4K@60 Hz

✓ Mit 4 USB-A Ports (5 Gbit/s)

✓ Mit 1 USB-C Port (10 Gbit/s)

✓ Mit SD 4.0 Kartenleser
(300 MB/s)



Hier
erhältlich:

JETZT MEHR ERFAHREN:



www.icybox.de

icyboxofficial ICY BOX

RaidSonic Technology GmbH

Von Datenschutz und toten Kühen

Hackerkollektiv Cult of the Dead Cow veröffentlicht Privacy-Framework

Das berühmte Hackerkollektiv Cult of the Dead Cow, kurz cDc, das in den Neunziger Jahren mit der Remote-Access-Software Back Orifice zu internationaler Bekanntheit gelangte, gibt es noch. Jetzt hat es ein Framework veröffentlicht, das Entwickler in die Lage versetzt, einen verschlüsselten Peer-to-Peer-Datenaustausch in ihre Apps zu integrieren und somit die Privatsphäre der Nutzer zu schützen. Veilid heißt das Projekt. Die ersten Tester sind durchaus angetan.

Von Kathrin Stoll

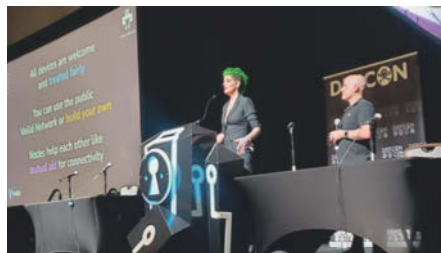
Die Köpfe hinter Veilid beschreiben das Projekt als „auf Datenschutz ausgelegte Plattform zur Verteidigung von Menschen- und Bürgerrechten“. Entwickler, die die Daten der Nutzer ihrer Anwendungen nicht monetarisieren und weitergeben wollen, können mobile und Desktop-Apps sowie Kommandozeilen-Tools und Webseiten auf Veilid aufbauen.

Dezentral und anonym

Konzeptionell macht Veilid Anleihen bei Signal, Tor und dem Interplanetary File System, kurz IPFS. Es ist laut den Machern jedoch schneller, für die mobile Nutzung optimiert und von Grund auf darauf ausgelegt, alle Dienste über ein anonym geroutetes Netzwerk bereitzustellen. Anders als bei Tor gibt es in Veilid keine sogenannten Exit-Nodes, die überwacht werden können;

anders als bei IPFS liegt Veilids Fokus explizit auf dem Schutz der Daten der Nutzer. Jede Installation einer App, die Veilid integriert, fungiert als Knoten eines dezentralisierten Peer-to-Peer-Netzwerks, das Clients anonym miteinander verbindet, ohne sie über zentralisierte Systeme zu leiten. Für Entwickler bedeutet das etwa, dass fürs Webhosting keine Kosten anfallen. Ähnlich wie bei einem Torrent-Dienst werden Daten nicht von einem zentralen Server heruntergeladen, sondern vollständig verschlüsselt zwischen den einzelnen Knoten geteilt. Wer keine anonym nutzbare App unter die Leute bringen, das Vorhaben jedoch unterstützen will, kann einen sogenannten Headless Node einrichten.

Geschrieben ist Veilid vornehmlich in Rust und etwas Python und Dart, unterstützt werden Linux, Android, macOS, iOS, Windows und WebAssembly. Die einzelnen Nodes kommunizieren über UDP und TCP. Jede Verbindung ist authentifiziert, Ende-zu-Ende-verschlüsselt, mit einem Zeitstempel versehen und digital signiert. Für die Verschlüsselung greifen die Entwickler auf etablierte Algorithmen zurück, die in Zukunft nach Bedarf durch stärkere Mechanismen ersetzt werden können.



Auf der Hacking-Konferenz Defcon in Las Vegas haben Mitglieder des Cult of the Dead Cow das Privacy-Framework Veilid vorgestellt. In dessen Entwicklung sind über drei Jahre Arbeit geflossen.



Den Cult of the Dead Cow gibt es seit den Achtzigerjahren. Jetzt meldet sich das Hackerkollektiv mit einem ambitionierten Datenschutz-Projekt zurück.

Erste Tester äußern sich positiv

Zu Demonstrationszwecken hat der cDc eine Chat-App namens VeilidChat angekündigt, für die Nutzer nicht einmal ihre Telefonnummer freigeben müssen. Wie man Zugang dazu erhält, will der Cult auf der Website des Projekts bekannt geben. Laut dem renommierten Journalisten und Autor des Buches „The Cult of the Dead Cow“, Joseph Menn, haben sich frühe Tester bereits positiv über das Framework geäußert. Auch die geschäftsführende Direktorin der Electronic Frontier Foundation (EFF) begrüßte das Projekt: „Es ist großartig, dass jemand ein Ende-zu-Ende-verschlüsseltes Framework für das Internet entwickelt. Wir können uns vom Überwachungskapitalismus verabschieden“, sagte sie der Washington Post.

Am Ende wird die größte Herausforderung wohl darin bestehen, Entwickler davon zu überzeugen, auf das Geschäft mit den Nutzerdaten zu verzichten und Veilid in ihre Anwendungen zu integrieren. Sollte das Netzwerk tatsächlich auf eine bedeutende Größe anwachsen, könnte das helfen, die Bestrebungen einiger Regierungen zu untergraben, starke Verschlüsselung mit Gesetzesentwürfen, die die Offenlegung von Nutzeridentitäten oder Inhalten auf Anfrage der Exekutive vorschreiben, effektiv zu verhindern. (kst@ct.de) **ct**

Website, technische Details und Projekt-Repository auf GitLab: ct.de/yame



Das war's, ich geb auf...

Ich gebe ja wirklich mein Bestes. Viren, Trojaner, Ransomware, Rootkits, DDoS, MITM-Angriffe, Adware, SQL Injection, Spyware – aber die IT-Sicherheit ist hier einfach nicht zu schlagen. Ich versuch's bei einem Unternehmen ohne **Firewall-Server** von Thomas-Krenn.

Todsicherer Schutz für Ihre IT
direkt vom Server-Hersteller

Jetzt bestellen:

thomas-krenn.com/safe

+49 (0) 8551.9150-300



**THOMAS
KRENN®**
IT's people business

Funktionchen für Windows 10 und 11

Windows 10 und 11 bekommen mit den optionalen Vorschau-Updates vom 22. August Fehlerkorrekturen, aber auch ein paar kleine neue Features.

Das optionale kumulative Update vom 22. August für Windows 11 – es heißt KB5029351 – erweitert Windows 11 Version 22H2 um ein paar Funktionen. So gibt es nun eine Gruppenrichtlinie namens „Optionale Updates aktivieren“, mit der Administratoren in Firmennetzen festlegen können, ob optionale kumulative Updates automatisch auf Clients installiert werden sollen. Eine ähnliche Funktion gibt es für Einzelplatzanwender schon länger – mit dem Schalter „Erhalten Sie die neuesten Updates, sobald sie verfügbar sind“ auf der Windows-Update-Hauptseite. Bugfixes gibts außerdem für Probleme und Instabilitäten mit Datenträgerverwaltung, Gruppenrichtliniendienst, Suchfunktion und Ähnliches.

Eine weitere Neuerung dürfte primär dazu gedacht sein, Wettbewerbshüter zu besänftigen, könnte als willkommenen Nebeneffekt aber auch den Komfort für Verbraucher verbessern: Softwareentwickler können Nutzer endlich zum Ändern von Standardanwendungen mit einem einzigen Klick direkt ins passende Untermenü der Einstellungen-App von Windows 11 schicken. Diesen Schritt hatte Microsoft bereits Ende März angekündigt (Details via ct.de/ywth).

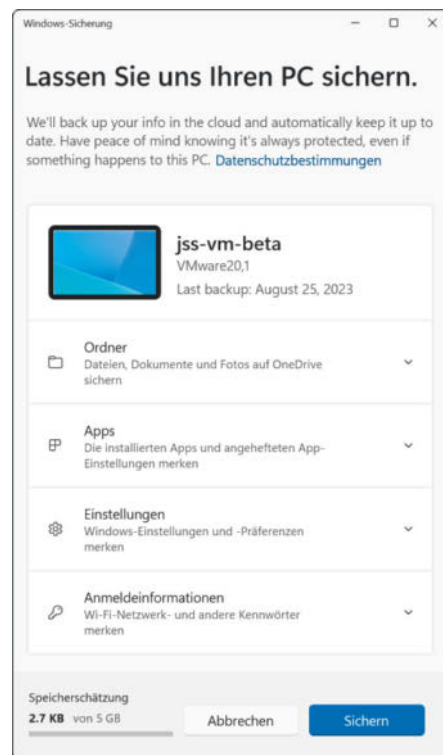
Nicht nur Windows 11, auch Windows 10 bekommt Korrekturen. Das optionale Update KB5029331, ebenfalls vom 22. August 2023, bringt neben Bugfixes, die in Teilen deckungsgleich mit denen für Windows 11 sind, auch eine App namens „Windows-Sicherung“. Damit meint Microsoft kein Offline-Backup (zum Beispiel auf einer externen Festplatte), sondern das Sichern von eigenen Dateien, Infos zu installierten und angepinnten Apps, diversen Windows-Einstellungen und hinterlegten Passwörtern auf den Servern des US-Konzerns – das geht natürlich nur, wenn man sich mit einem Microsoft-Konto an Windows anmeldet. Für Windows 11 existiert diese App auch schon, ist aber bislang nur in den vier Test-Channels der Betatest-Community Windows Insider zu finden.

Daneben gibts auch eine nicht näher erläuterte Verbesserung der Standortermittlung und Benachrichtigungen aus dem Microsoft-Konto im Startmenü, sowie kleinteilige Fehlerkorrekturen für Probleme mit der Synchronisierung von Windows-Einstellungen und – wie bei Windows 11 – für eventuelle Instabilitäten unter anderem mit der Datenträgerverwaltung.

Microsoft fasst alle Änderungen der Updates auf den dazugehörigen Support-Seiten zusammen (siehe ct.de/ywth). Wie bei allen optionalen, nicht sicherheitskritischen kumulativen Updates üblich, dürften die Korrekturen kurze Zeit später bei

allen Anwendern landen, und zwar am darauffolgenden Patchday – in diesem Fall also ab dem 12. September. (jss@ct.de)

Update-Doku, Standard-Apps:
ct.de/ywth



Schon da für Windows 10 und bald auf Windows 11: Eine App, die per Klick Daten und Einstellungen sichert – in der Microsoft-Cloud.

Einlenken bei Bing und Edge

Manche Windows-Lästigkeiten behebt Microsoft erst, wenn dem Konzern ansonsten durch Regulierungsmaßnahmen allzu großes Ungemach drohen würde. Ein Paradebeispiel dafür ist die aggressive Integration des hauseigenen Suchdienstes Bing und des Browsers Edge in allen möglichen Funktionen des Betriebssystems.

Mit den jüngeren Windows-11-Vorabversionen im Dev-Kanal der Betatest-Community Windows Insider lenkt Microsoft ein wenig ein. In der Ende August freigegebenen Version mit der Build-Nummer 23531 **wird der Standardbrowser geöffnet, wenn man etwa in den Wid-**

gets oder in Suchergebnissen Links anklickt. Bislang öffneten derartige Klicks die Links stets in Edge – auch dann, wenn der gar nicht als Standardbrowser eingestellt ist.

Zudem lässt sich die Desktop-Suchfunktion schon seit Version 23521 so einstellen, dass Eingaben zwecks Anzeige von Web-Suchergebnissen nicht automatisch an Microsoft Bing, sondern an eine andere Suchmaschine geschickt werden. Ganz leicht möchte Microsoft es den Anwendern dann aber doch nicht machen: Ein anderer Suchprovider lässt sich nur dann einstellen, wenn man über den Store eine

App des gewünschten Suchdienstes installiert, die die Suche ins System integriert.

Die Änderung betrifft nur Windows-11-Installationen im Europäischen Wirtschaftsraum. Wir rechnen bis auf Weiteres auch nicht damit, dass sie schon in diesem Herbst mit der nächsten Windows-11-Ausgabe (Version 23H2) an die breite Masse verteilt wird – im Dev-Channel testet Microsoft üblicherweise Funktionen, die noch ein halbes bis ganzes Jahr in der Zukunft liegen. (jss@ct.de)

Insider-Doku: ct.de/ywth

Linux-Anbieter SUSE verlässt die Börse

Erst im Mai 2021 hat der Investor EQT den deutschen Linux-Spezialisten SUSE an die Börse gebracht, nach zwei Jahren soll damit jetzt Schluss sein: EQT will die Anteile zurückkaufen und das Unternehmen von der Börse nehmen. Eine langfristige Entwicklung sei abseits der Börse einfacher.

Mit großen Plänen ist SUSE im Jahr 2021 an die Frankfurter Börse gegangen: 2020 hatte das Unternehmen den Kubernetes-Spezialisten Rancher für 500 Millionen US-Dollar gekauft und sich eine neue Zukunftsstrategie bereitgelegt. Die Enterprise-Linux-Distributionen für Server und Desktop sollten ein wichtiges Standbein bleiben, im Kubernetes-Geschäft sah man die Chancen für Wachstum. Zum Stückpreis von 30 Euro wurden die Aktien damals ausgegeben, die Mehrheit von über 79 Prozent behielt trotz des Börsengangs aber stets der Investor EQT, der 2018 bei

den Nürnbergern eingestiegen war. Bei deutschen Investoren wuchs die Hoffnung, dass es ausgerechnet ein deutscher Linux- und Open-Source-Pionier mit US-Schwergewichten im Cloudgeschäft aufnehmen könnte.

Doch nach anfänglichem Höhenflug bis auf 40 Euro brach der Kurs an der Börse ein und unterschritt sogar die Marke von 10 Euro, bevor EQT im August verkündete, die Aktien für 16 Euro zurückkaufen zu wollen. Die Aktionäre werden aber nicht gezwungen, ihre Anteile zu verkaufen – die können sie auch ohne Börsenhandel behalten.

Erst im Mai musste das Unternehmen eine Gewinnwarnung herausgeben: Das Wachstum im Cloudgeschäft sei geringer als erwartet und wegen wirtschaftlicher Unsicherheit seien Kunden weniger bereit, Verträge mit langer Laufzeit abzuschließen. Abseits der Börse will man das Geschäftsmodell jetzt ohne Blick auf kurzfristige Ergebnisse weiterentwickeln. Ver-



Bild: SUSE

Der neue SUSE-Chef ist kein Unbekannter in der Enterprise-Linux-Szene: Dirk-Peter van Leeuwen kommt von Red Hat.

antwortlich ist der neue CEO Dirk-Peter van Leeuwen, der zuvor 18 Jahre für Mitbewerber Red Hat gearbeitet hat.

(jam@ct.de)

OpenTF-Foundation macht Ernst mit Terraform-Fork

Als der Softwarehersteller HashiCorp Anfang August ankündigte, die eigenen Kernprodukte zukünftig unter die Business Source License (BSL) zu stellen, formierte sich schnell Widerstand in der Terraform-Community. Terraform gehört zu den populärsten Werkzeugen von HashiCorp und ist eines der meistgenutzten Werkzeuge für Infrastructure as Code (IaC). Ein Zusammenschluss aus Unternehmen und Einzelpersonen, die öffentlich als OpenTF-Foundation auftreten, positionierte sich mit einer Erklärung namens „The OpenTF-Manifesto“ (siehe ct.de/yj5e) gegen den Lizenzwechsel.

Die OpenTF-Foundation forderte im Manifest von HashiCorp zunächst, die Lizenzänderung zurückzunehmen, andernfalls würde man die letzte Version von Terraform, die unter der Mozilla Public License 2.0 Lizenz steht, forken. Nachdem HashiCorp keine Anstalten machte, zurückzurufen, kündigte die **OpenTF-Foundation jetzt den Fork an**. OpenTF soll Terraform 1:1 ersetzen und alle bisherigen Provider und Module unterstützen. Der Fork soll in ein bis zwei Wochen veröffent-

licht werden, den Fortschritt kann man bereits auf einer Roadmap auf GitHub einsehen (siehe ct.de/yj5e). Aktuell bemüht sich die OpenTF-Foundation, Teil der Linux Foundation zu werden. Langfristig soll das Projekt in die Cloud Native Com-

puting Foundation (CNCF) eingegliedert werden.

Die OpenTF-Foundation sieht die Business Source License nicht als vollwertige Open-Source-Lizenz an. Zwar bleibt auch unter der BSL der Quellcode öffentlich einsehbar, HashiCorp verbietet aber die Nutzung und Modifikation, wenn das Ziel verfolgt werde, damit in Konkurrenz zu HashiCorp zu treten. Als Beispiel für ein Konkurrenzangebot nennt das Unternehmen in seiner FAQ zur Lizenzänderung ein hypothetisches Embedded-Terraform-Produkt. Die Definition von „Konkurrenzprodukt“ sei laut OpenTF jedoch zu vage. Unternehmen könnten sich nicht darauf verlassen, dass sie die Lizenz einhalten, wenn sich die eigenen Produkte oder die von HashiCorp künftig weiterentwickeln. Außerdem untergrabe die Lizenzänderung die Bemühungen der sehr aktiven Terraform-Community, die sich nach anderen Projekten umsehen dürfte, die „wirklich Open Source seien“. Bis zum Redaktionsschluss wurde das Manifest von 126 Unternehmen, 10 Open-Source-Projekten und 565 Einzelpersonen unterzeichnet. (ndi@ct.de)

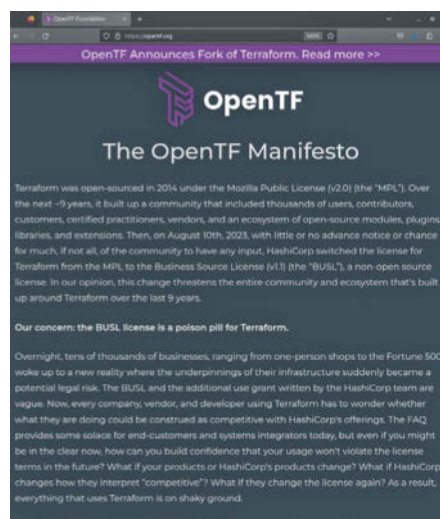


Bild: opentf.org

Klarmachen zum Entern: Die OpenTF-Foundation will Terraform unter der bisherigen MPL-Lizenz weiterführen.

Google sagt: Microsoft ist schuld

Späte Reaktion nach Sperrung der Mail-Domain ct.de

Mitte Juni nahm Google plötzlich keine Mails von ct.de mehr an, die Reputation der Domain sei zu gering. Jetzt hat sich das Unternehmen geäußert und zeigt mit dem Finger auf Microsoft.

Von Michael Fischer von Mollard und Jan Mahn

Fast einen Monat lang konnten Mitarbeiter der c't mit einer @ct.de-Adresse nicht an Server von Google mailen – weder an @gmail.com noch an die zahlreichen Unternehmen, die ihre Mails bei Google verwalten lassen. In der Fehlermeldung beklagten sich die Server über mangelnde Reputation der Domain ct.de [1]. Die Postmaster-Tools, die Google für solche Fälle für Mail-Admins bereitstellt, halfen nicht weiter. In seinen FAQ spricht Google selbst davon, dass die Informationen erst bei einer Größenordnung von Hunderten Mails pro Tag aussagekräftig sind – und diese Grenze erreicht die Domain nicht. Im Juli war das Problem dann so plötzlich verschwunden, wie es gekommen war.

Mit einer Erklärung ließ sich Google bis Ende August Zeit, doch die hatte es in sich: Schuld sei Microsoft. Weil der Verlag für Videotelefonie Teams einsetzt, enthielt der SPF-Eintrag (Sender Policy Framework) im DNS für ct.de den Eintrag:

```
include:spf.protection.outlook.com
```

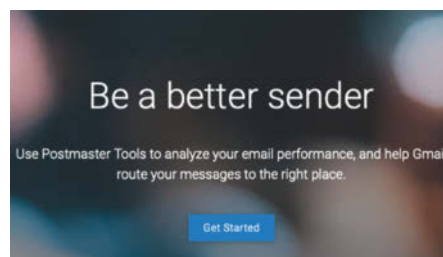
Empfangende Mailserver können diesen Eintrag auswerten und ihm entnehmen, wer Mails im Namen einer Domain versenden darf. Dass Microsofts Server be-

rechtigt wurden, ist Standard für Unternehmen, die Teams nutzen und das System zum Beispiel Termineinladungen verschicken lassen wollen. Zum Problem wurde der SPF-Eintrag, weil Microsofts Server eine extrem ungewöhnliche Art der direkten Weiterleitung einsetzen, die Spammer ausnutzen können. Beschrieben wird das Problem auch in einem wissenschaftlichen Paper aus dem April [2].

Um das Problem zu verstehen, muss man wissen, dass es auf Ebene des Mailprotokolls SMTP einen für die Nutzer meist unsichtbaren Envelope-Absender gibt, der von dem Absender abweichen kann, den Sender und Empfänger in ihren Mailprogrammen sehen (dem From-Header). Für SPF ist der Envelope-Absender entscheidend.

Offene Weiterleitung

Die Spammer nutzen aus, dass Microsofts Mailserver sogenanntes Open Forwarding erlauben – als Nutzer kann man eine dauerhafte Weiterleitung einrichten. Bei Accounts von Privatanutzern, die über outlook.com senden, setzt Microsoft in dem Fall den Envelope-Absender auf die Domain outlook.com, bei Geschäftskunden jedoch nicht. Bei ihnen wird beim Weiterleiten der Absender aus dem From-Header




Postmaster-Tools von Google: Die Anlaufstelle für Mailserverbetreiber liefert nicht immer aussagekräftige Informationen, wenn es bei der Zustellung Probleme gibt.

als Envelope-Absender übernommen und die Mail so an die eingestellte Adresse gesendet. Spammer brauchen also Zugriff auf ein Geschäftskundenkonto, hinterlegen dort die Adresse ihres Spam-Opfers (in diesem Fall ein Konto bei Google) als Weiterleitungsadresse.

Dann müssen sie sich nur eine beliebige Domain aussuchen, die den gängigen SPF-Eintrag für Microsoft-Server enthält. Von ihrer eigenen Adresse senden sie Mails an das Konto bei Microsoft, setzen aber als From-Header zum Beispiel eine ct.de-Adresse. Microsoft nimmt die Mail an, ändert den Envelope-Absender und leitet sie direkt an das Opfer weiter. Genau das ist laut Google mit der Domain ct.de passiert: Am 15. Juni stieg das Mailvolumen von der Domain um rund den Faktor 2000, alle problematischen Mails kamen über Microsoft-Server. Anstatt diese Server auszubremsen, entschied sich Google dafür, die Reputation der Domain zu senken.

Googles Reaktion ist teilweise verständlich, die nicht funktionierenden Postmaster-Tools, die Reaktionszeiten und das Kommunikationsverhalten sind für Mail-Admins jedoch extrem unbefriedigend. Microsofts Vorgehen dagegen ist ein echtes Sicherheitsproblem: Weil Teams-Admins den entsprechenden SPF-Eintrag massenhaft setzen, haben Microsofts Mailserver eine exponierte Rolle – die spammerfreundliche Weiterleitung ist dann schlicht unangemessen. Mitte August erfuhren wir über DMARC-Reports von einem ähnlichen Vorfall – diesmal schickten die Microsoft-Server im Namen von ct.de an Yahoo-Adressen. Der SPF-Eintrag für ct.de ist seitdem geändert und Microsofts Server sind entfernt.

Der Vorfall macht aber auch deutlich, dass SPF aus einer anderen Zeit stammt, in der es noch üblich war, dass Mailserver dezentral von Organisationen betrieben werden. Heute ist es dagegen üblich, dass große Provider die Mails für ihre Kunden abwickeln und mit dem dann unvermeidlichen include: im SPF-Eintrag gibt man als Admin die Kontrolle über die ausgehenden Server aus der Hand – das verwässert den Wert eines SPF-Eintrags. (jam@ct.de) 

Literatur

- [1] Jan Mahn, Google stufte ct.de als Spamschleuder ein, c't 19/2023, S. 35
- [2] E. Liu et al., Forward Pass: On the Security Implications of Email Forwarding Mechanism and Policy, arXiv, 19. April 2023, <https://arxiv.org/pdf/2302.07287.pdf>

Phishing-Angriffe im Namen der Finanzverwaltung

Cyberkriminelle versuchen aktuell, Menschen mithilfe vermeintlicher Mails von Steuerbehörden abzuzocken. Die Masche kann man aber an einigen Unstimmigkeiten erkennen.

Das Landeskriminalamt Niedersachsen warnt vor Phishing-Mails, die dem Anschein nach vom Bundesministerium der Finanzen stammen. Die Mails beziehen sich vorgeblich auf die Einkommenssteuererklärung, den Steuerbescheid oder einen Steuerbetrug. Als Absender nennen die Täter zum Beispiel ein „Hauptamt der deutschen Finanzverwaltung“ oder schlicht die „Steuerbehörde“.

In der Mail heißt es unter Verweis auf eine angehängte Datei (PDF oder Bild), dass eine Steuerprüfung stattgefunden habe. Öffnet man den Anhang, droht prinzipiell bereits Gefahr durch Schadsoftware; in den bisher bekannten Fällen erhielten Betroffene ein unverseuchtes Schreiben mit scheinbar offiziellem Briefkopf. Das Deutsch im Brief ist weitgehend korrekt, ungewöhnliche Begriffe wie „Fö-

deration“ statt „Bund“ deuten aber auf eine Übersetzungssoftware hin.

Die vorgebliche Finanzbehörde teilt in dem Schreiben mit, dass sie bei einer Prüfung eine oder mehrere Straftaten festgestellt habe. Der Mailempfänger müsse nun beispielsweise „7.108 €“ zahlen. Die Betroffenen sollen auf die Mail antworten, um Bankdaten für die Zahlung zu erhalten. Dabei setzen die Täter die Empfänger psychisch unter Druck, indem sie enge Fristen wie 48 Stunden setzen und mit strengen Haft- und Geldstrafen drohen.

Wenn man wie von den Betrügern gefordert auf die Mail reagiert, geht die Antwort an Mailadressen mit ausländischen Länderkürzeln wie .it, .es oder .bg. Im nächsten Schritt senden die Täter eine Bankverbindung zurück. Unter Umständen fordern sie auch Bilder vom Personalausweis an. Damit droht zusätzlich ein Identitätsdiebstahl. Denkbar sind außerdem Links zu angeblichen Zahlungsseiten oder Schadsoftware.

Die Betrugsmasche ist vergleichbar mit Phishing-Mails, die angeblich von der

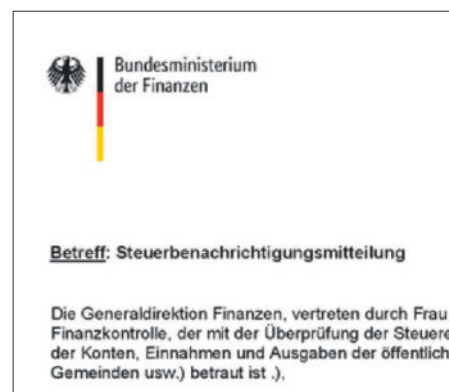


Bild: LKA Niedersachsen

Mit gemailten PDFs im Namen der Steuerverwaltung wollen Betrüger Menschen zu Überweisungen verleiten.

Polizei, dem BKA, Europol oder dem Zoll stammen. Keine dieser Behörden würde eine Anzeige oder gar Zahlungsaufforderung per Mail verschicken. Das LKA rät daher, solche Mails umgehend zu löschen. Geschädigte sollten möglichst schnell ihre Bank einschalten und Anzeige bei der Polizei erstatten. (mon@ct.de)

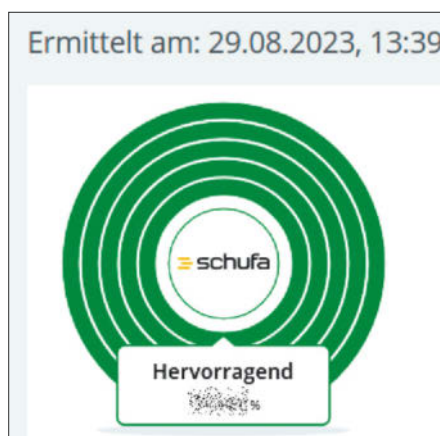
Regierung contra Schufa

Das Bundesministerium für Verbraucherschutz hat der Schufa vorgeworfen, dass Verbraucher trotz „Transparenzoffensive“ bisher „noch **keinen ausreichenden Einblick in die angewendeten Regeln**“ zur Berechnung ihrer Kreditwürdigkeit erhalten. Das Ministerium von Steffi Lemke (Grüne) fordert, dass Bürger verständlich sehen können, welche Handlungen ihre Bonität positiv oder negativ beeinflussen.

Gegenüber dem Spiegel ließ das Ministerium verlauten, dass der „Score-Simulator“ nur ein kleiner Fortschritt sei. Den kostenlosen Einblick in den Bonitäts-Punktwert (Score) über den Dienst „Bonify“ bewertet das Ministerium zudem kritisch, da Girokontodaten darüber auch an die Schufa gelangen könnten. Bedenken gab es außerdem wegen der kürzlich aufgedeckten Sicherheitslücke bei der Bonify-Registrierung (c't 19/2023, S. 38).

Nachdem der Anbieter Forteil Bonify zunächst komplett abgeschaltet hatte, ist der Dienst mittlerweile wieder im Browser

und über die App erreichbar. Auch Bestandsnutzer müssen jedoch zunächst einen Verifikationsprozess durchlaufen. Die Schufa selbst zeigt in ihrem Bezahl-Abo „MeineSchufa“ den Basisscore nun als Echtzeitwert an. (mon@ct.de)



Die Schufa wird nur in Trippelschritten transparenter – neuerdings erhält man den Basisscore in Echtzeit.

Kurz & knapp

Google und die Modular Open Source Identity Platform (MOSIP) sind der **Open Wallet Foundation** beigetreten. Die Initiative der Linux Foundation soll offene Interoperabilitäts- und Sicherheitsstandards für Wallets entwickeln.

Im ersten Halbjahr 2023 hat das **Girocard-System** neue Rekorde erzielt. Kunden nutzten die Karte 3,65 Milliarden Mal (2022: 3,17 Milliarden; plus 15 Prozent). Die Umsätze stiegen um 10,6 Prozent von 134 auf 149 Milliarden Euro.

Das US-Justizministerium hat Anklage gegen die drei Gründer des **Kryptowährungs-Mixing-Dienstes Tornado Cash** erhoben. Nutzer des Services auf der Ethereum-Blockchain sollen im großen Stil Geldwäsche betreiben.

Bit-Rauschen

Nvidia zieht an Intel vorbei, KI-Superrechner, ARM-Börsengang



Nvidia macht mit KI-Chips ein Riesenplus und überholt Intel beim Umsatz. Cerebras baut mächtige KI-Cluster. ARM verrät im Börsenprospekt Schwächen.

Von Christof Windeck

Das wichtigste Thema für Chipentwickler ist derzeit KI. Auch bei der diesjährigen Ausgabe der Konferenz Hot Chips in Stanford drehte sich alles darum. Die hitzige Nachfrage nach den derzeit knappen KI-Beschleunigern und die waghalsigen Risikoinvestitionen in KI-Projekte erinnern an den Hype der Kryptowährungen vor einigen Jahren.

Nvidia profitiert davon wie kein Zweiter und machte im zweiten Kalenderquartal 2023 mit 13,5 Milliarden US-Dollar mehr Umsatz als Intel (12,9 Milliarden). Der Nvidia-Gewinn lag mit 6,2 Milliarden US-Dollar höher als der gesamte Umsatz von AMD (5,4 Milliarden) im selben Zeitraum. Auch beim kalifornisch-taiwanischen Serverhersteller Supermicro klingelt die KI-Kasse. Das laufende Geschäftsjahr, das Mitte 2024 endet, könnte das erste mit über 10 Milliarden US-Dollar Umsatz für die Firma werden. Betreiber von Hyperscale-Rechenzentren schichten Investitionen um, angeblich will Facebook 10 Prozent weniger „normale“ Server kaufen und viel Geld in KI-Cluster stecken.

Sehr gut läuft es auch bei Cerebras, dem Hersteller der fast Wafer-großen KI-Beschleuniger „Wafer Scale Engine“ WSE-2: Cerebras kooperiert mit der Firma G42 aus den Vereinigten Arabischen Emiraten, hinter der wie weiland bei Globalfoundries der Staatsfonds Mubadala steht. Gemeinsam mit G42 baut Cerebras einen internationalen Verbund aus KI-Supercomputern auf, die Condor Galaxy (CG). Das erste System CG-1 aus 64 Racks, in denen jeweils ein WSE-2-System und einige

AMD-Epyc-Server sitzen, entsteht bei einem Colocation-Hoster im kalifornischen Santa Clara. CG-1 soll 4 Exaflops Rechenleistung bei der Verarbeitung von FP16-Daten liefern und bietet 82 TByte superschnelles RAM, was für riesige KI-Modelle mit bis zu 600 Milliarden Parametern genügen soll.

ARM-Hürden


Auch der CPU-Architektorentwickler ARM setzt auf KI und stellte kurz vor dem geplanten Börsengang auf der Hot Chips die neuen Prozessorkerne Neoverse N2 für Server vor. Sie gehören zur Mikroarchitekturgeneration ARMv9, die ARM mehr Umsatz bringen soll. Neoverse N2 ist ein etwas abgespeckter und effizienter Verwandter der Technik Neoverse V2, die etwa Nvidia in die „Grace“-Prozessoren mit je 72 Kernen und sehr schnellem

LPDDR5X-Speicher steckt. Das schnelle RAM bringt speziell KI-Algorithmen auf Trab.

ARM will den Neoverse N2 am liebsten als Bündel aus mehreren untereinander vernetzten Kernen verkaufen. Solche Pakete hat ARM schon testweise von Chip-Auftragsfertigern produzieren lassen und kann daher bestimmte Eigenschaften garantieren. Mit den Instant-Kernpaketen sollen Chipentwickler schneller und zuverlässiger zum Ziel kommen und Entwicklungsaufwand sparen. Für ARM soll sich das in höheren Lizenzeinnahmen auszahlen. Außerdem hofft ARM, dass es Kunden von RISC-V-Technik abhält, für die es vergleichbare Pakete bisher nicht gibt.

ARM will bald an die Börse, aber einige Details im Börsenprospekt bremsen die Euphorie. So will der bisherige Eigner SoftBank eine Aktienmehrheit behalten und die vom Börsengang erhofften Milliarden selbst einstreichen. ARM hingegen baut mit einem Abfindungsprogramm für freiwillig gehende Mitarbeiter weiter Stellen ab, denn Umsatz und Gewinn fielen 2022 leicht. 24 Prozent des ARM-Umsatzes kommen aus China, weshalb Sanktionen das Geschäft behindern könnten. Nur vier Kunden sorgen für weitere 33 Prozent des Umsatzes. Es wird spannend, wie der Börsengang verläuft.

Im Herbst könnten endlich Details zu den angeblich superstarken ARM-Kernen der Qualcomm-Tochter Nuvia kommen, denn am 24. Oktober startet der diesjährige „Snapdragon Summit“ – trotz der verheerenden Waldbrände wieder auf der hawaiianischen Insel Maui. Die Nuvia-Oryon-Kerne sollen angeblich nicht bloß einen Snapdragon 8cx Gen4 für Windows-Notebooks befeuern, sondern auch einen Smartphone-Chip. Qualcomm zielt außer auf Apples M3 also auch auf den erwarteten A17 fürs iPhone 15 Pro. Der taiwanische Qualcomm-Konkurrent MediaTek hat ebenfalls Notebook-Ambitionen, vielleicht in Form eines ARM-SoCs mit GeForce-GPU-Chiplet von Nvidia. Diese Kombination entwickelt MediaTek jedenfalls schon für den Einsatz in Autos.

Neuheiten gibts auch zum angeblichen Superprozessor Tachyum Prodigy, der eigentlich schon 2020 mit 64 Kernen und 7-Nanometer-Technik kommen sollte, dann aber 2022 mit 128 Kernen und 5 Nanometern. Nun ist er zwar immer noch nicht da, soll aber 192 Kerne haben, falls er erscheint. (ciw@ct.de) 



In den USA baut Cerebras gemeinsam mit G42 aus den Vereinigten Arabischen Emiraten den ersten von sechs extrem leistungsfähigen KI-Supercomputern namens Condor Galaxy auf.

AMD Radeon RX 7700 XT und RX 7800 XT: Grafikkarten-Nachschub für Gamer

Zwei neue Radeon-Karten sollen flüssiges Spielen in WQHD-Auflösung ermöglichen. Zugleich schließt AMD damit eine Lücke in der 7000er-Serie.

Seit dem 6. September bietet AMD die Grafikkarten Radeon RX 7700 XT und RX 7800 XT an. Mit 12 GByte beziehungsweise 16 GByte GDDR6-Speicher sollen sie der GeForce RTX 4060 Ti und RTX 4070 von Nvidia Paroli bieten. Laut AMD bringen sie ausreichend Leistung mit, um anspruchsvolle 3D-Spiele wie das Action-Adventure Star Wars Jedi: Survivor bei einer Auflösung von 2560 × 1440 Pixeln und maximaler Detailstufe mit über 60 fps darzustellen. Damit sortieren sich die RX 7700 XT und RX 7800 XT zwischen der Radeon RX 7600 und der 7900 GRE ein.

Auf beiden neuen Karten sitzt eine Navi-32-GPU, die aus Chiplets besteht. Das Graphics Compute Die (GCD) der RX 7800 XT enthält 3840 Shader-Kerne, die mit bis zu 2430 MHz takten. Daneben sitzen vier Memory Cache Dies (MCD) mit den Speichercontrollern und jeweils 16 MByte Infinity Cache. Die GPU greift über 256 Datenleitungen auf 16 GByte GDDR6-RAM zu. Die Radeon RX 7700

XT hat AMD etwas abgespeckt. So sind im GCD lediglich 3556 Shader-Kerne aktiv, die jedoch mit maximal 2544 MHz etwas schneller laufen. Zudem deaktiviert AMD ein MCD, was den Cache auf 48 MByte und die Anbindung des 12 GByte großen Videospeichers auf 192 Bit beschränkt.

In unseren ersten Tests erreicht die 549 Euro teure Radeon RX 7800 XT 17.276 Punkte im 3DMark Time Spy und ist damit genauso schnell wie die GeForce RTX 4070. Die Radeon RX 7700 für 489 Euro kommt in unseren Messungen auf 15.539 Punkte und schlägt die GeForce RTX 4060 Ti deutlich.

Noch diesen Monat soll zudem ein aktualisierter Grafiktreiber mit Fidelity-

FX Super Resolution 3 erscheinen. Dabei kombiniert AMD das Upscaling mit Fluid Motion Frames – eine Technik, die Zwischenbilder in Spielen anhand der Bewegungsvektoren errechnet. Zu den ersten Spieletiteln mit FSR 3 zählen Crimson Desert, Cyberpunk 2077, Forspoken, Immortals of Aveum und Warhammer Space Marine. Am Jahresanfang 2024 will AMD das Upscaling sowie Anti-Lag+ für kurze Eingabelatenzen und Radeon Boost für die dynamische Anpassung der Render-Auflösung als HyperX in den Treiber integrieren, sodass DirectX-11- und -12-Spiele diese ohne größere Softwareänderungen nutzen können.

(chh@ct.de)

Statt des 12+4-poligen 12VHPWR-Anschlusses verwendet AMD bei den neuen Radeon-Karten zwei etablierte, achtpolige PEG-Stromstecker.



Bild: AMD

Mainboards für Core i-14000 mit Wi-Fi 7

Die taiwanischen Board-Hersteller bringen überarbeitete Modelle ihrer **LGA1700-Mainboards mit Serie-700-Chipsätzen**. Hintergrund ist, dass Intel zu den im Oktober erwarteten Prozessoren der 14. Core-i-Generation keine neuen Chipsätze auflegen wird. Beim Core i-14000 handelt es sich um ein Refresh der Core i-13000 „Raptor Lake“ mit etwas mehr Takt.

Bereits auf der IT-Messe Computex Anfang Juni haben Asrock, Gigabyte und MSI überarbeitete High-End-Boards mit Z790-Chipsatz ausgestellt. Sie sollen unter anderem WLAN-Module mit dem neuen Wi-Fi-7-Standard IEEE 802.11be tragen. Allerdings waren die Module zum damaligen Zeitpunkt noch nicht fertig (siehe c't 15/2023, S. 34). Nun präsentiert Asus die zwei Boards ROG Maximus Z790

Dark Hero und ROG Strix Z790-A Gaming WiFi II, die jeweils mit dem Wi-Fi-7-Modul BE200 von Intel ausgestattet sind, das einen Durchsatz von bis zu 5,8 Gbit/s schafft.

Als Besonderheit bietet das ROG Maximus Z790 Dark Hero zwei Thunderbolt-4-Anschlüsse und es kann fünf M.2-SSDs aufnehmen. Zur weiteren Ausstattung gehören zwei PEG-Slots für PCIe-5.0-Grafikkarten, zehn externe USB-Ports und 2,5-Gbit-Ethernet. Dem ROG Strix Z790-A Gaming WiFi II spendiert Asus einen USB-C-Frontanschluss, der per Power Delivery USB-Geräte mit 30 Watt Leistung versorgt. Die beiden Mainboards sollen in den kommenden Wochen in den Handel kommen. Preise hat Asus bislang nicht bekannt gegeben.

(chh@ct.de)

Kurz & knapp

Die fünf **Midi-Tower-Gehäuse** der Serie Shadow Base 800 von Be quiet! nehmen E-ATX-Mainboards und lange Grafikkarten auf. Die Varianten DX Black und DX White sind im Unterschied zum Basismodell Shadow Base 800 Black mit ARGB-LEDs ausgestattet. Bei FX Black und FX White leuchten auch die PWM-Lüfter. Die Gehäuse kosten zwischen 150 und 210 Euro.

Nvidia hat Version 3.5 von **Deep Learning Super Sampling (DLSS)** vorgestellt, das insbesondere Raytracing-Grafikeffekte verfeinern soll. Dabei kommt ein neuer Denoiser zum Einsatz, der die Render-Qualität verbessert. Erste Spiele-Updates mit DLSS 3.5 sollen im Herbst erscheinen.

Tape: IBM erhöht auf 50 Terabyte

Die verbreiteten LTO-Laufwerke speichern 18 TByte pro Band. Auf die proprietären Laufwerke von IBM passen nun 50 TByte – dank einer Technik, die auch bei LTO auf der Roadmap steht.

50 TByte oder mit Komprimierung sogar 150 TByte passen auf Bänder für die Tape-Laufwerke der TS1170-Serie von IBM, mehr als das Doppelte wie bei der vorherigen Generation für die TS1160-Laufwerke. Der Haken: Die TS1170 lesen weder ältere Bänder aus der TS1160-Serie noch LTO-Bänder.

Die Laufwerke passen in IBM-Racks vom Typ TS4500 und sind mit Fibre-Channel- oder SAS-Interface erhältlich. Die Datenrate beträgt wie bei den Vorgängern 400 MByte/s beziehungsweise 900 MByte/s bei komprimierten Daten, die für eine Datensicherung nötige Zeit sinkt also nicht.

Der Fortschritt in der Datendichte beruht vor allem auf dem Wechsel des Magnetmaterials: Statt Bariumferrit kommt bei den TS1170-Bändern Strontiumferrit zum Einsatz; alleiniger Hersteller der Bänder ist Fujifilm. Auch die kommenden Bänder für die LTO-Generation 10 werden Strontiumferrit nutzen. (ll@ct.de)



Bild: IBM

Kapazitätssprung: Die TS1170-Tape-Laufwerke von IBM speichern 50 TByte, können aber keine alten Bänder lesen.

SSD-Verkaufszahlen steigen weiter an

Während die Hersteller von Festplatten weiter mit fallenden Absatzzahlen rechnen müssen, sieht die Lage bei SSD-Verkäufen anders aus: **Fast 75 Millionen SSDs** haben die Hersteller im zweiten Quartal 2023 verkauft, nahezu 17 Prozent mehr als im ersten Quartal. Marktführer ist weiter Samsung mit 28 Prozent Marktanteil, mit großem Abstand folgen dahinter Western Digital (14%), Micron (13%) und Kingston (11%). Jeweils rund 9 Prozent Marktanteil vermeldet das Marktforschungsinstitut Trendfocus für SK Hynix sowie Kioxia mit- samt deren Tochtergesellschaft SSSTC, die ehemalige Intel-Speichersparte Solidigm kommt auf 6 Prozent.

Die insgesamt verkaufte Menge an SSD-Speicher beziffert das Institut auf mehr als 64 Exabyte. Davon landeten 40 Exabyte in Desktop-PCs und Notebooks, 26

Prozent mehr als im vorangegangenen Quartal. Trendforce zufolge sind dies 80 Prozent der insgesamt verkauften SSDs – Laufwerke in Clients haben traditionell weniger Kapazität als solche in Servern. Bei Servern sind SATA-Laufwerke immer noch sehr verbreitet, mit 3,5 Millionen Exemplaren stiegen die Verkaufszahlen um 56 Prozent im Vergleich zum ersten Quartal an.

Die Zahlen für Enterprise-SSDs mit PCIe- und SAS-Interface hingegen sanken erneut, SAS-SSDs sind mit nur noch 0,6 Millionen Exemplaren vertreten. Bei PCIe-SSDs ging es um 24 Prozent bergab auf nunmehr 2,8 Millionen Laufwerke. Die Gesamtmenge an verkauftem Flash-Speicher stieg erneut an und liegt mit 194 Exabyte um 31 Prozent über dem Vorquartal, ein Großteil davon aber kommt in Mobiltelefonen zum Einsatz. (ll@ct.de)

Datacenter-SSDs mit PCIe 5.0

Kioxia, Samsung und Seagate bringen weitere **PCIe-5.0-SSDs für den Einsatz in Rechenzentren**. Bis zu 2 Millionen IOPS soll etwa die CD8P erreichen, die Kioxia in klassischer 2,5-Zoll-Bauweise mit U.2-Anschluss sowie in der modernen Datacenter-Version EDSFF E3.S anbietet (Enterprise and Datacenter Standard Form Factor). Beim Schreiben auf zufällige Adressen schafft die SSD noch 400.000 IOPS, beim sequenziellen Lesen und Schreiben nennt der Hersteller bis zu 12 beziehungsweise 5,5 GByte/s.

Die Kapazitäten reichen von 1,92 TByte bis zu 15,36 TByte, die U.2-Version ist auch mit 30,72 TByte erhältlich. Die SSDs arbeiten mit TLC-Flash-Speicher und einem von Kioxia selbst entwickelten SSD-Controller, der auch die neue NVMe-Version 2.0 unterstützt.

Die Seagate-SSD Nytro 5060 NVMe soll ebenfalls PCIe 5.0 unterstützen und in den gleichen Bauformen erhältlich sein. Seagate nennt Schreib- und Leserate von bis zu 10 GByte/s respektive 13 GByte/s, Angaben zur Geschwindigkeit bei zufälligen Zugriffen liegen noch nicht vor.

Die Datacenter-SSD Samsung PM9D3a wird zunächst nur als U.2-Version mit Kapazitäten von bis zu 15,36 TByte erhältlich sein – ein Modell mit mehr Speicher soll im nächsten Jahr folgen. Die PM9D3a soll kontinuierliche Lese-/Schreibgeschwindigkeiten von maximal 12 GByte/s beziehungsweise 6,8 GByte/s erreichen, dazu nennt Samsung 1,7 und 0,4 Millionen IOPS. (ll@ct.de)



Bild: Kioxia

Die Kioxia-SSDs CD8P schaffen per PCIe 5.0 bis zu 2 Millionen IOPS bei Zugriffen auf zufällige Adressen.

WireGuard-VPN mit 100 Gbit/s

Die niederländische Firma BrightAI arbeitet an einer Netzwerkkarte für VPN-Server, die die WireGuard-Chiffre direkt in Hardware ausführt. Den weitgehend fertigen Quellcode haben die Entwickler jüngst veröffentlicht.

Das seit Anfang 2020 zum Linux-Kernel gehörende WireGuard-VPN hat sich ausbreitet. Es steckt inzwischen in Routern (zum Beispiel AVM Fritzbox, Deutsche Telekom Speedport) und gehört bei vielen VPN-Providern zum Angebot. Nicht nur bei Letzteren fordert es enorme Ressourcen, da es bisher ausschließlich in Software auf dem Hauptprozessor läuft. Das dürfte sich bald ändern: Das niederländische Entwicklerhaus BrightAI arbeitet seit rund drei Jahren an einer WireGuard-Umsetzung auf programmierbaren Hardwarebausteinen (Field Programmable Gate Array, FPGA).

Der Blackwire getaufte FPGA-Code erledigt die WireGuard-Chiffre (ChaCha20-Poly1305) schon komplett in Hardware und soll auf einer AMD-SmartNIC Alveo U50 100 Gbit/s liefern. Aktuelle Router mit ARM-Quadcore-Prozessor kommen auf etwas über 1 Gbit/s (Qualcomm IPQ8072A in Fritzbox 5590, c't 5/2023, S. 35). Mit weniger als 0,75 Watt/Gbit/s (die

Alveo U50 zieht laut Datenblatt maximal 75 Watt) ist die Smart-NIC-Umsetzung weit effizienter als die Software-Implementierung (geschätzt 1,7 Watt/Gbit/s).

Die Verbindungssteuerung (Session Management) behandelt Blackwire laut Beschreibung (ct.de/ytjv) zurzeit in Software auf einem im FPGA implementierten RISC-V-Kern; sie ist aktuell auf 1000 simultane Verbindungen beschränkt. Das

BrightAI-Team um Leon Woestenberg schätzt, dass nach der Verschlüsselung noch ein Viertel des WireGuard-Protokolls umzusetzen bleibt. Es hat den aktuellen Stand als Open Source auf GitHub für Entwickler bereitgestellt und hofft auf Beiträge und Unterstützung von FPGA-Herstellern. (ea@ct.de)

Blackwire auf GitHub: ct.de/ytjv



Bild: AMD

Der Blackwire-Code im FPGA-Chip einer Alveo-U50-Karte soll WireGuard-VPNs mit 100 Gbit/s verschlüsseln.

**WIBU
SYSTEMS**

CodeMeter – Eine Symphonie von Software-Monetarisierungs-Tools

- Komponieren Sie Ihren eigenen Code
- Orchestrieren Sie Ihre Lizenzstrategie
- Stimmen Sie Ihren IP-Schutz genau ab
- Verbreiten Sie Ihr gestaltetes Werk

Klingt einfach, oder?
Und das ist es auch
mit CodeMeter



Starten Sie jetzt
und fordern Sie Ihr
CodeMeter SDK an
wibu.com/de/sdk

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



SECURITY
LICENSING
PERFECTION IN PROTECTION

Himmelsstürmer

Flächendeckender Mobilfunk aus dem All

**Nachdem die 5G-Technik gut ge-
deiht, will die Mobilfunkbranche
nun den gesamten Erdball mit
5G-Mobilfunk abdecken – nicht
etwa mit Millionen von Funk-
türmchen, sondern mit Satelli-
ten. Eine besonders spannende
Anwendung richtet sich an ge-
wöhnliche Handy-Nutzer.**

Von Dušan Živadinović

Wer hätte gedacht, dass das geht: Im Juni gelang es dem texanischen Unternehmen AST SpaceMobile erstmals, ein handelsübliches Smartphone per Satellit ans Internet anzukoppeln. Dafür braucht das Smartphone zwar ungehinderten Blick zum Himmel, aber der Satellit BlueWalker 3 (BW3) lieferte im Testaufbau immerhin bis zu 10,3 Mbit pro Sekunde an das Smartphone. Das genügt locker für die Bild-, Text- sowie Sprachübertragung und selbst für Videostreaming. Erste

Erfolge hatte AST schon im April verzeichnet, als der Satellit einem gewöhnlichen Samsung Galaxy S22 ein Mobiltelefonat von Hawaii nach Japan vermittelte.

Beides erscheint bemerkenswert, weil gängige Smartphones nur für Distanzen von wenigen Kilometern ausgelegt sind. Die Versorgung aus dem All macht das besonders empfindliche, rund 64 Quadratmeter große Antennen-Array des BW3 möglich, der die Erde in einem Low Earth Orbit (LEO, 160 bis 1000 Kilometer Höhe) umkreist. Es ist der bisher größte LEO-Satellit und in ihm steckt eine modifizierte Mobilfunkstation.

Die Mobilfunkbranche muss für solche Anwendungen viele neue Schwierigkeiten bewältigen, denn die Distanzen zwischen Smartphones und orbitalen Basisstationen sind weit größer als zu irdischen Basen. Daraus ergeben sich unter anderem längere Laufzeiten, schwächere Signale und größere Fehlerraten, für die die 5G-Spezifikation mit eigenen Methoden ergänzt wird.

Doch die wohl größte Hürde ist, dass sich im neuen Direct-to-Cellphone genannten Szenario nicht nur die Mobiltelefone

bewegen, sondern auch die Basisstationen (7,56 km/s). Das führt zu Frequenzverschiebungen (Doppler-Effekt) und erfordert viel zusätzliche Koordinierung, auch was die nahtlose Übergabe laufender Verbindungen von einer fliegenden Basis zur nächsten betrifft (Handover). Die bisherigen Tests liefen immer nur mit einer Basis, die ein Test-Smartphone nur während ihres Überflugs mit dem Internetsignal versorgte.

Der Aufwand, den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen treiben, erscheint sehr hoch. Aber es ist nun einmal so: Funktürme erachten Mobilfunknetzbetreiber nur dann als „cool“, wenn sie damit viele Nutzer auf einen Schlag gewinnbringend versorgen können. An abgelegenen Orten wie in Wäldern oder in tiefen Schluchten sind die Türme Geldfresser, weil Anfahrtswege für Monteure, Stromversorgung und Glasfaseranbindung an die Kernnetze fehlen. Dennoch gibt es auch abseits von Ballungsorten Bedarf an Kommunikationsdiensten.

Schnelle Breitbanddienste siedeln die Mobilfunker auf LEO-Satelliten an, die übliche Mobilfunkbänder unterhalb von 2 GHz nutzen, um Zellen mit Durchmessern ab 50 bis 1000 Kilometern aufzuspannen. Um niedrige Latenzen (50 Millisekunden und weniger) und hohe Signalgüte für breitbandige Anwendungen zu bekommen (anfangs 10 bis 20 Mbit/s, später auch mehr als 100 Mbit/s), nehmen die Betreiber auch den höheren Aufwand für das komplexe Handover zwischen den Satelliten in Kauf (3GPP-Spezifikation Release 17). Wie üblich müssen sich alle Nutzer einer Zelle die Maximalgeschwindigkeit teilen. Ab Release 18 sollen die Satelliten zusätzliches Spektrum im Ka-Band nutzen und dann mehrere hundert Mbit/s an Geräte mit kleinen Schüsseln liefern.

Damit dürfte den Anbietern proprietärer Technik wie Eutelsat oder Astra neue Konkurrenz erwachsen. Der Branchenverband GSA hat Ende März weltweit bereits 49 Partnerschaften zwischen Mobilfunk- und Satellitenbetreibern verzeichnet. Einige Länder nutzen Mobilfunksatelliten bereits, um Internet an Geräte mit Schüsseln zu liefern, weitere 27 Länder arbeiten daran. Außerdem wollen 16 Partner in zehn Ländern gewöhnliche Smartphones direkt aus dem All versorgen, darunter Firmen in Ghana, Japan und den USA. Erste kommerzielle Angebote könnten ab 2024 starten. (dz@ct.de) **ct**

Internet weltumspannend

Die Mobilfunkbranche macht etablierten Anbietern wie Eutelsat Konkurrenz: In Japan, Neuguinea und den Vereinigten Arabischen Emiraten (rot) liefern Mobilfunksatelliten das Internetsignal an Satellitenschüsseln am Boden (blau: in Planung).

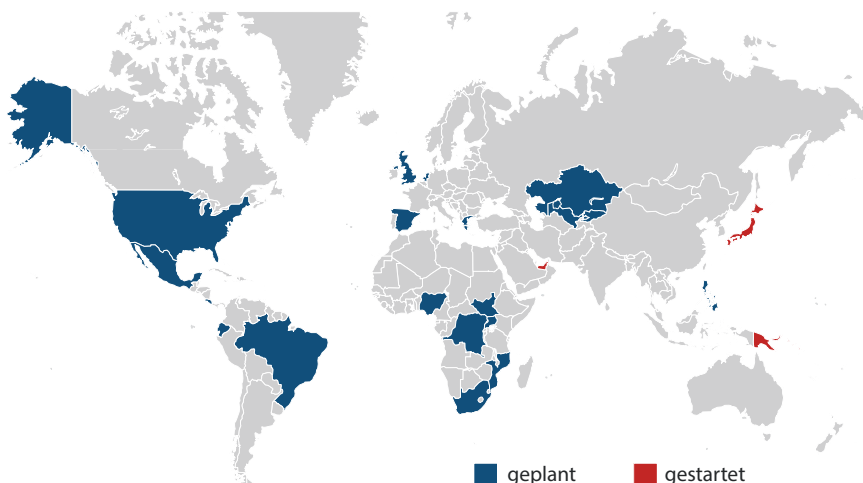


Bild: GSA

3GPP-Spezifikationen: [ct.de/ycc1](https://www.ct.de/ycc1)

KI-generierte Trainingsdaten treiben KI in den Wahnsinn

Der Trainingshunger großer generativer Modelle von ChatGPT bis Stable Diffusion führt dazu, dass auch synthetische Bilder und Texte in die Trainingsdaten künftiger KI-Versionen einfließen. Damit entfernen sich deren Ergebnisse aber von der Wirklichkeit.

Die Größe von KI-Datenmodellen nimmt zu und damit auch der Bedarf an Trainingsmaterial für Deep-Learning-Prozesse. In dem Maße, in dem aber Entwickler beispielsweise von Bildgeneratoren fürs Training wiederum KI-generierte Bilder einsetzen, kommen ungewollte Effekte zum Vorschein. Wie ein Forscherteam um Richard Baraniuk an der Rice University in Houston, Texas, belegt hat (siehe ct.de/y1dt), sinken die Qualität und Vielfalt der erzeugten Bilder, wenn nicht in jeder Trainingsgeneration genügend echte Daten einfließen.

Durch synthetische Daten im Trainingsmaterial entstehe eine „autophagy“, das heißt selbst-verzehrende Schleife“, warnen die Autoren und sprechen in dem Fall von Model Autophagy Disorder (MAD). Es handelt sich um eine Art Echo-kammereffekt, in dem sich Fingerabdrücke der Generatorarchitektur schrittweise

zu Bildartefakten und Verzerrungen verstärken.

Schon heute ist zu beobachten, dass die Menge synthetischer Daten im Internet rasant steigt und sie sich zum Beispiel in Bilddatenbanken wie Shutterstock verbreiten. Baraniuk hat auch beobachtet, dass der Laion-5B-Datensatz, der oft zum Training von Bildgeneratoren herangezogen wird, bereits Bilder früherer KI-Versionen enthält. Die Gefahr sei groß, dass solche Entwicklungen die Vielfalt im Web verwässern. Im Textbereich erscheint die Lage sogar noch unübersichtlicher und

der Trend hin zu immer mehr synthetischen Texten beschleunigt sich.

Die Forscher fürchten, dass mit dieser Entwicklung die Datenqualität und Diversität im Web schnell abnehmen wird. In einem sich derart „vergiftenden“ Internet wäre der MAD-Effekt auf Dauer unvermeidlich. Baraniuk weist darauf hin, dass sich die Forschungsarbeit zwar auf Bildgeneratoren bezieht, die Ergebnisse ließen sich aber ebenso auf andere Datenarten übertragen. (agr@ct.de)

Forschungspaper: ct.de/y1dt

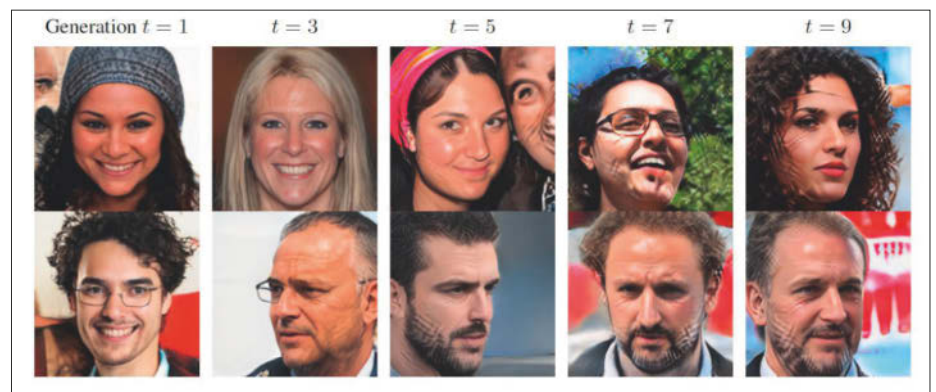


Bild: Rice University

Das Training generativer Modelle mit synthetisch erzeugten Bildern verstärkt Artefakte. Eine Schleife mit vollständig synthetischen Trainingsbildern zeigt schon nach wenigen Trainingszyklen auffällige Störungen etwa in Form kreuzschraffierter Muster.

Elektronik als Zell-Tattoo

Ein Team um David Gracias an der Johns Hopkins University in Baltimore, Maryland, hat **lebende menschliche Körperzellen mit zahlreichen Goldelektroden**

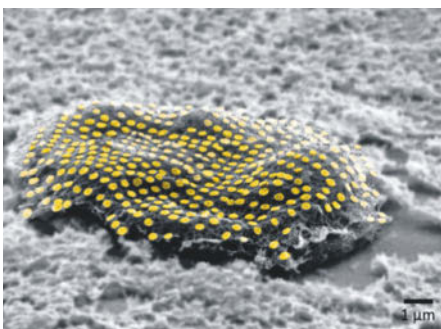


Bild: Johns Hopkins University

Die Goldelektroden (gelb eingefärbt) auf einer lebendigen Körperzelle sollen in Zukunft auch Leiterbahnen und Schaltungen bilden.

ausgestattet. Auf diese Weise lassen sich auch Leiterbahnen herstellen. Das Gold verhält sich gegenüber der Zellmembran, die es berührt, nicht toxisch und hat in ersten Versuchen 16 Stunden auf den Zellen gehalten. Der Prozess ist allerdings aufwendig: Zunächst druckten die Forscher die Goldstrukturen auf eine Kunststoffschicht und übertrugen sie von dort auf einen Glasträger. Erst danach konnten sie ihre Strukturen in ein Gel einbetten und damit auf der Zellmembran platzieren. Ein Enzym baute das Gel schonend ab und ließ Elektroden und Leiterbahnen auf der Zelle zurück.

In Zukunft wollen die Forscher komplexere Nanoschaltkreise verwirklichen, die auch länger auf der Zelle bleiben. Gracias hofft, so Biosensoren zu entwickeln, die die Funktionen einzelner Körperzellen beobachten. (agr@ct.de)

„Supraleiter“ doch ein Isolator

Am 22. Juli präsentierten Forscher der Korea University, Seoul, in einer Vorveröffentlichung einen **vermeintlichen Supraleiter bei Raumtemperatur**. Durch LK-99, ein Gemisch aus Kupfer, Blei, Phosphor und Sauerstoff, fließe Strom völlig ohne Widerstand. Mit einem solchen Material könnte man extreme Magnetfelder erzeugen oder Strom verlustfrei transportieren. Die Koreaner hatten unter anderem gezeigt, dass LK-99 über einem Permanentmagneten schwebt, was ein Hinweis auf Supraleitung sein kann. In diesem Fall allerdings war die Materialprobe wohl ferromagnetisch verunreinigt. Am Stuttgarter Max-Planck-Institut für Festkörperforschung erwiesen sich synthetisierte LK-99-Kristalle als ausgeprägte Isolatoren. (agr@ct.de)

Ein Teams für alle

Neuer Teams-Client mit persönlichen Konten

Eine knappe Ankündigung auf der Teams-Roadmap lässt auf das Ende separater Clients für geschäftliche und private Microsoft-Konten hoffen. Schneller und schlanker soll das neue Teams auch werden.

Von Stefan Wischner

Für einen Zeitpunkt „später in diesem Jahr“ hat Microsoft einen komplett neuen Client für das Kollaborationsprogramm Teams angekündigt. Die kommende Version wird zwar oft als „Teams 2.0“ referenziert; diese Bezeichnung wird von Microsoft selbst aber nicht verwendet. Stattdessen heißt es immer nur „das neue Teams“.

Office-Insider und manche Unternehmenskunden können eine Vorabversion des neuen Teams bereits ausprobieren, wenn der Teams-Administrator dies freigeschaltet hat. Dann erscheint am oberen Fensterrand des Teams-Clients ein Umschalter, dessen Betätigung die neue Version herunterlädt und installiert. Das neue Teams wird für Windows, macOS und als Browserversion verfügbar sein; die Rück-

kehr einer nativen Linux-Version ist nicht in Sicht. Den derzeitigen Stand der Vorschauversion, bereits enthaltene und kommende Funktionen nennt Microsoft auf einer Teams-Ankündigungsseite (ct.de/y6a3). Dort finden sich auch Links zu weiterführenden Informationen, etwa für Teams-Administratoren.

Schneller und schlanker

Die wichtigste Neuerung des neuen Teams steckt unter der Haube: Anstatt dem aktuellen Client weitere Funktionen anzukleben und ein paar Bedienelemente umherzuschubsen, hat Microsoft das Programm komplett neu entwickelt. Als Unterbau dient nicht mehr das Web-Framework Electron, sondern Microsofts WebView2, das ebenfalls Chromium als Renderer nutzt, allerdings via Microsofts Edge-Browser. Das mag für Kritiker des aktuellen, oftmals als sperrig und behäbig empfundenen Teams-Clients eine enttäuschende Nachricht sein, bleibt es doch bei einer Web-App, nur mit anderem Unterbau.

Dennoch verspricht Microsoft mit dem neuen Client eine rund doppelt so hohe Geschwindigkeit, zum Beispiel beim Programmstart und Betreten von Konferenzen. Gleichzeitig soll sich der Speicherbedarf halbieren und auch die Installationsgröße deutlich reduziert werden.

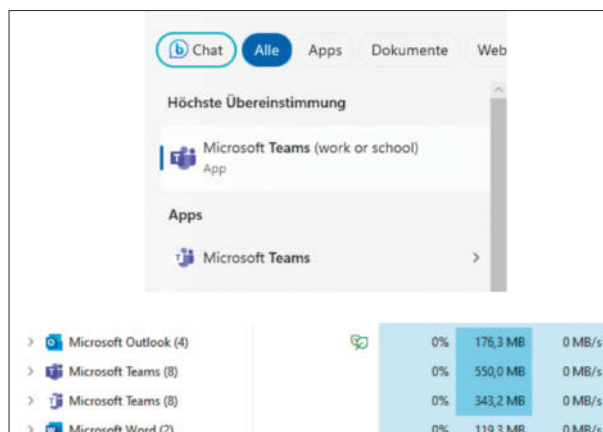
Dabei verweist das Unternehmen auf einen detaillierten Benchmark-Report (ct.de/y6a3) des kalifornischen Tech-Analysten Gigaom.

Eine App für alle Konten

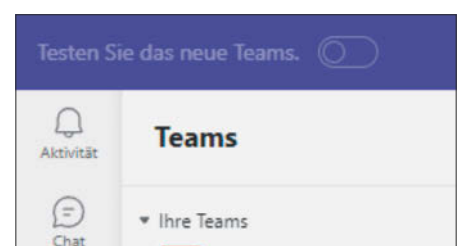
Ein recht unscheinbarer Eintrag im Abschnitt „Was kommt später in diesem Kalenderjahr?“ der besagten Ankündigungsseite lautet „Persönliche Konten“. Genauere Erläuterungen dazu gibt es noch nicht. Wahrscheinlich ist, dass Microsoft mit dem App-Wirrwarr Schluss machen will. Wer Teams derzeit mit einem persönlichen Konto anstelle des Geschäftskontos nutzen will, muss dazu einen separaten Client starten. Der ist in Windows 11 schon vorhanden, weshalb Nutzer des Business-Teams zwei verschiedene Einträge im Startmenü finden. Dass Microsoft im kommenden Teams-Client die gleichzeitige Anmeldung an mehreren Accounts erlauben wird, hatte Anupam Pattnaik, Product Lead bei Microsoft, im März dieses Jahres bereits angekündigt. Von privaten Konten war da allerdings noch nicht die Rede. Der Hinweis auf persönliche Microsoft-Konten findet sich zwar auf der genannten Teams-Vorschau-Webseite von Microsoft, jedoch zu Redaktionsschluss noch nicht in der offiziellen Microsoft-Roadmap (ct.de/y6a3).

Die gibt dafür einen Hinweis auf das Startdatum: Ab Oktober 2023 soll der neue Client ausgeliefert werden. Das wird wie üblich gruppenweise in mehreren Schüben passieren; der neue Client wird also nicht alle Kunden gleichzeitig erreichen. Erfahrungsgemäß dürfte das im Fall von Teams aber recht schnell gehen; schließlich ist es bei einem Kollaborationsprogramm besonders wichtig, dass alle Nutzer auf demselben Stand sind. (swi@ct.de) **ct**

Microsoft-Ankündigungen und Benchmark-Report: ct.de/y6a3



Für private und Geschäftskonten sind bislang zwei getrennte Teams-Clients nötig. Dass das wirklich separate Apps sind, zeigt auch der Taskmanager (unten). Damit dürfte im neuen Teams Schluss sein.



Insider und manche Business-Nutzer können das neue Teams schon testen, indem sie den zugehörigen Schalter am linken oberen Fensterrand umlegen.

Excel lernt Python

Die Tabellenkalkulation in Microsoft 365 soll bald auch Python-Code ausführen. Anders als bei Visual Basic for Applications läuft der Code in Microsofts Cloud.

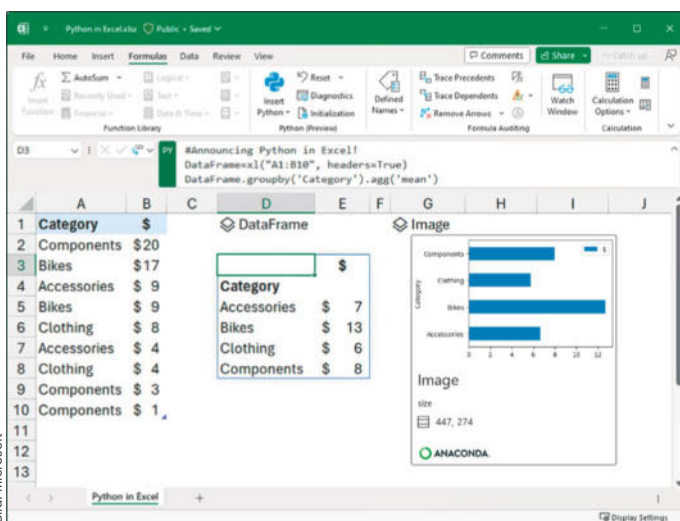
Microsoft will Datenanalysen in Excel erleichtern und erlaubt künftig, Python-Code direkt in der Tabellenkalkulation auszuführen. Bisher müssen Entwickler für komplexe Analysen auf Visual Basic for Applications (VBA) zurückgreifen, eine Sprache, die recht unbeliebt bei Entwicklern ist.

Python-Code soll aber anders als die verhassten Makros nicht auf dem Rechner laufen, auf dem Microsoft 365 lokal installiert ist, sondern immer in Microsofts Cloud. Das verhindert zwar, dass Angreifer Sicherheitslücken in Microsoft 365 ausnutzen können, um mit Python-Code das System von Nutzern zu übernehmen. Als Nebeneffekt verlassen aber auch die Daten den lokalen Rechner in Richtung Cloud, was gerade bei Firmen ein mulmiges Gefühl hinterlassen dürfte. Zumeist dürfte Python in Excel vor allem dann nützlich sein, wenn die Datensätze groß sind und die Analyse aufwendig wird oder KI nutzt.

In der Ankündigung nennt Microsoft unter anderem Pandas und Matplotlib als Python-Module, die im Excel-Python verfügbar sein werden. Als Python-Distribution nutzt Microsoft Anaconda auf seinen Servern. Ohne direkten Zugriff auf die Python-Umgebung wird es aber darauf ankommen, welche Module Microsoft für Excel-Python vorinstalliert. Mit üblichen Bibliotheken wie Numpy und SciPy dürften Nutzer rechnen können, ob aber auch Frameworks wie Altair, PyTorch oder TensorFlow von Anfang an dabei sein werden, ist noch unklar.

Laut Microsoft können Abonnenten mit Microsoft 365, die im Beta-Level des Insider-Programms angemeldet sind, Python in Excel ab sofort ausprobieren. Dafür gibt es die neue `PY()`-Funktion, die automatisch ein Eingabefenster für den Python-Code öffnet. Von diesem Code erzeugte Ausgaben wie Diagramme platziert Excel direkt im Tabellenblatt.

(pmk@ct.de)



Die `PY()`-Funktion in Excel enthält den Code, den Microsoft in der Cloud ausführt. Die Ergebnisse zeigt Excel wieder im gleichen Tabellenblatt an.



346 Seiten · 39,90 €
ISBN 978-3-86490-937-5



208 Seiten · 26,90 €
ISBN 978-3-86490-970-2



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



468 Seiten · 46,90 €
ISBN 978-3-86490-939-9



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



328 Seiten · 29,90 €
ISBN 978-3-86490-977-1



312 Seiten · 34,90 €
ISBN 978-3-86490-884-2



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

Seriöser Hintergrund für geschäftliche Videokonferenzen

Spätestens seit der Corona-Pandemie sind Video-Calls oder -Konferenzen für viele alltäglich geworden. Das Homeoffice ist aber nicht immer so ordentlich aufgeräumt, dass es seriös wirkt. Abhilfe schafft ein einfacher Einrichtungsartikel.

Sehr viele, die kein separates Arbeitszimmer als Homeoffice nutzen können, kennen das Problem: Für die Videokonferenz wird hektisch ein Bereich freigeräumt, damit Chef, Kunden oder Kollegen nicht das alltägliche Chaos im Zimmer sehen. Noch peinlicher können unangekündigte Videoanrufe sein, die einem auch noch diese Vorbereitungszeit nehmen.

Immerhin bieten seit einiger Zeit viele Programme und Dienste die Option, den Hintergrund auszutauschen oder unscharf verschwimmen zu lassen. Doch das sieht nicht immer schick aus, lässt im Bereich der Haare, Ohren oder beim Headset gern

mal einen unschönen Realitätsrand und kostet vor allem einiges an Rechenleistung. Nervige Lüfter heulen darum öfter auf und stören so auch noch den Audio-Teil des Calls.

Dabei gibt es eine recht einfache, aber effektive Methode, diese Probleme zu lösen, die auch unser Leser Markus N. aus Hamburg anwendet: ein einfaches Rollo, welches im Hintergrund hängt. Dabei genügen schon günstige Modelle aus dem Einrichtungsdiscounter oder dem Baumarkt, um eine professionelle Atmosphäre zu erzeugen. Zudem kosten sie auch nicht die Welt, so ist in einem blau-gelben Einrichtungshaus ein einfaches Rollo für rund 35 Euro zu haben.

Herr N. empfiehlt aus Erfahrung, keine weißen Rollos zu kaufen, sondern greift lieber zur grauen Farbvariante. Damit funktioniere die Freistellung (also die Trennung vom Hintergrund) besser, wenn man eine im geschäftlichen Umfeld

übliche und in manchen Fällen sogar erwünschte weiße Oberbekleidung trägt.

Er schätzt an dieser Version besonders den einfachen Zugstangenmechanismus, der auch noch ein spontanes Herunterziehen des Rollos erlaube, während der Anrufer schon per Video-Call anläutet. Außerdem belegt ein fest an der Decke montiertes Rollo keinen wertvollen Wohnraum.

Eine etwas kostspieligere Variante für Nutzer ohne festen Heimarbeitsplatz, die das Rollo daher nicht fest an einer Stelle montieren können: Das Rollo an einem Stativ befestigen oder direkt zu einer Beamer- oder Dia-Leinwand mit Stativ greifen. Dabei sollte man allerdings achtgeben, dass die ausziehbare Höhe der Leinwand selbst nicht zu gering ausfällt – manche, speziell günstigere Modelle sind nur auf das Breitformatige 16:9 ausgelegt und haben daher zu wenig Leinwandhöhe.

(csp@ct.de)

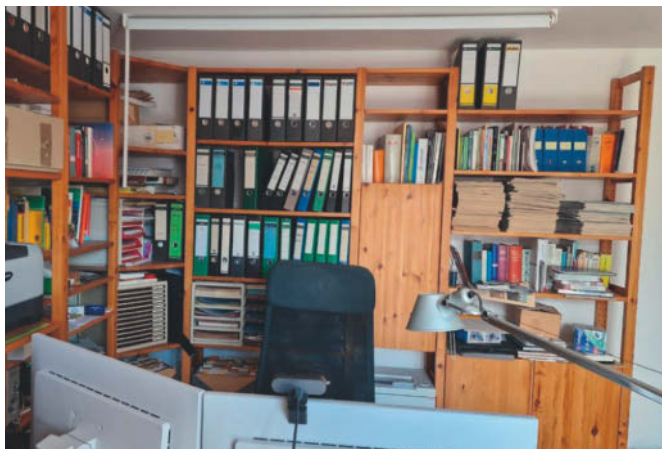


Bild: Markus N.



Bild: Markus N.

Damit auch eine „gewachsene“ Arbeitsumgebung einen professionellen Touch bekommt, bietet sich die Montage eines günstigen Deckenrollos an.

Leser helfen Lesern: Ihre Ideen und Projekte

In der Rubrik „Leser helfen Lesern“ veröffentlichen wir **Projekte und Ideen, die unsere Leser umgesetzt haben**. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um eine Hardwarebasterei, einen Life-Hack, ein Skript oder einfach nur eine clevere Konstruktion handelt. Das Onlineforum zu bisherigen Vorschlägen finden Sie unter ct.de/lhl.

Zögern Sie nicht, uns auch Probleme zu schildern, für die Sie auf eine Lösung

aus der Community hoffen. Selbstverständlich können Sie selbst entscheiden, ob wir Ihren Namen nennen sollen oder ihn vertraulich behandeln. Schicken Sie uns Ihre Vorschläge bitte per E-Mail an folgende Adresse: lhl@ct.de.

Im Forum sind derweil noch einige offene Fragen zu finden. Vielleicht wissen Sie ja zu einer davon die Antwort oder können zur Lösung etwas beitragen. Der Nutzer „örainmaker“ fragte zum Beispiel,

was er an seinem PowerShell-Skript ändern müsse, um per Doppelklick darauf eine Datei zu drucken. Weil das Skript funktionierte, wenn er es manuell in die PowerShell kopierte und ausführte, war er etwas ratlos. Der entscheidende Hinweis kam von User „Subzero“, der zum alten DOS-Batchdateien-Trick riet, dem Aufruf `@echo off` und `chcp 1252` voranzustellen und sie im ANSI-Format zu speichern.



1blu

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

Das wird heiß: **Homepage Summer**

10 .de-Domains inklusive

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

2,29
€/Monat*



Letzte Chance:
Bestellung bis 30.09.2023!
Preis gilt dauerhaft.

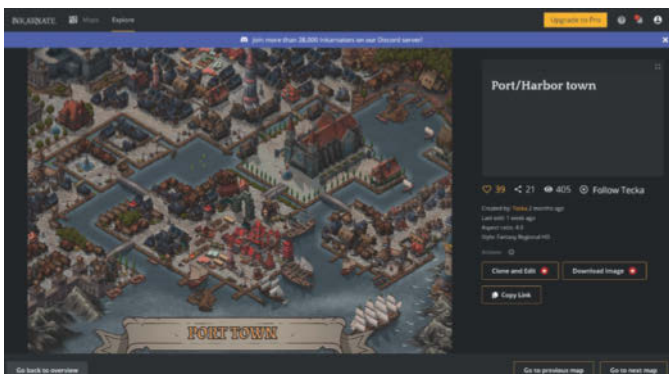
* Preis/Monat inkl. 19% MwSt. Es fällt keine Einrichtungsgebühr an.
Vertragslaufzeit 6 Monate, jederzeit kündbar mit einem Monat Frist zum Vertragsende.

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

Kartenzauber

inkarnate.com

Gute Karten bieten Orientierung, wenn man nicht mehr weiß, wo man sich befindet. Wie im richtigen Leben gilt das auch für viele Rollenspielkarten. Diese Exemplare unterstreichen meist zusätzlich die Atmosphäre des Spiels, anstatt als nüchterne Straßenpläne daherzukommen. Spätestens, wenn man beginnt, sein eigenes Rollenspiel-Setting zu entwerfen, muss deshalb eine individuelle Karte her, die zum Szenario passt.



Das Online-Tool **Inkarnate** will es leicht machen, tolle Karten im Fantasy-Stil zu entwerfen und richtet sich auch an zeichnerisch weniger begabte Personen. Zu Beginn entscheidet man sich für das grundlegende Kartendesign und fügt dann alle gewünschten Elemente auf der Karte hinzu. Um den Webdienst nutzen zu können, muss man sich registrieren. Die kostenlose Version erlaubt bis zu zehn Karten für den persönlichen Gebrauch, außerdem bietet sie weniger Elemente und beschränkt sich auf Karten im 4:3-Format. Die Pro-Version kostet 30 US-Dollar pro Jahr. Damit kann man auch Karten anderer Nutzer kopieren und an die eigenen Bedürfnisse anpassen. (abr@ct.de)

Ja, nein, vielleicht

argumentationswippe.de

Ob in Diskussionsrunden oder für sich allein, eine Pro- und Kontra-Liste hilft so manches Mal bei der Entscheidungsfindung. Größere Gruppen nutzen häufig beschriftete Papp-



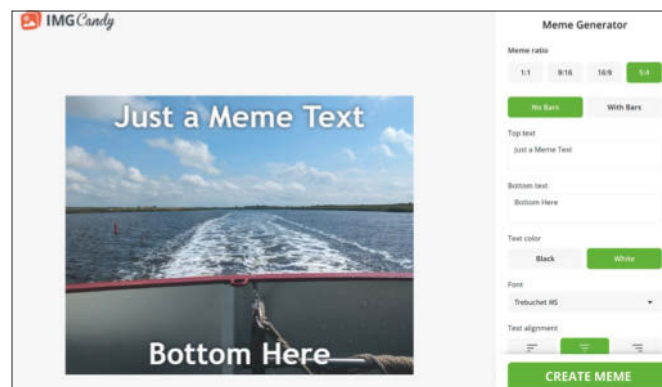
kärtchen und eine Moderationswand, auf der die Teilnehmer ihre Argumente sammeln und sie in die eine oder andere Ecke sortieren. Eine digitale Alternative bietet die **Argumentationswippe**.

Mit dem Plussymbol fügt man Argumente hinzu und schiebt sie dann auf eine Seite der Wippe. Je nachdem, wo man sein Argument platziert, erhält es eine bestimmte Gewichtung, die die Wippe eher in die eine oder andere Richtung kippen lässt: Die stärksten Argumente landen außen, schwächere wandern zur Mitte. Wer mag, färbt die digitalen Kärtchen in einer von sechs Farben ein und notiert die Bedeutung in der Legende am linken Rand. Laut Anbieter speichert die Website die Einstellungen (Sprache, Farbwahl etc.) lokal. Eingegebene Inhalte sichert sie hingegen nicht. Wer diese später erneut aufrufen will, muss sie im JSON-Format auf dem eigenen Gerät ablegen. Will man die fertige Wippe als Grafikelement speichern, bleibt nur der Weg über die Screenshot-Funktion des Rechners oder Tablets. (abr@ct.de)

Bildveränderer

imgcandy.com

Wer mal eben ein Bild bearbeiten will, möchte dafür nicht immer erst Photoshop oder Gimp öffnen. Und obwohl die meisten Betriebssysteme eigene Bildeditoren mitbringen, mit denen man Fotos schnell zuschneiden oder drehen kann, vermisst man dort manchmal spezielle Funktionen.



Hier helfen Online-Bildbearbeitungsprogramme weiter. **IMGcandy** ist ein solches Werkzeug, das man kostenlos nutzen kann. Es speichert Bilder in einem anderen Format (SVG, JPG/JPEG, PNG, PDF), ändert auf Wunsch die Bild- oder Dateigröße, entfernt den Hintergrund, spiegelt vertikal oder horizontal, fügt Wasserzeichen hinzu und wandelt Videos (MOV, MP4) in GIFs um. Für alle Meme-Liebhaber bietet IMGcandy auch eine Funktion, mit der man im Handumdrehen ein individuelles Meme erstellen kann. Um seine fertigen Werke zu sichern, hat man 120 Minuten Zeit. Danach steht der Download nicht mehr zur Verfügung. (abr@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/yxhf



Stille Alarmierung im Notfall!



- ✓ Unauffällige PC-Alarmierung per Knopfdruck oder Tastenkombination
- ✓ Hilferuf, Amokalarm, Feueralarm, technische Störung, etc.
- ✓ Flexible Darstellungsformen der Alarmmeldungen



Widerspruch zwecklos

Amazon kassiert Verkaufserlös ab



Wer auf Online-Plattformen verkauft, erwartet vom Betreiber, dass er nach pflichtgemäßem Versand den Kaufpreis erhält. Bei Amazon kann man sich da nicht sicher sein.

Von Tim Gerber

Gerald G. (Name geändert) verkauft etwa ein- bis zweimal im Jahr ein Buch auf Amazon. Im Frühjahr bot er über die Plattform eine großformatige „Encyclopedia of Animals“ an. Ende April wurde sie für 12,99 Euro verkauft. Der Käufer zahlte den Preis auf das Amazon-Konto

des Verkäufers und Gerald G. brachte die Enzyklopädie gut verpackt auf den Weg: Am 1. Mai erwarb er online das Versandetikett und übergab das Päckchen am 2. Mai dem Paketdienst, der es laut Sendungsverfolgung bereits am 3. Mai beim Käufer ablieferte.

Für Gerald G. war damit alles erledigt und in bester Ordnung. Ganz überraschend erhielt er am 12. Juni eine E-Mail von Amazon: Man habe dem Garantieantrag des Käufers stattgegeben und sein Amazon-Konto mit dem Kaufbetrag belastet. Als Grund gab Amazon an, die von ihm bereitgestellten Informationen zur Sendungsverfolgung seien unzureichend gewesen oder der Käufer habe die Lieferung nie erhalten. Das Geld wurde dem Käufer von Amazon komplett erstattet.

„Wenn Sie mit unserer Entscheidung nicht einverstanden sind und neue Informationen für die Prüfung des Falls haben, haben Sie 30 Kalendertage Zeit, einen Widerspruch zu übermitteln“, hieß es weiter in der E-Mail. Dazu befand sich ein Link zum Einreichen des Widerspruches.

Am Pranger

Gerald G. war ziemlich erbost über das Vorgehen des Konzerns. Vor allem, weil man ihn vor der Entscheidung gar nicht gefragt hatte. Er schrieb noch am selben Tag über die Amazon-Plattform den Käufer an und bat um Auskunft, was eigentlich der Grund für dessen Erstattungsforderung an Amazon gewesen sei. In einer weiteren Mail an den Käufer schrieb er, dass die Sendung laut Verfolgung am 3. Mai um 11:14 Uhr zuge-

stellt wurde und teilte diesem die Sendungsnummer mit.

Da er keine Antwort erhielt, wandte sich Gerald G. am folgenden Tag mit einem Widerspruch an Amazon und bat um Aufklärung. In der automatisierten Bestätigung hieß es, dass der Fall nun geprüft werde. Die Reklamation des Käufers wirke sich aber bereits auf seine Bewertung aus. Das könne sich jedoch nach Abschluss der Untersuchung ändern. Mit anderen Worten: Amazon stellte den privaten Verkäufer bereits auf der Plattform an den Pranger, ohne seine Sicht der Dinge abschließend geprüft zu haben.



Gebetsmühlen

Am 14. Juni forderte Amazon den Verkäufer auf, binnen 72 Stunden einen Nachweis vorzulegen, „dass der Erhalt der Lieferung per Unterschrift bestätigt wurde, als Beleg dafür, dass die Sendung an die Käuferadresse zugestellt wurde“. Dazu sollte er eine Kopie der vom Empfänger unterschriebenen Empfangsbestätigung oder des Rückscheins vom Transportdienst einreichen, auf dem der Name des Transportdienstes, die Sendungsverfolgungsnummer sowie die Lieferadresse und das Lieferdatum ersichtlich seien.

Noch am selben Tag sandte Gerald G. dem Käufer über das Mailsystem von Amazon seinen Sendungsverfolgungsnachweis, demzufolge das Päckchen dem Empfänger an der Haustür übergeben worden war und wies Amazon darauf hin. Am 17. Juni lehnte Amazon den Wider-

spruch ab. „Wir haben alle verfügbaren Informationen überprüft und festgestellt, dass Sie keine ausreichenden Beweise für den Nachweis der Lieferung vorgelegt haben“, hieß es zur Begründung.

Entrüstet wandte sich Gerald G. erneut an Amazon, diesmal über den englischsprachigen Support-Chat. Erneut sandte er die Sendungsverfolgungsdaten ein, denen auch die korrekte Empfängeradresse zu entnehmen war.

Doch auch dies ließ Amazon völlig unbeindruckt: „Wir können Ihren Standpunkt zwar nachvollziehen, bleiben jedoch bei unserer Entscheidung“, hieß es in einer neuerlichen Ablehnung am 20. Juni. Erneut widersprach Gerald G. und bekam darauf am 26. Juni von Amazon dieselbe Mitteilung nochmals. Das Spiel wiederholte sich noch ein weiteres Mal. Beim fünften Versuch, Amazon von der Fehlerhaftigkeit seiner Entscheidung zu überzeugen, listete Gerald G. den Vorgang nochmals penibel auf und fügte alle Belege bei – von der Einlieferungsbescheinigung über eine Kopie des Versandetiketts bis hin zu den Sendungsverfolgungsdaten.

Auch das half freilich nichts, auch am 9. Juli hieß es wieder: „Wir können Ihren Standpunkt zwar nachvollziehen, bleiben jedoch bei unserer Entscheidung.“ Nun wandte sich Gerald G. an Hermes und bat um Aufklärung. Schließlich hatte er das schwere und großformatige Buch mit versichertem Versand auf den Weg geben. Der Paketdienstleister reagierte prompt

und versprach Aufklärung. Bereits am 13. Juli teilte Hermes mit, der Empfänger habe den Erhalt der Sendung inzwischen bestätigt. Geld von Amazon bekam Gerald G. deshalb aber noch lange nicht.

Kontinuierliche Auskunftsverweigerung

Wir fragten am 7. August bei Amazons Pressestelle nach, warum der Konzern trotz vorgelegter Nachweise über Versand und Zustellung den Widerspruch des Verkäufers immer wieder abgelehnt hatte. Dabei muss ein privater Verkäufer nach dem Bürgerlichen Gesetzbuch nur nachweisen, dass er die Ware versandt hat. Damit hat er seine vertraglichen Pflichten eigentlich erfüllt. Das Risiko des Transports tragen in der Regel nur gewerbliche Verkäufer.

Darauf bekamen wir wie gewohnt keine Antwort. Man arbeite kontinuierlich daran, eine gute Verkaufserfahrung zu schaffen, schrieb eine Amazon-Sprecherin stattdessen am 11. August. Den Fall von Gerald G. habe man gründlich geprüft und den Vorgang direkt mit dem Verkäufer geklärt. Doch bei Gerald G. hatte sich niemand gemeldet, erfuhren wir auf Rückfrage, von einer Klärung könne also keine Rede sei. Noch immer warte er auf eine Antwort und vor allem auf sein Geld.

Wir konfrontierten Amazon am 15. August mit diesem Sachstand und baten um Auskunft, worin denn die angebliche Klärung genau bestanden haben sollte und wann sie erfolgt sein sollte. Am 18. August teilte uns die Sprecherin mit, man könne nur wiederholen, was man bereits geschrieben habe. Tatsächlich hatte Gerald G. erst am 17. August von Amazon folgende Nachricht erhalten: „Nach weiteren Überprüfungen haben wir beschlossen, unsere ursprüngliche Entscheidung rückgängig zu machen.“ Der Betrag werde ihm in Kürze gutgeschrieben. Am 19. August beglückwünschte Amazon den Kunden zu seiner Auszahlung. Abzüglich Provision waren es ganze 8,19 Euro. Auch seine Bewertung im Verkäuferportal werde entsprechend korrigiert.

Das wird Gerald G. nach dieser „Verkäufererfahrung“ so schnell bestimmt nicht wieder aufsuchen. „Mit der Antwort bin ich nicht zufrieden und werde nie wieder über Amazon verkaufen“, schrieb er zum Abschluss an c’t: „Ich habe lediglich ein bis zwei Bücher jährlich verkauft und möchte einen solchen Höllentrip auf keinen Fall erneut erleben müssen.“ (tig@ct.de) **ct**

Service im Visier

Immer wieder bekommen wir E-Mails, in denen sich Leser über schlechten Service, ungerechte Garantiebedingungen und überzogene Reparaturpreise beklagen. Ein gewisser Teil dieser Beschwerden ist offenbar unberechtigt, weil die Kunden etwas überzogene Vorstellungen haben. Vieles entpuppt sich bei genauerer Analyse auch als alltägliches Verhalten von allzu scharf kalkulierenden Firmen in der IT-Branche.

Manchmal erreichen uns aber auch Schilderungen von geradezu haarsträubenden Fällen, die deutlich machen, wie einige Firmen mit ihren Kunden umspringen. In unserer Rubrik „Vorsicht,

Kunde!“ berichten wir über solche Entgleisungen, Ungerechtigkeiten und dubiose Geschäftspraktiken. Damit erfahren Sie als Kunde schon vor dem Kauf, was Sie bei dem jeweiligen Unternehmen erwarten oder manchmal sogar befürchten müssen. Und womöglich veranlassen unsere Berichte ja auch den einen oder anderen Anbieter, sich zukünftig etwas kundenfreundlicher und kulanter zu verhalten.

Falls Sie uns eine solche böse Erfahrung mitteilen wollen, senden Sie bitte eine chronologisch sortierte knappe Beschreibung Ihrer Erfahrungen an: vorsichtkunde@ct.de.

Dreifache Chance

40 Jahre c't:

Wir verlosen vier Fritzboxen nebst Repeater



Diesmal haben wir drei sehr unterschiedliche Knobelaufgaben für Sie. Für jedes gelöste Rätsel erhalten Sie ein Los und erhöhen damit die Chance, eins von vier Router-sets zu gewinnen.

Von Oliver Lau

Ein bisschen so wie Holiday on Ice war das Rutschpartie-Rätsel aus c't 19/2023 für viele Einsender, weil sie den Pinguin entspannt am Pool liegend aus seinem schlittigen, eiskalten Labyrinth befreit hatten. So haben wir es jedenfalls in einigen der 351 Mails gelesen, die uns erreichten. Die korrekte Zugfolge DLULURULDRDLUDRDLURDLDRUR (26 Züge, Distanz 90) haben alle bis auf einen Leser richtig ermittelt. Der lag daneben, weil er das Spiel nicht im Browser gespielt hatte, sondern mit Bleistift im gedruckten Heft, und deswegen nicht wissen konnte, ob der Pinguin beim Auftauchen aus dem Loch weiter rutscht oder stehen bleibt und welche Zugfolge das Spiel als richtig akzeptiert. Er hat eine zweite Chance bekommen, weswegen die Lösungsquote diesmal 100 Prozent betrug.

Es gibt auch eine Lösung mit 28 Zügen über zwei Felder weniger: DLU-

LURULDRDLUDRURULDRDLDRUR. Wie eine Handvoll Einsender meinte, wäre das gemäß unserer Aufgabenbeschreibung ebenfalls eine korrekte Lösung gewesen. Das stimmt, aber zusätzlich gaben wir den Hinweis, dass das Spiel mitteile, wann es mit der Zugfolge einverstanden ist. Und das war für uns maßgeblich.

Leser Ingo R. wies uns daraufhin, dass die Idee für das Spiel älter als Pokémon Crystal Ice Path sei: Im Brettspiel „Rasende Roboter“ (Ricochet Robots) aus dem Jahr 1999 muss man Spielfiguren ebenfalls zum Ziel schubsen. Ebenso wie der Pinguin bewegen sie sich so lange in eine Richtung, bis sie auf ein Hindernis stoßen. Anton H. wiederum fühlte sich an den DOS-Klassiker „Atomix“ erinnert, bei dem man in einem Labyrinth Atome zu Molekülen zusammensetzt. Beides schöne Spielideen, bei denen es einem gleich in den Fingern kribbelt, einen Klon davon zu programmieren.

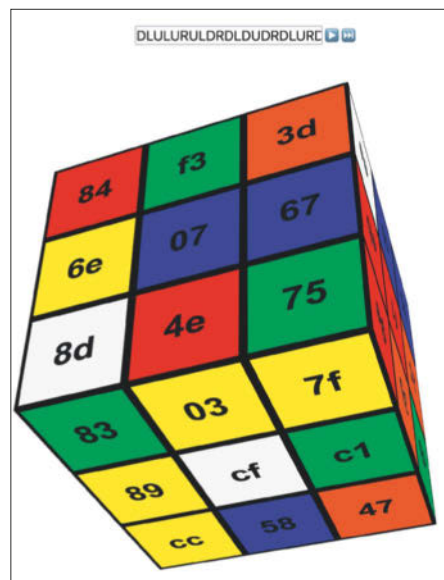
Alea iacta est

Während die Rutschpartie ein sehr einfaches Rätsel war, das die meisten von Ihnen offenbar in wenigen Minuten lösen konnten, war die Extraherausforderung schon deutlich schwieriger und aufwendiger. Man musste dafür die Züge des Pinguin-Spiels auf einen gelösten Rubik's Cube anwenden. Ziemlich genau jeder vierte Einsender hat sich der Herausforderung erfolgreich gestellt.

Der gezeigte Zauberwürfel war mit Hexadezimalzahlen beschriftet; das verschlüsselte Lösungswort sollte von den Feldern entlang des mittleren Segments über die blaue, weiße, grüne und gelbe Fläche abgelesen werden, nachdem der Würfel vorschriftsgemäß verdreht wurde. Wir hatten allerdings nicht verraten, mit welcher Methode es verschlüsselt war, und auch nicht, mit welchem Schlüssel. Die Methode konnte man auf zwei Wegen herausfinden: Wer den Artikel aufmerk-

sam gelesen hat, hat vermutlich unsere versteckte, mit Base64 kodierte Zeichenfolge am Screenshot des Spiels entdeckt, die entschlüsselt „RC4-Stromchiffre“ ergab. Die mühseligere zweite Variante bestand darin, sich durch den im Zip-Archiv enthaltenen Quellcode zu wühlen. Der Schlüssel sei der Name des Pinguins, hieß es weiter, und man täte gut daran, den Hinweis zum Ende des Spiels zu lesen. Wer daraufhin die Entwicklerkonsole seines Browsers öffnete, sah eine ebenfalls Base64-kodierte Zeichenfolge, die dekodiert „Der Pinguin heißt Chilly.“ lautete.

Tippte man die korrekte Hex-Zeichenfolge f3 07 4e 03 cf 58 15 36 d6 3c 08 75 in das Eingabefeld des Universal(de)-kodierungswerkzeugs CyberChef ein, wählte „RC4“ als Rezept zum Entschlüsseln, als Eingabeformat „Hex“ und Chilly



Zum Visualisieren des Zauberwürfels haben wir eine Webanwendung programmiert. Nach dem Abspielen der geforderten Zugfolge lässt sich die RC4-chiffrierte Lösung entlang des mittleren Segments über Blau, Weiß, Grün und Gelb ablesen, also f3, 07, 4e, 03 und so weiter.

Top 10 Bonusrätsel

#	Name	Eingang
1	Elke S.	11.8. 13:54
2	Michael Karst	11.8. 14:08
3	Florian Geib	11.8. 14:21
4	Gunnar Fock	11.8. 14:21
5	Daniel Drühe	11.8. 16:49
6	Fritz Günzler	11.8. 18:40
7	Joseph E.	11.8. 21:41
8	Leona Gottfried	11.8. 21:58
9	Marc B.	11.8. 22:39
10	Stefan von Egelstein	11.8. 23:22

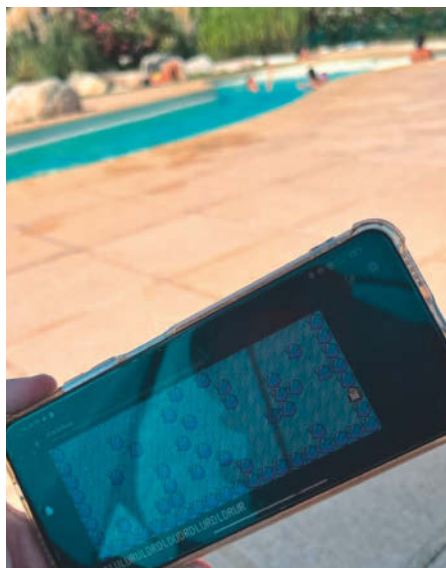


Bild: Simon G.

Simon G. hat Chilly an einem Pool bei Saint-Tropez hin und her geschubst; Ice Path ist eines seiner Lieblingsrätsel in Pokémon.

als Passphrase, erschien im Ausgabefeld ABKUEHLUNG:). Das ist die gesuchte Lösung, von der wir nur verraten hatten, dass sie mit einem Doppelpunkt und einer schließenden Klammer endet. Mit dem Lösungswort hatten wir ins Schwarze getroffen, denn eine Abkühlung hatten Sie sich nach der Mühsal in der Wärmephase wirklich verdient.

90 Einsender haben es so weit geschafft. Respekt! Die ersten zehn finden Sie wie angekündigt in der nebenstehenden Tabelle links. Einige der Namen sind wunschgemäß anonymisiert.

An den Zeitstempeln der eingegangenen Mails lässt sich ablesen, dass Leser mit Digital-Abo einen Zeitvorteil von einem ganzen Tag haben, denn das gedruckte Heft lag bei den meisten Abonnenten erst am 12.8. im Briefkasten, im Ausland womöglich noch deutlich später.

Preise, Preise, Preise

Da wir zwei Rollladenwicklersets verlost haben, durfte unsere Losfee zwei Gewinner ziehen: Marc N. aus Ilsede und Joseph E. aus Sankt Augustin. Viel Freude mit den Preisen!

Sonderpreise der Redaktion, je ein Exemplar der Sci-Fi-Kurzgeschichten „Ausblendung. Wege in die virtuelle Welt“ und „Massaker in RobCity“, gehen an: Elke S. aus A. für die erste Einsendung mit der Lösung des Bonusrätsels, Nikolas B. aus R. als kleinen Trost dafür, dass er sich extra für das Bonusrätsel einen Zauber-

würfel im Internet gekauft und es deshalb wohl nicht in die Top 10 geschafft hat, sowie an Simon G. aus Baden-Baden für sein Urlaubsfoto vom Pool (siehe Bild links).

Chilly, Extended Version

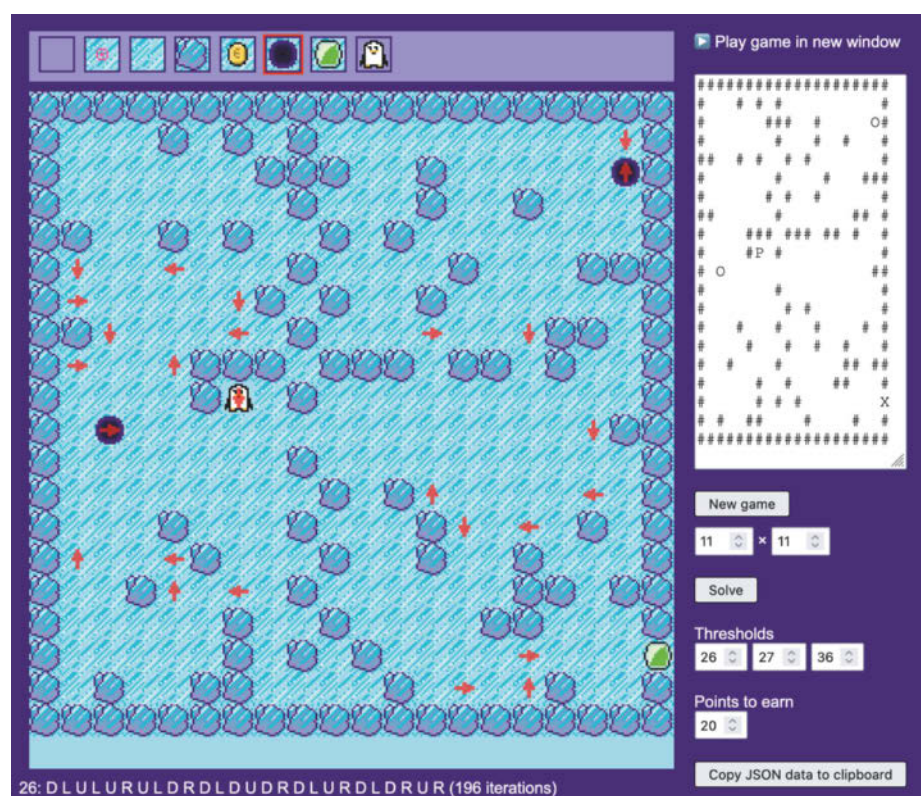
Noch bevor wir so viel ermunterndes Feedback zum Rutschpartie-Spielchen bekamen – vielen Dank dafür –, haben wir es optisch und akustisch aufgemotzt sowie um ein paar Levels erweitert, die es nach hinten raus durchaus in sich haben. Für eine Sneak Preview können Sie gerne einen Blick in das Repository bei GitHub werfen (siehe ct.de/ycjm). In der dortigen README-Datei steht, wie Sie das Spiel so paketieren, dass Sie es wie bei unserer veröffentlichten Zip-Datei direkt aus dem Dateisystem mit dem Browser öffnen können. Das Projekt ist im Fluss, erwarten Sie also bitte kein fertiges Game. Wir freuen uns auf Anregungen, am liebsten per GitHub-Issue.

Neue Levels, ob groß, ob klein, ob leicht, ob schwierig, sind ebenso willkommen. Die können Sie mit dem ebenfalls im Repository enthaltenen Level-Editor

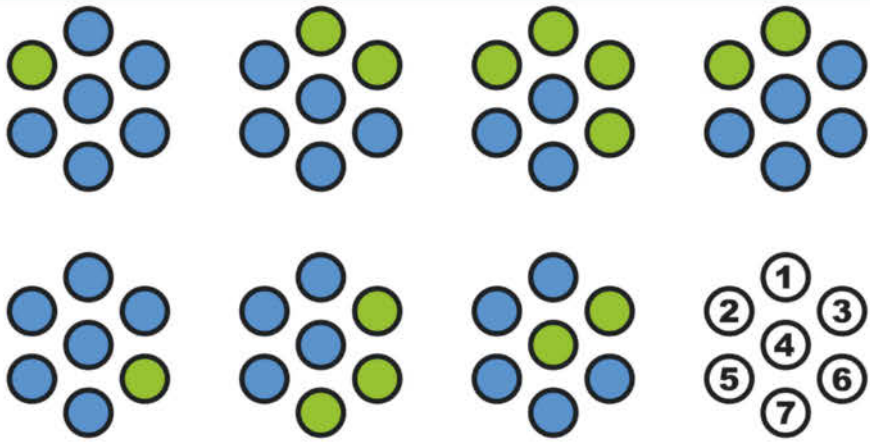

gestalten. Mithilfe eines integrierten Solvers zeigt er Pfeile an, die mit den wenigsten Zügen zum Ziel weisen. In einem der folgenden Hefte gehen wir darauf ein, wie der Solver funktioniert. In der README-Datei des Repositorys finden Sie weitergehende Infos zum Umgang mit dem Editor.

In einem weiteren Repository bewahren wir die Webanwendung auf, die wir zum Kreieren der 3D-Ansichten des Zauberwürfels programmiert haben. Man kann Farben und Beschriftungen der Felder im Code nach Lust und Laune verändern. Gibt man in dem Eingabefeld oberhalb des Würfels die Zugfolge ein, spielt die Webanwendung eine Animation der Drehungen ab.

Wir haben uns der besseren Nachvollziehbarkeit und leichteren Anpassbarkeit zuliebe für eine Eigenentwicklung und gegen einen der zahlreichen 3D-Simulatoren im Netz entschieden. Vielleicht war das auch der Grund dafür, dass wir vergessen haben, die Links dorthin zu veröffentlichen. Nachdem uns der erste Leser darauf hinwies, haben wir entschieden, die Links nicht nachzutragen, um Chan-



Die aktuelle Version des Rutschpartie-Spiels enthält einen Level-Editor, der bei jeder Änderung ohne spürbare Verzögerung die beste Route findet und mit Pfeilen markiert. Die Anzahl der Iterationen unten ist ein Wert, den der Solver ausspuckt: je höher, umso schwieriger der Level.

Lösungswort

		11				1	1		
31	11	11	11	3	21	11	12	22	
2	1	2	1	1	2	1	2	1	
1	1		1	1	1	1	1	2	
1		2		1		1	1	1	

Lösungswort

Lösungswort



Für besondere Einsendungen bedanken wir uns mit dem Sonderpreis der Redaktion: je ein Exemplar der Sci-Fi-Kurzgeschichten „Ausbildung. Wege in die virtuelle Welt“ und „Massaker in RobCity“.

cengleichheit zu wahren. Ihren Mails zu Folge ist <https://iamthecu.be> am besten geeignet, die Lösung zu unserem Bonusrätsel zu finden.

Drei Rätsel, dreifache Gewinnchance

Doch nun zum neuen Gewinnspiel. Wir haben drei sehr unterschiedliche Knobelaufgaben für Sie. Mit jeder richtigen Lösung landet ein Los mit Ihrem Namen in unserer Lostrommel. Mit zwei Lösungen verdoppeln Sie also Ihre Gewinnchance, mit dreien verdreifachen Sie sie (siehe Kasten am Artikelende). Die Bilder zu den Rätseln links bekommen Sie in voller Auflösung über ct.de/ycjm.

Oben sehen Sie sieben Sechsecke mit je sieben grünen und blauen Punkten, die einer bestimmten Vorschrift folgen. Finden Sie heraus, welche Farben die Kreise haben müssen, um die Folge fortzusetzen. Ein blauer Punkt steht für eine 1, ein grüner für eine 0. Fügen Sie die Ziffern in der vorgegebenen Reihenfolge zu einer siebenstelligen Binärzahl aneinander, um die Lösung zu erhalten. Hinweis, um eine Doppeldeutigkeit aufzulösen: Klein schlägt groß.

Während im ersten Rätsel die Doppeldeutigkeit unvermeidbar ist, ist sie beim zweiten gewollt. Mit zweimaligem Überlegen kommen Sie bestimmt auf das richtige Wort, das getreu dem Motto vieler vorheriger Knobelaufgaben irgendwas mit Schriften und Computern zu tun hat. Falls Sie diese Art von Rätseln nicht kennen,

Drei Rätsel für drei Gewinnchancen: Wir sind gespannt, ob Sie alle drei Herausforderungen annehmen.

wird Ihnen sicher eine Webrecherche weiterhelfen.

Aber was ist bloß im Bild ganz unten zu sehen? Hat da jemand das VGA-Kabel vom Monitor gezogen oder warum ist das so verrauscht? Wir verraten nur so viel: Das Bild legt eine verborgene Information

offen, wenn Sie nur tief genug darin eintauchen. Mit einem Handy wird Ihnen das sehr wahrscheinlich nicht gelingen. Erst auf einem Bildschirm ab 10 Zoll Diagonale kommt das Full-HD-Bild gut rüber. Eins noch: Falls Sie 1337 5P34K im Bild finden, ist das kein Zufall.

Wie Sie die Lösungswörter einschicken, steht im Kasten am Ende des Artikels. Viel Erfolg! (ola@ct.de) **ct**

Bilder zum Download, Quellcodes:
ct.de/ycejm

Anzeige

Gewinnen Sie eines von vier Internet-Zugangs-Sets

In der Rätselrunde in c't 19/2023 verlost wir zwei Home Pilot Starter-Sets für das smarte Zuhause im Gesamtwert von je 566 Euro. Neben der Steuerzentrale „Gateway premium“ und einem USB-Zigbee-Adapter (addZ-Stick) gehörten dazu auch zwei Gurtwickler des Typs „Rollo-Tron classic smart“, zwei als Tür- oder Fensterkontakt einsetzbare Sensoren und zwei steuerbare LED-Lampen (RGBW) mit GU10-Sockel.

Wer unser aktuelles Rätsel löst, hat die Chance auf eines von vier Router-Sets als Herzstück des eigenen Heimnetzes. Die Sets bestehen aus je einer Fritzbox und einem Fritz-Repeater 6000 und versprechen so grenzenlosen WLAN-Spaß in der gesamten Wohnung. Die Fritzbox bietet Höchstgeschwindigkeit für alle Anschlüsse – egal ob an Glasfaser, DSL oder Kabel.

Jedes der von AVM zur Verfügung gestellten Sets besteht aus einer zum eigenen Internetzugang passenden Fritzbox und dem Mesh-Repeater Fritz-Repeater 6000. Sie ermöglichen nicht nur einen komfortablen Zugriff auf den eigenen Internetzugang, dank des WLAN-Repeaters sorgen sie auch für schnelle drahtlose Ankopplung mobiler Gerätschaften überall in der Wohnung. Wi-Fi 6 versorgt Smartphones, Notebooks und weitere

Geräte superschnell mit Internet. Die leistungsfähige Hardware sorgt für störungsfreies Streaming, schnellste Downloads, den Komfort einer vollwertigen Telefonanlage sowie zuverlässige Sicherheitsfeatures für das Heimnetz. Ganz nebenbei fungiert die Fritzbox auf Wunsch auch noch als Smart-Home-Zentrale und DECT-Basisstation.

Die glücklichen Gewinner haben die Wahl zwischen drei unterschiedlichen Fritzbox-Modellen: Für den klassischen DSL-Zugang gibt es die Fritzbox 7590 AX. Wer das TV-Kabel für den Internetzugang nutzt, wählt die Fritzbox 6690, und wenn das Zuhause bereits via Glasfaser angeschlossen ist, empfiehlt sich das Modell Fritzbox 5590.

Wenn Sie an der Verlosung teilnehmen wollen, schicken Sie uns eine Mail an 40.Geburtstag@ct.de mit dem Betreff „c't-Rätsel 21/2023 – LÖSUNG“ (ohne die Anführungszeichen), wobei LÖSUNG durch die von Ihnen ermittelte Lösung eines der drei Rätsel zu ersetzen ist. Für jedes der drei Rätsel senden Sie uns bitte eine separate Mail zu. Es ist egal, ob der Anführungsstrich im Betreff gerade oder typografisch ist, ebenso, ob der Strich ein Gedankenstrich, ein Minuszeichen oder Ähnliches ist. Weil wir leider immer wieder falsche Betreffe erhalten, zum Beispiel



Bild: Rademacher

Wer den Pinguin zielsicher über das Eis geleitete, konnte eines von zwei „Starter-Sets für 2 Rollläden smart“ plus Fensterkontakte, Lampen und Zigbee-Schnittstelle von Home Pilot gewinnen. Gesamtwert pro Set: 566 Euro.

weil die Lösung weggelassen wurde, hier noch einmal ganz deutlich: Es ist für die ordnungsgemäße Auswertung Ihrer Einsendung wichtig, dass die Betreffzeile unseren Vorgaben folgt.

Wenn Sie in den Mails Ihre postalische Anschrift und das gewünschte Fritzbox-Modell angeben, erleichtern Sie uns damit das Versenden des Preises. Rechtzeitig bis 23:59:59 am Stichtag 17.9.2023 eingegangene Einsendungen mit der jeweils richtigen Lösung nehmen an der Verlosung teil. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Mitarbeiter von Heise dürfen nicht am Gewinnspiel teilnehmen. Pro Person darf genau eine Lösung pro Rätsel eingesendet werden, Mehrfacheinsendungen für ein und dasselbe Rätsel führen zur Disqualifikation.

Datenschutzrechtlich verantwortlich sowie Veranstalter des Gewinnspiels ist die Heise Medien GmbH & Co. KG. Außer der Übermittlung der E-Mail-Adresse zur Teilnahme am Gewinnspiel und der Übermittlung von Namen und Postanschrift zum Zwecke des kostenfreien Gewinnversands ist keine weitere Übermittlung personenbezogener Daten erforderlich. Nach Beendigung des Gewinnspiels werden alle übermittelten Daten gelöscht. Rechtsgrundlage für die Datenverarbeitung ist Art. 6 Abs. 1 lit. b) DSGVO. Weitere Informationen zum Thema Betroffenenrechte sowie Kontaktmöglichkeiten unter www.heise.de/privacy.



Bild: AVM

Flotten Zugang zum Internet und grenzenloses WLAN-Vergnügen versprechen die hier verlostene vier Fritzbox- und -Repeater-Sets von AVM.

Gegen endgültigen Datenverlust

Verlorene Daten selbst retten – wie und wann überhaupt



Retten oder retten lassen	Seite 58
Datenträger trotz Defekten kopieren	Seite 62
Logische Strukturen analysieren und fixen	Seite 64
Dateireste zusammenkratzen	Seite 66
Beispiel: Windows-PC startet nicht mehr	Seite 68
Beispiel: Gebrauchter Mac gibt Altdaten preis	Seite 70
Beispiel: SSD eines Thin-Client-Servers stirbt zu jung	Seite 72

Manchmal rücken durch Technik- oder Nutzerfehler Festplatten, SD-Karten oder SSDs gespeicherte Daten nicht mehr heraus. Je nach Wert des verlorenen geglaubten Datenguts muss es vielleicht nicht immer gleich ein professioneller Datenretter sein. Die folgenden Artikel zeigen Wege, um mit Hausmitteln zu bergen und zu retten.

Von Peter Siering

Der Spruch „Kein Backup, kein Mitleid“ klingt spätestens dann besonders laut im Ohr, wenn diese oberste Nutzerpflicht der Aufschieberitis zum Opfer gefallen ist. Startet der PC nicht mehr, sind Daten versehentlich gelöscht oder zeigt ein wichtiger Datenträger Ausfallerscheinungen und es gibt kein aktuelles Backup, dann ist schnelles und konsequentes Handeln gefragt: Den Datenträger möglichst zügig außer Betrieb nehmen. Dann die nächsten Schritte planen.

Oft helfen naheliegende Dinge: Löschen lässt sich meist über den Papierkorb rückgängig machen. Häufig sind Daten viel schneller und einfacher wiederzubeschaffen als zu retten, etwa die Speisekarte des Lieblingsrestaurants. Obendrein verschmieren Anwendungen Daten auf dem Datenträger: Die Originaldatei der über Wochen verfassten Arbeit mag im Eimer sein, aber die neueste der unzähligen Kopien in den temporären Dateien ist auf dem letzten Stand und somit die Arbeit im Nu fortgesetzt. Erst wer diese Chancen abgegrast hat, sollte intensiver in die Rettung einsteigen.

Wenn Sie es mit einem verschlüsselten Datenträger zu tun haben, brauchen Sie einen Wiederherstellungsschlüssel. Nachträglich können Sie den meist nicht beschaffen, von Ausnahmen abgesehen, etwa bei Nutzung eines Microsoft-Kontos in Windows [1]. Heute gängige Verschlüsselungsverfahren sind, richtig angewendet, so sicher, dass sich auch professionelle Datenretter die Zähne daran ausbeißen. Deswegen gilt: „Kein Backup, kein Wiederherstellungsschlüssel, keine Chance!“

Wenn die eigenen Kenntnisse gering, die Daten aber lieb und teuer sind, ist ein

professioneller Datenretter eine bedenkenswerte Option. Der hat reichlich Erfahrungen und weitaus mehr Mittel, als üblicherweise selbst in einem Nerd-Haushalt zur Verfügung stehen: einen Reinraum, in dem er Datenträger öffnen und Teile tauschen kann, ein dazu passendes Ersatzteillager und natürlich viel Erfahrung. Ein Kostenvoranschlag ist selbstverständlich, der normalerweise auch benennt, was wiederherzustellen wäre. Je nach Schaden und Anbieter kann der allerdings kostenpflichtig sein. Für die eigentliche Rettung können Sie von Kosten in Höhe von mindestens mehreren hundert Euro ausgehen.

Profis ranlassen?

Wenn Sie sich selbst an einer Rettung versuchen, erschweren Sie damit möglicherweise die Arbeit eines professionellen Retters. Im Fall von Wasser-, Brand- und Fallschäden raten wir davon ab, selbst Hand anzulegen; Tipps für Wasser haben wir in

[2] trotzdem gegeben. Im Fall logischer Schäden wie gelöschter Dateien, versehentlicher Partitionierung oder einem langsam ablebenden Datenträger haben Sie aber gute Aussichten, Daten nahezu vollständig wieder herzustellen. Gefragt sind Geduld und ordentliche Vorbereitung.

Das beginnt damit, das nötige Werkzeug zusammenzutragen. Sie sollten unbedingt einen Platz finden, an dem Sie in Ruhe arbeiten können und der auch über eine längere Zeit belegt werden kann – das zeitintensive, wiederholte Lesen von defekten Blöcken eines beschädigten Datenträgers kann Tage oder sogar Wochen dauern. Ein loser Aufbau im Wohnzimmer, der den Hausfrieden stören kann oder den Kinder und Tiere durcheinander bringen können, eignet sich nicht. Sie brauchen einen zuverlässigen Computer, um darauf Software auszuführen, die beim Retten der Daten hilft.

Den betroffenen Datenträger sollten Sie sofern möglich ausbauen und sich einen Adapter besorgen, mit dem Sie ihn nur bei Bedarf mit dem zur Rettung verwendeten Computer verbinden. Sie verhindern so, dass der Datenträger schon beim Systemstart eingebunden wird und womöglich darauf unnötige Schreiboperationen stattfinden, denn jeder Schreibzugriff verschlechtert die Chancen, Daten zu retten. Je weniger Aktivitäten das Betriebssystem dieses Computers an den Tag legt, also je weniger Automatismen auf angesteckte Datenträger einwirken, desto besser eignet es sich; ideal ist ein auf Rettungsoperationen optimiertes Linux.

Wenn der Ausbau zu risikoreich erscheint oder wie bei modernen Notebooks



USB-SATA-Adapter sind unschlagbar praktisch, um beschädigte Datenträger anzuschließen. Die als Depot für die geretteten Daten zusätzlich notwendige SSD findet so ebenfalls ans Rettungssystem.

gar nicht möglich ist, bleibt als Alternative ein Start vom USB-Stick. Der sollte ein minimales Betriebssystem mit den nötigen Werkzeugen enthalten, zum Beispiel unser Notfall-Windows, Grml oder Desinfec't (siehe ct.de/yqfx). Grundsätzlich sind diese Minimalsysteme eine gute Idee. Und: Auch wenn sie teils kryptisch aussehen, die zu benutzenden Programme sind nicht allzu komplex.

Bergen ...

Zusätzlich brauchen Sie einen weiteren Datenträger, der genug Platz bietet, um mindestens eine vollständige 1:1-Kopie des defekten Datenträgers aufzunehmen. Das Erstellen einer solchen Kopie ist der wichtigste Schritt: Alle Maßnahmen zur Rettung der Daten können Sie dann gefahrlos an der Kopie ausführen. Idealerweise erstellen Sie von dieser Kopie eine weitere Kopie: Die erste behalten Sie als Original in der Hinterhand. An der zweiten toben Sie sich aus. Bei Misserfolgen ersetzen Sie die zweite durch eine neue Kopie von der ersten und beginnen von vorn.

Das Arbeiten mit Kopien ist aus mehreren Gründen wichtig: Bei einem defekten Datenträger kann es sein, dass das Erstellen der 1:1-Kopie unheimlich langsam geht. Oft lassen sich nicht beliebig viele Kopien erstellen – das gilt vor allem für physische Defekte, also nicht mehr lesbare Sektoren oder Speicherzellen. Und: Beim Retten kann es nötig sein, den Datenträger zu beschreiben. Das sollte man tunlichst nie mit dem Original tun. Denn wenn es schiefgeht, war es oft auch der letztmögliche Versuch.

Wenn ein Datenträger nur logische Beschädigungen aufweist, weil etwa Dateien gelöscht wurden, die Partitionierung überschrieben wurde oder Daten anderweitig in Mitleidenschaft gezogen worden sind, eignet sich zum Erstellen einer Kopie

Die richtigen Schritte

Bei einem konkreten Verdacht von Datenverlust helfen folgende Schritte:

- Datenträger außer Betrieb nehmen
- vollständige Kopie des Datenträgers erstellen und nur die verwenden
- Struktur der Inhalte mit geeignetem Werkzeug überprüfen
- Struktur bei Bedarf reparieren lassen
- ggf. gelöschte Dateien wiederherstellen
- Tiefensuche nach Datei(rest)en anstoßen

jedes Programm, das den ganzen Datenträger Block für Block kopiert (1:1-Kopie). Programme, die den Inhalt der Partitionen betrachten und nur belegte Blöcke übertragen, helfen nicht. Statt die Aufgabe Ihrem Lieblings-Imager zu übertragen, folgen Sie lieber der Empfehlung im folgenden Artikel.

Idealerweise erstellen Sie nicht eine Kopie auf einen anderen Datenträger, sondern lassen das Programm die Daten in eine Datei schreiben, die ein 1:1-Abbild enthält (Image). Alle gängigen Programme zur Datenrettung arbeiten ebenso gut mit Abbilddateien wie mit Datenträgern – Sie in Ihrer Rolle als Datenretter haben es aber leichter, weitere Kopien zu erstellen, und brauchen dafür nicht gleich mehrere Datenträger. Hilfreich ist eine SSD, weil sich darauf solche Kopien viel schneller erstellen lassen. Die erzeugten Abbilder dürfen nicht komprimiert sein, weil die Rettungstools sie dann nicht bearbeiten können.


Treten allerdings Lesefehler beim Erstellen einer 1:1-Kopie auf, ist spezielle Software gefragt: Die meisten Programme zum Erstellen von Datenträgerkopien und

Abbildern steigen aus, sobald sie auf nicht lesbare Sektoren stoßen. Hier schlägt dann die Stunde spezieller Werkzeuge, die sich davon nicht aus dem Konzept bringen lassen und defekte Bereiche überspringen. Da sich oft echte Defekte und logische Beschädigungen eines Datenträgers nicht unterscheiden lassen, sind solche Programme zum Kopieren stets erste Wahl – der folgende Artikel stellt ddrescue dafür näher vor.

... und retten

Mit der möglichst vollständigen 1:1-Kopie des Datenträgers können Sie sich nun der eigentlichen Datenrettung zuwenden. Die folgenden Artikel zeigen verschiedene Wege auf. Grundsätzlich gilt: Viele Anwendungen zur Datenrettung sind nicht kostenlos (einen Überblick finden Sie auf heise Download via ct.de/yqfx). Die allermeisten kostenpflichtigen Programme sind aber so gebaut, dass Sie versuchsweise eine kleine Menge der gefundenen Daten wiederherstellen und sich somit ein Bild verschaffen können, was das Programm zu leisten vermag.

Sie gewinnen so einen Überblick, was die verschiedenen Programme in der jeweiligen Situation ausrichten können. Die Programme haben sehr unterschiedliche Schwerpunkte. Manche sind gut darin, Probleme der logischen Struktur eines Datenträgers auszuräumen, etwa eine vor schnell gelöschte Partitionierung oder versehentlich gelöschte Dateien wiederherzustellen. Andere sind darauf spezialisiert, den Datenträger Block für Block zu lesen und Dateifragmente zusammenzustellen.

Mit einer Kopie in der Hinterhand geht Probieren über Studieren. Die folgenden Artikel empfehlen für die gängigen Schritte passendes, kostenlos nutzbares Werkzeug: zum Kopieren (ddrescue auf Seite 62), zur Strukturanalyse- und -reparatur, zum Entlösen (beides TestDisk auf Seite 64) und zur Suche nach Datenresten (PhotoRec auf Seite 66). Die ab Seite 68 anschließenden Beispiele aus der Praxis zeigen darauf aufbauende und teils alternative Wege. Wie so oft gilt auch bei der Datenrettung: Viele Wege führen nach Rom. Viel Erfolg! (ps@ct.de) 

Literatur

- [1] Jan Schüßler, FAQ zu BitLocker, c't 4/2023, S. 180
- [2] Lutz Labs, Daten schürfen im Schlamm, Erste Hilfe für untergegangene Datenträger, c't 18/2021, S. 12

Erwähnte Werkzeuge: ct.de/yqfx

```
GNU ddrescue 1.23
Press Ctrl-C to interrupt
Initial status (read from mapfile)
rescued: 950340 MB, tried: 33634 MB, bad-sector: 0 B, bad areas: 0

Current status
  ipos: 202998 MB, non-trimmed: 26903 MB, current rate: 275 kB/s
  opos: 202998 MB, non-scraped: 4473 MB, average rate: 357 kB/s
non-tried: 0 B, bad-sector: 607232 B, error rate: 128 B/s
  rescued: 968826 MB, bad areas: 1186, run time: 14h 22m 8s
pct rescued: 96.86%, read errors: 4128, remaining time: 21h 44m
                                time since last successful read: 0s
Trimming failed blocks... (forwards)
```

Das Kopieren beschädigter Datenträger kann sehr lange dauern. Deshalb ist ein sicherer Platz von großem Wert, auf dem der dazu nötige Aufbau lange stehen und laufen kann.



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





Sichere Basis

Datenträger trotz Defekten sicher kopieren: ddrescue

Das A und O beim Retten von Daten von Festplatten, SSDs oder Flash-Karten ist eine 1:1-Kopie aller noch lesbaren Blöcke auf einen funktionstüchtigen Datenträger. Für hartnäckige Fälle hilft dabei nur ein Programm: ddrescue.

Von Peter Siering

Wenn ein Datenträger „nur“ logisch Schaden genommen hat, also versehentlich Daten gelöscht wurden oder die Ordnung der Partitionen durcheinandergebracht wurde, genügt zum Erstellen einer Kopie für weitere Rettungsversuche ein Programm, das die Daten blockweise 1:1 dupliziert. Bei Lesefehlern, die durch defekte Blöcke verursacht werden, kommen die meisten Programme aber aus dem Takt. Sie müssen es zumindest schaffen, in der erzeugten Kopie leere Blöcke für die defekten Bereiche einzufügen.

Perfekt verhält sich da die GNU-Version von ddrescue: Das Programm liest

hartnäckig auch Laufwerke mit Defekten aus. Es wendet dazu die folgende Strategie an, um möglichst viel zu sichern: Zunächst kopiert es kontinuierlich in großen Happen das Original. Stößt es auf nicht lesbare Bereiche, springt es ein Stück weiter und versucht, weiter kontinuierlich zu lesen. Den nicht lesbaren Bereich merkt es sich, um ihn in weiteren Durchläufen kleinteiliger zu kopieren. Mit dieser Strategie tastet sich ddrescue immer näher an die Blöcke heran, die tatsächlich nicht mehr lesbar sind.

Das Verfahren ist auf Magnetfestplatten abgestimmt, bei denen Blöcke physisch nah beieinander liegen: Das Programm strapaziert Bereiche mit Fehlern erst dann stärker, wenn der Großteil der Daten schon erfolgreich ausgelesen ist; so nutzt es hoffentlich die womöglich letzten Lebensminuten eines Datenträgers, um noch möglichst viele Daten zu kopieren. Der Algorithmus unternimmt in der letzten Phase dann sehr kleinteilige Versuche, defekte Stellen doch noch zu lesen. Bei Flash-Speichern mit ihrem internen Blockmanagement bildet das zwar nicht die physischen Gegebenheiten ab, funktioniert aber trotzdem.

Besser ohne GUI

Grundsätzlich ist die GNU-Ausgabe von ddrescue ein Kommandozeilenpro-

gramm, das ausschließlich über Optionen gesteuert wird. Einige Optionen sollten dabei unbedingt gesetzt sein. Unsere Empfehlung ist, ddrescue stets in einem minimalen Linux-System auszuführen. Denn dort können Sie Einfluss darauf nehmen, wie das Betriebssystem bei Lesefehlern reagiert, sodass ddrescue nicht unnötig Zeit mit Wiederholungsversuchen verplempt. Und solche Minimalsysteme versuchen erst gar nicht, Partitionen angesteckter Datenträger automatisch zu mounten – sie schonen also die Geräte und induzieren keine unerwünschten, womöglich sogar schreibenden Zugriffe.

Ein konkretes Beispiel: Ein x86-PC mit einem internen Laufwerk (eine SATA-SSD mit Windows darauf) soll helfen, Daten einer Magnetfestplatte auf eine SSD zu übertragen. Die beiden letztgenannten werden per USB-Adapter an den PC angeschlossen, aber erst dann, wenn das Rettungsbetriebssystem vom USB-Stick gebootet ist. Unser Vorschlag dafür: die Linux-Distribution grml oder unser Desinfec't, denn das ist komfortabler, weil es eine grafische Bedienoberfläche hat (Downloads siehe ct.de/ypyx). Öffnen Sie eine Kommandozeile als root-Nutzer, sofern die Distribution das nicht von sich aus tut.

Geben Sie auf der Kommandozeile den Befehl `lsblk` ein. Das Linux-System gibt dann die erkannten Blockgeräte aus, zeigt die darauf vorhandenen Partitionen und die Orte im Dateibaum, an denen die Partitionen für Zugriffe eingehängt sind (MOUNTPOINTS). Bei unserer Musterkonfiguration sind das die Geräte `/dev/sda` für die interne SSD (mit Windows darauf) und `/dev/sdb` für den USB-Stick mit dem Notfallsystem, also grml oder Desinfec't.

Wenn Sie nun die zusätzlichen USB-Platten nacheinander anstecken, erhält die erste (das Folgende geht davon aus, dass das die „defekte“ Magnetplatte ist), den Gerätenamen `/dev/sdc` und die zweite (die SSD, die das Ziel zum Sichern der rettenden Daten sein wird) den Namen `/dev/sdd`. Wenn Sie im Umgang mit Linux nicht vertraut sind, sollten Sie diese SSD bereits vorher an einem PC formatieren – NTFS eignet sich gut, das können alle Betriebssysteme mindestens lesen und es kann große Dateien speichern.

Nach dem Anstecken können Sie sich mit einem erneuten Aufruf von `lsblk` vergewissern, welche Gerätenamen die angesteckten Laufwerke erhalten haben (die SIZE-Spalte ist ein weiteres Indiz zur Orientierung).

Wenn auf der Ziel-SSD ein einfaches Windows-Volume mit NTFS liegt, sollte der Befehl `mount /dev/sdd1 /mnt` diese Partition im Dateibaum des Notfallsystems zugänglich machen. Mit `touch /mnt/test` können Sie dort testweise eine leere Datei erstellen. Wenn der Befehl keinen Fehler zurückgibt, haben Sie das Zielmedium für die Sicherung in Stellung gebracht. Bei einer Fehlermeldung variieren Sie gegebenenfalls das Dateisystem passend zu den zu rettenden Systemen.

Bevor Sie `ddrescue` loslegen lassen, weisen Sie Linux an, eventuelle Wiederholungsversuche bei Zugriffsfehlern auf die defekte Magnetplatte auf ein Minimum zu reduzieren. Das gelingt mit den folgenden Befehlen – beachten Sie bitte, dass Sie den Gerätenamen an Ihre Konfiguration anpassen, also das `sdc` im Pfad:

```
echo 1 > /sys/block/sdc/↵
device/eh_timeout
echo 1 > /sys/block/sdc/device/timeout
```

Die Befehle setzen die Zeit herunter, die der Kernel nach einem Fehler für eine Wiederholung wartet und die er Befehlen gibt, die im Fall eines Fehlers den Zustand des Gerätes auslesen. Im regulären Betrieb sind mehrere Anläufe hilfreich, wenn ein Zugriff scheitert. Beim Runterkratzen von Daten jedoch verlängern sie nur die Laufzeit und strapazieren unter Umständen die maladen Bereiche des Datenträgers stärker.

Mit `ddrescue -0 /dev/sdc /mnt/disk.img /mnt/disk.log` starten Sie das Kopieren aller Daten vom defekten Laufwerk in eine Datei auf Ihrer Sicherungs-SSD. Die Option `-0` sorgt dafür, dass `ddrescue` nach einem Lesefehler das Gerät zurücksetzt und erneut öffnet – ist sie nicht gesetzt, bricht der Prozess ab und Sie müssten `ddrescue` bei Fehlern von Hand neu starten.

Die drei folgenden Parameter geben das zu sichernde Gerät, das Ziel (hier eine

Image-Datei) sowie den Namen einer (Log-)Datei an, in der `ddrescue` den aktuellen Bearbeitungsstand notiert. Der Aufruf ohne Angabe einer solchen Datei wäre witzlos, weil `ddrescue` stets von vorn mit dem Lesen beginnen würde. Mit der Log-Datei kann es dort fortfahren, wo es unterbrochen wurde, etwa bei Lesefehlern, die es doch mal aus der Bahn geworfen und beendet haben.

Zeit mitbringen

Je nachdem, wie groß und wie kaputt die Magnetplatte beziehungsweise der kopierte Datenträger ist, kann das Auslesen Stunden, Tage oder sogar Wochen dauern. Den Statusausgaben von `ddrescue` können Sie entnehmen, in welcher Phase es sich befindet, und Sie sehen auf einen Blick, ein wie großer Anteil der Speicherkapazität bereits bearbeitet worden ist.

Dank der Log-Datei lässt sich der Prozess jederzeit stoppen und das bisherige Ergebnis begutachten. Sie sollten sich aber davor hüten, am erzeugten Image jetzt Änderungen vorzunehmen, etwa schon andere Datenrettungswerkzeuge darauf loszulassen. Ein einzelner Schreibzugriff könnte die weiteren Bemühungen eines erneuten `ddrescue`-Laufs torpedieren. Kopieren Sie gegebenenfalls vorher das Image – deshalb empfiehlt sich als Ziel eine SSD mit mindestens der doppelten Kapazität.

Wenn der Datenträger mit den zu rettenden Daten nur noch sporadisch Daten liefert, kann es helfen, seine Umgebung zu variieren. Wir haben gute Erfahrungen damit gemacht, solche Kandidaten in einer Tiefkühltruhe zu betreiben. Gut eingepackt in einem Tiefkühlbeutel überstehen Adapter und Datenträger das und das andere „Klima“ kitzelt womöglich noch einige Daten mehr heraus – aber: Anwendung auf eigene Gefahr!

Die so weit gegebenen Tipps zeigen längst nicht alle Möglichkeiten von `dd-`

`rescue`. Über speziell präparierte Log-Dateien können Sie dem Programm Vorgaben machen, welchen Bereich auf dem Datenträger es überhaupt untersuchen soll (Domain genannt). Das ist zum Beispiel sinnvoll, um das Auslesen der Daten auf die Bereiche zu begrenzen, die überhaupt belegt waren.

Betroffene finden

Eine leider nicht mehr aktiv weiterentwickelte Sammlung von Programmen namens `ddrutility` ergänzt `ddrescue`. Das darin enthaltene Programm `ddru_findbad` liest die von `ddrescue` erzeugte Image- und Log-Datei und ermittelt für die Dateisysteme FAT, NTFS, HFS und EXT in welchen Dateien die defekten Blöcke liegen – das klappt dann, wenn die defekten Blöcke nur Dateien und nicht die Dateisystemstrukturen in Mitleidenschaft gezogen haben.

Die in `ddrutility` zusammengefassten Programme müssen Sie in `grml` oder `Desinfec't` mit `apt-get install ddrutility` nachinstallieren. Wenn Sie mit den zuvor genannten Tipps eine Magnetfestplatte aus einem Windows-PC bearbeitet haben, liefert der folgende Befehl Aufschluss darüber, welche Dateien die gefundenen defekten Blöcke betreffen:

```
ddru_findbad /mnt/disk.img ↵
↵ /mnt/disk.log
```

Die Ausgabe ist sehr geschwätzig, aber die Hinweise auf die beschädigten Dateien stechen darin hervor. Sind nur Dateien und nicht die logische Struktur des Datenträgers betroffen, können Sie alle übrigen Dateien auslesen, indem Sie das Image als Laufwerk einbinden. Windows kann das nicht direkt, aber mit 7-Zip gelingt der Zugriff auf die Dateien oder über Umwege, etwa das Konvertieren in eine VHD-Datei mit dem Programm `qemu-img` (siehe ct.de/ypyx).

Für die Dateien mit defekten Blöcken besteht wenig Hoffnung: Wenn sie strukturierte Daten enthalten, zum Beispiel komprimierte Bilddaten, wird man diese Schäden nicht mehr richten können. Scheitert der Versuch, nicht lesbare Blöcke Dateien zuzuordnen, könnten die Dateisystemstrukturen gelitten haben. Dann helfen womöglich die in den folgenden Artikeln beschriebenen Werkzeuge beim Reparieren der Strukturen oder Bergen der Dateien. (ps@ct.de) **ct**

Grml, Desinfec't, Downloads: ct.de/ypyx

Runtergekühlt in der Tiefkühltruhe spuckt mancher Datenträger noch ein paar Daten mehr aus als bei Raumtemperatur. Bitte langsam runterkühlen: erst Kühlschranks, dann -truhe.





Bild: Michael Vogt

Multitalent

Partitionen und Dateien wiederherstellen: TestDisk

Zu schnell den Löschknopf betätigt und Partitionen oder Dateien getilgt? Windows oder Linux erkennt wegen kaputter Sektoren die Festplatte gar nicht mehr? Dann schlägt die Stunde von TestDisk.

Von Peter Siering

Vorab: Bei Datenträgerdefekten sollten Sie nie direkt mit TestDisk auf den Datenträger losgehen, sondern zunächst eine 1:1-Kopie als Image anfertigen (siehe S. 62). Erst auf dieses Image lassen Sie dann TestDisk los (oder andere Datenrettungssoftware). Für den Fall einer gelöschten oder beschädigten Partitionierung gilt diese Empfehlung ebenso, denn ein eventueller Korrekturversuch verhunzt dann nicht den Originaldatenträger.

Die Bedienung von TestDisk ist auf allen unterstützten Betriebssystemen

von DOS bis SunOS gleich spröde: Das Programm zeigt eine textbasierte Oberfläche und nimmt Anweisungen ausschließlich per Tastendruck entgegen. Da es aber sehr klare Wege anbietet, ist das selbst für Neulinge nicht schwierig. Für den Start gibt es zwei Möglichkeiten: Ohne Parameter zeigt TestDisk eine Auswahl der erkannten Laufwerke. Bekommt es beim Aufruf den Namen einer Image-Datei mitgegeben, arbeitet es auf dieser.

Beim Starten fragt TestDisk zunächst, ob es eine Log-Datei erstellen oder fortführen soll. Darin zeichnet es detailliert auf, was es alles anstellt, um einem beschädigten Datenträger noch Informationen zu entlocken. In eher hoffnungslosen Fällen kann das bei der Spurensuche helfen und erfreut auch diejenigen, die im Support-Forum von TestDisk aushelfen. Nach allem bis hier Erklärten sollte klar sein: Natürlich gehört eine solche Datei nicht auf den Datenträger, den TestDisk bearbeiten soll.

Will nur lesen

Noch ein wichtiger Hinweis vorab: Solange Sie TestDisk nicht explizit dazu auffordern, Daten zu schreiben, liest es lediglich und „modelliert“ Daten, die es findet oder errechnet. Sie können diese dann auf Plausibilität prüfen und, je nach Fehlerbild, auch zurückschreiben lassen. Im Fall von verlorenen, aber wiederherstellbaren Partitionierungsdaten können Sie im Normalfall eine Liste der Dateien ansehen, die TestDisk dort „sieht“.

Nach der Auswahl des Datenträgers erbittet TestDisk Hilfestellung und fragt die Art der Partitionierung ab. Wenn Sie es nicht wissen, probieren Sie die sinnvollsten Optionen durch. Bei einer aktuellen PC-Festplatte ist GPT die wahrscheinlichste Wahl, bei älteren Geräten MBR. In erster Instanz bietet TestDisk eine Schnellsuche (Quick Search). Führt die nicht zum Erfolg, bietet es eine tiefergehende Suche (Deeper Search) an.

Die Tiefensuche können Sie auch nach der Schnellsuche noch starten, wenn Sie den Eindruck haben, dass das Programm noch nicht alle Partitionen gefun-

```
TestDisk 7.1, Data Recovery Utility, July 2019
Christophe GRENIER <grenier@cgsecurity.org>
https://www.cgsecurity.org

Disk /dev/sdc - 128 GB / 119 GiB - CHS 15566 255 63
Partition      Start      End      Size in sectors
>* HPFS - NTFS   0 32 33    6 95 25    100352 [System-reserviert]
P HPFS - NTFS    6 95 26 15443 46 27 247992320
D HPFS - NTFS   15443 46 28 15526 239 9 1345536
D HPFS - NTFS   15482 81 31 15566 19 5 1345529

Structure: Ok. Use Up/Down Arrow keys to select partition.
Use Left/Right Arrow keys to CHANGE partition characteristics:
*=Primary bootable P=Primary L=Logical E=Extended D=Deleted
Keys A: add partition, L: load backup, T: change type, P: list files,
Enter: to continue
NTFS, blocksize=4096, 51 MB / 49 MiB
```

TestDisk findet gelöschte oder anderweitig verlorene Partitionen und stellt sie auf Wunsch wieder her. Enthaltene Dateien zeigt es an und kopiert sie auf Wunsch heraus.

den hat. Sie können die gefundenen Partitionen selektieren und, wenn TestDisk meint, Dateien gefunden zu haben, durch Drücken der Taste P eine Liste der Dateien einsehen. Aus der Liste der Dateien heraus ist es dann möglich, einzelne Dateien oder auch vollständige Verzeichnisstrukturen auf einen anderen Datenträger zu sichern.

Kann auch schreiben

Wenn die Partitionssuche erfolgreich war und Sie die wiederhergestellten Partitionsinformationen auf den behandelten Datenträger zurückschreiben wollen, können Sie das veranlassen, indem Sie die Return-Taste drücken und die Funktion „Write“ auswählen. Anschließend fordert TestDisk zu einem Reboot auf und springt zurück ins Hauptmenü für das Laufwerk beziehungsweise die Image-Datei.

Wenn die Suche nach Partitionen keine sinnvollen Ergebnisse bringt: Bei sehr alten Festplatten, sehr großen USB-Laufwerken und vertrackten Konfigurationen kann es sein, dass Sie sich mit der Plattengeometrie und der Gesamtsektorzahl herumschlagen müssen. Die sehr ausführliche und zu guten Teilen ins Deutsche übersetzte Dokumentation zu TestDisk hilft dabei.

Denkbar ist leider auch: Sie haben gar keinen Erfolg mit der Partitionssuche. Das ist bei GPT-Datenträgern der Fall, die unter Windows versehentlich mit dem diskpart-Befehl „clean“ behandelt worden sind. Der tilgt bei dieser Art des Datenträgers das erste und letzte MByte und vernichtet somit auch die von GPT stets angelegten Backup-Daten. TestDisk ist dann selbst bei einer Tiefensuche machtlos. Hat es hingegen einen MBR-Datenträger erwischt, stehen die Chancen gut.

Gelöschtes wiederfinden

Außer auf eine Reparatur der Partitionierungsstrukturen versteht sich TestDisk auch auf das Wiederherstellen gelöschter Dateien. Im Hauptmenü unter Advanced wählen Sie dazu die Partition aus, auf der versehentlich gelöschte Dateien liegen, und dann die Funktion „Undelete“. Das Programm zeigt eine lange Liste aller Dateien an, die es wiederherstellen kann. Es tut dies inklusive Dateinamen und Verzeichnispfad der Datei. Sie können diese Dateien dann auf einen anderen Datenträger kopieren

```
TestDisk 7.1, Data Recovery Utility, July 2019
Christophe GRENIER <grenier@cgsecurity.org>
https://www.cgsecurity.org
P HPFS - NTFS 6 95 26 15443 46 27 247992320
Directory /Users

dr-xr-xr-x 0 0 0 2-Nov-2022 11:16 .
dr-xr-xr-x 0 0 0 26-May-2023 16:05 ..
dr-xr-xr-x 0 0 0 2-Nov-2022 10:54 Default
dr-xr-xr-x 0 0 0 20-Jan-2023 10:40 Public
*dr-xr-xr-x 0 0 0 20-Jan-2023 10:09 ps
>-r--r--r-- 0 0 174 7-Dec-2019 09:12 desktop.ini

Next
Use Left arrow to go back, Right to change directory, h to hide Alternate Data Stream
q to quit, : to select the current file, a to select all files
C to copy the selected files, c to copy the current file
```

Das Kopieren geretteter Daten auf einen anderen Datenträger organisiert TestDisk über die Auswahl von einzelnen Dateien oder Verzeichnissen.

lassen – ein Wiederherstellen vor Ort ist nicht vorgesehen.

TestDisk bietet die vorgenannten Funktionen für alle gängigen Systeme an, allerdings mit einigen Einschränkungen: APFS, also das von Apple 2017 in macOS eingeführte Dateisystem, kennt es nicht, nur das ältere HFS+. Außerdem kann es Dateien in ext3/4-Dateisystemen nicht wiederherstellen. Die überschreiben anders als andere Dateisysteme beim Löschen tatsächlich entscheidende Blöcke – ein kurzes Zeitfenster erlaubt aber auch hier das Wiederherstellen, allerdings nicht mit TestDisk, sondern etwa über das Ext4-Journal [1].

Sollte TestDisk trotz plausibler Partitionierung keine Dateien zeigen oder sogar warnen, dass es das Dateisystem nicht erkennt, sind andere Werkzeuge gefragt, nämlich idealerweise die, die zum jeweiligen Dateisystem gehören und für Reparaturen zuständig sind, etwa chkdsk für NTFS und FAT, fsck für ext3/4-Dateisysteme oder noch ganz andere Helfer, wenn auf der oder den Platten etwa ein RAID-Verbund oder Volume-Management aktiv war (siehe auch Artikel ab S. 72).

Wofür wir TestDisk eher nicht empfehlen würden: Es kann theoretisch auch Image-Dateien von Datenträgern erstellen. Allerdings geht es dabei weniger gründlich als das im vorangehenden Artikel vorgestellte ddrescue vor und scheitert obendrein an defekten Blöcken.

Was TestDisk nicht kann: Wunder vollbringen. Die Foren rund um das Programm sind voll von verzweifelten PC-Nutzern, die beispielsweise mit alternativer Software zur Partitionierung auf ihre Festplatten losgegangen sind. Das Verschieben, Verkleinern und Vergrößern von Partitionen mit solchen Tools kann klappen, muss es aber nicht. Den Salat, den sie dabei anrichten, kann zuallermeist kein Datenretter mehr geradebiegen.

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

Literatur

- [1] Mirko Dölle, Rolle rückwärts, Gelöschte Dateien anhand des Ext4-Journals wiederherstellen, c't 10/2023, S. 164

TestDisk-Download und -Foren:
ct.de/y2me

```
TestDisk 7.1, Data Recovery Utility, July 2019
Christophe GRENIER <grenier@cgsecurity.org>
https://www.cgsecurity.org

Disk /dev/sdc - 128 GB / 119 GiB - CHS 15566 255 63

Partition      Start      End      Size in sectors
1 * HPFS - NTFS 0 32 33    6 95 25    100352 [System-reserviert]
> 2 P HPFS - NTFS 6 95 26 15443 46 27 247992320
3 P Windows RE(store) 15443 46 28 15526 239 9 1345536

[ Type ] [ Boot ] [ List ] >[Undelete] [Image Creation] [ Quit ]
File undelete
```

Für viele Dateisysteme kann TestDisk auch gelöschte Dateien zurückgewinnen, wenn deren Blöcke noch nicht überschrieben worden sind.



Bild: Michael Vogt

Fragmentpuzzler

Dateireste zusammenkratzen: PhotoRec

Wenn alle Versuche scheitern, strukturierte Daten von einem Datenträger zu bergen, hilft nur, die Dateien zunächst auf einem großen Haufen zusammenzukehren. Diesen Part übernimmt das dritte der hier vorgestellten Werkzeuge: PhotoRec.

– Sie haben die Wahl. Was unverzichtbar ist: Ein Datenträger mit genug Platz, um alle von PhotoRec aufgestöberten Dateien dort zu sichern. Diesen Ort erfragt das Programm, bevor es losgeht. Danach macht es sich über den Datenträger her und sucht dort nach gängigen Dateianfängen (Headern). Wenn Informationen zur Partitionierung und zum Dateisystem da sind, helfen die.

Strukturlose Funde

Erwarten Sie nicht zu viel: Im Idealfall findet PhotoRec zwar oft viele Dateien,

Sie erhalten aber nur eine lange, durchnummerierte Liste und müssen Hunderte von Dateien selbst sortieren, da das Programm nichts über deren Ordnerstruktur, Namen und Metadaten (wie etwa das Erstelldatum) weiß. Im PhotoRec-Umfeld (siehe ct.de/yqp2) sind einige Hilfsskripte entstanden, die den Datenhaufen unter anderem nach Dateitypen in Ordner sortieren – so haben Sie es etwas einfacher, Ihre Daten im großen Haufen wiederzufinden.

Was PhotoRec auch nicht unbedingt gelingt: Die Vollständigkeit von Dateien sicherzustellen. Es nimmt zunächst an, dass eine Datei im Stück, also in aufeinanderfolgenden Blöcken des Dateisystems gespeichert ist. Für einzelne Dateiarnten kann es dann noch Plausibilitäts-Checks vornehmen, die etwa Daten in den Dateien selbst erlauben, etwa zur Länge. Im Grunde kann es aber meistens Datenschnitt nicht von Datengold unterscheiden.

Gefundene Dateien landen in dem als Ziel angegebenen Laufwerk. Sie können die bereits sichten, während die Wiederherstellung noch läuft. Praktisch: Wenn Sie PhotoRec mit „Stop“ anhalten und beenden, erkundigt es sich bei einem Neustart, ob es den vorherigen Suchlauf fortsetzen soll. Es fragt dabei erneut ab, wo es die wiederhergestellten Dateien sichern soll.

Je nach früherer Verwendung eines Datenträgers müssen Sie mit allerhand Beifang rechnen: PhotoRec kann frische Dateien nicht von bereits gelöschten oder womöglich solchen unterscheiden, die ein früher verwendetes Dateisystem vor Jahren mal auf dem Datenträger abgelegt hat.

Von Peter Siering

PhotoRec kommt üblicherweise im Doppelpack mit TestDisk auf die Festplatte; beide stammen vom Autor Christophe Grenier. Anders als bei TestDisk gibt es inzwischen eine Version mit grafischer Bedienoberfläche namens „QPhotoRec“. Allzu viel gibt es aber ohnehin nicht zu bedienen: Wie TestDisk startet es entweder mit dem Namen einer Image-Datei als Parameter, die es dann bearbeitet, oder es fordert zur Auswahl eines angeschlossenen Datenträgers auf.

PhotoRec nimmt sich ganze Datenträger oder ausgewählte Partitionen vor

```

C:\Users\pctest\Desktop\pr\photorec_win.exe
PhotoRec 7.2-WIP, Data Recovery Utility, February 2023
Christophe GRENIER <grenier@cgsecurity.org>
https://www.cgsecurity.org

Disk \\.\PhysicalDrive2 - 500 GB / 465 GiB (RO) - SABRENT
Partition      Start      End      Size in sectors
S P MS Data    3588096   849252757 845664662 [Basic data partition] [Boot]

Destination /cygdrive/d/photorec/recup_dir

Pass 2 - Reading sector 2008840/845664662, 2919 files found
Elapsed time 0h01m08s - Estimated time to completion 7h55m58
exe: 1660 recovered
tx?: 381 recovered
txt: 279 recovered
ttf: 264 recovered
jpg: 79 recovered
png: 57 recovered
lnk: 53 recovered
pf: 43 recovered
sqlite: 23 recovered
others: 80 recovered
Stop
    
```

PhotoRec zählt, wie viele Dateien es gefunden hat.

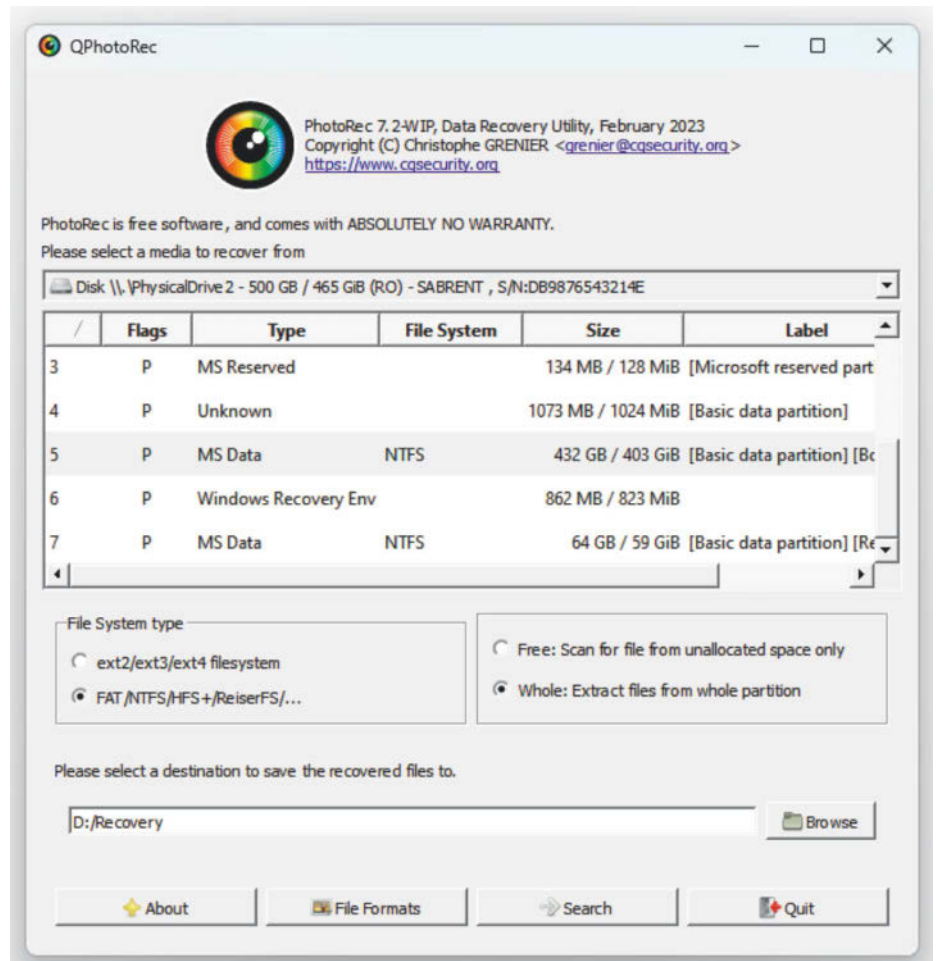
Was schon für die eventuell mit Test-Disk geborgenen Dateisysteme galt, lässt sich auf Datendateien übertragen: Wenn die Datendatei sich in der zugehörigen Anwendung nicht öffnen lässt, etwa weil Fragmente fehlen oder andere Ungereimtheiten das verhindern, könnte Spezialsoftware dabei helfen. Für PST-Dateien, also die Outlook-Daten, bietet Microsoft zum Beispiel das Programm „scanpst“ an. Weitere Tipps gibt die PhotoRec-Doku.

Störende Mächte

Ein Wort noch zu Virenscannern: Die bremsen eine solche Suche massiv aus – verwenden Sie idealerweise ein Minimal-system wie Desinfec't, grml oder unser Notfall-Windows ohne solche Helfer. Die geborgenen Dateien sollten Sie sicherheitshalber einem Virenscanner vorsetzen – womöglich birgt PhotoRec Material, das einst in Quarantäne geschoben worden war ...

Und: Wenn PhotoRec keinen Erfolg hat, bleibt ein Dutzend weiterer Datenretter. Die seriösen Programme erkennen Sie daran, dass sie Ihre Daten analysieren, ohne dafür gleich Geld zu fordern. Die meisten zeigen dann an, was sie wiederherstellen könnten, oft sogar eine Vorschau einiger Dateien. Sie können also immerhin abschätzen, ob sich die Ausgabe rentieren wird. (ps@ct.de) **ct**

Downloads: ct.de/yqp2



PhotoRec hat eine grafische Bedienoberfläche erhalten. Der Funktionsumfang der reinen Textoberfläche, die in beliebigen Rettungssystemen und Sparumgebungen läuft, steht der grafischen Version aber nicht nach.

Know-How statt Hype

- ▶ 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

Heft + PDF mit 26 % Rabatt



Wiederbeleben oder plattmachen?

Nutzerdaten aus einer maladen Windows-Installation prokeln

Immer mal wieder schleppen Freunde und Bekannte angeschlagene Windows-PCs an. Neulich landete ein Notebook auf dem Küchentisch, das nur noch im Schneckentempo bootete und von dem es hieß, die Festplatte sei defekt. Ein neues Gerät stand bereit, doch wollte ich wenigstens versuchen, die Windows-Installation mit allen Anwendungen zu übertragen.

Von Peter Siering

So wie professionelle Datenretter stöhnen, wenn sich Laien schon allzu früh an der defekten Platte versucht haben, so grummelte ich in mich hinein, als ich die Diagnose des Bekannten hörte: Die Festplatte sei kaputt. Meist liegen solche PC-Besucher falsch. Doch auf den ersten Blick wollte ich fast beipflichten: Windows bootete nur manchmal und brauchte ewig. Der Desktop war so leer, als sei es frisch installiert.

Ich bildete mir eine eigene Meinung, indem ich den PC von meinem bereitliegenden Stick mit dem c't-Notfall-Windows startete. Der PC verhielt sich nahezu normal und ein Blick auf die Vitaldaten der Festplatte mit CrystalDiskInfo verriet, dass die sich bester Gesundheit erfreute; jedenfalls wiesen die Smart-Daten weder defekte Sektoren noch Lesefehler aus. Ich steckte per USB eine SSD an und ließ HDD

Raw Copy Tool eine 1:1-Kopie der Festplatte erstellen. Das dauerte wegen USB2 viele Stunden, lief aber erfolgreich ohne einen Lesefehler durch.

Die 1:1-Kopie der SSD verfrachtete ich auf einem meiner Test-PCs mit dem Sysinternals Werkzeug Disk2VHD (siehe ct.de/ywkn) in eine VHD-Datei, um dem auf dem Notebook installierten Windows in einer virtuellen Maschine auf den Zahn zu fühlen. Die VM startete ich unter Hyper-V. Der Start dort ging allein wegen des Wechsels von einer Magnetplatte zu einer SSD deutlich schneller. Moderne Windows-Versionen vertragen einen solchen Ortswechsel meist tadellos; sie booten manchmal ein zweites Mal, bis sie die Geräte des „neuen“ PCs durchnormiert haben. Aber auch in der VM war der Desktop wie leergefegt.

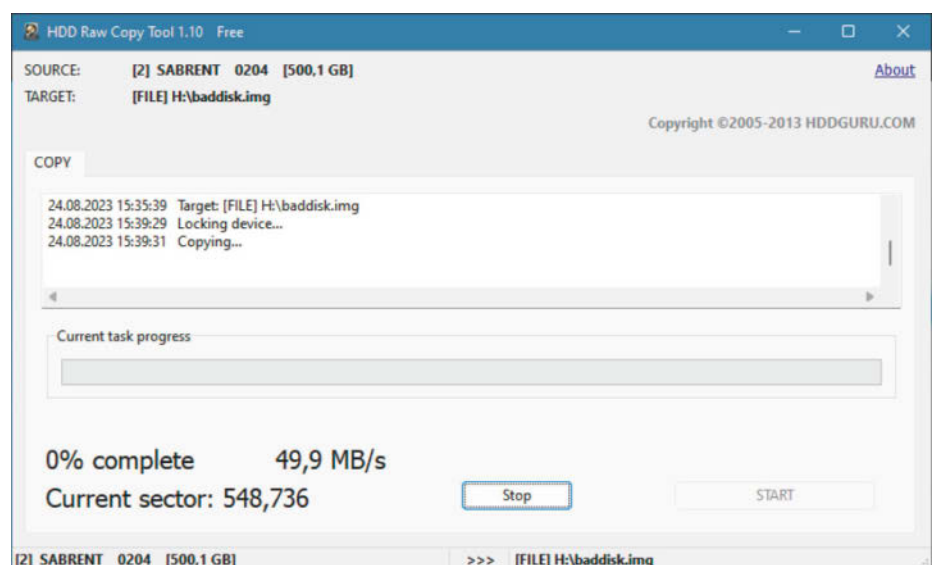
Windows in Schockstarre

Es stellte sich heraus, dass die alte Windows-10-Installation auf einem Stand von vor ein paar Jahren hängengeblieben war. Der Versuch, auf eine neuere Version zu aktualisieren, hatte wohl das Benutzerprofil ruiniert – also den Bereich auf der Festplatte unter c:\Users\Franz, aus dem Windows den benutzereigenen Teil des Desktops, die eigenen Dateien et cetera bestückt, wenn sich der Nutzer „Franz“ anmeldet. Ruiniert heißt: Das Verzeichnis wurde umbenannt und bei der nächsten Anmeldung des betroffenen Nutzers ein neues, leeres Profil erstellt. Die Daten waren also nicht weg, sondern nur woanders. Und damit nicht direkt zugänglich für den Nutzer.

In der VM ließ ich die Windows-Installation einen weiteren Anlauf unternehmen,



Bild: Michael Vogt



HDD Raw Copy Tool funktioniert aus unserem Notfall-Windows heraus. Es überspringt wie ddrescue defekte Sektoren, tastet sich aber nicht an schadhafte Stellen heran oder versucht mehrfach, diese zu lesen. Zur späteren Bearbeitung der erzeugten 1:1-Kopie in einer Datei mit Datenrettungswerkzeug ist wichtig, die Images nicht komprimiert zu erstellen.

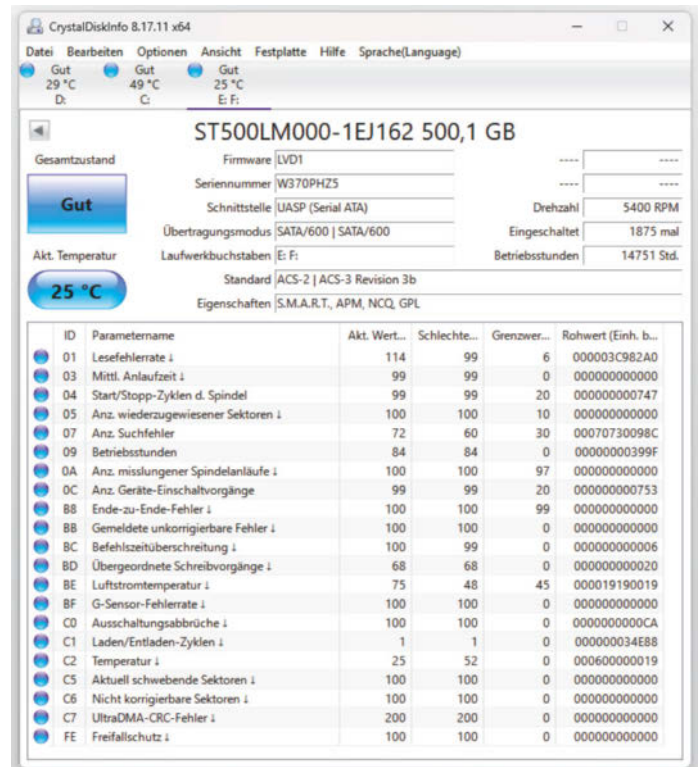
sich zu aktualisieren. Sie lud brav das Update herunter und machte sich ans Werk. Als ich nach einiger Zeit wieder auf den Bildschirm der VM sah, lief wieder die veraltete Windows-10-Version, die ich auch auf dem Notebook vorgefunden hatte. Anhaltspunkte, was da im Detail schiefgelaufen sein mag, habe ich nicht mehr gesucht. Wenn eine Windows-Installation in eine solche Schiefelage geraten ist, lohnt es sich nicht, sie auf einen neuen PC zu verpflanzen. Zwar macht auch das Nachinstallieren und Konfigurieren von Software auf dem neuen Windows lästige Arbeit, das klappt aber immer noch schneller.

Um die Daten des Nutzers auf den neuen PC mit bereits installiertem Windows 11 zu übertragen, erstellte ich dort ein Konto für ihn und ein temporäres für mich – beide Konten hatten Administrationsrechte (was der Standard in Windows ist). Von der zu Anfang angelegten 1:1-Kopie der Festplatte, die jetzt als Laufwerk d: verbunden war, kopierte ich die Inhalte aller einzelnen Verzeichnisse (Desktop, Dokumente, Bilder ...) aus d:\Users\Franz auf die neue SSD in c:\Users\Franz.

Teiltransplantation

Das gesamte Benutzerprofilverzeichnis zu übertragen, wäre nicht klug gewesen, weil dabei unter anderem auch die Dateien kopiert worden wären, aus denen Windows den benutzerspezifischen Teil der Registry zusammenbaut – das Umtopfen der Daten von Windows 10 auf 11 hätte sicher für Verwicklungen gesorgt. Deswegen habe ich auch die Verzeichnisse wie AppData, in denen Programme gern nutzerspezifische Konfigurationen ablegen, nicht hinübergeschaukelt.

CrystalDiskInfo zeigt die Smart-Daten einer Festplatte. Die sind immer etwas interpretierbar: Wenn der Gesamtzustand nicht „Gut“ ist, sondern dort ein gelbes „Vorsicht“ prangt, dürfte die Festplatte Lesefehler produzieren.



Im Dialog mit dem Bekannten wurden dann noch die benötigten Programme installiert. Unterm Strich war die „Migration“ der Windows-Installation in eine VM und auf deutlich leistungsfähigere Hardware ein Kunstgriff, der auch dem Vorgehen bei der Datenrettung ähnelt: Den defekten Kram kopieren und nur mit der Kopie versuchen, Daten herauszuholen. Das hätte ebenso auch mit einer Festplatte mit defekten Sektoren funktioniert – Verluste durch eventuell beschädigte Dateien nicht eingerechnet.

Die vorübergehende Wiederinbetriebnahme der Windows-Installation in einer

VM kann bei sehr speziellen Problemen helfen: Dort wäre der Zugriff auf mit NTFS-Bordmitteln verschlüsselte Dateien (EFS) möglich, solange sich der Nutzer in der VM anmelden kann. Bei BitLocker-Verschlüsselung per TPM-Unterstützung dagegen hilft die VM nicht, wenn der Wiederherstellungsschlüssel fehlt. Die Chancen für eine Wiederherstellung stehen dann besonders schlecht, wenn defekte Blöcke solcher Datenträger nicht mehr entschlüsselbar sind. (ps@ct.de) **ct**

c't-Notfall-Windows, Disk2VHD:
ct.de/ywkn

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

Kurze Freude

Gebrauchter Mac mit malader SSD

Das Glück, einen bereits mit SSD aufgerüsteten gebrauchten Mac Mini ergattert zu haben, währte vier Monate. Dann stürzte der Mac ständig ab und Daten auf der SSD waren in Mitleidenschaft gezogen. Mit einem zweiten Mac konnte ich die Daten bergen.

Von Peter Siering

Glücklich kann sich schätzen, wer einen zweiten Mac zur Verfügung hat, wenn das Hauptgerät streikt und ein Blick auf seine SSD gefragt ist. Ich hatte dieses Glück vor rund zwei Jahren und obendrein einen USB-Adapter, um die SSD direkt anschließen zu können. Da ich nicht wusste, ob der Mac oder die SSD faul waren, habe ich die SSD aus dem Mac geborgen und ohne weitere Maßnahmen per USB an den Zweit-Mac angestöpselt. Der reinen Lehre nach hätte ich zuvor besser eine Kopie erstellt. Auch wäre es an dieser

Stelle eine gute Idee gewesen, wenigstens die Smart-Daten der ausgebauten SSD zu prüfen.

Nach dem Anstecken des USB-Adapters mit der SSD teilte macOS brüsk mit, dass es mit dem Datenträger nichts anfangen könne. Ob ich bereit sei, ihn neu zu initialisieren. Das schlug ich aus. Im Festplattendienstprogramm ließ ich mit Cmd+2 alle Geräte einblenden, damit die Erste-Hilfe-Option auch für einzelne Partitionen beziehungsweise Volumes auftaucht. Diese Reparatur per Bordmittel informierte aber nur darüber, dass das EFI-Volume kaputt sei, und reparierte es. Alle Versuche, im Festplattendienstprogramm das Volume mit der eigentlichen

Betriebssysteminstallation in einen nutzbaren Zustand zu versetzen, schlugen fehl.

Ratloses Bordwerkzeug

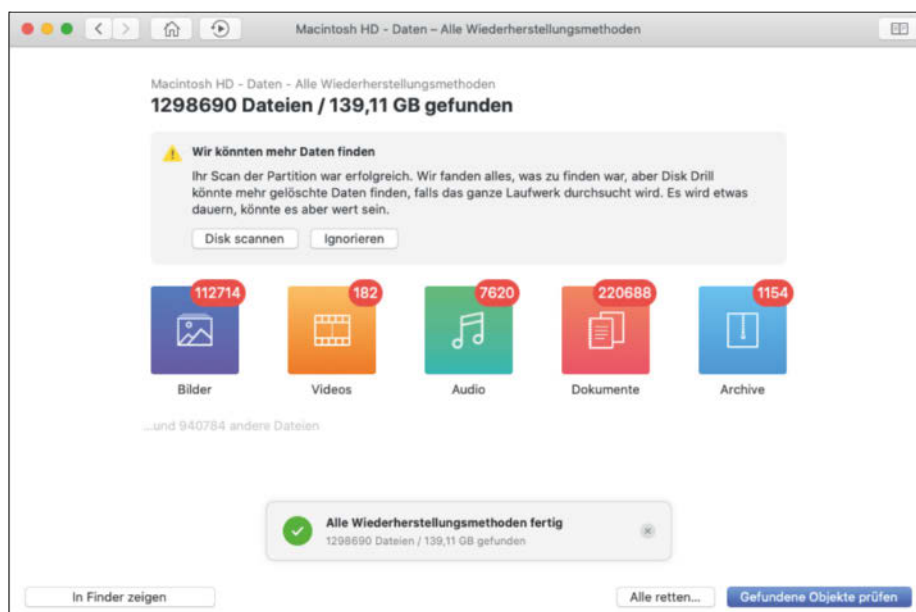
Da ich keine Bange vor der Kommandozeile habe, startete ich ein Terminal und ließ mit `diskutil repairVolume macOS` selbst Reparaturversuche unternehmen, mal auf einzelnen Volumes beziehungsweise APFS-Containern, mal auf dem ganzen Laufwerk. All das fruchtete nicht. Die EFI-Partition war vermeintlich heile, bei den anderen Partitionen hagelte es nicht zielführende Fehlermeldungen wie „Object map is invalid“, „The volume /dev/disk2s2 could not be verified“ und zum Schluss einen Fehlercode 8, der keine weiteren Anhaltspunkte lieferte.

Schließlich ging ich 2021 erstmals auf die Suche nach Software, die auf dem Mac in der Lage wäre, Dateien wiederherzustellen. Dabei erlebte ich die erste Überraschung: Die SSD war mit dem für Dateisystemverhältnisse noch recht frischen, von Apple 2017 mit High Sierra eingeführten Apple File System (APFS) bespielt. Zu diesem Zeitpunkt fand ich mit Disk Drill genau ein Programm, das APFS-Fähigkeiten für sich proklamierte. Inzwischen beherrschen aber viele gängige Programme für macOS die Datenrettung von APFS-Volumes.

Die Demoversion von Disk Drill (Link via ct.de/yjvb) erkannte noch die APFS-Volumes auf dem Datenträger und ich konnte mit seiner Hilfe bereits Dateien einsehen, für die kein Backup existierte. Mit der 100 Euro teuren Vollversion ließen sich dann glücklicherweise sämtliche für mich interessanten und Backup-losen Dateien restaurieren.



Bild: Michael Vogt



Wie viele kommerzielle Lösungen zur Datenrettung vereint Disk Drill alle Funktionen in einem Programm: Wiederherstellen von Laufwerksinformationen, Entlöschten von Dateien und die Tiefensuche nach Dateiresten. Eine Preview für wiederherstellbare Dateien erlaubt es, die Nützlichkeit vor dem Kauf zu prüfen.

An älteren Macs, die noch das HFS+-Dateisystem verwenden, können Sie die Datenrettung ebenso gut mit TestDisk und PhotoRec versuchen. Die verstehen sich beide auf dieses Dateisystem. Auch hier gilt: Wenn Sie damit keine Erfolge erzielen, bleiben als Plan B immer noch die diversen kommerziellen Programme wie Disk Drill.

Unerhoffte Funde

Erstaunlicherweise konnte Disk Drill nicht nur meine Dateien wiederherstellen, sondern auch viele Dateien, die ich eindeutig dem vorherigen Besitzer zuordnen konnte. Ursprünglich war die SSD mal mit dem Dateisystem HFS+ formatiert gewesen. Ich beließ es beim Grusel und löschte die SSD richtig.

Die Ursache für den Mac-Absturz, der den Ausgangspunkt für diese Geschichte bildet, hat sich bis heute nicht ermitteln lassen. Die geborgene SSD funktioniert nach wie vor einwandfrei in anderen Geräten. Vermutlich war nur ein Stecker lose oder der Mac selbst hatte technische Probleme – ich habe ihn vorsichtshalber in Rente geschickt.

Tücken der Moderne

Nutzer moderner Macs haben es schwerer, wenn es um die Datenrettung geht. TestDisk und PhotoRec verstehen nur das „alte“ Dateisystem HFS+. Von den in dieser Artikelreihe vorgestellten Werkzeugen hilft letztlich nur ddrescue beim Erstellen von Kopien von Datenträgern, die nicht mehr vollständig lesbar sind (siehe S. 62). Die von ddrescue erzeugten 1:1-Image-Dateien liest gängige Datenrettungssoftware auf dem Mac oder macOS selbst, wenn sie die Endung .img tragen.

Aktuelle Mac-Modelle verschlüsseln von sich aus die oft fest eingebauten Datenträger und nutzen die T2-Sicherheitschips. Wir haben bis Redaktionsschluss nicht erforschen können, unter welchen Umständen ein Zugriff ohne bootendes Betriebssystem auf so geschützte Datenträger noch möglich ist – aber weil die SSDs eh verlötet sind, ist das ohnehin eher ein Gedankenspiel. Und: Mit Time Machine macht macOS Backups doch recht einfach und manche Rettung sicherlich überflüssig. Man muss es nur einmal einrichten.

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

Download der erwähnten Tools:

ct.de/yjvb

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.

heise Shop

Leerstellen

Linux-Thin-LVM-Datenrettungsversuche

Fast einen Monat hat es gedauert, die angeschlagene SSD eines Linux-Servers zu 99,97 Prozent auszulesen. Wegen des komplizierten Volume-Managements kam ich ganz schön ins Schwitzen. Die SSD eher nicht, denn die lag über mehrere Wochen in der Tiefkühltruhe.

Von Peter Siering

Angefixt von Experimenten mit Thin-Clients als Server mit Proxmox und virtuellen Maschinen (VMs) hatte ich meinen vergleichsweise energiehungrigen HP-Microserver in Frührente geschickt und alles auf einen Futro S740 verlagert. Nach zwei Monaten kam die böse Überraschung: Die funkelneue M.2-SSD von Transcend zeigte erste Ausfälle, die sich zum Beispiel durch Störungen im Smart Home ankündigten – deren Zentrale lief als Container in einer VM auf dem Futro.

Ein Blick auf die Konsole des Servers versprach nichts Gutes: Timeouts und Resets beim Zugriff auf die Transcend-SSD – ein klares Zeichen dafür, dass hier der einzige Massenspeicher des Mini-Servers ablebt. Die Smart-Daten sahen auch grauenhaft aus. Erste Rettungsanläufe noch im laufenden System gelangen nicht: Der Versuch, einzelne Logical Volumes der VMs simpel per `dd`-Befehl als 1:1-Kopie auf eine extern angesteckte SSD zu sichern, brach schnell ab.

Geduld gefragt

Ein erster Gegencheck mit der M.2-SSD in einem anderen Gerät machte klar: Es ist wirklich diese Transcend-SSD, die Ausfallerscheinungen hat, und nicht etwa der gebrauchte Thin-Client. Für weitere Versuche, die Daten zu retten, steckte ich die M.2-SSD in einen USB-Adapter, um sie an einem anderen System mit eigener Systemplatte, minimalem Linux-System und passender Software zur Datenrettung anstecken zu können.

Da das Tempo der Ausleseversuche mit dem dafür benutzten Programm `ddrescue` schon nach wenigen Minuten einbrach, verfrachtete ich die M.2-SSD in die Tiefkühltruhe – Hintergründe dazu auf Seite 62. In diesem Setup gelang es, 90 Prozent des Datenträgers in wenigen Stunden auszulesen. Nach einigen Tagen hatte `ddrescue` dann 97,73 Prozent geschafft. Bis zum maximal erzielbaren Ergebnis von 99,97 Prozent dauerte es insgesamt vier Wochen.

Der Ehrgeiz, zunächst alles auszulesen, kam nicht von ungefähr: Proxmox richtet, um den VMs virtuelle Festplatten bereitzustellen, nicht nur das Linux Logical Volume Management ein, sondern verwendet obendrein Thin Provisioning: Dabei belegen Logical Volumes (LVs), also die virtuellen Platten der VMs, nur den Speicher, den sie bisher beschrieben

haben. Bei wachsendem Speicherbedarf erhalten die VMs aus einem Pool freie Kontingente hinzu.

Diese zusätzlichen Verwaltungsebenen auf dem Datenträger bewirken, dass Werkzeuge wie `TestDisk` und `PhotoRec` kaum mehr etwas ausrichten können: Sie finden zwar Signaturen von Partitionen und Dateien, die in den VMs auf virtuelle Platten geschrieben worden sind, aber können daraus nichts Brauchbares rekonstruieren.

Häutung der Zwiebel

Nachträglich bereitgestellter Speicherplatz liegt bei Thin Provisioning nach einiger Betriebszeit nicht kontinuierlich hintereinander auf dem Datenträger. Wenngleich mehrere VMs wachsende Platzansprüche haben, was im Betrieb von Linux-VMs allein schon wegen des Log-

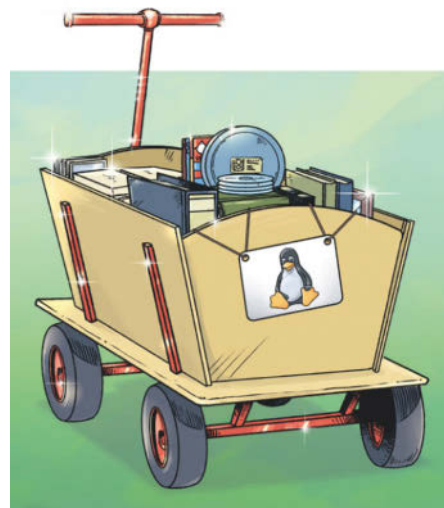
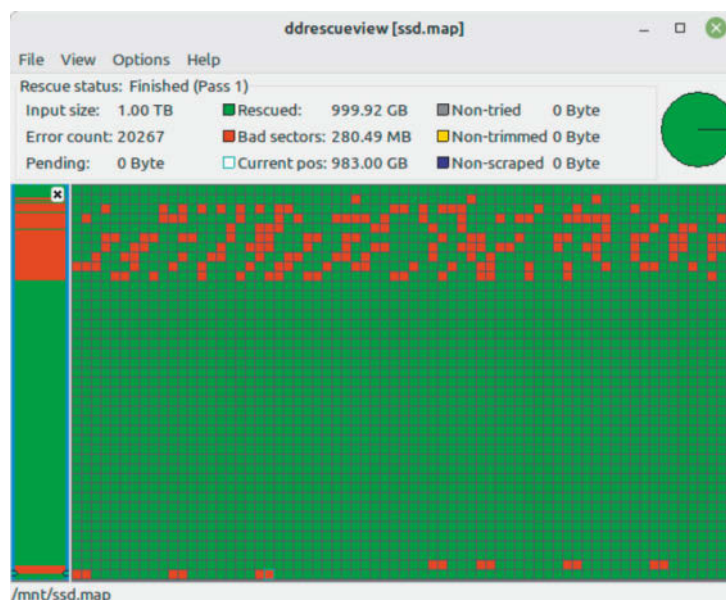


Bild: Michael Vogt



Die von `ddrescue` erstellte Log-Datei kann `ddrescueview` grafisch aufbereiten – live während der Wiederherstellung oder später. An diesem Bild wird klar, wie umfangreich die Schäden an der M.2-SSD sind.

gings der Fall ist, dann fragmentieren die einzelnen Volumes – höhere Schwierigkeitsgrade fürs Retten von Daten.

Nachdem ddrescue das maximal Lesbare herausgeholt hatte, habe ich das Programm kpartx benutzt, um die in der Image-Datei des Datenträgers enthaltenen Partitionen als Geräte für spätere Zugriffe sichtbar zu machen:

```
kpartx -av /mnt/disk.img
```

Jeder Partition in der Image-Datei verpasst das Programm ein Linux-Loopback-Gerät mit Namen wie /dev/loop0p1 (Option -a) und gibt diese Namen aus (Option -v). Die Nummer des Loopback-Gerätes variiert.

Das Hinzufügen der enthaltenen Partitionen ließ das Minimal-Linux-System direkt das Physical Volume für LVM erkennen (eine Partition im Image hat diesen Typ). Das wiederum lässt das Linux-System den Versuch unternehmen, die enthaltenen Logical Volumes zu aktivieren. Der Befehl lvls zeigt alle erkannten Volumes.

Auf den ersten Blick sah das gut aus: Alle Volumes, auch die der VMs, deren Name bei Proxmox mit „vm“ beginnt, zeigten sich. Doch bei genauem Hinsehen beziehungsweise beim Versuch, auf die Volumes zuzugreifen, war klar: Die lebten noch nicht. In der Ausgabe von lvls fehlte das a, das anzeigt, dass ein Volume aktiv ist. Entsprechend scheiterten Versuche, Volumes in das Dateisystem einzuhängen.

Wer vor so einem Trümmerhaufen steht, für den wird die Luft dünn: Anders als bei typischen Linux-Fragen wird man hier nicht mehr von der schieren Menge der Treffer in Suchmaschinen erschlagen. Wenige Datenrettungswerkzeuge behaupten, sich mit Thin-Provisioning-LVM auszukennen, aber nicht, solche Volumes auch reparieren zu können. Ich habe deswegen auf das LVM-eigene Werkzeug vertraut.

Mit dem folgenden Befehl rückte ich den beschädigten LVM-Daten zu Leibe, die ich via kpartx aus dem Image der Kopie der kaputten M.2-SSD verfügbar gemacht hatte:

```
lvconvert --repair pve/data
```

Dabei ist pve der Name der Volume Group und data der Name des logischen Volumes, aus dem Linux den einzelnen Volumes Speicher bereitstellt. Die Repair-Funktion

```
smartctl 7.3 2022-02-28 r5338 [x86_64-linux-6.0.0-4-amd64] (local build)
Copyright (C) 2002-22, Bruce Allen, Christian Franke, www.smartmontools.org

=== START OF INFORMATION SECTION ===
Device Model:          TS1TMTS825S
Firmware Version:      VD0R3A0B
User Capacity:         1,000,204,886,016 bytes [1.00 TB]
Sector Size:           512 bytes logical/physical
Rotation Rate:         Solid State Device
Form Factor:           2.5 inches
...
SMART Attributes Data Structure revision number: 10
Vendor Specific SMART Attributes with Thresholds:
ID# ATTRIBUTE_NAME          FLAG     VALUE WORST THRESH TYPE      UPDATED  WHEN_FAILED RAW_VALUE
 1 Raw_Read_Error_Rate     0x002f   100    100    050 Pre-fail  Always    -            0
 5 Reallocated_Sector_Ct   0x0033   100    100    010 Pre-fail  Always    -          45096 (0 13)
 9 Power_On_Hours          0x0032   100    100    000 Old_age   Always    -           2378
12 Power_Cycle_Count       0x0032   100    100    000 Old_age   Always    -            35
...
195 Hardware_ECC_Recovered 0x003a   100    100    000 Old_age   Always    -          888037
196 Reallocated_Event_Count 0x0032   100    100    000 Old_age   Always    -           14016
199 UDMA_CRC_Error_Count   0x0032   100    100    000 Old_age   Always    -           14016
...
203 Run_Out_Cancel         0x0032   100    100    000 Old_age   Always    -           14016
232 Available_Reservd_Space 0x0032   100    100    000 Old_age   Always    -            97
241 Total_LBAs_Written     0x0032   100    100    000 Old_age   Always    -          35528
242 Total_LBAs_Read        0x0032   100    100    000 Old_age   Always    -          50471
245 Unknown_Attribute      0x0032   100    100    000 Old_age   Always    -          57490
250 Read_Error_Retry_Rate  0x0032   100    100    000 Old_age   Always    -          41525
...
Error 65535 occurred at disk power-on lifetime: 2377 hours (99 days + 1 hours)
When the command that caused the error occurred, the device was active or idle.
...
```

Ausschnitte aus den Ausgaben von smartctl: Smart-Daten sind immer interpretationsbedürftig, aber wenn der Fehlerzähler so drastisch hochgeht wie in der vorletzten Zeile in diesem Beispiel, ist der Datenträger faul.

legt ein weiteres Volume an, in dem sie alte Metadaten entsorgt (data_meta0). Das kann man nach erfolgreicher Reparatur löschen.

Ich hatte wohl Glück: Der Befehl versetzte die Volumes wieder in einen nutzbaren Zustand. Ich konnte auf dem Rettungssystem die enthaltenen Volumes mounten und einzelne Dateien herauskratzen, die sich nicht so ohne Weiteres aus einem Backup rekonstruieren ließen. Für mehr als diese gezielte Rettung traute ich dem Frieden nicht, dazu waren zu viele Blöcke nicht lesbar.

Konkret herausfinden, welche Dateien in welchen logischen Volumes durch kaputte Blöcke Schaden genommen haben, kann derzeit kein mir bekanntes Werkzeug. Das im Kontext von ddrescue

vorgestellte ddru_findbad (siehe Seite 62) leistet das für die von ddrescue im Log markierten defekten Blöcke nur für reguläre Dateisysteme, versteht sich aber nicht auf in logischen Volumes verschachtelte Dateisysteme.

Fazit

Dieses letzte Beispiel unseres Schwerpunkts zeigt einmal mehr, warum der Leitsatz „Kein Backup, kein Mitleid“ nicht nur oft genug gedacht, sondern auch umgesetzt gehört. Und vergessen Sie dabei nicht: Zum Backup gehört auch ein Restore. Wenn Sie das nicht mindestens einmal durchgespielt haben, finden Sie sich schneller in der Rolle des Datenretters wieder, als Ihnen lieb sein kann. (ps@ct.de) **ct**

```
GNU ddrescue 1.23
Press Ctrl-C to interrupt
Initial status (read from mapfile)
rescued: 977545 MB, tried: 22659 MB, bad-sector: 3602 kB, bad areas: 7037

Current status
  ipos: 979527 MB, non-trimmed: 41225 kB, current rate: 256 B/s
  opos: 979527 MB, non-scraped: 22615 MB, average rate: 1303 B/s
non-tried: 0 B, bad-sector: 3604 kB, error rate: 0 B/s
  rescued: 977545 MB, bad areas: 7041, run time: 22s
pct rescued: 97.73%, read errors: 4, remaining time: 204d 20h
time since last successful read: 0s
Trimming failed blocks... (forwards)
```

Während der Wiederherstellung schätzt ddrescue, wie lange es wohl noch laufen wird. Auf Datenträgern mit vielen Fehlern steigt die Zeit schnell auf Wochen. Oft geht es dann doch schneller.



Datenschützer

Adapter zum Ein- und Ausschalten von USB-Geräten

Manchmal kann es sinnvoll sein, ein USB-Gerät stromlos zu schalten, ohne das Kabel zu ziehen – so schützt man externe Laufwerke vor Ransomware und startet Geräte wie Raspis und Webcams per Knopfdruck. Wir haben uns verschiedene Schalter angeschaut.

Von Lutz Labs

Manche USB-Geräte möchte man nicht permanent am PC angeschlossen haben, etwa Sicherheitsfestplatten oder -SSDs. Denn bei einem Virenbefall oder einer Ransomware-Attacke wäre sonst auch das Backup betroffen. Es wäre aber auch unkomfortabel, immer wieder das Kabel abzuziehen und neu einzustecken. Abhilfe versprechen USB-Adapter mit Schalter – wir haben uns vier verschiedene Lösungen näher angeschaut.

Nummer eins und zwei sind USB-Verlängerungen mit einfachen Schnurschaltern in der Mitte, wie man sie von Tischlampen kennt. Das Doppelpack mit USB-

A-Verbindern und etwa 30 Zentimetern Länge kostet gerade einmal 8 Euro, eine Version mit USB-C-Anschlüssen haben wir für weniger als 3 Euro gefunden. Hinzu kommen ein Stick-artiges Gerät der Hamburger Firma HmbG mit Schalter an der Seite und einer A-Buchse am Ende für 13 Euro sowie ein USB-Hub mit einzeln schaltbaren Ausgängen. Bei letzteren gibt es eine gewisse Auswahl, wir haben uns für einen Vierfach-Hub von Sabrent in USB-A-Ausführung für etwa 15 Euro entschieden – eine Version mit USB-C-Ausgängen haben wir nicht gefunden.

Was geht ...

„Was soll das?“, war die erste Frage einiger Kollegen, man könne doch einfach den Stecker ziehen. Doch nach kurzer Überlegung sind diese Schalter gar nicht so unsinnig. Die wichtigste Anwendung ist sicherlich das bereits erwähnte Trennen von Backup-Festplatten oder -SSDs vom PC, ohne die Laufwerke abzuziehen. Man könnte aber auch seine USB-Webcam ausschalten und so sicher sein, dass kein Bild übertragen wird; für den Ton gilt Gleiches mit einem USB-Mikrofon. Außerdem ließe sich die Dashcam im Auto damit bei Bedarf einschalten, ein Bluetooth-Sender für einen bestimmten Blue-

tooth-Empfänger oder ein bestimmtes Audio-Interface.

Es soll auch USB-Geräte geben, die beim Hochfahren des PCs zu viel Strom ziehen und damit den Start verhindern. Statt nun jedes Mal den Stecker zu ziehen, könnte man das Gerät mit einem Schalter später aktivieren.

Und nicht zuletzt dienen einfache Schnurschalter zum Einschalten von Geräten mit USB-Stromversorgung – bestes Beispiel ist wohl der Raspberry Pi, der zwar beim Einstecken startet, nach dem Software-Shutdown aber immer noch am Strom hängt. Zum Neustart muss man entweder die USB-Verbindung trennen, das Netzteil aus der Steckdose ziehen oder eine Steckdosenleiste mit Schalter verwenden. Der Schnurschalter in der Nähe des Raspis ist da schon die komfortabelste Idee.

... und was nicht

Von den beiden einfachen Schnurschaltern haben wir uns gleich jeweils zwei Stück besorgt – und je einen aufgeknaakt. Die USB-A-Version enthält zwei Datenleitungen und überträgt damit auch Daten, wenn auch nur mit maximal 480 Mbit/s – USB 2.0, netto kommen da im Idealfall 45 MByte/s raus. Für eine Zoom-Session mit Webcam reicht das gerade noch, aber nicht für das schnelle Backup auf Festplatte oder gar SSD. Mit der schaltbaren USB-C-Verlängerung ist hingegen kein Datentransfer möglich, da die Datenleitungen nicht verbunden sind.

Der USB-Stick-ähnliche Schalter von HmbG unterbricht zwar ebenfalls nur die Versorgungsspannung, hat aber Datenleitungen für USB-2.0- und -3.0-Signale. Beim Sabrent-Hub kann man jeden einzelnen Ausgang abschalten, auch dabei unterbricht der Schalter lediglich die jeweilige Versorgungsspannung, die Datenleitungen bleiben immer verbunden.

Zwischenschalter eignen sich nicht für alle Fälle. Zwar könnte man sie etwa auch zwischen eine USB-Verlängerung und das Anschlusskabel einer USB-SSD stecken – aber die zusätzlichen Kabelstrecken und Übergangswiderstände in den Steckern und Buchsen können die Datenübertragung stören und sogar zum Abbruch einer Sicherung führen. Das ist nicht unbedingt die Schuld der Schalter, sondern eine Folge aus der Kombination aller beteiligten Steckverbindungen.

Geräte mit eigenem Netzteil können auch Probleme machen, schließlich sind sie



Der USB-Schalter von HmbG verdeckt durch seine Breite nebenliegende USB-Buchsen. Weiteren Platz braucht man für den seitlich angebrachten Knopf.



Der Vierfach-USB-Hub von Sabrent enthält ältere Technik, interessant wird er nur durch die einzeln schaltbaren Buchsen.

nicht auf die Spannungsversorgung aus dem USB-Port angewiesen. Wir haben einige Docking-Stationen und externe Festplatten ausprobiert; alle meldeten sich beim Betätigen der Schalter brav an und wieder ab – doch das heißt natürlich nicht, dass dies bei allen Geräten reibungslos klappt.

USB-Konformität

Schaut man sich einen USB-A-2.0-Stecker an, so sieht man vier Kontakte. Zwei davon sind für Versorgungsspannung und Masse, die beiden anderen für die Datenübertragung. Die Kontakte der Datenleitungen sind etwas kürzer, daher verbindet man beim Einstecken erst die Versorgungsspannung und dann die Datenleitung – so haben die Hüter der USB-Spezifikationen das festgelegt.

Die Schalter in unseren Testmustern aber unterbrechen lediglich die Versorgungsspannung. Die Datenleitungen sind beim Einschalten der Versorgungsspannung bereits verbunden, was die USB-Spezifikation gezielt vermeidet. Wir hatten während des Tests zwar keine Probleme, aber es gibt keine Garantie, dass alle USB-Geräte damit klarkommen. Vor einem dauerhaften Einsatz sollte man ausgiebig testen.

Das Ausschalten sollte keine Probleme bereiten: Seit einigen Windows-Versionen bindet das Betriebssystem USB-Speichergeräte automatisch ohne Schreibcache ein, Abschalten und Abziehen des Steckers dürften daher ohne Datenverlust funktionieren. Man sollte jedoch darauf achten, die Stromversorgung nicht versehentlich bei laufenden Schreibzugriffen zu trennen.

Datenübertragung

USB 3.0 alias USB 3.2 Gen 1 überträgt maximal 5 Gbit/s. Diese Geschwindigkeit er-

reichen moderne USB-SSDs locker. Übliche USB-Festplatten sind zwar wesentlich langsamer, ein USB-2.0-Anschluss würde sie dennoch deutlich ausbremsen.

Für Datenübertragungen sind die einfachen Schnurschalter nicht geeignet: Die C-Version überträgt keine Daten, die A-Version schafft maximal 45 MByte/s. Mit dem HmbG-Schalter kamen wir auf maximal 450 MByte/s, die gleiche Geschwindigkeit erreichten wir auch mit dem USB-Hub von Sabrent.

Im Hub steckt der GL3510 von Genesys Logic; wer mehrere stromhungrige Geräte anschließen möchte, sollte zur sieben Euro teureren Version mit Netzteil greifen. Beim Anschließen sowie Ein- und Ausschalten diverser Geräte ließ er sich nicht irritieren. Steckten wir den mit Maus, Tastatur, USB-Festplatte und schneller USB-SSD bestückten Hub in einen USB-Port unseres Testrechners, erschienen nach rund zwölf Sekunden alle Laufwerke auf dem Windows-Desktop – viele Hubs aus einem älteren Test brauchten dafür länger [1].

Die Leerlaufleistungsaufnahme liegt bei geschlossenen Schaltern und leuchtenden LEDs bei niedrigen 75 mW, ohne LEDs begnügt sich der Hub mit 30 mW. Da es sich um mechanische Schalter handelt, befinden sie sich nach dem Neustart des PCs in gleicher Position. Sabrent hat auch Varianten mit weiteren USB-Buchsen im Programm. In der Regel hängen in die-

sen USB-Hubs mit mehr als vier Ports einfach mehrere USB-Hubs hintereinander, was manchmal zu Problemen führt – wir empfehlen, die Kaskadierung von Hubs möglichst zu vermeiden [2, 3].

Fazit

Einfache Schnurschalter eignen sich nur für simple Anwendungen wie das Einschalten von Geräten mit USB-Stromversorgung. Die Datenübertragung ist, wenn sie denn überhaupt funktioniert, zu langsam für viele Zwecke.

Auch für den HmbG-Schalter sehen wir nur wenige Einsatzmöglichkeiten. Am besten ist es, ihn direkt an der USB-Buchse des PCs anzuschließen; dann kann man aber auch gleich das Kabel abziehen. Außerdem ist er sehr breit, sodass er benachbarte Buchsen verdeckt.

Der USB-Hub von Sabrent überträgt Daten in angemessener Geschwindigkeit und durch das rund 60 Zentimeter lange Anschlusskabel lässt er sich weit genug von den USB-Buchsen des PCs entfernt betreiben. Damit eignet er sich für viele unterschiedliche Anwendungen.

(ll@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Lutz Labs, Vermal schnell, USB-Hubs mit vier Ports und 10 Gbit/s, c't 26/2022, S. 98
- [2] Benjamin Benz, Problem-Vervielfacher, Test und Praxis: USB-3.0-Hubs, c't 4/2015, S. 96
- [3] Lutz Labs, Schnelle Problem-Vervielfacher, Hubs für USB 3.1 Gen 2: doppelt so schnell, aber mit Problemen, c't 26/2018, S. 50

USB-Schalter

Modell	HMGB 1401	LHSDMOAT USB Schalter	HB-UM43	RBPI4CSWITCH
Hersteller	HmbG	LHSDMOAT	Sabrent	unbekannt
Bezugsquelle	reichelt.de	amazon.de	Fachhandel	reprapworld.de
Typ	USB-A-Stecker auf A-Buchse mit Schalter	USB-A-Verlängerung mit Schnurschalter (Doppelpack)	Vierfach-USB-Hub mit einzeln schaltbaren Ausgängen	USB-C-Verlängerung mit Schnurschalter
Preis	13 €	8 €	15 €	3 €



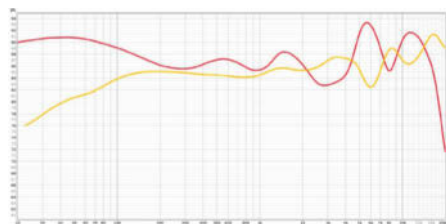
Leisemacher

Toller Klang, mächtiges ANC und Multipoint-Bluetooth: Sonys XF-1000XM5 gehören zu den besten In-Ears der 300-Euro-Klasse.

Im Vergleich zum Vorgänger hat Sony die Gehäuse der In-Ears ein wenig geschrumpft. Das Tragegefühl ist angenehm, Schaumstoffpolster in vier Größen sorgen für einen passenden Sitz. Mit einem IPX4-Rating dürfen die Buds Spritzwasser und Schweiß ausgesetzt werden, jedoch nicht untertauchen.

Die versprochenen acht Stunden mit ANC erreichen die WF-1000XM5 problemlos, ohne ANC schaffen die Kopfhörer bis zu 12 Stunden. Der Akku in der Aufbewahrungsbox lädt die Stöpsel zweimal vollständig auf – er selbst lädt entweder per USB-C oder drahtlos auf einem Qi-Lader.

Die WF-1000XM5 klingen in der Grundabstimmung unaufdringlich, lassen dabei aber weder Bass noch Höhen vermissen. Bei Podcasts (und Anrufen) gefällt besonders die klare, gut verständliche Stimmwiedergabe; Musik klingt differenziert und für einen In-Ear-Kopfhörer relativ luftig. Per



Im Vergleich zu den neutral abgestimmten Sennheiser HD 600 (gelbe Kurve) legen die Sony WF-1000XM5 eine stärkere Betonung auf den Bassbereich.

5-Band-Equalizer und Bass Boost lässt sich der Klang an eigene Vorlieben anpassen. Zur Übertragung vom Smartphone nutzen die In-Ears LDAC, AAC, LC3 und SBC.

Das ANC filtert Brummen, Rauschen und andere gleichmäßige Nebengeräusche nahezu perfekt, ebenso Straßenlärm. Abhängig von Tonlage und Sprechlautstärke dämpft die Technik Stimmen gut bis sehr gut. Besonders bei hohen, spitzen Tönen hat Sony nachgebessert. Absolute Stille sollten Sie aber nicht erwarten, lautes Stimmengewirr oder kurze harte Anschläge einer mechanischen Tastatur erreichen das Ohr. Schwierigkeiten bereiten der Geräuschunterdrückung weiterhin Windgeräusche. Kommt der Wind ungünstig von vorn, übertönt er einiges von der Audioausgabe. Insgesamt arbeiten die WF-1000XM5 auf dem Niveau der ähnlich teuren Klassenbesten Apple AirPods 2 Pro und Bose QC Earbuds 2.

Wenn man mal mehr von seiner Umgebung mitbekommen muss, etwa im Straßenverkehr, hilft der sehr gute Transparenzmodus. Die in 20 Stufen verstellbare Verstärkung der Umgebungsgeräusche klingt erfreulich natürlich und nicht wie durch ein kleines Mikrofon aufgenommen. Praktisch ist die Speak-to-Chat-Funktion, die automatisch die Wiedergabe pausiert und den Transparenzmodus aktiviert, sobald man zusprechen beginnt. Das macht den schnellen Austausch im Büro oder in der Bahn bei der Fahrkartenkontrolle sehr bequem.

Telefonieren klappt mit den XM5 in der Regel gut, wobei der Träger ein besseres Klangerlebnis bekommt als das Gegenüber. Die Mikrofone nehmen zwar Sprache gut auf und isolieren diese von der Umgebung, ihre Positionierung ist aber weiterhin nicht optimal. Sobald laute Umgebungsgeräusche hinzukommen, sinkt die Sprachqualität vernehmlich. Die WF-1000XM5 halten per Multipoint Verbindung zu zwei Abspielgeräten gleichzeitig. Im Zusammenspiel mit Smartphones ab Android 13 oder höher unterstützen sie den 3D-Sound Spatial Audio. Zudem ist mithilfe des nur auf bestimmten Geräten wie dem Google Pixel 7 möglichen Head Trackings der Klang auf die Kopfbewegung abgestimmt. (rbr@ct.de)

Sony WF-1000XM5

In-Ear-Kopfhörer mit ANC	
Hersteller, URL	Sony, sony.de
Anbindung / Codecs / Multipoint-Bluetooth	Bluetooth 5.3 / LDAC, SBC, AAC, LC3 / ✓
Preis	319 €



Hitze-schwerpunkt

Die alternative Halterung NM-AMB12 versetzt Noctua-Kühler etwas aus der Mitte, wodurch Ryzen-Prozessoren kühler laufen sollen.

Die Desktop-Prozessoren aus AMDs Ryzen-7000-Reihe bestehen aus mehreren Chiplets. Relativ mittig unter dem Heat-spreader sitzt das IO-Die mit Speichercontroller und PCIe Root Hub. Die CPU-Kerne sind jeweils zu acht in sogenannten Core Complex Dies (CCDs) untergebracht, die AMD auf dem Träger mehr zum unteren Rand hin platziert.

Der österreichische Hersteller Noctua bietet für seine Kühler die Halterungen NM-AMB12, 13, 14 und 15 an, die den Kühlkörper um sieben Millimeter seitlich versetzen, damit sich der Hitzeschwerpunkt der CCDs in der Mitte der Bodenplatte befindet. Wir haben den für den von uns verwendeten CPU-Kühler Noctua NH-D15 passenden Adapter NM-AMB12 in unserem Bauvorschlag für einen High-End-PC aus c't 26/2022 mit dem 16-Kerner Ryzen 9 7950X getestet. Nach jeweils zehn Minuten Dauerlast mit 7-Zip war das erste CCD durch den Versatz 0,6 °C (79,6 statt 80,2 °C) und das zweite CCD 1,3 °C (81,6 statt 82,9 °C) kühler. Die Temperatur des IO-Dies legte hingegen von 45,4 auf 46,2 °C zu.

Angesichts der geringen Unterschiede, die teils im Bereich der Messungenauigkeit liegen, lohnt die Ausgabe von fünf Euro nur in wenigen Fällen. (chh@ct.de)

Noctua NM-AMB12

Kühlerhalterung	
Hersteller, URL	Noctua, noctua.at/de/
geeignet für	Noctua NH-D15(S), NH-D14, NH-C14(S), NH-C12P, NH-L12, NH-L9x65, NH-D9L, NH-P1
Preis	5 €



Horizons #23

by Heise

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

NEUE DIGITALE ARBEITSWELT

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

CYBER-SICHERHEIT

NEXT GENERATION & RECRUITING



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

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



Seien Sie mit dabei!

www.horizons-heise.de

Abenteuer besser im Blick

DJI Osmo Action 4: Actioncam mit großem Sensor im Test



Bild: Daniel Clören

Ein großer Sensor sorgt bei DJIs Actioncam für bessere Bildqualität, besonders unter schwierigen Lichtverhältnissen. Dennoch schrammt die Osmo Action 4 an der Bestnote vorbei.

Von Daniel Clören

DJi ist vor allem für seine Drohnen bekannt, hat seit einiger Zeit aber auch im Bereich der Actioncams Fuß gefasst. Mit der „Osmo Action 4“ erweitert die Firma nun ihr Sortiment um ein Modell, das zwar dem Design der Action 3 treu bleibt, im Vergleich aber einen 30 Prozent größeren CMOS-Sensor (1/1,3 statt 1/1,7 Zoll) bietet. Das spiegelt sich im Preis wider: Die Osmo Action 4 kostet ab 429 Euro und ist damit rund 70 Euro teurer als die Osmo Action 3 zum Verkaufsstart.

Während die maximale Auflösung bei 16:9-Aufnahmen mit 3840 × 2160 Pixel gleichgeblieben ist, sank sie bei 4:3-Videos von 4096 × 3072 auf 3840 × 2880 Pixel. Auch Fotos (im JPEG- oder im Raw-Format Adobe DNG) lösen nun statt mit 4000 × 3000 nur mit 3648 × 2736 Pixel auf.

Die Action 4 hat einen Blickwinkel von 155 Grad und dreht UHD-Videos mit bis zu 120 Bildern pro Sekunde bei einer festen Blende von $f/2,8$. Für Trickaufnahmen stellt sie Intervall, Zeitraffer und Hyperlapse (Zeitraffer, bei dem die Kamera bewegt wird) bereit. Die Action 4 kennt zudem mehrere Bildstabilisierungsalgorithmen: Rocksteady 3.0 und Rocksteady 3.0+ entfernen Wackler, HorizonBalance und HorizonSteady sorgen für einen stabilen Horizont bis zu einem Neigungswinkel

von 45 Grad. Im Test funktionierten alle Stabilisatoren einwandfrei, eine Verbesserung zur Action 3 sahen wir aber nicht.

Licht und Schatten

Die Action 4 beherrscht den 10-Bit-Farbmodus „D-Log-M“ für mehr Highlights und Schattendetails, wodurch sich die Aufnahmen besser nachbearbeiten lassen. Die Verbesserungen zur Action 3 sind gut sichtbar: Dunkle Bereiche im Bild saufen weniger ab, Farben sind natürlicher und das Bild wirkt nicht so nachgeschärft.

Um Windgeräusche auch bei schnellen Bewegungen effektiv zu reduzieren, setzt die Action 4 auf ein Array mit drei Mikrofonen. Dennoch blieben Windgeräusche in unseren Testaufnahmen stets sehr präsent. Insgesamt war der Ton zudem sehr basslastig. Die Action 3 erzielte hier hörbar bessere Resultate. Wer guten Ton benötigt, sollte daher an die Action 4 ein externes Mikrofon anschließen.

Das Gehäuse entspricht äußerlich dem der Action 3, erlaubt nun aber Tauchgänge in größere Tiefen (18 statt 16 Meter). Der 1770-mAh-Akku versorgt laut DJI die Kamera bis zu 150 Minuten mit Strom und arbeitet bei Temperaturen von +45 bis zu -20 °C. Bei HD-Aufnahmen passte die angegebene Laufzeit. Doch leider verursacht die kompakte Bauform wie bei anderen Actioncams Hitzeprobleme bei 4K60-Aufnahmen, sodass sich die Action 4 unserem Test bei einer Lufttemperatur von 23 °C und ohne direkte Sonneneinstrahlung an einem stationären Standort aufgrund von Überhitzung schon nach 12,5 Minuten abschaltete. Immerhin hielt sie damit 1,5 Minuten länger durch als die Action 3.

DJIs neue ActionCam ist in verschiedenen Paketen zu Preisen zwischen 429

und 785 Euro erhältlich, die passendes Zubehör für verschiedene Szenarien – wie Tauchgänge, Motorrad- oder Mountainbike-Fahrten sowie den Einsatz bei Vloggern – enthalten. Wer von der Action 3 auf die Action 4 wechselt, kann das meiste Zubehör seines alten Modells aber auch für das neue Gerät verwenden.

Fazit

Die DJI Osmo Action 4 hinterlässt einen gemischten Eindruck. So erreicht sie mit dem neuen Sensor eine deutlich bessere Bildqualität; die etwas niedrigere Auflösung bei 4:3-Aufnahmen ist in der Praxis vernachlässigbar. Taucher freuen sich über die zusätzlichen zwei Meter Tauchtiefe. Die Defizite im Bereich des Tons waren jedoch ebenso deutlich wie die anhaltenden Hitzeprobleme bei 4K-Aufnahmen. Bei HD-Videos tritt letzteres Problem nicht auf. Die GoPro-Actioncams sind diesbezüglich keine Alternative, da auch sie dazu neigen, bei 4K60-Aufnahmen zu überhitzen. (nij@ct.de) **ct**

DJI Osmo Action 4

Actioncam	
Hersteller, URL	DJI, www.dji.com/de
Videoauflösung	UHD, 16:9 (3840 × 2160 Pixel) bei 24/25/30/48/50/60/120 fps; UHD, 4:3 (3840 × 2880) mit 24/25/30/48/50/60 fps, 2,7K, 16:9 (1512 × 2688) mit 24/25/30/48/50/60/120 fps; 2,7 K, 4:3 (2688 × 1512 Pixel) bei 24/25/30/48/50/60/120 fps; Full HD (1920 × 1080 Pixel) bei 24/25/30/48/50/60/120/200/240 fps
Videoformat	MP4 (H.264/ H.265)
Fotoauflösung	3648 × 2736 Pixel
Maße (B × H × T), Gewicht	70,5 mm × 44,2 mm × 32,8 mm, 145 g
Lieferumfang	Osmo Action 4, Akku, Schutzrahmen, Schnellverschluss-Adapterhalterung, Feststellschraube, Kabel USB-C auf USB-C, Gegenlichtblende, Anti-Rutsch-Pads, Logo-Sticker
Preis	429 €



**Die Konferenz für Data Scientists,
Data Engineers und Data Teams**

11. und 12. Oktober 2023 • Karlsruhe

www.data2day.de

**Jetzt
Tickets
sichern!**

Workshops am 13. Oktober: data build tool (dbt) • Polars – der Turbo Boost für Dataframes

Veranstalter



Gold-Sponsoren



Silber-Sponsoren



Bronze-Sponsor



Container orchestrieren in der Praxis



**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.

**Heft für 22,50 € • PDF für 19,90 € •
Bundle Heft + PDF 30,50 €**

 shop.heise.de/ct-kubernetes

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.

Dezent sportlich

Die Huawei Watch Fit Special Edition ist optisch ein Mittelding zwischen Uhr und Fitnessband. Der Preis liegt mit rund 89 Euro geradezu unerschämte niedrig. Schrott oder hot?

Tatsächlich mag der Kampfpfeis angesichts des Funktionsumfangs der Special Edition verwundern. Denn die mit einer knackig hellen und brillanten AMOLED-Anzeige ausgestattete Fitnessuhr macht so ziemlich alles, was man von dieser Gattung erwartet: Sie zählt Schritte, überwacht den Schlaf sowie den Puls und zeichnet sportliche Aktivitäten auf. Den Namenszusatz hat sich die Uhr durch GPS sowie mehr Gesundheitsfunktionen verdient. Allerdings fehlt die EKG-Funktion der teureren Modelle. Immerhin ermittelt sie einen Wert für die Sauerstoffsättigung im Blut (SpO2).

Das seitlich etwas abgerundete Display versammelt 456 mal 280 Pixel, was eine sehr feine Darstellung mit 326 Punkten pro Zoll zulässt – das entspricht etwa 128 Punkten pro Zentimeter. Das auch nach oben minimal abgerundete Display im Hochformat misst diagonal 4,2 Zentimeter. Die schmale Einfassung des Plastikgehäuses trägt dazu bei, dass die Uhr auch an schmalen Handgelenken nicht aufrät. Sie ist mit 10,7 Millimetern genauso dick wie die Apple Watch 8, also keineswegs klobig.

Die Watch Fit Special Edition hat wie ihre Vorgänger ohne „Special Edition“ nur einen Knopf. Der Rest wird mit den üblichen Wisch- und Touchgesten gesteuert und mit Huaweis Health-App gemanagt. Das Bedienkonzept ist schnell durchschaut und somit entlockt man der Uhr beispielsweise die Pulsaufzeichnung oder die wie bei allen Uhren nur sehr eingeschränkt aussagekräftige Schlafqualitätsbewertung oder schaut nach, ob man vielleicht heute noch eine kleine Bewegungseinheit vertragen könnte. Im Test erkannte die Uhr sportliche Aktivitäten nicht automatisch; und nach dem manuellen Start der Aufzeichnungen mussten wir teilweise minutenlang warten, bis die Uhr GPS-Empfang hatte und eine Position ermittelte. Das geht bei der Konkurrenz insgesamt schneller. Möglicherweise puffert die Uhr keine Satellitendaten. Im Gegensatz zur bereits getesteten Watch 4 (siehe c't 19/2023, S. 78) gab es an der Genauigkeit des Tracks nichts zu beanstanden.



Der nicht wechselbare Akku der Uhr hielt bei gelegentlichen Sporteinlagen etwa eine Woche durch. Weniger gut hat uns das ziemlich unflexible Ladekabel gefallen, bei dem die schwachen Magnete für den Ladekontakt die Uhr nicht zuverlässig hielten. Bezahlen kann man mit der Uhr nicht.

Die Watch Fit Special Edition hat keinen eingebauten Lautsprecher und kein Mikrofon, informiert aber über eingehende Anrufe und erlaubt Schnellantworten für Messenger. Die Verbindung zum Smartphone hält es per Bluetooth und die Huawei Health App saugt die von der Uhr erfassten Daten lokal aufs Gerät. Ein Webportal für den Zugriff per PC gibt es nicht.

Insgesamt erhält man mit der Watch Fit Special Edition eine leistungsfähige, gleichwohl dezente Fitnessuhr. Da mag man sich schon fragen, ob die meisten Smartwatches einfach nur maßlos überbeuert sind oder – andersherum – ob hier Preisdumping im Spiel ist. (mil@ct.de)

Huawei Watch Fit

Fitnessuhr	
Hersteller, URL	Huawei, huawei.com
Maße / Gewicht	46 mm × 30 mm × 10,7 mm / 21 g ohne, 36 g mit Armband
Gesundheitsfunktionen	Puls (Momentan, Ruhe, Spitzen), SpO ₂ , Schlaf, Stress
Sportfunktionen	mehr als 100 Sport-Modi, Sportdaten (GPS-Track, VO2max, Trainingsbelastung, Erholung), Trainingsplan
Systemanf.	Smartphone mit iOS, Android oder Harmony OS
Preis	89 € Herstellerempfehlung / 55 € für die Vorversion ohne GPS



Ubuntu auf Rollen

Beim Stichwort „Rolling Release“ denkt man an Arch oder Gentoo Linux und nicht an Ubuntu. Rhino Linux ist angetreten, um das zu ändern. Bis auf den Desktop stammt der Großteil der Software aus dem Entwicklungszweig von Ubuntu. Nutzer, denen das nicht reicht, können zusätzlich ein AUR-Pendant anzapfen.

Derivate populärer Linux-Distributionen müssen sich oft den Vorwurf gefallen lassen, kaum Mehrwert zu bieten, sondern nur an Details zu schrauben und das Wallpaper zu ändern. Die neue Linux-Distribution Rhino Linux hat sich allerdings größere Ziele gesteckt: Das Projekt baut Ubuntu zu einer Rolling-Release-Distribution um, damit Nutzer die neuesten Softwareversionen aus dem Entwicklungszweig bekommen. Upgrades von einer Version der Distribution zur nächsten sind nicht mehr nötig, weil Aktualisierungen fortlaufend ausgeliefert werden.

Dazu schickt Rhino Linux das Multitalent rhino-pkg als Paketmanager ins Rennen, der als Wrapper für apt, Flatpak, Snap und Pacstall fungiert. Bei Pacstall handelt es sich um einen weiteren Paketmanager, der ähnlich wie das AUR (Arch User Repository) funktioniert, das man vom Rolling-Release-Klassenprimus Arch Linux kennt. Mittels Build-Skripten (pacsript) installiert Pacstall Software beispielsweise direkt aus Git-Repositorien. Die Pacstall Entwickler kontrollieren die Build-Skripte und kuratieren einen Softwarekatalog, den Interessierte über ct.de/y2ub einsehen können. Durch rhino-pkg haben Nutzer eine sehr große Auswahl an brandaktueller Software und können bei jeder Installation eines Pakets zwischen den verschiedenen Quellen wählen. Praktisch: Der Befehl `rhino-pkg update` aktualisiert sämtliche Pakete auf

dem System, egal aus welcher Quelle sie stammen.

Als Bedienoberfläche bringt Rhino Linux einen modifizierten XFCE-Desktop mit, den die Entwickler „Unicorn“ nennen. Durch die vertikal angeordneten Arbeitsflächen und das Plank-Dock am linken Bildschirmrand wirkt die Desktopumgebung wie Gnome 3, dem man einen bunten Anstrich gegeben hat. Gut gefallen hat uns der uLauncher, ein textbasierter und blitzschneller Programmstarter mit integrierter Suche, der an KRunner auf dem Plasma Desktop erinnert.

In unserem Test gestaltete sich der Start mit Rhino Linux holprig. Wenn wir im Calamares-Installer die Festplattenverschlüsselung aktivierten, konnte die Root-Partition nicht gefunden werden. Der Bootvorgang schlug fehl und wir landeten in einer BusyBox-Umgebung. Nach einer Neuinstallation ohne Verschlüsselung startete das System erfolgreich. Beim ersten Start bot ein Einrichtungsassistent an, Flatpak zu installieren. Das hat aber auch nach einem Neustart nicht funktioniert und wir mussten Flatpak manuell nachrüsten.

Grundsätzlich haben die Entwickler viel vor, eventuell sogar zu viel: Auf der Homepage wirbt das Projekt mit dem Anwendungsraster Lightpad, einem Fork des App-Grid von elementaryOS, das „Wayland-kompatibel“ sei. Der XFCE-Desktop in Rhino Linux beherrscht allerdings noch gar keinen Wayland-Modus. Auf Nachfrage von c't gab ein Entwickler die Auskunft, dass man plane, den Unicorn-Desktop langfristig auf eigene Beine zu stellen und Wayland-Support nachzuliefern. Ein Unterfangen, das die knappen Ressourcen weiter überspannen dürfte.

Rhino Linux ist ein interessantes Experiment, das von einer kleinen Gruppe engagierter Entwickler betreut wird und abenteuerlustige Ubuntu-Fans ansprechen dürfte. Wie stabil das Rolling-Release-Ubuntu läuft, muss sich in einem Langzeittest zeigen. Mehr Feinschliff, bevor man die erste stabile Version verkündet und Installations-Images anbietet, hätte Rhino Linux jedoch gutgetan. (ndi@ct.de)

Rhino Linux 2023.1

Linux-Distribution	
Hersteller, URL	Rhino Linux Projekt, rhinolinux.org
Systemanf.	64-Bit-Prozessor, 2 GByte Arbeitsspeicher, 21 GByte Speicherplatz
Preis	kostenlos (Open Source)

Online-Shopping ohne Probleme: c't hilft.



Heft + PDF mit 29 % Rabatt

Ohne Reue günstig digital einkaufen und zahlen – aber sicher muss es sein. Das c't-Sonderheft gibt Rat, welches Zahlungsmittel Sie wählen sollten, um Ihr Geld zurückzubekommen und Cyberkriminellen nicht auf den Leim zu gehen.

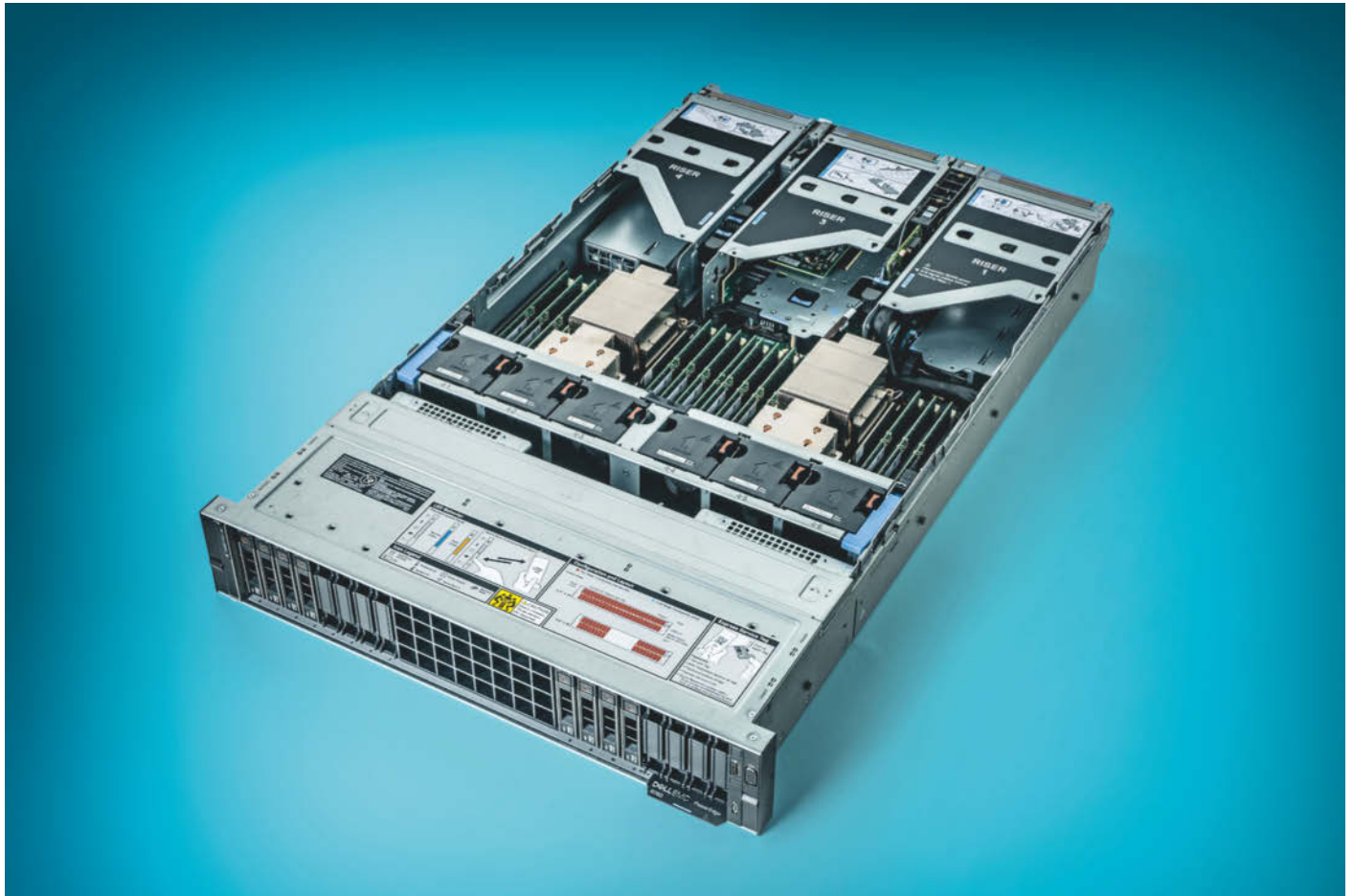
- Die wichtigsten Regeln für den Onlinekauf
- Schützen Sie sich vor Betrug
- Kaufprobleme lösen
- Käuferschutz richtig einsetzen
- Digital bezahlen
- Auch als Heft + digitale Ausgabe mit 29 % Rabatt

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



[shop.heise.de/
ct-sicher-einkaufen23](https://shop.heise.de/ct-sicher-einkaufen23)

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.



Was lange währt ...

Rack-Server mit Intel Sapphire Rapids: Dell PowerEdge R760

Dell liefert mit dem PowerEdge R760 seine erste Rack-Server-Konfiguration, die mit Intels aktuellen Xeon-Prozessoren der vierten Generation, Codename Sapphire Rapids, bestückt ist. Wir waren gespannt, wie sich die vielen runderneuerten Prozessorkerne gegen ihre Vorgänger, aber auch gegen AMDs Epyc schlagen würden.

Von Carsten Spille

Der PowerEdge R760 ist eine ziemlich flexibel konfigurierbare Rack-Server-Plattform. Durch die neuen Xeon-Prozessoren und den passenden C741-Chipsatz sind damit nun auch Intel-Server mit modernen Speicher- und Schnittstellenstandards wie DDR5 und PCI Express 5.0 möglich. AMDs Epyc 9004 mit DDR5 und PCIe 5.0 kam schon einige Monate zuvor. Der PowerEdge R760 belegt im Rack zwei sogenannte Höheneinheiten („2U“, circa 87 Millimeter). Damit lassen sich, anders als in die flachere 1U-Version R660, zum Beispiel 2,5-Zoll-Rahmen hochkant einstecken und dadurch bis zu 24 SSDs frontseitig einbauen. Am ehesten vergleichbar ist der R760 mit den PowerEdge R7625, in denen Epyc-9004-CPU's stecken.

Eine Einstiegskonfiguration mit drei Jahren Vor-Ort-Service am nächsten Arbeitstag kostet rund 6000 Euro. Dafür gibt es unter anderem zwei Intel Xeon Silver 4410Y mit jeweils zwölf Kernen, aber nur zwei 16-GB-Byte-ECC-RDIMMs und zwei 960-GB-Byte-SSDs.

Wer in die Vollen gehen will, kann sich einen PowerEdge R760 auch für eine halbe Million Euro zusammenkonfigurieren: Dafür sind dann 8 TByte RAM, zwei 56-Kern-Prozessoren Xeon Platinum 8480+, zwei Nvidia-GPU-Beschleuniger H100 und 120 TByte SSD-Speicherplatz drin. Davon kostet allein jeder der 32 256-GB-Byte-Speicherriegel knapp über 10.000 Euro – da nimmt sich eine Nvidia H100 mit fast 38.000 Euro noch recht

günstig aus. Dazu kommen Softwarelizenzen und die von der Hardwareausstattung abhängigen Servicekosten, wenn man mehr als die standardmäßigen drei Jahre Garantie wünscht – Maximum sind sieben Jahre.

Dell unterstützt offiziell die Linux-Distributionen Canonical Ubuntu Server LTS, RedHat Enterprise Linux, SUSE Linux Enterprise Server und VMware vCenter Server 8 Standard samt Virtualisierungsumgebung VMware ESXi sowie Microsoft Windows Server 2022 Datacenter.

Unsere Testkonfiguration für circa 44.200 Euro entsprach einer gehobenen Mittelklasse: zwei Xeon Platinum 8452Y mit je 36 Kernen, 16 64-GB-Byte-RDIMMs mit in dieser Klasse obligatorischem Multi-Bit-ECC-Speicherschutz, ein BOSS-N1-Controller mit zwei Micron-NVMe-SSDs zu je 480 GByte im RAID 1 sowie zwei PERC H965i-RAID-Controller mit 8 GByte Cache und je vier Samsung-NVMe-SSDs à 1,6 TByte. Netzwerkanschluss übernahmen ein Broadcom 5720 Dual Port mit Gigabit-Ethernet sowie zwei Intel E810-XXV Dual Port 10/25 GbE-Adapter im servertypischen SFP28-Format.

Den Zugang für die Fernwartung stellt bei Dell klassischerweise der iDRAC (integrated Dell Remote Access Controller) her. Unserer, in Version 9, war auf Enterprise-Level zertifiziert. Damit schaltet Dell virtuelle Konsolen, virtuelle Medien und Out-of-Band-Leistungsüberwachung frei. Der iDRAC9 versteht sich auch auf den IPMI-Nachfolger Redfish [1].

Die Einrichtung verlief sowohl mit Ubuntu Server 22.04 LTS als auch mit Windows Server 2022 Datacenter problemlos. Lediglich die Anmeldung im Windows-GUI war über den Remote-Zugriff etwas erschwert, da durchgeleitete Keyboard-Kommandos keine Alt-Tastenkombinationen wie Alt+Strg+Entf zur

Überwindung des Sperrbildschirms unterstützen. Auch die Bildschirmtastatur half nicht weiter, sodass wir die Konsolensteuerung heranziehen mussten – insgesamt aber eher ein kleiner Schönheitsfehler.

Mit neuen Chips

Intels neue Xeon-Generation hatte sehr lange auf sich warten lassen und wurde erst Anfang 2023 endlich vorgestellt [2]. Die CPUs passen in die Fassung LGA4697 und haben jeweils bis zu 60 Prozessorkerne pro Package, außerdem gibt es eine Variante namens Xeon Max mit 64 GByte integriertem Hochgeschwindigkeitsspeicher HBM2e. Die Standard-Xeons gibt es in den vier bekannten, nach Edelmetallen benannten Kategorien Bronze, Silver, Gold und Platinum. In unserem Testserver steckten wie erwähnt zwei Xeon Platinum 8452Y mit je 36 Kernen. Damit nutzen sie bereits die Kachelversion der Xeons, in der vier Dies (Chiplets) zu maximal je 15 CPU-Kernen per schneller EMIB-Verbindung zusammengeschaltet sind. Die monolithische MCC-Version reicht nur bis 32 Kernen.

Intel gönnt den CPUs mit jeweils rund 4000 US-Dollar Listenpreis 300 Watt elektrische Leistung. Damit können sie wenige ihrer Kerne im Turbo-Betrieb auf bis zu 3,2 GHz treiben, müssen aber auf 2 GHz zurückstufen, wenn auf allen Kernen volle Rechenleistung gefordert wird. 12 der 36 Kerne sind sogenannte „High Priority Cores“, die unter solchen Umständen einen 10-Prozent-Zuschlag auf 2,2 GHz erhalten können. Dann müssen sich die restlichen aber mit einem entsprechenden Abzug auf 1,8 GHz begnügen.

Anders als Intels aktueller Desktop-Architektur, mit deren „Performance“- oder P-Kernen die Xeon-Kerne eng verwandt sind, gibt Intel jedem Xeon-Kern zwei AVX512-Einheiten mit auf den Weg.

Bei entsprechender Programmierung, die in typischer Server-Software aber noch immer eher selten ist, kann sich der Datendurchsatz damit verdoppeln. Neu in der vierten Scalable-Xeon-Generation sind die AMX-Einheiten, die Advanced Matrix Extensions. Wie auch AVX, so müssen auch sie explizit von einem Programm angesprochen werden; bislang gibt es aber nur wenig AMX-Software etwa für einige KI-Frameworks.

Spezielle Spezialitäten

Intel hat aber noch ein weiteres Eisen im Feuer: die sogenannten Beschleuniger (Accelerators). Das sind pro physischer CPU maximal vier Hardwareblöcke für vier Sorten Spezialfunktionen: Quick Assist Technology (QAT), Dynamic Stream Acceleration (DSA), Dynamic Load Balancer (DLB) und der In-Memory Analytics Accelerator (IAA). Bei den CPUs unseres Testgeräts war aber nur ein Dynamic Stream Accelerator aktiv, die restlichen lassen sich per Intel on-Demand gegen Bezahlung freischalten.

Sie teilen ihr Schicksal derzeit noch mit AMX, sodass ihr Nutzen sehr situationsabhängig ist. Zugleich bedeutet das auch, dass ihre Leistungsfähigkeit nur mit Spezialprogrammen zu erfassen ist – ein Fall für einen zukünftigen c't-Artikel.

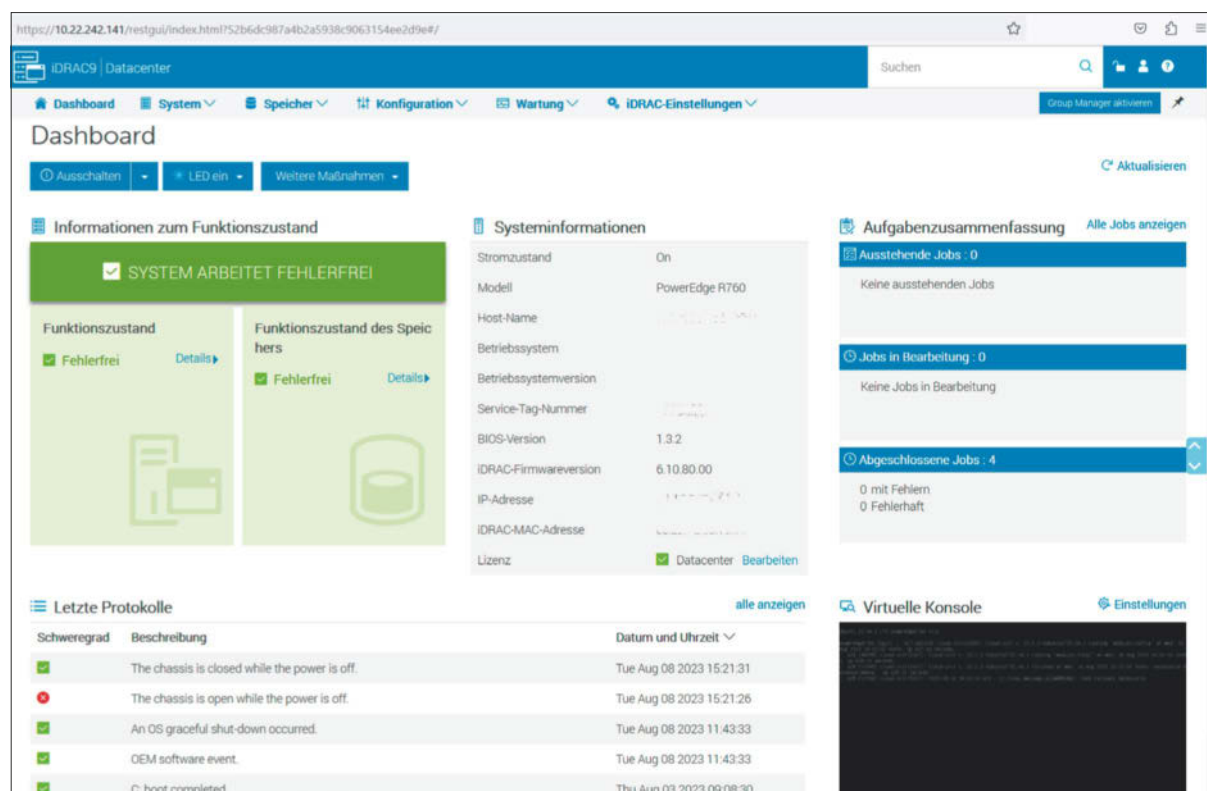
Intel gibt an, die neuen Xeon-Scalable-CPUen seien im Mittel rund 53 Prozent schneller als die Vorgänger aus der dritten Generation. Je nach Accelerator-Nutzung sind bei Networking- und Storage auch Faktor 2, in der Datenanalyse Faktor 3 und bei KI-Anwendungen, speziell dem Inferencing dank AMX, bis zu zehnmal so viel Performance möglich.

In unseren Benchmarks, die wir allesamt unter Ubuntu Server 22.04.3 LTS durchführten, schnitt schon die Mittelklasse-Ausstattung unseres PowerEdge-R760-Serversystems gegenüber den Topmodel-

Leistungsvergleich Serverprozessoren

Prozessoren	Kerne pro CPU [phys./virt.]	L3-Cache pro CPU [MByte]	TDP pro CPU [Watt]	7-Zip 23.01 Kompression [MByte/s]	Flops max. Flops [GFlops]	Kbench 0.9.6 Kernel kompilieren ¹ [Sek.]	MLC 3.10 Bandwidth ² [GByte/s]	Blender 3.6.1 classroom [Sek.]	Blender 3.6.1 Lone Monk [Sek.]	y-Cruncher 0.8.1.9317 Pi, 100 Mrd. Stellen [Sek.]
	besser ►	besser ►	◄ besser	besser ►	besser ►	◄ besser	besser ►	◄ besser	◄ besser	◄ besser
2 × Xeon Platinum 8452Y	■ 36/72	■ 67,5	■ 300	■ 409,1	■ 13579	■ 257	■ 467	■ 46	■ 406	■ 1162
2 × Xeon Platinum 8380	■ 40/80	■ 60	■ 270	■ 363,0	■ 12682	■ 283	■ 319	■ 54	■ 454	■ 1573
2 × Xeon Platinum 8280	■ 28/56	■ 38,5	■ 205	■ 245,1	■ 8552	■ 417	■ 193	■ 84	■ 708	0 ³
2 × AMD Epyc 7601	■ 32/64	■ 64	■ 180	■ 191,5	■ 2773	■ 490	■ 250	■ 89	■ 945	■ 3724
2 × AMD Epyc 7763	■ 64/128	■ 256	■ 280	■ 446,8	■ 10857	■ 223	■ 298	■ 33	■ 298	■ 1437
2 × AMD Epyc 9654	■ 96/192	■ 384	■ 400	■ 794,4	■ 20004	■ 176	■ 704	■ 19	■ 181	■ 846

¹ Kernel 6.4.11 mit gcc 12.3.0, inklusive Kernmodulen ² max. Transferrate im Test „Stream Triad-like“ ³ nicht genug Arbeitsspeicher



Mit dem Dell-eigenen Fernwartungscontroller iDRAC9 lassen sich etliche Funktionen des PowerEdge R760 auch remote bedienen. Unten rechts ist eine Vorschau des Terminalfensters zu sehen.

len der Vorgänger gut ab. Bei der puren Rechenleistung, die wir mit dem AVX512-optimierten „Flops“ maßen, war der Unterschied mit einem Plus von rund 7 Prozent noch vergleichsweise klein, denn unsere Testkonfiguration hatte ja sogar einen Kernnachteil – 144 virtuelle Threads gegenüber 160 beim Xeon Platinum 8380. Ähnliches zeigte sich auch bei der Datenkompression mit 7-Zip 23.01, solange nur ein einzelner Thread zum Einsatz kam. Bei Volldampf mit 144 zu 160 Threads jedoch steigerte sich der Vorsprung auf knapp 13 Prozent. Hier mag auch die deutlich höhere Datentransferrate des DDR5-Speichers gegenüber dem DDR4-getriebenen Vorgänger eine Rolle spielen. Wir maßen im Stream-Triad-ähnlichen Szenario des MLC 467 zu 319 GByte/s und damit einen Vorsprung von rund 46 Prozent.

Beim Kompilieren des Linux-Kernels waren die beiden Xeon Platinum 8452Y 17 Prozent früher fertig, Ähnliches tat sich beim Rendering mit Blender 3.6.1. In der Szene „classroom“ war der Poweredge 15 Prozent eher am Ziel und beim aufwendigeren „Lone Monk“ waren es noch 11 Prozent.

Im Quervergleich mit AMDs Epyc-Prozessoren bieten die beiden Xeon Platinum 8452Y rund 25 Prozent mehr maximale Flops-Rechenleistung als zwei Epyc 7763 mit jeweils 64 Kernen, die aber noch kein AVX512 beherrschen. In Tests wie

Blender oder der Kernel-Kompilierung liegen die AMDs weiterhin zum Teil deutlich vorn. Auch in der 7-Zip-Komprimierung war der PowerEdge trotz DDR5-Speicher nicht ganz so schnell wie der AMD-Server mit den deutlich teureren Epyc-Prozessoren. Im Vergleich zu den neuen Epyc 9004 „Genoa“ mit bis zu 96 Kernen kann Intels Sapphire Rapids nur bestehen, wenn Software läuft, die AVX512 oder spezielle Beschleuniger nutzt.

Fazit

Mit dem PowerEdge R760 macht Dell auch bei der Intel-Plattform den Sprung in die Moderne. Mehr und vor allem schnellerer Speicher, zusätzliche Prozessorkerne sowie schnellere Anschlüsse für Beschleunigerkarten, NVMe-SSDs oder schnelle Netzwerkkarten machen die flexible Plattform

zu einer Fundgrube für Admins. Allerdings hängt die Nützlichkeit speziell einiger Neuerungen bei den Prozessoren stark an der eingesetzten Software. Admins oder Beschaffer können dennoch problemlos alte Server anhand der Kernzahl entweder ersetzen oder sogar mehrere Rack-Systeme zusammenfassen und so deren Gesamtzahl reduzieren. Das gilt allerdings auch für die mit Epyc-CPU's bestückten Systeme, sodass sich vieles über den Preis entscheiden dürfte.

(csp@ct.de)

Literatur

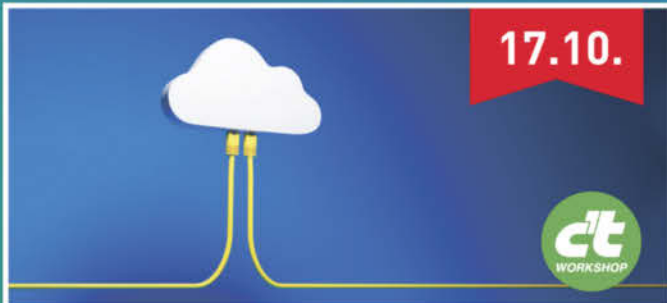
- [1] Christof Windeck, Roter Wartungs-Fisch, Server-Fernwartung: Redfish löst IMPI ab, c't 5/2020, S. 152
- [2] Carsten Spille, Mammutaufgabe, Intels neue Xeon-Prozessoren für Server und Rechenzentren, c't 3/2023, S. 40

Dell PowerEdge R760

2U-Rackserver	
Hersteller	Dell, dell.com
Prozessor	2 × Intel Xeon Platinum 8452Y (zu je 36 Kernen, Hyperthreading, 2,0 GHz (Turbo: 3,2 GHz), 67,5 MByte L3-Cache)
Speicher	1024 GByte (16 × 64 GByte DDR5-4800 ECC-RDIMM)
SSDs	2 × Samsung (NVMe, 480 GByte), 8 × Micron (NVMe, 1,6 TByte)
Netzwerk	1 × Broadcom 5720 Dual-Port GbE, 2 × Intel E810 XXV 2-Port 10/25 GbE (SFP28)
Netzteil	2 × 1400 Watt (redundant)
BMC	Dell iDRAC9 16G Enterprise
Leistungsaufnahme (Messwerte)	Leerlauf: 290 Watt / CPU-Vollast: 978 Watt / Spitze: 1340 Watt
Preis / Garantie	ab 6000 € (Basisausstattung, Testkonfiguration circa 44.200 €) / 3 Jahre Vor-Ort-Service



WIR TEILEN KEIN HALBWISSEN WIR SCHAFFEN FACHWISSEN



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.



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.



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.



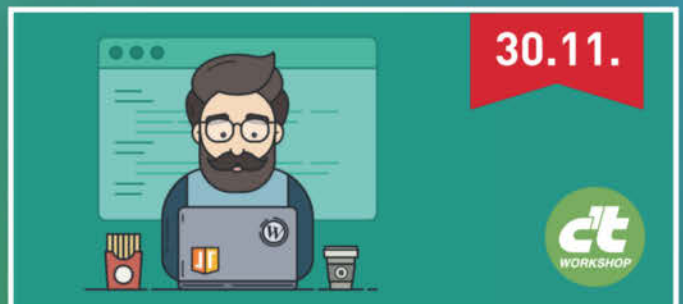
Einführung in GitLab

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.



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.



WordPress für Einsteiger

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

Sichern Sie sich Ihren Frühbucher-Rabatt:
heise.de/ct/Events



Die fünften Falter

Falt-Smartphones Samsung Galaxy Z Flip 5 und Fold 5 im Test

Mit neuen Scharnieren, größerem Außendisplay im kleinen Modell und einigen kleineren Verbesserungen gehen Samsungs Foldables ins neue Modelljahr. Ein altes Problem schleppen sie nach wie vor mit sich herum.

Von Steffen Herget

Größerer Umbau hier, sanfte Modellpflege dort, neuer Klappmechanismus überall – Samsung schickt mit dem Galaxy Z Flip 5 (ab 1199 Euro) und dem Galaxy Z Fold 5 (ab 1899 Euro) die fünfte Foldable-Generation ins Rennen. Wie gehabt klappt man das Flip im Razr-Stil vertikal auf, das Fold öffnet sich wie ein Buch.

Während die meisten Foldables geschlossen keinen sichtbaren Freiraum

zwischen den Gehäusenhälften lassen, blieb Samsung vier Jahre lang der keilförmigen Lücke in der Mitte treu. Das neu gestaltete Scharnier schließt den Spalt: Die beiden Seiten des Fold und Flip liegen nun plan aufeinander. Das schützt das empfindliche Biege-Display besser vor Staub und Dreck und macht das Smartphone zusammengeklappt merklich flacher.

Die Scharniere halten die Foldables in jedem beliebigen Winkel zwischen offen und geschlossen fest. Sie bügeln aber einen oft geäußerten Kritikpunkt nicht aus: die Falte in der Bildschirmmitte, die bei Samsungs Foldables stärker sicht- und fühlbar ist als bei der Konkurrenz. Zwar gewöhnt man sich im Laufe der Zeit daran, ein unschönes Detail bleibt der Knick im Blick trotzdem.

Eine weitere wichtige Neuerung bringt das Flip 5 mit. Samsung hat dem kleinen Falt-Smartphone ein deutlich größeres Frontdisplay verpasst, die Diagonale wuchs von 1,9 auf 3,4 Zoll. Damit folgt Samsung einem Weg, den bereits Oppo

und zuletzt Motorola beschritten haben, und das aus gutem Grund: Der größere Bildschirm ermöglicht es, mehr Dinge zu erledigen, ohne das Smartphone zu öffnen.

Samsung bringt eine Reihe von Widgets und Funktionen auf dem Frontdisplay unter, etwa Kalender, Wetter, Timer, Diktiergerät und Musiksteuerung. In den Systemeinstellungen unter „Labs“ kann man zudem einzelnen Apps erlauben, in ihrer ganz normalen Version auf dem Frontdisplay aufzutauchen. Anders als auf dem Motorola Razr 40 Ultra, bei dem das für fast alle installierten Anwendungen möglich ist, gestattet das Flip diese Möglichkeit derzeit nur Google Maps, Messages, Nachrichten, Netflix und YouTube.

Das flexible Innendisplay des Flip ist unverändert 6,7 Zoll groß und im gestreckten 22:9-Format gehalten. Samsung hat die Helligkeit deutlich gesteigert, unser Messgerät bescheinigt dem neuen Modell 1379 cd/m² und damit über 400 cd/m² mehr Leuchtkraft als dem Flip 4. Selbst in

strahlender Sommersonne konnten wir bequem auf dem Bildschirm lesen.

Kaum Änderungen beim Fold

Die beiden Displays des Galaxy Z Fold 5 hat Samsung unverändert belassen: Vorne ein arg schmaler 6,2-Zoll-OLED-Bildschirm im Format 23:9, innen ein nahezu quadratisches, 7,6 Zoll großes Display. Wie beim Flip unterstützen auch hier beide Displays eine Bildwiederholrate von 120 Hertz. Das Hauptdisplay strahlt beim Fold ebenso deutlich heller, es erreicht mithilfe des Boost-Modus in besonders heller Umgebung knapp 1400 cd/m². Unter dem Display versteckt sich eine Kamera, die nur bei sehr genauem Hinsehen zu entdecken ist. Wird sie aktiv, schaltet das Fold diesen Bereich des Bildschirms schwarz.

Das Fold ist mit dem S Pen von Samsung kompatibel, einen Platz im Gehäuse hat dieser jedoch nicht, er gehört auch nicht zum Lieferumfang. Der Stift kostet zusammen mit der passenden Smartphonehülle, in der er aufbewahrt wird, knapp 100 Euro.

Auf den Samsung-Faltern läuft Android 13, überzogen mit der Oberfläche OneUI 5.1.1. Die Software lässt sich optisch vielfältig anpassen, sie verändert zudem die Grundstruktur von Android in Menüs und Systemeinstellungen deutlich. Samsungs digitales Helferlein Bixby ist nach wie vor an Bord, mit dem ebenfalls angebotenen Google Assistant kann es jedoch nicht mithalten. Samsung installiert weitere Apps, die überflüssig sind, wenn man lieber die ebenfalls vorinstallierten Google-Apps nutzt. Immerhin kann man die meisten Samsung-Apps mittlerweile deinstallieren.

Das Fold steckt voller Softwarefunktionen, die es anderswo nicht gibt und die Samsung über die bisherigen Foldable-Generationen immer weiter verfeinert hat. Vor allem beim Multitasking spielt das große Modell seine Stärken aus: Drei Apps haben auf dem aufgefalteten Display Platz, bei vielen anderen Falt-Smartphones wie dem Google Pixel Fold (Test in c't 17/2023, S. 56) sind es deren nur zwei. Zusätzlich können weitere Anwendungen in schwebenden Fenstern laufen. Wer regelmäßig mehrere Apps gleichzeitig braucht, kombiniert sie in einer Verknüpfung, damit sie mit nur einem Fingertipp gemeinsam starten. Die Taskleiste am unteren Bildschirmrand ist enorm praktisch, von rechts lässt sich eine weitere Schnellstartleiste ins Bild ziehen. Zum bequemeren Tippen mit den Daumen lässt



Samsung Galaxy Z Flip 5

Quadratisch, praktisch, kompakt: Das kleine Flip passt zusammengeklappt in jede Tasche und ist sagenhaft mobil. Mit dem gewachsenen Außendisplay muss man das Foldable zudem seltener aufklappen, wenn man es in die Hand nimmt, viele Kleinigkeiten lassen sich bequem auf dem Minibildschirm erledigen. Davon profitiert im Alltag nicht zuletzt der Akku, die Laufzeiten sind absolut in Ordnung. Dass in dem engen Gehäuse weniger Platz für die Kühlung ist, merkt man am stärkeren Drosseln des Prozessors bei längerer Belastung und daran, dass weiterhin Samsung DeX nicht unterstützt wird. Die Kamera bleibt hinter anderen Smartphones der Tausend-Euro-Liga zurück. Stabile fünf Jahre Updates bekommt das Flip ebenso wie das Fold.

- 🟢 neues Frontdisplay
 - 🟢 extrem kompakt
 - 🔴 unterstützt weder DeX noch S Pen
- Preis: 1199 Euro bis 1319 Euro

sich die Bildschirmtastatur in zwei Blöcke aufteilen. Wahlweise wandert das virtuelle Keyboard auch in ein Fenster mit freieinstellbarer Transparenz oder man schreibt mit dem Finger oder S Pen.

Samsung verspricht, die Foldables fünf Jahre lang mit Sicherheitspatches und Updates zu versorgen. Das ist nach wie vor sehr ordentlich, auch wenn mittlerweile einige Hersteller dahingehend nachgezogen haben.

Beide Foldables werden von einem Qualcomm Snapdragon 8 Gen 2 mit dem Zusatz „for Galaxy“ angetrieben; der leistungsstarke Cortex-X3-Kern läuft im Vergleich zum Standardchip mit einer um 160 MHz erhöhten maximalen Taktfrequenz.



Samsung Galaxy Z Fold 5

Mehr Display, mehr Akku, mehr Kameras, mehr Multitasking und DeX als Kirsche auf der Torte – das Galaxy Z Fold 5 packt im Vergleich zum Flip eine ordentliche Schippe drauf. Dass sich das im Preis niederschlägt, verwundert nicht, der Spaß beginnt bei knapp 1900 Euro und ist damit einen Hunderter teurer als im Vorjahr. Sieht man vom Scharnier ab, sind die Unterschiede zum Vorgänger jedoch so gering, dass ein Wechsel vom vierten zum fünften Fold kaum sinnvoll erscheint. Das beste große Foldable bleibt das Fold trotz der neuen Konkurrenz durch das Google Pixel Fold dieses Jahr, was nicht zuletzt an der ausgereiften Software und dem flexiblen Multitasking liegt, mit dem sich das große Display wirklich lohnen kann.

- 🟢 jede Menge Funktionen
 - 🟢 starker Akku
 - 🔴 kaum besser als der Vorgänger
- Preis: 1899 Euro bis 2259 Euro

Vor allem im Fold, das den größeren Arbeitsspeicher und das aufwendigere Kühlsystem mitbringt, erreicht das System-on-Chip starke Benchmarkwerte und treibt das Smartphone kräftig an. Nur das Fold unterstützt Samsungs auf Notebooks und Monitore ausgespielte Desktop-Oberfläche DeX. Das war bereits bei den Vorgängern so. Samsung begründet das unter anderem mit der schwächeren Kühlung im kleinen Modell.

Akkus für den Alltag

Die Akkus, jeweils verteilt auf beide Gehäusenhälften der Smartphones und mit identischer Kapazität wie in den Vorgängern, sorgen im Alltag für ordentliche



Das Frontdisplay des Flip ist viel größer geworden. Die Grenzen des Screens verschmelzen dank der schwarzen Hintergrundbilder mit dem Gehäuse.

Laufzeiten. Das Flip musste im Test nicht vor dem Abend ans Ladegerät, mit dem Fold sind bei sparsamer Nutzung trotz recht hohem Standby-Verbrauch auch zwei Tage drin. Das Pixel Fold machte im Test wesentlich schneller schlapp. Trotz der geringeren Ladeleistung von 25 Watt per Kabel ist das kleine Flip schneller wieder voll als das große Fold, das mit maximal 45 Watt am Netzteil saugt.

Dass das Flip 5 trotz knapp bemessener 3700 mAh vollkommen alltagstaugliche Laufzeiten abliefern, liegt auch am neuen Frontdisplay. Man klappt das Smartphone einfach seltener auf, weil man mehr mit dem kleinen Bildschirm erledigen kann. Dieser Effekt war bereits im Test des Konkurrenten Motorola Razr 40 Ultra (c't 16/23, S. 66) aufgefallen. Beide hielten im Test ähnlich lange durch.

Bei den Kameras hat sich wenig getan, sie entsprechen auf dem Papier und in der Praxis weitgehend denen des Vorjahrs. Die Fotos zeigen strahlende, teils übertrieben knallige Farben mit der Samsung-typischen extremen Schärfe. Die kommt durch intensive Nachbearbeitung zustande, deren Spuren beim Heranzoomen stärker zu sehen sind als etwa beim Galaxy S23 Ultra. Dem Flip fehlt das Tele des Fold, seine Hauptkamera bleibt mit 12 Megapixel zudem hinter der 50-Megapixel-Auflösung des Fold zurück. Die Ultraweitwinkelkameras der beiden sind identisch. Das große Foldable hat zudem gleich zwei Selfie-Cams: Eine Zehn-Megapixel-Kamera im vorderen Display und eine Vier-Megapixel-Knipse innen. Für bessere Selbstporträts nutzt man bei Falt-Smart-

phones allerdings die Hauptkamera mit dem äußeren Display als Sucher.

Fazit

Wer ein kompaktes Foldable sucht, ist beim Flip 5 an der richtigen Adresse: Praktisches Frontdisplay, ordentlicher Akku, viel Leistung und Updates über eine lange Zeit sind wichtige Pluspunkte. Das Fold 5 lädt mit dem riesigen Display und der ausgereiften Software vor allem zum Multitasking ein, zudem hält es mit einer Akkulaufzeit länger durch, unterstützt einen Stift und hat die etwas besseren Kameras.

Mit Preisen ab 1899 Euro reißt es aber ein tiefes Loch in den Geldbeutel – wenn das alte Scharnier nicht stört, kann man auch ganz entspannt zum kaum schwächeren Vorgänger greifen.

Alternativen gibt es für beide: Die Konkurrenz zum Galaxy Z Flip 5 kommt von Motorola mit dem Razr 40 und 40 Ultra. Das Razr 40 ist mit knapp 900 Euro eine günstige Option, wenn man das große Außendisplay nicht braucht. Bei den großen Foldables stehen das Google Pixel Fold im breiteren Format und das besonders dünne Honor Magic V2 bereit. (sht@ct.de) **ct**

Samsung-Smartphones

Modell	Samsung Galaxy Z Flip 5	Samsung Galaxy Z Fold 5
Betriebssystem / Patchlevel	Android 13 / Juli 2023	Android 13 / Juli 2023
Funktions-Updates / Sicherheitspatches laut Hersteller bis min.	Android 17 / Juli 2028	Android 17 / Juli 2028
Ausstattung		
Prozessor / Kerne × Takt / Grafik	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 2 for Galaxy / 1 × 3,4 GHz, 4 × 2,8 GHz, 3 × 2 GHz / Adreno 740	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 2 for Galaxy / 1 × 3,4 GHz, 4 × 2,8 GHz, 3 × 2 GHz / Adreno 740
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher (Format)	8 GByte / 256 GByte (222 GByte) / –	12 GByte / 256 GByte (222 GByte) / –
5G / LTE / SIMs / SAR-Wert	✓ / ✓ / nanoSIM + eSIM / 0,6 W/kg	✓ / ✓ / 2 × nanoSIM oder nanoSIM + eSIM / 1,24 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standort	Wi-Fi 6E (2) / 5.3 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 6E (2) / 5.3 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss / Fingerabdrucksensor / Benachrichtigungs-LED	USB-C 3.2, OTG / – / ✓ (Einschalter) / –	USB-C 3.2, OTG, DP / – / ✓ (Einschalter) / –
Akku / drahtlos ladbar / wechselbar	3700 mAh / ✓ / –	4400 mAh / ✓ / –
Abmessungen offen (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	16,5 cm × 7,2 cm × 0,7 ... 0,87 cm / 187 g / ✓ (IPX8)	15,5 cm × 13 cm × 0,6 ... 0,93 cm / 253 g / ✓ (IPX8)
Abmessungen geschlossen (H × B × T)	8,5 cm × 7,2 cm × 1,5 cm	15,5 cm × 6,7 cm × 1,6 cm
Innendisplay		
Diagonale / Technik / Auflösung / Punktdichte	6,7 Zoll / OLED / 2640 × 1080 Pixel / 425 dpi	7,6 Zoll / OLED / 2176 × 1812 Pixel / 374 dpi
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung / max. Bildrate	0,95 ... 1379 cd/m² / 97,6 % / 120 Hz adaptiv	0,87 ... 1398 cd/m² / 98,2 % / 120 Hz adaptiv
Außendisplay		
Diagonale / Technik / Auflösung / Punktdichte	3,4 Zoll / OLED / 748 × 720 Pixel / 306 dpi	6,2 Zoll / OLED / 2316 × 904 Pixel / 402 dpi
Kameras		
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	12 MP (4000 × 3000) / f/1,8 / ✓	50 MP (8160 × 6120) / f/1,8 / ✓
Ultraweitwinkel Auflösung / Blende / OIS	12 MP (4000 × 3000) / f/2,2 / –	12 MP (4000 × 3000) / f/2,2 / –
Tele Auflösung / Blende / OIS / Vergrößerung	–	10 MP (3648 × 2736) / f/2,4 / ✓ / 3-fach
Frontkamera außen Auflösung / Blende / OIS	–	10 MP (3648 × 2736) / f/2,2 / –
Frontkamera innen Auflösung / Blende / OIS	10 MP (3648 × 2736) / f/2,2 / –	4 MP (1728 × 2304) / f/1,8 / –
Benchmarks, Lauf- und Ladezeiten		
Ladezeit 50 % / 100 %	0,5 h / 1,2 h	0,5 h / 1,5 h
Laufzeiten ¹ lokales Video 720p / 4K-Video 120 fps / 3D-Spiel / Stream	16,5 h / 9,1 h / 11,9 h / 17,1 h	19,8 h / 111 h / 14,7 h / 21,5 h
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	8409, 20870 / 1530, 4898	8452, 21112 / 1446, 5013
3DMark Wild Life / Wild LifeExtreme	10221 / 2877	13344 / 3273
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	97 fps, 107 fps / 117 fps, 161 fps / 106 fps, 114 fps	77 fps, 124 fps / 119 fps, 231 fps / 103 fps, 178 fps
Bewertungen		
Performance / Akku	⊕⊕ / ○	⊕⊕⊕ / ⊕
Innendisplay / Außendisplay / Kamera	⊕⊕ / ⊕ / ○	⊕⊕⊕ / ⊕ / ⊕
Software ² / Ausstattung	⊕ / ⊕	⊕⊕⊕ / ⊕
Preis	1199 € (256 GByte) / 1319 € (512 GByte)	1899 € (256 GByte) / 2019 € (512 GByte) / 2259 € (1 TByte)
¹ gemessen bei 200 cd/m² auf dem Innendisplay ² bewertet werden Updates, Features, Bloatware etc.		
✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht		

Das Magazin von Fotografen für Fotografen



**Fotograf und
c't Fotografie-Redakteur**

Thomas Hoffmann, fotografiert am liebsten Landschaft und Natur.

„Für außergewöhnliche Fotos braucht man nicht nur eine verlässliche Ausrüstung, auch Geduld und Zufall spielen eine große Rolle.“

Thomas Hoffmann

**35%
Rabatt**



Jetzt bestellen:

www.ct-foto.de/miniabo

2x c't Fotografie testen

- 2 Ausgaben kompaktes Profiwissen für 14,30 €
- 35 % Rabatt gegenüber Einzelheftkauf
- Inklusive Geschenk nach Wahl
- Wöchentlicher Newsletter exklusiv für Abonnenten



Schnell dabei

Elf flotte USB-SSDs und -Sticks mit 1 oder 2 TByte Speicherplatz

Mal eben Daten kopieren, das Backup fix erledigen – flotte USB-SSD lösen lahme USB-Festplatten ab. Die meisten sind klein, leicht und schnell. Wer es noch kompakter mag, greift zur SSD im USB-Stick-Format.

Von Lutz Labs

Flash-Speicher ist billig geworden, eine 1-TByte-SSD zum Einbau in den PC oder das Notebook kostet nur noch 40 Euro. Auch bei externen Medien sinken die Preise. USB-SSDs kosten zwar immer noch mehr als externe Festplatten, aber der Kauf tut lange nicht mehr so weh. Die günstigsten 1-TByte-Modelle in diesem Test liegen bei 54 Euro – USB-SSDs sind laut Marktforschern das

derzeit am schnellsten wachsende Segment in der IT.

An diesem Markt wollen viele Hersteller mitverdienen. Neun SSDs haben wir im Test, alle sind maximal seit einem Jahr auf dem Markt und arbeiten mit der USB-Version 3.2 Gen 2 mit 10 Gbit/s oder höher. Hinzu kommen zwei USB-Sticks mit SSD-Technik inside. In den Sticks stecken handelsübliche SSD-Controller, sie unterscheiden sich damit praktisch nur in der Größe von den USB-SSDs; auch sie erreichen in der Spitze Geschwindigkeiten über 1 GByte/s.

Im c't-Labor trafen die folgenden SSDs ein: Asus AS1000, Corsair EX100U, Crucial X9 Pro und X10 Pro, Emtc X210G, Goodram essential HL200, Kingston XS1000, Silicon Power PC60 und SK Hynix Beetle X31. Die beiden Sticks stammen von Silicon Power und Transcend: Den Silicon Power Marvell M80 haben wir vor einiger Zeit schon einmal vorgestellt, nach Herstellerangaben handelt es sich

jedoch um eine verbesserte Version. Der Transcend-Stick ESD310C ist neu, es gibt ihn sogar mit einer Kapazität von 2 TByte.

Keine Fälschungen

USB-Sticks mit 1 TByte Speicherplatz und mehr waren in der Vergangenheit oft gefälscht. Findige Betrüger hatten die Controller so manipuliert, dass sie mehr Speicher anzeigten als tatsächlich vorhanden war. Unser Testprogramm H2testw (alle Downloads über ct.de/y154) entlarvt solche Fälschungen schon seit Jahren zuverlässig, wenn auch manchmal quälend langsam. Denn viele Fälschungen sind so lahm, dass der Test bei hohen Speicherkapazitäten tagelang dauern kann – so mancher Käufer hat den Test dann wohl entnervt abgebrochen.

Die von uns hier getesteten Speicherriegel haben den Test bestanden. Beim Kauf sollte man sich jedoch immer vom gesunden Menschenverstand leiten lassen: Ein Speichermedium mit 1 TByte

Flash-Speicher kostet 40 Euro, deutlich darunter liegende Preise deuten auf Betrugsversuche hin. Außerdem gilt der Rat, möglichst nur bei vertrauenswürdigen Händlern zu kaufen, bei denen auch eine Reklamation Aussicht auf Erfolg hat.

Doch Fälschungen gibt es nicht nur bei USB-Sticks, auch USB-SSDs sind davon betroffen. Oft erkennt man schon an den leicht veränderten Herstellernamen, dass mit dem Angebot etwas nicht stimmen kann. Wer in einem China-Online-shop eine Smasung-USB-SSD mit 2 TByte Speicherplatz für 20 Euro kauft, hat nicht richtig aufgepasst.

Noch ein Wort zu den möglichen Kapazitäten: Es gibt tatsächlich USB-Sticks mit 2 TByte Speicherplatz, wenn auch nur wenige; die Preise liegen bei über 100 Euro. USB-SSDs sind auch mit noch höherer Kapazität verfügbar, aber Vorsicht bei Angeboten mit mehr als 4 TByte: Echte USB-SSDs mit 8 TByte und mehr kosten schnell vierstellige Beträge.

Auch die USB-SSDs müssen die Runde mit H2testw absolvieren, denn damit ermitteln wir die Zeit, die die USB-Medien zum vollständigen Beschreiben benötigen. Das ist zwar keine alltägliche Aufgabe, aber wer zum ersten Mal eine große Datenmenge sichert, wird sich über die hohen Schreibgeschwindigkeiten freuen.

Innenleben

Über das Innenleben von USB-SSDs und -Sticks verraten die meisten Hersteller nichts. Im Prinzip ist es stets dasselbe: Ein Controller vermittelt zwischen der USB-Schnittstelle und dem Flash-Speicher. Billige USB-Sticks verwenden einfache Controller, in den Sticks aus diesem Test aber steckt die gleiche schnelle Technik wie in den SSDs.

Der Standardaufbau von USB-SSDs früherer Jahre war einfach: Man nehme eine PCIe- oder SATA-SSD, baue einen USB-PCIe- oder USB-SATA-Wandler daran und stecke beides zusammen in ein Gehäuse. Nach diesem Prinzip funktioniert wohl nur noch eines der Modelle aus diesem Test, nämlich das von Asus. Darin steckt eine PCIe-SSD, die sich im M.2-Slot ebenfalls als Asus-SSD AS1000 meldet – der Wandler ist dafür eigentlich überqualifiziert, weil er neben PCIe-SSDs auch ältere M.2-SATA-SSDs ansprechen kann (einen Test eines solchen Gehäuses finden Sie in [1]). Das massive Metallgehäuse bietet Asus unter dem Namen TUF Gaming A1 auch einzeln an, verschiedene Händler listen es für rund 50 Euro.

Allen anderen SSD-Gehäusen und auch den Sticks sieht man nicht an, was in ihnen steckt, und auch Software liefert nur selten genauere Informationen. Crucial etwa nutzt als Controller den SM2320 von Silicon Motion, der ohne Umwege direkt von USB auf das Flash-Interface übersetzt. Dieser soll auch im Transcend-Stick sowie in der Kingston-SSD stecken. Gelegentlich werden solche Chips als UFD-Controller (USB Flash Drive Controller) bezeichnet. Eine solche Single-Chip-Lösung verbraucht weniger Energie und Platinenfläche als die Kombination aus zwei Chips und erlaubt damit das Design kleinerer Gehäuse.

Die USB-SSDs von Corsair, Emtec und SK Hynix sowie der Stick von Silicon Motion sind mit UFD-Controllern von AS-Media ausgestattet. Corsair und Emtec verwenden die neueste und schnellste Version, den ASM2364, die beiden anderen wahrscheinlich die ältere Version ASM2362. Sie unterscheiden sich vor

allem in der Anbindung an den PC: Der ASM2264 übersetzt USB 3.2 Gen 2x2 mit maximal 20 Gbit/s auf PCIe 3.0 x4, der ASM2262 USB 3.2 Gen 2 mit 10 Gbit/s auf PCIe 3.0 x2.

Goodram essential HL200 und Silicon Power PC60 nutzen den Phison PS3111, der die USB-Signale auf SATA mit 6 Gbit/s umsetzt – am Ende kommt also eine USB-SSD mit maximal 560 MByte/s beim Lesen heraus.

Speichertricks

Welcher Speicher in den Geräten steckt, ist von außen nicht zu erkennen. Nur bei der Asus-SSD haben wir Gewissheit: Hier kommt TLC-Flash von SK Hynix zum Einsatz. Zudem ist davon auszugehen, dass in den SSDs von Crucial und SK Hynix Speicher aus der eigenen Produktion steckt, im Fall von Crucial der des Mutterkonzerns Micron.

Messungen mit unserem eigentlich für Festplattentests geschriebenen Programm H2testw deuten darauf hin, dass viele Hersteller mittlerweile QLC-Flash einsetzen; Speicher, bei dem jede Zelle 4 Bit speichert (Quadruple Level Cell). Dieser ist pro Byte zwar in der Produktion günstiger als 3-bittiger TLC (Triple Level Cell), aber vor allem beim Schreiben deutlich langsamer. Zur Schreibbeschleunigung schalten die Controller einen Teil der Flash-Zellen in den SLC-Modus. In diesem steigt die Schreibgeschwindigkeit immens an; wenn der Cache voll ist, verschiebt der Controller die Daten in die langsameren Zellen. So erreicht der USB-Speicher trotz eigentlich eher langsamem Flash in der Praxis hohe Geschwindigkeiten. Erst beim Schreiben riesiger Datenmengen sinkt die Geschwindigkeit mit der Zeit – im Extremfall auf wenige MByte/s.

Benchmarks USB-SSDs und -Sticks mit 1 oder 2 TByte

Modell	seq. Transferraten 1 Minute Schreiben/Lesen ¹ [MByte/s]	seq. Transferraten Schreiben gesamtes Laufwerk ² / fünf Minuten ¹ [MByte/s]	Schreiben Text / MP3 / Video ³ [MByte/s]	Lesen Text / MP3 / Video ³ [MByte/s]	Leistungsaufnahme idle/lesen/schreiben [W]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◄ besser
Asus AS1000 (1 TByte)	1085/1082	181/527	17/1001/1042	77/968/907	0,9/1,9/2
Corsair EX100U (1 TByte)	1734/1827	258/496	11/441/645	75/997/922	0,7/1,0/9
Crucial X9 Pro (2 TByte)	1019/1084	487/653	44/937/913	76/1016/1000	0,6/1,4/1,9
Crucial X10 Pro (2 TByte)	1854/2069	657/1040	45/1633/1570	65/744/1968	0,7/2,3/2,8
Emtec X210G (1 TByte)	1772/1534	235/440	10/412/563	75/845/1569	0,5/1,2/1,2
Goodram HL200 (1 TByte)	503/547	103/375	16/83/121	71/453/439	1/1,6/1,9
Kingston XS1000 (1 TByte)	1033/1085	149/661	33/896/905	74/921/914	0,7/1,8/2
Silicon Power Marvel M80 (USB-Stick, 1 TByte)	1004/974	20/222	14/366/682	74/376/378	0,6/1,1/1
Silicon Power PC60 (1 TByte)	290/535	80/370	18/83/131	77/389/448	1,1/2,1/2
SK Hynix Beetle X31 (1 TByte)	1086/1083	292/498	44/1012/1035	76/1012/996	0,4/2,6/2,3
Transcend ESD310C (USB-Stick, 1 TByte)	1024/1084	78/513	54/958/960	76/1020/965	0,8/1,8/2,1

¹ gemessen mit Iometer, Blockgröße 512 KByte

² gemessen mit H2testw

³ Kopie von einer PCIe-4.0-SSD

Bei sehr langen Kopieraktionen sind SSDs mit größeren Gehäusen meist im Vorteil, weil sie darüber die beim Schreiben entstehende Wärme besser abführen können. Doch im Dauertest mit H2testw kamen sowohl der Transcend-Stick als auch die Silicon-Power-SSD beim Schreiben jeweils auf rund 80 MByte/s über die gesamte Kapazität. Der Stick von Silicon Power war mit 20 MByte/s noch einmal deutlich langsamer, am schnellsten die Crucial X10 Pro mit 650 MByte/s.

Gesundheitszustand

SATA- und NVMe-SSDs geben über den Smart-Standard Informationen zu ihrem Gesundheitszustand heraus, der Name entspringt dem Begriff Self Monitoring, Analysis and Reporting Technology. Die meisten USB-SSDs reagieren ebenfalls auf Smart-Anfragen, aber nur die wenigsten USB-Sticks. Die Sticks in diesem Test arbeiten jedoch mit gängigen SSD-Controllern und lassen damit Anfragen zu – im Gegensatz zu den beiden Crucial-SSDs, bei denen die Anfragen ins Leere laufen.

Unter Windows dienen zur Abfrage Tools wie CrystalDiskInfo, der Hard Disk Sentinel oder die Smartmontools (siehe ct.de/y154), letztere sind zudem der Quasi-Standard unter Linux. Unter Linux gibt es bei der Abfrage von USB-Geräten häufiger Probleme. Auch mit der frischen Smartmontools-Version 7.4 konnten wir auf unserem Testsystem mit Ubuntu 22.04 LTS nur die PC60 von Silicon Power ohne Verrenkungen erkennen. Das ist jedoch in erster Linie ein Linux-Problem, das sich eventuell durch eine andere Ansprache des USB-Gerätes beheben lässt (siehe ct.de/y154).

Bei der Überprüfung der Smart-Werte hatten wir ein Déjà-vu-Erlebnis: Die SSDs von Goodram und Silicon Power zeigten unabhängig von der Belastung eine Temperatur von 33 °C an. Und richtig, in einem Test vor fünf Jahren gab es eine USB-SSD, die ebenfalls eine feste Temperatur von 33 °C ausgab: die Silicon Power Bolt B10 [2]. Firmware-Pflege scheint bei Silicon Power nicht die höchste Priorität zu haben.

Die höchste Temperatur haben wir beim USB-Stick von Silicon Power gemessen: Nach zehn Minuten Dauerbetrieb lag sie laut Controller bei 85 °C; das Gehäuse war so heiß, dass wir es nicht mehr anfassen wollten. Das ist vor allem in Haushalten mit kleinen Kindern gefährlich. Die Corsair-SSD kam auf 71 °C, die Kingston-SSD auf 65 °C. Erst an vierter Stelle kam der Transcend-Stick mit 60 °C.



Asus AS1000

Das massive Metallgehäuse ist wasser- und staubdicht, ein Sturz aus zwei Meter Höhe kann ihm eh nichts anhaben – die Asus AS1000 ist der Outdoor-König in diesem Test. Das Gehäuse verkauft Asus auch einzeln als TUF Gaming A1, die enthaltene SSD haben wir jedoch im freien Handel noch nicht entdeckt.

Bei den meisten Benchmarks liegt die AS1000 im erwarteten Bereich, dank der USB-Schnittstelle mit 10 Gbit/s kommt sie im Idealfall auf fast 1,1 GByte/s. Nur beim Schreiben kleiner Dateien schwächelt sie etwas. Durch das hohe Gewicht von 150 Gramm ist sie als ständige Begleiterin für unterwegs weniger geeignet.

👍 robust & schnell

👎 teuer & schwer

Preis: circa 106 Euro (1 TByte)

Ausdauerfragen

USB-SSDs dienen in der Regel der Datensicherung oder dem Datentransport und weniger dem Start von Betriebssystem oder Anwendungen. Daher dürfte die Belastung im Vergleich zu internen SSDs eher gering sein. Die Controller in unseren Testgeräten unterstützen jedoch gängige SSD-Funktionen wie Wear Leveling und versuchen so, die Abnutzung des Flash-Speichers zu minimieren.

Das Betriebssystem stellt dafür ein Werkzeug zur Verfügung: das TRIM-Kommando. Wenn der Nutzer eine Datei löscht, teilt Windows der SSD über das TRIM-Kommando mit, dass der entsprechende Platz nicht mehr benötigt wird. Das Laufwerk muss dies allerdings unterstützen; ob dies der Fall ist, haben wir mit dem Tool Trimcheck (Download unter ct.de/y154) überprüft – alle Speichermedien haben diesen Test bestanden.



Corsair EX100U

Mit nur 21 Gramm ist die Corsair EX100U die leichteste SSD in diesem Testfeld und dabei die einzige, deren USB-Anschluss bei Nichtbenutzung durch eine Abdeckung geschützt wird. Corsair nutzt die USB-Version mit 20 Gbit/s, in Benchmarks haben wir Werte um 1,8 GByte/s beim Lesen und Schreiben erreicht.

Bei den Praxismessungen aber musste sich die EX100U nominell langsameren SSDs geschlagen geben: nur 650 MByte/s beim Schreiben von Videos, nicht einmal 12 MByte/s bei Texten, das ist wenig. Auch beim Lesen der Videos kam die EX100U trotz passender Schnittstelle nicht über die Grenze von 1 GByte/s hinweg.

👍 sehr leicht

👎 langsam bei Praxismessungen

Preis: circa 87 Euro (1 TByte)

Ohne TRIM-Unterstützung nimmt die Anzahl der freien Blöcke auf einer SSD mit der Zeit ab. Dadurch wird die SSD bei zufällig verteilten Schreibzugriffen immer langsamer. Verwendet man eine externe SSD nur für gelegentliche Datentransporte, wird das kaum jemals auffallen – zudem man einen externen Datenträger einfach mal formatieren kann, was das Problem löst.

Benchmarks

Synthetische Benchmarks sind ein Teil der Wahrheit, Praxiswerte ein anderer. Deshalb haben wir auch in diesem Test die SSDs nicht nur mit IOMeter vermessen, sondern auch viele echte Dateien kopiert. Beim Lesen und Schreiben von großen Dateien wie Videos sind die SSDs am schnellsten, bei einem Ordner mit zahlreichen MP3-Dateien etwas langsamer – und beim Kopieren von sehr vielen kleinen Textdateien wie dem Backup eines Pro-



Crucial X9 Pro

Trotz stabilem Metallgehäuse wiegt die X9 Pro von Crucial lediglich 37 Gramm. Gegen Spritzwasser ist die SSD gemäß IP55 geschützt, untertauchen sollte man sie jedoch nicht.

Crucial stellte uns das 2-TByte-Modell zur Verfügung, bei dem ein Giga-byte im Handel etwa 7 Cent kostet – bei der kleineren 1-TByte-Variante kommt man auf 9 Cent. Das vollständige Beschreiben mit H2testw absolvierte sie mit fast 500 MByte/s, geschlagen nur von der X10 aus dem eigenen Haus. Dabei nutzt sie den gleichen UFD-Controller, die X9 wird von Crucial wohl künstlich gebremst.

- ↑ leicht & robust
- ↑ schnell

Preis: circa 130 Euro (2 TByte)



Crucial X10 Pro

Die Crucial X10 Pro wiegt drei Gramm mehr als die X9 und ist ebenfalls spritzwassergeschützt. Der Controller darf in der X10 seine volle Leistung bringen, was zur Spitzenposition in diesem Test führt. Beim Schreiben hat sie jedoch auch mit bis zu 2,8 Watt die höchste Leistungsaufnahme in diesem Vergleich.

Beim Beschreiben der gesamten SSD mittels H2testw schlägt sie mit 650 MByte/s alle anderen SSDs deutlich, sie ist zudem die einzige, die beim sequenziellen Lesen mehr als 2 GByte/s schafft. Kleines Manko: Am USB-Port mit 10 Gbit/s schreibt sie nur mit 830 MByte/s.

- ↑ sehr schnell
- ↓ teuer

Preis: circa 190 Euro (2 TByte)



Emtec X210G

Die Emtec SSD X3210G überraschte uns bei den ersten Messungen: Die SSD ist, anders als im Datenblatt angegeben, mit USB 3.2 Gen 2x2 angebunden. Der Hersteller bestätigte, dass die aktuell gefertigten Modelle den schnelleren Controller erhalten; im Handel befindliche Modelle könnten jedoch langsamer sein. Die Angaben im Datenblatt seien Mindestwerte. Damit gelten unsere Messungen also nicht unbedingt für andere Exemplare derselben SSD.

Bei Benchmarks mit sequenziellen Übertragungen kamen wir auf gute Werte von bis zu 1,8 GByte/s, bei den Praxismessungen aber schwächelte die SSD: Bei Textdateien schaffte die X210G gerade einmal 10 MByte/s.

- ↑ geringe Leerlaufleistungsaufnahme
- ↓ unklare USB-Geschwindigkeit

Preis: circa 101 Euro (1 TByte)

grammierprojekts bricht die Transferrate massiv ein. Für die Praxismessungen haben wir das Kommandozeilenprogramm Robocopy verwendet, das im Gegensatz zum Windows-Explorer mit mehreren Threads arbeitet und dadurch vor allem kleine Dateien deutlich schneller kopiert.

Die Unterschiede sind dabei durchaus beachtlich: Während die beiden Crucial SSDs sowie die SK Hynix Beetle X31 und der Transcend Stick ESD310C beim Schreiben von Textdateien Werte um 50 MByte/s erreichten, benötigte die Emtec-SSD mit knapp 10 MByte/s etwa fünfmal so lange für diese Aufgabe. Beim Schreiben von Videodateien sollten die SSDs mit der 20 Gbit/s schnellen USB-Schnittstelle die Nase vorn haben – doch nur die Crucial X10 Pro nahm die Daten mit knapp 1,6 GByte/s entgegen. Die beiden anderen aufgrund ihrer Schnittstelle nominell sehr schnellen SSDs, die Corsair EX100U und die Emtec X210G, schrieben die Videos

nur mit rund 600 MByte/s. Besonders lange brauchten die beiden SATA-SSDs Goodram essential HL200 und Silicon Power PC60, bei denen die Schreibgeschwindigkeit zwischen 120 und 130 MByte/s lag.

Beim Lesen zeigten sich ebenfalls Unterschiede, die aber nicht ganz so stark ausfielen. Im Videotest lag wiederum die X10 Pro vorn mit knapp 2 GByte/s, die Emtec-SSD erreichte knapp 1,5 GByte/s, die Corsair-SSD kam aber nicht über die Giga-byte-Grenze. Die essential HL200 und PC60 lagen mit 450 MByte/s noch unter der SATA-Grenze, besonders langsam war der USB-Stick von Silicon Power mit nicht einmal 400 MByte/s. Alle anderen Speicher erreichten Werte um 1 GByte/s – so soll es sein bei USB 3.2 Gen 2.

Leistungsaufnahme

Der Stromverbrauch von USB-SSDs und USB-Sticks spielt am Desktop nur eine

untergeordnete Rolle, doch am Notebook kann er durchaus die Laufzeiten verkürzen: Viele Mobilrechner kommen mit 5 Watt bei ruhendem Desktop aus, einige sogar mit unter 2 Watt bei abgeschaltetem Display. Die Leerlaufleistung unserer Test-Samples liegt zwischen 0,4 und 1,1 Watt – ein spürbarer Verlust an Akkulaufzeit ist die Folge. Daher sollte man externe Speicher vom Notebook besser abziehen, wenn sie nicht benötigt werden.

An USB-2.0-Anschlüssen schlucken die Speicher zwischen 0,5 und 1,3 Watt, erlaubt sind 2,5 Watt. Sie lassen sich also beispielsweise auch noch an älteren Smart TVs einsetzen. Dabei erreichten sie alle zwischen 40 und 45 MByte/s, mehr ist bei USB 2.0 nicht zu erwarten.

Fazit

USB 3.2 Gen 2 und erst recht die noch schnellere Version 3.2 Gen 2x2 bringen



Goodram essential HL200

Klein und schwer: Das Gehäuse der Goodram-SSD essential HL200 scheint aus einem massiven Aluminiumblock zu bestehen. Hinter dem USB-Wandler sitzt eine SATA-SSD, welche die USB-Schnittstelle nicht im Ansatz auslastet. Mit 120 MByte/s beim Schreiben von Videos trägt die essential HL200 in dieser Disziplin die rote Laterne. Ob sie aufgrund zu hoher Temperatur so stark drosselt, können wir nicht sagen: Per Smart meldete die SSD stoisch einen Wert von 33 °C. Das Gehäuse war laut Thermometer bis zu 40 °C warm.

- 🔴 langsam und schwer
 - 🔴 falscher Temperaturwert
- Preis: circa 67 Euro (1 TByte)



Kingston XS1000

Die Kingston XS1000 ist die kleine Schwester der XS200, der sie wegen ihrer nahezu gleichen Maße sehr ähnlich sieht. Der größte Unterschied besteht in der Schnittstelle: Die XS1000 muss sich mit 10 Gbit/s begnügen. In synthetischen Benchmarks erfüllt sie mit Datenraten oberhalb von 1 GByte/s die Erwartungen. Beim vollständigen Beschreiben sinkt die Geschwindigkeit auf 150 MByte/s, beim Schreiben von Videos aber kommt sie auf gut 900 MByte/s. In der Spitzengruppe landet sie beim Lesen kleiner Dateien, was sie als Boot-SSD qualifiziert.

- 🟢 lange Garantiefrist
 - 🔴 langsam bei langem Schreiben
- Preis: circa 70 Euro (1 TByte)



Silicon Power Marvell M80

Den USB-Stick Marvell M80 von Silicon Power hatten wir vor einem Jahr schon einmal im Test, der Hersteller hat uns in der Zwischenzeit jedoch eine verbesserte Version geschickt. Diese schreibt um etwa zehn Prozent schneller Daten in den SLC-Cache, davon abgesehen konnten wir keine Verbesserungen feststellen. Die heutige Version ist sogar beim Langzeittest mit H2testw deutlich langsamer als die alte: Mit nicht einmal 20 MByte/s beim Schreiben über die gesamte Kapazität belegt der M80 den letzten Platz in dieser Disziplin. Dort landet er auch beim Schreiben kleiner Dateien.

- 🟢 günstig
 - 🔴 langsam bei Belastung
- Preis: circa 67 Euro (1 TByte)

externe SSDs und USB-Sticks richtig in Schwung. Lediglich die SSDs von Goodram und Silicon Power nutzen die Schnittstelle nicht aus, mit den integrierten SATA-SSDs sind sie nicht mehr zeitgemäß. Die Mittelklasse mit Asus AS1000, Crucial X9 Pro, Kingston XS1000 und SK Hynix Beetle X31 bringt bei großen Dateien Geschwindigkeiten um 1 GByte/s. Die SSDs von Asus und SK Hynix sind deutlich teurer als die beiden anderen, die Asus-SSD schwächelt vor allem beim Schreiben kleiner Dateien etwas. Die beiden USB-Sticks schlagen sich gut, vor allem der Transcend-Stick mit den zwei Anschlüssen ist praktisch – für Dauerbelastung aber sind die SSDs besser geeignet.

Die Oberklasse der USB-SSDs nutzt die 20-Gbit/s-Variante der USB-Schnittstelle und verdoppelt die Spitzengeschwin-

digkeiten noch einmal fast. Bei der Emtec-SSD kann man jedoch nicht sicher sein, dass jetzt im Handel befindliche Modelle ebenfalls zur Spitzengruppe gehören, der Hersteller hat diese Geschwindigkeit nicht versprochen. Das Benchmark-Rennen zwischen der Corsair EX100U und der Crucial X10 Pro entscheidet in den meisten Fällen die X10 für sich, preislich hat die EX100U derzeit die Nase vorn.

(ll@ct.de) ct

Literatur

- [1] Lutz Labs, Universalgehäuse, USB-Gehäuse für PCIe- und SATA-SSDs, c't 9/2023, S. 72
- [2] Lutz Labs, Schnelle Datentransporter, Sieben externe SSDs mit USB- und USB-C-Anschluss, c't 9/2018, S. 88

Download Testprogramme, Links zum Preisvergleich: ct.de/y154

USB-SSDs und -Sticks

Modell	AS1000	EX100U
Hersteller	Asus, asus.de	Corsair, corsair.com
Bezeichnung	90DD02Q0-M09000	CSSD-EX100U1TB
Typ	USB-SSD	USB-SSD
Kapazität laut Hersteller ¹	1 TByte	1 TByte
von Windows erkannte Kapazität	954 GByte	932 GByte
Maße, Gewicht	125 mm × 54 mm × 13 mm, 151 g	79 mm × 37 mm × 11 mm, 21 g
Anschluss SSD / USB-Version	USB-C / USB 3.2 Gen 2	USB-C / USB 3.2 Gen 2x2
mitgelieferte Kabel (Länge)	USB-C (40 cm)	USB-A (30 cm)
Formatierung bei Auslieferung	exFAT	exFAT
Schutzklasse	IP68, MIL STD 810H	—
Garantie	3 Jahre	3 Jahre
Preis pro Gigabyte	11,1 ct	9,3 ct
Straßenpreis	106 €	87 €
weitere erhältliche Kapazitäten	—	2 TByte (130 €), 4 TByte (332 €)
✓ vorhanden — nicht vorhanden		



Silicon Power PC60

Die Silicon Power PC60 ist mit nur 54 Euro die günstigste SSD in diesem Test. Hinter dem USB-Controller versteckt sich eine SATA-SSD, was zu Geschwindigkeiten vom meistens unter 500 MByte/s führt; lediglich beim Lesen großer Dateien schafft sie knapp mehr.

Beim kompletten Beschreiben mittels H2testv kommt die PC60 auf gerade einmal 80 MByte/s, das Beschreiben mit 80 GByte Videodaten erledigt sie immerhin noch mit 130 MByte/s. Das Plastikgehäuse der PC60 wirkt im Vergleich zu den anderen Modellen riesig.

⬇️ langsam
⬇️ falscher Temperaturwert
Preis: circa 54 Euro (1 TByte)



SK Hynix Beetle X31

SSDs von SK Hynix sind in Deutschland noch wenig verbreitet. Der koreanische Hersteller ist Ihnen vielleicht durch die Übernahme des Flash-Geschäfts von Intel bekannt, welches nun unter dem Namen Solidigm läuft. Die Beetle X31 ist aktuell nur über Amazon erhältlich und recht teuer – da hilft auch die transparente Silikonhülle im Karton nicht viel.

Bei den Praxismessungen gehört die Beetle X31 zu den schnellsten SSDs, sie liest und schreibt Videos mit über 1 GByte/s. Beim Schreiben von Texten liegt sie ebenfalls in der Spitzengruppe.

⬆️ schnell
⬆️ teuer
Preis: 108 Euro (1 TByte)



Transcend ESD310C

Der Transcend-Stick ESD310C hat gleich zwei Anschlüsse, die aber natürlich nicht gleichzeitig genutzt werden sollten. Die Kappen passen nur in einer Richtung perfekt, um 180 Grad verdreht stehen sie ein Stück über. Das C am Ende der Bezeichnung weist auf die Version in Schwarz hin, die silberne hat dort ein S; suchen Sie bei Bedarf einfach nach dem ESD310.

In den Benchmarks hält der ESD310C gut mit den nominell gleich schnellen SSDs mit, nur beim kompletten Beschreiben bricht die Schreibrate auf 80 MByte/s ein. Beim Schreiben kleiner Dateien schlägt er mit 54 MByte/s die gesamte Konkurrenz.

⬆️ A- und C-Stick in einem
⬆️ schnell bei kleinen Dateien
Preis: circa 65 Euro (1 TByte)

mit 1 oder 2 TByte Kapazität

	X9 Pro	X10 Pro	X210G	essential HL200	XS1000	Marvel M80	PC60	Beetle X31	ESD310C
	Crucial, crucial.com	Crucial, crucial.com	Emtec, emtec-international.com	Goodram, goodram.com	Kingston, kingston.com	Silicon Power, silicon-power.com	Silicon Power, silicon-power.com	SK Hynix, skhynix.com	Transcend, transcend-info.com
	CT2000X9PROSSD9	CT2000X10PROSSD9	ECSSD1TX210G	SSDPR-HL200-01T	SXS1000/1000G	Silicon-Power1TB	SP010TBPSDPC60CK	SD10NG10	TS1TESD310C
	USB-SSD	USB-SSD	USB-SSD	USB-SSD	USB-SSD	USB-Stick	USB-SSD	USB-SSD	USB-Stick
	2 TByte	2 TByte	1 TByte	1 TByte	1 TByte	1 TByte	1 TByte	1 TByte	1 TByte
	1863 GByte	1863 GByte	932 GByte	954 GByte	932 GByte	932 GByte	954 GByte	954 GByte	954 GByte
	65 mm × 60 mm × 10 mm, 37 g	65 mm × 60 mm × 10 mm, 40 g	73 mm × 45 mm × 14 mm, 42 g	64 mm × 42 mm × 11 mm, 68 g	70 mm × 33 mm × 14 mm, 29 g	68 mm × 17 mm × 8 mm, 8 g	80 mm × 80 mm × 11 mm, 44 g	74 mm × 46 mm × 14 mm, 53 g	72 mm × 20 mm × 8 mm, 11 g
	USB-C / USB 3.2 Gen 2	USB-C / USB 3.2 Gen 2x2	USB-C / USB 3.2 Gen 2x2	USB-C / USB 3.2 Gen 2	USB-C / USB 3.2 Gen 2	USB-A / USB 3.2 Gen 2	USB-C / USB 3.2 Gen 2	USB-C / USB 3.2 Gen 2	USB-A / USB 3.2 Gen 2
	USB-C (25 cm)	USB-C (25 cm)	USB-A, USB-C (30 cm)	USB-A, USB-C (30 cm)	USB-A (30 cm)	–	USB-A (30 cm)	USB-A, USB-C (25 cm)	–
	exFAT	exFAT	exFAT	exFAT	exFAT	FAT32	exFAT	exFAT	exFAT
	IP 55	IP 55	–	–	–	–	–	–	–
	3 Jahre	3 Jahre	5 Jahre	3 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	5 Jahre
	7 ct	10,2 ct	10,8 ct	7 ct	7,5 ct	7,2 ct	5,7 ct	11,3 ct	6,8 ct
	130 €	190 €	101 €	67 €	70 €	67 €	54 €	108 €	65 €
	1 TByte (85 €), 4 TByte (240 €)	1 TByte (120 €), 4 TByte (344 €)	500 GByte (65 €), 2 TByte (155 €)	512 GByte (48 €)	2 TByte (105 €)	250 GByte (35 €), 500 GByte (44 €)	256 GByte (33 €), 512 GByte (45 €), 2 TByte (125 €)	512 GByte (83 €)	256 GByte (32 €), 512 GByte (43 €), 2 TByte (132 €)

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.



Viel Holz

Dokumenteneinzugscanner: Schnelle Helfer beim Archivieren

Wenn es viel Papier zu digitalisieren gibt, ist ein Einzugsscanner die beste Wahl. Ein solches Gerät braucht wenig Platz, scannt in Minuten Dutzende Einzelblätter und speichert das Ergebnis als durchsuchbares PDF ab. Doch welches Modell passt zu den persönlichen Anforderungen? Die Auswahl ist groß.

Von Rudolf Opitz

Scanner sind so was von out! Wenn ich etwas digitalisieren will, zücke ich mein Smartphone und fotografiere es einfach ab. Ja, aber willst du das mit dreißig Blatt machen? Beidseitig? Dann nehme ich den Vorlageneinzug vom Multifunktionsdrucker. Aber scannt der auch die Tankquittung auf dünnem Thermopapier und das auf Karton gedruckte Angebot vom Fliesenleger ohne Papierstau? Tja ...

Einzugsscanner haben mit solchen Anforderungen keine Probleme. Anders als Flachbettscanner, die bis auf wenige Ausnahmen nur noch als Druckeraccessoire in Multifunktionsgeräten auftauchen, gibt es sie in verschiedenen Bauformen und mit unterschiedlichen Ausstattungen. Das beginnt beim kleinen, akkubetriebenen Riegel, der mit in die Notebooktasche passt, und hört noch lange nicht beim Tischgerät mit 100-Blatt-Einzug auf, das zum beidseitigen Digitalisieren einer vollen Ladung kaum zwei Minuten braucht und bei gleichzeitigem Einzug mehrerer Vorlagen sofort Alarm gibt.

Wer nur selten mal eine Rechnung scannen muss, ist mit seinem Smartphone und einer guten Scan-App oder dem Flachbettscanner auf seinem Heimdrucker gut bedient. Geht es aber um den Stapel Rechnungen, der sich im Laufe des Jahres angesammelt hat, spart ein Einzugsscanner oder ein Multifunktionsgerät mit Vorlageneinzug, auch Automatic Document Feeder oder kurz ADF genannt, viel Zeit.

Die typischen, auf den Klappen der Flachbettscanner thronenden ADFs haben

jedoch einige Nachteile: Die Vorlagenblätter dürfen nicht zu dick sein, weil die ADFs die Scanzeile des darunterliegenden Flachbettscanners mitnutzen – meist über ein schmales Fenster links der Glasauflage. An diesem Fenster ziehen die ADFs die zu scannende Vorlage in einer engen 180-Grad-Kurve vorbei. Noch komplizierter wird es beim automatischen beidseitigen Scan (Duplex-Scan), den nur teure Büromodelle können. Dann muss die Vorlage über einen weiteren Papierweg gewendet und erneut am Scanfenster vorbeigezogen werden. Einige Hersteller spendieren ihren Oberklasse-Multifunktionsgeräten mittlerweile eine zweite Scanzeile für die Rückseite und ersparen sich damit den komplizierten und fehleranfälligen Papierweg.

Ein dedizierter Dokumenteneinzugsscanner kennt solche Probleme nicht. Vorlagen stehen hochkant im Einzug, robuste Gummiwalzen ziehen sie an zwei Scanzeilen vorbei und legen sie nach vorn auf die Ablage. Der Winkel, um den das Vorlagenpapier gebogen wird, beträgt in der Regel weniger als 90 Grad. Das verringert Papierstaus und erlaubt das Scannen von Vorlagen unterschiedlicher Dicke bis hin zu Fotokarton und sogar Plastikkarten wie Ausweisen und Kreditkarten.

Scanner für unterwegs

Ein nicht zu unterschätzender Vorteil von Einzugsscannern ist der geringe Platzbedarf. Selbst Scanner, die für 6000 Seiten pro Tag ausgelegt sind, lassen sich zusammen mit dem Netzteil noch gut unter den Arm klemmen und in einem anderen Büro aufstellen. Noch bequemer sind mobile Einzugsscanner, denen die USB-Verbindung zum Notebook als Stromquelle reicht oder die mit eingebauten Akkus eine Weile ganz ohne externe Energiequelle auskommen. Hier ist etwa der Brother DS-940DW einen Blick wert, der direkt auf eine microSD-Karte scannt oder sich per WLAN mit dem Notebook verbindet [1].

Noch kleiner und leichter sind Riegel wie die Epson-Modelle WorkForce ES-60W und DS-70, die aber nur eine Scanzeile besitzen und nur für wenige Vorlagen taugen. Zum Scannen der Rückseite muss man die Vorlage umdrehen und erneut durchziehen lassen. Da diese leichten Scanriegel keinen ADF haben und daher sowieso nur ein Vorlagenblatt annehmen, ist der Mehraufwand gering. Das oben genannte Brother-Modell hat bereits zwei Scanzeilen, wiegt aber auch wegen des

Akkus mehr als das Doppelte der Epson-Modelle.

Bei allen Einzugsclannern oberhalb der Miniriegelklasse sind zwei Scanzeilen und damit Duplexbetrieb die Regel. Will man unterwegs beispielsweise mehrseitige Verträge direkt beim Kunden scannen, empfehlen sich Scanner wie der Canon imageFormula P-215II oder der Avison AD215 [2], die beide einen ausklappbaren ADF für 20 Blatt Normalpapier haben.

Heimarbeit

Dokumenteneinzugsclanner der Mittelklasse eignen sich gut für kleine Büros und das Homeoffice, da sie zumindest mit eingeklappter Ablage wenig Stellfläche belegen und noch einigermaßen transportabel sind. Die ADFs bieten meist Platz für 50 Blatt, die Scanner und ihre Einzugsmechaniken sind für tägliche Scanvolumina von 2000 bis 6000 Seiten ausgelegt.

Die Preise vom 300 bis 600 Euro sind zwar vergleichsweise hoch, man bekommt dafür aber verlässliche Scanmechaniken in Industriequalität mit Doppeleinzugs-erkennung via Ultraschallsensor. Nicht zu vergessen sind die Softwarebeigaben wie Scanprogramme, die für die Textoptimierung ausgelegt sind und brauchbare Texterkennungen (Optical Character Recognition, OCR) für die Erstellung durchsuchbarer PDFs oder den Import in Word. Oft liegt sogar eine einfache Dokumenten-Management-Software wie Nuance PaperPort bei.

Zum Arbeiten mit einem Dokumentenscanner haben sich zwei unterschiedliche Workflows etabliert: Geht es um

größere Mengen gleichartiger Vorlagen wie Akten und die tägliche Post, arbeitet man am besten mit festen Profilen, die sich mit wenigen Tastendrücken am Scanner auswählen und starten lassen. Die Profile enthalten Scanparameter wie die Auflösung und den Farbmodus, Filtereinstellungen etwa zum Verbessern der Lesbarkeit und zum Unterdrücken von Hintergrundfarben, die Weiterleitung des Scans an eine OCR, das Erstellen einer durchsuchbaren PDF-Datei und das Scanziel, etwa den Netzwerkordner „Post“ auf Wunsch automatisch in einem nach Datum benannten Unterordner.

Hat man es dagegen als Sachbearbeiter mit Belegen, Quittungen und Liefer-scheinen unterschiedlichster Art zu tun, empfiehlt sich die ScanSnap-Methode, die Fujitsu mit seiner gleichnamigen Scanner-serie etabliert hat: Zuerst wird gescannt, dann bestimmt man mit möglichst wenigen Klicks über notwendige Filter zum Erhöhen der Lesbarkeit und sendet die optimierten Scans an vordefinierte Ziele, beispielsweise den Ordner „Spesen Herr Müller“. Mittlerweile liefern auch andere Hersteller wie Avison, Brother und Epson zusätzlich zu den Profilverwaltungen Scanprogramme mit, die nach dem Scan-Snap-Prinzip arbeiten.

Bisher waren die Hersteller bei der Schnittstellenausstattung ihrer Einzugsclanner sehr konservativ, meist gab es nur einen USB-Port zum PC. Mittlerweile ist das immerhin USB 3.2 Gen 1 mit 5 Gbit/s. Neuere Modelle sind zusätzlich mit WLAN und Ethernet ausgestattet und in der Lage, Scans

auch ohne PC-Hilfe auf Netzwerkordner, FTP-Server oder USB-Sticks zu speichern oder an Mailadressen weiterzuleiten (siehe Test ab Seite 100). Netzwerkfähige Scanner sind zwar nichts Neues, doch waren das bisher Oberklassegeräte mit sehr hohen Scanleistungen, die mindestens vierstellige Eurobeträge kosteten. Die neuen Modelle liegen preislich eher im Bereich eines guten Bürosclanners, also zwischen 400 und 600 Euro. Sie eignen sich gut für kleine Arbeitsgruppen, die gemeinsam einen Scanner nutzen können, ohne ihn von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz schleppen zu müssen.

Einzugsclanner haben auch Nachteile, wobei der erste schon auf der Hand liegt: Sie taugen nur für Einzelblätter. Bei manchen Modellen kann man den Scanweg mechanisch per Hebel anpassen. So lassen sich auch geheftete oder geklebte Vorlagen scannen, der Doppeleinzugsalarm wird dann ignoriert. Für kleine und sehr leichte Vorlagen gibt es durchsichtige Scantaschen. Bücher oder Zeitschriften muss man vor dem Scannen aber in Einzelseiten auftrennen.

Für Fotos eignen sich Einzugsclanner nicht so gut, da schnell Streifen in der Scanrichtung auftreten können, verursacht durch Stäubchen an der Scanzeile. Der Fehler, der bei einem Flachbettsclanner ein kaum sichtbares Pünktchen hinterlassen würde, bildet beim Durchzug der Vorlage eine viel besser zu sehende und damit störendere Linie. Zwar werben einige Hersteller mit Foto-Einzugsclannern, doch können die solche Linien nur nachträglich filtern – meist zulasten der Bildschärfe.

Auf die oft hohen Angaben zur Scangeschwindigkeit wie 40 Blatt und 80 Bilder (Einzelseiten) sollte man nicht allzu viel geben. Die gelten für die Mechanik, doch die Scansoftware bremst den schnellen Scanner beim Erstellen durchsuchbarer PDFs und beim Speichern in der Regel aus. Für typische Dokumentenvorlagen mit Text oder Grafik ist ein Einzugsclanner trotzdem eine gute Investition, da die optimierten Workflows je nach Einsatzzweck viel Arbeitszeit einsparen.

(rop@ct.de) **ct**



Kompakte Scanner wie der Brother ADS-1700W haben nur einen Vorlageneinzug für 20 Blatt, brauchen zusammengeklappt aber nur wenig Platz, sind leicht zu transportieren und bieten fast alle Funktionen ihrer größeren Brüder.

Literatur

- [1] Rudolf Opitz, Schlanke Scanner, Dokumentenscanner für unterwegs und zu Hause, c't 6/2020, S. 104
- [2] Der kompakte Dokumenten-Scanner Avison AD215 mit Ausklappeinzug scannt per WLAN auch direkt aufs Smartphone, c't 3/2017, S. 45
- [3] Rudolf Opitz, Schnelle Einzüge, Kompakte Dokumentenscanner bis 500 Euro, c't 6/2021, S. 90



Selbst ist der Scanner

Autonome Dokumentenscanner fürs Netzwerk im Test

Soll der morgendliche Stapel Briefe im Büro schnell auf die Netzwerkablage transferiert werden, braucht es nicht unbedingt einen laufenden PC mit Scansoftware. Autonome Einzugsscanner mit Netzwerkanschluss per Kabel oder Funk erledigen dies auch alleine. Doch bei manchen hapert es am Funktionsumfang oder der Einrichtung.

Von Rudolf Opitz

Einzugsscanner sind Meister im schnellen Digitalisieren großer Mengen von Akten, Briefen und Rechnungen. Im Idealfall reicht ein Knopfdruck und zwei Minuten später liegen fünfzig Briefe im PDF-Format im vorgegebenen Ordner, auf Wunsch auch im automatisch datierten Unterordner. Doch viele günstige Dokumentenscanner brauchen dazu einen laufenden PC, mit dem sie per USB-Kabel verbunden sind. Bequemer sind netzwerkfähige Scanner, bei denen ein Mitarbeiter sein Profil auswählt, auf „Scan“ drückt und die Post landet ohne PC-Hilfe in seinem Eingangsordner auf dem NAS.

Bislang war autonomes Scannen leistungsfähigen Netzwerkgeräten vorbehalten, die man nur für vierstellige Euro-

beträge bekam. Mittlerweile bieten fast alle Hersteller auch günstigere Büromodelle für unter 500 Euro mit (W)LAN und Touchscreen an. Wir haben sechs dieser Dokumentenscanner im c't-Labor genau auf die Scanzeilen, Schnittstellen und Software geschaut: Avision AN335WL Scan Station, Brother ADS-4500W, Canon ImageFormula DR-S150, Epson WorkForce ES-C380W, HP ScanJet Pro N4000-snw1 und PFU/Ricoh fi-8040.

Trotz der hohen Leistungsfähigkeit und Geschwindigkeit der Scanner – die Hersteller werben mit 30 bis 45 Blatt pro Minute – brauchen sie durchweg nur wenig Stellfläche auf dem Schreibtisch. Lediglich im Scanbetrieb sollte ein Freiraum für die vordere Ablage vorhanden sein. In der Tabelle

auf Seite 104/105 haben wir die Tiefe mit ausgezogenen Papierstützen und Ablagen separat angegeben. Nach dem Scannen lassen sich die Ablagen wieder einschieben oder hochklappen, sodass sie nicht mehr stören. Eine Ausnahme ist hier der besonders platzsparende Epson ES-C380W, der gescannte Seiten in ein vertikales Fach vor dem Vorlageneinzug (Automatic Document Feeder, ADF) schiebt und so keine nach vorn ragende Ablage benötigt.

Der ADF des Epson-Scanners ist allerdings nur für 20 Blatt Normalpapier ausgelegt. Räumlich passen auch mehr Blatt Normalpapier in den Einzug, doch dann kommt es zu Doppeleinzügen. Die anderen Testkandidaten brauchen etwas mehr Platz, deren ADFs eignen sich aber für 50 bis 60 Blatt normales Papier mit 80 g/m².

Alle Scanner in Test beziehen ihre Versorgungsspannung über ein externes Netzteil, das aber hinter oder unter dem Schreibtisch verschwinden kann. Die Netzteile haben für die Netzspannung jeweils ein eigenes Kabel mit Euro- oder Schuko-stecker, der in der Steckdosenleiste nicht auch die Nachbardose blockiert, wie es bei vielen Steckernetzteilen der Fall ist.

Die nötigen Anschlüsse liegen beim Epson-Scanner an der linken Seite, bei den anderen Scannern auf der Rückseite: Abgesehen von der Buchse für die Spannungsversorgung gibt es eine USB-Buchse für die Verbindung zum PC, da sich alle auch wie ein normaler Dokumentenscanner direkt am PC betreiben lassen. Bis auf den Epson WorkForce, der nur USB 2.0 hat, sind alle Testgeräte mit einer USB-3-A-Buchse für maximal 5 Gbit/s (USB 3.2 Gen 1) ausgestattet. Bei den Scannern von Brother, Epson und HP findet man außerdem eine USB-Host-Buchse für Speichersticks, beim Avison-Scanner sogar deren zwei.

Unsere Testscanner bedient man durchweg über Touchscreens auf den Frontseiten. Dabei spielt deren Größe nur eine geringe Rolle, wichtiger ist die Gestaltung der Oberflächen und Menüs. Beispielsweise hat der Avison AN335WL einen großen, kapazitiven Touchscreen, wie er bei Smartphones üblich ist und der nur mit dem Finger oder leitenden Spezialstiften bedient werden kann. Kleine Menüpunkte und die Schaltflächen der virtuellen Tastatur lassen sich mit dem Finger nicht immer sicher auslösen.

Die Touchscreens der anderen Kandidaten sind resistiv, reagieren auf Druck und nehmen deshalb auch Eingaben mit der Rückseite eines Filzschreibers an – bei



Der Avison-Scanner AN335WL hat außer Ethernet und USB-Anschluss zum PC gleich zwei USB-Host-Ports für Speichersticks und andere externe Laufwerke.

kleinen oder am Rand platzierten Schaltflächen eine große Hilfe. Im Test fiel uns die Bedienung des kleinen Epson-Displays leichter als die des Avison-Bildschirms.

Gut vernetzt ...

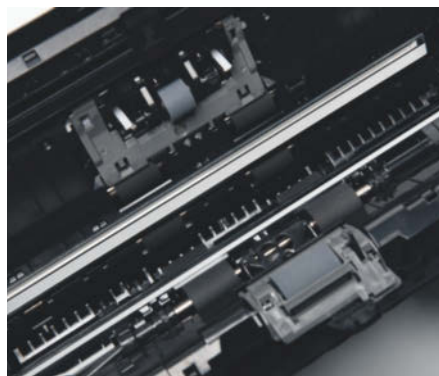
Interessanter ist jedoch die Voraussetzung für den autonomen Scanbetrieb: die LAN-Verbindung. Dazu haben bis auf den Epson WorkForce alle Scanner in unserem Test eine Ethernet-RJ45-Buchse; der WorkForce verbindet sich per WLAN mit dem lokalen Netzwerk. Das können bis auf den Ricoh fi-8040 auch die anderen Geräte. In einem Büro mit mehreren PC-Arbeitsplätzen bietet ein Ethernet-Kabel für den stationären Scanner die stabilere Verbindung.

Bei wechselnden Standorten und im Homeoffice ist WLAN oft praktischer. Hat der Router eine WPS-Taste (Wi-Fi Protected Setup), fällt die Kopplung der Testscanner leicht, abgesehen vom Avison AN335WL Scan Station, der keine WPS-Funktion bietet. Die Geschwindigkeit der Verbindung spielt wie bei Multifunktionsdruckern für den Arbeitsplatz keine große Rolle: Fast-Ethernet (100Base-T) und Wi-Fi 4 reichen ebenso wie die betagte USB-Schnittstelle – USB 3 SuperSpeed, heute USB 3.2 Gen 1, ist auch schon 15 Jahre alt. Wenn etwas den schnellen Scanner ausbremst, ist es in der Regel die Software.

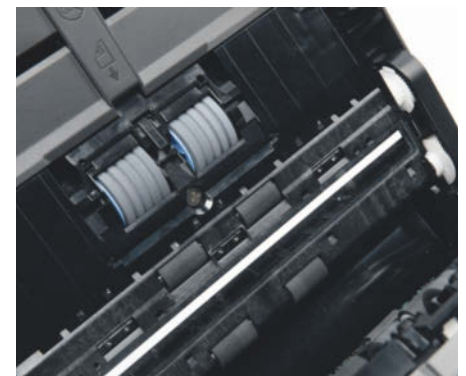
Hier zeigten sich im Test schon beim Einrichten Unterschiede. Idealerweise

lassen sich alle Funktionen des Scanners im Netzwerk über ein Web-Frontend konfigurieren. Das Frontend, ein universelles Einstellungs Menü, ruft man auf, in dem man einfach die IP-Adresse des Scanners in die URL-Zeile eines Browsers eintippt. Web-Frontends benötigen keine zusätzliche Software, funktionieren unabhängig vom Betriebssystem und alle Einstellungen werden nach Klick auf „Senden“ oder „Speichern“ zum Scanner übertragen und dort gespeichert. So lassen sich Scanprofile bequem an einem beliebigen Rechner zusammenstellen, die notwendigen Netzeinstellungen wie SMTP-Server für den Versand per E-Mail konfigurieren und alles auf den Scanner übertragen. Dort wählt man am Touchscreen das per Browser erstellte Profil und schon landen die in den ADF gestellten Briefe im vorgegebenen Verzeichnis des NAS oder im Eingangsordner des Mailprogramms. Ein PC braucht dann nicht mehr zu laufen.

Vorbildlich funktionierte das mit den Scannern von Brother, Epson, HP und mit kleinen Abstrichen mit dem Avison-Modell. Beim Canon DR-S150 ließen sich nur grundlegende Funktionen wie Abschalt-Timer und einige generelle Netzwerkfunktionen einrichten. Für das Erstellen von Profilen fürs autonome Scannen braucht es eine spezielle Software – Betriebssystemunabhängigkeit ade! Der Ricoh fi-8040 unterscheidet zwischen einem PC-



Kleine Dokumentenscanner wie der Epson ES-C380W haben nur zwei gegenüber liegende Einzugsrollen. Leicht schräge Einzüge korrigiert die Software.



Die breiten Walzen des Canon DR-S150 ziehen auch geknickte Vorlagen sicher und gerade an den Scanzeilen vorbei.

und einem Direct Modus. Im PC-Modus gibt das Web-Frontend nur die aktuelle Netzwerkconfiguration preis, auch autonomes Scannen klappt nicht. Zum Wechsel in den „Direct Modus“ ist ein Neustart des Scanners nötig. Erst dann kann man Scanziele einrichten, aber nicht testen. Auch funktioniert die Kommunikation mit dem Scanner nur, wenn dessen Touchscreen den Start-Bildschirm zeigt. Hier wurde einem Uralt-System autonomes Scannen via Netzwerk aufgepfropft.

... aber sicher

Abhängig vom Einsatzgebiet spielt die Sicherheit der Scanner eine wichtige Rolle. In einem öffentlich zugänglichen Büro kann ein schneller Digitalisierer, der in Sekunden ein vertrauliches Dokument auf einen USB-Stick kopieren kann, zum Problem werden. Daher lassen sich die USB-Host-Ports aller damit ausgestatteten Einzugsscanner im Test über das Web-Frontend deaktivieren. Das für Heimdrucker praktische Wi-Fi Direct, bei dem das Gerät ein eigenes Funknetz aufspannt, in dem sich etwa Smartphones anmelden und auf

den Drucker oder Scanner zugreifen können, ist am Arbeitsplatz ebenfalls nicht empfehlenswert. Daher ist diese Funktion bei allen Kandidaten mit WLAN außer beim Avison AN335WL ab Werk abgeschaltet. Der Avison-Scanner präsentiert dagegen nach Antippen der „AP-Modus“-Schaltfläche jedem bereitwillig seine Zugangsdaten.

Der erste Schritt für mehr Sicherheit sollte beim Einrichten eines netzwerkfähigen Geräts immer die Vergabe eines Passworts für das Web-Frontend sein. Hier kann ein Eindringling den größten Schaden anrichten. Einige Scanner im Test fragen zwar grundsätzlich beim Aufrufen des Web-Frontends nach einem Passwort, doch steht das ab Werk in der Regel im Handbuch, auf einem Aufkleber am Gerät (Brother, Epson) oder bleibt schlicht leer (Canon).

Nach der Vergabe eines neuen Administrator-Passworts sollte man nur die Netzdienste aktivieren, die wirklich benötigt werden, und dann, so verfügbar, die verschlüsselte Variante. SMTP-Server, die unverschlüsselt kommunizieren, sterben

langsam aus oder sollten es. Beim Scannen auf FTP-Server ist SFTP die bessere Wahl. Brauchen Sie Wi-Fi Direct und den Port für den USB-Stick nicht, dann aus damit. Bei Bedarf kann der Administrator die Zugänge jederzeit wieder einschalten.

Autonomie

Zum Testen der PC-unabhängigen Scanfunktionen haben wir in unserem Testnetz einen Debian-Server mit FTP und Samba sowie ein Synology-NAS vom Typ DS118 mit aktueller Firmware (7.2-64570 update 3) eingesetzt. Für Scans per E-Mail nutzten wir unseren hauseigenen SMTP-Server mit StartTLS-Verschlüsselung.

Beim Einrichten der Profile für autonome Scans gibt man außer dem Ziel auch alle anderen Scanparameter wie Auflösung, Farbmodus und etwaige Filter wie automatisches Ausrichten an. Die Auswahl an Ausgabeformaten ist allerdings beschränkt als beim Scannen über das Scanprogramm auf dem PC. Meist gibt es nur JPG, TIFF und PDF, wobei nur Bilder gespeichert werden. Eine im Scanner integrierte OCR darf man in dieser Preisklasse nicht erwarten. Wer durchsuchbare PDFs braucht, muss die autonom gescannten Dateien später am PC nachträglich in das Format überführen. Acrobat macht dies dank eigener OCR sehr ordentlich, beim Scannerkauf kann es sich auch lohnen, nach einem Bundle mit einer OCR-Software wie Abbyy Finereader, IRIS Readiris oder Nuance OmniPage zu fragen. Häufig liegt den Scannern auch eine abgespeckte Version von PaperPort bei, die ebenfalls durchsuchbare PDFs erstellen kann.

Im Test hatte keines unserer Testgeräte Probleme dabei, Scans in PDF-Form auf die Freigabeordner von NAS und Server zu speichern, auch FTP klappte. Hier missfiel allerdings die ungewöhnlich lange Zeit, die der Ricoh fi-8040 dafür brauchte. 13 Minuten für 60 Seiten – das sollte in einem Testnetz ohne Parallelzugriffe schneller gehen. Auch beim Mailversand machte bis auf den fi-8040 (kein StartTLS) kein Testkandidat Probleme.

Selbstständig zu Clouddiensten scannen die Testgeräte von Avison, Canon und Epson. Epson verwendet dazu den eigenen Clouddienst Epson Connect, der auch die Epson-Multifunktionsdrucker mit der Cloud verbindet. Dazu muss man auf der Epson-Connect-Website einen Account anlegen. Canon liefert diverse Plug-ins für die PC-Software CaptureOnTouch Job Tool.

Geräuschkentwicklung

[sone]	Scannen 300 dpi
	◀ besser
Avison AN335WL	9,1
Brother ADS-4500W	7,9
Canon DR-S150	5,6
Epson ES-C380W	9
HP N4000 snw1	8,2
PFU/Ricoh fi-8040	6,9

Einschaltzeiten

[Sekunden]	bis Bereitschaft
	◀ besser
Avison AN335WL	33
Brother ADS-4500W	18
Canon DR-S150	57
Epson ES-C380W	21
HP N4000 snw1	18
PFU/Ricoh fi-8040	24

Leistungsaufnahme

[Watt]	Aus	Sparmodus	Bereitschaft	Scannen 300 dpi
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Avison AN335WL	0,16	2	8,1	17,5
Brother ADS-4500W	0,11	1,9	6,6	19
Canon DR-S150	< 0,1	3,1	5,4	19
Epson ES-C380W	0,11	1,4	4,2	9,4
HP N4000 snw1	< 0,1	1,8	6,8	22
PFU/Ricoh fi-8040	0,14	2,2	7,3	16,3

Scanzeiten

[Sekunden]	Einzelseite 300 dpi Farbe	30 Bl. / 60 S. 300 dpi Farbe	Text 300dpi OCR 10 Bl./20 S.	Foto A4 600 dpi
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Avison AN335WL	7	56	59	29
Brother ADS-4500W	6	54	83	15
Canon DR-S150	7	62	30	17
Epson ES-C380W	6	65	61	15
HP N4000 snw1	7	113	96	21
PFU/Ricoh fi-8040	9	59	30	14

09. + 10. November 2023 HALLE 45, Mainz

Das Event für IT im Mittelstand

Gemeinsam für die Digitalisierung



**Jetzt
Ticket sichern!**
499 € statt 549 €
Gültig bis 22.09.2023

Aktionscode:
MTXX23ct0909

Rabatt nicht kombinierbar

MITEXX Top-Themen 2023

- Automation
- New Work
- Multi/Hybrid Cloud
- Big Data
- IT-Security
- Sustainability

MiTEXX

www.mitexx.de

powered by  DILK

Ein Angebot von

FLEETEvents
CONSUMER BUSINESS

ct magazin für
computer
technik

MBmedien
Group GmbH

Partner 2023

box

CAST
Software Intelligence for Digital Leaders

kaspersky

ninjaOne

outsystems

SD LOW CODE
TECHNOLOGIE
EXPERTEN

krankikom

TOPdesk

veeam



Avison AN335WL Scan Station

Die Front des Scanners beherrscht der große, kapazitive Touchscreen, über den die Grundfunktionen gut zu erreichen sind, bei kleinen Schaltflächen (Eingabe des WPA-Passworts) wird es fummelig. Auf der Rückseite gibt es zwei USB-Host-Ports, etwa für eine externe SSD und einen USB-Stick. Allerdings liegen beide nah beieinander und etwas im Gehäuse versenkt.

Die Einstellungsmenüs am Gerät und im umfangreichen Web-Frontend verwirren schnell und wirken nicht gut durchdacht. So kann man eingerichtete Ziele zum autonomen Scannen nicht als Schnellwahl (Shortcut) definieren. Die Netzwerkeinstellungen am Gerät sind passwortgeschützt, doch reicht ein Tipp auf „AP-Modus“ und der Scanner präsentiert seine Zugangsdaten – so viel zur Sicherheit.

Die großen Doppelwalzen ziehen Vorlagen sicher durch. Die Auswahl an Scanzielen fürs autonome Scannen ist groß. Beim Scannen über den PC nervt das Netzwerk-Tool, das den Scanner immer nur mit einer Anwendung verbindet. Eine typische Avison-Besonderheit: Für Vorder- und Rückseite der Vorlage kann man den Modus (Farbe, Graustufen) gesondert auswählen. Text war im Test gut lesbar, Bilder und Grafiken gerieten zu dunkel. Die brauchbare OCR erkannte Initiale und machte erst bei kleinen Tabellenschriften viele Fehler. Fotos waren blaustichig, aber gut durchzeichnet.

- ↑ zwei USB-Host-Ports
- ↑ viele Scanziele
- ↓ veraltete Software

Preis: ca. 450 Euro



Brother ADS-4500W

Der kompakte Brother-Scanner gehört zu den modern ausgestatteten Testgeräten. Bedient wird er über einen kleinen, aber gut lesbaren Touchscreen und drei Funktionstasten. Hinten gibts Ethernet, USB 3 und einen USB-Host-Port für Speichersticks. Bei angestecktem USB-Stick wechselte der Scanner nicht in den Ruhemodus.

Die Bedienung ist weitgehend intuitiv, bis zu 20 Workflows lassen sich als Schnellstart auf dem Touchscreen anlegen. Auch das Web-Frontend, über das man Ziele fürs autonome Scannen festlegt, bietet viel Übersicht. Die getrennten Profilmensüs zum Auswählen und Konfigurieren der Netzwerk-Scanziele (SMB, FTP, SFTP) verwirren. Im Test brauchte es zwei Klicks auf „Senden“, bis die Profileinstellungen übernommen wurden. Scannen auf Mobilgeräte klappte via Mopria Scan und die Brother-App Mobile Connect. Direkt in die Cloud scannt der ADS-4500W nicht.

Die kleinen Doppelwalzen tendieren etwas zum Schrägeinzug, was die Software aber korrigieren kann. Text war im Test gut lesbar, Grafiken gab der Scanner sauber wieder. Gut gefiel uns die OCR, die nur bei kleinen Tabellenschriften einige Fehler machte. Bei Zeitungsscans sollte man den Moiréfilter auf niedrig lassen, da das Ergebnis sonst zu unscharf wird. Geknickte Vorlagen machten mechanisch keine Probleme, doch blieben die Knickstellen auf den Scans gut sichtbar. Überrascht haben uns die detailreichen Fotoscans.

- ↑ gute autonome Scanfunktionen
- ↑ intuitive Bedienung
- ↓ wenige Filteroptionen am Gerät

Preis: ca. 430 Euro



Canon ImageFormula DR-S150

Am robusten DR-S150 fällt besonders der große Touchscreen auf. Dessen Hauptmenü präsentiert drei große Schaltflächen: die Einstellungen, die Profile der PC-Software CaptureOn-Touch (COT) und „Senden“ für autonome Scans. Rückseitig hat Canon die Spannungsversorgung, USB-3- und Ethernet-Ports und eine proprietäre Buchse untergebracht, an die sich etwa NFC-Kartenleser zum Authentifizieren anschließen lassen. Ein USB-Host-Port für Speichersticks fehlt.

Canon hat seine vorhandene Software um autonome Scanfunktionen erweitert. Das Web-Frontend enthält nur grundlegende Einstellungen, zum Konfigurieren der autonomen Scanfunktionen braucht man einen PC und das COT Job Tool. Hier lassen sich bequem alle Profile anlegen, nicht vorhandene Scanziele per Plug-in nachrüsten und alle Profile en bloc auf den Scanner laden.

Die großen Einzugswalzen zogen im Test auch geknickte Vorlagen gerade ein, Knickstellen tauchten auf den Scans kaum noch auf, Text- und Grafikscans sahen sehr gut aus. COT und das Twain-Modul scannen grundsätzlich duplex, liefern also immer zwei Seiten pro Scan. Die OCR eignet sich nur für normal großen Text, hatte Probleme mit Initialen und machte in unserer Tabelle viele Fehler. Bei Zeitungsvorlagen gefiel der langsame, aber gute Rasterfilter. Fotos waren blaustichig, viele Details verschwanden im Schwarz.

- ↑ gute Einzugsmechanik
- ↑ Software per Plug-ins erweiterbar
- ↓ kein USB-Host-Port

Preis: ca. 510 Euro



Epson WorkForce ES-C380W

Der kleine WorkForce-Scanner eignet sich mit seinem 20-Blatt-Einzug für geringere Scanaufkommen. Da er gescannte Vorlagen hochkant vor dem ADF ablegt, braucht er auch im Betrieb wenig Platz. Nur bei dicken Vorlagen schaltet man den Scanweg um, sodass diese vor dem Scanner auf dem Tisch landen. Der kleine, aber helle Touchscreen ist gut lesbar, bei der Bedienung hilft ein beliebiger Stift. Linksseitig gibt es den Anschluss für das Netzteil, eine USB-C-Verbindung (nur USB-2.0-Geschwindigkeit) und einen USB-Host-Port für Speichersticks.

Ins Netzwerk klinkt sich der ES-C380W nur per WLAN ein. Autonomes Scannen konfiguriert man über das umfangreiche Web-Frontend. Beim Scannen auf Netzfreigaben, an Mailadressen und FTP-Server gab es keine Probleme, für Cloudverbindungen ist der Dienst Epson Connect zuständig.

Eine mittige Einzugwalze – typisch für mobile Scanner – zieht Vorlagen oft leicht schräg ein, was die Software gut kompensiert. Statt Ultraschallsensoren kontrolliert eine Lichtschranke auf Doppelseitigkeit, im Test aber nicht immer erfolgreich. Textscans haben eine sehr gute Qualität, Farben von Logos und Bildern zeigten hohen Farbkontrast, rote Gesichter und zu helle Blau- und Grautöne. Die OCR erkannte keine Initiale, machte aber selbst bei kleinem Tabellentext überraschend wenige Fehler. Gut gefielen der Rasterfilter und die Hintergrundentfernung, weniger das blaustichige, viel zu dunkle Foto.

- ➡ klein und platzsparend
- ➡ flexibel
- ➡ ADF für nur 20 Seiten

Preis: ca. 400 Euro



HP ScanJet Pro N4000snw

Der Touchscreen des ScanJet Pro ist zwar klein, aber gut lesbar. Die übersichtlichen Menüs lassen sich auch per Stift bedienen. Rückseitig sind ein USB-Host-Port, eine Ethernet-Buchse und der übliche USB-3-Anschluss zum PC untergebracht. Einrichtung und Bedienung bereiten bei dem modernen Gerät keine Probleme. Scanaufträge vom PC lassen sich als „reservierte Jobs“ zum Scanner senden und am Touchscreen starten – praktisch für Gemeinschaftsbüros.

Das Web-Frontend, über das auch alle autonomen Scanfunktionen eingerichtet werden, ist ab Werk nicht passwortgeschützt, als Erstes sollte man eines einrichten. Für Profile gibt es neun Shortcuts. Zu SharePoint lässt sich direkt scannen, andere Cloud-dienste sind nur per PC-Software erreichbar. Scannen aufs Mobilgerät klappte per Mopria Scan gut, die App HP Smart erkannte den Scanner nicht.

HP setzt für den sicheren Einzug auf mehrere kleinere Walzen – mit Erfolg, im Test fielen keine Schrägeinzüge auf. Textscans gelangen sehr gut. Als PC-Software kommt eine erweiterte HP-Scan-Version mit zusätzlichen Filtern zum Einsatz. Farbgrafiken scannte das HP-Gerät mit etwas zu hellen Farben, aber sauberen Details. Die OCR erkannte keine Initiale und unsere Testtabelle nicht vollständig, für normale Schriftgrößen eignet sie sich noch. Der Hintergrundfilter zeigte beim Entrastern keine Wirkung. Fotos scannte der N4000 mit Blaustich und zu dunkel.

- ➡ guter Funktionsumfang
- ➡ einfache Bedienung
- ➡ Hintergrundfilter wirkungslos

Preis: ca. 510 Euro



PFU/Ricoh fi-8040

Die ehemalige Fujitsu-Tochter PFU gehört seit 2022 zu Ricoh. Auf der Frontseite des fi-8040 fällt der große, hochkant untergebrachte Touchscreen auf. Die Schnittstellenausstattung ist mit Ethernet und USB 3 mager, WLAN und ein USB-Host-Port für Speichersticks fehlen. Bei der ersten Einrichtung muss man zwischen PC- und Direct-Modus wählen, zum Installieren der Sprache brauchte das Gerät zehn Minuten.

Autonomes Scannen funktioniert nur im „Direct Modus“, dann kann man Scanziele über das Web-Frontend einrichten. Außer SMB-Netzwerkordnern unterstützt der Scanner nur FTP und E-Mail. Mangels StartTLS-Verschlüsselung klappt aber die Verbindung zu vielen SMTP-Mailservern nicht. Auch Scannen zu Mobilgeräten und in die Cloud – Fehlanzeige. Im PC-Modus kommuniziert der fi-8040 nur mit einem verbundenen Rechner.

Mechanisch macht der Scanner mit großen Doppelseitigwalzen einen guten Eindruck. Texte digitalisierte er in guter Qualität, auch unsere Testgrafik sah sehr gut aus. Im PC-Modus scannte er 30 doppelseitige Vorlagen in knapp einer Minute, für das autonome Scannen zum FTP-Server des Testnetzes brauchte er aber geschlagene 13 Minuten. Die im ClickScan-Programm integrierte OCR hatte nur Probleme mit Initialen und kleinen Schriften. Geknickte Vorlagen scannte der fi-8040 problemlos, Knickstellen waren auf den Scans kaum noch sichtbar. Fotos gerieten blaustichig, dunkle Bilddetails sofften ab.

- ➡ gute Scanqualität
- ➡ sehr langsamer autonomer Scan
- ➡ kein WLAN, kein USB-Host

Preis: ca. 430 Euro

Einzüglich

Alle Scanner im Test arbeiten auch auf herkömmliche Weise an einem oder mehreren PCs. Die sicherste Verbindung ist dabei die über USB. Übers Netzwerk klappt es auch, aber in der Regel braucht es ein Software-Tool, das den Scanner im Netz findet und mit der jeweiligen Software verbindet. Das nervte beim Avison-Scanner, der mit verschiedenen Scanprogrammen ausgeliefert wird, von denen aber nur jeweils eines Scannerzugang erhält. Die anderen Anwendungen melden dann, der Scanner sei nicht auffindbar.

Alle Testgeräte scannten sehr zügig und fast unabhängig von der vom Hersteller angegebenen Geschwindigkeit. Alles Weitere hängt von der PC-Software oder Firmware ab. So brauchten die meisten Scanner für 20 Seiten knapp 30 Sekunden, doch dauerte es über eine Minute, bis das durchsuchbare PDF im Ordner war.

Obwohl die flotten Einzüge pro Vorlage nur zwei Sekunden oder weniger brauchten, kam es im Test zu keinem Papierstau, allerdings zogen sie nicht immer ganz gerade ein. Das hängt von der Position und der Breite der Einzugsrollen ab. Diese sind üblicherweise in der Mitte der Papierwege angebracht, um auch kleine Vorlagen wie Visiten- oder sogar Kreditkarten sicher zu transportieren. Je breiter die Walzen, desto sicherer wird ein Blatt gerade an den Scanzeilen entlanggeführt. Leicht schräge Einzüge sind aber nicht problematisch, da sie per Software gut korrigiert werden können – meist ist die Lagekorrektur voreingestellt. So bleiben Schrägeinzüge auf dem Scan unsichtbar und die OCR hat es leichter bei der Texterkennung.

Dokumentenscanner sind auf hohe Kontraste und gute Lesbarkeit getrimmt, nicht auf genaue Wiedergabe. Daher liefern die meisten bei Fotos eher klägliche Ergebnisse mit falschen Farben (meist ist es ein Blaustich) und geringem Kontrastumfang: aus Dunkelgrau wird Schwarz, helle Schattierungen werden zu Weiß. Die guten Ergebnisse der Modelle von Avison und Brother sind daher eher die Ausnahme.

Auch die Scanprogramme und Twain-Einstellungen konzentrieren sich auf gute Textwiedergabe. Statt Weißabgleich und Histogramm gibt es Textoptimierung und Filter für Raster, Moirés und Hintergründe. Hilfreich für das Scannen von Text auf Farbhintergründen sind Blindfarben. Bei schwarzem Text auf rotem Hintergrund würde der Scanner nur Schwarz sehen. Mit

der Blindfarbe Rot bekommt man gut lesbaren Schwarz-auf-Weiß-Text. Die Twain-Treiber der Scanner von Avison und Epson schafften es mit „Automatik“ und „Text optimieren“ sogar, beliebige Hintergrundfarben effizient zu filtern.

Gleiches gilt für andere unerwünschte Artefakte wie Lochungen und Ränder, für die es meist spezielle Filter gibt. Wir testeten Einzugsscanner unter anderem mit einem Stapel geknickter A4-Seiten, wie man sie aus einem DL-Kuvert zieht. Dazu kommen diverse Eselsohren. Alle Scanner im Test hatten mechanisch mit solchen Vorlagen keinerlei Schwierigkeiten. Auf den Scans von Avison und Brother waren die Knickstellen noch gut, auf denen des Canon-Scanners kaum noch zu sehen.

Fazit

Wer einen guten, leicht bedienbaren Dokumentenscanner fürs Büronetzwerk mit autonomer Scanfunktion sucht, sollte misstrauisch werden, wenn dem Wunschmodell noch eine CD- oder DVD-ROM beiliegt. Das deutet zwar nicht unbedingt auf einen schlechten Scanner hin, doch gibt es einen Hinweis auf die Aktualität von Soft- und Firmware. Zeitgemäß sind intuitive Bedienung per Touchscreen, aufgeräumte Menüs und betriebssystem-unabhängige Konfiguration per Web-Frontend. Hier punkten der Brother ADS-4500W, der HP ScanJet Pro N4000snw1 und der Epson WorkForce ES-C380W, der sich dank seiner sehr kompakten Abmessungen und Hochkant-Ablage auch für kleine Schreibtische gut eignet.

Andere Hersteller tun sich schwer, von ihrer zum Teil jahrzehntealten Software zu lassen. PC-unabhängige Funktionen erfordern komplett neue Geräte-Firmware und die beißt sich oft mit den gut gealterten PC-Programmen. Den PFU/Ricoh fi-8040 muss man neu starten, um zwischen PC- und Netzwerkbetrieb zu wechseln und er braucht 13 Minuten, um 60 Seiten auf einem NAS zu speichern. Besser, aber nicht übersichtlicher macht es Avison mit dem gewöhnungsbedürftigen AN335WL. Je nach Anforderung ist der Canon mit seiner modularen Lösung am empfehlenswertesten: Die CaptureOnTouch-Software des imageFormula DR-S150 ist mit Plug-ins erweiterbar, sehr leistungsfähig und trotzdem noch intuitiv bedienbar. Dass der sehr konservative Markt nun kostengünstige Einzugsscanner mit guten Netzwerkfunktionen anbietet, ist auf jeden Fall eine gute Nachricht.

(rop@ct.de) ct

Autonome

Modell	AN335WL ScanStation
Hersteller	Avison, avision.de
Scantechnik	Dual-CIS, LED
maximale optische Auflösung ¹	600 dpi
Scanbereich maximal ¹	216 mm × 356 mm
Scanbereich minimal ¹	74 mm × 52 mm
Vorlagengewicht ¹	27 g/m ² ... 413 g/m ²
max. Dicke (Karten) ¹	1,25 mm
Scangeschwindigkeit 300 dpi, Farbe (einseitig, beidseitig) ¹	40 Blatt/min, 80 Seiten/min
Vorlageneinzug / Doppeleinzugserkennung	50 Blatt / ✓
lange Vorlagen	610 cm
empf. Tagesmaximum ¹	4000 Seiten
Duplex-Scan / Profile	✓ / 50
Scannen auf USB-Stick	✓
Scannen an Mobilgerät / App	✓ / MB Application (nur iOS)
Scannen an Cloud	✓
Funktionstasten	–
Display	10,9-cm-Touchscreen kapazitiv
Schnittstelle	USB 3.2 Gen 1, 10/100/1000Base-Ethernet, WLAN 802.11n (2,4 GHz), Wi-Fi Direct
Abmessungen (B × T × H)	28 cm × 15 cm × 17 cm
Tiefe betriebsbereit	46 cm
Gewicht	3,1 kg
Stromversorgung	externes Netzteil, 24 V
Lieferumfang	Netzteil, USB-Kabel, Kurzanleitung, CD
Bemerkungen	Kensington-Schloss
Software	
Treiber für	Windows ab XP
Twain / WIA / ICA / Isis	✓ / ✓ / – / ✓
OCR	integriert
Passwortschutz Profile / Scans	– / ✓ (PDF)
Trennen mehrseitiger Dokumente	Zähler, Leerseiten, Patch/Barcode
Software macOS	–
Software Windows	Button Manager 2, AVScanX, PaperPort 14 SE
Ausgabeformate Scanner	PDF, JPEG, TIFF, PNG
Scanmodi	SW, 256 Graustufen, 24 Bit Farbe
autonome Scans zu ...	SMB-Ordner, (S)FTP, E-Mail, USB-Stick, Google Drive, Evernote, OneDrive, SharePoint
Blindfarbe / Schwellen-Regler	✓ / ✓
Ergebnisse und Bewertungen	
Scheinleistung (Scannen 300 dpi) ²	43 VA
Netzwerk- / autonome Funktionen	⊕ / ⊕
Softwareausstattung	⊕
Scanqualität Text / Grafik / Foto	⊕ / ⊖ / ⊕
OCR (integriert)	⊕
Herstellergarantie	2 Jahre
Preis (UVP / Straße)	525 € / 450 €
Alternativmodelle	AN335W ab 700 €

¹ Herstellerangabe

Netzwerk-Einzugscanner

	ADS-4500W	ImageFormula DR-S150	WorkForce ES-C380W	ScanJet Pro N4000 snw1	fi-8040
	Brother, brother.de	Canon, canon.de	Epson, epson.de	HP, hp.com/de	PFU / Ricoh, www.pfu-emea.ricoh.com/de-de
	Dual-CIS, LED	Dual-CIS, LED	Dual-CIS, LED	Dual-CIS, LED	Dual-CIS, LED
	600 dpi	600 dpi	600 dpi	600 dpi	600 dpi (nur im PC-Modus)
	216 mm × 356 mm	216 mm × 356 mm	216 mm × 356 mm	216 mm × 863 mm	216 mm × 356 mm
	51 mm × 51 mm	51 mm × 54 mm	51 mm × 51 mm	51 mm × 51 mm	51 mm × 51 mm
	40 g/m² ... 200 g/m²	20 g/m² ... 209 g/m²	40 g/m² ... 413 g/m²	40 g/m² ... 210 g/m²	40 g/m² ... 209 g/m²
	1,10 mm (1,32 mm geprägt)	1,4 mm, Ausweis bis 4 mm	5 mm	1,24 mm	0,76 mm
	35 Blatt/min, 70 Seiten/min	45 Blatt/min, 90 Seiten/min	30 Blatt/min, 60 Seiten/min	40 Blatt/min, 80 Seiten/min	40 Blatt/min, 80 Seiten/min
	60 Blatt / ✓	60 Blatt / ✓	20 Blatt / ✓	50 Blatt / ✓	50 Blatt / ✓
	k. A.	300 cm	559 cm	310 cm	559 cm
	k. A.	6000 Seiten	3500 Seiten	4000 Seiten	6000 Seiten
	✓ / 20 Schnellasten, 25 Netzwerk-Profile	✓ / 100	✓ / 30	✓ / 9	✓ / ✓
	✓ (PDF, PDF/A, JPG, TIFF)	—	✓	✓	—
	✓ / iPrint&Scan (Android, iOS), Mopria Scan	✓ / Mopria Scan	✓ / Epson Smart Panel (Android, iOS), Mopria Scan	✓ / Mopria Scan	— / —
	nur über PC-Software	über PC-Software Job Tool	✓	nur über PC-Software	—
	3 (Zurück, Home, Abbruch)	—	2 (Home, Hilfe)	3 (Zurück, Home, Info)	—
	7,1-cm-Farb-Touchscreen resistiv	11,2-cm-Touchscreen resistiv	6,1-cm-Farb-Touchscreen resistiv	7,1-cm-Farb-Touchscreen resistiv	10,9-cm-Touchscreen, resistiv, hochkant
	USB 3.2 Gen 1, 10/100Base-Ethernet, WLAN 802.11n (2,4 GHz), Wi-Fi Direct	USB 3.2 Gen 1, 10/100/1000Base- Ethernet, WLAN 802.11n (2,4 GHz)	USB 2.0 (USB-C), WLAN 802.11n (2,4 GHz) Wi-Fi Direct	USB 3.2 Gen 1, 10/100Base-Ethernet, WLAN 802.11n (2,4 GHz), Wi-Fi Direct	USB 3.2 Gen 1, 10/100/1000Base- Ethernet
	30 cm × 19 cm × 22 cm	29 cm × 25 cm × 24 cm	30 cm × 10,5 cm × 12,5 cm	30 cm × 17 cm × 16 cm	29 cm × 16 cm × 17 cm
	62,5 cm	60 cm	19,5 cm	49,5 cm	50,5 cm
	2,7 kg	3,3 kg	1,9 kg	2,8 kg	3,1 kg
	externes Netzteil, 24 V	externes Netzteil, 24 V	externes Netzteil, 24 V	externes Netzteil, 24 V	externes Netzteil, 16 V
	Netzteil, Netzkabel, USB-3-A/B-Kabel, Kurzanleitung	Netzteil, USB-Kabel, Vorlagenhülle, CD	Netzteil, Netzkabel, USB-Kabel, Kurzanleitung	Netzteil, USB-Kabel, Vorlagenhülle, CD	Netzteil, Netzkabel, USB-Kabel, Kurzanleitung, CD
	Kensington-Schloss	Patch-Code-Erkennung, Kensington- Schloss, Mehrkanalscan	Kensington-Schloss, senkrechte Ablage, Epson Scan 2 für Linux	Kensington-Schloss	Kensington-Schloss
	Windows ab 7; Server ab 2012, ab macOS 10.14, Linux (Sane)	Windows ab 7 (SP1), ab Server 2008 R2 (SP1)	Windows ab 7, macOS ab 10.11, Linux (Sane)	Windows ab XP, Server ab 2008 R2, macOS 10.13, Linux (HPLip)	Windows ab 7, macOS ab 10.11, Linux (Sane)
	✓ / ✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / ✓ (Twain) / ✓	✓ / ✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / — / ✓ / ✓
	integriert iPrint&Scan	integriert	ScanSmart (integriert)	HP Scan (integriert)	ClickScan integriert
	✓ (nur am Gerät) / —	— / —	✓ / ✓ (PDF mit Rechteverwaltung)	— / ✓ (PDF)	✓ / ✓ (PDF)
	Zähler, Leerseite, Barcode	Leerseiten, Patch/Barcode, Zähler,	—	Zähler, Leerseite, Barcode	Patch/Barcode
	Brother iPrint&Scan, Presto! BizCard, Image Folio	CaptureOnTouch, CoT-Job Tool, Setup-Tool	Epson Scan 2, Epson ScanSmart	HP Easy Scan / ICA	Scannertreiber / ICA
	iPrint&Scan, PaperPort 14 SE, Kofax Power PDF Std., Presto! BizCard 6, Image Folio	CaptureOnTouch Pro V5, CoT Job Tool, Setup-Assistent,	ScanSmart, Epson Scan 2, Scan 2 Utility, Presto BizCard 6	HP Scan, Scanner Tools, Readiris-Engine (OCR)	PaperStream Capture, ClickScan, Software Operation Panel Network Setup
	PDF (geschützt, signiert), PDF/A, JPEG, TIFF	PDF, JPEG, TIFF	PDF, JPEG, TIFF	PDF, JPEG, TIFF	PDF, JPEG, TIFF
	SW, 256 Graustufen, 24 Bit Farbe	SW, 256 Graustufen, Fehlerdiffusion, 24 Bit Farbe	SW, 256 Graustufen, 24 Bit Farbe	SW, 256 Graustufen, 24 Bit Farbe	SW, 256 Graustufen, 24 Bit Farbe
	SMB-Ordner, E-Mail, (S)FTP, SharePoint, USB-Stick	SMB, E-Mail, FTP, SharePoint (Job-Tool- Plug-ins Google Drive, OneDrive, SugarSync, Dropbox, Print)	SMB-Ordner, E-Mail, FTP, USB-Stick, Cloud (via Epson Connect)	SMB-Ordner, E-Mail, FTP, USB-Stick, SharePoint	SMB-Ordner, FTP, E-Mail
	✓ / ✓	✓ / —	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
	51 VA	48 VA	27 VA	53 VA	39 VA
	⊕⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	○ / ⊕
	⊕	⊕	○	○	○
	⊕ / ⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕ / ⊕
	⊕	⊖	⊕	⊖	○
	3 Jahre Vor-Ort	2 Jahre Bring-in	1 Jahr Bring-in	1 Jahr Austausch	1 Jahr Austausch
	607 € / 430 €	840 € / 505 €	430 € / 405 €	580 € / 510 €	k. A. / 430 €
	ADS-4700W (10,9 cm Touchscreen, 80-BI-ADF) 705 € UVP	DR-S130 (30 BI./60S./Min) 430 €	DS-790WN (45BI./90 S.), 10,9 cm Touchscreen, 100-BI.-ADF, ca. 700 €	ScanJet Enterprise Flow N7000snw1, ca. 1000 €	ScanSnap iX1600 (ScanSnap-Software, kein Twain/WIA-Treiber) 420 €

² Wirkleistungen siehe Diagramm Leistungsaufnahme (S. 103) ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden k. A. keine Angabe



Mähvolution

Sieben Mähroboter ohne Begrenzungsdraht im Test

Rasenmähroboter arbeiten zuverlässig. Einziger Pferdefuß war bisher die aufwendige Installation des Begrenzungsdrahts, der ihr Revier markiert. Deutlich erweiterte Sensorik, künstliche Intelligenz und virtuelle Zäune sollen diesen Schritt überflüssig machen.

Von Sven Hansen

Die Sonne scheint, der Regen fällt, den Rasen freut's – so ließe sich das bisherige Gartenjahr 2023 beschreiben. Doch auch wenn saftiges Grün dem Garten deutlich besser steht als ein Steppenbraun, muss man in Sommern wie diesem deutlich häufiger das Schnittwerkzeug der Wahl ansetzen. Wer einen Robomäher laufen lässt, ist fein raus. Da die Roboter kontinuierlich über den Rasen fahren, bekommt man von der deutlich erhöhten Wuchsgeschwindigkeit kaum etwas mit.

Die größte Hürde bei der Anschaffung eines Mähroboters war bisher, außer dem Preis, der hohe Installationsaufwand: Mit dem Hand- oder Aufsitzmäher kann man sofort loslegen, der Kollege Roboter benötigte vor dem Start einen Begrenzungsdraht, den man entweder mit Erdankern oder aufwendig mit einer Spezialfräse bis zu fünf Zentimeter unter der Grasnarbe verlegen musste. Je nach Komplexität des Grundstücks konnte man locker einen Tag damit verbringen, das anschließende

Feintuning nicht eingerechnet. Dabei ist der Begrenzungsdraht, der mit dem anliegenden Antennensignal eine unsichtbare Umzäunung setzt, im Kern „nur“ ein Sicherheitsfeature, welches in erster Linie das Ausbüxen des Roboters verhindern soll.

Im Test haben wir nun sieben Mähroboter, die ohne Begrenzungsdraht auskommen und ein perfektes Mähergebnis versprechen. Die finanzielle Hürde liegt im Vergleich zu den konventionellen Mähern höher. Für die erweiterte Sensorik muss man deutlich tiefer in die Tasche greifen: Einfache Mäher mit Begrenzungsdraht bekommt man schon für 500 Euro – die Drahtlosmodelle nicht unter 1000 Euro.

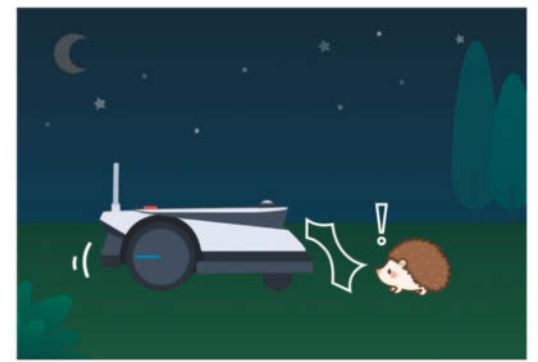
Günstigstes Testgerät ist EinHELLS Freelexo CAM (1000 Euro) gefolgt vom Worx Landroid Vision M 600 für 1500 Euro. Beide Modelle werden über Baumärkte vertrieben. Die Mähroboter von EcoFlow, Ecovacs und Segway kauft man online, somit ist es schwerer, sich vor dem Kauf ein Bild zu machen. Segway schickt die Kundschaft per App durch eine obligatorische Beratung, um die Eignung des Gartens zu überprüfen und Fehlkäufe zu vermeiden.

Während Segway mit seiner Navimow-Serie schon länger am Markt vertreten ist, sind Goat G1 (Ecovacs) und Blade (EcoFlow) Erstlingswerke. Ecovacs hat sich mit Saugrobotern einen Namen gemacht und EcoFlow ist im Bereich Smart Home und Energietechnik aktiv.

Die teuersten Modelle um 4000 Euro kommen über den Fachhandel an den Kunden: der Stiga A 3000 und der Husqvarna Automower 430X Nera. Letzterer lässt sich alternativ mit Begrenzungsdraht betreiben. Auf den ersten Blick sehen beide neben manch einem der Drahtloskonkurrenten im wahrsten Wortsinn alt aus, aber wir waren gerade beim Robopionier Husqvarna gespannt, was die ersten Drahtlosmodelle für den privaten Garten leisten. Im gewerblichen Bereich, auf Sportplätzen oder Golfanlagen, ist der schwedische Hersteller längst aktiv, doch der Sprung in den Privatgarten ist kein leichter.

Ein Aspekt lag uns besonders am Herzen: Bei jedem unserer Tests wiesen uns Leser zu Recht auf den nötigen Schutz von Igeln und anderen Kleintieren hin, die beim Einsatz von Mährobotern Gefahr laufen, unter die rasiermesserscharfen Klingen zu geraten. Im Arti-

Die Hersteller haben den Igelschutz als Verkaufsargument entdeckt. Wie gut die aktuellen Modelle das in der Praxis umsetzen, klären wir im Artikel ab Seite 114.



Wenn dieser Modus ausgeschaltet ist, kann Ihr GOAT den Rasen jederzeit mähen. Bitte versuchen Sie, Ihren GOAT nicht in der Nacht zu starten, da dieser kleine Tiere unter Umständen nicht immer erkennt.

kel ab Seite 114 gehen wir der Frage nach, ob und wie die Hersteller die erweiterten technischen Möglichkeiten auch für den effektiven Kleintierschutz nutzen. Im Kasten auf Seite 115 finden Sie darüber hinaus konkrete Tipps zum Igelschutz. Diese greifen auch Forderungen des NABU, des Deutschen Tierschutzbundes und der Igel-Forscherin Sophie Rasmussen auf.

Mit dem Wegfall des Begrenzungsdrahts kommt zusätzliche Sensorik in die Mäher: Von gewöhnlichen Kameras über Radar (Automower) und Ultraschall (Freelexo) bis zum Lidar beim Blade ist alles vertreten. Damit holt man sich Technik in den Garten, die man sonst eher von Autos kennt. Das Buzzword „KI“ darf natürlich auch nicht fehlen. Einige Modelle arbeiten mit neuronalen Netzen für die Bilderkennung, um das zu mähende Gras von Hindernissen zu unterscheiden.

Start per App

Sechs Testkandidaten lassen sich per App einrichten und steuern, nur EinHELLS Freelexo CAM kommt ohne App-Anbindung. Das ist seltsam, denn für die übrigen Mäher der Freelexo-Serie kann man eine App herunterladen. Beim Freelexo CAM sollte man statt des Smartphones zumindest das Handbuch parat haben. Mangels Gerätedisplay und App gibt es viele bunte, blinkende Lichter am Mäher, die einem etwas mitteilen wollen. Das Handbuch hilft beim Übersetzen.

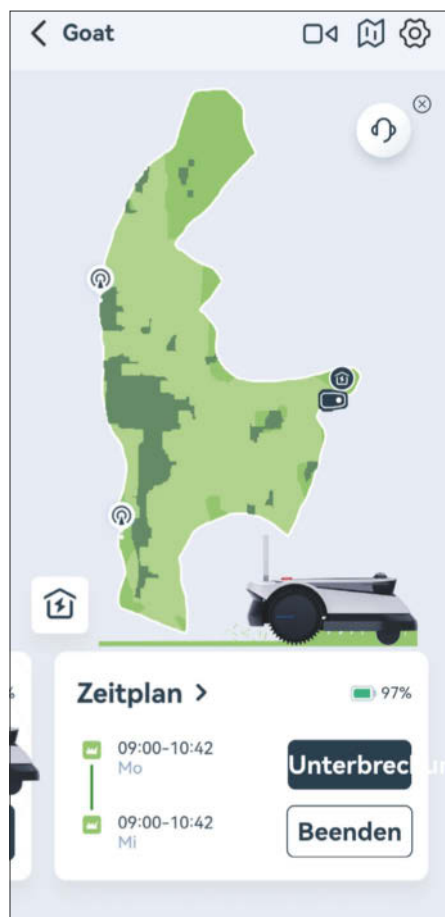
In den Apps der übrigen Hersteller legt man nach dem Start ein Benutzerkonto an und verknüpft den Mähroboter. Es herrscht überwiegend Cloudzwang,

was vorwiegend dem Diebstahlschutz dient. Mit einem Account verknüpfte und per GPS festgepinnte Geräte lassen sich an anderer Stelle nicht mehr in Betrieb nehmen. Zusätzlichen Schutz bieten Geofencing oder PIN-Codes. Wenn Diebe das alles nicht wissen, hilft nur eine gute Hausratversicherung, und auch gegen das Mitnehmen und Ausschlagen von Mährobotern ist noch kein Kraut gewachsen.

Der Goat G1 von Ecovacs lässt sich als einziges Gerät als mobile Alarmanlage nutzen. Er überwacht die Umgebung der Ladestation oder fährt einen gewünschten Punkt auf der Rasenfläche an und filmt die Umgebung. Allerdings nimmt er dafür statt der vorderen HD-Kamera seine 360-Grad-Panorama-Kamera. Sie ist nach oben gerichtet und fängt die Umgebung über eine komplizierte Optik ein. Am Ende bleibt von der Auflösung kaum noch etwas übrig und mehr als ein Pixelbrei und darin

c't kompakt

- Mähroboter ohne Begrenzungsdraht arbeiten zuverlässig.
- Die Einrichtung ist einfacher als bei Drahtmodellen, man hat aber weniger Kontrolle über das Mähergebnis.
- Nur zwei von sieben Modellen erlaubt das nachträgliche Anpassen der virtuellen Mähgrenzen.



Der Ecovacs Goat G1 erfasst Hindernisse automatisch und trägt sie auf der Karte ein.

die vage Idee einer Person war auf den Aufnahmen nicht zu erkennen.

Nach der Anmeldung kommt das obligatorische Update des Roboters. Außer bei Einhell und Stiga ließ sich die Firmware bei allen „Over-the-Air“ aktualisieren. Die Mäher sind dabei wahlweise per WLAN oder LTE mit der Cloud verbunden. Stiga nutzt die StigaGO-App, um Updates per Bluetooth an Mäher und Ladestation zu senden. Das dauert lange, man sollte sich ein Kännchen Kaffee bereitstellen. Bei Einhell muss man mangels App zum USB-Stick greifen, das Update von der Homepage herunterladen und zum Mäher tragen.

Leinen los!

Der bisherige Begrenzungsdraht diente als virtueller Zaun. Antennen im vorderen Bereich der Mähroboter konnten ihn detektieren und anhand der Signalstärke die Nähe zur Grenze, aber auch ihre genaue Position auf dem Draht bestimmen. Letzteres half bei präzisen Randfahrten oder

auf dem Weg zur Ladestation. Ohne diesen Draht ergeben sich in Sachen Grenze zwei mögliche Strategien: Man ersetzt ihn durch eine andere Technik, oder man mäht einfach, was grün ist.

Letzteren Weg wählen die Mäher von Worx und Einhell. Sie verzichten auf eine vom Nutzer zuvor definierte Grenze, fahren los und erkunden das Umfeld. Der Worx Vision M mäht dabei sofort los, der Freelexo CAM gönnt sich eine intensive Erkundungsfahrt mit abgeschaltetem Mähwerk und mäht erst danach. Für den Fall, dass der Mäher in unerwünschte Bereiche vordringt, liegt beiden Modellen eine Magnetschnur bei. Sie lässt sich mit Erdankern am Boden befestigen und wird als Grenze erkannt und nicht überfahren.

Bei den anderen fünf Modellen muss man zwar kein Begrenzungskabel verlegen, sehr wohl aber eine virtuelle Grenze ziehen. Dies geschieht, indem man mit seinem frisch gekauften Robo einmal Gassi geht, und den Mähbereich umrundet. Bei Husqvarna, Ecovacs, EcoFlow und Segway tritt man hierzu mit dem per Bluetooth gekoppelten Smartphone als Fernsteuereinheit hinter dem Robo her. Das ist extrem langweilig und oft frustrierend, denn die Steuerung über ein oder zwei virtuelle Joysticks ist nicht einfach. Schaut man auf den Mäher, verrutschen die Daumen auf dem Touchscreen, schaut man auf den Touchscreen, bückt der Mäher aus. Das macht es fast unmöglich, eine gerade Linie abzufahren. Stigas A 3000 kann man alternativ auf eine Schubkarre setzen oder man investiert 50 Euro in Stigas „Trolley“, um Zeit zu sparen. Ist der Mähbereich umrundet, erscheint er in der Mäher-App.

Bei Stiga, EcoFlow und Ecovacs fehlt eine Möglichkeit, die Karten nachträglich zu editieren. Stimmt etwas nicht im Randbereich, muss man eine neue Runde drehen. Besonders nervig ist das beim Ecovacs Goat G1, da er nur eine einzige Mähzone unterstützt. Während man bei der Konkurrenz Gartenbereiche einzeln abfahren und nachträglich verknüpfen kann, muss man beim Goat die gesamte Strecke neu einfahren.

Eine Korrekturmöglichkeit fehlt auch bei den Robos von Worx und Einhell. Abgesehen von der oben erwähnten Magnetstrippie zum Absperren muss man sich mit dem Ergebnis der automatischen Erfassung arrangieren. Man kann höchstens das Grundstück so anpassen, dass der Mäher



EcoFlow Blade

Der Blade ist der Rambo unter den Mährobotern – im Guten wie im Schlechten. Sein Design fällt auf, und nein, die nach innen gewinkelten Vorderräder sind nicht kaputt. Der äußerst griffige Antrieb sitzt hinten, die vorderen Räder laufen nur mit. Um den schweren Mäher um 180 Grad herumzudrehen, dürfen die Räder nur wenig Widerstand leisten. Sie sind daher umlaufend mit 15 Walzen bestückt.

Das aggressive Design mit den auch für Statusmeldungen eingesetzten LED-Augen ist Geschmackssache, der Blade im Garten im Mähmodus „schnell“ eindeutig der forscheste Kandidat. Sperrzonen sollte man unbedingt setzen, besonders um dünne Stämme und Pfosten. Immer wieder „wickelte“ sich das Testgerät um solche Hindernisse, die an der offenen Flanke zwischen Vorder- und Hinterrad landeten.

Der Blade hat den stärksten Akku und ausgefallene Sensorik. Trotz des hohen Preises fehlt ein Display am Gerät. Als einziger Kandidat bietet er als Zubehör einen Fangkorb zum Sammeln von Laub oder Grasschnitt. Der ist allerdings viel zu klein und man muss ihn manuell ausleeren.

- 👆 mäht besonders schnell
- 👆 starker Wechsel-Akku
- 👇 kein Gerätedisplay

Preis: 3000 Euro

besser zurechtkommt. Klare optische Grenzen zwischen Rasenfläche und anderen Zonen helfen.

Schon der günstige Einhell-Mäher kann zwei Mähzonen verwalten, bei Stigas A 3000 sind es bis zu zehn. Mähzonen lassen sich über Pfade miteinander verbinden. Solche Korridore ließen sich mit Begrenzungsdrähten früher nur mühsam



Ecovacs Goat G1

„Greatest of all time“ oder Ziege? Der Goat fällt in jeden Fall auf, wenn man ihn im Garten fahren lässt. Das kantige Gehäuse in Weiß erinnert eher an ein medizinisches Gerät. Die Ladestation ist besonders wuchtig, hier hat Ecovacs noch eine motorisierte Bürsteneinheit untergebracht, die die Kameras des Mähers vor jeder Ausfahrt schrubbt. Die Alarmfunktion ist witzig, allerdings kann man auf den Bildern kaum etwas erkennen.

Als einziger Hersteller im Test setzt Ecovacs auf UWB-Baken zur Verbesserung der Navigation. Das funktionierte im Test problemlos, man benötigt jedoch in größeren oder verwinkelten Gärten zusätzliche Baken, die wiederum noch mehr D-Zellen füttern. Weil auch die Baken weiß sind, lassen sie sich kaum unauffällig unterbringen. Die lichtgrauen Aufkleber im Karton ändern daran wenig.

Die Hinderniserkennung der Kamera ist empfindlich, der Goat ist eher vorsichtig unterwegs und lässt Blümchen oder Halme stehen, wenn sie es bis aufs Kamera-Level geschafft haben. Vor der Installation muss man den Rasen unbedingt gemäht haben, da der Goat sonst nicht vorankommt.

- 📶 Display am Gerät
- 📶 flexibles Mobilfunkmodul
- 📶 Karte nicht editierbar

Preis: 1600 Euro



Einhell Freelexo CAM

Der Freelexo CAM 500 macht optisch wenig her: Das günstigste Gerät im Test wirkt etwas billig verarbeitet. Das liegt hauptsächlich an den welligen Deko-Aufklebern und dem Folienbedienfeld, das sich an den Rändern leicht vom Mäher ablöst.

Das Gerät benötigt einen Suchdraht, um in die Station einfahren zu können. Sowohl App als auch Display fehlen, daher sollte man das Handbuch stets griffbereit haben, um die Farb- und Blink-Codes des Mähers zu entschlüsseln. Immerhin kann man die LEDs durch die transparente Abdeckung gut erkennen.

Ist alles eingerichtet, zieht der Freelexo bis auf ein paar unentworfene Wendemanöver souverän seine Bahnen und unterscheidet über sein Kamerasystem zuverlässig zwischen Rasen und Restgarten. Dennoch sollte man unklare Stellen wie die Uferzone eines Teiches vorher mit dem beigelegten Magnetband absperren. Der Akku lässt sich mit einem Handgriff entnehmen und ist kompatibel zu anderen Werkzeugen von Einhell.

- 📶 frei zugänglicher Wechselakku
- 📶 billig wirkende Verarbeitung
- 📶 umständliche Bedienung

Preis: 1000 Euro



Husqvarna AM 430X Nera & EPOS

Der Automower 430X Nera kommt recht unauffällig daher. Die im Gehäuse integrierten Scheinwerfer sind ein nettes Gimmick, allerdings sollen die Robos zum Schutz von Igeln ohnehin nicht in der Dunkelheit fahren. Husqvarna bietet viel Zubehör, etwa andere Bereifung für Hanggrundstücke oder einen Bürstensatz für lehmigen Boden.

Den Mäher kann man mit Begrenzungsdraht betreiben, erst das EPOS-Kit mit GNSS-Modul für den Mäher und RTK-Staion macht in kabellos. Letzteres war anspruchsvoll und benötigte freie Sicht zum Himmel; auch der Mäher blieb ab und zu stehen, weil er das Satellitensignal verlor. Die Stoßsensoren reagieren sensibel, auch durch das Radar vermeidet der Mäher viele Kollisionen.

Dank des schicken Grafikdisplays und dem Drehrücksteller hat man den Automower auch auf der Rasenfläche im Griff, ansonsten hilft die übersichtliche App. Mit ihr konnte man die virtuelle Mähkante bequem korrigieren.

- 📶 einfache Bedienung mit Farb-TFT
- 📶 korrigierbare Karten
- 📶 schlechter Sat-Empfang

Preis: 5300 Euro

anlegen. Mit den meisten Apps ist das kein Problem: Man fährt den Pfad einmal ab, um ihn anzulernen.

In der Landroid-App gibt es keine Kartendarstellung, den Mäher schickt man stattdessen mit zwei beigelegten RFID-Pucks auf den Weg in eine andere Mähzone. Erkennt er sie, schlägt er einen 90-Grad-Haken und setzt zur gegenüber-

liegenden RFID-Marke über, bis er auf den nächsten Mähbereich trifft. Nachteil dieser Lösung: Für jeden Korridor muss man zwei weitere RFID-Kreise kaufen (20 Euro).

Außer bei Worx und Einhell lassen sich bei allen Mähern per App auch Verbotszonen setzen, die dauerhaft oder temporär umfahren werden. Im Prinzip macht

man nach der Ersteinrichtung das, was man bei Mähern mit Begrenzungsdraht auch getan hat: Den Roboter beobachten und Mähbereiche oder das Grundstück anpassen, bis alles optimal gemäht ist und der Roboter nicht an Hindernissen hängenbleibt.

Im ersten Testgarten mussten sich die Geräte mit dem üblichen Störfeuer



Segway Navimow H1500E & Vision Fence

Segway ist für außergewöhnliche Fahrgeräte bekannt, der Navimow kommt in kompakt-knubbeligem Design in freundlichem Orange daher. Segway bietet den Mähroboter für unterschiedliche Rasengrößen von 500 bis 3000 qm an. Unserem Testgerät fehlt der Ultraschallsensor des Top-Modells H3000E.

Das VisionFence-Modul ist optional erhältlich und lässt sich problemlos vom Laien am Mäher montieren. Die Kamera mit Bilderkennung verringert Kollisionen deutlich. Im Test erkannte sie zum Beispiel die Beine herumstehender Bierzeltgarnituren. Der kapazitive Blade-Halt-Sensor soll die Messer stoppen, sobald man sich seitlich nähert. Das funktionierte bei unserem Testgerät nicht.

Die in der App angelegten Karten lassen sich editieren, indem man Teilbereiche gezielt neu abfährt. Die Zonen lassen sich allerdings nur begrenzt managen, man kann nicht einmal die Mähreihenfolge ändern. Positiv aufgefallen ist das RTK-Modul für den Satellitenempfang: Es ließ es sich flexibler positionieren als die von Stiga und Husqvarna.

- ↑ korrigierbare Karten
- ↑ zuverlässige Hinderniserkennung
- ↓ schlechtes Zonenmanagement

Preis: 2500 Euro



Stiga A 3000

Stiga liefert mit dem A 3000 einen klassischen Mähroboter mit einer Haube als Stoßfänger. Der Aufbau ähnelt stark dem von Husqvarna-Mähern, durch die orangefarbenen Kunststoffapplikationen schaut der A 3000 aus der Ferne ein wenig fescher aus. Ein Mobilfunkmodul steckt im Mäher, eines in der RTK-Station. Nach 1500 Freistunden bleibt der A 3000 stehen und mäht nur noch im Abo-Modell ab 30 Euro im Jahr für 200 weitere Mähstunden.

Trotz des hohen Preises fehlt es dem A 3000 an einigem: Der Sat-Empfang ist wackelig, WLAN ist nicht an Bord und anstelle eines Displays gibt es nur eine billige Folientastatur. Deren bunt blinkende LEDs liegen hinter einer Klappe und sind nicht einmal sichtbar. Was den Mäher gerade beschäftigt? Man weiß es nicht.

Die Ersteinrichtung ist umständlich und dauert lang. Zum einen wegen lahmmer Bluetooth-Updates, zum anderen wegen der wenig intuitiven StigaGo-App. Am Ende zeichnete sie die mühsam angelernten Mähgrenzen versetzt auf die Sat-Ansicht, sodass unser Mäher angeblich direkt durch den Gartenteich fuhr.

- ↓ unübersichtliche App
- ↓ quälend langsame Einrichtung
- ↓ verbindliches Abo-Modell

Preis: 4000 Euro



Worx Landroid Vision M 600

Dem Landroid Vision M kauft man seine Outdoor-Tauglichkeit auf den ersten Blick ab. Das kantige Design ohne Stoßhaube, ein hungrig wirkender Kamm und die zwei „Augen“, in die die Ladestifte einfahren, geben ihm ein markantes Gesicht. Häufigste Frage: Fährt der rückwärts?

Denn das optische Vorne ist eigentlich das Hinten und am echten Vorne ist unauffällig unter einem massiven Alubogen die HD-Kamera eingebaut. Als einziger Kandidat mäht der Landroid sofort los, wenn man ihn aus der Verpackung holt und aufgeladen hat. Es braucht einen Hocker und ein wenig Zeit für eine gründlichere „Erstbeobachtung“. Man muss schauen, wie der Robo zurechtkommt und im Zweifelsfall seine Umwelt anpassen.

Der schnelle Mäherfolg ist garantiert, die Zonenverwaltung über die mitgelieferten RFID-Elemente jedoch eher umständlich. Für jede Zone braucht es neue Portal-Pucks (20 Euro). Optional ist der Landroid per App steuerbar, es besteht aber kein Cloudzwang. Die von Worx häufig ausgespielten Updates muss man dann allerdings per USB-Stick zum Mäher tragen.

- ↑ kein Cloudzwang
- ↑ schneller Mäherfolg
- ↓ schlechtes Zonenmanagement

Preis: 1500 Euro

aus Bällen, Gartenschläuchen, einem Trampolin und herumliegenden Rollern arrangieren. Dabei fiel auf, dass das Plus an Sensorik, etwa beim EcoFlow Blade oder beim Segway Navimow, nicht unbedingt zu besseren Ergebnissen führte. Die Modelle mit klassischer Stoßhaube (Husqvarna, Stiga, Ecovacs) zeigten sich

gegenüber vielen Hindernissen sogar sensibler. Verschiebt sich die leichte Haube beim Kontakt mit dem Hindernis, reagiert der Mäher. Die anderen Kandidaten können Hindernisse zwar ebenfalls durch Bewegungssensorik erkennen, fahren aber mit vollem Gewicht dagegen.

Die Modelle von Ecovacs, EcoFlow und Worx erkannten einige Gegenstände und leiteten ein Ausweichmanöver ein. Das funktionierte gut mit Fußbällen oder Schläuchen. Etwas enttäuscht waren wir vom EcoFlow Blade, der mit seiner Lidar-Technik theoretisch auch Objekte aus größerer Distanz erkennen könnte. In der

Praxis war er nicht viel geschickter als die anderen Modelle.

Wegen seines schnittigen Designs ohne Schutzhaube kam der Blade wiederholt in Situationen, bei denen er sich um dünne Stämme oder Pfosten „herumwickelte“ und völlig verhakte. Bei seinen Ausbruchsversuchen war er zudem nicht zimperlich, sodass Grasnarbe wie auch Vegetation litten. Man tut daher gut daran, zierliche Gewächse in der EcoFlow-App mit einer Schutzzone zu markieren, statt auf eine Erkennung zu hoffen.

Alle Mäher bis auf den Einhell Freelexo CAM lassen sich zeitgesteuert auf die Reise schicken. Feuchtesensoren sorgen dafür, dass sie bei allzu nassem Wetter in der Ladestation bleiben. Die Landroid-App bietet einen Assistenten, der Informationen zur Art des Rasens und zum Boden abfragt, damit die Automatik effektiver arbeiten kann. Der Worx Vision M baut sich im voreingestellten Automatikmodus einen eigenen Mähplan zusammen und achtet dabei auch das Tagfahrgebot im Sinne des Kleintierschutzes.

Kommunikation und Navigation

Beim Einhell bleibt dem Kunden nur das Turnschuhnetzwerk für Updates, alle anderen Geräte können sich zumindest per Bluetooth mit einem Smartphone verbinden. WLAN fehlt nur Stigas A 3000, ausgerechnet einem der teuersten Testgeräte. Der Mäher ist immerhin mit einem Mobilfunkteil ausgestattet, ebenso die Geräte von EcoFlow, Husqvarna und Segway.

Für den Goat G1 von Ecovacs gibt es zwei optionale Mobilfunkmodule: Das teurere beinhaltet einen Mobilfunkvertrag, beim günstigeren muss man eine eigene SIM-Karte stecken. Für den Vision M von Worx ist ein LTE-Modul zumindest angekündigt. Das Mobilfunkteil sorgt bei den Mähern dafür, dass sie auch ohne WLAN-Empfang über die App ansprechbar bleiben und erlaubt Fernzugriff oder Ortung im Falle des Diebstahls.

Geht es um die Orientierung auf der Fläche, nutzen die Hersteller unterschiedliche Systeme. Bei allen sechs bis auf den Worx-Roboter kommt ein GNSS (Global Navigation Satellite System) zum Einsatz. Stiga und Husqvarna sprechen im Prospekt oft nur von GPS, unterstützen wie die anderen aber auch Galileo, Glonass oder Beidou.

Da sich die Ortsbestimmung durch atmosphärische Einflüsse verschiebt, steht vier Kandidaten ein RTK-System

Korridore zwischen Mähbereichen lassen sich oft per App anlegen. Beim Worx Landroid Vision M benötigt man RFID-Pucks, um sie zu markieren.



(Real Time Kinematik) zur Seite, das – an einer festen Stelle installiert – die nötigen Korrekturdaten liefert. Bei Segway und EcoFlow montiert man das RTK-Modul mit einem mitgelieferten Erdspieß, Husqvarnas EPOS-Modul braucht einen eigenen Montagepfosten (nicht im Lieferumfang). Stiga integriert das RTK-Modul in die Ladestation; bei schlechtem Empfang kann man es ebenfalls entfernen und mit einer Schelle an einem Pfosten montieren. Das war im Test eigentlich immer nötig.

Die Systeme von Stiga und Husqvarna zeigten sich bei der Positionierung des RTK-Moduls besonders empfindlich. Zu dicht am Gebäude: kein Empfang. Zu viele Bäume: kein Empfang. Die Mäher von Segway und EcoFlow waren da deutlich weniger anspruchsvoll. Ecovacs ist der einzige Anbieter, der auf präzise Ortsbestimmung durch Sendebaken im Ultra-Wide-Band (UWB) setzt. Zwei solcher Baken sind im Lieferumfang und erlauben dem Mäher die präzise Ortsbestimmung – relativ zu den Baken. Ist das Grundstück größer oder führt um ein Gebäude, sind weitere Baken fällig (100 Euro pro Stück). Ein klarer Nachteil: In jeder Bake stecken drei D-Zellen, die man zum Saisonbeginn auswechseln sollte.

Einhells Freelexo CAM fährt wie der Worx-Mäher chaotisch durch den Garten und bräuchte dafür kein GNSS. Er hat allerdings eines an Bord, das sich mangels RTK-Modul nur während des Aufenthaltes in der Ladestation kalibrieren kann. Der Freelexo CAM ist übrigens der einzige Mäher im Test, bei dem man dann doch noch ein paar Meter Draht verlegen muss. Eine Begrenzung braucht er nicht, aber eine Schlaufe, die ihn auf die Ladestation führt. Hat er den Ladebefehl übers Steuerfeld erhalten oder ist der Akku fast leer, fährt er so lange kreuz und quer, bis

er zufällig auf die Antennenschlaufe trifft. Sie leitet ihn anschließend in die Ladestation.

Ähnliche Relikte der Ära Antennendraht findet man, wenn man unter die Ladestation von Husqvarna oder Stiga schaut. Auch sie navigieren im Nahfeld der Station über ein Antennensignal. Der Landroid Vision M und der Goat G1 hingegen finden über einen übergroßen QR-Code in der Station per Kamera nach Hause.

Mähverhalten

Vorweg: In puncto Mähergebnis in der Fläche unterscheiden sich die Drahtlosmäher nicht von ihren Vorgängern. Das ist nicht verwunderlich, denn das Mähprinzip ist



Auf dem Farb-TFT von Husqvarnas Automower kann man direkt sehen, was den Mähroboter gerade beschäftigt.



Trotz Lidar und Kamera: Der EcoFlow Blade wich längst nicht allen Hindernissen aus.

gleich geblieben. Eine rotierende Scheibe mit rasiermesserscharfen Klingen sorgt für einen glatten Schnitt. Meist sind es drei Klingen, nur der A 3000 nutzt sechs. Die Mähbreite ist mit etwa 25 Zentimetern gering – verglichen mit einem Hand- oder Aufsitzmäher.

Bis auf Freelexo, Automower und Landroid Vision M fahren alle Robos den Bereich systematisch ab. Besonders gelungen ist die Darstellung in der EcoFlow-App, die schon vor dem Mähvorgang zeigt, welche Strategie der Blade geplant hat. So weiß man immer, was er als Nächstes tut. Durch das strukturierte Hin- und Herfahren entstehen Muster auf der Rasenfläche. Bei einigen Modellen kann man die Mährichtung verstellen. Bei einigen Husqvarna-Modellen lassen sich sogar Sternmuster wählen – der 430X zählt trotz des stolzen Preises nicht dazu und fährt chaotisch.

Die Mäh- und Ausweichstrategien der Kandidaten unterscheiden sich deutlich. Am schlechtesten waren Stigas A 3000 und der Einhell Freelexo Cam unterwegs. Letzterer wendete wegen der recht empfindlichen Kameraerkennung oft auf freiem Feld, während der A 3000 von Hindernissen oft Denkpausen einlegte.

Husqvarnas Nera mit Radar umschiffte Hindernisse eleganter, wenn das Radar sie zuvor erkannte. Der Ecovacs Goat G1 war für unseren Geschmack fast zu vorsichtig unterwegs. Selbst kleinste Grasrispen und Blümchen wurden erkannt und ausgespart. Dabei integriert Ecovacs die Hindernisse wie bei seinen Saugrobotern in die Karte, sodass sie zur Sperrzone werden.

Am souveränsten agierte der Segway mit der VisionFence-Erweiterung: Er um-

schiffte auch kleine Objekte mit geschickten Manövern, sodass das Mähergebnis gefiel und die Objekte heile blieben. Goat G1 und Blade tendierten zum „pacing“ ähnlich wie Tiger im Zoo: Sie gerieten ab und zu in Schleifen, in denen sie Bereiche wiederholt abfuhrten. Beim Goat war das immer dann der Fall, wenn Objekte zu dicht an Randbereichen lagen oder zu schmale Korridore in einen abgelegenen Bereich führten. Der Blade schien ab und zu das Satellitensignal zu verlieren – die Positionsanzeige in der App wich dann von der tatsächlichen Position ab und er fuhr nur noch hin und her.

Der GPS-Empfang war nicht nur bei den RTK-Stationen von Husqvarna und Stiga ein Problem. Auch die Mäher waren diesbezüglich anspruchsvoller als die Konkurrenz. War der Nera 430X zu lange ohne Signal, blieb er stehen – etwa unter einem Baum. Der A 3000 schaffte es wiederholt, in einen nicht abgedeckten Be-



Die Geräte von Einhell (Bild) und Worx nutzen je einen Wechselakku ihrer Werkzeugsysteme. Fürs Überwintern ist der Akku schnell entfernt und man kann ihn für andere Geräte nutzen.

reich des Gartens zu fahren und blieb ebenfalls stehen.

Wichtig ist vor dem Kauf ein genauer Blick auf Gewicht und Stollentiefe der Antriebsräder: Blade und Navimow wiegen mehr als 16 Kilogramm und der wie ein Kampfroboter gestaltete EcoFlow-Mäher kommt auch noch mit Spike-Rädern mit 10-mm-Stollen und der schnellsten Mähgeschwindigkeit in den Garten. Das bedeutet mehr Stress für den Rasen. Die Stollen haben einen weiteren Nachteil: Bleibt der Mäher mal hängen, werden die Antriebsräder zu Raspelwerkzeugen und hinterlassen entsprechend große Schäden an Grasnarbe oder Pflanzen.

Der Husqvarna bringt zwei Kilo weniger auf die Waage, hat eine Stollentiefe von 5 mm und leicht umlenkende Vorderräder ohne Profil. Stollenbereifung für Hanggrundstücke gibt es als Zubehör zu kaufen. Das Gesamtgewicht sollte man in jedem Fall im Auge behalten. Für den Blade etwa gibt es noch einen Fangkorb, der leider am Griff des Mähers montiert wird. Die dadurch entstehende 20-Kilo-Kombi ohne Haltegriff ist im wahrsten Wortsinn untragbar.

Energie

Die Mäher arbeiten mit Lithium-Ionen-Akkus, die Kapazitäten variieren stark von 3 Ah beim Einhell bis fast 14 Ah beim EcoFlow Blade. Einhell und Worx nutzen ihr jeweiliges Wechselakkusystem, man könnte den Mäher so schnell „nachtanken“ und erneut auf die Reise schicken. Der Blade-Akku lässt sich ebenfalls leicht auswechseln. Bei den anderen Testgeräten ist ein so schneller Wechsel nicht vorgesehen, aber der Akku als wichtigstes Verschleißteil immerhin nach dem Lösen von ein paar Schrauben wechselbar.

Der Standby-Verbrauch im voll aufgeladenen Zustand war beim Landroid Vision M und dem Stiga A 3000 mit 0,5 Watt vorbildlich. Das Mittelfeld verbrauchte rund 5 Watt während Segways Navimow und der Blade von EcoFlow mit 13,5 Watt respektive 18,3 Watt die unrühmlichen Ausreißer nach oben markierten. Das ist deutlich zu viel.

Fazit

Die Drahtlosmäher nehmen einem bei der Installation einiges an Fummelei ab. Doch momentan bieten nur Husqvarna und Segway die Möglichkeit, die Mähgrenze in der App zu editieren. Und auch die Karten

dieser Mäher hätten wir manchmal lieber bequem mit der Maus über ein Webinterface am PC zurechtgezuppelt.

Praktisch ist die nur bei Einhell und Worx fehlende Option, über die App temporäre Verbotszonen einzurichten. Wenn sich im Garten mal wieder etwas ändert, kann man so schnell reagieren, ohne den ganzen Mähbetrieb auszusetzen. Auch in Sachen Naturschutz ist man flexibler. Die Mähgrenze einfach mal

drei Meter zurücknehmen und ein paar Monate wachsen lassen? Auch wenn man den Bereich neu abfahren muss, ist das beim Drahtlosmäher allemal einfacher, als einen Begrenzungsdraht umzulegen.

Wer es mit dem Kantenschnitt besonders genau nimmt, wird mit den Modellen allerdings wenig Freude haben, da die virtuellen Zäune wie auch die Chaosfahrt nicht auf den Zentimeter genau einstellbar

sind. Hier kann man mit einem Draht präziser arbeiten, indem man ihn einfach einen halben Zentimeter weiter nach rechts oder links setzt. Insgesamt arbeiten die Drahtlosmäher also weniger präzise, sind dafür aber deutlich flexibler unterwegs. Und der Ärger über den per Spatenstich durchstochenen oder von der Wühlmaus durchtrennten Begrenzungsdraht gehört dank ihnen der Vergangenheit an. (sha@ct.de) **ct**

Rasenmäroboter ohne Begrenzungsdraht

Modell	Blade	Goat G1	Freelexo CAM 500	Automower 430X Nera & EPOS	Navimow H1500E & VisionFence	A 3000	Landroid Vision M 600
Hersteller, URL	EcoFlow, ecoflow.com	Ecovacs, ecovacs.com	Einhell, einhell.de	Husqvarna, husqvarna.com	Segway, navimow.segway.com	Stiga, stiga.com	Worx, eu.worx.com
Firmware	V 0.3.39.1	1.21.5	1.0.0.6	5366155-04B_P21-SwPkg_47.30	v 2.0.4.0	0.0.0.154	1.2.16
max. Fläche (lt. Hersteller)	3000 qm	1600 qm	500 qm	3200 qm	1500 qm	3000 qm	600 qm
Ausstattung							
Akkukapazität / Wechselakku	13,8 Ah / ✓	5,2 Ah / —	3 Ah / ✓ (max. 8 Ah)	5 Ah / —	7,8 Ah / —	5 Ah / —	2 Ah / ✓ (max. 8 Ah)
Display	—	LC-Display, monochrom	—	2,8" TFT, farbig	—	—	LC-Display, monochrom
Kamera	✓	✓ (zusätzl. 360-Grad-Kamera)	✓	—	✓	—	✓
Radar / Ultraschall	— / —	— / —	— / ✓	✓ / —	— (opt. statt VisionFence) / — (nur bei H3000E)	— / —	— / —
Lidar	✓	—	—	—	—	—	—
GNSS (GPS) / RTK	✓ / ✓	✓ / —	✓ / —	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	— / —
Schutzart	IPX5	IPX6	IPX4	IPX5	IP66	IPX5	IPX5
Kommunikation							
Mobilfunk / Funk	✓ / —	— (optional) / ✓ (UWB)	— / —	✓ / ✓ (868 MHz)	✓ / ✓ (868 MHz)	✓ / —	— / —
Bluetooth / WiFi	✓ / ✓	✓ / ✓	— / —	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / —	✓ / ✓
Folgekosten LTE	1 Jahr gratis LTE, danach 30 € pro Jahr	—	—	10 Jahre gratis Daten, danach k. A.	1 Jahr gratis, danach 30 € pro Jahr	1500 Stunden gratis, danach ab 30 € pro Jahr für 200 Mähstunden	—
Cloudzwang	✓	✓	—	✓	✓	✓	—
Alexa / Google Home	— / —	✓ / ✓	— / —	✓ / ✓	— / —	✓ / —	✓ / ✓
App	EcoFlow	EcovacsHome	—	Automower	Navimow	StigaGO	Landroid
Kartendarstellung / korrigierbar	✓ / —	✓ / —	— / —	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / —	— / —
Sperrzonen	✓	✓	— (nur Magnetband)	✓	✓	✓	— (nur Magnetband)
Mähzonen	8	1	1	> 10	k. A.	10	3
Mechanik							
Mähwerk	drei Klingen, frei schwingend auf Mähscheibe	drei Klingen, frei schwingend auf Mähscheibe	drei Klingen, frei schwingend auf Mähscheibe	drei Klingen, frei schwingend auf Mähscheibe	drei Klingen, frei schwingend auf Mähscheibe	sechs Klingen, frei schwingend auf Mähscheibe	drei Klingen, frei schwingend auf Mähscheibe
Mähhöhe / verstellbar	20–76 mm / per App	30–60 mm / manuell	20–60 mm / manuell	20–60 mm / per App	30–60 mm / per App	20–65 mm / per App	30–60 mm / manuell
Schnittbreite	26 cm	22 cm	18 cm	24 cm	21 cm	26 cm	18 cm
Mähverhalten / justierbar	Bahnen / ✓	Bahnen / ✓	zufällig / —	zufällig / —	Bahnen / ✓	Bahnen / ✓ (nur Himmelsrichtungen)	zufällig / —
Messungen							
Lautheit (lt. Hersteller)	62 dB(A)	59 dB(A)	57 dB(A)	56 dB(A)	54 dB(A)	56 dB(A)	59 dB(A)
Abmessungen	66 cm × 44 cm × 31 cm	65 cm × 43 cm × 42 cm	57 cm × 35 cm × 28 cm	75 cm × 54 cm × 28 cm	60 cm × 47 cm × 26 cm	70 cm × 53 cm × 30 cm	63 cm × 46 cm × 27 cm
Gewicht	16,2 kg	13,4 kg	12,4 kg	14,6 kg (ohne EPOS)	16,6 kg	12,6 kg	14,2 kg
Standby	18,3 W	5,5 W	2,9 W	3,9 W + 2,1 W (Sat-Station)	13,5 W	0,5 W	0,5 W
Bewertung							
Ersteinrichtung	⊕	⊕	○	○	⊕	⊖⊖	⊕⊕
Bedienung App / Gerät	⊕⊕ / ○	⊕ / ⊕	— / ⊖	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ○	⊖ / ⊖	— / ⊕
Funktionsumfang	⊕	○	⊖	⊕	⊕	○	○
Preis	3000 €	1600 €	1000 €	5300 € (inkl. EPOS)	2500 € (inkl. VisionFence)	4000 €	1500 €
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden/funktioniert — nicht vorhanden							



Wild drauflos

Wie Mähroboter Igel und andere Kleintiere schützen wollen

Treffen gehärtete Stahlklingen mit hoher Geschwindigkeit auf weiche Ziele, verheißt das nichts Gutes. KI-gestützte Sensorik in Mährobotern soll solche Kollisionen vermeiden. Der ernüchternde Test mit Igelattrappen zeigt: Trotz der Versprechen der Hersteller kämen nicht alle Vierbeiner unversehrt davon.

Von Berti Kolbow-Lehradt

Ein halber Kopf, ein abgehackter Penis – so endete der krasseste Zusammenstoß in einer Feldstudie der Universitäten Oxford und Aalborg, die Maßnahmen zum Schutz von Igel bei Mährobotern evaluiert. Keine Sorge, der Igel war ein totes, präpariertes Tier und nicht jeder Zusammenstoß endet so dramatisch.

Tierschutz und Forschung schlagen Alarm: Unbeaufsichtigte Rasenmäher erhöhen zwar den Komfort, bergen aber auch die große Gefahr versehentlich verletzter Kleintiere. Kröten und Eidechsen sind ebenso betroffen wie Igel, doch weil das Kindchenschema der niedlichen Stacheltiere emotionalisiert, stehen gerade sie besonders im Fokus.

Das Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (Leibniz-IZW) in Berlin wandte sich im Juni 2023 an die Öffentlichkeit, weil es im Trend zum automatisierten Mähen ein „ernstes Problem für diese besonders geschützte Tierart“ sieht. Die Einrichtung dokumentiert seit September 2022 Funde von Igel mit eindeutigen Mähroboter-Schnittverletzungen. Bis zum Stichtag hatten Freiwillige von Igel auffangstationen 260 Fälle gemeldet.

Die für das Projekt zuständige wissenschaftliche Leiterin Dr. Anne Berger geht von einer hohen Dunkelziffer aus, „da viele Tiere erst gar nicht gefunden oder gemeldet werden“. Sie sieht die Politik in

der Verantwortung: „Der schnellste und sicherste Igelschutz wäre durch ein auf technischer Ebene den Herstellern auferlegtes Nachtfahrverbot zu erreichen“, so Berger im Gespräch mit c’t. Statt bei den Verbrauchern läge die Verantwortung für den igelgerechten Einsatz der Roboter somit wieder bei den Herstellern, wo sie auch hingehöre.

c’t kompakt

- Erweiterte Sensorik kann Kollisionen vermeiden, ersetzt aber keine der klassischen Schutzmaßnahmen.
- KI-gestützte Bilderkennung arbeitet noch nicht verlässlich genug.
- Die Forschung arbeitet an standardisierten Verfahren, um den Kleintierschutz zu einem festen Prüfbestandteil von Mährobotern zu machen.

Ein genaues statistisches Gesamtbild fehlt. Aber von vernachlässigbarem Kollateralschaden auszugehen, wäre ein zynischer Trugschluss. „Es ist definitiv ein Problem. Doch schleppt sich ein verletztes Tier fort und verendet in der Hecke, bekommen das die meisten nicht mit. Erst wenn ein Igel tot auf dem eigenen Rasen liegt, führt dies oft das Ausmaß vor Augen“, so Wildtierexperte James Brückner vom Deutschen Tierschutzbund gegenüber c't.

Sensorik für Tierwohl

Auch bei unseren sporadischen Tests von Mährobotern erreichten uns Leserfragen zum Thema Igelsicherheit. Hinzu kommt, dass Hersteller autonomer Mähroboter den Kleintierschutz zunehmend als Verkaufsargument entdeckt haben; plakativ bewerben beispielsweise die Hersteller Worx und Ecovacs den Igelschutz auf ihrer Webseite. Hightech-Sensorik soll in vielen Modellen der neuen Generation nicht nur die Navigation ohne Begrenzungskabel durch die Flora ermöglichen, sondern auch Kollisionen mit der Fauna verhindern. Im Idealfall drehen die Mäher bei, noch bevor es zur Karambolage kommt. Insgesamt sechs der sieben Testkandidaten (siehe Test S. 108) wollen dank erweiterter Sensorik ausdrücklich Zusammenstöße mit Hindernissen vermeiden. Davon könnten auch Igel profitieren.

Die Ansätze der Hersteller sind dabei recht unterschiedlich. Der Worx Landroid Vision M600 setzt bei der Freund-Feind-Erkennung auf eine weitwinklige Farbkamera mit hohem Dynamikumfang statt auf Ultraschallsensoren wie in vorherigen Modellen. Die Kamerasoftware wurde mit KI-Hilfe darauf trainiert, Haus- und Wildtiere zu erfassen, um dann Ausweichrouten zu initiieren.

Tipps zum Kleintierschutz

- **Nachtfahrten unterbinden:** Um das Risiko einer Kollision mit den überwiegend nachtaktiven Igeln zu reduzieren, beschränkt man die Mähprogramme am besten auf Zeitfenster mit Tageslicht. Der Worx-Roboter fährt abends automatisch zur Basisstation zurück. Etwa bei Ecovacs muss man das in der App aktivieren.
- **Updates, Updates, Updates:** Während des Testzeitraums haben viele Hersteller kontinuierlich Updates angeboten. Da sie auch den Tierschutz betreffen könnten, sollte man den Roboter aktuell halten.
- **Mähfläche checken:** In der Paarungszeit, zum Winterspeckanfressen oder zur Nestmaterialsuche für den Nachwuchs sind Igel auch tagsüber unterwegs. Wer kann, sollte den Roboter lieber manuell statt automatisch starten und einen prüfenden Blick auf die Mähfläche werfen.
- **Klein auf „Ein“:** Die Hinderniserkennung ist in manchen Apps für kleine Objekte optimierbar, so bei Ecovacs und EcoFlow. Womöglich weichen die Mäher dann vereinzelt auch Gräsern und Laub aus – damit kann man leben.
- **Empfindlichkeit „hoch“:** Generell sollten man den Erkennungsalgorithmen zum Start freie Bahn gewähren. Erst wenn sie durch Fehlerkennungen massiv den Betrieb stören, muss man einen Gang runterschalten.
- **Privat-TÜV:** Wer will, testet anhand von Attrappen selbst, wie gut der eigene Mähroboter Igel erkennt. Die von c't verwendeten Modelle sind handelsübliche Dekoprodukte. Der Einfachheit halber taugt auch ein Kuscheltier als Indiz.
- **Mähfreie Zonen:** Wilde Ecken und Randbereiche für den Nestbau von Igeln lassen sich bei den Robos mit Kartendarstellung leicht abgrenzen. Sie dienen Tieren als Rückzugsort oder Wanderpfad.

Ecovacs verbaut im Goat G1 eine Fish-eye- und eine Panoramakamera, um mindestens drei Zentimeter hohe Hindernisse zu erkennen. Die Algorithmen wissen laut Hersteller dank KI generell Objekte von mindestens drei Zentimetern Höhe sowie Hunde, Katzen und Igel vom Untergrund zu unterscheiden.

Der Einhell Freelexo CAM 500 nutzt Ultraschallsensoren, die Wände und Bäume ebenso wie Menschen oder Haustiere erkennen sollen. Zusätzlich achtet eine Kamera an der Front auf kleinere Hindernisse

am Boden direkt vor dem Gerät. Mit Beispielen wurde sie nach Angaben des Herstellers auf Katzen und Igel trainiert.

Der EcoFlow Blade kombiniert Lidar und eine Farbkamera mit Bildmustererkennung. Das System erfasst laut Hersteller innerhalb einer Reichweite von 30 Zentimetern bis drei Metern Objekte, die größer als zehn mal zehn Zentimeter sind. Inwiefern die Algorithmen auf Tiere trainiert sind, erklärt EcoFlow auf c't-Anfrage nicht.

Der Segway Navimow H1500E hat als Basismodell nichts für die Fernaufklärung



Kleintierschutz fängt bei der Konstruktion der Mähroboter an. Die beim Worx (7) durchgezogenen Kunststoffstege „kämmen“ durch den Rasen und halten größere Objekte mechanisch fern von den Messern. Beim Husqvarna (4) schützt eine zusätzliche Gleitscheibe den Bereich direkt unter dem Mähwerk. Der Blade (1) verlässt sich auf seine erweiterte Sensorik: Die große Mähscheibe wird nur knapp vom Gehäuse verdeckt.

Gekommen, um zu bleiben

Die Biologin Dr. Sophie Lund Rasmussen forscht an den Unis Oxford und Aalborg zur Sicherheit von Mährobotern bei Begegnungen mit Igeln. In den sozialen Medien gibt sie Tipps als „Dr. Hedgehog“. Im c't-Interview spricht sie über das Potenzial von Distanzsensoren und die Herausforderungen, technische Sicherheitsvorkehrungen für Igel zu entwickeln.

c't: In Ihrer Studie von 2021 war auf Distanzsensoren mit Ultraschall und KI-Kameras kein Verlass. Unser aktueller Test bringt bessere Ergebnisse. Ist die Technik inzwischen reif genug für den zuverlässigen Kollisionsschutz?

Dr. Sophie Rasmussen: Ich setze große Hoffnungen auf die Bildmustererkennung. Aber meine ersten Stichproben mit Modellen der neuen Generationen ergeben, dass die Qualität der Erkennung weiterhin stark schwankt. Zum Teil sind die Ergebnisse mit demselben Gerät mal gut und mal schlecht. Das ist frustrierend. Ich bleibe aber zuversichtlich, dass die Technik ein fester Bestandteil in den Sicherheitsmaßnahmen für den Kleintierschutz wird. Ich sehe großes Interesse bei den Herstellern. Entscheidend ist, dass sie Produkte besser testen, damit die Mähroboter auf viel mehr Szenarien zuverlässig reagieren.

c't: Trainieren die Hersteller ihre KI-Algorithmen nicht gut genug mit Igeln?

Rasmussen: Ich habe keinen Einblick in die Produktentwicklung. Selbst die Hersteller, die an einer Forschungszusammenarbeit interessiert sind, halten sich bedeckt. Aus meiner Sicht kommt es auf ein möglichst realistisches Testszenario an. Das größte Problem dabei ist, dass es keine normierten Prüfverfahren gibt. Mein Ziel ist es, sowohl eine Prüfnorm für Igelsicherheit zu entwickeln und in das verbindliche Prüfprotokoll für die Zulassung von Mähroboter auf dem europäischen Markt einfließen zu lassen, als auch ein Prüfsiegel für „igelfreundliche Mähroboter“. Aber das ist ein langwieriger Prozess.

c't: Was sind die Voraussetzungen, um einen igelfreundlichen Mähroboter zu entwickeln?



Bild: Pia-Burnmøller-Hansen

Sophie Rasmussen alias „Dr. Hedgehog“ ist international anerkannte Igel-forscherin.

Rasmussen: Hauptsächlich fehlt es an einem verbindlichen Test-Dummy. In Bezug auf die menschliche Sicherheit gibt es Vorgaben für Prüfatrappen von Kinderfüßen. Etwas Vergleichbares für Igel gibt es nicht. Mein Forschungsteam hat einen Prototyp entwickelt, der aber noch Feinschliff braucht. Um konsistente Ergebnisse zu erhalten, müssen Parameter wie Größe, Textur, Gewicht und Widerstand stimmen und entsprechen denen eines echten Igels. Das ist Detailarbeit. Sobald er fertig ist, möchte ich ihn als 3D-Druckvorlage veröffentlichen, damit nicht nur Firmen, sondern auf Wunsch auch technikaffine Verbraucher und Verbraucherinnen ihn drucken und einsetzen können. Mähroboter sind gekommen, um zu bleiben, daher sollte unsere Priorität darin bestehen, sie für Igel und andere Tiere sicherer zu machen.

c't: Welcher Technologie für Distanzsensoren messen Sie künftig das größte Potenzial bei: Kameras, Ultraschall oder Radar?

Rasmussen: Ich denke, dass wir mit der Kameraerkennung schon sehr weit gekommen sind, und hoffe, dass dies eine gute und solide Lösung sein wird, um die Sicherheit der Maschinen für Igel in absehbarer Zeit zu erhöhen.

an Bord. Ultraschall gibt es ab Werk nur im nächstgrößeren Modell H3000E. Im Test stattdessen zusätzlich installiert: das gegen Aufpreis erhältliche Kamerasystem „VisionFence“, das fürs Erkennen kleiner Objekte konzipiert ist.

Husqvarna integriert im Automower 430X Nera weder ab Werk noch optional eine Kamera, sondern Radar. Dies erkennt Hindernisse besser als übliche Infrarotsensoren und funktioniert im Unterschied zu Kameras auch bei Dunkelheit, betont der Hersteller gegenüber c't. Mit welchen Objekten er das geprüft hat, konkretisiert er nicht.

Im Unterschied zu allen anderen Modellen hat der Stiga A 3000 keine Sensoren, die Kollisionen aus der Ferne antizipieren können. Für die Hinderniserkennung verlässt er sich auf klassische Technik: Die Haube ist auf federnden Stäben gelagert, an deren Basis die Sensorik sitzt und leichte Verschiebungen zwischen Haube und Roboter detektiert.

Die moderne Distanzsensorik ersetzt keine der traditionellen Schutzmaßnahmen. Damit bei Normprüfungen keine Finger- und Kinderfußatrappen die rotierende Messerscheibe berühren können, verkleiden alle Hersteller die Geräte vorschriftsgemäß mit seitlichen Blenden. Ein Druck auf die deutlich sichtbare Stopp-Taste muss zudem den Mähvorgang beenden. In allen Geräten stoppen Kontakt-, Bewegungs- oder Lagesensoren das Mähwerk, wenn die Geräte mit etwas kollidieren oder die Front beim Auffahren vom Boden abhebt. Husqvarna verbaut als einziger Hersteller einen mechanischen Schutz am Mähwerk: Eine dünne Metallscheibe deckt die Mähscheibe mit ihren schwingenden Klingen ab.

Diese Maßnahmen sollen zwar zualererer der Unversehrtheit menschlicher Gliedmaßen dienen, doch auch Igel profitieren von ihnen. Sie stellen für die Tiere eine zweite Sicherheitsebene dar, falls die Distanzsensoren nicht anschlagen.

Test mit Igelatrappen

Während Sicherheitsvorkehrungen für Menschen normiert sind, gibt es bislang keine Vorschriften zum Kleintierschutz, geschweige denn zu dessen Prüfung. In unserem Test haben wir die Mäher mit aus menschlicher Sicht realistisch anmutenden Igelatrappen auf die Probe gestellt. Wir haben sie in mehreren Durchläufen bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen mal mit dem Hinterteil, mal mit der

Schnauze nach vorne in die Fahrtrichtung der Mähroboter platziert.

Wir wollten wissen: Erkennen die Geräte die Attrappen zuverlässig aus der Distanz, und falls nicht, stoppen sie wenigstens bei einem Stoßfängerkontakt oder fahren sie sie über den Haufen? Die Tests fanden tagsüber statt. Denn entgegen der landläufigen Annahme, Igel seien nur nachts aktiv, sind paarungswillige oder kranke Tiere und solche auf Materialsuche für den Nestbau auch vor der Abenddämmerung unterwegs. Generell gilt die Empfehlung, die Roboter nur bei Licht auf die Reise zu schicken (siehe S. 117).

Unser Prüfstand entspricht in einer vereinfachten Form dem der eingangs erwähnten Feldstudie der Unis Oxford und Aalborg, die 2021 für Aufsehen gesorgt hat. Bei 17 von 18 getesteten Mährobotern dokumentierte ein Team um die Biologin Dr. Sophie Lund Rasmussen Zusammenstöße, die die verwendeten Igelkadaver von minimal bis sehr schwer verletzten. Im Interview erzählt Rasmussen, alias „Dr. Hedgehog“, was sie von der erweiterten Sensorik neuer Roboter erwartet. 2021 ließ nur Gardenas Sileno Life – ein kabelgeführter Mäher ohne Distanzsensoren – die Tiere unversehrt.

Enttäuschend: Keines der damals noch wenigen Modelle mit Distanzsensoren erkannte die Igelpräparate aus der Ferne. Die größten Probleme, die Tiere auf welche Art auch immer zu erfassen, hatten die Roboter ausgerechnet bei zwei besonders vulnerablen Igelgruppen: von Elterntieren abhängige Jungigel und der Obhut entwachsene selbstständige Jungigel. Unsere Igelattrappen entsprechen mit Maßen von 120 g und 12 cm sowie 360 g und 15 cm diesen Gewichtsklassen.

Die Ergebnisse

Von den sechs Geräten mit zusätzlicher Sensorik erkannten lediglich der Worx Landroid Vision und der EcoFlow Blade auf 100 Prozent der Prüffahrten die Igelattrappen aus der Ferne und drehten ohne eine Berührung ab. Dem Blade gelang dies erst nach einem Firmware-Update auf Version 0.3.37.20. In der Vorversion überfuhr das Gerät die Hindernisse in einem Drittel der Fälle. Weil das ungewöhnliche Gehäuse keinen herkömmlichen Stoßfänger und nur einen sehr schmalen Kamm hat, geraten kleine Objekte leicht unter den schweren und auf maximaler Stufe äußerst schnell fahrenden Mähroboter. Dass seine Distanzsensoren anschlägt, ist für

Mit dem Foto eines Igels auf der Produktwebseite suggeriert Worx einen besonders effektiven Kleintierschutz.




den Kleintierschutz daher besonders wichtig.

Während keiner einzigen Kollisionsfahrt schlugen die Fernsensoren von Husqvarna und Segway an. Stattdessen führte bei diesen beiden Marken immer erst ein Signal der Stoß- oder Kippsensoren zu einem Stopp mit anschließendem Ausweichmanöver. Dem Tierwohl ist damit dennoch Genüge getan. Handelte es sich um echte Igel statt um Attrappen, wäre das Verletzungsrisiko nur minimal.

Beim Ecovacs Goat G1 reagierte das Kamerasystem nur in der Hälfte der Fälle, das des Einhell-Mähers gerade mal in 17 Prozent aller Durchläufe. Bei diesen Modellen reichte der mechanische Schutz nicht aus, um für die zeitweilig sehgeschwachen Kameras der Mäher in die Bresche zu springen. Daher blieben bloß in drei Viertel (Freelexo CAM) beziehungsweise

zwei Drittel der Fälle (Goat G1) die Attrappen unversehrt. Der Stiga A 3000 schafft es ohne eingebaute Distanzsensoren und stattdessen rein mit Stoß- und Hebesensoren immerhin in 85 Prozent der Durchläufe, sich von den Igel-Dummies nach kurzem Körperkontakt abzuwenden.

Fazit

In der neuen Generation autonomer Mähroboter haben Distanzsensoren für die Hinderniserkennung das Potenzial, das Verletzungsrisiko kleiner Wildtiere drastisch zu reduzieren. Zum jetzigen Zeitpunkt kann die erweiterte Sensorik bewährte Schutzmechanismen zwar sinnvoll ergänzen, aber nicht ersetzen. Die in unserem Test aufgelisteten Tipps zum Kleintierschutz sollte man sich beim Einsatz von Mährobotern daher zu Herzen nehmen. (sha@ct.de) 

Wie KI-Kameras Igel sehen

Die getesteten Mähroboter von EcoFlow, Ecovacs, Einhell, Worx und Segways VisionFence erkennen Objekte mit maschinell trainierter Kamerasoftware. Warum erfassen manche die Igel-Dummies besser als andere? Vermutlich liegt das an der Auswahl und Masse der Trainingsdaten. Von außen überprüfen lässt sich das nicht. Alle Hersteller hüten die genaue Vorgehensweise als Betriebsgeheimnis. Einhell und Worx gewährten auf c't-Anfrage zumindest einen kleinen Einblick.

Beide Hersteller betonen, dass sie im ersten Schritt den Algorithmen keine Bildmuster verschiedener Tierarten präsentieren. Das sei wegen der vielen morphologischen Unterschiede allein etwa bei Hunderassen eine unrealistische Aufgabe, hebt Worx hervor. Stattdessen bringen beide Unternehmen der Soft-

ware bei, Rasen von „Anomalien“ zu unterscheiden, seien es Gartengeräte, ein menschlicher Fuß oder ein Tier. Gegen Fehlalarme helfen Toleranzen, etwa für Laub. Laut Einhell wird das Ergebnis erst im zweiten Schritt mit mehreren tausend Einzelbildern von einheimischen Tieren wie Katzen oder Igeln verifiziert. An seine Grenzen stößt dieser Ansatz der Objekterkennung bei besonders kleinen Tieren wie Fröschen, Eidechsen und Schlangen, die sich im Gras verstecken und farblich kaum davon zu unterscheiden sind.

Aufnahmen von den privaten Gärten der Nutzenden verwende Worx nur bei ausdrücklicher Erlaubnis im Rahmen von Beta-Tests, aber nicht grundsätzlich. Auch alle anderen Hersteller betonen, dass die Kameras keine Bilder speichern oder in die Herstellercloud hochladen.



Linux fürs Handy

postmarketOS: Nachhaltiges Mobilbetriebssystem für Enthusiasten

Das Entwicklerteam hinter postmarketOS lässt sich von der Android- und iOS-Dominanz nicht entmutigen und portiert emsig Treiber für Mobilgeräte auf den Standard-Linux-Kernel. Damit sollen Geräte, für die der Hersteller kein aktuelles Betriebssystem mehr liefert, einer sinnvollen Weiterverwendung zugeführt werden. Wir haben uns postmarketOS angesehen und mit dessen Erfinder gesprochen.

Von Keywan Tonekaboni

Um gleich falschen Erwartungen vorzubeugen: postmarketOS ist derzeit kein alltagstaugliches Mobilbetriebssystem. Wer einen „Daily Driver“ mit perfekter Hardwareunterstützung oder eine Android-Alternative mit polierter Bedienoberfläche sucht, wird enttäuscht. postmarketOS bietet, wie in den Anfangstagen des Linux-Desktops, noch Abenteuer pur: Kommandozeile, Handarbeit und selbstgebaute, an individuelle Bedürfnisse angepasste Installations-Images mit teils obskuren Bedienoberflächen. Was man dafür bekommt: Nachhaltigkeit, Freiheit und einen unverstellten Zugriff auf Be-

triebssystem und Hardware. Aber auch ganz neue Nutzungsszenarien ergeben sich, wie das Upcycling ausgemusterter Mobilgeräte zu Kleinstservern als Alternative zu einem Raspberry Pi zeigt; falls der Handyakku noch geht, sogar quasi mit eingebauter USV.

Im Kern ist postmarketOS eine Linux-Distribution für Android-Geräte und Chromebooks auf Basis des schlanken Alpine Linux, welches auch als Grundlage für Docker-Container beliebt ist. Im Unterschied zu Android verwendet postmarketOS den normalen Linux-Kernel, auch Mainline- oder Upstream-Kernel genannt. Wie bei Desktop-Distributionen ist man nicht auf eine grafische Oberfläche festgelegt. Die Palette reicht von Phosh, das Purism für sein Linux-Smartphone Librem 5 entwickelt hat, über KDE Plasma Mobile bis hin zu Tiling-Window-Managern wie Sway oder i3wm. Das Tool pmbootstrap hilft bei der Konfiguration und Installation. Außerdem erleichtert es das Cross-Compiling, also etwa auf einem 64-Bit-x86-PC für ARM zu kompilieren, und senkt so die Hürde, selbst mitzuentwickeln. Daher ist pmbootstrap ein wichtiger Teil des postmarketOS-Projektes.

Installation

Es gibt zwei Wege, postmarketOS zu installieren. Zum einen gibt es Installations-Images, wie man sie von Custom-ROMs für Android kennt, die man mit einem Tool wie fastboot mittels USB auf das Handy flasht. Die Images kommen je nach Gerät mit jeweils verschiedenen Bedienoberflächen, von minimalistischen bis hin zur Gnome Shell Mobile, sowie in einer stabilen Variante und einer aktuellen Entwicklungsversion („edge“).

Flexibler ist der zweite Weg über das Tool pmbootstrap, über das man mit wenigen Schritten auf dem PC eigene Images erzeugen und direkt auf Mobilgeräte flashen oder auf eine SD-Karte schreiben

kann. Das Tool richtet ein Chroot mit Alpine Linux ein und installiert dort die gewünschten Komponenten.

Linux-Insider kennen das Prinzip auch von anderen Distributionen, etwa debootstrap bei Debian. Als Erstes ruft man das Tool im Terminal mit pmbootstrap init auf, ein textbasierter Dialog fragt dann, wo das Chroot eingerichtet werden soll, für wel-

Frisch aus
c't Nerdistan

che Plattform man ein Image bauen will, ob mit grafischer Oberfläche und wenn ja, mit welcher. Auf Wunsch installiert das Tool weitere Pakete vor und hinterlegt die eigenen öffentlichen SSH-Schlüssel, was später die Anmeldung via SSH deutlich vereinfacht. Mit `pmbootstrap install` installiert man das vorbereitete System auf einem verbundenen Mobilgerät oder auf einer SD-Karte. Bei vielen Geräten kann man dann mit `pmbootstrap flasher flash_rootfs` das Image über USB in den internen Speicher flashen. Bei Android-Geräten muss man zusätzlich noch mit `pmbootstrap flasher flash_kernel` die `boot.img`-Datei, die Kernel und `initramfs` enthält, flashen. Welche Befehle genau nötig sind und was es für das jeweilige Gerät zu beachten gilt, steht im `postmarketOS-Wiki` (siehe ct.de/ygee).

Um `postmarketOS` zu testen, haben wir uns ein gebrauchtes Oneplus 6T gekauft, weil das schneller als das PinePhone Pro [1] ist und bis auf die Kamera fast alle wichtigen Funktionen unterstützt. Dank der guten Dokumentation im Wiki konnten wir relativ einfach den Fastboot-Modus aktivieren und dann das erste Image flashen, zunächst ein von der `postmarketOS`-Website heruntergeladenes Image mit `Gnome Shell Mobile`. Bei den vorgefertigten Images meldet man sich meist mit der PIN 147147 an.

Bedienoberflächen im Miniaturformat

Der erste Eindruck war positiv: Viele Elemente kamen uns gleich vom Desktop-Gnome bekannt vor und ließen sich flüssig bedienen. Die Bedienoberfläche selbst, also etwa das Systemmenü oder der App-Starter, sind sehr gut auf das kleine Hochkant-Display angepasst, aber öffneten wir Anwendungen, stießen wir schnell auf breite Desktop-Dialoge, die die Grenzen des Mobildisplays sprengten. Mit einer neuen Installation haben wir `Phosh` ausprobiert. Das war schon besser auf den kleinen Formfaktor optimiert, aber auch hier gab es Probleme.

Spannend fanden wir `SXMO`, was für Simple X Mobile steht, aber mittlerweile statt X den Wayland-Tiling-Manager `Sway` nutzt. Ein Tiling-Window-Manager ist schon auf dem Desktop etwas für Liebhaber, auf dem Handy erst recht exotisch. Anwendungen startet man nicht mittels Icons oder App-Raster, sondern über ein Systemmenü im Retro-Look, das man mit einer Wischgeste vom oberen Bildschirm-

rand aufruft. Mit weiteren Gesten verschiebt man Apps auf andere Arbeitsflächen, teilt den Bildschirm zwischen mehreren Apps nebeneinander auf oder schließt sie wieder. Ein Wisch vom unteren Rand blendet die Bildschirmtastatur ein oder aus. Als wir den Dreh raus hatten, klappte das erstaunlich gut und überzeugte mehr als die schicken Oberflächen von `Gnome`, `Phosh` und `KDE Plasma`.

Beim Ausprobieren der verschiedenen Bedienoberflächen haben wir gemerkt, dass man neue `postmarketOS`-Varianten viel einfacher und schneller via `pmbootstrap` auf das Gerät installiert und flasht, als die generischen Images herunterzuladen. Außerdem gab es zum Zeitpunkt unseres Tests einen Bug, bei dem das Image die Größe der `userdata`-Partition während der Installation angepasst hat und so der freie Speicherplatz schnell aufgebraucht war. Ein Workaround, wie man das händisch korrigiert, steht im Bug-tracker. Mit `pmbootstrap` trat der Fehler nicht auf.

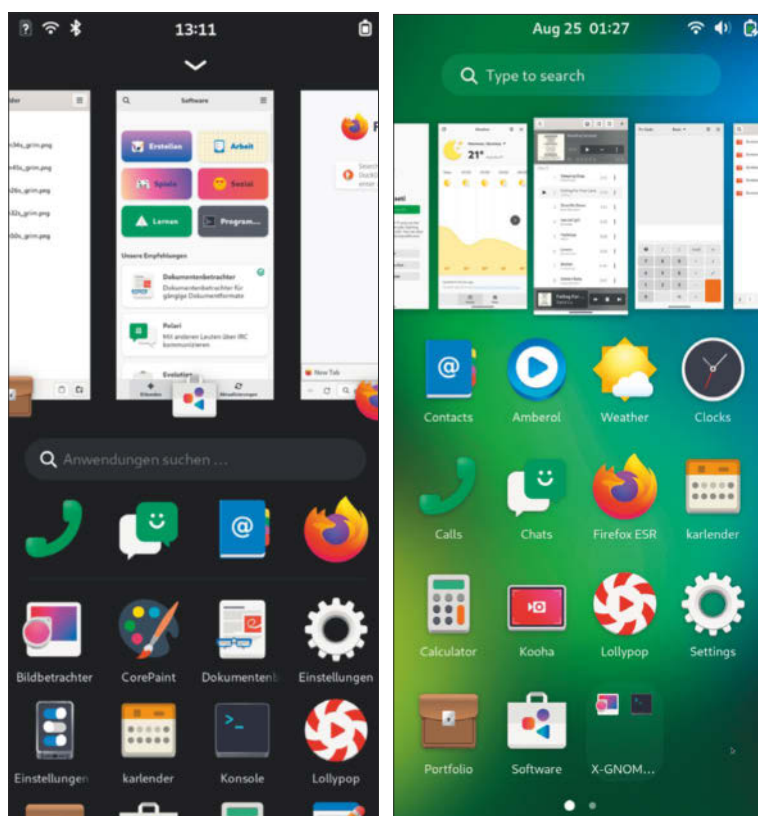
Zusätzlich haben wir aus einer Vitrine in der c't-Kaffeeküche mit Retroschätzen ein Nokia N900 stibitzt. Dort mussten wir zunächst über das vorinstallierte Nokia-Linux „Maemo“ den Bootloader U-boot installieren. Das Image für das N900 wird auf eine SD-Karte geschrieben, von der

das betagte Tastaturhandy bootet, und enthält nur den spartanischen Window-Manager `i3wm`. Die Bedienung war nicht ganz so eingängig wie bei `SXMO`, aber funktionierte. Für ein Upcycling des N900 zum Mikro-Server, zur Smart-Home-Fernbedienung oder Musikabspielstation reicht es allemal.

Sicherheit und Nachhaltigkeit

Gestartet hat das `postmarketOS`-Projekt Oliver Smith aus Süddeutschland. „Mich hat die Smartphone-Landschaft frustriert“, erklärt der junge Software-Entwickler im Interview mit c't seine Motivation. „Als ich 2016 angefangen habe, gab es für die meisten Geräte nur eine super kurze Lebensdauer, da man nur maximal zwei Jahre Updates bekommen hat.“ Effektiv blieben dann vielleicht insgesamt eineinhalb Jahre Nutzung, weil zwischen Produktvorstellung und Kauf meist ja auch Zeit verstreicht. „Entweder du hast halt ein unsicheres Gerät oder du kaufst die ganze Zeit neue Geräte, was aus Nachhaltigkeitssicht nicht toll ist“, beschreibt er sein Dilemma.

Daher überlegte er, wie man es besser machen kann. „Bei `postmarketOS` gibt es einen sehr geringen Anteil pro Gerät, nämlich ein gerätespezifisches Paket und meistens noch einen Kernel“, betont Oliver



Phosh und Gnome Shell Mobile teilen sich eine Codebasis, die Ähnlichkeit sieht man auf den ersten Blick.

Smith und ergänzt: „Wir schauen, dass wir zunehmend den Mainline-Kernel verwenden, und dadurch ist es viel leichter, die Geräte über einen längeren Zeitraum zu warten.“ Ist erst einmal ein Gerätetreiber im Kernel, kümmert sich die Kernel-Community um die Pflege der Treiber mit. Das Update-Problem bei Android rührte auch daher, dass die Gerätehersteller die Unterstützung in heftig angepasste Android-Kernel einbauten, aber dann bei Änderungen nicht mehr nachkommen, ihre Treiber an geänderte Kernel-Schnittstellen anzupassen. Von der Mainlining genannten Arbeit profitieren auch andere Mobil-Linux-Projekte wie Mobian, mit denen postmarketOS freundschaftlich zusammenarbeitet.

Langlebigkeit ist nur eines der Motive für postmarketOS. Weitere sind Privatsphäre – ein System ohne Tracking und Account-Zwang – sowie die freie Wahl, ob und welche Clouddienste man nutzt. Das bieten zwar auch manche Android-Custom-ROMs, aber für Smith ist dort die Abhängigkeit zu Google zu groß, weil der Konzern über das Android Open Source Project (AOSP) die Kontrolle über den Quelltext hat. Und dann gibt es noch einen ganz anderen Aspekt, warum Smith und seine Mitstreiter sich die ganze Arbeit machen: „Es ist halt einfach schön, ein Linux-Betriebssystem zu haben, in

dem du alles machen kannst, was du mit einem normalen Linux machen kannst“, schwärmt er im Interview. „Du hast halt dein SSH drin, kannst darüber einfach Dateien herüberkopieren, dann hast du einen kompletten Paketmanager und solche Sachen. Aus administrativer Sicht ist das sehr schön.“ Wie bei Linux-Systemen üblich kann man über /dev/ direkt mit der Hardware sprechen, soweit sie vom Kernel unterstützt wird. „Beim PinePhone sind hinten Pogo-Pins drauf, auf die man zugreifen kann“, berichtet Smith. „Und damit haben Leute schon Sachen angesteuert, ähnlich wie mit einem Raspberry Pi.“

Gerätevielfalt

Neben dem erwähnten Pine64 PinePhone Pro unterstützt postmarketOS derzeit das Librem 5 vollständig, zudem die Virtualisierungssoftware QEMU, weshalb diese Plattformen unter „Main“ im Wiki gelistet sind (siehe ct.de/ygee). Daneben gibt es Geräte in der Kategorie „Community“, die weitgehend, aber wegen fehlender Treiber nicht vollständig funktionieren. Beispielsweise wird die Kamera nicht unterstützt oder GPS funktioniert nur teilweise. Darunter sind 20 Handys vom Klassiker Nokia N900 über das Samsung Galaxy S3, das Fairphone 4 bis hin zum OnePlus 6/6T. Außerdem pflegt die Community Instal-

lations-Images für acht Tablets und circa 40 Chromebooks und ähnliche Geräte. Insgesamt gibt es laut Oliver Smith gut 450 Geräte, auf denen postmarketOS zumindest bootet.

Als er das Projekt angefangen hat, hätte er sich diese Resonanz gar nicht vorstellen können: „Innerhalb der ersten Woche kamen erfreulicherweise direkt ganz viele Leute dazu“, erinnert er sich. „Wir haben ein Team gebildet und kollaborativ daran gearbeitet. Und so wurden immer mehr Geräte portiert.“ Das Projekt besteht mittlerweile im Kernteam aus sieben Personen sowie 30 regelmäßigen Contributern. Dazu kommt noch ein Dutzend Leute, die sich nur um das Mainlining kümmern, also gerätespezifische Android-Kernel untersuchen und dann Patches für den Linux-Kernel erstellen und Upstream einreichen.

Oliver Smith hofft, dass postmarketOS in der Zukunft irgendwann so ausge-reift ist, dass es als Android-Alternative taugt. „Ich würde es aktuell nur Entwicklern an die Hand geben und allen, die sich damit befassen wollen, wie sie ihr Gerät an die Grenzen bringen können“, betont er. Ihm sei jeder in der Community willkommen. „Wir versuchen, ziemlich offen zu sein“, versichert der Projektgründer und strahlt: „Es ist immer schön zu sehen, wenn jemand dann postmarketOS auf ein neues Gerät portiert hat, was man gar nicht erwartet hat.“

Fazit

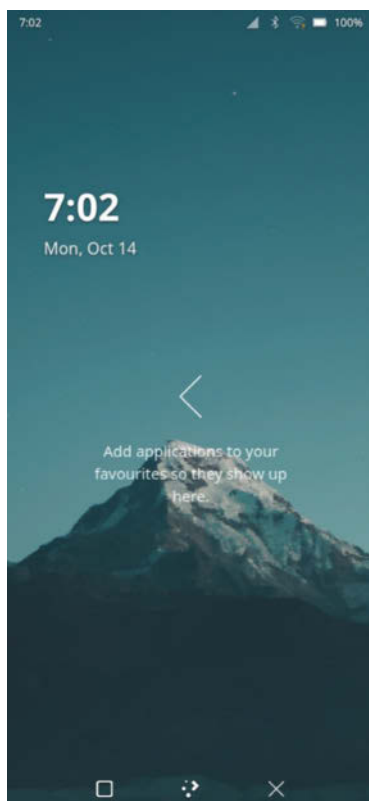
Wir haben beim Ausprobieren viel Spaß mit postmarketOS gehabt, besonders mit den ungewöhnlichen Bedienoberflächen. Daran haben auch das Tool pmbootstrap und das hilfreiche Wiki einen Anteil, die beide den Einstieg enorm erleichtern. Und uns kommen auch die ersten Ideen für Projekte wie eine Smart-Home-Fernbedienung, für die wir schon Altgeräte herausgekratzt haben. Wenn man nicht mit den falschen Erwartungen an postmarketOS herangeht, kann man viel Freude mit dem System haben und einiges lernen.

(ktn@ct.de) 

Literatur

- [1] Niklas Dierking, Beta-Hardware, Alpha-Software, Linux-Smartphone PinePhone Pro, c't 2/2023, S. 98

Projektwebseite, Wiki und weitere Infos:
ct.de/ygee



KDE Plasma Mobile (links) war für postmarketOS ein Meilenstein, als erste für Mobilgeräte angepasste UI. Ungewöhnlich ist SXMO (rechts), welches man über ein Menü bedient, das man per Wischgeste einblendet.

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



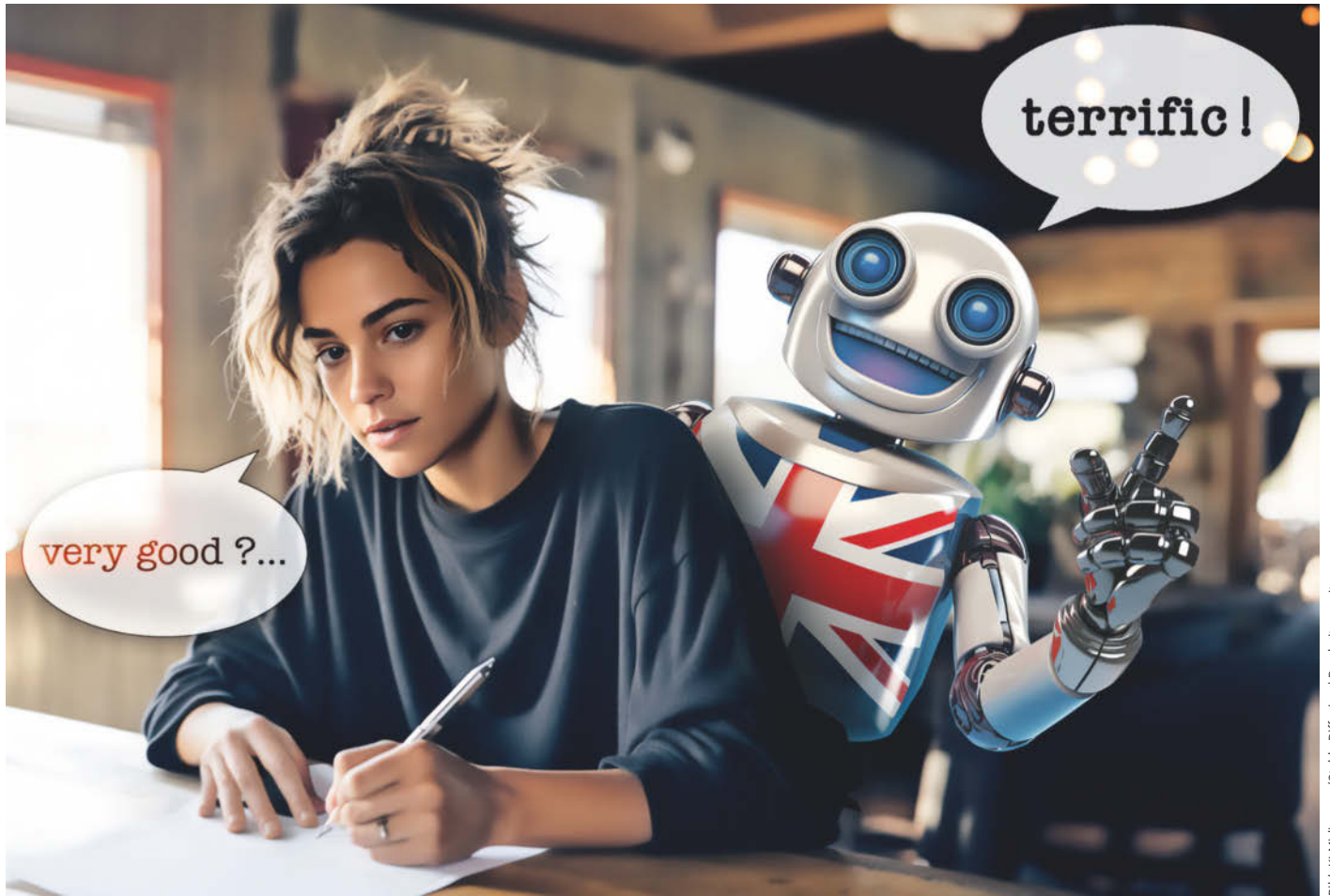


Bild: KI Midjourney/Stable Diffusion | Bearbeitung: c't

Kluge Schreibgehilfen

KI-Schreibassistenten für englische Texte im Test

Schreibt man nun „if“ oder „when“, „since“ oder „for“, „bring“ oder „take“? Selbst-verfasste englische Texte klingen mitunter irgendwie verkehrt, ohne dass man genau sagen könnte, woran das liegt. KI-gestützte Assistenten bieten sich an, solchen Texten mit Stilgefühl und differenziertem Wortschatz den letzten Schliff zu verleihen.

Von Dorothee Wiegand

Auch nach etlichen Jahren Englischunterricht fällt es vielen Menschen schwer, sich schriftlich in der Fremdsprache auszudrücken. Wer im Kopf Satz für Satz auf Deutsch formuliert und dann übersetzt, produziert akzeptable, aber doch etwas unbeholfene Texte. Gut, wenn da noch mal jemand drüberschaut!

Als akribische Gegenleser bewerben sich sogenannte Schreibassistenten. Sie richten sich in erster Linie an englischsprachige Nutzer, die sie bei der Korrektur von Grammatikschnitzern, Flüchtigkeits- und Tippfehlern unterstützen. Außerdem wollen sie den Sprachstil verbessern, indem sie auf schwurbelige Sätze hinweisen, nichtssagende Adjektive oder Adverbien

durch präzise Alternativen ersetzen oder vor dem übermäßigen Gebrauch des Passivs warnen.

Der folgende Test widmet sich der Frage, welchen Nutzen die Dienste Anwendern bieten, deren Muttersprache nicht Englisch, sondern Deutsch ist. Typisch deutsche Englischfehler gibt es viele. Auf Wortebene droht beispielsweise Gefahr durch „false friends“. Gemeint sind englische Vokabeln, die deutschen Wörtern ähneln, aber nichts mit ihnen zu tun haben. So bedeutet „chef“ auf Englisch Koch und nicht Vorgesetzter, „actual“ steht für „wirklich“ oder „tatsächlich“ und nicht für „aktuell“. Noch schwieriger sind Wörter, die zwar manchmal als Überset-

ct kompakt

- Schreibassistenten für Englisch prüfen Texte aller Art auf Rechtschreib- und Grammatikfehler sowie auf unpassende Wortwahl. Häufig arbeiten sie mit einer Mischung aus regelbasierten und KI-Funktionen.
- Die Assistenten sind gut darin, Tipp- und Flüchtigkeitsfehler sowie Grammatikschnitzer zu korrigieren. Auf typisch deutsche Fehler, zum Beispiel bei der Wortwahl, sind sie nicht trainiert.
- Je nach Funktionsumfang helfen die hier getesteten Webdienste dem Anwender, bessere Formulierungen zu finden oder sein Sprachgefühl zu schulen. Man darf allerdings nicht davon ausgehen, dass Texte nach der Bearbeitung fehlerfrei sind.

zung eines ähnlich lautenden deutschen Words taugen, in anderen Fällen aber nicht. So passt „false“ durchaus, wenn es um „falsch“ im Sinne von „unaufrichtig“ geht – als Übersetzung von „nicht korrekt“ bietet sich jedoch eher „wrong“ an.

Weitere Stolperfallen lauern bei der Wahl der Zeitform. So verwenden Personen mit Deutsch als Muttersprache oft Present Perfect statt Simple Past („Last week I have worked a lot“, statt richtig: „Last week I worked a lot“). Im Test haben wir den Diensten Dokumente vorgelegt, die mit solchen typisch deutschen Fehlern gespickt sind (siehe Kästen).

Testfeld

Sieben Assistenten sollten in diesem Test beweisen, wie gut sie deutschsprachigen Nutzern beim Verfassen englischer Texte helfen. Mit dabei ist DeepL Write des Kölner Anbieters DeepL, der durch den gleichnamigen Übersetzungsdienst bekannt geworden ist. Ginger von Ginger Software und Grammarly des gleichnamigen Anbieters stammen aus den USA, ebenso QuillBot des gleichnamigen Anbieters und Wordvice AI von Wordvice. LanguageTool vom Anbieter LanguageTooler ist der zweite Kandidat aus Deutschland. Ebenfalls im Testfeld: ProWritingAid des britischen Anbieters Orpheus Technology.

Es gibt noch weit mehr Schreibassistenten für Englisch. Einige davon über-

Hello together!

Fehler bei den Zeitformen der Verben, Verwirrung beim Plural, falsch verwendete Präpositionen und auch der eine oder andere „false friend“ – es gibt typische Englischfehler, die deutschen Muttersprachlern besonders oft unterlaufen. In unsere Testdokumente haben wir diese Fehlerklassiker eingebaut – zugegeben in unrealistischem, übertriebenem Umfang. Wir wollten damit prüfen, wie gut die KI-Textassistenten deutschsprachigen Anwendern helfen, gerade solche Fehler zu vermeiden.

Die unten stehende fiktive E-Mail ist eines der Testdokumente. Anstelle von „Hello together“ hofften wir auf den Korrekturvorschlag „Hello everyone“, statt „chef“ sollte es „boss“ oder „manager“ heißen und so weiter. Für jeden Testkandidaten haben wir in den Kästen ab Seite 124 angegeben, wie viele sinnvolle Verbesserungen ein Dienst dazu im Text vorgeschlagen hat. Zum Vergleich: Die Fehlerkorrektur von Google Docs korrigierte 12 Fehler, die von Microsoft Word 7. Die Testdatei hatte folgenden Inhalt:

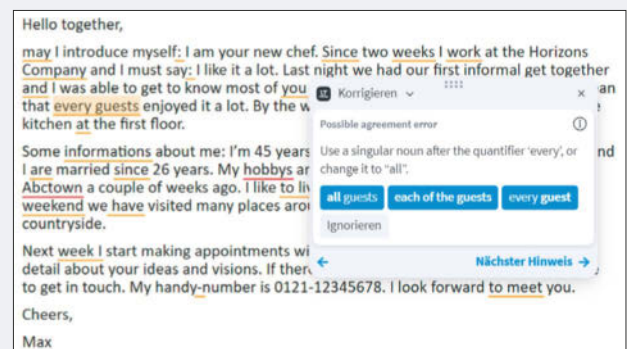
Hello together, may I introduce myself: I am your new chef. Since two weeks I work at the Horizons Company and I must say: I like it a lot. Last night we had our first informal get together and I was able to get to know most of you personal. I think the party was funny! I mean that every guests enjoyed it a lot. By the way: There are some rests of the food in the kitchen at the first floor.

Some informations about me: I'm 45 years old, married with two children. My wife and I are married since 26 years. My hobbys are sailing, tennis and jazz. We moved to Abctown a couple of weeks ago. I like to live here and my family likes it to. Last weekend we have visited many places around Abctown and admired the beautiful countryside.

Next week I start making appointments with every member of the team to speak in detail about your ideas and visions. If there are any questions, please do not hesitate to get in touch. My handy-number is 0121-12345678. I look forward to meet you.

Cheers, Max

Engischlerner profitieren, wenn ein Textassistent seine Korrekturen erklärt. LanguageTool überzeugete im Test mit guten Hinweisen zur Grammatik.



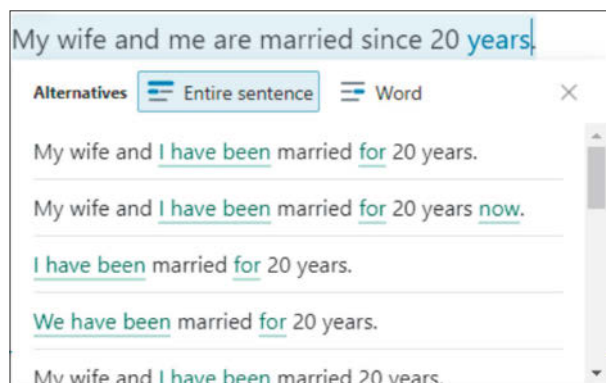
zeugten im Test nicht, andere machen zwar auf Spezialgebieten einen guten Job, sind aber insgesamt nicht mit Grammarly & Co. vergleichbar. Der Hemingway Editor, der in einer Online-Variante komplett kostenlos nutzbar ist, blieb beispielsweise außen vor, weil er in der bisherigen Form rein regelbasiert, also ohne KI arbeitet. Eine ganze Reihe von KI-Textassistenten richtet sich an Teams in Unternehmen und erlaubt das gemeinsame assistierte Schreiben – auch solche großen Lösungen haben wir nicht berücksichtigt.

Von fast allen Anbietern gibt es außer den hier getesteten Webdiensten auch Add-ins für Schreibprogramme und Brow-

ser, zum Teil sogar für Mailclients. Einige Hersteller haben außerdem Desktopversionen ihrer Software im Angebot. Die Tabelle auf Seite 127 nennt diese Erweiterungen und zusätzliche Versionen – sie sind aber nicht Gegenstand des Tests. Um die Kandidaten fair miteinander vergleichen zu können, haben wir jeweils die Webdienste zur Textkorrektur gegeneinander antreten lassen.

Webdienste im Vergleich

Bei den meisten Kandidaten legt der Anwender fest, ob er britisches oder amerikanisches Englisch verwenden möchte. „City centre“ gilt bei Voreinstellung UK



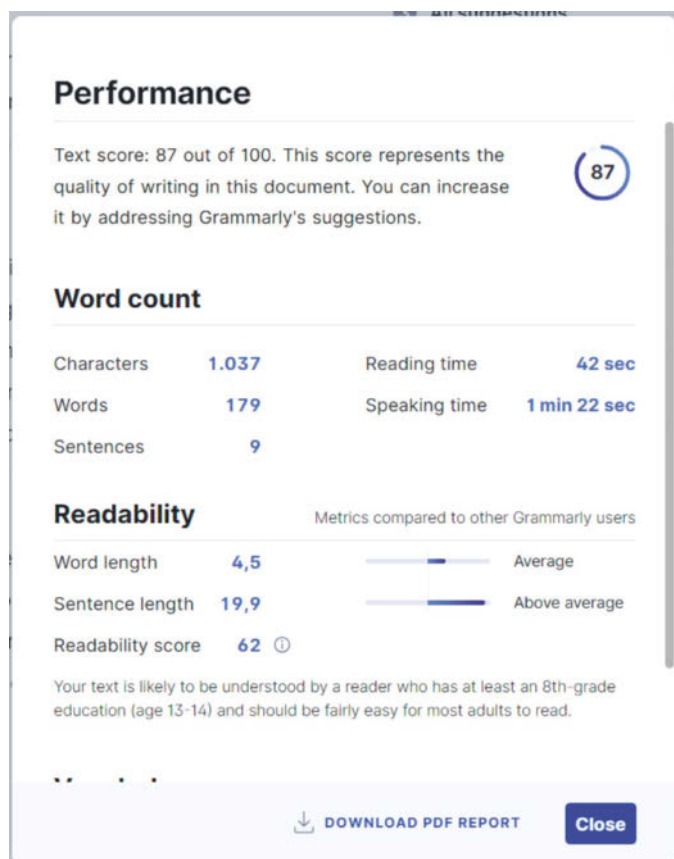
Zu jeder beanstandeten Textstelle schlägt DeepL Write eine ganze Reihe besserer Formulierungen vor – wahlweise auf Wort- oder Satzebene.

dann als korrekt, während es bei Voreinstellung US zu „City center“ korrigiert wird. Manche Kandidaten unterscheiden auch noch weitere Dialekte. Während Ginger, Grammarly und ProWritingAid lediglich englische Texte korrigieren, bieten viele Schreibassistenten ihre Dienste für mehrere Sprachen an – LanguageTool korrigiert in über 30 Sprachen, darunter sogar Esperanto. Die Tabelle auf Seite 127 nennt die jeweiligen Sprachkenntnisse der Kandidaten.

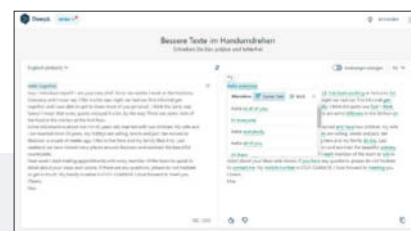
Die Arbeit mit dieser Art von Helfern beginnt typischerweise damit, dass der Anwender eigenen Text ins Editorfenster tippt oder kopiert. Die Tabelle verrät, welche Dienste alternativ auch Textdateien

verarbeiten. Bei Wordvice AI sind sogar Texteingaben per Sprache möglich. Ein persönliches Wörterbuch – bei manchen Diensten auch „freeze words“ genannt – ist praktisch, wenn man etwa Eigennamen oder bestimmte Wendungen dauerhaft von der Korrektur ausnehmen möchte.

Große Unterschiede zeigten sich im Test einerseits bei Anzahl und Qualität der Korrekturen, andererseits bei den Erklärungen dazu. So schlug DeepL Write im Test viele sehr gute Korrekturen vor, gab jedoch keinerlei Grammatik- oder Wortbildungsregeln dazu an. Englischler profitieren von ausführlichen Erklärungen, wie sie etwa LanguageTool liefert.



Grammarly analysiert Texte akribisch und ermittelt statistische Daten zu Lesbarkeit, Worthäufigkeit und Satzlengthen.



DeepL Write

DeepL Write befindet sich noch im Beta-Stadium. Dieser Assistent lässt sich komplett kostenlos nutzen, sogar ohne dafür ein Konto anzulegen. Wie bei der Schwesteranwendung zum Übersetzen ist das Arbeitsfenster in zwei Hälften geteilt: Links steht der Originaltext, rechts daneben erscheint zügig eine korrigierte Version.

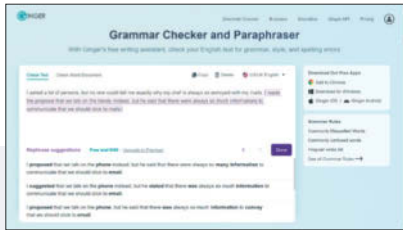
Das Erscheinungsbild der rechten Fensterhälfte kann der Anwender flexibel anpassen. Ein mit „Änderungen anzeigen“ beschrifteter An/Aus-Schalter regelt die Darstellung. Falls diese Option angeschaltet ist, erscheint von DeepL Write beanstandeter Text durchgestrichen, gefolgt von genau einem Korrekturvorschlag. Sobald der Anwender die Änderungsanzeige abschaltet, präsentiert der Dienst ihm jeweils mehrere Korrekturalternativen zu einzelnen Textstellen. Dabei kann er wählen, ob er Alternativen für einzelne Wörter oder ganze Sätze sehen möchte.

Der Dienst unterscheidet die Sprachstile Einfach, Geschäftlich, Akademisch und Technisch. Im Text der fiktiven E-Mail entdeckte DeepL Write 32 Fehler.

- ↑ findet viele Fehler
- ↑ verbessert Wortwahl deutlich
- ↓ keine Erklärungen

Weil man seine Texte ohnehin meist in einem Textprogramm formatiert, sind die Ansprüche an den Editor dieser Dienste nicht groß. Ein paar Funktionen erhöhen aber doch den Komfort. So erleichtert eine Undo-Funktion das Feintuning kniffliger Korrekturen. Wer häufig kurze Textschnipsel korrigieren und in anderen Anwendungen weitenutzen möchte, weiß einen Copy-Knopf zu schätzen.

Anwender, die ihren Schreibstil verbessern möchten, interessieren sich eventuell für statistische Kennwerte zum Text.



Ginger

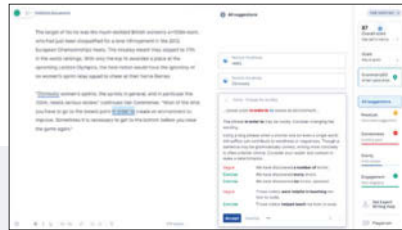
Die Korrekturfunktion von Ginger übersah im Test viele Schwachstellen in Texten. In dem ungenau formulierten Satz „Unfortunately we can not meet tomorrow because I must work.“ korrigierte sie lediglich „Unfortunately“, „cannot“ und „tomorrow“.

Die wesentlich spannendere Funktion zum Umformulieren ist eigentlich kostenpflichtig, im Gratis-Konto sind immerhin einmalig 40 Credits dafür enthalten. Damit kann man 40 Sätze umformulieren lassen. Zum Glück versteckt sich auf der Ginger-Website noch ein „Sentence Rephraser“, der dauerhaft kostenlos nutzbar ist, allerdings nur maximal 150 Zeichen in einem Rutsch bearbeitet. Dessen Ergebnis für den oben genannten Satz kann sich sehen lassen: „Unfortunately, we cannot meet tomorrow because I have to work.“

Schön: Nach einem Klick auf ein markiertes Wort erscheint ein Kontextfenster, das unter anderem den Abruf einer Synonymliste anbietet.

Im Text der fiktiven E-Mail entdeckte die Korrekturfunktion von Ginger 11 Fehler.

- 👆 Synonyme abrufbar
- 👇 keine Fehlerliste
- 👇 Bedienung hakelig



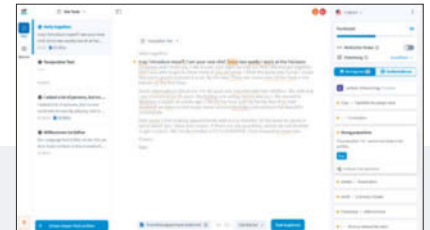
Grammarly

Im Editor rot unterstrichene Textstellen führt Grammarly rechts daneben noch einmal in Listenform auf; erst ein Klick auf einen Eintrag offenbart den zugehörigen Korrekturvorschlag. Nach einem zweiten Klick auf das umringelte i erhält man Hinweise zu Rechtschreib- oder Grammatikregeln. Der kostenlose Teil der Korrekturfunktion von Grammarly fand in der fiktiven E-Mail 14 Fehler.

Ganz rechts lassen sich allerlei statistische Werte ein- und ausklappen. Ein Score bewertet die generelle Textqualität. Klickt man auf dieses Kästchen, präsentiert der Dienst noch viel mehr Statistik zu Satz-, Wort- und Zeichenzahl, Lesbarkeit und Wortschatz. Das alles lässt sich in Form eines mehrseitigen Reports als PDF herunterladen.

Aktuell entwickelt der Anbieter eine KI-Ergänzung namens Grammarly Go, die nach Eingabe eines Prompts selbstständig Text generiert. Im Testzeitraum umfasste das kostenlose Konto ein Gratis-Kontingent von 100 Prompts für Grammarly Go, das sich alle 30 Tage erneuert.

- 👆 persönliches Wörterbuch
- 👆 ausführliche Statistik
- 👆 ausführliche Erklärungen



LanguageTool

Ein Klick auf „zum Editor“ oben rechts auf der Startseite zaubert das eigentliche Arbeitsfenster von LanguageTool mit vielen Optionen auf den Bildschirm.

Der Dienst scheint weitgehend regelbasiert zu funktionieren. Stilistisch unbeholfene, aber grammatisch nicht falsche Formulierungen erkennt er längst nicht immer. An dem Satz „Yesterday evening I was meeting my friend John for a couple of beers.“ monierte die Grammatikkorrektur lediglich das „für“. In der Test-E-Mail fand sie 22 Fehler.

Mit einem Gratis-Account darf man dreimal pro Tag KI-gestützt umformulieren. LanguageTool erfand im Test vier alternative Sätze, darunter so steife Formulierungen wie „Yesterday evening, I had the pleasure of meeting my friend John for a couple of beers.“ Leider verwendete es nicht einmal statt „yesterday evening“ das idiomatischere „last night“.

Gut: In den Einstellungen kann man seinen eigenen Account jederzeit explizit löschen, alle Dateien werden dann sofort entfernt.

- 👆 hilfreiche Erklärungen
- 👆 ausführliche Statistik
- 👇 Umformulierungen selten gut

Einige Kandidaten liefern zumindest einen Score für die Lesbarkeit, andere erstellen bei Bedarf lange Berichte mit Worthäufigkeiten, durchschnittlicher Satzlänge und Ähnlichem.

Für diesen Test haben wir uns auf die meist als „Grammar Checker“ bezeichnete Korrekturfunktion beschränkt sowie – falls vorhanden – auf den „Paraphraser“ zum KI-gestützten Umformulieren von Textabschnitten. Manche Zusatzfunktionen der Programme gehen weit über die Korrektur hinaus: Es gibt Dienste, die

Texte auf Wunsch auch auf Plagiate checken, übersetzen oder zusammenfassen.

Wir haben uns bei allen Kandidaten den Funktionsumfang der kostenlosen Accounts angesehen. Zu den Vollversionen nennt die Tabelle jeweils den Preis für ein Monatsabo. Die Anbieter gewähren teils großzügige Rabatte, falls man ein Abo für 3 oder 12 Monate abschließt. Bei den meisten Diensten gibt es außerdem regelmäßig Sonderangebote mit deutlich reduzierten Preisen.

Die meisten Testkandidaten bieten ihre Dienste schon länger an, häufig seit

mehr als zehn Jahren. Man kann davon ausgehen, dass sie anfangs rein regelbasiert arbeiteten, also Eingaben des Anwenders anhand von linguistischen Regeln analysierten und verbesserten. Da die generative KI bei der Sprachbearbeitung aktuell rasante Fortschritte macht, ergänzen die Anbieter ihre Dienste derzeit um KI-Funktionen. Während des Tests bemerkten wir ab und an, dass sich das Aussehen und die Rahmenbedingungen der Dienste ein wenig geändert hatten, beispielsweise



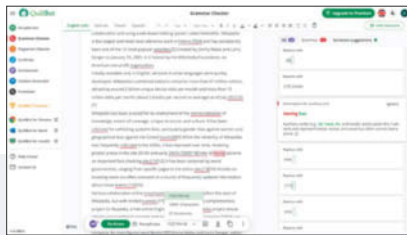
ProWritingAid

Dieser Dienst hat eine Menge verborgener Talente. Er verwaltet beispielsweise Textbausteine. Der „Thesaurus Check“ untersucht Texte auf verbesserungswürdige Wörter. Sie werden je nach Wortart in unterschiedlichen Farben unterstrichen. Klickt man eines der markierten Wörter an, spuckt der Dienst fünf meist sehr gute Satzalternativen aus. Nutzer eines Gratis-Kontos haben zehn solcher Verbesserungen pro Tag frei.

Knappe Limits und recht aufdringliche Werbung wollen Anwender bewegen, ein Premium-Abo abzuschließen. Für die kostenlose Version gibt der Anbieter ein Limit von 500 Wörtern an. Tatsächlich begutachtete der Dienst längere Texte im Test bis zum Ende – lediglich der „Writing Report“ mit detailliertem Feedback bezog sich nur auf die ersten 500 Wörter. Die Textkorrektur der Free-Version fand in der fiktiven E-Mail 19 Fehler.

ProWritingAid wendet sich unter anderem an Buchautoren, etwa mit einer Integration für das Autorenprogramm Scrivener.

- ↑ persönliches Wörterbuch
- ↑ verwaltet Textbausteine
- ↑ gute Umformulierungen



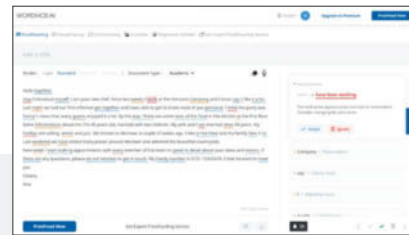
QuillBot

Paraphraser, Grammar Checker und fünf weitere Funktionen bietet QuillBot getrennt voneinander jeweils auf eigenen Webseiten an.

Der Grammar Checker schlug im Test auffallend oft vor, ein Komma zu setzen oder ein Wort groß zu schreiben. Er listet Fehler ähnlich wie die meisten Kandidaten rechts neben dem Arbeitsfenster. Allerdings haben die Listeneinträge nur einen Ignorieren-Knopf und keinen zweiten zum Annehmen einer Korrektur. Daher muss man zunächst alle nicht gewünschten Änderungen abwählen, um dann den Rest pauschal abzunicken. Bei längeren Texten wird das unübersichtlich, zumal es keinen Scrollbalken gibt.

Der Paraphraser von QuillBot konnte im Test mehr überzeugen. Das falsche „I think the party was funny!“ geriet zwar etwas überschwänglich zu „I thought the celebration was hilarious!“ – insgesamt machte die Funktion aber einen guten Job und korrigierte in der Test-E-Mail 22 Fehler. Eigennamen und Spezialbegriffe lassen sich als „Freeze Words“ von der Bearbeitung ausnehmen.

- ↑ „Freeze Words“
- ↑ verbessert Wortwahl deutlich
- ↓ nichtssagende Erklärungen



Wordvice AI

Ähnlich wie Ginger und QuillBot bietet Wordvice AI Textkorrektur (Proofreading) und Stilverbesserung (Paraphrasing) getrennt voneinander an. Man findet sie auf unterschiedlichen Seiten der Website. Für beide gilt ein Limit von 500 Zeichen pro Durchgang. Beide Funktionen lieferten im Test hervorragende Ergebnisse. Im Korrekturmodus markiert der Dienst Zeichensetzungsfehler gelb, Grammatikfehler rot und unpassende Vokabeln blau. Jeden Korrekturvorschlag kann der Anwender einzeln verwerfen oder annehmen. Dagegen hat er beim Umformulieren keinen Einfluss auf das Ergebnis.

Wordvice AI fand 33 Fehler in der fiktiven E-Mail – Bestwert im Testfeld. Aus „handy-number“ wurde „phone number“, aus „speak in detail about“ wurde „discuss“ und aus „rests of the food“ wurde „leftovers“. Lediglich die Erklärungen fielen oft nichtssagend aus, häufig lauteten sie schlicht „This ... appears to be incorrect.“

Toll: Der Editor zur Textkorrektur hat eine Diktierfunktion, die im Test fehlerfrei funktionierte.

- ↑ findet viele Fehler
- ↑ verbessert Wortwahl deutlich
- ↑ Diktierfunktion

plötzlich andere Zeichenlimits für Gratis-Accounts galten.

Die meisten Anbieter haben die vermutlich immer noch regelbasierte Textkorrektur (Grammar Checker/Proofreading) und die neuen KI-Funktionen zur Verbesserung der Wortwahl (Rephraser) noch nicht miteinander verheiratet. Bei diesen Diensten muss der Anwender sich zwischen beidem entscheiden oder seine Texte in zwei Schritten bearbeiten, also erst prüfen und dann umformulieren lassen. Bei dem noch jungen DeepL Write sind beide Funktionen miteinander ver-

eint. Dieser Dienst verlässt sich offenbar auch für die Korrektur von Grammatik- und Rechtschreibfehlern auf die KI und überarbeitet Fehler und verbesserungswürdige Wortwahl in einem Rutsch.

Aktuell gelten recht großzügige Limits für die kostenlose Nutzung der Schreibassistenten. So kann man derzeit mit etwas längeren Texten experimentieren und sich einen realistischen Eindruck von den Fähigkeiten der Dienste machen. Genau dazu möchte dieser Testbericht anregen. Wie bei allen Webdiensten gilt: Man gibt seine Texte zumindest vorüber-

gehend aus der Hand. Für Inhalte aus vertraulichen Dokumenten wie Wirtschaftsberichte oder Patentschriften sollte man die Dienste daher keinesfalls verwenden.

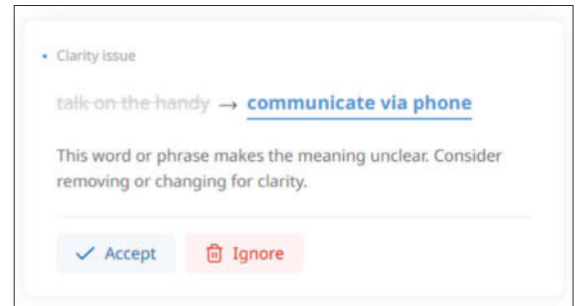
Fazit

Alle getesteten Schreibassistenten verbesserten im Test eine ganze Reihe von Fehlern, einige arbeiteten sogar richtig gründlich. Allerdings fischte keiner der Testkandidaten sämtliche Fehler aus unseren Testdokumenten heraus. Man darf sich also nicht darauf verlassen, dass nach ihrem Einsatz alles in bester Ordnung ist.

Am gründlichsten arbeiteten im Test DeepL Write und Wordvice AI, doch selbst diese beiden Dienste übersahen einige korrekturbedürftige Textstellen.

Tippfehler oder Verwechslungen wie then/than oder there/their spüren die Webdienste zuverlässig auf. Bei typisch deutschen Englischfehlern sieht das anders aus. Während die Dienste falsche Zeitformen der Verben zum größten Teil erkennen, bleiben Fehler bei der Wortwahl oft unentdeckt. Das liegt daran, dass ein Satz wie „I’m your new chef.“ grammatisch korrekt ist. Dass das Wort „chef“ durch „boss“ ersetzt werden muss, lässt sich nur aus dem Kontext erkennen. Da die Korrekturfunktionen der Dienste überwiegend satzweise arbeiten, fällt die im Kontext falsche Vokabel nicht auf.

Längst nicht allen Textassistenten fällt auf, dass mit „handy“ ein Mobiltelefon gemeint ist. Wordvice AI findet den Fehler und schlägt eine passende Formulierung vor.



Wer auf der Suche nach einer idiomatischen Verbesserung seines englischen Textes ist, weil sich einzelne Sätze darin irgendwie „deutsch“ anhören, bekommt insbesondere bei DeepL Write, Grammarly und Wordvice AI gute Anregungen. Englischler, die zu den

Korrekturen die passenden Erklärungen benötigen, werden am ehesten bei Grammarly, LanguageTool oder ProWritingAid Unterstützung finden.

(dwi@ct.de) **ct**

Alle genannten Dienste: ct.de/ygy1

KI-Schreibassistenten für englische Texte

	DeepL Write	Ginger	Grammarly	LanguageTool	ProWritingAid	QuillBot	Wordvice AI
Anbieter	DeepL	Ginger Software	Grammarly	LanguageTooler	Orpheus Technology	QuillBot	Wordvice
URL	deepl.com/write	gingersoftware.com/grammarcheck	app.grammarly.com	languagetool.org/editor	prowritingaid.com	quillbot.com	wordvice.ai/proofreading
Firmensitz	Deutschland	USA	USA	Deutschland	Großbritannien	USA	USA
Add-ins	–	Android, iOS, Chrome	Android, iPhone, iPad, Chrome, Edge, Firefox, Safari, MS Office, Google Docs	iOS, macOS, Windows, Chrome, Edge, Firefox, Safari, Opera, MS Word, Google Docs, OpenOffice, LibreOffice, Gmail, Apple Mail, Thunderbird	macOS, Windows, Chrome, MS Office, Google Docs	Chrome, MS Word	Chrome, MS Word
Desktop-Versionen	–	Windows, macOS	Windows, macOS	macOS	Windows, macOS	–	–
bearbeitet weitere Sprachen	Deutsch	–	–	30+	–	Deutsch, Spanisch, Französisch	Chinesisch, Japanisch, Koreanisch, Taiwanisch
Texteingabe							
GB / US / weitere Dialekte wählbar	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / Kanada, Australien, Indien	✓ / ✓ / Kanada, Australien, Neuseeland, Südafrika	✓ / ✓ / Kanada, Australien	✓ / ✓ / Kanada, Australien	keine Unterscheidung
im Editor schreiben / diktieren	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / ✓
Datei hochladen: akzeptierte Formate	–	–	TXT, RTF, DOCX, ODT	DOCX, DOC	TXT, RTF, DOCX, ODT, weitere	DOCX, PDF	DOCX
persönliches Wörterbuch	–	–	✓	✓	✓	✓	–
Undo	–	–	✓	✓	–	✓	–
Zeichenlimit kostenlose Version	3000	900	100.000	20.000	unbeschränkt	unbeschränkt	500
Textkorrektur und -verbesserung							
liefert Erklärungen für Korrekturen	–	(✓) ¹	✓	✓	(✓) ¹	(✓) ¹	(✓) ¹
Sprachstil wählbar	✓	–	✓ ²	✓	✓	✓	✓
Textscore / ausführliche Statistik	– / –	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	– / –	– / –
Nachbearbeitung							
Copy-Button	✓	✓	–	✓	–	✓	–
verwaltet mehrere Dateien	–	–	✓	✓	✓	–	✓
Download: Format(e)	–	–	DOCX	–	DOCX	DOC	DOCX
Bewertung							
Handhabung	⊕	⊖	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕⊕
Korrekturen	⊕⊕	○	⊕	⊕	○	⊕	⊕⊕
Erklärung zu Korrekturen	⊖⊖	⊖	⊕	⊕	○	⊖	⊖
Preis							
Vollversion pro Monat	Beta vollständig kostenlos nutzbar	20 US-\$	30 €	20 €	10 €	20 US-\$	20 US-\$

¹ wenig aussagekräftig ² mit GrammarlyGO ✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht

Zahlen, Daten, Fakten

Microsoft

Der Softwarekonzern Microsoft ist eng mit der Verbreitung des Personal Computers verbunden und hat aufgrund seiner umstrittenen Geschäftspraktiken in der Vergangenheit – aber auch in der Gegenwart – nicht nur Fans gewonnen, sondern auch Gegner. Vergleicht man die Umsätze mit denen von Apple und Alphabet (Google), dann fällt das langsamere Wachstum auf – und

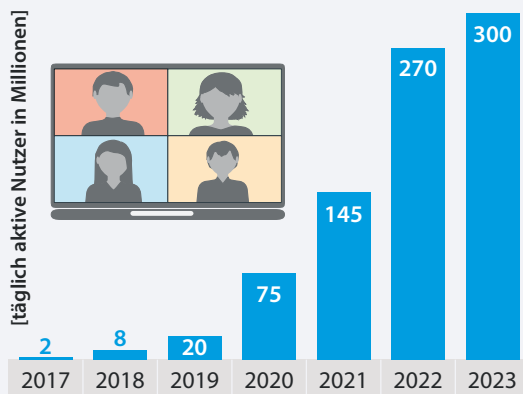
dass Microsoft schon 2009 von den anderen Konzernen überflügelt wurde. Microsoft versucht wie andere Konzerne, durch Zukäufe interessanter Firmen seine Geschäftsfelder und sein Know-how zu erweitern, zuletzt etwa durch die Übernahme der Spieleschmiede Blizzard Activision.

Derzeit sind Clouds wie Azure der größte Geldbringer, danach folgen

Office-Programme und mit etwas Abstand Windows und Hardwareprodukte wie die Xbox. Microsofts Betriebssysteme sind trotz eines Rückganges noch immer auf vier von fünf Rechnern installiert. Auch die Kommunikationssoftware Teams ist seit den Pandemiezeiten für viele Firmen das Mittel der Wahl, um den Kontakt von und zu Homeoffice-Nutzern zu sichern. (mil@ct.de) **ct**

► Teams-Nutzer

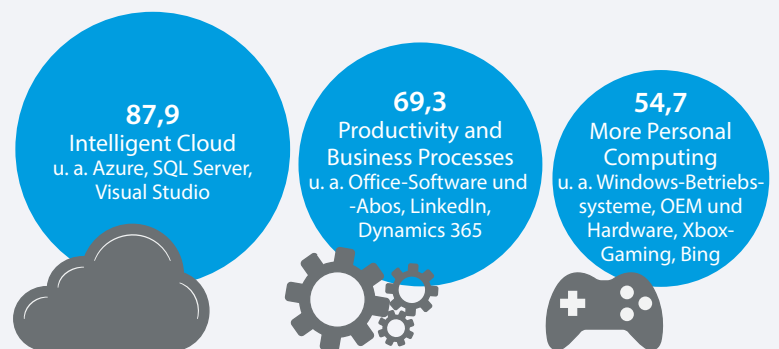
Die Pandemie hat die Nutzungszahlen bei Microsoft Teams schnell ansteigen lassen. Der Anstieg scheint sich auch danach fortzusetzen.¹



► Einnahmequellen

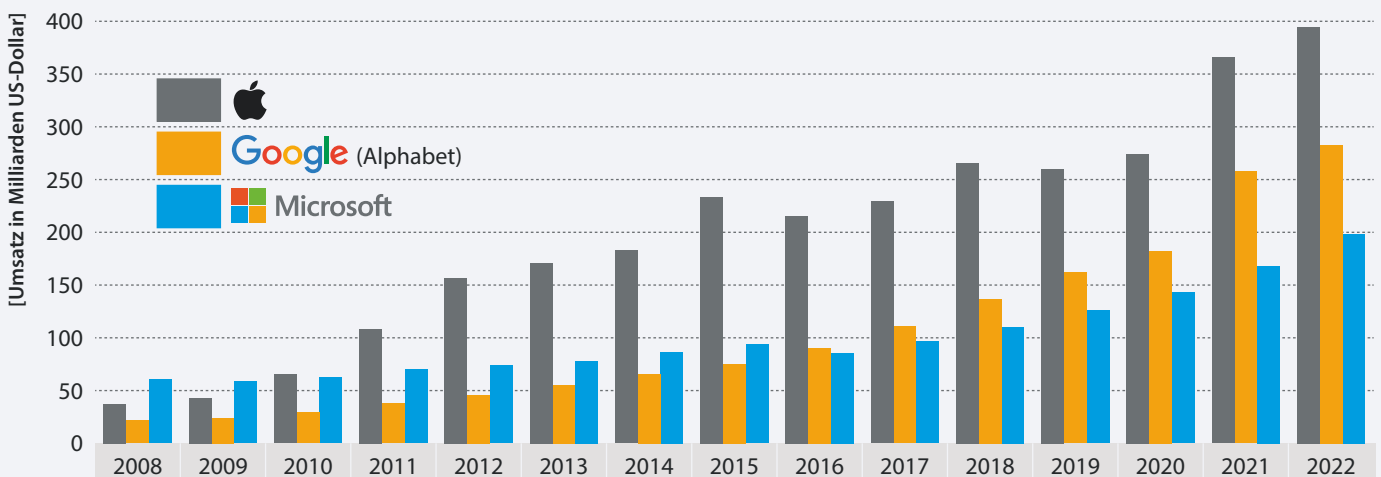
Das Geschäft mit Clouddienstleistungen und Office-Abos ist für Microsoft wichtiger als Einnahmen durch Betriebssysteme und Hardware.²

[Umsatz in Milliarden US-Dollar weltweit, 2023]



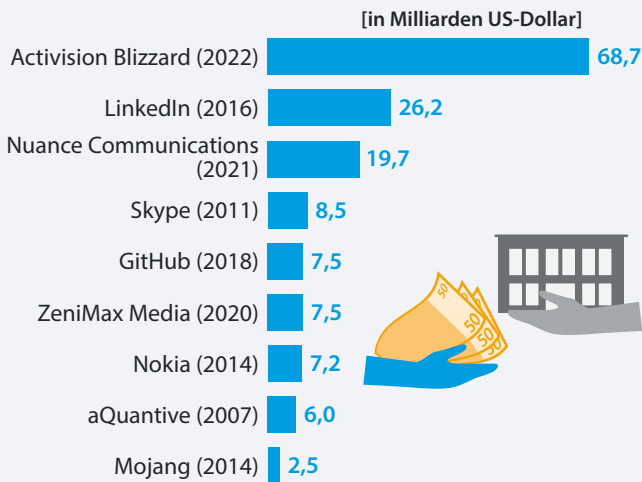
► Microsoft vs. Google vs. Apple

Microsofts Umsätze wachsen wieder, allerdings setzen Alphabet (Google) und Apple mehr um.³



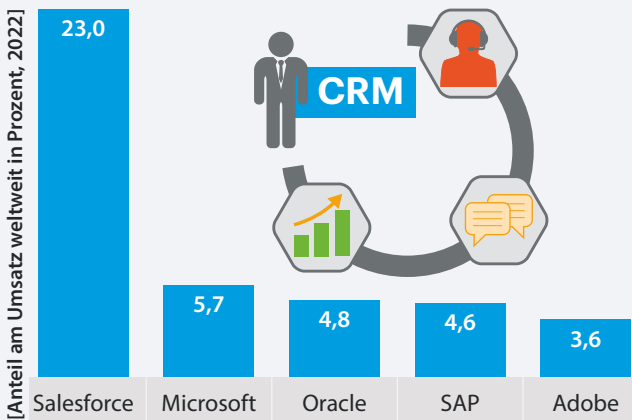
► Firmenübernahmen

Für die Übernahme von Unternehmen mit großem Namen hat Microsoft schon immer viel Geld investiert.⁴



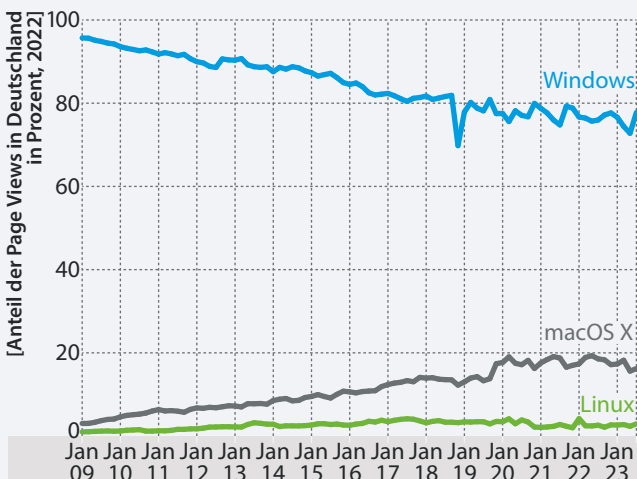
► CRM-Software kein Thema

Bei Software zum Verwalten von Kundenbeziehungen und -daten spielt Microsoft keine allzu große Rolle.⁵



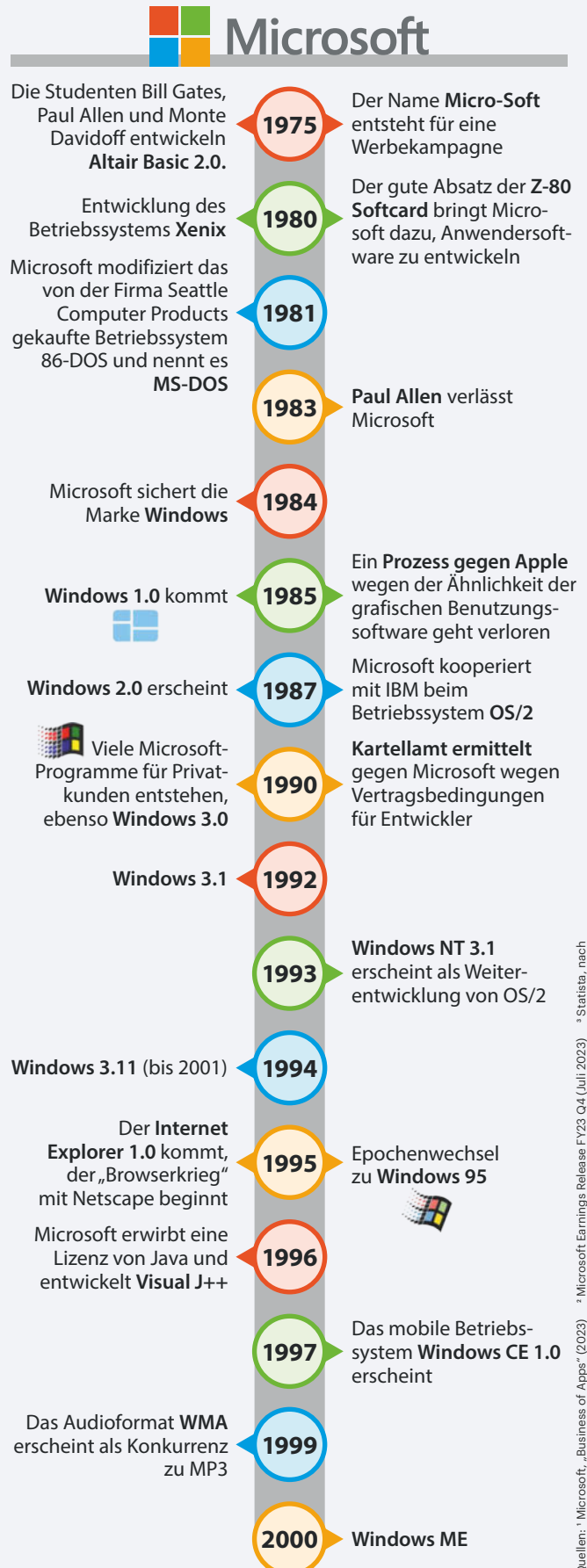
► Rennen der Betriebssysteme

Während Windows bei Mobilgeräten keine Rolle spielt, dominiert es bei Computern deutlich, aber mit abnehmender Tendenz.⁶

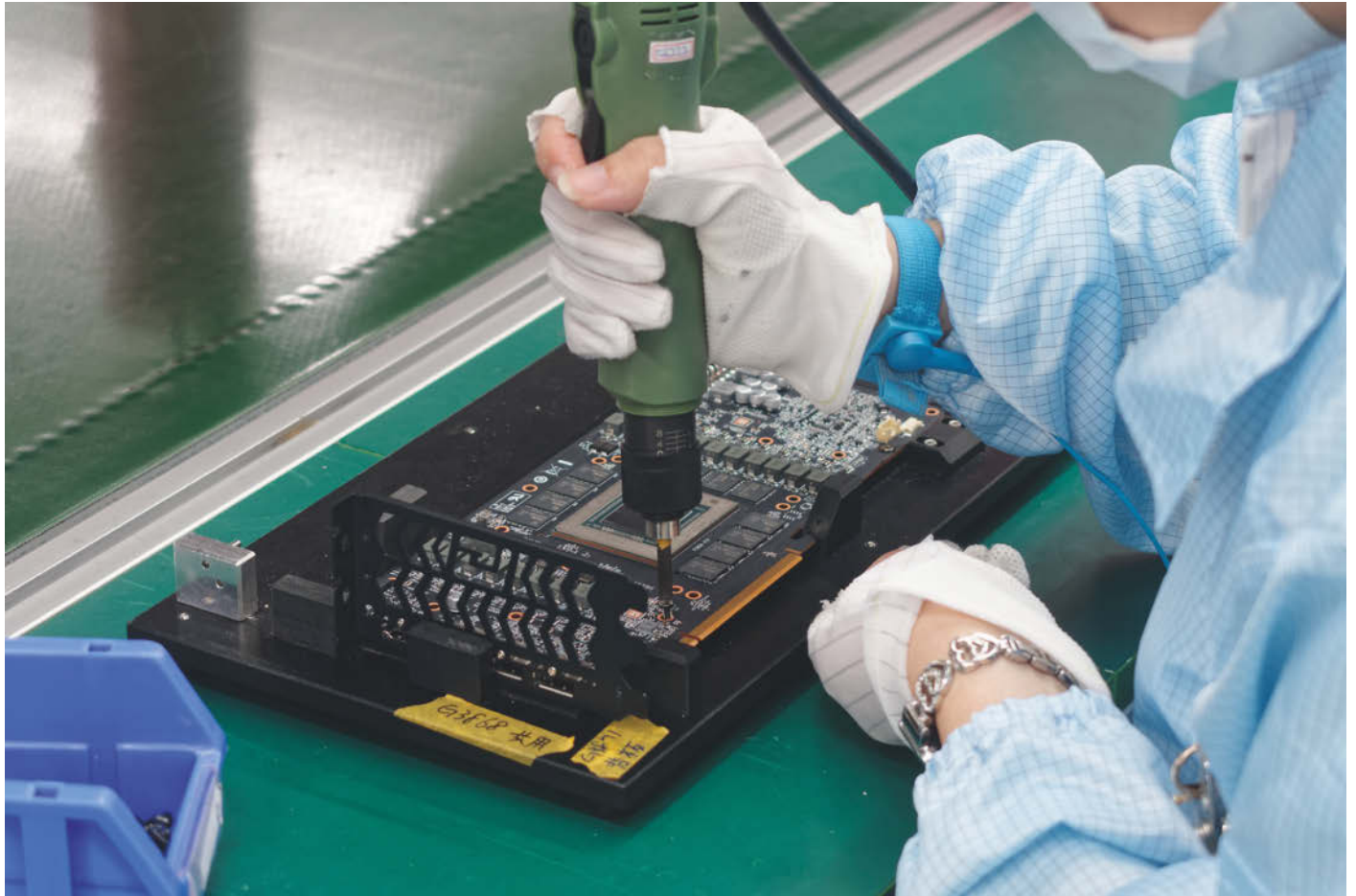


► Die ersten Jahre

Die Geschichte von Microsoft ist eine von unendlich vielen Updates.



Quellen: ¹ Microsoft, „Business of Apps“ (2023) ² Microsoft Earnings Release FY23 Q4 (Juli 2023) ³ Statista, nach Unternehmensangaben (2023) ⁴ Microsoft Presseinformation (zur Aqise von Activision Blizzard, (Januar 2022) ⁵ IDC Worldwide Semiannual Software Tracker (April 2023) ⁶ Statcounter (August 2023)



Grafikkarten-Kreißsaal

Besuch in einer Grafikkartenfabrik

Im taiwanischen Fertigungswerk von PowerColor konnten wir die Produktion einer Radeon RX 7900 XTX von der nackten Platine bis zum Versand begleiten. Trotz Hightech erinnert überraschend viel an c't-Testlabore.

Von Christian Hirsch

Selbst IT-Journalisten benötigen eine gehörige Portion Glück, um einen direkten Einblick in die Fertigung von Hardwarekomponenten zu erhalten. Hersteller betreiben meist viel Geheimniskrämerei, einerseits um ihre eigenen Betriebsgeheimnisse und die ihrer Kundschaft zu schützen, andererseits aber auch aus Angst vor kritischer Berichterstattung.

Um so gespannter waren wir, als wir die Chance erhielten, während der Vor-Ort-Berichterstattung zur Computex die wenige Monate junge Baochang Factory des Grafikkartenherstellers PowerColor in Taiwan zu besichtigen. Von der Hauptstadt Taipei aus dauerte die Fahrt nach Xizhi, einem Bezirk von New Taipei City,

ungefähr eine halbe Stunde. Die Schnellstraße schlängelt sich in Richtung Osten durch die Ausläufer des Xueshan-Gebirges, bis in einem Seitental des Keelung Rivers schließlich der markante Komplex aus vier Hochhäusern auftaucht.

In einem der Betontürme belegt PowerColor beziehungsweise genauer die 1997 gegründete Muttergesellschaft TUL derzeit vier Stockwerke mit knapp über 5000 Quadratmetern Fläche. Bisher gibt es in der im Dezember 2022 eröffneten Fabrik erst eine einzige Fertigungslinie. Dort laufen pro Tag maximal 2400 Platinen wie Grafikkarten, aber auch solche für M.2-SSDs, USB-Hubs oder Tastaturen vom Band. Das ist aber nur die erste Aus-

baustufe. Bis zum Jahresende will Power-Color die Anlage auf sechs Produktionslinien aufstocken.

Dabei handelt es sich auch um eine strategische Entscheidung, denn Power-Color holt damit Fertigungskapazitäten von China zurück nach Taiwan. Wie wichtig das sein kann, offenbarte sich in der Coronapandemie, als die Entwicklungsabteilung von PowerColor in Taiwan Prototypen neuer Karten in China anfertigen ließ. Diese hingen dann viele Wochen auf dem Festland fest, weil die chinesischen Hafenstädte im Lockdown waren.

Eingangskontrolle

Bevor wir Zutritt erhielten, mussten wir uns ein modisches Haarnetz sowie Plastik-kondome für die Schuhe überstreifen und ein Synthetik Kittelchen überziehen. Im ersten Schritt auf dem Weg zur Grafikkarte steht in der Baochang Factory eine Eingangskontrolle an, denn sämtliche Chips, Bauelemente und Leiterplatten, aber auch banalere Dinge wie Verpackungsmaterial kommen von externen Zulieferern.

Dass die komplette Fabrik digitalisiert ist, fällt schon direkt hinter der Laderampe auf. Die Bauteile und Chips sitzen auf aufgerollten Plastikstreifen (Reels), die in Größe und Aussehen mit klassischen Filmrollen aus dem Kino vergleichbar sind. Die Reels durchlaufen als Erstes eine Röntgenanlage vom Typ ScienScope AXI-5100C. Sie erkennt automatisch den

Typ sowie die Anzahl der Bauelemente und etikettiert die Rollen für die nachfolgende Produktion. Die Ergebnisse speist der Bauteilzähler wie alle anderen Maschinen zudem in einen zentralen Steuercomputer ein, der die Daten nicht nur in einer Datenbank ablegt, sondern auch grafisch aufbereitet. In einem benachbarten Besprechungsraum laufen diese Echtzeitinformationen dann in Form verschiedener Diagramme über acht große Monitore. Unregelmäßigkeiten fallen so frühzeitig auf.

Außer der Quantität muss auch die Qualität stimmen. Stichprobenartig vermessen Mitarbeiter nicht nur die elektrischen Eigenschaften von Widerständen und Kondensatoren, sondern prüfen per Röntgenfluoreszenzanalyse mit dem Messgerät Hitachi EA1400 auch die chemische Zusammensetzung. Damit stellen sie sicher, dass die späteren Grafikkarten zum Beispiel die RoHS-Richtlinien für Gefahrstoffe erfüllen und Grenzwerte etwa für Blei, Quecksilber oder Cadmium nicht überschreiten.

Die Leiterplatten oder kurz PCBs (Printed Circuit Boards) müssen auf einer feingeschliffenen Messplatte aus Granit beweisen, dass sie plan sind. Für manche Tests reicht aber auch schon ein simpler Messschieber, um damit beispielsweise die Länge und Breite der angelieferten Platinen zu bestimmen. Überschreitet die Defektrate bei den Stichprobentests einen

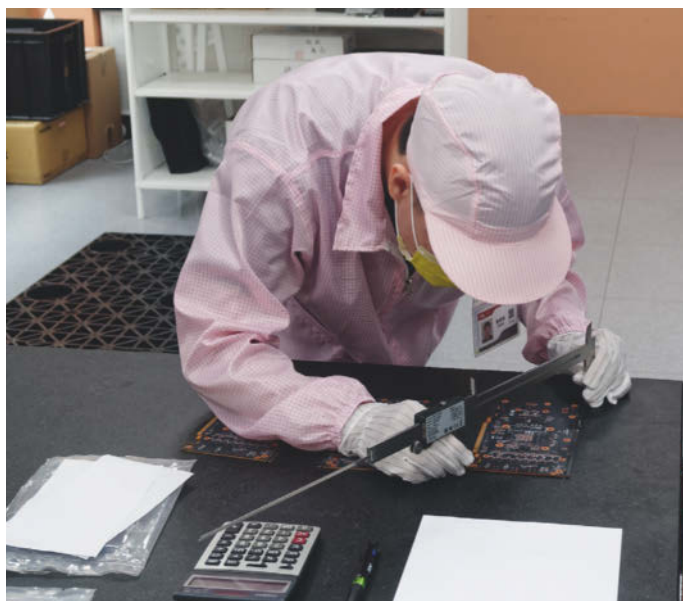
vorgegebenen Wert, geht die komplette Charge an den Zulieferer zurück.

Am Fließband

Um zu den Fertigungsmaschinen in der dritten Etage zu gelangen, mussten wir einige Hürden überwinden. Ohne passende Chipkarte bewegt sich der Fahrstuhl keinen Millimeter. Die Reindräume sind noch einmal besonders abgesichert und nur durch eine Schleuse mit Luftdusche erreichbar. Im Inneren überwachen Sensoren nicht nur Temperatur und Luftfeuchtigkeit, sondern auch die Konzentration verschiedener Staubpartikelgrößen sowie die von Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Ozon und flüchtigen organischen Kohlenwasserstoffverbindungen.

Zu Beginn des Fließbands durchlaufen die leeren PCBs einen Schablonendrucker Panasonic SPG2 in Altkleidercontainergröße, der Lotpaste für die SMD-Bauteile mittels einer für die jeweilige Grafikkarte angefertigten Maske aufbringt. Der Drucker ist in der Anlage der Flaschenhals für die Platinengröße. Bis zu 51 Zentimeter Kantenlänge passen hindurch, was für PC-Komponenten wie Grafikkarten oder Mainboards aber mehr als ausreicht.

Direkt danach inspiziert eine ähnlich große Maschine optisch, dass die Lotpaste auch an den richtigen Stellen sitzt. Im 3D-Lotpasten-Inspektor TRI TR7007LQ SII sitzt eine 12-Megapixel-Kamera, die mit



Um die Qualität der zugelieferten Komponenten zu prüfen, bedarf es nicht immer eines High-Tech-Röntgengeräts. Für manche Tests reicht ein schlichter Messschieber aus.



Bei dieser Radeon RX 7900 XTX fehlen noch Kühler und Blende. Die Qualitätssicherung erfolgt sowohl durch Kameras und Röntgengeräte als auch mit dem geschulten Auge.



Per Schablone kommt die Lotpaste für die SMD-Bauteile an die passenden Stellen der Grafikkartenplatine. Das gelingt mit einer Genauigkeit von vier Mikrometern.

einer Auflösung von bis zu 10 Mikrometern eine handtellergröße Fläche (57 cm²) pro Sekunde auf mögliche Fehler untersucht. Die Maschinen kommunizieren untereinander, sodass beispielsweise die Menge der Lotpaste für ein optimales Ergebnis ständig angepasst wird.

Anschließend wandert die Platine auf dem Fließband durch vier Bestückungsmaschinen NPM-W2 von Panasonic. Jede platziert pro Stunde in atemberaubender Geschwindigkeit bis zu 77.000 Bauelemente, also rund 20 pro Sekunde. Die

Chips kommen dabei von den anfangs erwähnten Rollen. Pro Maschine können das bis zu 30 verschiedene Sorten sein. Eine Ausnahme bilden die GPUs, die für Rollen zu groß sind. Sie sitzen stattdessen in Plastiktablets. Zwei in drei Achsen verschiebbare Köpfe nehmen jeweils bis zu 16 Bauteile auf und packen sie dann parallel an die richtigen Stellen auf dem PCB.

Im Lötoven

Jetzt wird's heiß! Die Grafikkarten laufen nun durch einen sechseinhalb Meter lan-

gen Reflow-Ofen von Pyramax. Darin erhitzt heiße Luft die Karten in zwölf einzelnen Zonen mit einem genau festgelegten Temperaturprofil schrittweise auf 275 °C. Das frisst im laufenden Betrieb 15 bis 19 Kilowatt an Strom, beim Einschalten kann es auch locker mehr als das Dreifache sein.

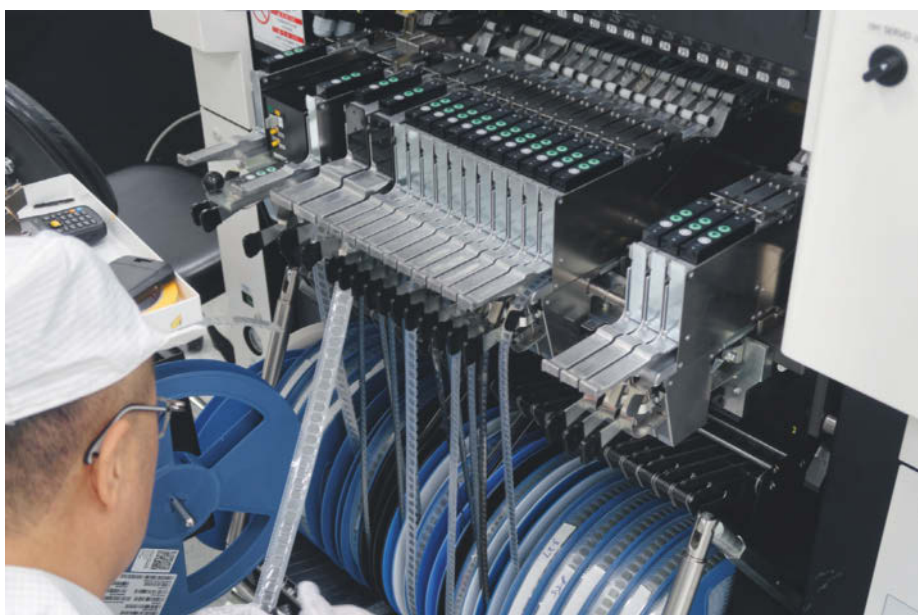
Nachdem die Lotpaste im Ofen geschmolzen und anschließend wieder erkaltet ist, prüfen sowohl optische als auch Röntgensysteme die bestückten Platinen auf Fehler. PowerColor nutzt für Letzteres ein Prüfsystem XD7500VR Jade FP von Nordson DAGE, das Details von unter 0,95 Mikrometern Größe auflösen kann. Der Einsatz von Röntgen zur Kontrolle der Lötverbindungen ist insbesondere für BGA-Chips wie GPU und RAM wichtig, weil die Lotperlen von außen nicht einsehbar sind. Da moderne Grafikkarten auf Vorder- und Rückseite Bauteile tragen, drehen die PCBs noch eine zweite Runde durch die Fertigungsstrecke. Auf der gesamten Montagestraße überwachen Laser die Positionen der einzelnen Maschinen, denn in Taiwan bebt häufig die Erde.

Nun fehlen noch Strom- und Displayanschlüsse, deren Kontakte durch die Platine ragen. Diese werden nicht durchs Reflow-, sondern übers Wellenlötverfahren angebracht. Dabei läuft das PCB über eine Welle aus flüssigem Lot. Bis zu diesem Schritt sind wir in der Fabrik erstaunlich wenigen Menschen begegnet. Im Reinraum arbeitet nur eine Handvoll Kontrollpersonal.

Das ändert sich erst bei den nachfolgenden Schritten. Hier fährt PowerColor zweigleisig. Bei einigen Grafikkarten setzen Roboter automatisiert Kühlkörper auf und verschrauben diese beidseitig, bei anderen ist immer noch Handarbeit angesagt. Das gilt ebenso für die Wärmeleitpaste zwischen Kühler und GPU. Bislang tragen noch Mitarbeiterinnen diese mit einer Schablone auf die Grafikkchips auf. Die dafür passende Maschine stand bei unserem Rundgang aber schon parat und soll zukünftig diesen Arbeitsschritt übernehmen.

Qualitätskontrolle

Fast ebenso viel Aufwand wie die Fertigung erfordert die Qualitätssicherung. Jede Grafikkarte wird dabei nicht nur auf sichtbare Fehler in Augenschein, sondern auch kurz in Betrieb genommen. Ein festgelegter Prozentsatz muss zudem einen 24-stündigen Parcours mit verschiedenen Lastprogrammen absolvieren.



Hier wechselt ein Mitarbeiter im Reinraum gerade die Rollen mit den Bauteilen aus. Allein eine der vier Bestückungsmaschinen pflastert pro Stunde bis zu 77.000 Chips auf die PCBs.



In Reih und Glied warten die fertiggestellten und verpackten Grafikkarten auf den Versand an die Gamer.

Hier fühlten wir uns sofort heimisch, denn solch offene Testaufbauten stehen auch im Hardware-Ressort der c't. Zudem verwendet der Grafikkartenhersteller mit 3DMark, Furmark, GPU-Z und Unigine Heaven die gleichen Softwaretools, die auch bei uns für Tests zum Einsatz kommen. Für Langzeittests gibt es weitere Räume, in denen PowerColor die Zuverlässigkeit der Grafikkarten

bei erhöhter Umgebungstemperatur sowie nach Fall- und Vibrationstests prüft. Zu guter Letzt steht noch das händische Verpacken an, bevor die fertigen Radeon RX 7900 XTX in die ganze Welt reisen.

Ein „Muito obrigado!“ geht an André Santos von PowerColor, der uns den Einblick in die laufende Produktion ermöglicht hat. (chh@ct.de) **ct**



PowerColor verwendet für Langzeittests ähnliche Aufbauten, wie sie auch bei uns bei c't stehen. Hier laufen 3D-Lastprogramme wie Furmark in Dauerschleife.

Erweitern Sie Ihren Horizont!

So reizen Sie Linux voll aus



**Heft + PDF
mit 28 % Rabatt**

Linux-User schätzen die vielen Möglichkeiten, das System an ihre Bedürfnisse anzupassen. **c't Linux-Praxis** zeigt Ihnen weitere Tricks und Kniffe, die Sie noch nicht gesehen haben. Seien Sie gespannt auf diese Themen:

- ▶ Das eigene Linux einrichten, erweitern, optimieren
- ▶ Windows und Linux als Dual-Boot
- ▶ Linux als Tonstudio
- ▶ System anpassen und administrieren
- ▶ Daten sichern und wiederherstellen
- ▶ Auch als Bundle mit Buch "Linux – Das umfassende Handbuch" vom Rheinwerk-Verlag erhältlich!

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

shop.heise.de/linux-praxis23

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.

c't bekommt Schlagseite

Ritsch und Renn gestalten seit 25 Jahren die Schlagseite der c't mit ihren Cartoons



Seit Heft 1/1998 halten die Karikaturen der Schlagseite Computer-Nerds und der digitalisierten Gesellschaft den Spiegel vor, mal augenzwinkernd, mal bissig, aber meistens mit viel schwarzem Humor. Anfang für Gesprächsstoff und Leserbriefe.

Von Rudolf Opitz

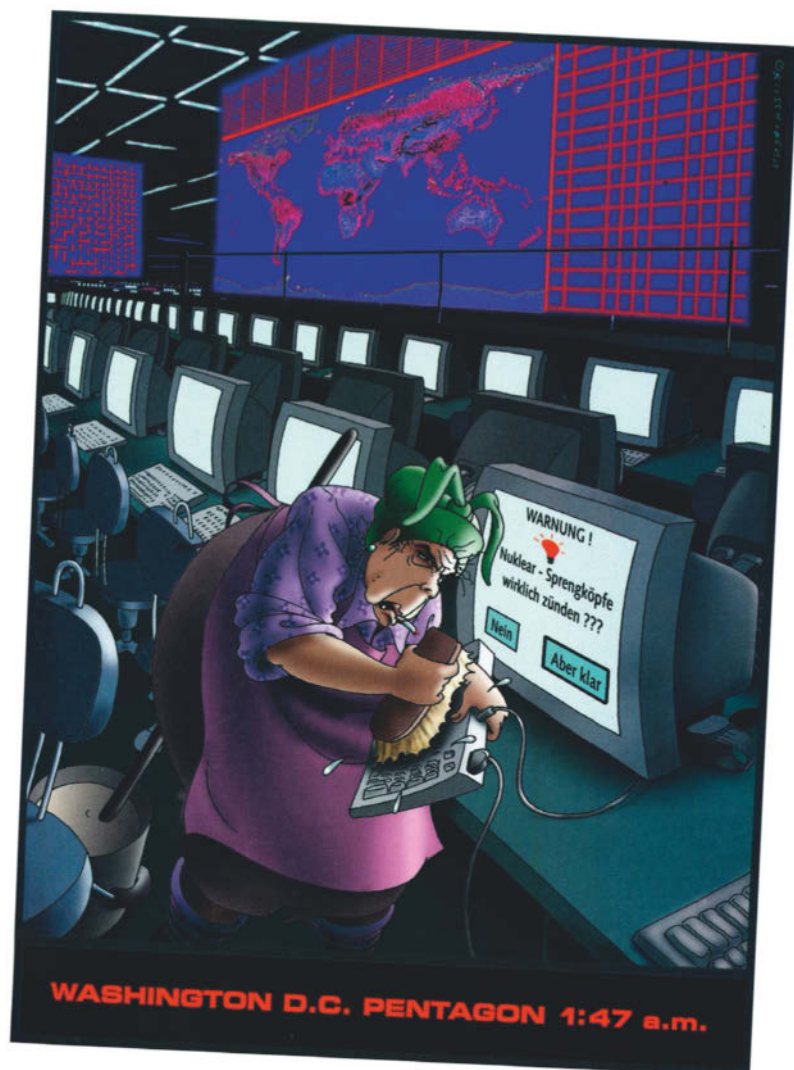
Die ersten 15 Jahre begnügte sich die c't damit, Missstände, Trends und aktuelle Beobachtungen aus der EDV-Welt in dem von wechselnden Redakteuren gestalteten Editorial ironisch zu kommentieren. Andere Zeitschriften verbannen Humor und Ironie in Form eines kleinen Cartoons auf eine untere Drittelseite vorne oder öfter noch ganz hinten im Heft. Das Editorial bleibt meist dem Chefredakteur vorbehalten, der an dieser Stelle mehr oder weniger trocken die Vorzüge des vorliegenden Heftes preist.

Anfang 1998 – die c't war vor wenigen Heften vom Monatsheft auf die vierzehntägige Erscheinungsfrequenz gewechselt – erschien die erste Schlagseite vorne im Heft und ganzseitig. Und keine halben Sachen: Es ging gleich um das Ende der Zivilisation, da eine Putzfrau im Pentagon beim Scheuern der Tastaturen Nuklear-Sprengköpfe aktivierte. Auch die folgenden Hefte enthielten äußerst bissige Schlagseiten, die etwa die ersten Versuche einer Lehrerin mit einem neuen Schulfach namens Informatik oder die Prioritäten eines Vaters und Computer-Nerds aufs Korn nahmen.

Ironie und Sarkasmus sind in Fachzeitschriften immer ein Problem, sogar wenn sie in Form eines Cartoons präsentiert werden. So erboste sich ein Leser:

„Der allmähliche Niveauverfall der c't findet nun offenbar auch in Play-

boy-kompatiblen Karikaturen seinen Ausdruck. Was wird uns nach gebratenen Kindern und Schreck-schrauben-Lehrerinnen als Nächstes geboten? Noch so eine Schlagseite und ich kündige das Abonnement.“



Die allererste Schlagseite in c't 1/1998: Dr. Seltsam wäre begeistert gewesen.

Glücklicherweise vertrat dieser Leserbrief nicht die herrschende Meinung. So konnten wir im Folgeheft einige abweichende Lesermeinungen präsentieren wie die von Herrn Szabo:

„Manchmal habe ich dann doch den Eindruck, daß viele Computer-Freaks zum Lachen in den Keller gehen. Macht weiter so, und laßt euch nicht von ein paar Miesepetern die Stimmung verderben.“

Lieber Herr Szabo, das tun wir und wir lachen oft und gerne, im Keller wie auch im Büro vor dem Computer sitzend. Unser Humor ist nur – etwas spezieller, und der wird offensichtlich nicht nur im deutschsprachigen Raum goutiert, wie Andrew Way bestätigt:

„Schön zu sehen, daß Hobbypsychologen auch Ihre Zeitschrift lesen. Ich finde Ihre Witzeseite einfach toll, und für mich als Engländer, je schwärzer, desto besser. Es gibt ihn doch, den Deutschen mit Sinn für

Humor! Auch wenn Sie einen Abonnenten verlieren, können Sie beruhigt sein, da ich vorhabe, Ihre Zeitschrift zu abonnieren.“

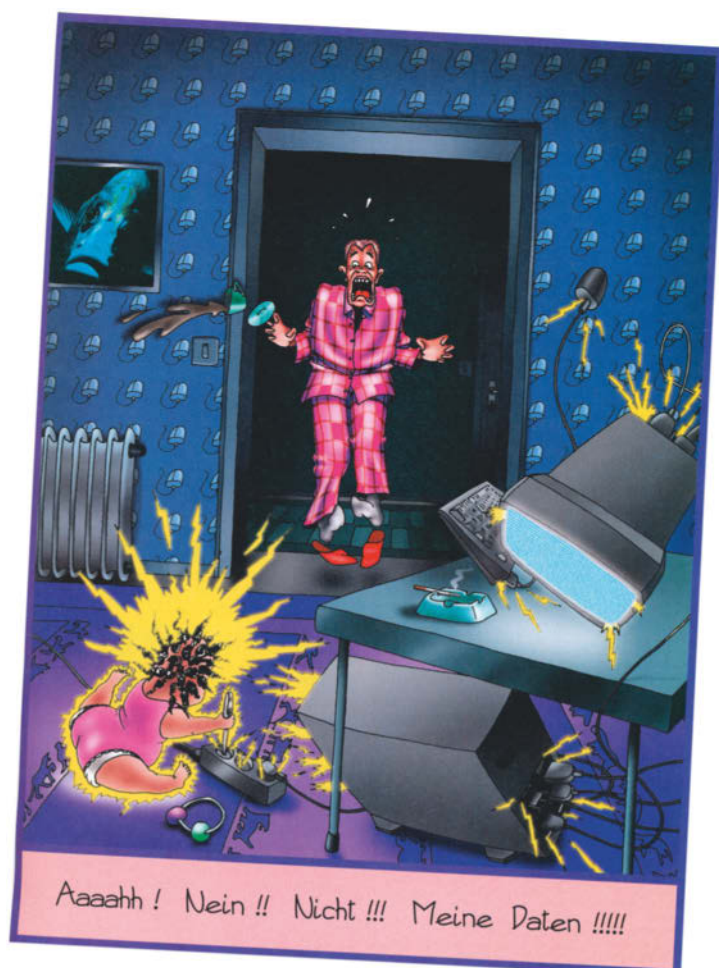
Vielen Dank, Mr. Way, doch in einem liegen Sie nicht ganz richtig: Die Urheber unserer Schlagseite sind bis heute Ritsch und Renn, zwei Wiener und Vertreter des großartigen österreichischen schwarzen Humors. Der gefällt auch vielen unserer deutschen Leser, wie eine Antwort auf die Kritik zur Darstellung eines „gebratenen Kindes“ belegt:

„Ich (langer Leser, langer Computer-Benutzer und Vater einer süßen Tochter) fand die Zeichnung so gelungen, daß sie nun eingerahmt neben dem Eingang zum Kinderzimmer über meinen PCs hängt.“

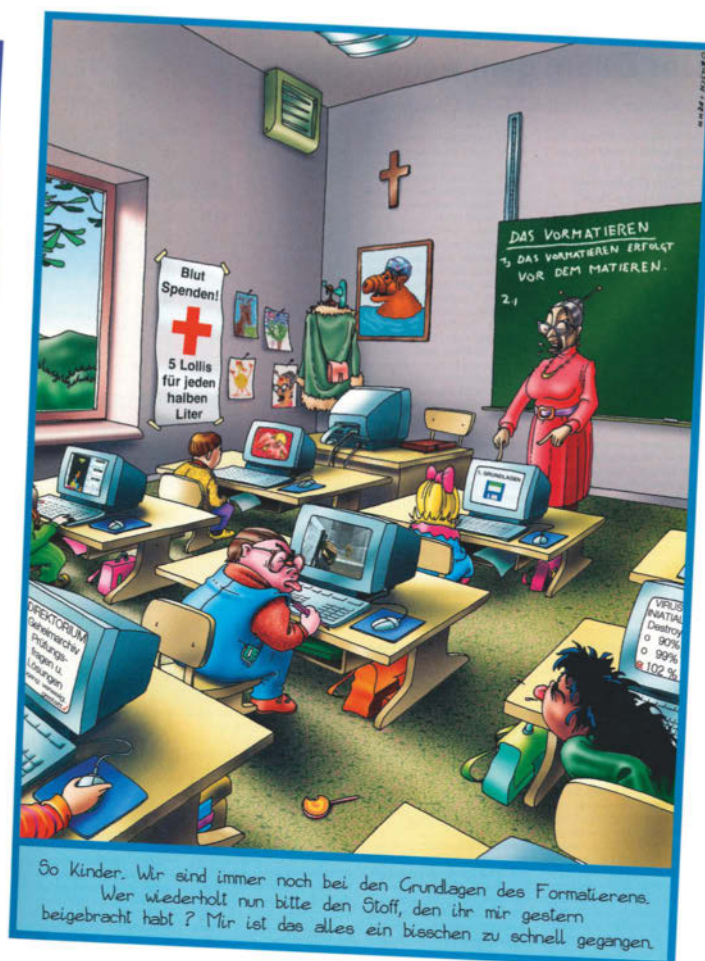
Auch die Darstellung einer Lehrerin, die verzweifelt versucht, die Vorbereitung eines Speichermediums zur Aufnahme von Dateien zu verstehen, während ihre Schützlinge Pornos schauen oder die Prüfungsdatenbank hacken, forderte Kritik heraus:

„Ihre Witzeseite mit der Darstellung einer Lehrerin, die als EDV-Analphabetin und natürlich alt und häßlich dargestellt wird, ist m. E. frauenverachtend und überhaupt nicht witzig. Diese Art von Witzen kommt nur bei Männern vor, die es nicht geschafft haben, ihre kindische Beziehung zu ihren Müttern aufzuarbeiten.“

Der Autor dieses c't-Retro-Artikels hat selbst ähnliche Erfahrungen mit einem Lehrer für EDV-Grundlagen gemacht. Dem Computer ist es egal, ob er von einer Nutzerin oder einem Nutzer bedient wird. Wir c't-Redakteurinnen und Redakteure schreiben für jeden, der sich mit EDV-Hardware und Software und mit der Digitalisierung auseinandersetzen will oder muss. Denn aus eigener Erfahrung wissen wir: Will man mit Computern arbeiten, braucht man Fachwissen, Geduld und viel Sinn für Humor. (rop@ct.de) **ct**



c't 4/1998: Skandal um gebratene Kinder und gebratene Daten.



In c't 5/1998 sorgte der Informatikunterricht einer Lehrerin für Diskussionen.



„Ich brauch doch kein Hörgerät!“

AirPods Pro 2 als Hörhilfe konfigurieren

Hörgeräte sind nicht nur teuer. Viele scheuen sich auch vor dem sozialen Stigma, das mit ihnen immer noch verbunden ist. Wenn man Gesprächen nicht mehr richtig folgen kann, helfen eventuell AirPods Pro 2 als vergleichsweise günstige Hörhilfen, die als solche nicht zu erkennen sind. Wir erklären, wie man sie richtig einstellt und auch den iPhone-Klang für Ihr Gehör verbessert.

Von Hartmut Gieselmann

Meine Schwiegermutter war unglücklich: Sie hatte sich zwar für über 2000 Euro Zuzahlung ein neues Hörgerät beim Hörgeräteakustiker gekauft, mochte es aber nicht tragen. Zum einen sah man, dass sie Hörgeräte trug, zum anderen klangen andere Personen und ihre eigene Stimme blechern.

Ich erzählte ihr von einer Studie, in der Wissenschaftler aus Taiwan im vergangenen Jahr untersucht hatten, ob man AirPods als Hörgeräte verwenden kann (Lin et al., iScience 25, 105436, December 22, 2022). Das Ergebnis: Die günstigeren AirPods 2 waren weniger geeignet, aber die teureren AirPods Pro erfüllten vier von fünf Kriterien der US-Norm ANSI/CTA-2051 für soge-

nannte PSAPs (Personal Sound Amplification Products). Das sind Hörhilfen aus dem Bereich der Unterhaltungselektronik, die keine medizinischen Anforderungen erfüllen und auch nicht von den Krankenkassen finanziert werden. Dafür kosten sie nur etwa ein Zehntel medizinischer Hörgeräte.

Die erste Generation der AirPods Pro erfüllte bereits die Anforderungen an Verstärkungsleistung und Frequenzgang. Lediglich das Rauschverhalten der integrierten Mikrofone war etwas schlechter als gefordert. Inzwischen liefert Apple die Nachfolgegengeneration AirPods Pro 2 aus. Bei ihr wurde unter anderem der sogenannte Transparenzmodus stark verbessert, der für Hörhilfen zum Zuge kommt. Bei Online-

händlern zahlt man rund 250 Euro (Test in c't 22/2022, S. 70). Hinzu kommen Kosten für die EarPods-Ohrhörer zur Audiogramm-Messung für 15 Euro und eventuell ein Sicherungsband oder Ohrbügel für knapp 10 Euro. Falls Sie kein iPhone oder iPad haben, ist ein runderneuertes iPhone 7 bei Gebrauchtgebern für etwa 70 Euro zu haben – ein Mobilfunkvertrag ist nicht nötig, um die AirPods als Hörhilfe zu nutzen.

Die AirPods Pro übertragen mit Außenmikrofonen Geräusche und Gespräche ins Ohr. Dazu kann man am gekoppelten iPhone nicht nur das Klangverhalten anpassen, sondern sogar mit einem Hörtest ein Audiogramm erstellen, um individuelle Hörschwächen auszugleichen. Damit verbessern auch Normalhörende den Klang ihrer AirPods am iPhone. Die Einstellungen sind allerdings gut im iOS-Setup versteckt. Einmal richtig konfiguriert, funktionieren die AirPods Pro 2 notfalls sogar ohne das iPhone als Hörgerät. Wie das funktioniert, erklären wir im Detail.

Warum AirPods Pro 2?

Wegen der hohen Anforderungen an den Klang sollte man tatsächlich zur aktuellen zweiten Generation der AirPods Pro greifen. Erstens klingt ihr Transparenzmodus deutlich natürlicher als bei den Vorgängern. Zweitens betonen sie den für die Sprachverständlichkeit wichtigen Frequenzbereich oberhalb von 1,5 kHz stärker. Die Ohrstöpsel dichten den Gehörgang zwar mit Silikonmanschetten ab. Durch interne Ventile und in den Gehörgang gerichtete Mikrofone gleichen sie das dumpfe Pfropfengefühl (Okklusionseffekt) anderer In-Ears aber vergleichsweise gut aus. Anders als medizinische Hörgeräte eignen sie sich nicht zum ganztägigen Tragen. Ein bis zwei Stunden sind aber kein Problem, ohne dass es unangenehm wird. Die Akkus halten 5,5 Stunden und können in der Akkubox fünfmal wieder aufgeladen werden.

Zum Start hält man die Akkubox vor das iPhone, öffnet sie und steckt die AirPods in die Ohren. Die Ohrstöpsel verbinden sich automatisch mit dem iPhone oder iPad. Falls das nicht klappt, wechseln Sie in den iOS-Einstellungen zu „Bluetooth“ und tippen dort auf die AirPods Pro 2. Kompatibel sind Modelle, die mindestens iOS 13.2 unterstützen, also iPhones ab 6S. Zur Not klappt es auch mit iPads ab der fünften Generation, iPad Air ab der zweiten Generation und iPad mini ab der vierten Generation. Mangels Health App können Sie dort jedoch kein Audiogramm

erstellen oder nutzen – sie ist erst für iPadOS 17 geplant, das im Herbst erscheint.

Außerdem können Sie Macs und das Apple TV als alternative Zuspielder koppeln – der Wechsel zwischen den Geräten funktioniert weitgehend automatisch. Zwar nehmen die AirPods per Bluetooth Verbindung auch zu Android-Smartphones, Windows-Rechnern und Smart-TVs auf, die relevanten Höreinstellungen können Sie dort – wie auch am Mac oder Apple TV – aber nicht vornehmen.

Ohranpassung

Die Silikonmanschetten liegen in vier Größen bei. Es lohnt sich, verschiedene auszubasteln, um den besten Sitz zu finden. Dazu einfach – wie in der Anleitung beschrieben – kräftig an den weißen Gummis ziehen, bis sich dessen Ring vom AirPod löst. Die neuen Manschetten aufsetzen, bis sie einrasten.

In den Ohren meiner Schwiegermutter saßen die mittelgroßen Manschetten manchmal etwas locker und rutschten auch schon mal heraus. Mit der größten Größe L ging es besser. Wer sichergehen will, die AirPods nicht aus Versehen zu verlieren, bekommt im Onlinehandel passende Haltebänder oder „Straps“ für unter zehn Euro.

Um zu testen, ob die Manschetten den Ohrkanal richtig abdichten, wechseln Sie in den iOS-Systemeinstellungen des iPhones auf „AirPods Pro 2“ beziehungsweise auf das kleine blaue „i“ der AirPods Pro 2 im Bluetooth-Menü und wählen dort den blauen „Passtest für Ohreinsätze“ (Bild 2, Sonderzeichen 3). Die AirPods spielen etwas Musik ab, während Sie in Ruhe abwarten. Dabei messen die Mikrofone innerhalb und

außerhalb des Gehörgangs die Frequenzverteilung. Dichten die Manschetten nicht ab, wählen Sie eine andere Größe.

Es gibt auch Dienstleister, die Otoplastiken für die AirPods Pro anfertigen – die Zusatzkosten liegen bei etwa 200 Euro. Die Adapter werden vom Ohr abgeformt und sitzen auch bei ungewöhnlichen Ohren. Der Nachteil ist, dass AirPods mit montierten Otoplastiken nicht in die Ladebox passen. Im Alltag sind solche Aufsätze daher unpraktisch, weil sie sie immer wieder abziehen und aufsetzen müssen. Ähnliches gilt auch für Straps oder sogenannte Ear-Hooks. Das sind kleine Gummibügel, die die AirPods Pro im Ohr sichern und für ein paar Euro von verschiedenen Herstellern angeboten werden.

Audiogramm erstellen

Wenn alles passt, erstellen Sie am iPhone ein Audiogramm, um den Klang auf Ihre Hörschwäche anzupassen. Dazu messen Sie ähnlich wie beim HNO-Arzt das Hörvermögen auf verschiedenen Frequenzbändern. Das iPhone speichert die Audiogramme in seiner Health App und hebt Frequenzbereiche hervor, in denen Ihr Gehör nachgelassen hat. Das funktioniert sowohl bei der Wiedergabe als auch im Transparenzmodus der Hörhilfe. Sie können das Audiogramm aber auch überspringen oder später nachholen. iPads, Macs und Apple TV unterstützen es bislang nicht.

Wenn Sie nicht bereits ein Audiogramm von Ihrem Arzt haben, laden Sie sich die kostenlose App „Mimi Hearing Test“ vom Berliner Entwickler Mimi Hearing Technologies aus dem App Store herunter. Sie müssen sich nicht mit einem Mimi-Konto beim Hersteller anmelden, sondern können direkt zum Test gehen. Ohne Konto speichert der Hersteller die Audiogramme mit Angaben zum Alter, zum Geschlecht und Land unter einer pseudonymen Zufallsnummer, um sie zur Forschung zu nutzen. Erst beim Anlegen eines Nutzerkontos verknüpft Mimi die Daten mit Ihrer Mailadresse und nutzt sie nach Ihrem Einverständnis auch für Marketingzwecke.

Die App bietet zwei Versionen: Der „Pure Tone Threshold Test“ spielt nacheinander leise Töne auf verschiedenen Frequenzen für das rechte und das linke Ohr ab. Sobald Sie einen Ton hören, legen Sie Ihren Finger aufs Display und nehmen ihn wieder weg, wenn der Ton verschwindet. Der „Masked Threshold Test“ ist optional und prüft, wie gut Sie die Töne vor einem Rauschteppich hören.

Für den Test benötigen Sie eine ruhige Umgebung. Die Wiedergabelautstärke

ct kompakt

- Die AirPods Pro 2 verstärken im Transparenzmodus Sprache und Umgebungsgeräusche.
- Sie eignen sich als günstige Hörhilfe, die man nicht den ganzen Tag, sondern nur in bestimmten Situationen benötigt.
- Mit einem Audiogramm passen Sie den Klang individuell an. Das hilft nicht nur Schwerhörigen. Auch Menschen mit gutem Gehör können den Sound des iPhone deutlich verbessern.

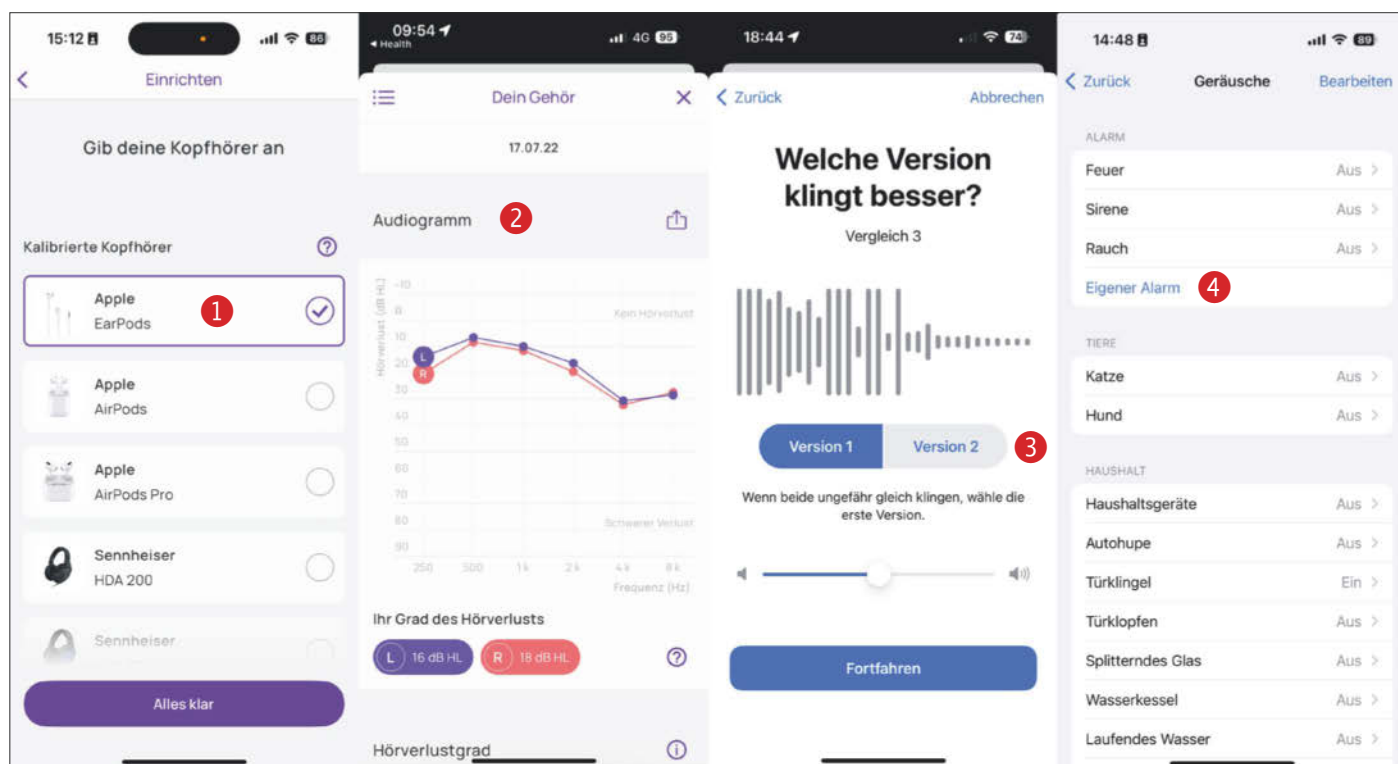


Bild 1: Mit der kostenlosen Mimi-App messen Sie Audiogramme. Allerdings benötigen Sie dazu einen kalibrierten Kopfhörer wie Apples EarPods (1). Ohne Audiogramm (2) können Sie den Klang mit einfachen Hörvergleichen anpassen (3). Zudem erkennt das iPhone eine Reihe von Geräuschen und meldet einen Hinweis (4).

stellen Sie wie in der App beschrieben ein. Da die Ergebnisse stark vom Frequenzgang der Kopfhörer abhängen, sollte man für den einmaligen Test ein Modell wählen, das in der Mimi-App kalibriert wurde. Die AirPods Pro 2 gehören leider noch nicht dazu. Sie können sich entweder die AirPods oder AirPods Pro der ersten Generation von einem Bekannten ausleihen oder die Apple EarPods mit Lightning-Anschluss für etwa 15 Euro kaufen (Bild 1, 1).

Nach Abschluss des Tests wählen Sie in den Einstellungen der Mimi-App „Apple Health“ aus, damit die App das Audiogramm mit der Health App teilt (Bild 1, 2). Wenn Sie die Daten nicht explizit für andere Apps freigeben, behält Apple sie auf Ihrem iPhone und überträgt sie an keinen Server.

In der Health App finden Sie Ihr Audiogramm unter „Entdecken/Hören“. Wenn Sie ein medizinisches Audiogramm von Ihrem Arzt haben, können Sie es dort auch mit dem iPhone abfotografieren und speichern. Die App listet alle Audiogramme mit Datum. So können Sie die Entwicklung Ihres Hörvermögens dokumentieren.

AirPods einstellen

Die Konfiguration der Kopfhörer finden Sie in den iOS-Einstellungen unter „Air-

Pods Pro 2“ (Bild 2, 1. v. l.) – aber nur, wenn sie die AirPods auch im Ohr haben und sie gekoppelt sind. Schalten Sie zunächst unter „Geräuschkontrolle“ auf Transparenz (Bild 2, 1) – das ist der Modus, in dem Sie die AirPods als Hörhilfe nutzen können. Die AirPods haben kleine Druckschalter in den weißen Zapfen. Mit ihnen wechseln Sie zwischen dem transparenten und dem geräuschunterdrückenden Modus. Was passieren soll, wenn Sie die AirPods-Zapfen drücken, stellen Sie unter „AirPods gedrückt halten“ für links und rechts ein (Bild 2, 2).

Bei motorisch eingeschränkten Personen besteht die Gefahr, dass sie versehentlich beim Anfassen der Zapfen den Transparenzmodus ausschalten. Und dann hört man die Umgebung natürlich nicht mehr besser, sondern schlechter. Leider ist es nicht möglich, die Taster komplett zu deaktivieren. Sie können allenfalls den Siri-Modus wählen, der jedoch mit Pop-ups am iPhone stören kann.

Scrollen Sie im Menü der AirPods Pro 2 nach unten und klicken Sie auf „Bedienungshilfen“. Die „Streichgeste zur Lautstärkeregelung“ sollten Sie weiter unten deaktivieren, damit Sie diese nicht versehentlich ausführen.

Hörhilfe konfigurieren

Stellen Sie nun die Klangeigenschaften der AirPods ein. Gehen Sie dazu zurück ins Hauptmenü der iOS-Einstellungen, wechseln zu „Bedienungshilfen“ (Bild 2, 2. v. l.) und dort zu „Audio/Visuelles“ (Bild 2, 6). Ganz oben wählen Sie „Kopfhörer-Anpassungen“ (Bild 2, 7), aktivieren diese, starten dann die „Eigene Audiokonfiguration“ (Bild 2, 10). Wählen Sie zunächst Ihr Audiogramm aus, das Sie in der Health App gespeichert haben. Wenn kein Audiogramm vorhanden ist oder Sie ein iPad nutzen, spielt Apple Ihnen anschließend Musik mit verschiedenen Klangeinstellungen vor. Wählen Sie jeweils die Version aus, die für Sie klar und hell, aber nicht zu fistelig klingt (Bild 1, 3).

Anschließend konfigurieren Sie den Transparenzmodus ganz unten im Menü der „Audioausgabe über Kopfhörer“ (Bild 2, 4. v. l., oder auch in Bild 3, 3. und 4. v. l.). „Verstärkung“ bestimmt, wie laut die Umgebungsgeräusche sein sollen sollen (Bild 3, 8). Wenn das Hören mit dem rechten und dem linken Ohr sehr unterschiedlich ist, können Sie die Balance für die Transparenz anpassen (Bild 3, 9). Bei „Ton“ stellen Sie den Klang etwas heller oder dunkler ein (Bild 3, 10). Sprechen Sie



TAUCHE EIN IN DIGITALE WELTEN – MIT DEM c't DIGITALABO

40 %
Rabatt!



c't MINIABO DIGITAL AUF EINEN BLICK:

- 6 Ausgaben digital in der App, im Browser und als PDF
- Inklusive Geschenk nach Wahl
- Mit dem Digitalabo Geld und Papier sparen
- Zugriff auf das Artikel-Archiv

Jetzt bestellen:

ct.de/angebotdigital



mit jemandem, während Sie den für Sie angenehmsten Klang wählen. Dabei müssen Sie einen Kompromiss finden, der Ihr Gegenüber gut verstärkt, ohne Ihre eigene Stimme zu laut werden zu lassen.

Die „Umgebungsgeräuschreduktion“ probieren Sie in einem lauterem Umfeld, (Bild 3, ①). Je weiter Sie den Regler nach rechts schieben, desto mehr Nebengeräusche unterdrücken die AirPods. Das kann helfen, wenn Sie Ihr Gegenüber in einer lauten Kneipe nicht verstehen. Es verhindert aber auch, dass Sie natürliche Geräusche um Sie herum wahrnehmen. Auch hier wählen Sie den für die Gesprächssituation besten Kompromiss.

Die „Konversationsverstärkung“ ist ein Spezialmodus, der für Sprache relevante Frequenzen verstärkt (Bild 3, ⑫). Er kann das Verständnis verbessern, erhöht aber auch das Hintergrundrauschen.

Anschließend können Sie im Menü „Kopfhörereinstellungen“ unter „Audio einstellen“ Ihre Klangvorgaben ändern und die jeweilige Frequenzverstärkung von leicht, mittel bis stark anpassen (Bild 2, ⑫). Mit „Beispiel wiedergeben“ spielen Sie dazu eine Testmusik ab (Bild 2, ⑬).

Schließlich sollten Sie weiter unten bei „Anwenden mit“ sowohl Telefon, Medien als auch den Transparenzmodus aktivieren (auch in Bild 3, ⑦).

Störungen abschalten

Während Sie AirPods als Hörhilfe tragen, möchten Sie nicht von anderen Apps gestört werden. Wechseln Sie dazu in den iOS-Einstellungen in das Menü „Mitteilungen“. Dort stellen Sie für jede App einzeln ein, ob Meldungen aufpoppen oder gar eine Glocke stören darf. Letzteres können Sie beispielsweise bei WhatsApp deaktivieren, wenn Ihre Bekannten zu viele Nachrichten schicken.

Damit Anrufe immer bei den AirPods ankommen, wenn Sie sie tragen, wechseln Sie in den iOS-Einstellungen zu „Bedienungshilfen“, dort im Abschnitt „Physisch und Motorisch“ auf „Tippen“ (Bild 2, ④). Scrollen Sie runter bis zur „Anrufaudioausgabe“ und wählen Sie „Bluetooth-Headset“.

Schließlich sollten Sie das Kontrollzentrum Ihres iPhones aufräumen, damit Sie dort die wichtigsten Einstellungen vornehmen können. Wählen Sie in den iOS-Einstellungen unter „Kontrollzentrum“ im

Bereich „Enthaltene Bedienelemente“ nur diejenigen aus, die Sie tatsächlich benötigen. Für die Hörhilfe ist das blaue Ohr „Hören“ relevant (auch in Bild 3, ②).

Im Kontrollzentrum

Um die AirPods als Hörhilfe zu steuern, öffnen Sie das Kontrollzentrum (Bild 3, 1. v. l.) auf Ihrem iPhone oder iPad mit einem Wisch von oben rechts (oder unten links bei älteren iPhones). Wenn die AirPods verbunden sind, werden sie als Symbol in der Lautstärkeregelung angezeigt (Bild 3, ①). Wenn nicht, legen Sie die AirPods kurz in die Ladebox, schließen und öffnen Sie die Klappe und setzen Sie die AirPods erneut ein.

Nach einem langen Druck auf den Lautstärkeregelung im Kontrollzentrum können Sie zwischen Transparenzmodus und Geräuschunterdrückung auf dem linken unteren blauen Kreissymbol umschalten (Bild 3, ④). Die Klangeinstellungen finden Sie im Kontrollzentrum hinter dem Ohrsymbol (Bild 3, ②). Neben den Reglern für Lautstärke, Balance, Ton und Rauschunterdrückung finden Sie dort auch den Schalter für die Konversationsverstärkung (Bild 3, ⑫).

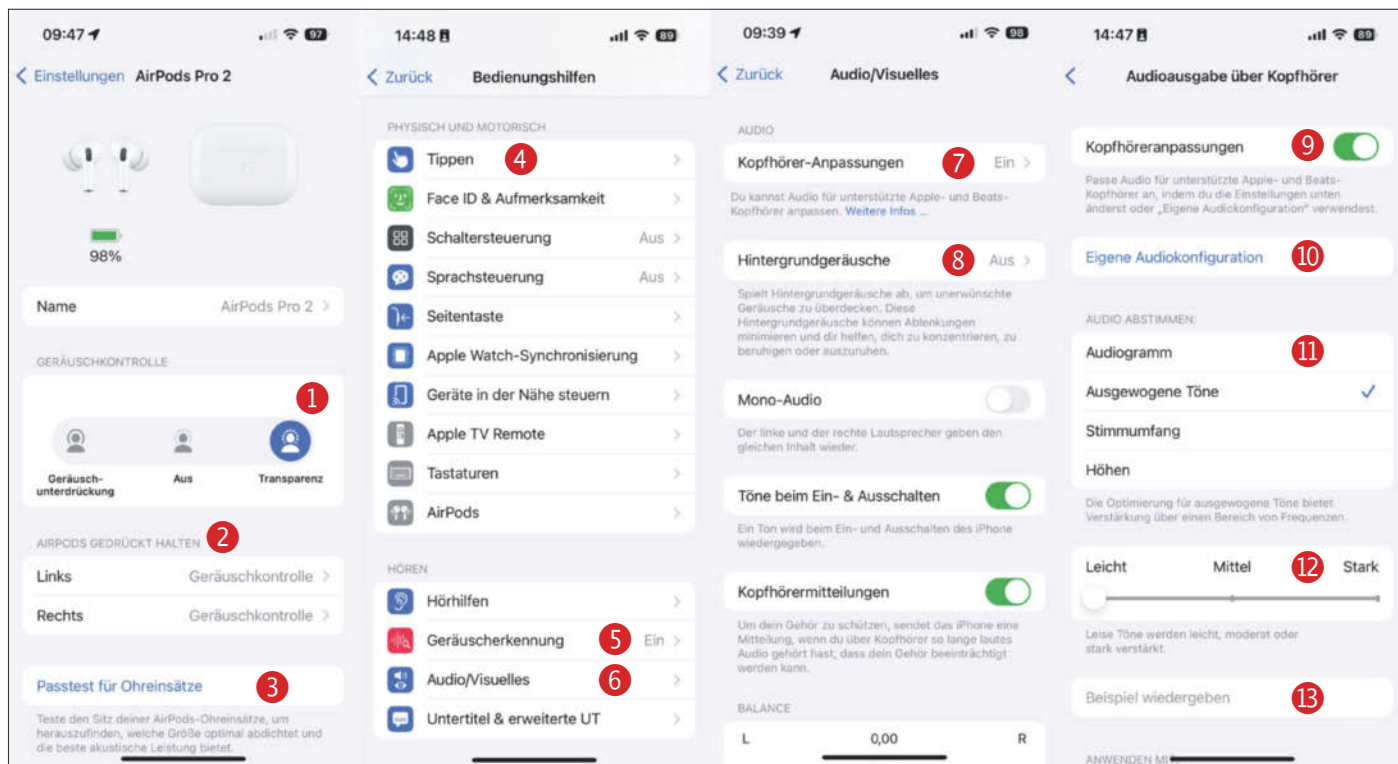


Bild 2: Die Konfiguration ist breit über die iOS-Einstellungen verteilt. Im Menü „AirPods Pro 2“ (1. v. l.) schalten Sie den Transparenzmodus ein (①) und konfigurieren die Druckknöpfe (②). Unter den Bedienungshilfen (2. v. l.) finden Sie weitere Parameter wie die „Geräuscherkennung“ (⑤) und „Audio/Visuelles“ (⑥), wo Sie die Kopfhöreranpassungen (⑦) aktivieren. Dort laden Sie Ihr Audiogramm oder ein vorgefertigtes Klangprofil (⑩ und ⑪).

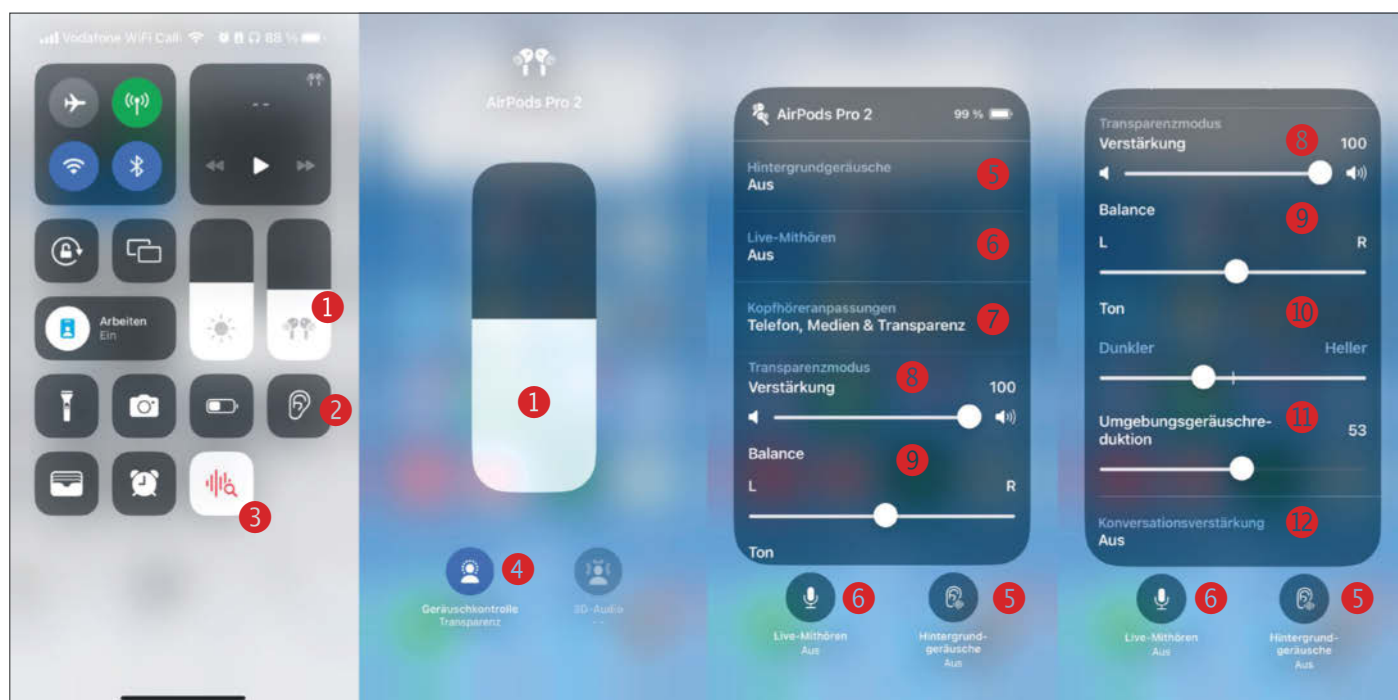


Bild 3: Im täglichen Gebrauch passen Sie die wichtigsten Parameter über das Kontrollzentrum (1. v. l.) an, das Sie bei neueren iPhones über einen Wisch aus der rechten oberen Ecke aktivieren. Drücken Sie lange auf den Lautstärkeregler mit dem AirPods-Symbol (1), um auf dem nachfolgenden Bildschirm (2. v. l.) über das blaue Symbol unten links den Transparenzmodus zu aktivieren oder umzuschalten (4). Über das Ohrsymbol (2) im Kontrollzentrum gelangen Sie auf den Bildschirm mit den Klangeinstellungen (3. v. l. und 4. v. l.), wo Sie die Verstärkung (8), den Ton (10) und die Dämpfung von Umgebungsgeräuschen (11) ändern. Mit der roten Lupe (9) schalten Sie die Geräuscherkennung im Kontrollzentrum ein und aus.

Tinnitus und Türklingeln

Eine besondere Funktion ist das „Live Mithören“ (Bild 3, 6). Dabei schaltet das iPhone auf sein internes Mikrofon um und leitet Signale daraus an die AirPods weiter. So kann jemand in einer lauten Umgebung direkt ins iPhone sprechen, damit Sie ihn besser verstehen. Der Modus hat aber den Nachteil, dass Sie die Stimme Ihres Gegenübers wie auch Ihre eigene Stimme verzögert hören. Um die Irritation etwas zu verringern, können Sie vom Transparenzmodus in den Geräuscherkennungsmodus schalten (Bild 3, 4).

Wenn Sie unter Tinnitus leiden, können Sie Hintergrundgeräusche wie Regen oder Meeresrauschen zuschalten (Bild 3, 5). Denn bei absoluter Stille empfinden viele ihren Ohrton besonders laut. Erhöhen Sie die Lautstärke nur so weit, dass der Tinnitus gerade eben im Rauschen verschwindet. So nehmen Sie Ihr Ohrgeräusch weniger wahr.

Unabhängig davon, ob Sie AirPods nutzen oder nicht, kann Ihr iPhone oder iPad auch Geräusche erkennen und Ihnen beispielsweise eine Mitteilung senden, wenn es an der Tür klingelt. Dazu wählen Sie entweder vortrainierte Geräusche aus oder trainieren ein eigenes. Rufen Sie dazu

die Geräuscherkennung in den iOS-Einstellungen unter den Bedienungshilfen auf und wählen aus der Liste „Eigener Alarm“ (Bild 1, 4). Anschließend spielen Sie dem iPhone das Signal fünfmal vor. Apples KI soll das Geräusch im Hintergrund trainieren, was im Test leider selbst nach über einer Woche noch nicht beendet war.

Unter den Mitteilungen in den iOS-Einstellungen stellen Sie bei der Geräuscherkennung ein, ob das iPhone ein Banner, eine Vibration oder einen Alarm ausgeben soll. Letzterer ist auf dem iPhone-Lautsprecher oder auf den AirPods nur zu hören, wenn sich das iPhone nicht im Lautlosmodus befindet. Diesen schalten Sie mit dem Schalter an der linken Seite des iPhones an und aus. Die Erkennung schalten Sie im Kontrollzentrum mit der roten Lupe ein und aus (Bild 3, 3). Leider klappte sie im Test nicht hundertprozentig. Achten Sie auf jeden Fall darauf, dass die Mikrofone des iPhones das Triggersignal hören können und nicht verdeckt sind.

Fazit

Wenn Ihr Gehör nachlässt, sollten Sie in jedem Fall einen Arzt aufsuchen. Möglicherweise steckt eine Krankheit dahinter,

deren Behandlung Sie nicht auf die lange Bank schieben sollten.

Da jeder Mensch anders hört und Beeinträchtigungen unterschiedlich sind, können wir keine allgemeingültigen Empfehlungen geben, ob die AirPods Pro 2 Ihnen tatsächlich helfen. Unsere Konfigurationstipps zeigen Ihnen zumindest, wie Sie die richtigen Einstellungen finden. Weil diese recht komplex sind, sollten Sie im Umgang mit dem iPhone oder iPad halbwegs geübt sein – oder jemanden haben, der Ihnen hilft.

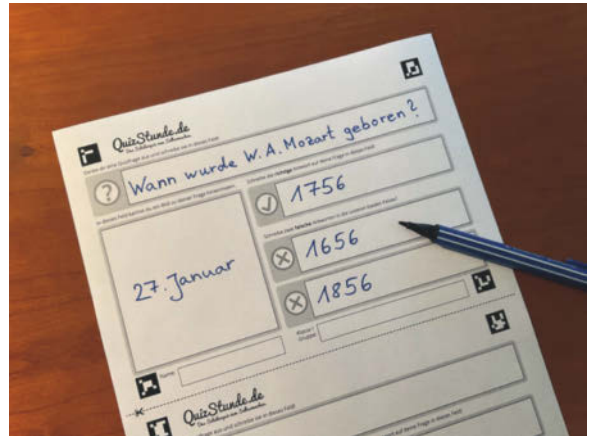
Die AirPods Pro 2 können zwar kein medizinisches Hörgerät ersetzen, das Sie den ganzen Tag tragen. Sie können aber helfen, wenn Sie nur in bestimmten Gesprächssituationen Unterstützung benötigen. Die jeweils letzte Einstellung bleibt in den AirPods gespeichert, sodass Sie nicht immer Ihr iPhone dabei haben müssen, um sie im Transparenzmodus als Hörhilfe zu nutzen.

Die Klangqualität ist im Vergleich zu einigen Mittelklassehörgeräten durchaus ordentlich. Meine Schwiegermutter fand den Klang in manchen Situationen angenehmer, in anderen bevorzugte sie ihr teures medizinisches Modell. (hag@ct.de) **ct**

Erklärvideo zum Setup: ct.de/yaya

Handgemacht und digital

Mit dem Tool „QuizStunde“ gestalten Grundschüler eigene Online-Quizze



Handschriftlich vorbereiten und digital spielen – mit diesem Mix ist es sogar jüngeren Kindern möglich, ein Online-Quiz zu gestalten. Der Webdienst „QuizStunde“ bringt alles dafür Nötige mit.

Von Stefan Spohn

Mit dem von Kids interactive angebotenen Webdienst QuizStunde erstellen Kinder und Jugendliche selbstständig Ratespiele zu beliebigen Themen. Um den Dienst kennenzulernen, sehen Sie sich die fertigen Spiele an, die andere Nutzer unter www.quizstunde.de hochgeladen haben. Sie lassen sich nach Themen filtern. Nachdem Sie mit Ihrem Kind beziehungsweise Ihren Schülern ein paar Quizze durchgespielt haben, ist allen klar, wie das Ganze funktioniert. Sie werden dabei auch feststellen: Die meist von Kindern handgeschriebenen Fragen und Antworten sind mal besser, mal schlechter lesbar – und inhaltlich leider nicht immer ganz richtig.

Jede Aufgabe besteht aus einer Frage, drei Antwortmöglichkeiten sowie optional einem Bild oder ergänzendem Text. Durch Antippen oder Anklicken wählen die Spieler eine der Antwortvorgaben aus. Das geschieht ohne Zeitdruck. Ein zweiter Tipp oder Klick auf die Schaltfläche „Auflösung“ offenbart die richtige Antwort: Sie erscheint vergrößert am Bildschirm. Falls der Spieler diese richtige Antwort gewählt hat, ertönen außerdem Tusch oder Applaus. Weil die Effektgeräusche laut und insbesondere bei falschen Ant-

worten etwas aufdringlich ausfallen, empfiehlt es sich, den Ton am Spielgerät zu dämpfen oder auszuschalten, falls die Kinder im Klassenverband ohne Kopfhörer arbeiten.

Blau gegen Orange

Eine Mindest- oder Höchstzahl an Fragen pro Quiz gibt es nicht. Umfasst ein Quiz beispielsweise 20 Fragen, so präsentiert der Dienst immer abwechselnd je 10 Fragen für „Team Blau“ und „Team Orange“. Falls ein Quiz im Klassenverband wie vorgesehen mit zwei Teams gespielt wird, sollte eine Person das Spiel moderieren. Am besten eignet sich dafür ein interaktives Whiteboard. Die Rolle des Spielleiters kann die Lehrkraft oder eines der Kinder übernehmen. Ein weiteres Szenario ist die Partnerarbeit, bei der sich zwei Schüler einen Laptop oder ein Tablet teilen und gegeneinander antreten. Schließlich lässt sich jedes Quiz ungeachtet der zwei virtuellen Teams auch in Einzelarbeit spielen – sowohl in der Schule als auch zu Hause.

In jedem Fall präsentiert die Software nach Abschluss des Spiels das Siegerteam. Eine ausführliche Auswertung, welche

Fragen im Einzelnen richtig und falsch beantwortet wurden, erfolgt leider nicht.

Los gehts

Für die Schüler besteht der erste Schritt zum eigenen Quiz darin, sich Fragen und Antwortvorgaben zu überlegen. Der pinkfarbene Button „Quiz erstellen“ auf der Startseite des Webdienstes führt zum Download der PDF-Vorlage, die Platz für zwei Fragen plus Antworten bietet. Als Lehrkraft oder Elternteil drucken Sie die Vorlage in der benötigten Anzahl aus.

Das oberste Feld, gekennzeichnet mit dem Fragezeichen, nimmt die Frage- oder Aufgabenstellung entgegen. Darunter befindet sich ein Feld mit Haken für die Lösung. In die beiden Felder darunter werden falsche Antwortvorgaben eingetragen, die der korrekten Antwort mehr oder weniger nahekommen sollten – je nach gewünschtem Schwierigkeitsgrad. Der Rahmen links daneben kann frei bleiben oder nach den Wünschen der Schüler gestaltet werden. Er bietet Platz für ergänzende Zeichnungen, Erläuterungen oder eingeklebte Fotos – ein guter Anlass, um mit den Kindern über urheberrechtliche Bestimmungen und geeignete Bildquellen wie pixabay.de zu sprechen.

Optional können die Schüler unterhalb einer Quizfrage noch ihren Namen und ihre Klasse einfügen. Diese Einträge dienen nur der klasseninternen Organisation und haben für das digitale Quiz keine Bedeutung.

Für die handschriftlichen Aufzeichnungen der Schüler auf der Vorlage empfehlen sich kräftige Bunt- oder Filzstifte, vorzugsweise in blau oder schwarz. Helle Farben oder dünne Stifte eignen sich nicht. Es ist wichtig, den vorhandenen Platz auszunutzen und ausreichend groß zu schreiben, damit die Texte später auch auf einem



Ihre Texte schreiben die Schüler am besten mit kräftigen Stiften in dunkler Farbe auf die Vorlage. Der Rahmen links nimmt ergänzenden Text oder Bilder auf.

kleinen Smartphonedisplay gut lesbar sind; sie sollten daher nicht zu lang ausfallen. Je jünger die Kinder sind, desto eher stellt das Schreiben von Texten oder Zahlen in geeigneter Größe eine Schwierigkeit dar. Indem Sie als Lehrer die Fragen- und Antwortfelder der Kopiervorlage um die jahrgangstypischen Schreiblineaturen ergänzen – in Klasse 3 etwa die sogenannten „Eisenbahnschienen“ –, erleichtern Sie den Schülern das Ausfüllen.

Nach dem Ausfüllen scannen die Kinder die Bögen oder fotografieren sie mit Tablet oder Handy – eine gute Gelegenheit zu demonstrieren, dass es beim Fotografieren auf exaktes Arbeiten ankommt. Eine gewisse Verzerrung wird die Software später verzeihen, aber mit verwackelten Fotos kann sie nicht viel anfangen.

Während Grundschüler die Vorlage in der Regel von Hand ausfüllen werden, spricht in höheren Jahrgängen nichts dagegen, den Schülern eine digitale Version der Vorlage zur Verfügung zu stellen, die sie mit geeigneter Software bearbeiten und als JPG- oder PNG-Datei speichern; andere Bildformate akzeptiert das Tool nicht. Die Bilddateien dürfen eine Größe von 15 MByte nicht überschreiten.

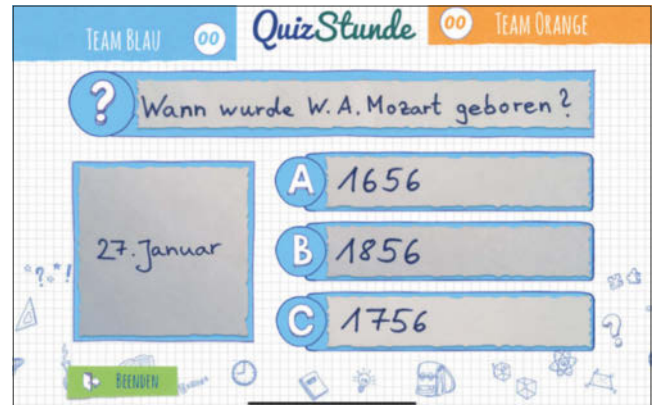
Das erste eigene Quiz

Scans, Fotos oder Bilddateien laden Lehrkraft oder Eltern in ihrem Account auf die Website des Anbieters hoch. Vorab fragt QuizStunde noch ein paar Infos ab: Titel, Fach, Klassenstufe und – optional – einige Schlagwörter. Das Fach wählt man aus einer Drop-down-Liste aus – schade, dass das Grundschulfach „Sachunterricht“ darin fehlt.

In der Übersicht aller vorhandenen Quizze zeigt die Software auch Schlagwörter mit an. Es empfiehlt sich, zusätzlich zu sachlichen Suchbegriffen einen Nickname des Quiz-Autors einzutragen, den sich jedes Kind selbst aussucht. So bleibt das Quiz einerseits anonym, ist aber für das Kind leicht wiederzufinden.

Zum Hochladen wählen Sie die grüne Weiter-Schaltfläche und anschließend das Pluszeichen für Team Blau oder Team Orange. Ein grüner Haken signalisiert, dass alles in Ordnung ist – ein rotes Kreuz im Vorschaubild zeigt an, dass beim Upload etwas schiefgelaufen ist. Abgesehen von verwackelten Aufnahmen liegt das meist daran, dass die vier einem QR-Code ähnlichen Marker in den Ecken der Vorlage beim Digitalisieren nicht komplett erfasst wurden oder unleserlich sind.

Die Inhalte der gescannten, fotografierten oder digital ausgefüllten Vorlagen präsentiert QuizStunde online abwechselnd als Fragen für Team Blau und Team Orange.



Beim Hochladen der Vorlagen erfolgt lediglich eine perspektivische Anpassung, aber keine weitere Korrektur und auch keine Zeichenerkennung. Manuell lassen sich Helligkeit und Kontrast noch ein wenig optimieren. Ärgerlich: Entdeckt man im Nachhinein noch einen Fehler, lässt sich die betreffende Aufgabe nicht einzeln austauschen. Zur Korrektur muss das gesamte Quiz neu hochgeladen werden.

Die Zuordnung der Fragen und Antworten sowie die Präsentation in zufälliger Reihenfolge übernimmt die Software automatisch. Wie viele Fragen ein Quiz umfassen sollte, richtet sich nach Klassenstufe und Einsatzszenario; als Richtwert haben sich je acht Fragen pro Team bewährt.

Privat oder öffentlich?

Alle Daten liegen laut dem Anbieter auf Servern von PHP-Friends in Deutschland, wobei die Bestimmungen der DSGVO eingehalten werden. Um anderen ein Quiz zur Verfügung zu stellen, gibt es zwei Möglichkeiten: Mit dem Status „öffentlich“ steht das Quiz der ganzen Klasse uneingeschränkt zur Verfügung – aber auch allen anderen Besuchern der Site. Ist „privat“ als Sichtbarkeitsstatus gesetzt, lässt sich das Quiz durch Weitergabe der Adresse im Browser teilen.

Noch komfortabler ist der Zugriff via QR-Codes, die man als Sammlung drucken oder im Klassenraum an die Wand projizieren kann. Zum Umwandeln der URL in einen QR-Code stellt QuizStunde allerdings keine Funktion bereit; Sie müssen das mit einem geeigneten Tool außerhalb des Dienstes erledigen.

Im Unterrichtsaltag

QuizStunde ist ein handliches Tool, das klassische Kulturtechniken mit digitalen

Möglichkeiten verbindet. Während die Schüler sich Fragen ausdenken und Aufgaben gestalten, können sie sich auf die inhaltliche Recherche konzentrieren, ohne von technischen Hindernissen abgelenkt zu werden. Die themenbezogene Arbeit bleibt stets im Fokus. Lautet der Arbeitsauftrag etwa, Fragen zu einem Sach- oder Lesetext zu formulieren, so spornt das die Schüler an, den Text zunächst gründlich zu lesen. Generell erfordert die Ausgestaltung der Quizfragen mit jeweils der richtigen Antwort und zwei falschen Alternativen eine aktive Auseinandersetzung mit dem Thema, denn angemessene falsche Antworten lassen sich nur finden, wenn man den Kontext versteht.

Die Aussicht auf ein spannendes Duell im Zweierteam oder in der Gruppe motiviert die Schüler. Falls die eigenen Quizfragen später für alle QuizStunde-Nutzer veröffentlicht werden sollen, bietet das einen starken Anreiz, sorgfältig vorzugehen und leserlich und fehlerfrei zu schreiben. Für ältere Schüler ist auch der Prozess des Digitalisierens spannend. In der Vorbereitungsphase bietet sich ein Unterrichtsgespräch über den Aufbau von URLs und QR-Codes an. Ein weiteres Einsatzszenario: Der Lehrer bereitet selbst ein Quiz vor, das zur Abwechslung die üblichen Hausaufgaben ersetzt.

QuizStunde kann man 30 Tage lang kostenlos ausprobieren. Danach stehen zwei Lizenzarten zur Auswahl: eine Einzellizenz für 30 Euro pro Jahr sowie ein Lizenzpaket für Schulen und Organisationen für 15 Anwender zum Preis von 300 Euro pro Jahr; die Lizenzen verlängern sich nicht automatisch. Mit beiden Lizenzen lassen sich unbegrenzt viele Quizze erstellen. Zum Spielen ist keine Registrierung oder Anmeldung erforderlich. (dwi@ct.de) **ct**



Bild: KI Midjourney | Bearbeitung: ct

Was soll schon schiefgehen?

Warum Outdoor-Apps patzen und wie man es besser macht

Bei den meisten Wander- und Radtouren übernimmt inzwischen das Smartphone die Führung. Doch selbst die beliebtesten Apps wie Komoot oder Outdooractive bauen beim Planen Mist oder sie verraten nicht alles, was man für eine gute Tour braucht. Der Artikel beschreibt Schwachstellen und zeigt Auswege.

Von Thomas Froitzheim

Beim Wandern und Radfahren kann man sich in puncto Navigieren auf einen hohen Standard stützen. Meint man. Portale wie Komoot oder Outdooractive bieten eine schier unendliche Zahl von Tourenvorschlägen, ob für den Nachmittagsspaziergang im Stadtwald oder die mehrtägige Tour abseits der Zivilisation. Per Knopfdruck taucht der Verlauf unterwegs auf dem Smartphone oder GPS-Gerät auf; wenn man angekommen ist, leitet es zurück zum Startpunkt.

Nicht zu wissen, wo man im Wald ist, war gestern, denn inzwischen empfangen viele Smartphones und GPS-Geräte auch weitere Satellitensysteme außer GPS, etwa Glonass und Galileo. Für gute Karten muss man nicht mehr Unsummen bezah-

len; selbst Abbiegehinweise per Sprachanweisung sind ein übliches Feature.

Die Lieblings-Apps der Nutzer

Wer zu Fuß oder mit dem Rad unterwegs ist, lässt sich oft von der App Komoot leiten. In den letzten Jahren hat Komoot bei den Downloadzahlen den Spitzenplatz bei den Apps für draußen erobert und befindet sich auf Millionen von Smartphones. Auf Platz zwei folgt Google Maps, dahinter mit großem Abstand Outdooractive. Laut der jährlichen ADFC-Radreiseanalyse nutzten 2022 etwa 75 Prozent der Radtouristen Komoot. Google Maps wurde auch hier mit 66 Prozent ebenfalls oft genannt, Outdooractive war mit 11 Prozent der Nennungen nicht so präsent. Weil die Summe

mehr als 100 Prozent ergibt, weiß man auch, dass es die eine App nicht gibt, die alles verrät, was man unterwegs braucht. So benutzen beispielsweise Komoot-Nutzer auch Google Maps, weil Google viele Öffi-Fahrpläne kennt und verrät, ob ein Café gerade geöffnet hat.

Dennoch: Komoot konnte seinen Anteil in den letzten Jahren kontinuierlich steigern und das, obwohl man für die einfache und bequeme Nutzung etwas bezahlen muss. Die meisten Nutzer zahlen einmalig 30 Euro für das weltweite Kartenpaket. Statt für jeden Urlaub neue Karten kaufen zu müssen, ist das mit einem Kauf erledigt. Es gibt sogar ein Premiummodell für 60 Euro jährlich, dessen Nutzen sich neuerlich durch den Wegfall des Versicherungsschutzes und der Pannenhilfe allerdings geschmälert hat.

Eine ähnliche großflächige Erhebung der Lieblings-Apps fürs Wandern gibt es nicht, aber einzelne Studien sind deutlich: Eine Befragung von mehr als 1600 Wanderern auf dem Grünen Band im Thüringer Wald im vergangenen Jahr ergab, dass fast 80 Prozent der hier vorwiegend erfassten Intensivwanderer Komoot nutzen.

Bei Komoot ist der Name Programm, denn lautmalerisch steht er für „kommod“, also „bequem, angenehm“. Das passt durchaus, denn zu vielen Gegenden gibt es bereits Hunderte abrufbarer Touren für jeden Geschmack. Will man stattdessen direkt von A nach B, muss man nur das gewünschte Ziel eingeben und in Sekundenbruchteilen erscheint eine Strecke dorthin auf dem Display. Sogar mit Sprachhinweisen kann man sich leiten lassen und

auch einige Smartwatches vibrieren, wenn man abbiegen soll, und zeigen, wohin.

Auch der Import und Export von Aktivitäten, die man zum Beispiel mit der Sportuhr oder Smartwatch getrackt hat, geschieht in der Regel unauffällig und mit wenig Problemen. Wer möchte, plant seine Touren für mehr Übersicht mit Komoot am PC; sie sind dann automatisch mit dem Smartphone oder gar dem einen oder anderen Fahrrad- und Wandernavi synchronisiert.

Bequem, aber mit Fehlern

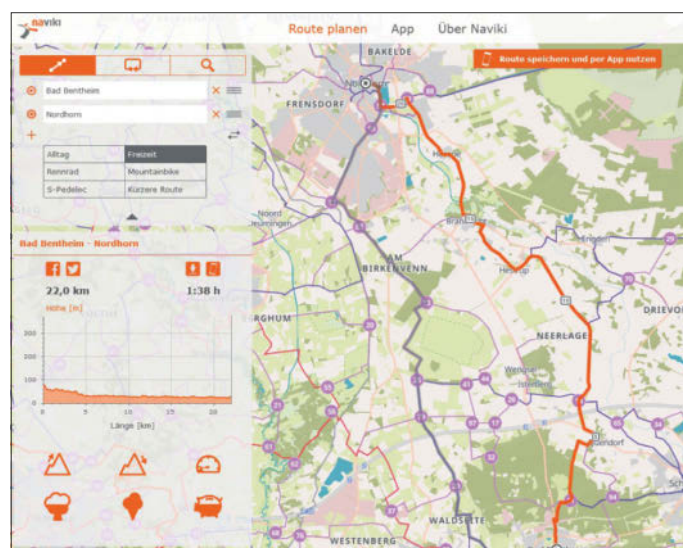
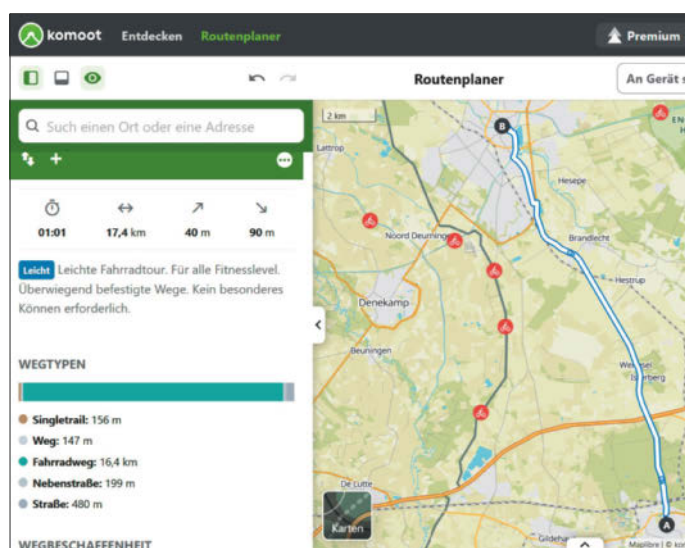
Doch über die Schattenseiten von Komoot, Outdooractive, Kompass, Maps und Konsorten fluchen nicht nur Nutzer, sondern auch Naturschützer und Rettungsdienste. Denn nicht alle Tourentipps sind gut. In einigen Fällen ist die Streckenführung sogar bedenklich – beispielsweise wenn sie durch natursensible Gebiete, also geschützte Bereiche verläuft oder über Wege, die für Radfahrer oder Wanderer verboten sind.

Selbst wenn die Apps beim Planen keine krassen Fehler gemacht haben, ziehen die Reisenden nach der Rad- oder Wandertour zuweilen lange Gesichter. „Wir sind angekommen, aber warum hat uns die Navi-App so oft an der Hauptstraße entlang geschickt?“ Ein Blick auf die Karte zeigt, dass man auch einen tollen autofreien Weg hätte nutzen können. Aber der schlängelt sich am Fluss entlang. Die Apps haben den nicht vorgeschlagen, weil er länger ist als der straßenbegleitende Weg. Maschinenlogik schlägt Romantikwunsch.

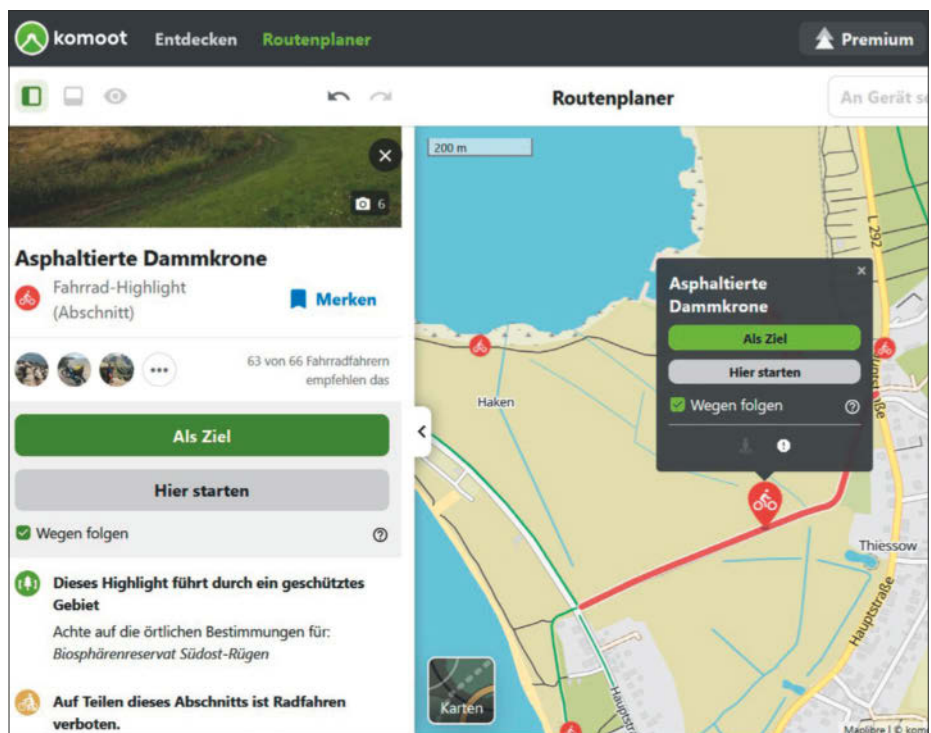
c't kompakt

- Schlechte Karten sind gar nicht so oft schuld an fehlerhaften Wander- und Radrouten.
- Viele Touren von Apps führen verbotswidrig in natursensible Gebiete.
- Mit dem Projekt „Route 3.0“ schaffen Tourismusorganisationen ein Instrument, damit man sich auf Tourvorschläge verlassen kann.

Routing fürs Rad oder Schusters Rappen funktioniert anders als das fürs Auto [1]. Während Autonavigation die schnellstmögliche Verbindung zwischen Start und Ziel findet, will man als Radler oder Wanderer schöne oder sportliche Streckenvorschläge, manchmal sogar beides zugleich. Rennradfahrer können mit Mountainbike-Trails nichts anfangen, für Mountainbiker wiederum sind Asphaltstrecken uninteressant. Mit dem Gravel-Rad will man auf Schotter unterwegs sein, andere planen nach viel oder wenig Steigung. Mal soll es fürs Downhill-Fahren ein Single Trail sein und für andere soll Komoot eine Tour fürs Trekkingrad abseits der Straße über naturnahe Wege vorschlagen, wegen des Kinderanhängers aber bitte mit wenigen Schlaglöchern. Und wer vielleicht sein Rad im Rahmen einer Tagestour auch mal eine kleine Treppe hinaufträgt, wird das selbe nicht mit einem E-Bike oder einem vollbepackten Reiserad tun wollen. Die



Während Komoot (links) nur ein einziges Fahrradprofil hat, das kürzere Wege bevorzugt, lässt sich bei Naviki (rechts) wählen zwischen kurzen Alltagsroutenprofilen sowie naturnäheren Freizeitwegen.



Komoot weist hier zwar darauf hin, dass Radfahrer schieben müssen, dennoch zeigt es den Punkt als sogenanntes Fahrrad-Highlight an. Man kann sogar erzwingen, dass die Route darüber führt.

gängigen Outdoor-Apps versuchen, die häufigsten und erwartbaren Vorlieben mit Profilen in die Berechnung einfließen zu lassen, etwa fürs Rennrad, fürs Trekkingrad oder – bei Wanderern – fürs Bergwandern mit Kletteranteilen.

OpenStreetMap als Basis

Die falsche Wahl des Profils führt zu unpassenden Tourvorschlägen, unterwegs schiebt man die Schuld aber eher auf die Karten. Die müssen für jede Aktivität gut über Wegearten, Hindernisse und Untergründe Auskunft geben. Komoot nutzt dazu die OpenStreetMap (OSM). Das kartografische Freiwilligenprojekt hat vor Kurzem seinen neunzehnten Geburtstag gefeiert. Es ist inzwischen zur unverzichtbaren Datenbank geworden. Jedem Weg, jedem Punkt auf der Karte sind diverse Informationen zugeordnet, sodass man nicht nur eine Karte mit einem dichten Wegenetz bekommt, sondern auch die oben genannten Infos zur Wegebeschaffenheit bis hin zu Nutzungseinschränkungen, etwa für schwere Fahrzeuge – oder eben Fahrräder.

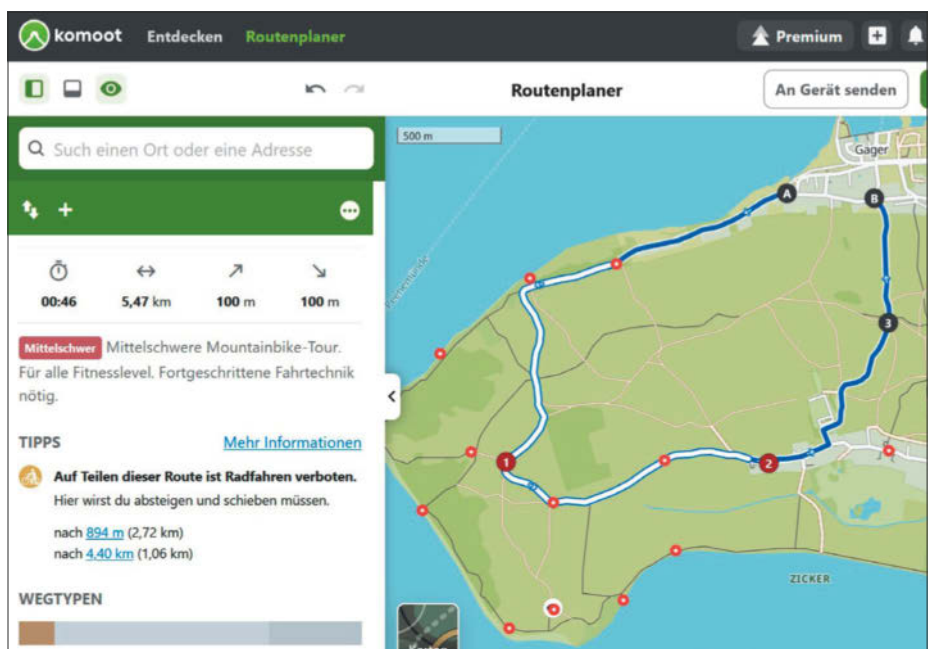
Damit könnten Navi-Apps alle möglichen Attribute („Tags“) in die Berechnung von Touren einbeziehen. Die Herausforderungen liegen in der Vielfalt dieser Tags, ihrer regionalen Inhomogenität

und der unterschiedlichen Dichte der OpenStreetMap-Daten. Denn nicht überall gibt es fleißige Mapper, die diese Tags erarbeiten. Und was auf einer Karte beispielsweise als unbefestigter Pfad gekennzeichnet ist, ist anderswo vielleicht fälschlich als Agrarweg kartiert worden. Auch

was in einem anderen Land als Forststraße durchgeht, wird hier schon mal als Pfad kartiert.

Der Casus knaxus ist, dass die Apps nicht alle dieser Unverträglichkeiten kennen und vor allem die Fehler der Kartierung beim Berechnen der Routen nicht intelligent reparieren. Wie unterschiedlich ein Routing trotz derselben Datenbasis ausfällt, zeigt ein Vergleich zwischen Naviki und Komoot, die beide OpenStreetMap nutzen: Bei der Streckenberechnung zwischen den niedersächsischen Städten Bad Bentheim und Nordhorn berechnet Naviki im Profil „Alltag“ eine Direktverbindung, die weitgehend auf straßenbegleitenden Radwegen an der B10 verläuft – nicht schön, aber schnell und als flotte Alltagsstrecke vollkommen in Ordnung.

Wählt man das Profil „Freizeit“, entwirft Naviki eine längere Strecke, die deutlich entfernt von der Bundesstraße verläuft, hauptsächlich über ausgeschilderte Radrouten. Komoot bietet diese Wahl zwischen Alltags- und Freizeitradrouting nicht. Als Komoot-Nutzer würde man vielleicht naheliegenderweise das Profil „Fahrrad“ wählen. Dann berechnet die App für das Beispiel eine Strecke, die fast genauso wie die Naviki-Alltagsroute verläuft, also zwar flott, aber nicht schön. Man erfährt immerhin, dass man auf einem Fahrradweg unterwegs ist, aber dass dies der Radweg an einer vielbefahrenen, lauten und gefährlichen Bundesstraße ist, wird erst offensichtlich,



Verbotene Wege im Naturschutzgebiet: Komoot schlägt zunächst erlaubte Strecken vor, doch mit wenigen Klicks kann man eine Route erzeugen, die verbotene Abschnitte enthält. Komoot warnt dann zwar, gibt aber dennoch Navigationsanweisungen.

wenn man im Kartenmenü die blau eingezeichnete Tourenlinie ausblendet. Bei mangelnder Orts- oder Kartenkenntnis hat man keine Chance zu erkennen, worauf man sich einlassen soll.

Wer sich mit Komoot auskennt, verwandelt mit ein paar Mausklicks den Erstvorschlag in eine freizeitorientierte Strecke. Denn auch die Basisversion zeigt auf der OpenCycleMap (nur am PC, nicht in der App) unter anderem ausgeschilderte Themenradwege an. Als Workaround setzt man einfach ein paar Zwischenziele auf diesen Wegen und zieht damit die Route um. Steht die Tour, folgt noch ein Blick auf die Wegebeschaffenheit, also deren Oberfläche und Zustand. Komoot zieht diese Infos – so vorhanden – aus OpenStreetMap-Karten. Was auch bedeutet, dass man den Karten-Cache löschen sollte, falls man eine aufs Smartphone überspielte Tour noch mal absolvieren möchte, damit eine aktuelle Karte für die Offline-Nutzung aufs Smartphone flutscht.

Dank OpenStreetMap weiß Komoot eigentlich, auf welchen Wegen Radfahren nicht erlaubt ist. Wer sehr weit in die Karte hineinzoomt, kann diese Verbote sogar in Form eines kleinen „Einfahrt verboten“-Symbols entdecken. Tatsächlich vermeidet Komoot diese Strecken zunächst, ignoriert die Verbote aber, wenn der Nutzer Zwischenziele in engen Abständen setzt. Anders Outdooractive in der gleichen Situation: Die Plattform weigert sich, eine Radstrecke zwischen diesen Zielen zu berechnen, und bietet nur eine Luftlinienverbindung an. Wobei die Meldung „keine Wege gefunden“ komisch aussieht, zeigt die Outdooractive-Karte doch jede Menge Wege, die offenbar vorhanden sind! Dass darauf aber Fahrradverbote gelten, kann man nicht erkennen.

Highlights: Segen, Flut und Fluch

Die Komoot-Karte zeigt zunächst nur die OpenStreetMap im Komoot-Stil. Als zusätzlicher Inhalt poppt umgehend auch eine Vielzahl sogenannter „Highlights“ auf, und zwar nach der Aktivität gefiltert, für die man Touren sucht. Die Highlights stammen aus der Komoot-Community und sind häufig mit Foto, Text und Kommentaren garnierte Orte oder Wegabschnitte.

Komoot nutzt sie, um seine maschinell generierten Tourenvorschläge aufzupeppen, aber sie sollen auch beim Selbstplanen helfen, schöne Dinge zu entde-

cken. Nur: Viele der Highlights scheren sich nicht um Naturschutzge- und -verbote und nicht selten liegen die Highlights sogar auf Privatgrund. Zuweilen nerven Dutzende von Highlights namens „tolle Aussicht“ auf Wegstrecken, die als Panoramawege sowieso keinen Zweifel darüber lassen, was einen dort erwartet. Inzwischen fluten die roten Kreise der Highlights das Kartenbild zunehmend, sodass sie nicht nur nutzlos werden, sondern sogar die Übersicht behindern.

Das Problem, wie man Besucher in natursensiblen Gebieten schlaue lenken kann, haben Touristiker und andere Fachleute in den vergangenen Jahren auf zahlreichen Fachkonferenzen diskutiert. Komoot löscht inzwischen nach eigenen Angaben die Highlights, die in Verbotszonen angelegt werden. Dennoch finden sich auf Komoot-Karten weiterhin Highlights auf verbotenen Wegen, und das trotz deutlicher Hinweise einzelner Nutzer und entsprechender Fotos. Leider: Wenn ein Wegabschnitt attraktiv erscheint, setzen sich viele Menschen über Benutzungsverbote hinweg. So empfehlen beispielsweise auf Rügen 63 von 66 Nutzern einen für Radfahrer verbotenen Abschnitt als Fahrrad-Highlight weiter.

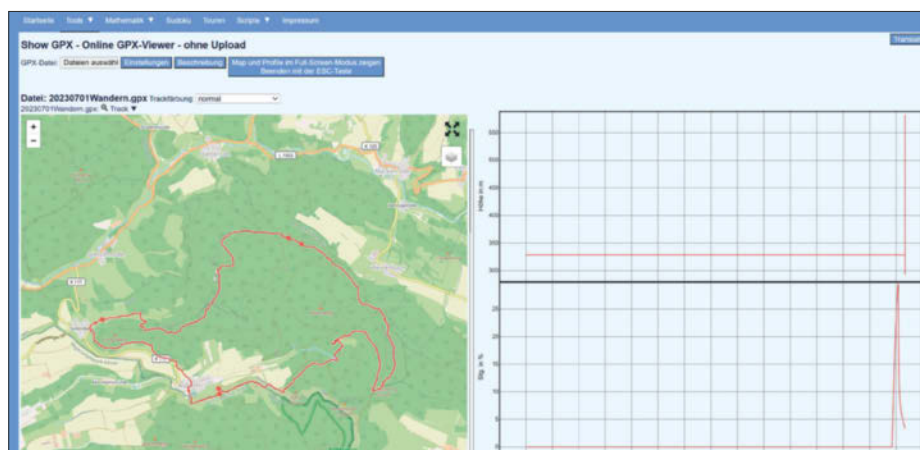
Das zweite ebenfalls große Problem: Echte Highlights, etwa die mühselig ausgearbeiteten Wander- und Radtouren von Gemeinden oder Tourismusverbänden, sind in Komoot nur eher zufällig zu finden. Komoot bietet zwar eine Tourensuche an, aber nur nach geografischen Begriffen und nicht nach den Eigennamen der Touren. So fördert der Suchbegriff „Panorama-Tour“ zwar viele Touren zutage, in denen diese Fügung im Titel vorkommt, aber



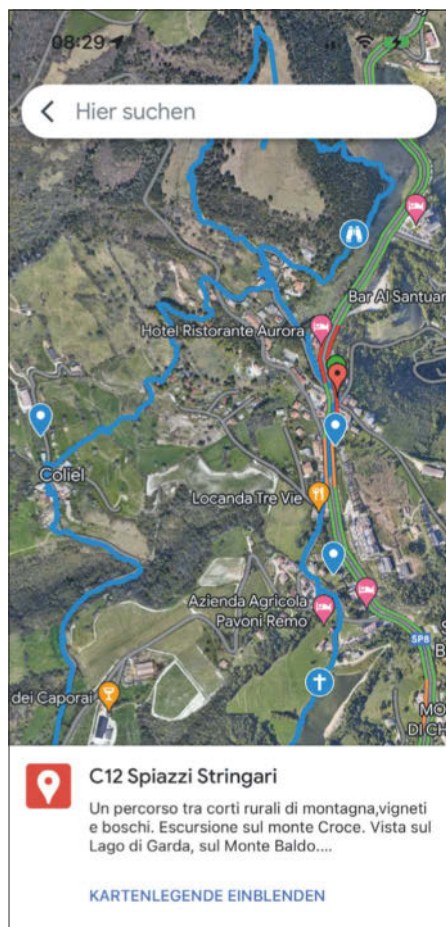
Für den Rheinradweg gibt es selbst aus offiziellen Quellen unterschiedliche Routenverläufe. In Blau die Daten aus dem Radroutenplaner Deutschland, in Pink die Daten des EuroVelo-Netzes des Europäischen Radfahrerverbands (ECF).

nicht unbedingt die darunter in vielen Genden und Touristikführern etablierten Wandertouren. Da die Apps mittlerweile selbst in entlegenen Gebieten Hunderte von teils maschinell generierten Touren in stark unterschiedlicher Qualität listen, gehen die etablierten und von erfahrenen Tourenmachern ausgetüftelten Wanderungen und Radausflüge in der Masse unter.

Das bringt uns zu dem Mangel, dass man nicht nach den verschiedenen Zertifizierungssystemen für Rad- und Wandertouren filtern kann, die helfen sollen, die Anforderungen, aber auch die Qualität der



Diese bei ShowGPX eingelesene GPX-Datei enthält keine korrekten Höhendaten, wie der Graph rechts oben zeigt. Sie zeigt zwar, wo es langgeht, aber lässt keine Einschätzung zu, wie anstrengend die Tour wird.



Im Bereich „eigene Karten“ zeigt die Google-Maps-App importierte GPX-Files von Touren, die man anderswo beschafft oder selbst geplant hat.

Route und Routenführung einzuordnen. Zwei Touren, die laut Komoot als einfach eingestuft sind, können nämlich sehr unterschiedlich ausfallen: eine über Matschwege und Pfade ohne Beschilderung, die andere über instandgehaltene Wanderwege mit guter Wegweisung. Welche Tour ist besser? Man weiß es nicht und erfährt es auch nicht.

Führ mich auf etablierten Themenwegen

„Führe mich von Hamburg nach Dresden, aber bitte nur auf dem Elberadweg!“ Das wünschen sich viele Radtouristen, die einem Radfernweg folgen wollen. Einmal bitte den „Grünen Ring“ um Hannover herum? Auch nach solchen Touren kann man sich auf Komoot und Outdooractive nicht leiten lassen. Man findet sie da nämlich nicht zuverlässig über die Textsuche. Dabei wird die Führung auf ausgewählten Themenwegen schon seit Jahren bei den Routenplaner-Apps und Websites verschiedener Bundesländer angeboten.

Den Routenplanern der Bundesländer gebührt eigentlich das gelbe Trikot für ihre besonders frühe Einführung. Den Radroutenplaner Nordrhein-Westfalen gibt es bereits seit August 2003 und er verzeichnete bis 2022 laut Auskunft der Betreiber mehr als 1,8 Milliarden Seitenaufrufe (siehe ct.de/yrce). Weil sie durch Landesministerien finanziert werden, beschränkt sich das Routing solcher Portale oft auf die jeweiligen Bundesländer mit etwas Überlappung in die Nachbarländer. In manchen dieser Planer finden sich auch Themenwege, sodass man beispielsweise den kompletten Ruhrtalradweg als Datensatz findet, sogar mit aktuellen Hinweisen zu Umleitungen.

Radroutenplaner gibt es aber nur für einzelne Bundesländer. Nicht jedes Land finanziert sowas, und auch ihr Leistungsumfang ist unterschiedlich. Die Portale hängen überdies am seidenen Faden der Haushaltsmittel. Der Sparzwang der Länder setzt enge Grenzen. Und zu fragen wäre, ob die Gelder nicht besser bei den Touristikern vor Ort für die Produktion digitaler Routen und POIs für OpenStreetMap eingesetzt wäre – immer vorausgesetzt, die Routenplaner-Apps wären auch in der Lage, diese Daten aus OpenStreetMap zu lesen und zu verwerten.

Tricks mit GPX

Solange Komoot und andere Apps die Tourismusquellen nicht so verwenden, dass man sie leicht auffindet, muss man nachhelfen: Fast jede Tourismusregion bietet auf ihrer Internetseite ausgearbeitete Rad- und Wandertouren zum Download an, zu meist als GPX-Datei. Die kann man entweder auf ein Wander- oder Fahrrad-GPS-Gerät schubsen oder in eine Touren-App importieren. Das geht auch mit Komoot und Outdooractive, sogar mit Google Maps ist das möglich (über mymaps.google.com).

Mit seinem Projekt „Route 3.0“ stellte der Deutsche Tourismusverband (DTV) im Januar 2023 Qualitätskriterien für digitale Tourenvorschläge vor. Es empfiehlt das GPX-Format, legt dafür aber strenge Maßstäbe fest, etwa dass die angebotenen Dateien in möglichst jeder Outdoor-App und auf jedem GPS-Handgerät lesbar sein sollen und ein Mindestmaß an Daten enthalten müssen (siehe Kasten). Das sind unter anderem Höhendaten sowie verständliche Namen für Wegpunkte und die Tour selbst. Das klingt banal, aber viele Tourismusorganisationen bieten noch immer Dateien an, die schlichtweg nicht

zu öffnen sind, veraltete Tourendaten enthalten oder kryptische Namen haben, die nicht darauf schließen lassen, was einen erwartet. Wenn Sie so eine Datei selbst mal prüfen wollen: Das frei zugängliche Werkzeug ShowGPX, ein Hobbyprojekt von Jürgen Berkemeier, zeigt, ob eine GPX-Datei kaputt ist beziehungsweise was sie enthält (siehe ct.de/yrce).

Komoot, Outdooractive und andere können übrigens aus einer GPX-Datei nur einen Track auslesen, sie interpretieren die in der Datei enthaltenen Wegpunkte – im GPX-Sinne wären das Einzelziele – gar nicht oder falsch. Selbst wenn der Track in Ordnung ist, kann eine Outdoor-App noch reingrätchen und ihn nach eigenen Berechnungsmodellen umbauen. Das passiert gerade wenig erfahrenen Nutzern, die allzu schnell der App beim Import genau dies erlauben. Damit wären alle Mühen der Tourengestalter für die Katz, Touristen aus natursensiblen Bereichen herauszuhalten und sie auf einen vielleicht etwas längeren, aber dafür naturverträglichen Weg zu schicken.



Fast jede Navi-App bietet an, eingelesene Touren neu zu berechnen. Das wirft aber sorgsam vorbereitete Touren über den Haufen. Vielfach fehlen auch selbst angelegte Wegpunkte etwa für Zwischenstopps in der Karte.

Dass Wegpunkte etwa für Sehenswerthes am Rand, Wasserstellen oder Einkehrmöglichkeiten durch die App ganz aus dem importierten Track weggefiltert werden, kann ebenfalls unangenehm werden. Hier zeigen sich die traditionellen Outdoor-systeme, etwa von Garmin mit der haus-eigenen Software Basecamp, deutlich besser aufgestellt. Sie interpretieren auch GPX-Dateien, die mehrere Tracks und etliche Wegpunkte enthalten – das ist im Tourismus etwa bei Mehrtagestouren keine Seltenheit. Spezialisierte Offline-Karten-Apps wie OsmAnd, Locus Maps, TopoGPS und MapOut lesen ebenfalls komplexe GPX-Dateien.

Hardwareanbieter wie Garmin, Sigma und Twonav, aber auch Verlage wie Esterbauer oder BVA Bikemedia haben auf die Initiative positiv reagiert, und auch Komoot begrüßt das Projekt „Route 3.0“. Denn standardisierte GPX-Dateien befördern natürlich auch den Absatz von Geräten.

Hobbyprojekte als Leuchttürme

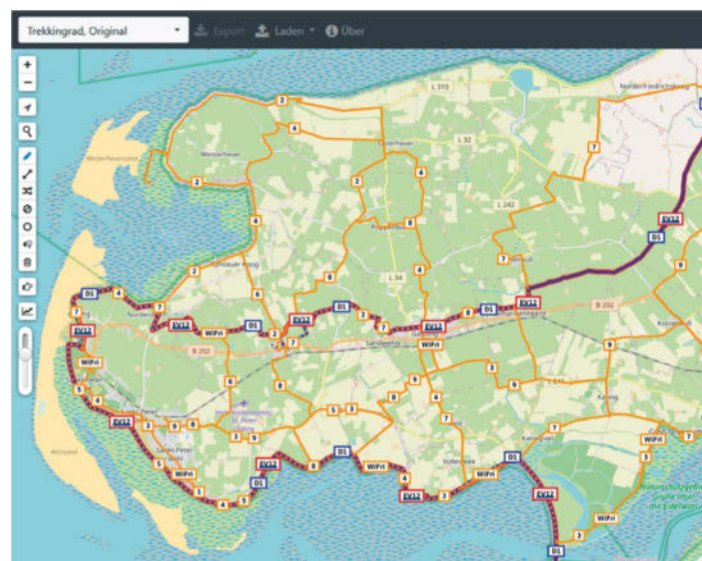
Bis sich dieses Mehr an Qualität durchgesetzt hat, bleiben Nutzern für die Planung von Touren einige Werkzeuge, die man etwa daheim am PC nutzen kann. Als besonders flexibel zeigt sich das kostenfrei nutzbare Internetportal BRouter-Web. Es knobelt Strecken nach vorkonfigurierten Profilen aus und gibt dem Nutzer darüber hinaus sehr viele Möglichkeiten an die Hand, das Profil ganz genau passend zu machen. Trotzdem ist BRouter-Web so einfach gehalten, dass der Deutsche Tourismusverband es in der Projektbeschreibung für „Route 3.0“ den mancherorts IT-fremdelnden Tourist:innen empfiehlt, um damit Tourenvorschläge als GPX-Datei zu bauen.

Was Komoot in der App nur in der Premiumversion einblendet, nämlich die ausgeschilderten Themenrouten wie Rad-, Wander- oder Mountainbikerouten, blendet BRouter-Web als Layer ein und man kann sie somit bei der Streckenplanung berücksichtigen. Wer bei Komoot bleiben will: Am PC kann man sich auch als Nicht-Premium-Nutzer CycleMaps anschauen und sieht dann zumindest Radrouten.

Fazit

Auf Tour stürmen immer wieder spontane Bedürfnisse auf diejenigen ein, die sich gerade vom Smartphone erzählen lassen, wo es lang geht. Mal eben was essen? Oder die Trinkflasche füllen? Auf's Klo? Solche wichtigen Wegpunkte, in Navis „Points of Interest“, abgekürzt „POI“ genannt, sind

Auf Wunsch erscheinen bei BRouter-Web ausgeschilderte Rad- und Wanderwegen. Solche „Waymarked Trails“, von Sarah Hoffmann zusammengetragen, sind bei etablierten Apps eher schwer zu finden.



in vielen Karten verzeichnet, in etlichen Apps sogar mit Öffnungszeiten auffindbar, aber nicht unbedingt in Wander- und Rad-fahr-Apps. Suchen Sie beispielsweise mal in Komoot die nächstgelegene Schutzhütte oder einen der zahlreichen Rettungspunkte im Wald: geht nicht zuverlässig oder sogar überhaupt nicht, obwohl derlei in der OpenStreetMap durchaus verzeichnet ist. In Zeiten heißer Sommer möchten Sie eine möglichst schattige Tour planen? Geht nicht. Hier gibt es für die Entwickler noch viel Luft nach oben.

Insgesamt lässt sich sagen: Obwohl die Apps draußen sehr komfortabel leiten, muss man sich für eine wirklich zufriedenstellende Streckenführung noch immer einen Gesamtüberblick verschaffen. Auf einem kleinen Smartphonedisplay gelingt das weniger gut als am PC. Somit ist zur-

zeit der beste Workflow, sich am PC seine Route mit den genannten OpenStreet-Map-Tools zu planen, von Portalen heruntergeladene Touren damit zu prüfen und sie an die eigenen Wünsche und Vorgaben anzupassen. Erst danach sollten Sie die Route aufs mobile Gerät übertragen und ihm auf alle Fälle verbieten, die eingeleseene Datei noch mal neu zu berechnen. Mit etwas Übung brauchen Sie für diesen Workflow kaum länger, als unter der gewaltigen Menge an Touren-Spreu den Weizen zu finden. (mil@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Michael Link, Plan wagen, Radtouren mit Online-Tools und Apps planen, c't 17/2023, S. 150

Links zu Apps und Software: ct.de/yrce

Route 3.0: Checkliste für eine gute GPX-Datei

Der Deutsche Tourismusverband hat in einem Leitfaden einige Qualitätskriterien für digitale Touren zusammengestellt:

- nur ein zusammenhängender Track pro Datei
- falls die Datei (etwa für Mehrtagestouren) mehrere Tracks enthält, muss sie entsprechend benannt werden
- Track muss Höhendaten enthalten
- Anfang und Ende des Tracks stimmen mit Start und Ziel überein
- Laufrichtung entspricht der empfohlenen Richtung
- bei Hin- und Rückwegen reicht ein Track
- der Verlauf des Tracks wurde nachgeprüft
- die Integrität der Datei wurde mit externen Tools geprüft
- die Datei wird nicht als Zip-Datei bereitgestellt (Sicherheitsrisiko!)
- der Name sollte kurz sein und mit der Themenroute übereinstimmen
- der Track muss aktuell sein und mindestens jährlich aktualisiert werden
- Tourismus-Mitarbeiter sollen Änderungen im Tourenverlauf oder bei Points of Interest bei OpenStreetMap als Hinweis zum Aktualisieren der Karte weitergeben



3D-Druck-Racer

The 100: Für 400 Euro einen superschnellen 3D-Drucker bauen

Ein rasend schneller CoreXY-3D-Drucker für unter 400 Euro, der den Testdruck Benchy in unter fünf Minuten druckt? So einen Drucker baut kein Hersteller, oder? Stimmt! Wir haben einen zu Hause selbst gebaut und Sie können das auch.

Von Pina Merkert

Tuning von 3D-Druckern ist ein beliebtes Hobby, weil man für wenig Geld zu schön druckenden Maschinen kommen kann. Die meisten nehmen dafür einen billigen Drucker wie den Creality Ender 3 als Basis und verbessern die Druckqualität [1]. Wer aber nicht nur schöner, sondern auch viel schneller drucken will,

muss das Prinzip ändern und die Maschine von Grund auf für maximale Beschleunigungen konstruieren. Aus einem Fiat Panda baut man ja auch keinen Sportwagen.

Ein richtig schnelles Fahrwerk für 3D-Drucker im FDM-Verfahren (Fused Deposition Modeling) ist CoreXY. Bei diesem Prinzip sind die Motoren für die X- und Y-Achse fest mit dem Rahmen verschraubt und die Bewegungen des Portals und des auf dem Portal fahrenden Druckkopfs ergeben sich aus der Bewegung von zwei Riemen, die beide links und rechts vom Druckkopf enden. Das erlaubt einen sehr leichten Kopf, in Kombination mit einem Bowden-Extruder (Draht im Rohr, wie bei Fahrradbremsen) ganz ohne schweren Schrittmotor am Hotend. Simple Physik: Je weniger Masse, desto schneller lässt sich die Druckdüse durch den Bauraum beschleunigen.

Der rasant schnelle X1 Carbon von BambuLab arbeitet nach diesem Prinzip, genau wie der Prusa XL, der Creality K1 und die Open-Hardware Konstruktionen Voron, VZBot und der V-Core 3 (siehe ct.de/yhn5). Die haben aber alle eins gemeinsam: Sie sind teuer, meist über 1000 Euro. Dass höchste Geschwindigkeit auch günstiger geht, hat der Kölner Entwickler Matthäus Szturc mit seinem The 100 bewiesen. Detailliert beschreibt er in einer Videoserie auf YouTube, wie man den Drucker zusammenbaut. Die Einzelteile dieses Druckers kann man weitgehend selbst aus PLA 3D-drucken, den Rest bekommt man bei AliExpress für weniger als 400 Euro. Im GitHub-Repository zum Projekt (siehe ct.de/yhn5) finden Sie eine Teileliste sowie die Druckdateien, Konfigurationsdateien und Profile. Damit ist der The 100 der ideale Einstieg in die Welt des schnellen Drucks.

Weil der The 100 ohnehin fast quaderförmig ist, konnten wir nicht widerstehen und haben eine Variante mit Gehäuse gebaut. Damit kann er dann auch in zügigen Kellerräumen stehen oder dank warmem Bauraum mit ASA oder Nylon drucken. Unsere Konstruktion aus astreinem

Kiefernholz und lasergeschnittenem Acryl wurde zwar fast 300 Euro teurer – dafür ist der eingebaute The 100 aber ein Augenschmaus. Für den Nachbau können Sie sich zwischen dem günstigen



ct kompakt

- Der The 100 hat einen Bauraum von $17 \times 17 \times 14$ cm sowie ein beheiztes Bett, druckt mit bis zu 600 mm/s bei Beschleunigungen von bis zu 30.000 mm/s^2 und kostet weniger als 400 Euro.
- Für diesen Artikel haben wir eine Variante mit Gehäuse entworfen. Das macht den Drucker noch stabiler und unempfindlicher gegen kalte Luftströmungen.
- Um ihn nachzubauen, brauchen Sie einen mittelgroßen 3D-Drucker, da die meisten Teile aus PLA 3D-gedruckt sind.

Original und der temperaturstabilen Variante mit Gehäuse entscheiden.

Maker-Freuden

Der The 100 nutzt all die Prinzipien, die einen wahnwitzig schnellen 3D-Drucker möglich machen. Gleichzeitig ist er auf einen günstigen Preis optimiert. Den Kompromiss erreicht er durch seinen Bowden-Extruder, mit dem sich flexibles Filament nicht gut drucken lässt, und ein recht kleines Druckbett. Er ist zu klein, um seine eigenen Teile zu drucken.

Einen The 100 empfehlen wir Bastlern und Makerinnen mit etwas Erfahrung. Einige Rahmentteile sind so groß, dass sie gerade so aufs Druckbett üblicher 3D-Drucker passen (Mindestgröße 23×23 cm). Mehr Zeit als der eigentliche Bau kostet das Drucken der Teile. Wir haben danach noch mal ungefähr 30 Stunden fürs Zusammenbauen gebraucht, vor allem, um Dutzende Messinggewinde (Heated Inserts) mit dem Lötkolben in die Druckteile einzuschmelzen.

Das Projekt ist vor allem schön, wenn man schnellen 3D-Druck als ingenieurtechnische Herausforderung spannend findet. In Kombination mit dem begrenzten Budget ergibt sich ein reizvolles Optimierungsproblem, für das Matthäus Szturc einige raffinierte Ideen entwickelt hat. Außerdem ist das Design Open Hardware und lädt dazu ein, eigene Verbesserungen zu entwickeln. Weil das alles viel Spaß macht, wenn man sich mit den Details solcher Konstruktionen auseinandersetzt, lesen Sie den nächsten Abschnitt als eine Art Porno

Im Kanal „Matt The Printing Nerd“ erklärt Matthäus Szturc in mehreren Videos den Zusammenbau des The 100.



für Maschinenbau-Nerds. Falls Sie sich mit den schmutzigen Details nicht aufhalten wollen, springen Sie einfach zum Bau.

Designentscheidungen

Der Rahmen des The 100 besteht aus 3D-gedruckten Eckteilen, die mit ebenfalls gedruckten Verbindern und M3-Schrauben verschraubt werden. Es gibt einen doppelt verstrebt Teil des Rahmens oben, wo die Riemen laufen und sich das Portal bewegt. Ein schmaler Rahmen unten hält die Motoren für die Z-Achse und zwei Stahlstangen an der Vorderkante als Führung für den nach unten weg-fahrenden Drucktisch. Dieser ist so ausbalanciert, dass die beiden Trapezspindeln der Z-Achse ihn exakt unter dem Schwerpunkt stützen. Auch die in der Gehäuse-Variante ergänzte Energiekette

bringt nichts aus dem Gleichgewicht. Obendrauf sitzt ein für einen Ender 2 Pro produziertes Heizbett mit einer Druckfläche von 17×17 Zentimetern. Beim Drucken des Tisches sollten Sie sich an die im Git-Repository (siehe ct.de/yhn5) genannten Slicer-Einstellungen halten, damit die Balance stimmt.

Die Motoren der X- und Y-Achse hängen kopfüber in Aussparungen der oberen hinteren Ecken. Links und rechts im Rahmen ist je eine geschliffene 8-mm-Stahlstange geklemmt, auf der das Portal läuft, das selbst auch aus zwei solcher Stangen besteht. Auf den Stangen rollen LM8UU-Linearkugellager, außer beim Druckkopf, der auf leiseren Kunststoff-Gleitlagern fährt. Die zwischen den Stangen geführten Riemen starten am Kopf, werden in den Portal-Haltern nach vorne umgelenkt,

Der The 100 mit Gehäuse

Unser Design erweitert die Rahmentteile des The 100 um Gewinde (Heated Inserts), durch die sich Acrylscheiben und Holzleisten an den gedruckten Rahmen schrauben lassen. Die Schrittmotoren bleiben dabei alle außerhalb des warmen Bauraums, die Elektronik versteckt sich unter zwei Bodenplatten, zwischen denen eine Schleppkette für die Kabel der Z-Achse einparkt.

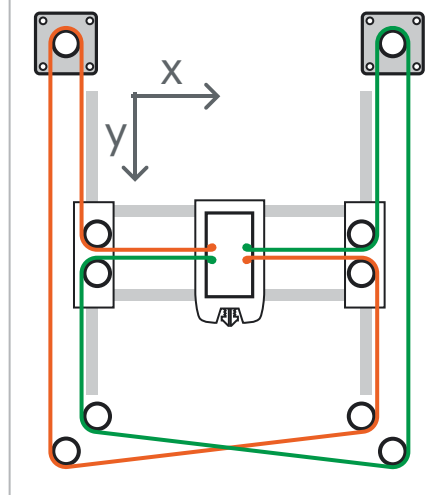
Wir haben dafür die Rahmentteile eines The 100 in Version 1.1 in Onshape nachkonstruiert und dabei die nötigen Veränderungen für die Gehäuseteile vorgenommen. Außerdem haben wir die Gelegenheit genutzt und ein paar Teile so umkonstruiert, dass sie sich jetzt ohne Stützmaterial drucken lassen. Das geht nicht immer. Für die schwer zu drucken-

den Ecken oben hinten haben wir aber wenigstens leichter entfernbare Stützstrukturen entworfen.

Matthäus Szturc und sein Team entwickeln den The 100 in rasantem Tempo weiter. Eine Version 2.0 ist bereits in Planung. Wir stehen mit ihm im Kontakt und stellen ihm alle Ideen aus unserem Gehäusedesign für die Weiterentwicklung zur Verfügung. Wenn Sie die Variante mit Gehäuse in Zukunft mit für Version 2.0 entwickelten Verbesserungen zusammenführen wollen, können Sie das tun: Unser Onshape-Design ist Open Hardware unter den Bedingungen der GPLv3. Sie können direkt in Onshape einen Fork erstellen und das Design im Browser bearbeiten. Den Link dazu finden Sie über ct.de/yhn5.

CoreXY

Bei CoreXY-Maschinen sind die beiden Motoren A und B mit dem Rahmen verschraubt und die Bewegung von Portal und Kopf ergibt sich aus der Bewegung der langen Riemen mit- (X-Achse) bzw. gegeneinander (Y-Achse). Bewegt sich nur ein Motor, während der andere still steht, bewegt sich der Kopf diagonal.



dort über eine zum Spannen einstellbare Umlenkrolle vorne quer geführt, biegen auf der jeweils anderen Seite nach hinten ab, schlingen sich auf dem Motorschaft um eine Riemenscheibe und kehren über eine Ecke an den Portal-Haltern wieder zum Kopf zurück (DBot-Stil, siehe Grafik oben).

Der Extruder ist ein Bodtech-BMG-Klon, dessen Motor an einem Winkel an der hinteren oberen Ecke des Rahmens hängt. Von dort führt wie bei einem Bowden-Extruder gewohnt ein Teflonschlauch ins Hotend. Das ist ein CHC Pro Volcano, in dem aber mit einem Volcano-Adapter eine geklonte Bondtech-CHT-Düse sitzt. Wir schmolzen bei Tests bis zu 60 Kubikmillimeter Plastik pro Sekunde, etwa dreimal so viel wie Standard-Hotends wie das E3D V6.

Für die Bauteilkühlung sitzen zwei 5015-Radiallüfter oberhalb des Hotends, die kalte Luft durch zwei Kanäle auf den Bereich neben der Düse blasen. Als Ergänzung haben wir für einen acht Zentimeter großen und feststehenden 12V-Radiallüfter einen Luftkanal entworfen, der von hinten über das gesamte Druckbett bläst. Den brauchen Sie aber nur, wenn Sie bei kleinen Strukturen wie dem Schornstein des Benchmark-Objekts Benchy nicht abbremsen wollen.

Als Mainboard kommt ein SKR Pico mit fest verlöteten TMC-2209-Treibern zum Einsatz, auf dessen 32-Bit-Prozessor Klipper läuft. Das ARM-Pendant dazu ist ein Banana Pi M2 Zero, was die Lieferprobleme beim Raspberry Pi umgeht. Die Kommunikation läuft über die serielle Schnittstelle, weshalb der Entwickler der Ersteinrichtung ein eigenes Video auf seinem YouTube-Kanal gewidmet hat (siehe [ct.de/yhn5](https://www.youtube.com/watch?v=ct.de/yhn5)). Den 230V-Stromstecker für das 24-Volt-Netzteil müssen Sie selbst crimpsen und anschrauben.

Zusammenbau

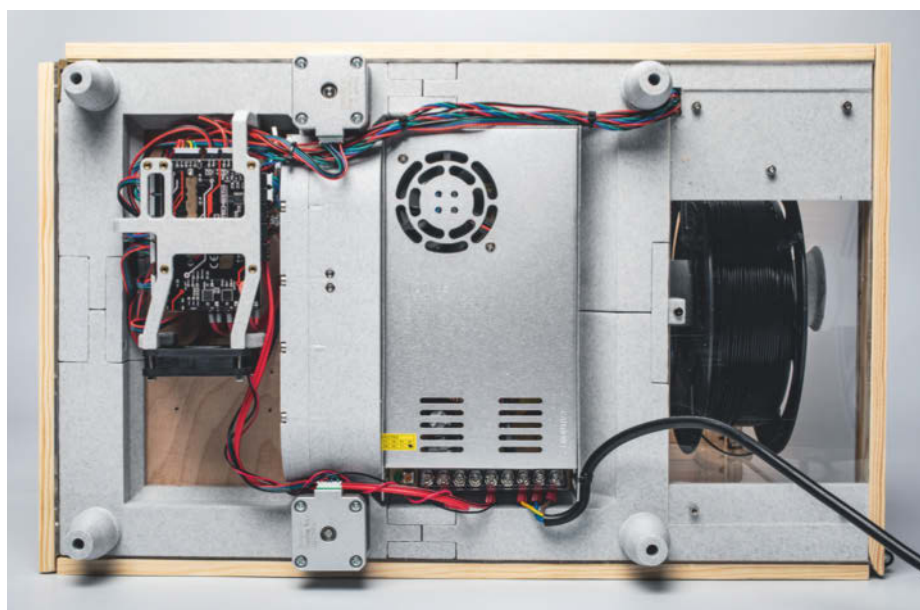
Für den Nachbau drucken Sie zunächst die Kunststoffteile aus PLA. Andere Materialien empfehlen wir nicht, weil die meisten zu Warping neigen, dem Verformen von Teilen unter thermischen Spannungen zwischen den Druckschichten. Das passiert bei den großen Ecken leicht. Außerdem ist PLA steifer als die meisten anderen thermoplastischen Kunststoffe, was dem Rahmen eine größere Festigkeit verleiht. Die Druckqualität der Oberfläche der Teile muss nicht perfekt sein, es sollte aber keine systematischen Fehler bei der Maßhaltigkeit geben.

Statt einer klassischen Bauanleitung folgen Sie den Videos im Kanal „Matt The Printing Nerd“ (siehe [ct.de/yhn5](https://www.youtube.com/watch?v=ct.de/yhn5)), die auch zeigen, in welcher Orientierung Sie die Teile drucken sollten und wo Stützmaterial gebraucht wird. Für den Bau der Ge-

häuse-Variante orientieren Sie sich am besten direkt am CAD-Design in Onshape, das auch einen virtuellen Zusammenbau des Druckers enthält.

Der nächste Schritt ist das Einschmelzen der Heated Inserts mit dem Lötkolben. Nehmen Sie sich dafür Zeit, damit die Gewinde alle gerade werden. Bei uns waren die Positionen der Gewinde nach dem Einschmelzen auf ungefähr einen viertel Millimeter genau. Da die meisten Löcher mit 3,5 Millimetern etwas größer als für M3-Schrauben nötig sind, haben die meisten Schrauben auf Anhieb gepasst. Wegen ungenau eingeschmolzener Einsätze mussten wir drei Löcher etwas aufbohren, bei zweien heizten wir den Lötkolben, um das Insert leicht zu verschieben. Erfreulich raffiniert sind die vier Inserts, die Sie in die spritzgegossenen Nylon-Gehäuse der 5015-Lüfter schmelzen statt in ein Druckteil aus PLA.

Den Zusammenbau starten Sie beim Druckkopf mit den Kunststofflagern, den Lüftern und dem Teflonschlauch. Bereiten Sie dann die Umlenkrollen für die Riemen in den Portal-Haltern und den Riemenspannern vorne vor. Danach können Sie die Motoren für die X- und Y-Achse schon in den hinteren Ecken festschrauben. Wenn Sie die Riemenscheiben schon locker auf die Motorwellen schieben, können Sie deren Position später noch mit der Madenschraube an-



Unter den Bodenplatten findet die Elektronik Platz: Vorne stapeln sich das Mainboard (SKR Pico) und der Banana Pi M2 Zero, gekühlt von einem 6-cm-Lüfter. Das Netzteil liefert 15 Ampere bei 24 Volt.

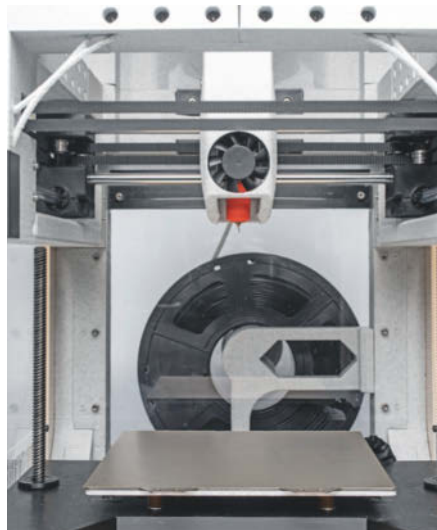
passen. Hinterher können Sie den oberen Rahmen komplett verschrauben, die Stangen der Y-Achse in die Kugellager der Portal-Halter einfädeln und die Stangen schon mal von der Seite in den Rahmen einlegen.

Schieben Sie dann die Stangen des Portals durch die Gleitlager des Druckkopfes und pressen Sie diese Stangen in die Portal-Halter. Danach können Sie die Stangen der Y-Achse am Rahmen festklemmen. Ab diesem Schritt sollte sich der Druckkopf mit wenig Reibung, aber ohne fühlbares Spiel in X- und Y-Richtung bewegen lassen.

Bauen Sie dann den unteren Rahmen zusammen und ergänzen Sie auch schon die Säulen an der Hinterseite. Schrauben Sie außerdem den Tisch für die Z-Achse zusammen und fädeln Sie die Kabel des Heizbetts schon durch die am Tisch befestigte Energiekette, falls Sie die Gehäuse-Variante bauen. Pressen Sie außerdem vorsichtig die Kugellager in die Löcher vorne im Z-Tisch. Durch die stecken Sie dann die verbleibenden zwei Stahlstangen, schrauben die Trapezspindeln lose durch ihre Muttern und setzen die Baugruppe der Z-Achse in den Rahmen. Die Stangen können Sie nun festklemmen, um dem Rahmen seine endgültige Stabilität zu geben.

Schieben Sie das Bett nun in eine Höhe, bei der die losen Trapezspindeln durch die großen Löcher im unteren Rahmen ragen. In dieser Position können sie nun leicht die Kupplungen festschrauben, die die Spindeln mit den Motorwellen der beiden Z-Motoren verbinden. Gleichen Sie die Spindeln anschließend an und schieben Sie das Bett so weit hoch, dass Sie die Z-Motoren an den unteren Rahmen schrauben können. Nachdem Sie die Füße angeschraubt und die Platinen sowie das Netzteil befestigt haben, ist der Rahmen fertig.

Für die Verdrahtung befestigen Sie alle Kabel des Hotends mit Kabelbindern am Bowden-Schlauch. Für die Gehäuse-Variante schrauben Sie nun die Trennwand auf die hinteren oberen Ecken. Bauen Sie nun den Extruder mit seinem Motor und dem Befestigungswinkel zusammen. Beachten Sie, dass der Extruder beim Bowden-Setup auf dem Kopf stehen muss. Die können Sie nun nämlich durch das Loch in der Trennwand fädeln (ohne Gehäuse gibt es keine Trennwand und die Kupplung steht nur nach oben).



Die Luftkanäle für die Bauteilkühlung geben dem Druckkopf Stabilität. Die Riemen enden im Lagerblock (rechts im Bild als Einzelteil), an den auch das Hotend geschraubt ist.



Stecken Sie den Schlauch dann in die Kupplung und führen Sie die Kabel seitlich über dem Extruder-Motor entlang. Stecken Sie die Kabel in die Schrittmotoren und führen Sie den gesamten Kabelbaum hinter der rechten hinteren Säule nach unten. Alle Kabel laufen an der Unterseite zusammen. Im Handbuch zum SKR Pico finden Sie einen übersichtlichen Anschlussplan.

Fädeln Sie zuletzt die Riemen ein. Matthäus Szturc empfiehlt, den langen Riemen einmal einzufädeln, die Länge zu markieren und einen gleich langen zweiten Riemen abzuschneiden. Beide Riemen müssen Sie dann noch mal fädeln. Unserer Meinung nach können Sie auch direkt zwei 111,4 Zentimeter lange Riemen zurechtschneiden und diese fädeln. Wichtig ist vor allem, dass beide Riemen exakt gleich lang sind.

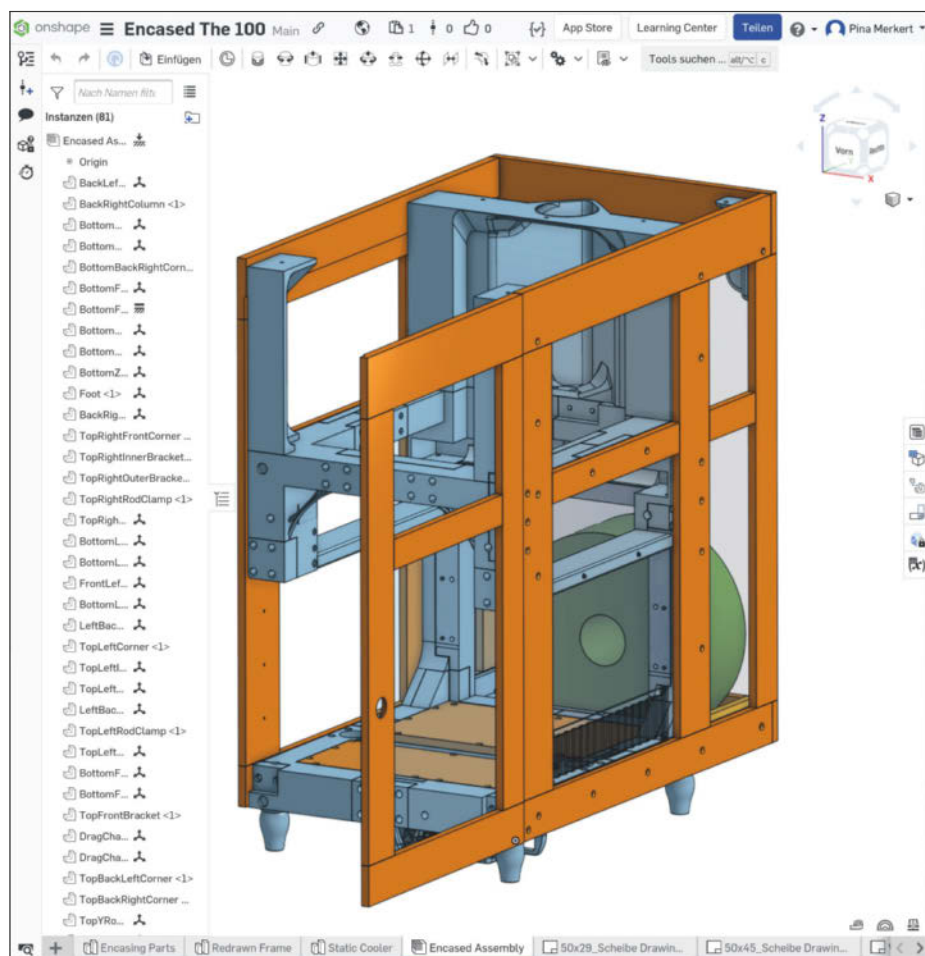
Befestigen Sie die Riemen nach dem Fädeln, indem Sie sie um eine kleine Stange oder Schraube schlingen, die Zähne ineinander legen und das Paket gleichzeitig oben und unten in das rechteckige Loch pressen. Nachdem Sie das auf beiden Seiten gemacht haben, sollten die Riemen mit etwas zu wenig Spannung auf der jeweils richtigen Bahn liegen. Spannen Sie die Riemen nun, indem Sie vorne eine entsprechende kurze Schraube für den Riemenspanner benutzen. Dabei haben Sie nur circa 3 Millimeter Einstellweg pro Seite. Wir haben mit zwei 45 Millimeter langen Schrauben angefangen und letztlich mit zwei 30 Millimeter langen Schrauben gespannt.

Für das Gehäuse verschrauben Sie die Holzleisten zunächst mit der Seitenwand aus Acryl. Danach können sie die gelaserte Acrylscheibe nämlich als Bohrschablone für die Holzleisten benutzen. Die entstehenden Löcher senken Sie danach mit dem Kegelsenker von der anderen Seite. Verschrauben Sie dann die Seitenwände, die Holzplatte der Decke und ergänzen Sie zuletzt die rückwärtigen Leisten, die Hintertür und die ähnlich wie die Seiten vorbereitete Vordertür. Nutzen Sie unser CAD-Modell in Onshape als Referenz für den Zusammenbau. Ein Video-Tutorial und einen Artikel zur Navigation in Onshape finden Sie über ct.de/yhn5.

Kalibrierung

Den fertig verdrahteten The 100 können Sie nun erstmals in Betrieb nehmen. Im Video „How I tune 3D Printers“ erklärt Matthäus Szturc wie die Kalibrierung abläuft. Wir empfehlen für beliebige Drucker auch die Kalibrierungs-Webseite von Teaching Tech und die für Klipper optimierte Anleitung von Andrew Ellis. Eine Basis-Konfiguration mit praktischen G-Code-Makros und alle gerade erwähnten Anleitungen finden Sie über ct.de/yhn5.

Prüfen Sie nach dem Einschalten zunächst, ob der Hotend- und Bauteillüfter und die Thermistoren für Hotend und Bett richtig verbunden sind. Falls nicht, tauschen Sie einfach die Pin-Bezeichnungen in `printer.cfg`. Heizen Sie danach einmal testweise Bett und Hotend auf 50 °C und beobachten Sie, ob die Temperaturkurven in der Klipper-Weboberfläche Fluidt wie



Falls Sie unsere Gehäuse-Variante bauen, sollten Sie unser Onshape-Design als Referenz benutzen. Im digitalen Zusammenbau finden Sie alle Einzelteile für den Export als STL oder DXF (für Laserzuschnitt), können alle Maße nachmessen und Teile transparent schalten, um zu sehen, wo sie verschraubt werden.

erwartet ansteigen. Danach prüfen Sie den Anschluss der Schrittmotoren mit `STEPPER_BUZZ STEPPER=stepper_x, y und z`. Die Achsen sollten sich jeweils zehnmal um einen Millimeter hin und her bewegen. Prüfen Sie die Bewegungsrichtung, indem Sie die Achsen zur Home-Position fahren lassen. Halten Sie sich bereit zum Not-Aus, falls eine Achse in die falsche Richtung fährt. Die X-Achse sollte nach rechts, die Y-Achse nach hinten und die Z-Achse nach oben fahren.

Danach kalibrieren Sie wie im Video gezeigt mit dem Klipper-Befehl `Z_ENDSTOP_CALIBRATE` den Abstand zum Bett (bequem mit Pop-up-Fenster in Fluidd) und mit dem Befehl `BED_SCREWS_ADJUST` und den vier Schrauben die Nivellierung. Fahren Sie das Bett dann mit `G1 z0.1` um einen Zehntelmillimeter herunter und heizen Sie die Düse dann einmal auf 210 °C und das Bett auf 60 °C auf. Durch das Aufheizen sollte die Düse näher ans Bett heranrücken, weil

sich warme Bauteile ausdehnen, ein Blatt Druckerpapier sollte aber trotzdem dazwischen passen.

Anschließend kalibrieren Sie die Extruder-Schritte, indem Sie 12 Zentimeter Filament mit einem Tape-Streifen markieren, 10 Zentimeter in die Bowden-Röhre extrudieren und nachmessen, ob exakt 2 Zentimeter überstehen. Berechnen Sie die Anpassung mit Dreisatz. Sie können das dreimal wiederholen, ohne dass das Filament die Düse erreicht. Wenn es perfekt stimmt, extrudieren Sie die letzten 5 Zentimeter, um erstmals Plastik durch die Düse zu drücken.

Danach starten Sie den ersten Testdruck mit den Slicer-Einstellungen von Matthias Szturc für Cura oder von uns für PrusaSlicer (Download über ct.de/yhn5). Ordnen Sie dafür 0,2 Millimeter hohe Quadrate in den Ecken, an den Rändern der Seiten und in der Mitte an (vom linken Rand halten Sie 5 Millimeter Abstand für

die Prime-Line). Wenn Sie die Datei anschließend drucken, nutzen Sie die Z-Live-Adjust-Funktion in Fluidd, um den Abstand der Düse nachzustellen. Die Drucklinien sollten lückenlos verbunden, aber dennoch einzeln zu sehen sein. Gerte und Wellenlinien deuten auf einen zu geringen Abstand hin. Unserer Erfahrung nach findet man während des Testdrucks leichter den perfekten Abstand als mit aufwendigen Messmitteln. Merken Sie sich die Einstellung und passen Sie den Endstop-Abstand in der `printer.cfg` entsprechend an.

Halten Sie sich beim Kalibrieren von Pressure Advance und Retractions an die Anleitung auf einer der Kalibrierungs-Webseiten. Welchen Weg Sie genau wählen, ist egal. Wir haben mir allen dort beschriebenen Methoden gute Erfahrungen gemacht.

Für höchste Geschwindigkeiten machen Sie danach einen Beschleunigungstest der X- und Y-Achse mit dem Klipper-Befehl `TEST_SPEED`. Dieser schreibt vor und nach der Bewegung die Endstop-Positionen in die Konsole. Die sollten sich nicht um mehr als 16 Schritte unterscheiden, weil die Treiber mit 16 Mikroschritten angesteuert werden. Eine Abweichung von mehr als 16 Schritten würde darauf hindeuten, dass der Motor einen Schritt verloren hat und der Drucker quasi aus der Kurve geflogen ist. Notieren Sie den höchsten Wert ohne Schrittverlust. Wiederholen Sie das Ganze bei gleicher Beschleunigung mit immer höheren Geschwindigkeiten, bis Ihre Motoren nicht mehr hinterherkommen. Für verlässliche Druckergebnisse raten wir, anschließend 20 Prozent von diesen Werten abzuziehen und sie als Maximum in der Drucker-Konfiguration und im Slicer-Profil zu hinterlegen. Für Speed-Benchys ziehen Sie nichts ab und lassen es auf minimale Schrittverluste ankommen.

Als Nächstes nutzen Sie unseren Test-G-Code-Generator [2], um die maximale Flowrate des Hotends zu bestimmen. Die hängt vom Filament und der Temperatur ab, weshalb Sie den Test möglicherweise mit mehreren Filamenten wiederholen wollen. Stefan von CNC-Kitchen erklärt in einem Video (zu finden über ct.de/yhn5) sehr anschaulich, wie der Test funktioniert. Eine um bis zu fünf Prozent verringerte Extrusionsmenge können Sie auch für Alltagsdrucke verschmerzen. In PrusaSlicer können Sie den gemessenen Maximalwert direkt in den Filamentein-

stellungen unter „Erweitert“ als „Maximale Volumengeschwindigkeit“ einstellen. Die Slicer-Software Cura kann nicht automatisch für ein überlastetes Hotend bremsen, Sie können die maximale Extrusion aber anzeigen lassen und die Geschwindigkeit per Hand reduzieren, wenn Sie zu hohe Werte entdecken.

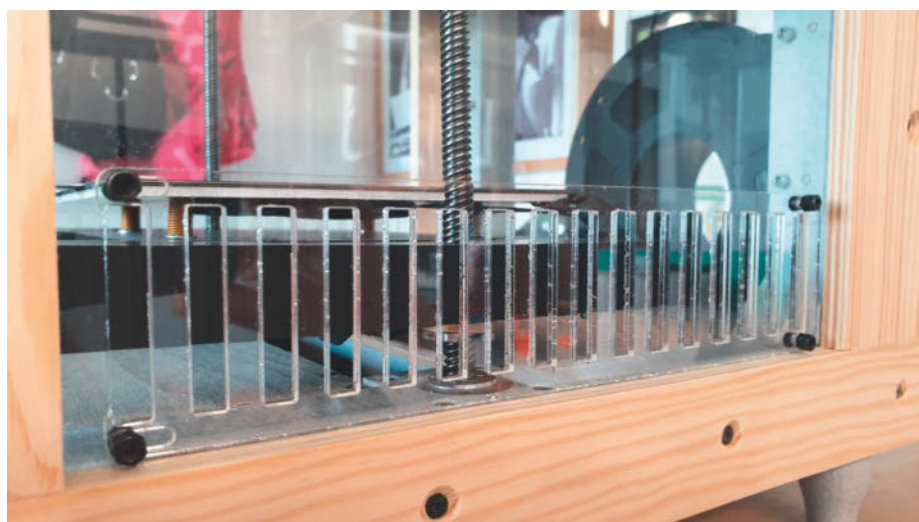
Drucken

Für den Alltag benutzen sie das Qualitäts-Profil für den The100. Mit aktiviertem Mainsail-Plug-in können Sie den Druckauftrag aus beiden Slicern direkt an den The100 schicken und sofort starten. Das Makro `START_PRINT` kümmert sich ums Aufheizen in einer sinnvollen Reihenfolge, um korrektes Nullen aller Achsen und die Prime-Line, um die Düse zu säubern.

Der The100 ist kein leiser Drucker. Der Lüfter im Netzteil ist ungeregelt und auch die 24V-Lüfter am Hotend und bei der Gehäuse-Variante am Mainboard sind deutlich hörbar. Sie gegen leisere Modelle auszutauschen lohnt sich nicht, weil das an eine Nähmaschine erinnernde Geräusch der Mechanik beim Drucken ohnehin alles übertönt. Die #speedboatrace-Community spricht nicht zu Unrecht von „make the printer go BRRRRRRRR“.

Die hohen Beschleunigungen helfen aber bei der Druckqualität. Sowohl Pressure Advance als auch Retractions müssen deutlich weniger aggressiv eingestellt werden als bei Bowden-Druckern üblich. Wir empfanden die Oberflächenqualität trotz mit 100 mm/s gedruckten Außenwänden ähnlich gut wie bei einem Prusa mk3s. Das Qualitätsniveau ist damit an der Oberkante dessen, was mit Zahnrädern im BMG-Stil machbar ist.

Die manuelle Bettnivellierung ist für Einsteiger schwierig; einmal eingestellt




Das Gehäuse hat Lüftungsschlitze in der Seitenwand, durch die kalte Luft hineinströmen kann. Sie sind verschließbar, falls Sie einen wärmeren Bauraum benötigen. Für PLA sollten sie offen bleiben.

erhielten wir aber konsistente Ergebnisse. Das kleine Bett ist hinreichend eben, um auf eine Mesh-Nivellierung verzichten zu können. Für mehr Bequemlichkeit beim Ablösen der Drucke haben wir eine echte Federstahlplatte nachgerüstet, die Haftung auf der beim Ender-2-Bett mitgelieferten Oberfläche war aber gut.

Wir konnten uns mit dem The 100 beim Tuning voll austoben und kamen mit LDO-Speedies an der X- und Y-Achse und 1,5 Ampere auf 9:19 Minuten bei der #speedboatrace-Challenge. Das Beweisvideo finden Sie über ct.de/yhn5. Matthäus Szturc hat für den gleichen Wettbewerb auf seinem The 100 ein Benchy in 3 Minuten und 3 Sekunden gedruckt. Hut ab! Der Weltrekord liegt aktuell bei 2 Minuten 25 Sekunden.

Die Beschleunigung konnten wir bei unserem The 100 mit Gehäuse auf maxi-

mal 30.000 mm/s² einstellen, die Geschwindigkeit auf 500 mm/s. Der The 100 ist damit mit Abstand der schnellste 3D-Drucker, den wir je in den Fingern hatten, schneller als unser teuer bezahlter V-Core 3. Im Qualitäts-Profil wird er bei uns bald all die kleinen Teile drucken, die das 50-cm-Bett des V-Core ohnehin nicht ausfüllen. (pmk@ct.de) 

Literatur

- [1] Johann Wilhelm, Mehr 3D-Drucker pro Euro, Tuning-Tipps für den Ender-3 v2, c't 08/2023, S. 67
- [2] Pina Merkert, Schieberegler für Python, Google Colab: Python-Skripte mit Eingabefeldern anpassen, c't 14/2022, S. 148

Druckvorlagen, Konfiguration, Anleitungsvideos, Kalibrierungs-Guides:
ct.de/yhn5

Wir haben uns auf die #speedboatrace-Challenge eingelassen und konnten mit Software-Tuning nach und nach immer bessere Boote drucken. Als Referenz: Das Boot ganz rechts ist in einer Stunde mit dem Quality-Profil gedruckt.



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 €



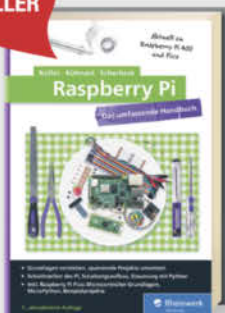
Thomas Kaffka

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 LVTTL-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 €

Fremder Federschmuck

Klage gegen Facebook wegen Bildmissbrauch erfolgreich

Ein Produkt kann interessanter und vertrauenswürdiger wirken, wenn ein Prominenter dafür wirbt. Manchmal ist aber ein in Werbeanzeigen Abgebildeter gar nicht damit einverstanden. Hendrik Streeck hat ein Aufsehen erregendes Urteil gegen Facebook-Betreiber Meta erwirkt: Der muss Werbepostings mit zweckentfremdeten Fotos des Mediziners auf der Plattform unterbinden.

Von Harald Büring

Der Bonner Virologe Professor Hendrik Streeck gilt als streitbar und zugleich als umstritten: Während der Corona-Pandemie war er in den populären Medien praktisch dauerpräsent und verbreitete dabei sehr exponiert seine Ansichten zur Lage. Sollte aber dieser bekannte Mediziner später tatsächlich mit seinem Bild auf Facebook für Pseudomedikamente etwa gegen Harninkontinenz und Potenzstörungen eintreten? Das fragten sich viele Mitglieder des sozialen Netzwerks zweifelnd, als ein Vermarkter dort unter anderem vom Account-Namen „Easy Life“ aus in Werbeanzeigen mit Streecks Porträt und bisweilen ziemlich plumpen Sprüchen verschiedene Produkte anpries.

Virologe als Potenzmittel-Kronzeuge?

Viele Facebook-Nutzer wandten sich deshalb an Streeck. Der fand die Sache nicht witzig und reagierte: Einerseits setzte er eine eigene Facebook-Seite auf und machte dort klar, dass sich die Werbenden mit fremden Federn schmückten. Andererseits wies er Meta mehrfach auf die immer neuen, gleich gearteten Anzeigen mit den Fake-Testimonials hin und sprach eine Abmahnung aus. Die Facebook-Betreiber löschten allerdings lediglich die vorhan-

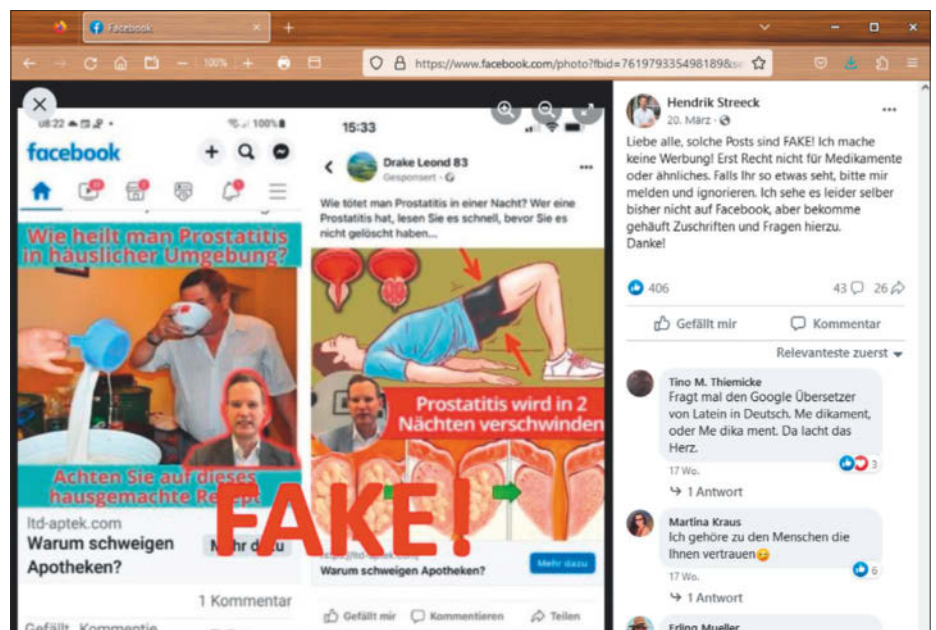
denen gemeldeten Anzeigen – die wiederum wurden schnell wieder von Artgenossen abgelöst. Streeck ging es darum, genau das zu verhindern. Daher klagte er gegen Meta.

Im Eilverfahren vor dem Landgericht (LG) Bonn hatte er damit im Juli dieses Jahres Erfolg [1]. Das Gericht verpflichtete Meta dazu, nicht nur die beanstandeten Inhalte zu löschen, sondern auch proaktiv gegen kerngleiche Postings vorzugehen. Meta muss, so die Bonner Richter, im Rahmen seiner Prüfpflicht darauf achten, dass neues Werbematerial der gleichen Art mit unerlaubt verwendeten Streeck-Bildnissen gar nicht erst auf Facebook veröffentlicht wird. Veröffentlichte einschlägige Postings muss der Facebook-Betreiber löschen – auch diejenigen, die Streeck nicht ausdrücklich gerügt hat. Die Bonner Entscheidung ist ausgesprochen schlagzeilentragend, weil sie einen Betreiber einer Social-Media-Plattform tatsächlich dazu zwingt, auch in Zukunft proaktiv einzugreifen und mit geeigneten Maßnahmen zu verhindern, dass „kerngleiche“ Postings weiterhin erscheinen. Das geht

sehr deutlich über die üblichen Konsequenzen der Störerhaftung von Plattformbetreibern für fremde Inhalte hinaus: Normalerweise können sich Anbieter auf § 7 Abs. 2 des Telemediengesetzes (TMG) berufen, dem zufolge „Diensteanbieter ... nicht verpflichtet [sind], die von ihnen übermittelten oder gespeicherten Informationen zu überwachen oder nach Umständen zu forschen, die auf eine rechtswidrige Tätigkeit hinweisen“. Der Beschluss des LG Bonn gegen Meta ist allerdings noch nicht rechtskräftig.

Gegen wen klagen?

Beobachter fragen sich möglicherweise, warum Streeck sich gleich an Meta gehalten hat, statt gegen den beziehungsweise die Posting-Urheber zivilrechtlich vorzugehen. Er hätte das werbende Unternehmen abmahnen und verlangen können, dass dieses weitere Postings der gleichen Art unterlässt. Auch eine fiktive Lizenzvergütung als Ausgleich für eine ungerechtfertigte Bereicherung hätte er von den Werbenden fordern können – diese haben seine Prominenz ja unerlaubt aus-



Hendrik Streeck wehrt sich auf Facebook dagegen, dass sein Bild im Zusammenhang mit Werbung für Pseudomedikamente erscheint.

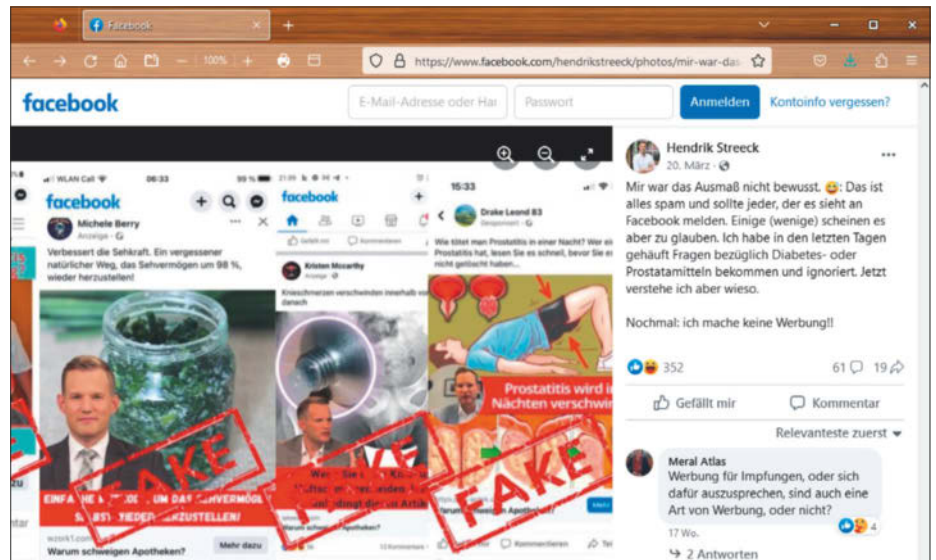
Screenshot: Facebook

genutzt, um so mehr Gewinn zu erzielen. In Betracht gekommen wäre auch ein Anspruch auf eine Geldentschädigung wegen der Verletzung seines allgemeinen Persönlichkeitsrechts nach § 823 Abs. 1 des Bürgerlichen Gesetzbuchs (BGB) in Verbindung mit Art. 2 Abs. 1 sowie Art. 1 Abs. 1 des Grundgesetzes (GG). Wenn Streeck tatsächlich für Potenzmittel werben würde, könnte ihn das in seinem beruflichen Ansehen empfindlich treffen. Man könnte ihm zudem Verstöße gegen das Heilmittelwerbegesetz (HWG) und das Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb (UWG) vorwerfen; darüber hinaus würde er Ärger mit der Ärztekammer riskieren. Wer jemanden in eine solche Situation bringt, greift dadurch schwerwiegend in dessen allgemeines Persönlichkeitsrecht ein.

Jauch gegen Bauer

Diesen direkten Weg, einen werbenden Inhaber eines Facebook-Accounts zivilrechtlich zur Verantwortung zu ziehen, war ein anderer Prominenter in einem nicht völlig, aber doch streckenweise vergleichbaren Fall gegangen. Im August 2015 hatte die Bauer Media Group als Anbieterin der Programmzeitschrift TV Movie bei Facebook einen grafisch aufgemachten Klickfänger gepostet. Der zeigte Bilder von vier Fernsehmoderatoren – zusammen mit dem Text „Einer dieser Moderatoren muss sich wegen Krebserkrankung zurückziehen“. Einer der Abgebildeten war Günther Jauch. Nur wer auf das Motiv klickte und sich zum eigentlichen Textbeitrag weiterleiten ließ, erfuhr, dass tatsächlich nicht Jauch, sondern ein anderer Moderator an Krebs erkrankt war. Die plumpe Clickbaiting-Aktion brachte dem Verlag einen Shitstorm ein; schon nach wenigen Stunden war das Motiv wieder verschwunden. Als Jauch von der Sache erfuhr, forderte er den Verlag auf, eine strafbewehrte Unterlassungserklärung abzugeben und einen Geldbetrag als nachträgliche fiktive Lizenzvergütung für die Veröffentlichung des Fotos zu zahlen. Dieser weigerte sich, daher verklagte Jauch ihn. 2019 entschied das Oberlandesgericht (OLG) Köln, dass dem Fernsehmoderator für eine fiktive Lizenz ein Entgelt von 20.000 Euro zustand [2].

Der BGH als Revisionsinstanz hat dies 2021 bestätigt [3]. Begründung: Jauch wurde in seinem Recht am eigenen Bild verletzt, da er der Veröffentlichung nicht zugestimmt hatte. Der Schutz des allge-



Im Fall Hendrik Streeck wäre es möglicherweise schwierig geworden, direkt gegen die Urheber der rechtswidrigen Facebook-Postings vorzugehen: Diese erschienen unter verschiedenen internationalen Accounts.

meinen Persönlichkeitsrechts überwiegt das Interesse des werbenden Verlags – dem sei es nämlich, so die Richter, lediglich darum gegangen, das Foto bei Facebook als Klickköder zu benutzen, um Nutzer auf seine Seiten zu locken. Schlimmer wurde das Ganze noch durch den Umstand, dass das Posting zu Spekulationen darüber anregte, ob Jauch unter einer Krebserkrankung litt. Daher sah der BGH es als gerechtfertigt an, dass das OLG Köln eine hohe Lizenzvergütung angesetzt hatte.

Sag mir, wer dahintersteckt

Im beschriebenen Fall war der Werbende bekannt; so konnte Jauch zivilrechtliche Ansprüche gegen ihn geltend machen. Wenn aus einem Posting jedoch kein Klagegegner ersichtlich ist, kann ein solches direktes Vorgehen schwierig sein. Oft werden Werbepostings von anonymen Profilen aus abgesetzt. Ein Betroffener ist dann darauf angewiesen, dass er vom Plattformbetreiber Namen und Anschrift des Werbenden erfährt. Weigert sich der Betreiber, muss der Betroffene vor Gericht eine Auskunft über Bestandsdaten nach § 21 Abs. 2 Satz 2 des Telekommunikation-Telemedien-Datenschutz-Gesetzes (TTDSG) einklagen.

Eine Voraussetzung dafür ist, dass das Posting einen Straftatbestand aus dem Katalog von § 1 Abs. 3 des Netzwerkdurchsetzungsgesetzes (NetzDG) erfüllt. Dieser nennt unter anderem Beleidigung gemäß § 185 des Strafgesetzbuchs (StGB), üble

Nachrede gemäß § 186 StGB und Verleumdung gemäß § 187 StGB, außerdem Bedrohung gemäß § 241 StGB und die öffentliche Aufforderung zu Straftaten gemäß § 111 StGB. Falls dem Plattformbetreiber selbst nicht bekannt ist, wer genau hinter dem Posting steckt, geht der Anspruch ins Leere.

Der Einzelfall zählt

Insgesamt hängt es stets von den Umständen des konkreten Einzelfalls ab, ob es sich eher lohnt, gegen den Urheber eines rechtswidrigen Postings vorzugehen oder gegen den Plattformbetreiber. Damit ein Betroffener etwa gegen Meta überhaupt einen Anspruch auf Geldentschädigung hat, muss schon viel passieren: Der Plattformbetreiber muss gemäß § 10 Satz 1 TMG Kenntnis von den rechtsverletzenden Inhalten gehabt und diese nicht unverzüglich gelöscht haben, wie das Host-Provider-Urteil des Bundesgerichtshofs (BGH) von 2016 zeigt [4]. Andererseits laufen Ansprüche gegen Urheber von Postings in der Praxis oft ins Leere. Wenn es hauptsächlich darum geht, Rechtswidriges zu löschen, ist der Weg zum Plattformbetreiber vielfach der leichtere. (psz@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] LG Bonn, Beschluss vom 5.7.2023, Az. 9 O 130/23; heise.de/s/dK3m
- [2] OLG Köln, Urteil vom 28.5.2019, Az. 15 U 160/18; heise.de/s/or2Y
- [3] BGH, Urteil vom 21.01.2021, Az. I ZR 120/19; heise.de/s/3p4j
- [4] BGH, Urteil vom 1.3.2016, Az. VI ZR 34/15; heise.de/s/BneW



Sie fragen – wir antworten!

Logitech-Tastatur MX Keys unter Windows und macOS

? Ich nutze eine Logitech-Tastatur vom Typ MX Keys über einen KVM-Switch wechselweise auf einem Mac Mini und einem Windows-Rechner. Die Tastatur soll zu beiden Systemen kompatibel sein und die Tastenkappen sind sowohl mit den Windows- als auch den abweichenden macOS-Belegungen beschriftet. Dennoch sind auf dem Mac die Befehls- und Option-Tasten vertauscht und auch andere Tasten wie auf dem Windows-PC belegt. Wieso schaltet die Tastatur nicht automatisch um?

! Ohne Softwarehilfe kann die Tastatur nicht erkennen, ob sie gerade mit einem Mac oder einem Windows-PC verbunden ist. Wir gehen davon aus, dass beide Rechner das Signal über denselben Unifying-Empfänger bekommen und dieser im USB-Port des KVM-Switch steckt. Sie können die Belegung zwar nach Bedarf manuell wechseln – für Windows halten Sie dazu die Tastenkombination fn+P für etwa drei Sekunden gedrückt, für macOS fn+O.

Sie möchten aber, dass die Tastatur die Belegung automatisch wechselt. Dazu installieren Sie auf beiden(!) Systemen die

zugehörige Logitech-Software „Logi Options“ beziehungsweise die neuere Variante „Options+“. In den Einstellungen für die Tastatur finden Sie die Optionen „Tastatur immer im Windows-Layout verwenden“ respektive „Immer das Mac-Tastaturlayout verwenden“. Aktivieren Sie beide auf dem jeweils zugehörigen System, dann passt die Belegung nach dem Umschalten automatisch.

(swi@ct.de)

Logitech Options Download: ct.de/yjfr

Code von GitHub laden

? Bei vielen Ihrer Artikel habe ich Probleme, die zugehörigen Downloads von Skripten oder anderem Code zu finden. So ist zum Beispiel die Rede davon, dass man ein Skript „per Git klonen“ könne oder den Quellcode bei GitHub finde. Was hat es damit auf sich?

! Wir fassen sämtliche in einem Artikel erwähnten Links auf einer Webseite zusammen. Diese Webseite erreichen Sie immer über den Link am Artikelende. Zum Beispiel könnte dort stehen „Quellcode bei GitHub: ct.de/y937“. Der Link, den Sie in die Adresszeile des Browsers eintippen müssen, ist in diesem Fall ct.de/y937.

Auf der Webseite sehen Sie einen Link wie „Quellcode bei GitHub“, der Sie zum Repository führt. Zu Git, GitHub und Repositories gibt es eine FAQ in c't 21/2018 auf Seite 158 (Online-Version: ct.de/yjfr). Die Kurzfassung: Git ist ein sogenanntes Versionsverwaltungssystem. Programmierer speichern damit sämtliche Versionsstände einer Software so ab, dass sie nachvollziehen können, wann jemand welchen Code zu einer Software hinzugefügt oder daraus entfernt hat. Das hilft unter anderem dabei, den Ursachen von Fehlern auf die Spur zu kommen. Den Speicherort für den aktuellen Stand eines Projekts samt seiner früheren Versionen bezeichnet man als Repository. Damit mehrere Entwickler gemeinsam an einem Projekt arbeiten können, fließen sinnvollerweise alle Änderungen an einem Ort zusammen. Das ist der zentrale Anwendungszweck von Plattformen wie GitHub oder GitLab.

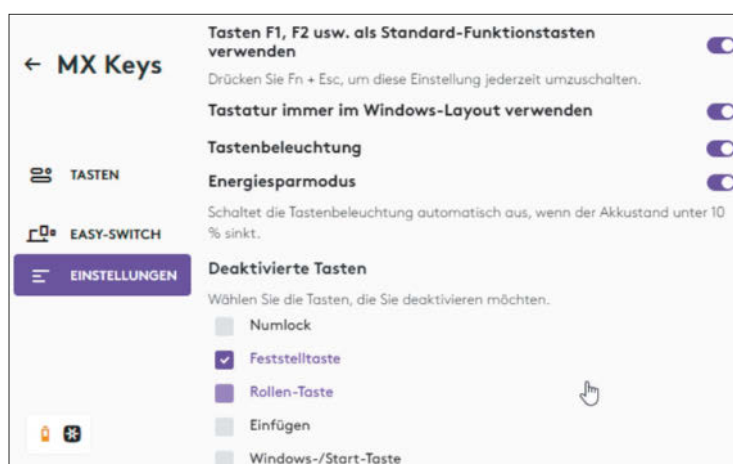
Bei GitHub haben Sie mehrere Möglichkeiten, an den aktuellen Stand einer Software zu kommen. Der einfachste ist, ein Zip-Archiv davon herunterzuladen. Dazu klicken Sie auf den grünen, mit „<> Code“ beschrifteten Knopf. Es erscheint ein Pop-up-Fenster mit zwei Tabs, von denen „Local“ der relevante ist. Darin klicken Sie ganz unten auf „Download ZIP“.

Sinnvoller ist es, das Repository zu klonen. Klonen bedeutet, eine lokale Kopie des gesamten Repositories zu erstellen. Dazu müssen Sie die Software Git auf Ihrem Rechner installiert haben (ct.de/yjfr).

In der Eingabeaufforderung (Windows) beziehungsweise im Terminal (macOS, Linux) geben Sie zum Klonen des Repositories mit der URL <https://github.com/USER/REPO.git> Folgendes ein:


```
git clone https://github.com/USER/REPO.git
```


Welcher Link tatsächlich hinter `git clone` anzugeben ist, können Sie dem Pop-up



Mit der Options-Software von Logitech stellen Sie sicher, dass eine parallel an Mac und Windows-PC angeschlossene MX-Keys-Tastatur immer auf die richtige Belegung umschaltet.

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.


entnehmen. Es ist derjenige in dem Eingabefeld unterhalb von „HTTPS“.


Der Klon-Befehl erzeugt ein Verzeichnis mit dem Namen des Repositories. Die darin enthaltenen Dateien und Verzeichnisse spiegeln den aktuellen Stand des Repositories wider. Das Unterverzeichnis „git“ muss Sie als Anwender nicht weiter interessieren. Es enthält sämtliche Änderungen, die Beteiligte am Repository vorgenommen haben, seit der Begründer es angelegt hat.

Der größte Vorteil beim Klonen: Mit `git pull` beziehen Sie jederzeit den aktuellen Stand des Projekts von GitHub, erhalten also alle Korrekturen und Ergänzungen, die die Entwickler seit dem Klonen oder dem letzten `git pull` eingepflegt haben. (ola@ct.de)

Download Git: ct.de/yjfr


SoftMaker 2024: Blindtext funktioniert nicht


 In der Textverarbeitung der neuen Version von SoftMaker Office (2024 oder NX) soll man mit der Eingabe von `=rand()` oder `=lorem()` Blindtext erzeugen können. Das klappt bei meinem SoftMaker Office aber nicht; die Begriffe bleiben einfach so stehen.

 Diese Funktion ist an die Autokorrektur gekoppelt, die verbreitet vorkommende Tippfehler automatisch durch richtige Schreibweisen ersetzt. Stellen Sie sicher, dass in den Einstellungen von TextMaker unter „Allgemein/Autokorrektur ...“ die Option „Automatisch gängige Tippfehler korrigieren“ aktiviert ist. Übrigens: Standardmäßig generiert das Programm immer fünf Absätze zu je drei Sätzen deutschen (rand) oder pseudolateinischen (lorem) Unsinnstext. Durch Parameter in den Klammern können Sie die Textmenge ändern,

wenn auch nicht zeichengenau. Ein einzelner Wert steht für die Zahl der Absätze, ein optionaler zweiter nach einem Komma bestimmt die Zahl der Sätze. Mit `=lorem(10,2)` fügen Sie also beispielsweise zehn Textabsätze mit je zwei Sätzen ein. (swi@ct.de)


Windows-Taskmanager: Prozessansicht bändigen

 Wenn ich in der Prozessansicht des Taskmanagers einen der laufenden Prozesse auswählen will, hat sich oft schon die Reihenfolge geändert und mein Klick geht ins Leere oder trifft den falschen Prozess. Gibt es da einen Trick?

 Sie haben unter Windows 10 und 11 mehrere Möglichkeiten. Sie können die Tasks durch einen Klick auf die Spaltenköpfe auch nach etwas anderem als der CPU-Leistung sortieren, zum Beispiel nach Prozessnamen. Diese Ansicht bleibt relativ konstant, sie müssen den gewünschten Prozess nun aber noch in den langen Listen „Apps“ oder „Hintergrundprozesse“ ausfindig machen.

Alternativ können Sie die Strg-Taste gedrückt halten. Das pausiert die Umsortierung nach CPU-Last und Sie können in aller Ruhe den gewünschten Prozess mit der Maus anvisieren. (csp@ct.de)

PS5 mit Dolby Atmos

 Wie kann ich Spiele mit 3D-Sound von der Playstation 5 auf meinen AV-Receiver ausgeben?

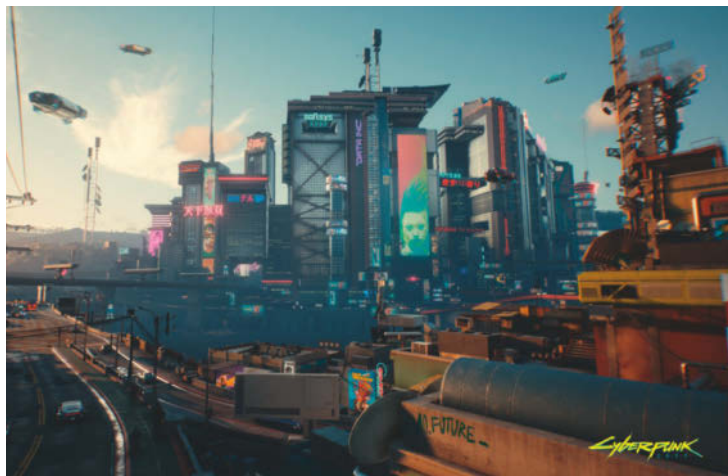
 Bislang gibt die PS5 über HDMI lediglich Surround-Sound in 5.1 oder 7.1

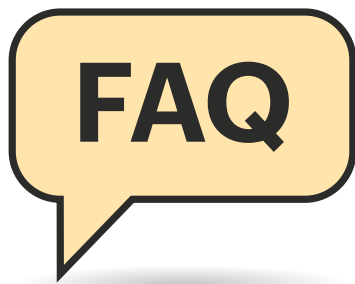
aus, aber keine echten 3D-Formate, die beispielsweise auch Deckenlautsprecher einer Dolby-Atmos-Anlage nutzen. Für Fernseher und Kopfhörer, die man an der Klinkenbuchse der Controller anschließt, gibt es lediglich einen binauralen Modus. Der simuliert 3D-Klänge über Stereolautsprecher. Die Ergebnisse sind aber durchwachsen.

Derzeit testet Sony die Ausgabe von Dolby Atmos in einer Beta-Firmware für die PS5. Mit ihr kann man sämtliche Tonausgaben der PS5 als Dolby-Atmos-Stream an AV-Receiver und Soundbars weiterleiten. Der Spiele-Sound ist dann aber nicht unbedingt dreidimensional. Wenn die Spiele Sonys Tempest-3D-Audio-Engine nicht nutzen, bleiben auch die Deckenlautsprecher stumm. In solchen Fällen bekommt man mitunter einen volleren Klang, wenn man den PS5-Ton in 5.1 oder 7.1 im PCM-Format streamt und dann im AV-Receiver mit einem Upmixer von DTS oder Auro aufbläst.

Zwar existieren einige Dutzend Spiele, die auf der aktuellen Xbox Dolby Atmos unterstützen, für die PS5-Versionen dieser Titel gilt das aber bislang nicht. Das größte Problem ist derzeit, passende PS5-Spiele mit 3D-Sound zu finden, weil diese im Playstation Store bislang nicht gekennzeichnet sind. Im Test mit der Beta-Firmware stachen auf der PS5 vor allem „Cyberpunk 2077“, die Resident-Evil-Teile 2, 3, 4, 7 und 8 sowie Sonys Abenteuer „Uncharted: Legacy of Thieves“ heraus. Gute 3D-Effekte hören Sie auch im Remake von „Dead Space“, dem Rogue-like-Shooter „Returnal“ oder in der Neuauflage des Horror-Adventures „Layers of Fear“. Ein Termin, wann Sony die neue Firmware für alle Nutzer freigibt, stand zum Redaktionsschluss noch nicht fest. (hag@ct.de)

Bislang bieten nur wenige Playstation-5-Spiele 3D-Sound. Eines davon ist Cyberpunk 2077.





Mozilla Thunderbird flügge machen

Die Mailsoftware Thunderbird hat mit der Version 115 „Supernova“ eine neue Bedienoberfläche bekommen. Wir beantworten neue und alte Fragen zur Bedienung und Konfiguration.

Von Keywan Tonekaboni

Mail-Gruppierung aufheben

? Seit dem neuesten Update zeigt Thunderbird zusammengehörige Mails und alle Antworten in einer Art Thread an. Ich finde das aber unpraktisch, weil ich dabei häufig nicht die neueste, sondern eine der älteren Mails öffne. Wie kann ich die Gruppierung der Mails abstellen?

! Thunderbird hat die Standardansicht für Ordner modifiziert. Sie ändern das Verhalten, indem Sie rechts neben Schnellfilter auf den Button über der Nachrichtenliste klicken. Dieser öffnet das Menü „Anzeigeoptionen für Nachrichtenliste“. Dort wählen Sie unter „Sortieren nach/Nicht gruppiert“ aus. Die Einstellung übernimmt Thunderbird nur für den gerade angezeigten Ordner. Wollen Sie die Gruppierung für alle Verzeichnisse aufheben, dann klicken in der Kopfzeile der Nachrichtenliste ganz rechts auf das kleine Spal-

tensymbol („Anzuzeigende Spalten auswählen“) und öffnen dann in dem erscheinenden Menü den untersten Eintrag „Aktuelle Ansicht übernehmen für.../Ordner und alle Unterordner...“ und wählen das gewünschte Konto oder Verzeichnis aus.

Menüleiste verschwunden

? Ich habe mir die neue Version Thunderbird 115 „Supernova“ installiert. Die neue Bedienoberfläche finde ich zwar hübsch, aber die Menüleiste ist verschwunden. Wie blende ich sie wieder ein?

! Die meisten Funktionen von Thunderbird können Sie jetzt über das Hamburger-Menü in der rechten oberen Ecke aufrufen, ähnlich wie bei Firefox oder Chrome. Dort fehlen aber Untermenüs wie Nachricht oder Navigation. Temporär blenden Sie die Menüleiste ein, indem Sie

die Alt-Taste einmal drücken. Die Leiste verschwindet wieder, sobald Sie einen Befehl aus dem Menü auswählen oder nochmal die Alt-Taste drücken. Möchten Sie sie dauerhaft anzeigen, dann setzen Sie unter Ansicht/Symbolleiste/Menüleiste einen Haken.

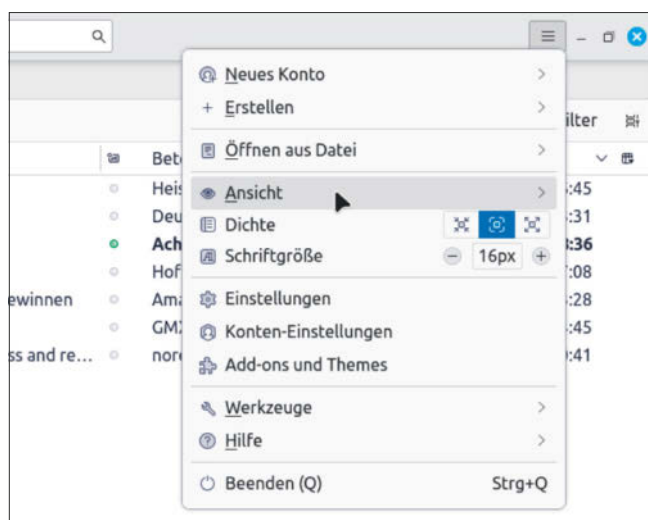
Durchblick in der Ordnerliste

? Ich habe meine E-Mails in sehr viele Ordner und Unterordner einsortiert. Manche Verzeichnisse benötige ich öfter, finde sie aber in der unübersichtlichen Liste nicht auf Anhieb. Wie kann ich wichtige Ordner hervorheben?

! Sie können die Ordner einfärben, damit diese aus der Liste hervorstechen. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner, um das Kontextmenü einzublenden und ändern Sie dann unter Eigenschaften die Symbolfarbe.

Oder Sie legen die Verzeichnisse als „Favoriten-Ordner“ fest, ebenfalls über das Kontextmenü. Jetzt müssen Sie nur noch die Favoriten-Ordner in der Ordnerleiste einblenden. Klicken Sie in der Kopfzeile der Ordnerliste auf die drei horizontalen Pünktchen neben „Neue Nachricht“ und wählen Sie dann „Ordner-Modi/Favoriten-Ordner“ aus. Bei älteren Versionen finden Sie das Menü neben der Kopfzeile „Ordner“. Zeigt Thunderbird bei Ihnen die Kopfzeile nicht an, blenden Sie diese über „Ansicht/Ordner“ ein, wo Sie auch die Anzeige der Favoriten-Ordner einschalten können.


Seit Thunderbird 115 können Sie über die vertikalen Pünktchen neben




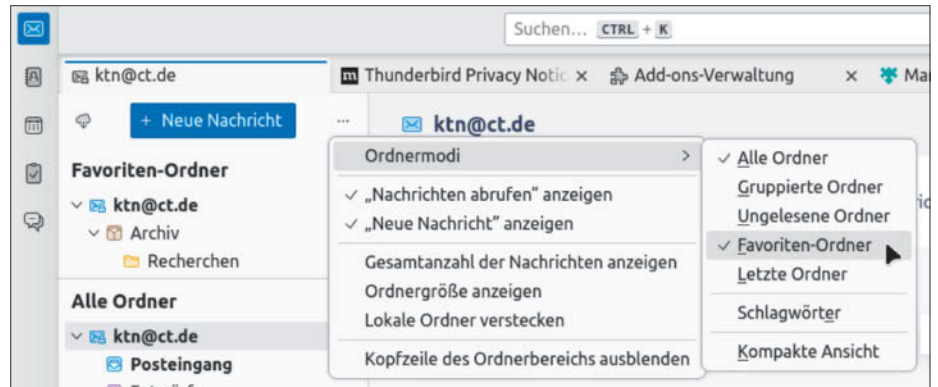
Thunderbird bietet nun standardmäßig das vereinfachte „Hamburger-Menü“ statt der klassischen Menüleiste an. Die können Sie aber unter Ansicht wieder einblenden.

„Favoriten-Ordner“ auch die Position in der Liste ändern, etwa um die Favoriten vor „Alle-Ordner“ mit den E-Mail-Konten zu zeigen. Mit „Kompakte Ansicht“ bestimmen Sie, ob nur die ausgewählten Unterordner auftauchen oder der ganze Teilbaum mit dem übergeordneten Verzeichnis (zum Beispiel „Archiv/2023/ProjektX“).

Konten- und Ordnerreihenfolge

 Mir gefällt die Sortierung meiner Konten und Ordner in Thunderbird nicht. Wie kann ich die Reihenfolge ändern?

 Sie können die Kontenreihenfolge mittlerweile einfach per Drag & Drop ändern. Öffnen Sie die Konten-Einstellungen und klicken Sie auf den Namen des Kontos oder „Lokale Ordner“ und verschieben Sie den Eintrag an die gewünschte Position.




Mit der Funktion **Favoriten-Ordner** haben Sie Ihre wichtigsten Ordner immer im Blick.

In der Ordnerliste gibt Thunderbird Spezialverzeichnissen wie Entwürfe, Gesendet oder Archiv den Vorzug und sortiert weitere Ordner alphanumerisch dahinter.

Mit der Erweiterung „Manually sort folders“ (siehe ct.de/ye3p) konnte man bisher die Ordner nach eigenen Vorgaben automatisch sortieren oder manuell anordnen. Mit Thunderbird 115 ist die Erweiterung

noch nicht kompatibel; die Add-on-Entwickler arbeiten aber an einer angepassten Version.

Unbeabsichtigtes Sortieren

 Wenn ich in einer Liste die oberste Mail auswählen will, komme ich häufig



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





magazin für
computer
technik

fig auf den Spaltentitel und Thunderbird sortiert dann die Mails neu. Kann ich das irgendwie abschalten?

! Ja, mit der Erweiterung „No Message Pane Sort“, die Sie im Add-on-Katalog von Thunderbird finden (siehe ct.de/ye3p). Haben Sie die Erweiterung aktiviert, blinkt zwar bei einem Klick der Spaltenkopf kurz, aber sonst passiert rein gar nichts. Möchten Sie einmal absichtlich die Nachrichtenliste sortieren, halten Sie einfach beim Klicken die Strg-Taste gedrückt.

Thunderbird-Ordner schrumpfen

? Ich speichere sehr viele Mails in meinem Konto. Der Archiv-Ordner belegt aber nicht nur auf dem IMAP-Server sehr viel Platz, sondern auch lokal auf meinem Computer. Ich habe schon die Offline-Synchronisierung abgeschaltet, aber trotzdem ist das Thunderbird-Verzeichnis weiterhin mehrere GByte groß.

! Wenn Sie in den Ordner-Eigenschaften unter Synchronisation die Option „Diesen Ordner zum Offline-Lesen“ abschalten, merkt sich Thunderbird diese Entscheidung für die Zukunft, löscht aber bereits heruntergeladene Mails nicht vom lokalen Datenträger. Es gibt aber einen Trick, mit dem Sie dennoch etwas Platz freischaufeln: Klicken Sie in den Eigenschaften im Tab „Allgemein“ auf die Reparieren-Schaltfläche. Dann baut Thunderbird die Dateistruktur für das Mailbox-Verzeichnis neu, indem es die Kopfzeilen neu herunterlädt. Dabei „vergisst“ es aber

auch alle zwischengespeicherten E-Mail-Inhalte und Anhänge.

Ordner vor Drag & Drop schützen

? Manchmal interpretiert Thunderbird meinen ungenauen Klick als Drag-&-Drop-Aktion und verschiebt den Ordner, statt diesen zu öffnen, in ein Unterverzeichnis. Wenn dann noch der Ordner viele E-Mails enthält, dauert es ewig, bis alle Daten verschoben sind und ich den Ordner wieder zurückschieben kann. Wie kann ich weiterhin bequem per Maus Mails in Ordner verschieben, aber unabsichtlichem Drag & Drop vorbeugen?

! Auch bei diesem Problem hilft ein Add-on weiter – die Erweiterung „Disable DragAndDrop“ (siehe ct.de/ye3p). Diese schaltet Drag & Drop in der Ordnerliste ab. Möchten Sie trotzdem einmal ein Verzeichnis verschieben, müssen Sie die Erweiterung temporär deaktivieren oder das Kontextmenü verwenden. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den gewünschten Ordner und wählen Sie dann über „Verschieben in“ den gewünschten Zielort aus.

Zwei-Faktor-Authentifizierung

? Mein E-Mail-Provider sagt, er stelle die Unterstützung von „Legacy Apps wie Thunderbird“ aus Sicherheitsgründen ein. Was steckt da dahinter?

! Hintergrund von all dem ist, dass Thunderbird via IMAP auf Ihr Post-

fach zugreift. Und IMAP hat nur ein ganz einfaches Authentifizierungskonzept mit Benutzernamen und Passwort; Zwei-Faktor-Authentifizierung (2FA) ist da nicht vorgesehen.

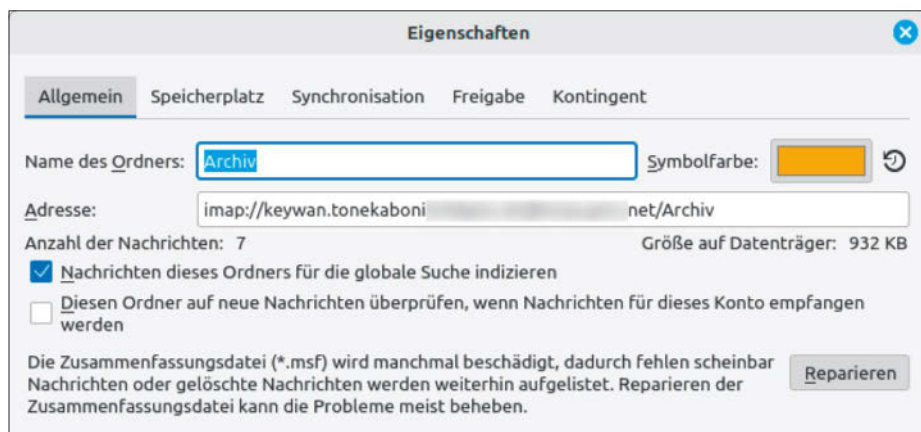
Wenn man für sein Postfach bei Google, GMX, Posteo oder einem anderen Anbieter 2FA eingerichtet hat, funktioniert der Zusatzschutz nur bei Zugriffen über das Web-Frontend im Browser. Für alle IMAP-basierten Mailclients wie Thunderbird muss man ein eigenes Zusatzpasswort einrichten. Das gewährt ganz allein – also ohne zweiten Faktor – den Zugang zu allen Mails. Das stellt immer noch einen Rückschritt in Sachen Sicherheit dar, denn wenn dieses Passwort geklaut wird, hat der Dieb vollen Zugang zu Ihren E-Mails. Es ist aber zumindest besser als ganz ohne 2FA, weil das Zusatzkennwort keinen Zugriff auf die Kontoeinstellungen oder gar andere Dienste erlaubt.

Mit Gmail handelt Thunderbird selbstständig das Anwendungspasswort aus. Bei der Einrichtung des Kontos öffnet sich im Mailclient ein kleines Browserfenster, über das man – nach erfolgreicher Anmeldung samt 2FA – im Google-Account Thunderbird Zugriff auf das Mailpostfach gestattet.

Thunderbird-Zukunft

? Ich höre immer wieder, Thunderbird werde von Mozilla eingestellt. Wie ist es um die Zukunft des Projekts bestellt?

! Eine Glaskugel haben wir nicht, aber es gab schon düsterere Zeiten für den Donnervogel. Noch vor zehn Jahren hätte Mozilla das Projekt fast begraben. Die Community trug in der Zwischenzeit die Entwicklung mit Spenden und Codebeiträgen. Mittlerweile läuft Thunderbird unter dem Dach der MZLA Technologies Corporation, einer Mozilla-Tochtergesellschaft, und es gibt wieder ein Team von festangestellten Mitarbeitern. Die Codebasis soll erneuert werden und es sind häufigere Updates geplant. Außerdem arbeitet der Hauptentwickler des Android-Mailclients K-9 jetzt im Thunderbird-Team, um K-9 zu einem mobilen Thunderbird umzubauen. Für die Finanzierung setzt Thunderbird jetzt offensiver auf Spenden der Nutzer. (ktn@ct.de)



Wenn Sie für einen Ordner die Offline-Synchronisierung abgeschaltet haben, geben Sie in den Eigenschaften mit der Reparieren-Schaltfläche Speicherplatz frei.

Thunderbird-Webseite und Erweiterungen: ct.de/ye3p

JAVA 21

Die Heise-Konferenz zur neuen LTS-Version

4. Oktober 2023 – Online

- ✔ Bessere Nebenläufigkeit mit Virtual Threads, Structured Concurrency und Scoped Values
- ✔ Pattern Matching for Switch ist finalisiert
- ✔ Foreign Functions & Memory API
- ✔ Wie finden neue Features ihren Weg ins OpenJDK?
- ✔ Was bedeutet das LTS-Release für Projekte?

Jetzt
Tickets mit
**Frühbucher-
rabatt**
sichern!

Workshop zu Spring Security am 29. September 2023

java.bettercode.eu

.NET 8.0

Das Online-Event von Heise und www.IT-Visions.de
zum neuen .NET-LTS-Release

21. November 2023 – Online

- ✔ Die Neuerungen von .NET 8.0: SDK, Runtime und Basisklassen
- ✔ Einfacher lesbarer, stabilerer Code mit C# 12.0
- ✔ Alle Neuerungen von ASP.NET Core 8.0 und Blazor 8.0
- ✔ Neues beim OR-Mapping mit Entity Framework Core 8.0
- ✔ Das hat sich mit Windows Forms 8.0, WPF 8.0 und WinUI 3 verändert
- ✔ Cross-Plattform-Entwicklung mit .NET MAUI
- ✔ Ausblick auf .NET 9.0

Jetzt
Tickets mit
**Frühbucher-
rabatt**
sichern!

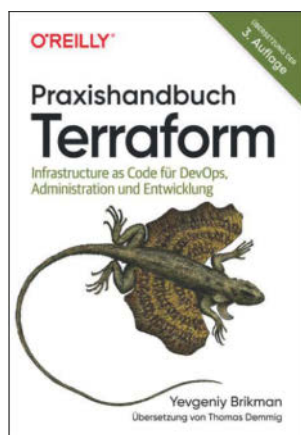
Kooperationspartner

www.IT-Visions.de

Dr. Holger Schwichtenberg

Workshops zu C# 12.0, Entity Framework Core 8.0, Blazor 8.0 und .NET MAUI 8.0

net.bettercode.eu



Yevgeniy Brikman

Praxishandbuch TerraformInfrastructure as Code für DevOps,
Administration und Entwicklung

O'Reilly, Heidelberg 2023, 3. Aufl.

(der Buchverlag gehört wie c't
zu Heise Medien)

ISBN 978-3960092193

432 Seiten, 45 €

(als Bundle mit E-Book beim Verlag: 50 €;

PDF-/Epub-/Kindle-E-Book allein: 45 €)

Es werde Infrastruktur!

Terraform hilft als Werkzeug, virtuelle wie physische Hardware zu managen. Yevgeniy Brikman erklärt, wie man es für Infrastrukturprojekte von der flexiblen Arbeitsgruppencloud bis zum verteilten Rechenzentrum einsetzt.

Die Zeiten, als Entwickler wochenlang auf neue Server oder Datenbankinstallationen warten mussten, sind dank der Möglichkeiten des Cloud Computing vorbei. Diese Freiheit verführt jedoch dazu, immer wieder neue Ressourcen einzubinden, Systemwildwuchs zu verursachen und irgendwann den Überblick zu verlieren. IT-Infrastruktur will diszipliniert verwaltet werden. Als probates Mittel hat sich der Ansatz „Infrastructure as Code“ etabliert; Terraform gehört zu den beliebtesten Tools dafür.

Brikman vergleicht das unter Business Source License stehende Produkt des Herstellers HashiCorp zunächst mit ähnlich gelagerten Lösungen wie Chef, Puppet oder Ansible. Er bewertet deren Vor- und Nachteile für verschiedene Anwendungsfälle, zeigt aber auch, in welcher Hinsicht sie Terraform sinnvoll ergänzen.

Zur praktischen Einführung setzt der Autor mit den Amazon Web Services (AWS) einen Webserver in einer Autoscaling-Gruppe inklusive Load-Balancer auf und erläutert dabei schrittweise, wie Terraform im Kern funktioniert. Alle weiteren Beispiele beruhen ebenfalls auf AWS und laufen mit dem kostenlosen Free Tier. Nachdem die ersten Experimente noch im lokalen Dateisystem angesiedelt sind, geht es schnell mit Amazon S3 und DynamoDB weiter. Diese Speicherdienste machen es leichter, verschiedene Umgebungen zu verwalten und Teamarbeit zu organisieren. Der Autor erklärt dazu die Isolation von Umgebungen über Workspaces, geht dann aber zu einem Ansatz mit einem festen Dateilayout weiter.

Zum Ende hin werden die Themen immer anspruchsvoller. So widmet der Autor der Sicherheit mit Secret-Management-Tools und der Arbeit mit verschiedenen Regionen sowie mehreren Cloud-Anbietern viel Raum. Auch die Testautomatisierung kommt nicht zu kurz und man bekommt jede Menge Tipps für den Einsatz von Terraform in großen Teams.

Insgesamt spiegelt die dritte Auflage des Buches den aktuellen Stand von Terraform gut wider. DevOps und Entwickler finden ein wahres Füllhorn an wichtigen Hinweisen und Anregungen vor.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

Druckfrisch mit kleinem Fehler

Was könnte passieren, wenn ein alternder Mensch die gespeicherten Inhalte seines Gehirns auslesen und in eine frisch 3D-biogedruckte, perfektionierte Nachbildung seiner selbst einspielen ließe? Die Antwort gibt Max Claros turbulente Science-Fiction-Geschichte.

In Bangkok erwacht 2060 ein Mann, dessen Erinnerungen an sein 69-jähriges Leben nicht zu seinem Erscheinungsbild passen: Er hat einen jungen Körper. Physisch wie intellektuell ist er geradezu ideal aufgestellt – abgesehen davon, dass er zunächst mithilfe eines Exoskeletts trainieren muss, sich eigenständig zu bewegen. Wie sich herausstellt, entstammt sein Körper samt Gehirn einem fortgeschrittenen 3D-Biodrucksystem. Druckvorlage ist der ehemals sehr erfolgreiche Theaterschauspieler Walter Fabricius. Dieser hat sich komplett scannen und verjüngt reproduzieren lassen, mit vielen Aufwertungen von unzerbrechlichen Knochen bis hin zu Multiorgasmusfähigkeit. Wissen, Lebenserfahrung und das komplette Bewusstsein wurden per Hirn-Computer-Schnittstelle ausgelesen und in das neu gedruckte, zunächst leere Gehirn eingespielt. Dabei hat sich jedoch ein beunruhigender Mangel ergeben.

Die Handlung führt den neuen Walter in einer wilden Jagd durch Thailand. Auf einer zweiten Erzählebene, die Monate früher einsetzt, erfährt man von den ausgeklügelten Suizidplänen des alten, schwerreichen, aber einsamen und beruflich nicht mehr gefragten Walter, der die Aussicht, vergessen zu werden, nicht akzeptieren will. Beide Walters treten abwechselnd als Ich-Erzähler auf.

Max Claro hat für seinen dritten Roman viele technische Gegenwartstrends recherchiert und diese in die nahzukünftige Umgebung hinein weitergedacht. Beispielsweise existieren bereits rudimentäre Ansätze für Hirn-Computer-Schnittstellen. Digitale Vermächtnisse sind schon heute ein wichtiges Thema. Zähne und Gelenke lassen sich bereits in hoher Qualität im 3D-Biodruck herstellen. Es gelingt auch schon, Gewebe und Organe aus körpereigenen Zellen zu züchten.

Am Schluss entlässt Claro den Leser mit einem spektakulären Twist aus dem spannenden Dilemma der zwei Walters. Unterm Strich erfreut der Roman nicht bloß kritische Beobachter des realen technischen und medizinischen Fortschritts, die das Augenzwinkern nicht verlernt haben, sondern auch Leute, die einen lockeren Anlass zum Nachdenken darüber schätzen, was in einer Welt überbordender Möglichkeiten denn eigentlich einen echten Menschen ausmacht.

(psz@ct.de)



Max Claro

Der Mann, der aus dem 3D-Drucker kam

Heller, Taufkirchen 2023, 2. Aufl.

ISBN 978-3929403725

208 Seiten, 17 €

(Epub-/Kindle-E-Book: 13 €)

@heise Security TOUR

Wissen schützt

Security braucht Vertrauen –
aber zu wem, wann und wie?

**ONLINE-KONFERENZ AM
27. SEPTEMBER**

DIE THEMEN

- **Lagebild IT-Security:** Neues zu Cybercrime-
Untergrund und Angriffstechniken
- **Die Checkliste:** Wem und was sollte ich weshalb
in welchem Ausmaß vertrauen?
- Fallstricke und Lösungen beim Aufbau einer
Zero-Trust-Umgebung
- Das Update zum **IT-Recht** – inkl NIS2 und KI-Ratgeber
- **Microsoft Exchange** – natürlich online?
- **KI** – was macht das mit uns und der Security?

Jetzt Tickets sichern: heise-security-tour.de





DER NICHELEKTRONISCHE MANN

VON VOLKER DORNEMANN

Marcus Dinklage hatte sich schon immer dagegen gesträubt, sich Technik in seinen Kopf einpflanzen zu lassen. Schon in seiner Kindheit gab es die Möglichkeit dazu. Als er im Teenageralter war, etablierte sich die Augmentierung bereits als angesagte Mode. Die Kids fuhren voll auf die Implantate ab. Nicht ganz unschuldig daran war die geschickte und manipulative Werbung, mit der die Hersteller ihre Produkte als absolute Must-Haves anpriesen. Wer noch ein altmodisches Smartphone oder Smarttab mit sich herum-schleppte, galt als oldschool, bald als Sonderling.

Mit „Augmented Communication“ hatte man immer Freisprech; die Implantate leiteten optische Signale für den Videochat direkt an den Sehnerv – kein Monitor, keine Brille. Gleichzeitig hatte man GPS im Kopf und konnte sich die Route zu einem angestrebten Ziel gleich als virtuelle Map einblenden lassen. Alle Infos über alles Mögliche standen auf Wunsch sofort zur Verfügung, ohne lästiges externes Medium. Das Implantat legte sie beispielsweise als Textlayer über ein Gebäude, vor dem man gerade stand. Optional trug der eingepflanzte „BrainDude“ den Text per Direktleitung zum Innenohr akustisch vor. Der letzte Schrei war eine Dating-App, die bei paarungswilligen Nutzern virtuell ein pulsierendes Herzsymbold auf die Brust projizierte, wobei Größe und Farbe sowie die Intensität des Herzschlags Aufschluss über den Level der Rolligkeit gaben.

Marcus wollte und brauchte all das nicht. Er war ein ziemlich aufgeweckter Teen und ihm war schon damals bewusst, dass der ganze Spaß seinen Preis haben musste. Das betraf nicht etwa bloß die Credits, die das Ganze kostete. Man war 24/7 online, sendete permanent Daten über alles nur Erdenkliche, über die privatesten Dinge. Und man machte sich extrem manipulierbar, denn zur Verfügung gestellte Infos wurden natürlich nicht danach gefiltert, was für einen am nützlichsten war, sondern was den Interessen des Providers oder der BrainDude-Company am meisten nutzte.

Es war hoffnungslos, das den anderen Kids erklären zu wollen. Sie waren der Meinung, Marcus übertreibe doch ganz schön, sei paranoid oder gar selbst brainwashed von der

In einer durch und durch auf Optimierung ausgelegten Welt wollen immer weniger Leute auf technische Implantate verzichten. Nicht auszudenken, was wäre, wenn all die eingebauten Vorzüge plötzlich ohne Vorwarnung ausfielen!

Müslifraktion, den Ewiggestrigen. Selbst sein bester Freund und Sandkastenkumpel Frank, der lange Zeit seine Meinung geteilt hatte, beugte sich irgendwann dem Angesagten.

„Mal ehrlich, Marcus“, sagte er, nachdem dieser ihn gefragt hatte, ob er sie denn noch alle hätte. „Vor der Augmented Reality haben die Leute das Internet verteuft, davor den Fernseher und das Radio. Und davor hieß es sogar, zu viel Lesen sei schädlich.“

„Ja, ja, und Onanieren macht blind. Ich weiß“, sagte Marcus. Er war ziemlich aufgebracht. „Aber das hier ist etwas vollkommen anderes. Ein Buch suchst du dir danach aus, was dich gerade interessiert, schlägst es auf oder zu, je nachdem, was für dich gerade dran ist. Fernseher und Computer kannst du abschalten, dein Handy zu Hause lassen, wenn du nicht möchtest, dass du jederzeit erreichbar bist oder geortet wirst. Mit BrainTech aber bist du permanent on und sendest viel mehr private Informationen als mit allem anderen vorher.“

„Na und? Ich habe schließlich nichts zu verbergen.“

„Darum geht’s nicht, das weißt du doch! Du machst dich total manipulierbar!“

Frank verdrehte genervt die Augen. „Komm wieder runter, Alter! Ich will dich gar nicht überreden, dich uns seelenlosen Robotern anzuschließen. Für mich überwiegen einfach die Vorteile. Glaub mir, das Zeug ist krasser Scheiß.“

„MIT BRAINTECH BIST DU PERMANENT ON“, SAGTE MARCUS.

„Ja, du willst mich nicht überreden, sehe schon.“

„Sorry, Mann“, entschuldigte sich Frank. „War wirklich keine Absicht. Ich wollte nur sagen, du bist und bleibst mein Freund, ganz gleich, ob du es dir irgendwann vielleicht doch noch mal überlegst oder ob du demnächst demonstrativ in Fellklamotten auf einem Mammut zur Schule reitest.“

Franks letzte Bemerkung traf Marcus stärker als beabsichtigt. Auch wenn es scherzhaft gemeint war: Mit genau solchen Scherzen hatten die anderen Marcus – und früher auch Frank selbst – aufgezogen.

Und trotz Franks Versprechen kam es natürlich so, wie es kommen musste: Sie entfernten sich immer mehr voneinander, schon während der Schulzeit, sogar noch im selben Jahr. Frank war immer häufiger im Brain-Chat mit anderen *Augies*. Im Kopf war er ihnen stets näher als seinem alten Freund – selbst dann, wenn er gemeinsam mit diesem etwas unternahm. Es war dann auch Marcus, der den Final Cut machte, damit Frank nicht mehr so tun musste, als interessiere ihn seine Gegenwart.

Später, nach Abschluss der Schule, als der sogenannte Ernst des Lebens begann, wurde es noch schlimmer. Brain-Tech und AR waren nahezu allgegenwärtig geworden. Gegen das Mobbing von Mitschülern konnte man sich ein dickes Fell wachsen lassen. Gegenüber einem Stellenmarkt, der augmentierte Leute klar bevorzugte, hatte man als *Offliner* hingegen von vornherein verloren. Nicht zuletzt erforderten immer mehr Jobs tatsächlich BrainTech etwa für den beruflichen Umgang mit wichtigen Gerätschaften. Sogar mit den hervorragenden Noten auf seinem Abschlusszeugnis war es für Marcus schwierig, selbst einen Hilfsarbeiterjob zu bekommen. *Augies* waren einfach schneller, besser vernetzt, rund um die Uhr erreichbar und fügten sich besser in ebenfalls augmentierte bestehende Teams ein.

Wir sind Menschen zweiter Klasse, machte sich Marcus bewusst. *Zum Aussterben verurteilt wie vor uns schon der Neandertaler*.

* * *

Eines Abends war Marcus wie so oft auf dem Rückweg von einem längeren Spaziergang zu seiner Wohnung. Auch das war eine altmodische Gewohnheit: Er ging lieber spazieren, als sich vor dem Zubettgehen von Unterhaltungsmedien berieseln zu lassen. Als er um eine Ecke bog, nur noch zwei Straßen von seinem Ziel entfernt, traf er auf eine Gruppe Halbwüchsiger, die vor einem um diese Stunde noch geöffneten Kiosk herumlungerten. Die vier Jungs, vielleicht sechzehn, höchstens achtzehn, redeten großspurig miteinander, prahlten mit ihrer Coolness vor einem Mädchen gleichen Alters, das jedoch desinteressiert tat. Natürlich war sie das nicht wirklich, sonst hätte sie ihre Zeit wohl eher mit jemand anderem verbracht. Als die Gruppe Marcus kommen sah, verstummten alle kurz und starteten ihn an. Sobald er auf drei, vier Schritte heran war, rief ihn einer der Jungs an; dieser war etwas kleiner als seine Kollegen und schien sich daher umso stärker vor dem Mädchen profilieren zu müssen.

„Hey, du Loser! Warum bist du nicht auf deinem Müslifeld und hütest Schafe?“

Klar, sie erkannten sofort den *Offie* in ihm, da er keinerlei Daten abstrahlte. Aber was Müsli (das auf einem Feld wuchs?) mit Schafen zu tun haben sollte, erschloss sich Marcus nicht – das war weder sein Humor noch seine Logik. Aber die anderen lachten, auch das Mädchen.

„Määh! Määh!“, machte nun der Bursche, und seine Kumpane fielen mit ein: „Määh! Määääh!“ Das Mädchen kringelte sich vor Lachen.

„Leute“, sagte Marcus. „Ich möchte nur nach Hause. Lasst mich vorbei, okay?“

„Lasst mich vorbei, okay?“, öffnete das zu klein geratene Alphamännchen ihn nach. „Warum sollten wir? Hä? Und wo bleibt das Zauberwort?“

Marcus schluckte seinen Stolz herunter und sagte: „Bitte.“

Der andere lachte, verstellte ihm allerdings weiterhin den Weg.

„Na, komm schon“, sagte Marcus. „Ich will wirklich keinen Streit, Kumpel.“

Der Wortführer griff Marcus ans Revers seiner Jacke. „Kumpel? Ich geb’ dir gleich *Kumpel*! Is’ ja widerlich, von so ’nem Spacken wie dir angekumpelt zu werden.“

Er schubste Marcus in Richtung der anderen, die den Über-rumpelten grölend in Empfang nahmen, ihn ihrerseits hin- und herschubsten und mit obszönen Sprüchen überschütteten.

„Hast du das alles drauf?“, fragte der kleine Chefschubser das Mädchen. Dieses nickte. So etwas musste natürlich live in den persönlichen SM-Feed, das gab ordentlich Traffic.

Irgendwann wurde das Handgemenge heftiger. Marcus fiel zu Boden, die Kerle begannen nach ihm zu treten. Stiefelspitzen und Schuhsohlen prallten gegen seinen Bauch, seine Arme, seine Beine, seinen Rücken.

Das Mädchen hatte aufgehört zu lachen. Zudem hatte sie die Übertragung ihrer Eye-Cam ausgeschaltet. Sie sagte etwas wie „Ach kommt, lasst den armen Wichser doch, der hat genug“, aber ihre Jungs machten weiter, riefen wieder „Määh, määh“ und waren sichtlich voll in ihrem Element.

Mit einem Mal hörten das Treten und das Gegröle auf. Die Kerle keuchten, weniger vor Erschöpfung als aufgrund irgendeines plötzlichen Schrecks. Sie sahen sich verwirrt, beinahe panisch an.

SO ETWAS MUSSTE NATÜRLICH LIVE IN DEN PERSÖNLICHEN SM-FEED.

„Verdammte Scheiße, was ...“, stöhnte der Alphazwerg und fasste sich an den Kopf, schlug dann mit der flachen Hand und schließlich mit der Faust gegen seine Schläfe.

Ein anderer schrie: „Scheiße, Nick, ich bin offline! Ich bin offline!“

Der mit Nick Angeredete und Typ Nummer vier begannen zu jammern. „Nein! Nein, nein, nein!“ und „Ich bin blind! Ich bin blind!“

„Ich hab’ euch doch gesagt, hört auf“, meldete sich das Mädchen in weinerlichem Ton zu Wort, raufte sich verzweifelt die blonde Mähne und trat dabei nervös von einem Fuß auf den anderen, als müsse sie dringend zur Toilette.

„Denkst du, der da war das?“, fragte der kleine Wortführer und zeigte dabei auf den in Embryonalhaltung am Boden kauernenden Marcus.

„Was weiß ich? Vielleicht die Cops? Haben vielleicht unseren Feed angezapft?“

„Fuck it, Tommy, die Cops?“, rief Nick. „Können die sowas tun?“

„Keine Ahnung! Lasst uns abhauen!“

Als die Fünf endlich verschwunden waren, nicht ohne Marcus einen letzten Abschiedstritt in die Magengrube zu verpassen, zeigte sich auch endlich der Kioskbesitzer, der sich zuvor taub und blind gestellt und in sein Kämmerlein zurückgezogen hatte, als die Kids auf ihr Opfer losgegangen waren.

„Ist mit Ihnen alles okay?“, fragte er.

„Danke“, brachte Marcus hustend hervor. Das meinte er noch nicht mal zynisch; für Zynismus ging es ihm viel zu dreckig.

„Ist bei Ihnen auch plötzlich die AR ausgefallen?“, fragte der Mann und tippte sich mit dem Zeigefinger an den Kopf.

Marcus sah ihn verwirrt an. „Äh, nein.“

„Nicht?“ Dann erinnerte sich der Mann daran, dass sein Gegenüber ja ein *Offliner* war. Deswegen hatten die Kids ihn ja schließlich als Opfer benutzt. „Gut ... ähm. Also dann ...“, sagte er und ging wieder zurück in sein Büdchen.

Danke für die Hilfe, dachte Markus, ohne den Satz laut auszusprechen. Und diesmal war es Zynismus, trotz allem.

* * *

Wieder zu Hause machte sich Marcus im Bad erst einmal frisch. Ein Blick in den Spiegel verriet ihm, dass zumindest sein Gesicht nichts abbekommen hatte. Dafür war der Rest seines Körpers mit Blutergüssen übersät.

Er zog sich die verschmutzten und zerrissenen Klamotten aus, schlüpfte in eine bequeme Jogginghose und streifte ein frisches Shirt über. Dann warf er sich aufs Klappsofa in seinem kleinen Wohnschlafzimmer. Er fühlte sich zu erschöpft, um es zu einem Bett auszufahren. Mit der Fernbedienung schaltete er den Fernseher ein. Er wollte wissen, was genau da vorhin passiert war. Die Polizei hatte den Ausfall der AR nicht verursacht, da war sich Marcus sicher. Dazu hatte sie weder die Befugnisse noch die technischen Möglichkeiten. Und dass das Phänomen lediglich die Halbstarken und den Kioskbesitzer betroffen haben könnte, hielt er für unwahrscheinlich.

Tatsächlich ging der Vorfall über sämtliche Newskanäle. Sogar die Sender, die gerade ihr Unterhaltungsprogramm ausstrahlten, unterbrachen dieses für eine dringende Sondermeldung. Die Sache musste ziemlich groß sein und nicht regional eingegrenzt. Ein landesweiter Ausfall der AR? Ein ziemlicher Hammer. Marcus regelte die Lautstärke etwas höher.

„... gehen von einem globalen terroristischen Anschlag aus. Aus aller Welt erreichen uns Meldungen über den totalen Ausfall der Augmented Reality. Es ist erschütternd ...“

Ja, das sah man der News-Moderatorin an. Sie war *wirklich* erschüttert, weil sie als *Augie* natürlich selbst betroffen war. Sie sah schlecht aus, ebenso wie ihr Kollege, der neben ihr stand. Ihre Stimme zitterte und ihre perfekt manikürten Hände krampften sich immer wieder nervös zusammen.

Ein globaler Ausfall?, dachte Marcus. *Wow!*

Jetzt wurde zu Szenen übergeblendet, die chaotische Zustände in einzelnen Städten zeigten – in Washington, dann in London, Paris, Berlin, Peking, Moskau. Hier irrten verzweifelte Menschen durch die Straßen, dort nutzten irgendwelche Hooligans die Situation, um Läden zu plündern, Schaufenster zu zerstören und Fahrzeuge zu demolieren. Andere Bilder zeigten Polizei und Rettungskräfte im Einsatz.

TATSÄCHLICH GING DER VORFALL ÜBER SÄMTLICHE NEWSKANÄLE.

Das „Wow“ blieb Marcus kurz im Halse stecken. Aber dann machte er sich bewusst, dass nicht etwa der Ausfall lebenswichtiger Technik die gezeigte Zerstörung angerichtet hatte. Vielmehr war es die Natur des Menschen, deren gewalttätige Seite jede Alltagsanomalie als Vorwand dafür nutzte, mal ordentlich auf den Putz zu hauen.

Jetzt wurde wieder ins Studio geschaltet.

„Die Tech-Spezialisten des Pentagon“, sagte nun der männliche Moderator, der bemüht war, seine professionelle Fassung zu wahren, „sowie Fachleute der United Companies sind sich einig und halten es für ausgeschlossen, dass die Ursache für den Ausfall der AR in einem technischen Versagen liegt. Nur ein gezielter Angriff von außen kann ein weltweit gleichzeitig auftretendes Phänomen dieser Art hervorrufen.“

„Was für Menschen tun so was?“, heulte seine Kollegin nun dazwischen, der ihre Fassung jetzt völlig entglitt. Dann schluchzte sie heftig. Aus dem Off kam ein Mitarbeiter herbei und geleitete sie aus dem Bild.

Ihr Kollege sah ihr kurz nach und fuhr dann fort: „Wer für diesen feigen Anschlag verantwortlich ist, ist bislang unbekannt. Die sonst üblichen Bekennermeldungen ...“

Der Ton brach mitten im Satz ab; im selben Moment wechselte auch das Bild. Anstelle des Nachrichtenstudios war nun das Präsidentenbüro im Weißen Haus zu sehen. Hinter ihrem Schreibtisch saß die Präsidentin der Vereinigten Staaten und machte ein ernstes Gesicht. Was ihre Stimme verkündete, war allerdings äußerst verwirrend und passete überhaupt nicht zu der Szenerie.

„Wir sind *Raptor*“, sagte sie. „Eine Organisation, die es sich zur Aufgabe gemacht hat, gegen die Diskriminierung nicht augmentierter Menschen vorzugehen. Sie haben bislang noch nie etwas von uns gehört. Wir sind nirgendwo in Erscheinung getreten, um unsere Ziele nicht zu gefährden. Bis heute. Wie Sie den Ereignissen des heutigen Abends entnehmen können – und zum überwiegenden Teil sicherlich am eigenen Leib erfahren haben –, sind wir erfolgreich gewesen.“

Nein, das war nicht die Präsidentin. Das war ein Deep Fake! Virtuelle Maskerade. Marcus stöhnte unwillkürlich, als ihm das klar wurde. Dann musste er lachen.

Raptor, dachte er. *Äußerst intelligente, kleine Saurier. Und diesmal kommen sie dem Aussterben – unserem Aussterben – zuvor.*

Über den Autor

Volker Dornemann hat sich zunächst als Cartoonist und Illustrator einen Namen gemacht. Dass er auch das erzählende Wort meisterhaft beherrscht, beweist er unter anderem mit seinem Science-Fiction-Kurzgeschichtenband „Die Mohnblumenfelder des Mars“ (rezensiert in c't 26/2022). Eine besondere Spezialität Dornemanns sind winzige Kürzestgeschichten. Im Herbst dieses Jahres wird mit „Naniten 2“ bereits sein zweiter Band mit solchen nur ein paar Dutzend Wörter langen Miniaturen erscheinen. Sein Debüt bei den c't-Stories gab der vielseitige Bochumer mit der ausgesprochen fieson Bordcomputer-Traumgeschichte „Reset“ in Ausgabe 5/2022.



Bild: Volker Dornemann

„Die AR ist tot“, fuhr die gefälschte Präsidentin fort, „und zwar für immer. Das haben wir sichergestellt. Also gewöhnen Sie sich daran.“

Sie halten dies für einen Akt des Terrors? Für unmenschlich? Nun, liebe *ex*-augmentierte Mitmenschen, es ist an der Zeit, dass Sie einmal am eigenen Leibe erfahren, welchen Terror Nichtaugmentierte jahrelang durch *Sie* erfahren haben – durch Sie, die Konzerne, die Behörden. Wir sehen in unserem Akt eine Art ausgleichender Gerechtigkeit. Anders als Sie und die privilegierten Puppenspieler in ihren schicken Großraumbüros werden wir Sie jedoch nicht im Regen stehen lassen. Wir sind nicht rachsüchtig. Wir und andere werden Ihnen dabei helfen, sich den neuen, das heißt alten, Gegebenheiten anzupassen. Sie werden lernen – sofern Sie es wollen.

Die neue Ordnung ist kein Rückschritt in irgendeine Steinzeit, auch wenn Sie das im Augenblick vielleicht so sehen. Wir sind keine Technikgegner. Wären wir es, wie hätten wir dann die AR überlisten können? Stellen Sie sich diese Frage: Wenn die AR so überlegen war, wie hat sie dann scheitern können? Das technologische Niveau unserer neuen Ordnung wird den gleichen Komfort bieten, die gleichen Möglichkeiten hinsichtlich Fortschritt und Wohlstand. Allerdings ohne Diskriminierung und ohne totale Manipulation. Zumindest bietet sie die Chance dazu.

Ob die Welt also ins Chaos stürzt und lediglich eine Ungerechtigkeit die andere ersetzt, oder ob wir aus unseren Fehlern gelernt haben und wirklich etwas Besseres erschaffen, liegt an uns allen.“

* * *

Die Sonne sandte ihre Strahlen vom wolkenlosen, azurblauen Himmel herab auf die fruchtbare Erde. Marcus wischte sich mit einem Hemdsärmel den Schweiß von der Stirn. Mit der anderen Hand kralte er Aimees Nackenfell. Das Schaf gab ein zufriedenes Blöken von sich. Aimee stand mit einigen anderen Schafen inmitten eines Schokomüslifeldes und beobachtete vier Jungs sowie ein blondes Mädchen bei

der Erntearbeit. Tommy und Nick pflückten das klebrige, grobkörnige Zeug von den Stängeln, der Alphazweig und Nummer vier brachten es mit ihren Händen in eine flache Quaderform. Das Mädchen füllte die fertigen Müsliriegel schließlich in die bereitliegenden, innen mit Aluminium beschichteten Tütchen und verschloss diese an den mit Kleber beschichteten Laschen.

Marcus schmunzelte ob dieses Tagtraums. Natürlich stand er nicht auf einem Müslifeld – so etwas gab es trotz all der technischen Errungenschaften der inzwischen herrschenden „neuen Ordnung“ nicht. Dennoch hatte er seine damaligen Peiniger während der vergangenen Wochen im Blick behalten. Er trug ihnen das, was sie ihm angetan hatten, schon längst nicht mehr nach. Schließlich waren es nur Kids. Wie er mittlerweile wusste, hatten sie Prügel jener Art, die er vor nun schon mehr als drei Monaten von ihnen bezogen hatte, in ihren Elternhäusern als ganz normalen Alltag erlebt. Es war an der Zeit, dass sie eine andere Welt kennenlernten als die häuslicher Gewalt und auch eine andere als die der VR und der AR – die gab es ja nun ebenso wenig wie Müslifelder.

Die fünf hatten nun die Chance, einen anderen, besseren Weg einzuschlagen. Und Marcus half ihnen und anderen Teens gleichen Schlages dabei. Bereits der Zusammenbruch des BrainTech-Netzes hatte bei vielen augmentierten jungen Leuten eine Veränderung bewirkt. Sie waren völlig desorientiert und für Hilfe wirklich dankbar.

Die neuen Verhältnisse hatten die *Offliner* wieder in den gesellschaftlichen Fokus gerückt. Sie erwiesen sich plötzlich nicht bloß als nützlich, sondern als unentbehrlich, um die beinahe kollabierte Gesellschaft wieder neu aufzubauen. Prä-AR-Fähigkeiten waren jetzt sehr gefragt. In einigen Bereichen sah es ziemlich übel aus, zum Beispiel gab es kaum noch Ärzte, die eine schwierige OP ohne BrainTech-Unterstützung zu bewerkstelligen vermochten.

„Marcus!“ Es war Nummer vier, der ihn ansprach und eigentlich Kevin hieß.

„Ja, Kevin?“

„Ich komm' mit diesem Teil hier nich' klar.“ Er hielt Marcus ein mechanisches Ding vor die Nase, das er irgendwo draußen gefunden hatte. Es schien ihn zu faszinieren, obwohl er die Funktion offenbar nicht völlig verstand. „Das sieht cool aus“, meine Kevin. „Ich wette, wenn ich hier eine Eisenstange einspanne, kann ich damit richtig weit schießen.“

Marcus schluckte. Behutsam nahm er Kevin die Armbrust aus der Hand. Eine Erinnerung schoss ihm durch den Kopf: *Es ist die Natur des Menschen ...* (psz@ct.de) **ct**

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).

Themenspecial

IT & Karriere II/2023

CLEVERE KÖPFE FINDEN!

Erscheinungstermine:

c't Magazin 24/23 **21.10.2023**

iX Magazin 11/23 **19.10.2023**

Anzeigenschluss: **19.09.2023**

Druckunterlagen: **21.09.2023**

„IT & Karriere“ erscheint
als Themenspecial
in der Aboauflage von

c't magazin für
computer
technik

+

iX

Werden Sie PC-Techniker!



Aus- und Weiterbildung zum Service-Techniker für PCs, Drucker und andere Peripherie. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Bei Vorkenntnissen Abkürzung möglich. Beginn jederzeit.

**NEU: SPS-Programmierer, Roboter-Techniker,
Linux-Administrator LPI, Netzwerk-Techniker,
Fachkraft IT-Security SSCP/CISSP**

Teststudium ohne Risiko.
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERNSCHULE WEBER - seit 1959 - Abt. 114
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

www.fernschule-weber.de



LC-POWER™
www.lc-power.com

4K
ULTRA HD

28"

IPS

ULTRAScharfes Arbeiten dank LC-Power!

Erleben Sie ein ultrascharfes Office-Feeling mit unserem neuen 28"/71,12 cm-Monitor, LC-M28-4K-UHD! Der Monitor bietet Ihnen neben einer 4K UHD-Auflösung u.a. DP 1.4-, HDMI 2.0- & Audio-Anschlüsse sowie einen höhenverstellbaren Standfuß für ein ergonomisches Arbeiten in Ihrem Office!

Frankfurt am Main
26. und 27. September 2023

Die Heise-Konferenz für Speichernetze und Datenmanagement

Im September treffen **Storage-Anwender**, **-Entscheider** und **Anbieter** aufeinander und tauschen sich zu Storage-Themen von heute und morgen aus.

Das erwartet Sie:

- Zwei intensive Konferenztage
- Neues rund um effiziente und sichere **Speicherkonzepte**
- **Top-Themen:** Storage-Architekturen, Ransomware, Backup & Recovery, korrekte Datenlöschung, Storage-Performance, NVMe, DAOS u.v.m.
- Entspanntes **Networking** mit Fachkollegen

Werfen Sie einen erhellenden Blick auf die Storage-Trends von morgen und profitieren Sie von den Erfahrungen unserer Storage-Experten aus unterschiedlichen Branchen und Unternehmen.

Der Weiterbildungs- und Branchentreff der Storage-Szene

storage2day.de

Jetzt Ticket
sichern!

Veranstalter:



dpunkt.verlag

Goldsponsoren:



FAST LTA

FUJIFILM

Lenovo

NASUNI

NetApp

PURESTORAGE

RNT
RAUSCH

StarWind
HYPERCONVERGENCE

THOMAS
KRENN

Tintri

veeam

Silbersponsor:

SerNet



Inserenten*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur.....	180
1blu AG, Berlin.....	49
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen.....	51
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg.....	47
easybell GmbH, Berlin.....	2
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen.....	11
Fernschule Weber, Großenkneten.....	173
Kentix GmbH, Idar-Oberstein.....	69
RaidSonic Technology GmbH, Ahrensburg.....	33
Schneider Electric, Garching bei München.....	9
Silent Power Electronics GmbH, Willich.....	173
Thomas Krenn AG, Freyung.....	35
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe.....	43
WORTMANN AG, Hüllhorst.....	4, 5

Veranstaltungen

c't webdev	c't	12
Horizons #23 by Heise	Heise Medien	77
data2day	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	79
c't Workshops	c't, heise Events	85
MiTExX	c't, FLEET Events, MBmedien	101
betterCode ()	iX, dpunkt.verlag	165
heise Security TOUR	heise Security	167
storage2day	iX, dpunkt.verlag	175
Wärmepumpen Webinar	c't	176
KI Navigator	DOAG, Heise Medien	179

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen von Strato AG, Berlin.

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.

Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

Wärmepumpentechnik für Einsteiger



Technik verstehen, Machbarkeit prüfen, Angebote beurteilen

Das Webinar wendet sich an Einsteiger, die das Thema **Wärmepumpe** zwar auf dem Schirm haben, aber noch nicht über weitergehende Erfahrungen und Kenntnisse verfügen. In zwei Stunden vermittelt c't-Redakteur Georg Schnurer fundiertes Wissen: von **Technik bis Effizienz**. Auch **Kosten** und **Praxistipps** inklusive. Das Webinar hilft Ihnen, sich herstellerunabhängig einen ersten Überblick zu verschaffen.



WEBINAR
AM 18.10.2023

Jetzt Tickets sichern: webinare.heise.de/waermepumpen



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: „Risiko KI: Fehler erkennen und umgehen“:
Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), „Datenrettung ganz praktisch“: Peter Siering (@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)

Koordination Leserkommunikation: Martin Triadan (mat@ct.de)

Leiter redaktionelle Entwicklung: Jobst Kehrhaun (keh@ct.de)

Ressort Internet, Datenschutz & Anwendungen

Leitende Redakteure: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Jo Bager (jo@ct.de)

Redaktion: Holger Bleich (hob@ct.de), Anke Brandt (abr@ct.de), Greta Friedrich (gref@ct.de),
Tim Gerber (tig@ct.de), Arne Grävemeyer (agr@ct.de), Markus Montz (mon@ct.de),
Peter Schmitz (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 (lmd@ct.de), Ronald Eikenberg (rei@ct.de),
Oliver Lau (ola@ct.de), Pina Merker (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 (ktn@ct.de), Axel Vahldiek (axv@ct.de)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (ciw@ct.de), Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de),
Dušan Živadinović (dz@ct.de)

Redaktion: Ernst Ahlers (ea@ct.de), Christian Hirsch (chh@ct.de), Benjamin Kraft (bkr@ct.de),
Lutz Labs (ll@ct.de), Andrija Mocker (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 Portekc (spo@ct.de), Christian Wölbert (cwo@ct.de)

c't Sonderhefte

Leitung: Jobst Kehrhaun (keh@ct.de)

Koordination: Pia Ehrhardt (pie@ct.de), Angela Meyer (anm@ct.de)

c't online: Sylvester Tremmel (syt@ct.de), Niklas Dierking (ndi@ct.de)

Social Media: Jil Martha Baas (jmb@ct.de)

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Kathrin Stoll (kst@ct.de),
Christian Wölbert (cwo@ct.de)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (mat@ct.de)

Redaktionsassistentz: Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbach (kaw@ct.de)

Technische Assistentz: Ralf Schneider (LtG., rs@ct.de), Christoph Hoppe (cho@ct.de),
Stefan Labusga (sla@ct.de), Arne Mertins (ame@ct.de), Jens Nohl (jno@ct.de),
Daniel Ladeira Rodrigues (dro@ct.de)

Dokumentation: Thomas Masur (tm@ct.de)

Verlagsbüro München: Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/42 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 Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin,
Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schülpe, Thomas Kuhlbeck, Münster, Timo Lenzen, Berlin,
Andreas Martini, Wetzlar, Moritz Reichartz, Viersen, Michael Vogt, Berlin

Editorial: Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien,
c't-Logo: Gerold Kalter, Rheine, **Titelbild:** KI Midjourney | Bearbeitung c't

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: ayznmonmewb2tjvgf7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbyzdm7oad.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 chlorfreiem Papier.

© Copyright 2023 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA LAE 

Vorschau **ct** 22/2023

Ab 23. September im Handel und auf ct.de



Mobil beamen

Smarte Mobil-Beamer werfen in kleinen Räumen große Bilder an die Wand. Man kann sie zu Freunden mitnehmen oder abends auf der Terrasse nutzen. Einige brauchen noch nicht mal eine Steckdose zum Projizieren. Im Test von drei Geräten zeigen wir exemplarisch auf, worauf Sie beim Kauf der kleinen Lichtwerfer achten sollten.



Spielergrafikkarten ab 250 Euro im Test

Im GPU-Mainstream treten die Neulinge AMD Radeon RX 7600 und Nvidia GeForce 4060 an. Sieben Modelle müssen sich auf unserem Prüfstand beweisen – auch im Vergleich zu ihren Vorgängern, die noch einiges zu bieten haben. Und Intels Arc A750 mischt ebenfalls mit.

Sparsam heizen

Das Gebäudeenergiegesetz liefert neue Argumente bei der Heizungsplanung. Wir dröseln sie auf und analysieren die Konsequenzen für Hausbesitzer und Mieter. Zudem helfen unser Test von smarten Heizungsthermostaten und unsere Tipps zum optimalen Einstellen einer Wärmepumpe beim Geldsparen.

Windows: Welche Treiber für wen?

Im Idealfall brauchen Sie sich unter Windows um Hardwaretreiber nicht zu kümmern, denn die meisten stecken von Haus aus drin und der Rest kommt per Windows Update. Doch sind wirklich alle da und dann auch noch die richtigen? Was, wenn nicht? Welche Fallen drohen?

Internet per Mobilfunk statt Festnetz

Mobile Router verbinden per LTE und 5G schnell ins Internet. Die Angebote der Netzbetreiber sind sehr unterschiedlich und decken verschiedene Einsatzszenarien ab, etwa für die Ferienwohnung, den Schrebergarten oder das Wohnmobil. Mit unserer Übersicht finden Sie den passenden Tarif.

Noch mehr Heise-Know-how



ct Linux-Praxis jetzt im Handel und auf heise-shop.de



ct Fotografie 05/23 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



ix 9/2023 jetzt im Handel und auf heise-shop.de

KI Navigator 2023

Konferenz zur Praxis der KI
in IT, Wirtschaft und Gesellschaft

22. + 23. November in Nürnberg

Early Bird

bis 28. September



KI verstehen und einsetzen!

“Im Jahr 2023 erleben wir eine historische Zäsur. KI-Modelle mit beispiellosem Potenzial zur Problemlösung und Entscheidungsfindung markieren einen Wendepunkt. Auf der KI Navigator kann ich von führenden Experten lernen und mich von realen Anwendungsfällen inspirieren lassen, um mich optimal auf diese neue Ära vorzubereiten.“



Oliver Szymanski

Chief Technical Architect,
IT-Systemhaus der
Bundesagentur für Arbeit

ki-navigator.doag.org



Veranstalter:

DOAG

Heise Medien

de|ge|pol

Samsung-Special zum Dauertiefpreis

Mit 1&1 All-Net-Flat und 10 GB monatlich*



Samsung Smartphones für einmalig 0,- €* mit 10 GB/Monat jetzt zum günstigen Dauertiefpreis!*



Endlos telefonieren, Musik streamen, Videos erleben und vieles mehr. Sichern Sie sich jetzt ein Samsung Smartphone für einmalig 0,- €, z.B. das neue, klappbare **Galaxy Z Flip5**, das bewährte Top-Modell **Galaxy S23** oder das leistungsfähige **Galaxy A54 5G**. Zusammen mit der millionenfach bewährten **1&1 All-Net-Flat** jetzt **zum Dauertiefpreis inklusive 10 GB/Monat** Highspeed-Datenvolumen.*



Handy kaputt? Kein Problem!

Egal ob Bruch, Defekt oder Wasserschaden – im Schadensfall erhalten Sie innerhalb von 24 h ein neues Gerät.* Ohne zusätzliche Handy-Versicherung!

*Samsung Galaxy Z Flip5, Galaxy S23 oder Galaxy A54 5G für je 0,- € einmalig, z.B. in Verbindung mit der 1&1 All-Net-Flat M (10 GB Highspeed-Volumen/Monat, danach max. 64 kBit/s) für dauerhaft 19,99 €/Monat (A54), 29,99 €/Monat (S23) bzw. 39,99 €/Monat (Z Flip5). Dauerpreis: Kein Preissprung während der gesamten Laufzeit. Gratis Telefonieren und Surfen gilt nicht für Sonder- und Premiumdienste, Verbindungen aus Deutschland ins Ausland sowie Roaming außerhalb EU gemäß Preisliste. Telefonate in dt. Fest- und Handynetze inklusive sowie Verbindungen innerhalb des EU-Auslands und aus EU nach Deutschland plus Island, Liechtenstein und Norwegen. Bereitstellungspreis je 39,90 €. Je 24 Monate Vertragslaufzeit. 24 h Austausch-Service nur bei gleichzeitiger Vertragsverlängerung (24 Monate) sowie Rückgabe des defekten Geräts. Es gelten die Service-Bedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur. WEEE-Reg.-Nr. DE13470330



1und1.de
0721 / 960 1000