

Europas größtes IT- und Tech-Magazin



Smarter
Toaster

Neue Angriffe: So schützen Sie Ihr Windows

Praxis: Optimale Einstellungen, Schädlinge stoppen mit Restric'tor
Smart App Control: Microsofts radikales Sicherheitskonzept im Test

TEST

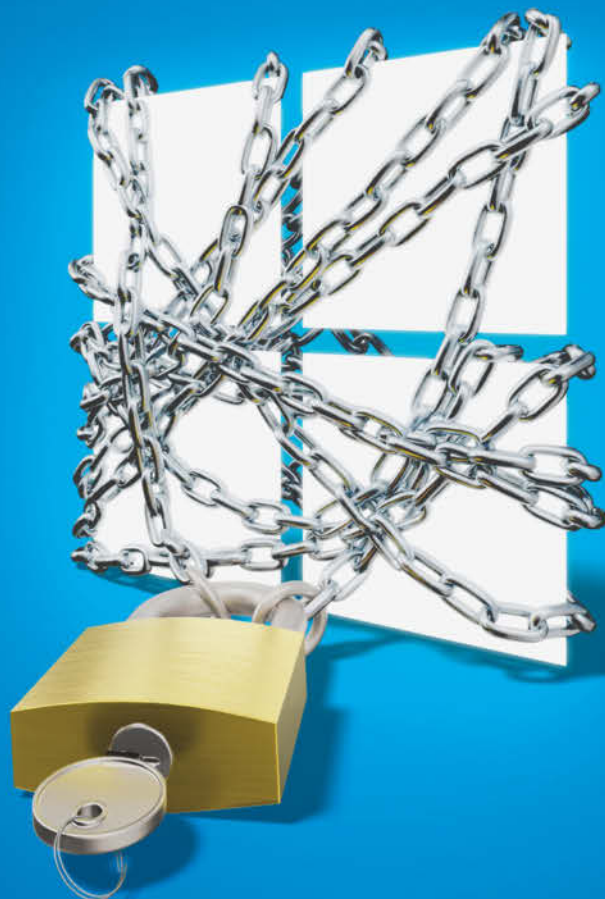
Erste Notebooks mit Intels Arc-Grafikchips
macOS-Launcher: Alternativen zu Spotlight
Multifunktions-Fotodrucker mit Tintentanks
Smart-E-Bike Ampler Axel
Google Pixel 7 und Google Pixel Watch

Stromschlucker von AMD und Intel

Core-i-13000-Prozessoren im Test
AM5-Mainboards für Ryzen 7000

FOKUS

Balkonkraftwerke: Wechselrichter überwachen
Fußballer-Tracking bei Training und WM
So harmonisieren Docker und IPv6
Falsche Kartenabbuchungen zurückfordern
Alles weg: Microsoft sperrt zu leicht Nutzerkonten



€ 5,90

AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90

NL € 7,20 | IT, ES € 7,40

CHF 9.90 | DKK 64,00

TVs für Sport, Gaming & Video

Kaufberatung & Test: 55-Zoll-Fernseher ab 990 Euro

Display-Techniken: OLED vs. Mini-LED, 4K-Panels mit 120 Hz



Wassergekühltes Kraftpaket im Jubiläumslook

- AMD Memory Guard: Verschlüsselung des Systemspeichers in Echtzeit
- Multicore-Prozessoren für gleichzeitig aufwändige Prozesse
- Wassergekühlte RTX 3090 Ti Grafikkarte

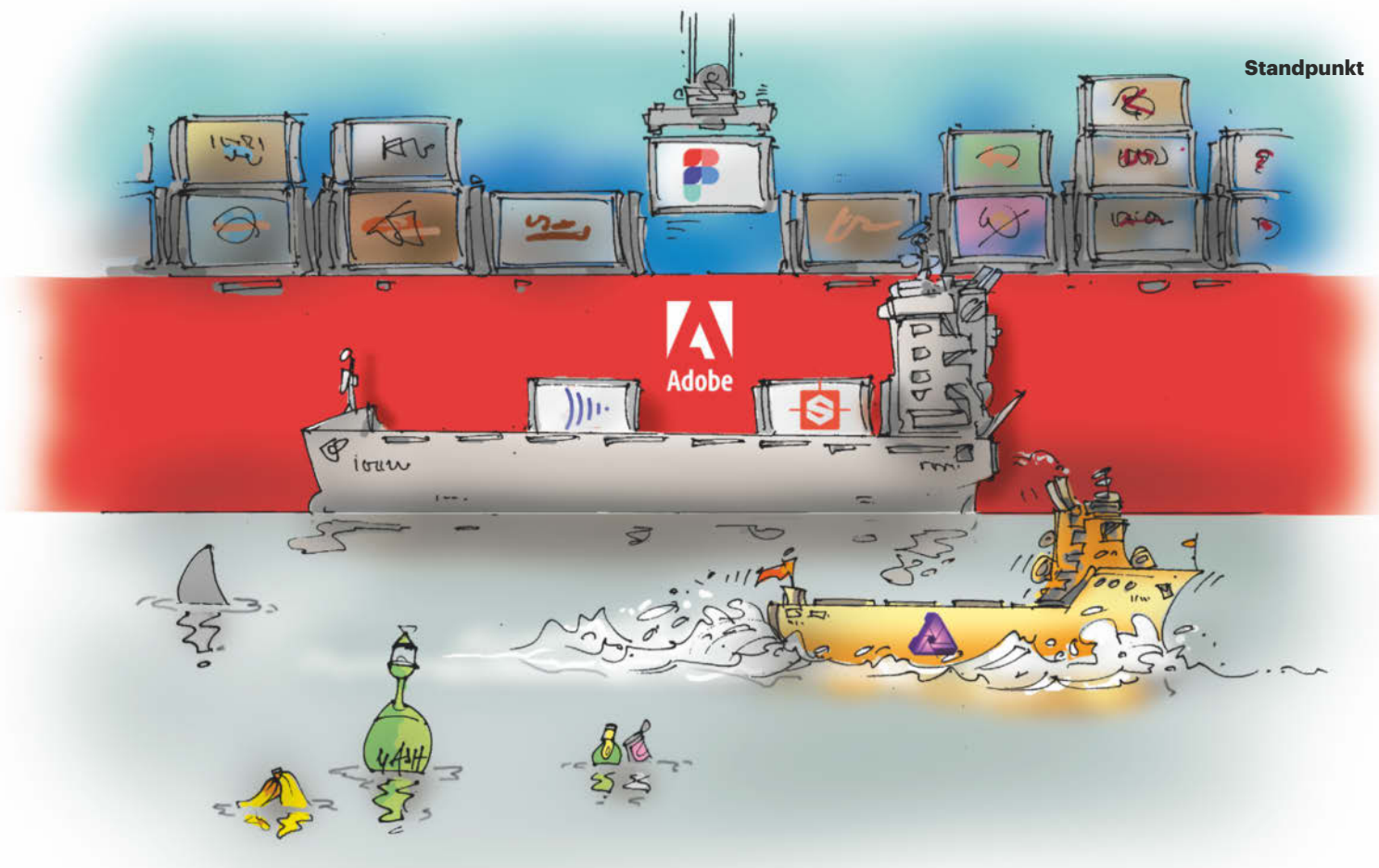


20 Jahre Thomas-Krenn
limitierte Workstations

thomas-krenn.com/20jahre

+49 (0) 8551.9150-300

**THOMAS
KRENN®**



Adobes Midlife-Crisis

In der größten Akquise seiner Firmengeschichte hat Adobe den Screendesign-Dienst Figma übernommen. Er ist populär und ein scharfer Konkurrent von Adobe XD. Figma verdient allerdings wenig Geld. Am 15. September wurde der Preis für die Übernahme bekannt: 20 Milliarden US-Dollar, das 50-Fache des angepeilten Jahresumsatzes. In zwei Tagen fiel der Kurs der Adobe-Aktie um 100 Euro auf unter 300 Euro. Anscheinend möchte Adobe um jeden Preis Konkurrenten aus dem Weg räumen – koste es, was es wolle.

Adobe verdient weiterhin viel Geld, erzielte im dritten Quartal 2022 einen Rekordumsatz von 4,43 Milliarden US-Dollar. Allerdings sind die Zeiten der Quasi-Monopolstellung vorbei, die der Softwarehersteller nach der Übernahme von Macromedia lange Jahre innehatte (geschehen im Jahr 2005 für 3,4 Milliarden US-Dollar).

Immer mehr junge, frische Konkurrenten wie Figma betreten die Bühne. Der britische Softwarehersteller Serif verkauft sehr erfolgreich Affinity Photo, Affinity Designer und Affinity Publisher. Für jeweils 65 Euro als Einmalzahlung greift er drei Kernkompetenzen von Adobe an: Bildbearbeitung, Vektorgrafik und Satzsetz. Dafür bekommt man gerade mal einen Monat die Creative Cloud. Auch etliche Raw-Entwickler wie DxO PhotoLab und Video-Editoren wie DaVinci

Resolve machen in den Augen vieler Nutzer mittlerweile bessere Arbeit als die Adobe-Software. Für das Abomodell bekommt Adobe derweil immer noch Dresche aus der Community, zehn Jahre nach Umstellung.

Professionelle Grafiker abonnieren weiterhin Adobe für über 60 Euro im Monat. Das größte Argument dafür ist der weitgehend unkomplizierte Austausch über die von Adobe definierten Formatstandards. Private und semiprofessionelle Anwender setzen jedoch vermehrt auf Affinity. Die Produkte sind nicht nur ungleich günstiger, sie fressen auch um Größenordnungen weniger Arbeitsspeicher als die aufgeblähten Dinosaurier aus Mountain View.

Einst stand Adobe unangefochten auf dem Olymp der Kreativsoftware. Jetzt laufen jüngere Konkurrenten den einstigen Platzhirschen Lightroom, Photoshop oder Premiere Pro den Rang ab. Und Adobe kann sie nicht alle kaufen.



André Kramer

WIE 4G-NOTEBOOKS IHR UNTERNEHMEN REVOLUTIONIEREN KÖNNTEN



Für die meisten Führungskräfte in Unternehmen dürfte die Konnektivität in den letzten Jahren kein großes Thema gewesen sein. Infolge der pandemiebedingten Verlagerung der Arbeit aus den Unternehmen ins Homeoffice wurden den Mitarbeitern superschnelle Wi-Fi®-Netzwerke für zu Hause zur Verfügung gestellt – dieselben Netzwerke, die sie auch nutzen, um Netflix zu streamen, Online Games zu spielen und mit Freunden und Familie zu kommunizieren.

Doch nachdem die Welt nun allmählich wieder zur Normalität zurückkehrt, erkennen viele Unternehmen die Bedeutung einer permanenten Konnektivität, vor allem, wenn die Mitarbeiter wieder täglich pendeln und in die Welt der Unternehmensveranstaltungen zurückkehren. Auch finden wieder zunehmend Geschäftsreisen statt, was bedeutet, dass die Mitarbeiter oft auf das WLAN im

Hotel und die schlechten Konnektivitätsoptionen in Konferenzzentren angewiesen sind.

Obgleich die meisten Ihrer Mitarbeiter über ein Smartphone mit 4G- oder 5G-Konnektivität verfügen, mit dem sie ihre E-Mails abrufen und leichte arbeitsbezogene Aufgaben erledigen können, reicht das oft nicht aus. Die Antwort für Aufgaben, die eine umfassende PC-Leistung erfordern, könnte ein 4G-fähiges Notebook sein. Für Ihre Mitarbeiter außer Haus bedeutet das nicht nur weniger Stress bei der Bearbeitung von Aufgaben, es ist auch viel sicherer als die Verbindung mit öffentlichen WLAN-Netzwerken – und häufig auch viel schneller.

Für Ihre nicht reisenden Mitarbeiter sind sie ebenfalls eine ausgezeichnete Möglichkeit. Da sich die Unternehmen zunehmend für hybride Arbeitsmodelle entscheiden, bei denen die Mitarbeiter ihre Zeit zwischen ihrem Zuhause, dem Büro und unzähligen anderen Standorten aufteilen können, können Ihre Mitarbeiter mit einem 4G-Notebook überall arbeiten, sei es im Garten, im Park oder in einem Café.

Dadurch sind Ihre Mitarbeiter nicht mehr auf die oft unzuverlässigen WLAN-Hotspots angewiesen, die zudem häufig die Akkus der Smartphones schnell entleeren und unwissentlich die Datentarife aufbrauchen, was sich für Ihr Unternehmen als kostspielig erweisen könnte.

Während fast jedes heute erhältliche Notebook über eine integrierte WLAN-Karte verfügt, gibt es leider nicht annähernd so viele Notebooks mit einer integrierten 4G-Karte. Mit AMD Ryzen™ 6000 PRO Prozessoren können Sie jedoch einfacher denn je dafür sorgen, dass Ihre Mitarbeiter überall mit dem Internet verbunden sind. Die Chips sind jetzt in verschiedenen Notebooks mit integriertem 4G-Modem erhältlich.





ADVANCE PRODUCTIVITY - FÜR KOMPROMISSLOSE PERFORMANCE UND GANZTÄGIGE AKKULAUFZEIT¹

AMD
RYZEN
PRO

Das Lenovo ThinkPad T14 ist beispielsweise ein Business-Notebook mit Ryzen™ 6000 PRO, das nicht nur den neuesten Wi-Fi 6E-Standard unterstützt.

Es bietet zudem optional Unterstützung für 4G LTE und sub-6 5G über eSIM für geschäftliche Nutzer, die immer unterwegs sind und ständig Zugang zu einer zuverlässigen Internetverbindung benötigen. Das HP EliteBook 805 ist ein weiteres Notebook mit AMD Ryzen™ 6000 PRO Prozessor, das alle Voraussetzungen für Unternehmensvernetzung erfüllt. Es bietet über 4x4 Antennen 4G LTE der Gigabit-Klasse, was bedeutet, dass Ihre Mitarbeiter an jedem Ort der Welt virtuell arbeiten können.

Darüber hinaus stehen Ihren Mitarbeitern mit einem Notebook mit AMD Ryzen™ 6000 PRO Prozessor und 4G-Konnektivität alle Tools und die erforderliche Leistung zur Verfügung, die sie für die Erledigung ihrer Aufgaben benötigen. Basierend auf der „Zen 3+“-Architektur von AMD bieten die mobilen CPUs der Ryzen™ 6000-Serie eine bis zu 1,3-mal schnellere Performance als die Vorgängergeneration*. Gleichzeitig sorgen sie mit einer Akkulaufzeit von bis zu 26 Stunden auf einem Premium-Business-Notebook** dafür, dass Ihre Mitarbeiter nicht an eine Steckdose gebunden sind.

Auch hinsichtlich der Konnektivität bieten die CPUs weit mehr als nur Unterstützung für 4G LTE-Netzwerke. AMD Ryzen™ 6000 PRO Prozessoren bieten Multi-Gigabit-Geschwindigkeiten der nächsten Generation mit Unterstützung für WLAN 6E und Bluetooth 5.0 sowie Datentransfers mit 40 GB pro Sekunde über USB 4.0.

Trotz dieser hervorragenden Konnektivität sind AMD Ryzen™ 6000 PRO CPUs in einigen der leichtesten, dünnsten und mobilsten Business-Notebooks zu finden, die es gibt – perfekt für Ihre Mitarbeiter, die wieder in die Welt der Geschäftsreisen zurückkehren.

* Basiert auf Tests von AMD am 14.12.2021. CPU-Performance mit einem geometrischen Mittelwert von 9 Multiprozess-Content-Creation- und CPU-Tests evaluiert. Wertungen sind der Durchschnitt aus typischen Benchmark-Tests, angegeben als n-te Wurzel der multiplizierten Ergebniswerte. GPU-Performance mit 3DMark® Time Spy evaluiert. Systemkonfiguration mit Ryzen™ 7 5800U CPU-/GPU-Performance: HP ProBook 635 Aero G8 konfiguriert mit 2 x 8 GB DDR4-3200 (22-22-22), Windows® 11 22.000.282, Samsung 980 PRO 1 TB SSD, 15 W Nenn-Prozessor-TDP, GPU-Treiber 27.20.21026, BIOS T83. Systemkonfiguration für Ryzen™ 7 6800U CPU-/GPU-Performance: AMD Referenz-Mainboard konfiguriert mit 4x 4 GB LPDDR5-6400, Windows® 11, 28 W Nenn-Prozessor-TDP, GPU-Treiber 30.0, BIOS TRM0081D. Laptophersteller können abweichende Konfigurationen anbieten, was zu anderen Ergebnissen führen kann. Performance kann abweichen. RMB-13

** Tests wurden am 18.4.22 durchgeführt. Akkulaufzeit getestet auf einem HP Elitebook 865 G9 Notebook, konfiguriert mit einem 76-Wh-Akku, Ryzen 7 6800U Prozessor mit Radeon Grafikkarte, 256 GB HDD, 8 GB RAM, Win 10 PRO, Videoauflösung von 1920 x 1200 x 60 Hz und dem antreiben Schieberegler eingestellt auf „besserer Akku“. Tatsächliche Akkulaufzeiten hängen von verschiedenen Faktoren ab, u. a. von Systemkonfiguration und -nutzung, Software, Betriebsbedingungen, Drahtlos-Funktionalität, Einstellung der Energieverwaltung, Bildschirmhelligkeit usw. Die maximale Akku-Kapazität nimmt bei anhaltender Nutzung mit der Zeit natürlich ab. Weitere Informationen zum MobileMark 18 Benchmark-Test finden Sie unter <https://results.bapco.com/fdr/63601890f0f14ab-5c99c634be6721d95>.

© 2022 ADVANCED MICRO DEVICES, INC. Alle Rechte vorbehalten. AMD, das AMD Pfeillogo, Ryzen und deren Kombinationen sind Marken von Advanced Micro Devices Inc. Wi-Fi ist eine eingetragene Marke der Wi-Fi Alliance. Andere Produktnamen in diesem Dokument dienen ausschließlich zur Information und können Marken ihrer jeweiligen Inhaber sein.

AMD

Titelthemen

Neue Angriffe: So schützen Sie Ihr Windows

- 16 Cybercrime** Die neuen Tricks der Angreifer
- 24 Windows-Sicherheit** bequem verbessern
- 28 Smart App Control** Die neue Schutzfunktion von MS
- 32 Restric'tor** Windows mit Restriktionen schützen

TVs für Sport, Gaming & Video

- 64 Kaufberatung** Die richtige Technik und Ausstattung
- 68 Test** Fünf Smart-TVs mit 55 Zoll, 4K und 120 Hz

Stromschlucker von AMD und Intel

- 90 AM5-Mainboards** für Ryzen-7000-Prozessoren
- 100 Intel-Prozessoren** Core i9-13900K & i5-13600K

Test & Beratung

- 76 Google-Smartphones** Pixel 7 und Pixel 7 Pro
- 78 Google-Smartwatch** Pixel Watch
- 80 Multifunktions-Fotodrucker** mit Tintentanks
- 82 Smart-E-Bike** Ampler Axel
- 84 Smarter Toaster**
- 86 Linux-Distribution** Ubuntu 22.10
- 87 Raw-Entwickler** DxO PhotoLab 6
- 88 Hörbuch-App** BookPlayer
- 88 Linux-Distribution** Fedora 37
- 96 Erste Notebooks** mit Intels Arc-Grafikchips
- 108 E-Auto** Renault Megane E-Tech
- 112 macOS-Launcher: Alternativen** zu Spotlight
- 182 Bücher** Windows Server 2022, Statistik mit R

Aktuell

- 14 Bit-Rauschen** US-Sanktionen gegen China
- 36 Internet** Bußgelder gegen Clearview AI
- 37 Smart Meter** Habeck will Durchbruch
- 38 BSI** Das Ziel der Unabhängigkeit wackelt
- 40 Grafikkarte** Die erste mit GeForce RTX 4090
- 42 Netflix** Kontensperrungen, Abo mit Werbung
- 44 Medizin-IT** Software-Update für Konnektoren
- 45 Apple** Teure neue iPads, iPadOS 16 und macOS 13
- 46 Hardware** Mehr Speed bei Thunderbolt
- 47 Mobilfunk** LTE-Router mit Wi-Fi 6
- 48 Server & Storage** Server-SSD, Rechen-RAM
- 49 Netze** Schneller Wi-Fi-6E-Access-Point
- 50 Forschung** Mechanische neuronale Netze
- 52 Lateinamerika** Die digitale Kluft und ihre Folgen
- 53 Open Source** Bund fördert Projekte
- 54 Adobe** Neue Funktionen für Creative Cloud
- 56 Bildung** IT-Bootcamp, Kritik an Gutachten
- 58 Leser helfen Lesern** Stromspartipps
- 60 Web-Tipps** Smalltalk, Playlisten, Agiles Arbeiten

16 Neue Angriffe: So schützen Sie Ihr Windows



Cyberbanden erfinden ständig neue Angriffsmethoden gegen Windows, und Microsoft hält mit neuen Abwehrmaßnahmen dagegen. Wir erklären, wie Sie Ihr Windows richtig konfigurieren und sich mit Smart App Control und Software-Restriktionen noch besser schützen.

Wissen

- 104 Alles weg: Microsoft sperrt zu leicht Nutzerkonten**
- 120 Zahlen, Daten, Fakten** Smartphones
- 122 Elektrischer Strom** Grundwissen für Laien
- 130 Sprachtechnik** KI klonst Stimmen
- 134 Online-Handelsregister** Gefährliche Offenheit
- 136 Innovationen** Interview mit Sprend-Chef Laguna
- 140 Fußballer-Tracking bei der WM**
- 144 Wearables auf dem Fußballplatz**
- 148 Optical Computing** beschleunigt KI-Software

Praxis

- 152 Falsche Kartenabbuchungen zurückfordern**
- 154 So harmonisieren Docker und IPv6**
- 158 Balkonkraftwerke: Wechselrichter überwachen**
- 162 Game-Overlay** MangoHud für Linux
- 166 Netzwerk-Monitoring** mit Ping & Traceroute
- 172 Windows & Linux** Parallelinstallation heilen

Immer in c't

- 3 Standpunkt** Adobes Midlife-Crisis
- 8 Leserforum**
- 13 Schlagseite**
- 62 Vorsicht, Kunde** Google verweigert Erstattung
- 176 Tipps & Tricks**
- 180 FAQ** NVMe für SSDs
- 184 Story** Digitales Drachenfeuer
- 191 Stellenmarkt**
- 192 Inserentenverzeichnis**
- 193 Impressum**
- 194 Vorschau 25/2022**

64 TVs für Sport, Gaming & Video



Streaming, Live-TV, Spiele: Fernseher müssen heutzutage vieles draufhaben. Wir nennen die wichtigsten Auswahlkriterien, erklären die neuesten Techniken und testen fünf 55-Zöller mit 4K-Display und 120 Hz im Preisbereich von 990 bis 1600 Euro.

Frisch aus
c't Nerdistan

- 84 Toaster** mit Touchscreen und Röstgraderkennung
- 172 Windows und Linux parallel** Partitionen flicken

c't Hardcore

- 154 Container** IPv6-Probleme bei Docker vermeiden
- 166 Netzwerkanalyse** Fehlersuche mit Ping & Traceroute

An die eigene Nase fassen

Standpunkt: Glossar des Greenwashing,
c't 23/2022, S. 3

Und warum brauchen Google, Apple, Amazon & Co. für ihre Rechenzentren so viel Energie? Weil so viele Leute zum Beispiel meinen, unterwegs auf alle E-Mails aus ihrem gesamten Leben zugreifen zu müssen, beziehungsweise ständig auf Pushnachrichten wegen gerade eingetroffener E-Mails warten. Ähnliches bei Nutzung sozialer Medien. Oder weil sie alle ihre Daten auch in die „Cloud“ hochladen. Meine Backupmedien brauchen keinen Strom, wenn ich sie gerade nicht nutze. Oder weil sie meinen, immer wieder dieselben Inhalte streamen zu müssen, statt sie einmal runterzuladen und dann mehrfach zu konsumieren.

notting

Mattes OLED

Was Sie jetzt vorm Notebook-Kauf wissen müssen,
c't 23/2022, S. 16

Im Artikel heißt es zu OLED-Displays: „... doch es gibt sie in Notebooks ausschließlich als spiegelnde Touchscreens.“ Das ist, glaube ich, nicht ganz korrekt. Es gibt von Lenovo das ThinkPad X1 Carbon Gen 10 mit einem 14 Zoll großen 2.8K-OLED-Display antireflexbeschichtet. Es ist aus meiner subjektiven Sicht ein mattes OLED-Display (und das abgefahrenste Notebook-Display, das ich je gesehen habe).

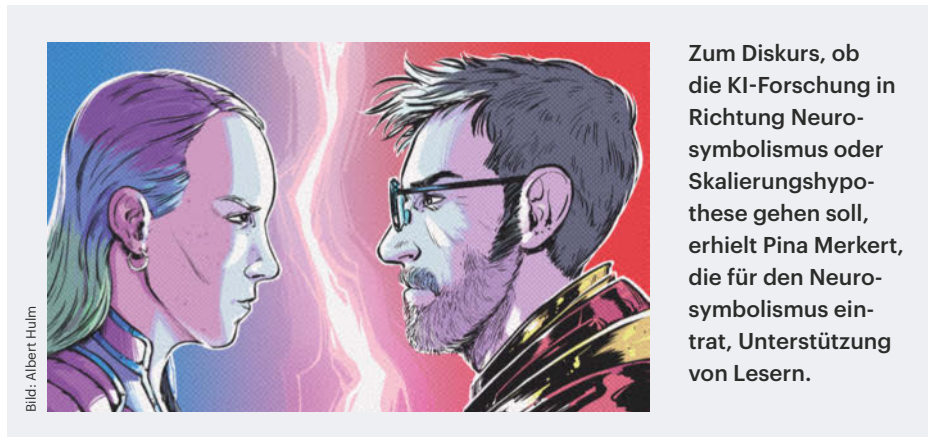
Michael Carstens-Behrens

Danke für den Hinweis, Lenovos Datenblatt listet tatsächlich ein „mattes OLED ohne Touch“. Als wir das X1 Carbon Gen 10 im Frühjahr getestet haben (s. c't 12/2022, S. 90), war es nur mit 1920er-IPS-Panel zu haben.

ISDN fehlt

Die richtige Fritzbox für jeden Zweck finden,
c't 23/2022, S. 66

Mit den Fritzboxen musste ich mich auch gerade auseinandersetzen und habe dabei festgestellt: Der ISDN-Ausgang der Fritzbox als Anschluss zum Beispiel für Telefonanlagen wird bei den Glasfaservarianten gar nicht und bei der 7590 AX nur noch



in bestimmten Modellen angeboten. Die sind bei einigen Händlern nicht mehr zu bekommen.

Der Hinweis auf den ISDN-Anschluss fehlt meiner Ansicht nach in Ihrem Bericht. Auch wenn ISDN in Zukunft nicht weiter verfolgt wird, nehme ich doch an, dass kleine ISDN-Telefonanlagen auch bei vielen Firmen noch im Einsatz sind.

Alwin Reithinger

Gefährliche Position

Welche nächsten Schritte muss die KI-Forschung gehen?, c't 23/2022, S. 124

Wie Pina Merkert schreibt, sollte man nicht nur auf die Steigerung von Rechenleistung setzen, sondern stets auch wesentliche Leistungen menschlichen Denkens wie Abstraktion, Repräsentation und Konzeptentwicklung im Auge behalten. Ein Gedankenexperiment: Wenn im Jahr 1700, also bevor das Konzept der statistischen Normalverteilung entwickelt wurde, alle Mathematiker weggesperrt worden wären und jemand ein beliebig großes und leistungsfähiges neuronales Netz nach gegenwärtiger Konstruktion zur Verfügung gehabt hätte, wäre es dann zum Konzept der Normalverteilung und dem Grenzwertsatz der Statistik gekommen?

Das Gefährlichste an der Position der Rechenleistungsfanatiker ist das Narrativ, dass durch den Lernprozess künstlicher neuronaler Netze im Inneren der Netze automatisch leistungsfähige Abstraktionen entstehen und sich Menschen das konzeptionelle Denken sparen können.

Reinhart Schultz

Zum Diskurs, ob die KI-Forschung in Richtung Neurosymbolismus oder Skalierungshypothese gehen soll, erhielt Pina Merkert, die für den Neurosymbolismus eintrat, Unterstützung von Lesern.

Mensch wird zum Roboter

Fertigung und Wartung im Industrial Metaverse,
c't 22/2022, S. 120

Beim Lesen kann man sich des Gefühls nicht erwehren, dass der Mensch hier zum halbautonomen Roboter gemacht wird. Gewiss haben VR-Brillen in gewissen Anwendungen einen Nutzen oder in Ländern, wo es keine Facharbeiter gibt. Aber wenn man einem hiesigen Mechatroniker, Mechaniker oder Automatiker zeigen muss, was er mit einer Schraube machen muss, dann ist entweder unsere Ausbildung nichts mehr wert oder, was wohl eher zutrifft, die Industrie will keine Fachkräfte, sondern nur billige „Nuts“.

Rudy Tanner

Therapeutischer Charakter

Standpunkt: USB-Namen, c't 22/2022, S. 3

Das Gremium, das sich diese Namen ausdenkt, ist entweder völlig planlos vorgegangen und rudert von einem Beschluss zum nächsten, ohne eine langfristige Sicht zu haben. Oder, und das ist die Theorie des Akzeptierens und der Vernunft, man bekennt sich zum Ursprung von USB und verfolgt die pure Einfachheit. Das Streben nach maximalem Komfort und Sorglosigkeit, in dem man die Leute einfach die Stecker einstecken lässt – komme was da wolle. Ob das Handy jetzt mit 20 oder mit 120 Watt lädt, ob die Daten mit 480 Mbit/s oder 20 Gbit/s übertragen werden. Es zählt in den Augen des Gremiums die schiere Einfachheit der Kopplung zweier Geräte mit irgendeinem Kabel.



UX driven software and product development



teamwork makes the dream work.

Du willst deine Fähigkeiten endlich zur vollen Entfaltung bringen?
In Projekten, die die Welt von morgen ein kleines bisschen besser
machen? In einem Team, das füreinander einsteht und mit dem
man Berge versetzen kann?



meet us. connect with us. join us.

www.uxma.com/jobs

Dabei trägt das Namenswirrwarr gezielt psychisch dazu bei, dass es einem über kurz oder lang egal ist. Hauptsache, der Stecker passt. Das wäre dann weitsichtig mit therapeutischem Charakter.

eej33c

Nicht geeignet

E-Autos als privater Energiepuffer, c't 22/2022, S. 128

Es gibt Zellchemien, die für Netzpuffer viel besser geeignet und billiger sind, weil sie weniger Temperierung benötigen, geringere Ladeleistungen im Verhältnis zur Kapazität vertragen, mehr Platz im Verhältnis zur Kapazität brauchen und viel mehr Zyklen vertragen.

Warum sollte man also einen E-Auto-Akku als Netzpuffer „schrotten“, sodass er schneller Reichweite verliert? Und nachhaltig ist es auch nicht. Ist ja nicht gesagt, dass man noch Akkus für das Auto kauft, wenn man einen braucht. Für Netzpuffer-Akkus geeignete Zellchemien halten tendenziell länger und brauchen weniger Klimatisierung, weil sie meist in Kellern stehen.

notting

Nutzungsmuster beim Pkw

Das typische Nutzungsmuster eines privaten Pkws sieht doch so aus: zirka acht bis neun Stunden tagsüber am Parkplatz beim Arbeitgeber, eine Stunde tatsächliche Nutzung und den Rest des Tages am Stellplatz zu Hause. Zu den Zeiten, wo das Auto am

Fragen zu Artikeln

✉ **Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels**

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

besten aufgeladen werden kann, steht es nicht an der eigenen Ladestation.

Markus Kossmann

Simple Maßnahmen

Energie sparen und trotzdem komfortabel leben – so gehts, c't 22/2022, S. 14

Stoßlüften muss man nicht viermal am Tag. Wenn stoßlüften, dann kalte Morgenluft reinholen, wenn noch der Tau auf der Wiese ist. Die kälteste Luft des Tages ist nämlich trockener, für den Fall, dass man Feuchteprobleme hat. Ungenutzte Räume gering heizen. Zugluftstopper unter die Türritzen und Dichtband in undichte Türen einkleben. Man will ja nicht den feuchten Wohnmock in kältere Räume reinlassen.

Durchlauferhitzer: Temperatur so weit runterdrehen, dass man an der Dusche nicht mischen muss. Ist erstens komfortabler und zweitens rauscht nicht so viel Wasser durch. Heißt also Energieersparnis. Alten Durchlauferhitzer rauswerfen, wenn der ungeregelt ist. Kochen: Deckel auf die Töpfe! Kartoffel- und Nudelwasser im Wasserkocher vorwärmen. Zum Kurzbraten: Eine dünne Pfanne nehmen statt die mit dem 1 cm dicken massiven Boden.

Whynodd

Einfach kalt waschen

Strom sparen bei Wasch- und Geschirrspülmaschine, c't 22/2022, S. 32

Für uns haben wir das Energieverbrauchsproblem wie folgt gelöst. Eine Messung ergab: Eine 40-Grad-Wäsche braucht 0,7 kWh, eine Kaltwäsche nur 0,025 kWh – weniger als ein Zwanzigstel. Seitdem waschen wir immer kalt und nur noch einmal monatlich mit 60 Grad, um die Maschine zu reinigen. Das wird so von den Herstellern empfohlen. Waschmittel sind

seit über zehn Jahren „kaltaktiv“, die Wäsche wird geschont und das Ergebnis ist vergleichbar. In anderen Ländern ist Kaltwäsche immer schon der Normalfall (z. B. Spanien).

Claudius Herwig

DriveSnapshot kann Diff

Windows-Image mit Drive Snapshot oder mit c't-WIMage sichern?, c't 21/2022, S. 164

In den Artikel hat sich ein kleiner Fehler eingeschlichen: Sie schreiben im Abschnitt „Platzbedarf“, dass DriveSnapshot immer eine neue Container-Datei anlegt. Das ist nicht korrekt, es gibt eine Option „Differential Image“.

Enno Hammes

Ergänzungen & Berichtigungen

Nicht alle Fritzboxen

AVMs Router-Betriebssystem FritzOS 7.50 für Fritzboxen, c't 23/2022, S. 62

Wir schrieben, dass Fritzboxen mit eingebautem Mobilfunkmodem eine der SIM-Karte zugeordnete Rufnummer in die Fritzbox-Tk-Anlage einbinden können. Das trifft nur auf die Modelle 6850 und 6850 5G zu, nicht aber auf die 6890 LTE; deren Mobilfunk-Chipsatz enthält keine VoLTE-Funktion.

Für neue Nutzer gesperrt

Mit wtfis detaillierte Informationen über Domains und IP-Adressen herausfinden, c't 23/2022, S. 168

Anders als im Artikel angegeben, kann man sich bei dem Dienst Passivetotal nicht mehr neu registrieren. Microsoft hat ihn nach Redaktionsschluss des Artikels aufgekauft und die Registrierung von Neukunden gesperrt.

Garantie bei EVGA

Je zwei GeForce RTX 2060, RTX 3050 und Radeon RX 6600 um 300 Euro im Test, c't 21/2022, S. 100

Die Standardgarantiezeit bei EVGA beträgt nicht wie angegeben zwei, sondern drei Jahre. Da EVGA kurz nach Redaktionsschluss der Ausgabe das Grafikkartengeschäft aufgegeben hat, bietet die Firma inzwischen auch keine Garantieverlängerung mehr an.

Wir freuen uns über Post

✉ **redaktion@ct.de**

💬 **c't Forum**

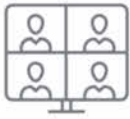
📱 **c't Magazin**

✉ **@ctmagazin**

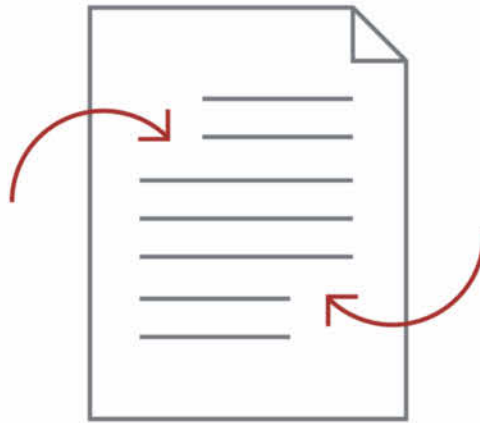
Ausgewählte Zuschriften drucken wir ab. Bei Bedarf kürzen wir sinnwährend.

Antworten sind kursiv gesetzt.

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



Jetzt neu mit
Videokonferenz
Funktion!



netfiles

Sichere Cloud-Lösungen für Datenaustausch und Collaboration

Einfach

Der netfiles Datenraum ist besonders einfach zu bedienen, bietet umfangreiche Funktionalität und steht Ihnen sofort, ohne Installation von Software oder Plugins zur Verfügung. Ein Webbrowser genügt.

Sicher

Im netfiles Datenraum sind Ihre Daten sowohl bei der Speicherung als auch Übertragung durch 256-bit Verschlüsselung sicher und Compliance-gerecht geschützt.

Bewährt

netfiles gibt es seit mehr als 20 Jahren. Profitieren auch Sie von unserer langjährigen Erfahrung und dem zuverlässigen Betrieb. Wir sind ein deutsches Unternehmen und hosten ausschließlich in Deutschland.

www.netfiles.com

Testen Sie jetzt netfiles 14 Tage kostenlos
oder vereinbaren Sie einen Termin für eine Online-Präsentation.



Datenschutz in Arztpraxen

16.11., 23.11. &
30.11.22

Das Webinar für Ärzte und ärztliche IT-Dienstleister beleuchtet in drei Sitzungen die wichtigsten Themen aus dem Telematik- und Datenschutz-Alltag einer Arztpraxis. Es liefert unerlässliches Hintergrundwissen und gibt konkrete, praktische Tipps.

Docker und Container in der Praxis

29. – 30.11.22

Der Workshop richtet sich an Entwickler und Administrierende, die neu in das Thema einsteigen. Neben theoretischem Wissen über Container geht es um die Herausforderungen im Alltag sowie eigene Container-Erfahrungen auf der Kommandozeile.



Einführung in den Kea DHCP Server

29.03.23

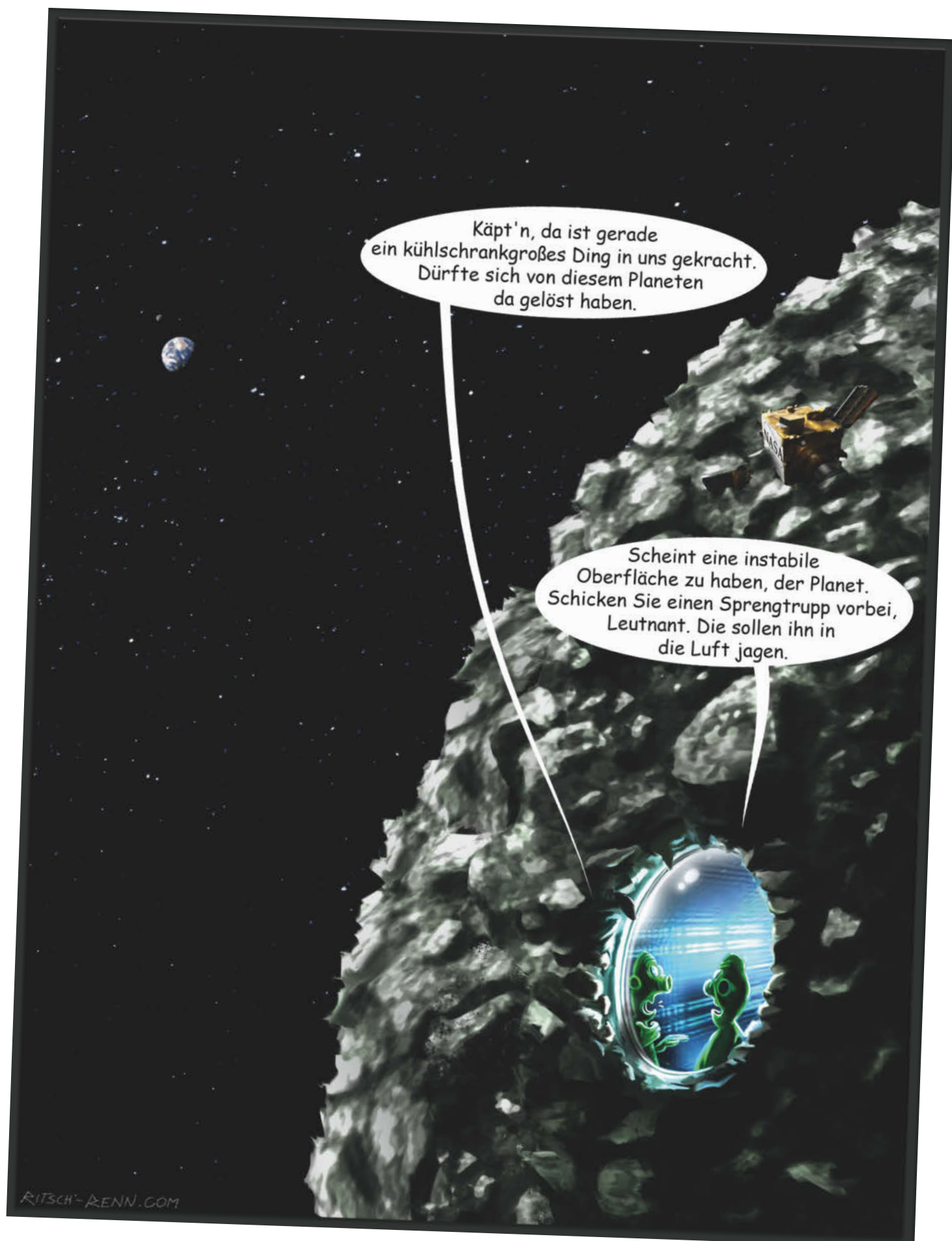
Der Workshop gibt eine vollständige Einführung in die neue Kea-DHCP-Software auf Unix- und Linux-Systemen. Sie lernen, wie man das Kea-DHCP-System installiert, konfiguriert und wartet. Der Workshop beinhaltet auch eine Auffrischung des DHCPv4-Protokolls und erklärt DHCPv6 für IPv6-Netzwerke.



Sichern Sie sich Ihren Frühbucher-Rabatt:

www.heise-events.de/workshops

© Copyright by Heise Medien



Bit-Rauschen

Chinas Halbleiterbranche im Würgegriff von US-Sanktionen

Die US-Regierung verschärft Embargovorschriften drastisch, um China von essenziellen Chipentwicklungen abzuschneiden. Das schadet auch westlichen Zulieferern.

Von Christof Windeck

Anfang Oktober setzte die US-Regierung stark verschärfte Exportbeschränkungen für Halbleiterfertigungstechnik und weitere Maßnahmen gegen chinesische Chipfirmen in Kraft. Sie betreffen nicht nur US-amerikanische Firmen, die Anlagen und Materialien für die Chipherstellung nach China verkaufen, sondern auch europäische Zulieferer wie den Branchenprimus ASML aus den Niederlanden sowie asiatische Auftragsfertiger wie TSMC und Samsung. Die neuen US-Sanktionen zielen in erster Linie auf moderne Prozessoren, DRAM- und NAND-Flash-Speicherchips. Doch sie wirken sich auch auf andere Bauelemente aus.

Langfristig gesehen dürften die US-Sanktionen auch chinesischen Chipfirmen

schaden, die bisher vorwiegend noch ältere Fertigungstechnik nutzen: Espressif (IoT-Mikrocontroller wie ESP32), Rockchip (ARM-SoCs), Allwinner (ARM- und RISC-V-SoCs), HiSilicon (ARM-SoCs), GigaDevice (Mikrocontroller) oder auch StarFive (RISC-V-SoCs). Denn künftige Bauelemente, die feinere Strukturen benötigen, können diese Firmen nur noch mit einer Ausnahmegenehmigung der US-Regierung von Auftragsfertigern wie TSMC und Samsung beziehen.

Embargo-Ziele

Schon seit Jahren beschränken die USA den Export bestimmter Maschinen und Halbleiterchips nach China. Chinesische Chipfirmen bekommen daher keine Lithographiesysteme mit extrem ultraviolett (EUV-)Licht und eine Reihe von Firmen und Organisationen, die Supercomputer oder Prozessoren entwickeln, dürfen gar nicht mehr beliefert werden. Diese Sanktionen sollen China dabei behindern, stärkere Supercomputer, KI-Systeme und Waffen zu entwickeln. Es geht also um nationale Sicherheitsinteressen der USA.

Schon im September hatten US-Behörden AMD und Nvidia untersagt, bestimmte KI-Rechenbeschleuniger nach China zu liefern. Im Oktober erließ das

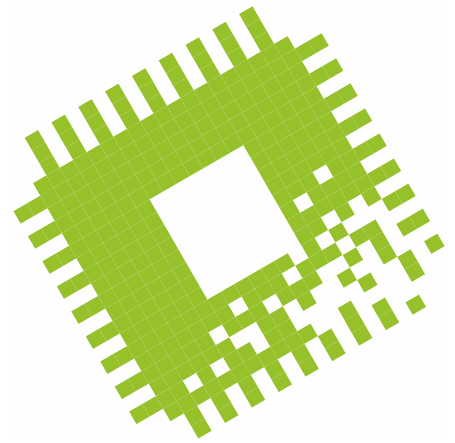
„Bureau of Industry and Security“ des US-Wirtschaftsministeriums auf 139 Seiten weitere Beschränkungen. Die erste Kategorie bildet eine Liste von 28 Unternehmen mit zahlreichen Subunternehmen und Beteiligungen, zu denen auch die erwähnten Supercomputerentwickler zählen, etwa Sugon und Phytium.

Die zweite Kategorie der Exportverbote zielt auf Chips mit bestimmten Eigenschaften, etwa Logikchips mit Strukturen von 16 Nanometern und darunter, DRAM-Chips mit maximal 18 Nanometern sowie Flash-Speicherchips mit 128 oder mehr Lagen. Es sind aber Ausnahmegenehmigungen möglich. Solche sind auch nötig für Prozessoren mit mehr als 5 GFlops Rechenleistung; das schafft bereits der Chip eines Raspberry Pi Zero 2 W.

Eine dritte – und bisher ungewöhnliche – Kategorie von Sanktionen betrifft US-Staatsbürger oder Personen mit einer Arbeitsgenehmigung für die USA: Sie dürfen nicht mehr für chinesische Firmen arbeiten, die entweder zur ersten Kategorie gehören oder Produkte der zweiten Kategorie produzieren oder entwickeln. Bleiben die Personen dort weiter tätig, verlieren sie ihre US-Staatsbürgerschaft oder ihre Arbeitserlaubnis. Sie müssen sich also für eine Seite entscheiden. Die Arbeitsverbote zielen einerseits auf Manager und wichtige Entwickler mit (zusätzlicher) US-Staatsbürgerschaft, die für chinesische Chipfirmen arbeiten. Die Regelung trifft aber etwa auch Techniker, die Anlagen in China montieren und warten.

Breitenwirkung

Auch Chip-Auftragsfertiger und Zulieferer aus anderen Ländern als den USA sind von den US-Sanktionen betroffen. Denn die Chipfertigung hängt an globalen Lieferketten, in denen die USA eine wichtige Rolle spielen. Eine US-Firma, die von Exportbeschränkungen betroffene Produkte nach Europa, Japan oder Korea liefert, muss sicherstellen, dass sie nicht am Ende



Die chinesische Firma SMIC hat schätzungsweise fünf Prozent Anteil am Weltmarkt der Chip-Auftragsfertiger. SMIC kann derzeit Chips mit minimal 14 Nanometern Strukturbreite fertigen und arbeitet angeblich auch an 10- und 7-Nanometer-Technik.

doch in China landen. Viele internationale Firmen haben zudem Niederlassungen in den USA, wo sie Technik entwickeln oder produzieren. Das gilt etwa für ASML, den niederländischen Hersteller von Lithografiesystemen.

Doch in den USA sitzt mit Applied Materials auch einer der wichtigsten Zulieferer von Vorprodukten für Chips. Und aus den USA stammt essenzielle Software für die Chipentwicklung, nämlich Werkzeuge für Electronic Design Automation. Ohne solche EDA-Tools von Firmen wie Cadence, Synopsys und Siemens EDA (ehemals Mentor) können Chipentwickler ihre Designs nicht in die Fertigungsabläufe von TSMC, Samsung oder auch Globalfoundries einspeisen. Und sie verlieren Zugriff auf vorgefertigte Funktionsblöcke wie Rechenkerne und RAM-, PCIe- oder USB-Controller, die Firmen wie ARM und Rambus verkaufen.

Harter Schnitt

ASML hat bereits alle Angestellten aus China zurückgerufen, die von dem Embargo betroffen sind. Das dürfte zu Engpässen bei chinesischen Chipherstellern führen. Applied Materials hat eine Umsatzwarnung veröffentlicht: Im vierten Quartal 2022 werde man rund 400 Millionen US-Dollar beziehungsweise rund 6 Prozent weniger einnehmen als bisher geplant. Auch in Deutschland und Europa sitzen viele Zulieferer für die Halbleiterindustrie, deren Chinageschäft nun schrumpfen könnte.

Weil bisher nur ein kleiner Teil der weltweit verkauften Halbleiterchips aus China kommt, sind die wirtschaftlichen Auswirkungen auf andere Länder aber nicht sehr groß. Die taiwanische Marktforschungsfirma TrendForce schätzt, dass die chinesischen Auftragsfertiger SMIC, HuaHong und Nexchip 2021 zusammen weniger als 8 Prozent Marktanteil hatten. Die Produkte der chinesischen Chiphersteller Yangtze Memory (YMTC, Flash-Speicherchips) und ChangXin Memory Technologies (CXMT, DRAM) spielen auf dem Weltmarkt noch keine große Rolle. Allerdings hatte YMTC auf Geschäfte mit Apple gehofft, möglicherweise um in China verkaufte iPhones mit Flash-Speicher zu bestücken.

Die meisten Chips der eingangs erwähnten chinesischen Firmen Allwinner, Espressif, GigaDevice, Rockchip und StarFive fallen nicht unter die Sanktionen, weil sie größere Strukturen nutzen. Soweit sie

Der Einplatinencomputer Radxa Rock 5 ist mit dem ARM-SoC RK3588 der chinesischen Firma Rockchip bestückt. Weil der RK3588 mit 8-Nanometer-Technik produziert wird, ist er von US-Sanktionen betroffen.

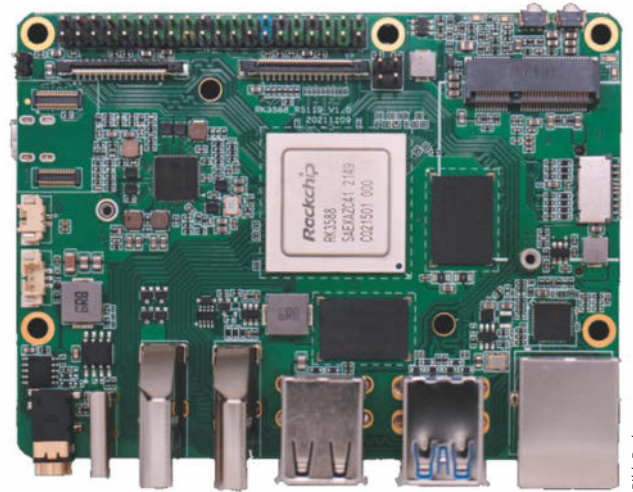


Bild: Radxa

außerhalb Chinas beispielsweise von TSMC, UMC, Globalfoundries oder Samsung produziert werden, sind keine Engpässe zu befürchten. Einzelne Chips wie der Rockchip RK3588 entstammen aber bereits der 8-Nanometer-Fertigung.

Die taiwanischen Auftragsfertiger TSMC und UMC sowie die koreanischen Speicherchiphersteller Samsung und SK Hynix betreiben jeweils auch Werke in China: TSMC in Shanghai und Nanjing, UMC in Xiamen, Samsung in Xi'an (Flash-Speicher) und SK Hynix in Wuxi (DRAM) sowie Dalian (ehemalige Intel-Fab). Laut Berichten haben Samsung und SK Hynix bereits Ausnahmegenehmigungen für den Weiterbetrieb ihrer chinesischen Werke bis Ende 2023 erhalten.

Spannungsfelder

Möglicherweise haben die USA die neuen Restriktionen bewusst kurz vor dem 20. Parteitag der Kommunistischen Partei der Volksrepublik China verkündet, auf dem Staatspräsident Xi Jinping seine Macht weiter ausbaute. Die Sanktionen stehen aber auch in zeitlichem Zusammenhang mit dem anschwellenden Säbelschlagen Chinas gegen Taiwan. Zudem spielt der Angriffskrieg von Russland auf die Ukraine eine gewisse Rolle: Dort zeigt sich, dass Russland bei der Mikroelektronik glücklicherweise weit hinterherhinkt. Für bessere Waffen und Kampfdrohnen sind moderne Chips essenziell.

Es ist jedoch nicht von der Hand zu weisen, dass die US-Sanktionen ganz allgemein die Entwicklung chinesischer Chipfirmen behindern. Gleichzeitig fördern die USA – ebenso wie die EU – mit Milliardensummen den Aufbau lokaler Chip-Fabs. So betrachtet hält sich der Wes-

ten auch unliebsame Konkurrenz vom Hals.

China könnte mit einer Abschottung des eigenen Markts reagieren. Das würde viele Firmen aus den USA und Europa hart treffen. Laut Statista verkauften 2021 beispielsweise Volkswagen, Daimler und BMW mehr als 37 Prozent ihrer Fahrzeuge in China. Und auch für Chipfirmen ist der chinesische Markt sehr wichtig.

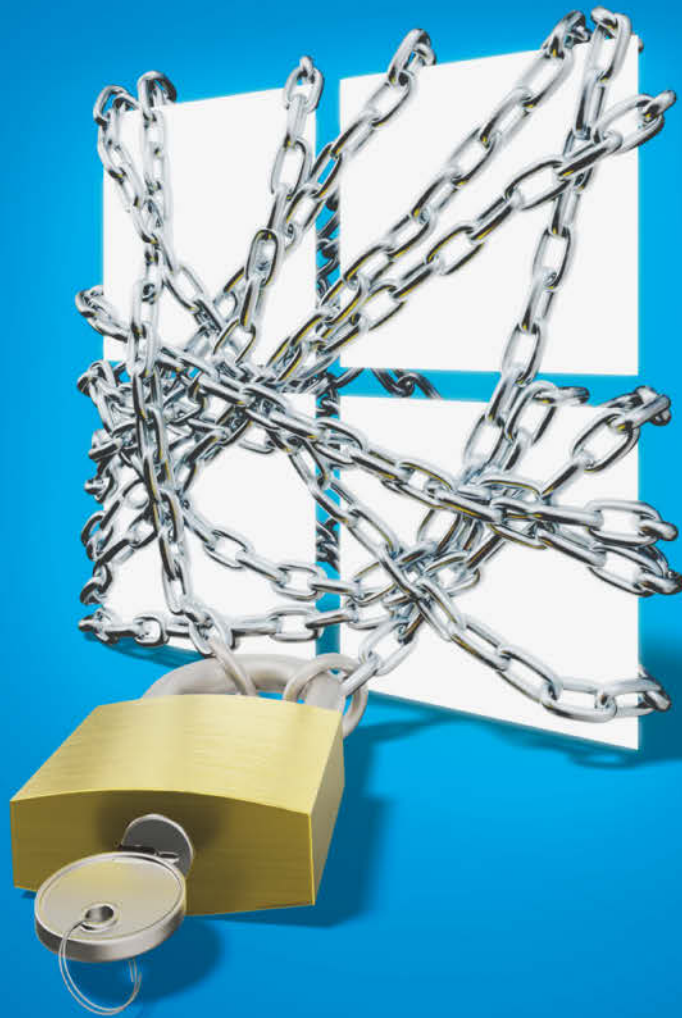
Die US-Chipfirmen Intel und Micron investieren derzeit – wie schon mehrfach in c't berichtet – hohe Beträge in den Aufbau neuer Fertigungsanlagen in Arizona, Ohio, Idaho, Irland, Deutschland und Italien. Aktuell schrumpfen die Umsätze von Intel und Micron jedoch; bei Intel stehen sogar Entlassungen an, vermutlich von mehr als tausend Mitarbeitern. Zumindest bisher schätzen die Chefs der Chipfirmen den Abschwung aber als vorübergehend ein.

Chinesische Autonomie

China bemüht sich seit Jahren, die Abhängigkeit von westlicher Chiptechnik zu reduzieren. Zahlreiche chinesische Firmen nutzen etwa die offene CPU-Befehlssatzarchitektur RISC-V und China fördert die Entwicklung offener EDA-Tools. Doch die erwähnten Unternehmen CXMT und YMTC, die mit hohen Investitionen aufgebaut wurden, sind in hohem Maß von ausländischen Firmen abhängig. Eine moderne Chip-Fab ist auf mehrere tausend Zulieferer angewiesen, die Spezialmaschinen, Vorprodukte wie Wafer, hochreine Metalle, Chemikalien, Reinigungsmittel, technische Gase, Substrate sowie auch Dienstleistungen bereitstellen. Dieses global vernetzte Ökosystem lässt sich kaum lokal nachbauen. (ciw@ct.de) **ct**

So wird Windows angegriffen

Neue Techniken und Tools von Cybercrime
und staatlichen Hackern



Windows unter Beschuss	Seite 16
Sicherheitseinstellungen im Griff	Seite 24
Die neue Schutzfunktion Smart App Control	Seite 28
Restric'tor: Whitelist stoppt Schädlinge	Seite 32

Angriffe auf PC-Systeme sind eine ernstzunehmende Bedrohung. Gut organisierte Banden von Cyber-Erpressern erbeuten Jahr für Jahr Milliarden. Vor allem Windows-Rechner stehen in der Schusslinie – nicht zuletzt, weil sie für Einbrecher häufig offen wie ein Scheunentor sind.

Von Jürgen Schmidt

Windows ist für Kriminelle das beliebteste Angriffsziel unter den Betriebssystemen. Das liegt vor allem an zwei Dingen: Zum einen ist es nach wie vor das am weitesten verbreitete Desktop-Betriebssystem – mit funktionierenden Angriffen auf Windows erschließt sich dem Angreifer ein riesiges Reservoir an Datenschätzen. Zum anderen macht es Windows Angreifern nach wie vor sträflich einfach, ihre Ziele zu erreichen. Diesen Vorwurf werden wir noch genauer beleuchten, wenn wir die konkret eingesetzten Techniken vorstellen.

Doch zunächst zu den Angreifern und deren Zielen: Das sind in der überwältigenden Mehrzahl aller IT-Sicherheitsvorfälle organisierte Kriminelle, also eine Art Cyber-Mafia, die durch Betrug und Erpressung jährlich Milliarden Schäden verursacht. Insbesondere die Erpressung hat sich als Goldesel der Cyber-Kriminalität erwiesen. Mit überschaubarem Aufwand erbeuten die Kriminellen dabei echtes Geld in rauen Mengen – und das selbst ohne großes Know-how und mit einem vernachlässigbaren Risiko.

In der Folge hat sich in den letzten Jahren rund um Ransomware – der Begriff bezeichnet zur Erpressung genutzte Schadsoftware und stammt vom englischen „ransom“ für „Lösegeld“ – ein ganzes Cybercrime-Ökosystem mit Dienstleistungen aller Art gebildet. Anbieter von „Ransomware as a Service“ (RaaS) liefern auch unerfahrenen Mächtgern-Kriminellen Komplettpakete aus Tutorials mit Anleitungen, einfach zu bedienenden Software-Baukästen und Infrastruktur für Verhandlungen und Geldübergabe.

Die Opfer dieses Treibens sind vornehmlich Firmen, Organisationen und Behörden, deren Abhängigkeit von funktionierender IT ihre Achillesferse wurde. Aber auch Privatanwender befinden sich nach wie vor im Visier der Kriminellen: Zum einen ist in Zeiten von Homeoffice fast jeder Privat-PC ein potenzielles Einstiegstor in die IT des Arbeitgebers seines Besitzers. So lassen sich die auf einem privaten PC gestohlenen Zugangsdaten gut im Untergrund verhökern. Zum anderen sind auch Privatanwender oft bereit, beispielsweise für den Zugang zu ihrem verschlüsselten Bilderarchiv mit den Fotos von Geburt, Einschulung und Hochzeit der Kinder erkleckliche Summen zu zahlen – „Kleinvieh macht auch Mist“ gilt auch bei Cybercrime.

Typische Vorgehensweise

Die typische Vorgehensweise bei Einbrüchen in Computer lässt sich in drei Phasen unterteilen:

- den eigentlichen Einbruch (Initial Access),
- das Ausbreiten im Netz (Lateral Movement),
- die Erpressung (Impact)

In diesen Phasen kommen nicht nur unterschiedliche Tricks und Werkzeuge zum Einsatz, es ist auch durchaus üblich, dass dahinter verschiedene Akteure stecken. So gibt es einen eigenen Markt, auf dem sogenannte Initial Access Broker (IAB) Zugänge zu Systemen verkaufen. Die auf den Einbruch spezialisierten Kriminellen ernten die infizierten Computer ihrer Opfer systematisch ab und stehlen dort insbesondere alle Zugangsdaten, derer sie habhaft werden können.

Außerdem installieren sie noch ein Hintertür-Programm – einen Remote-Access-Trojaner (RAT), der ihnen zukünf-

tig die volle Kontrolle über das System beschert. Diese Aufgabe übernimmt oft ein sogenanntes Cobalt Strike Beacon: Cobalt Strike ist eine kommerzielle Software, die von Sicherheitstestern bei simulierten Angriffen eingesetzt wird. Aber auch echte Angreifer nutzen sie überaus gern. Eine Webseite, die Cobalt-Strike-Angriffe und mögliche Abwehrmaßnahmen beschreibt, haben wir unter ct.de/y3td verlinkt.

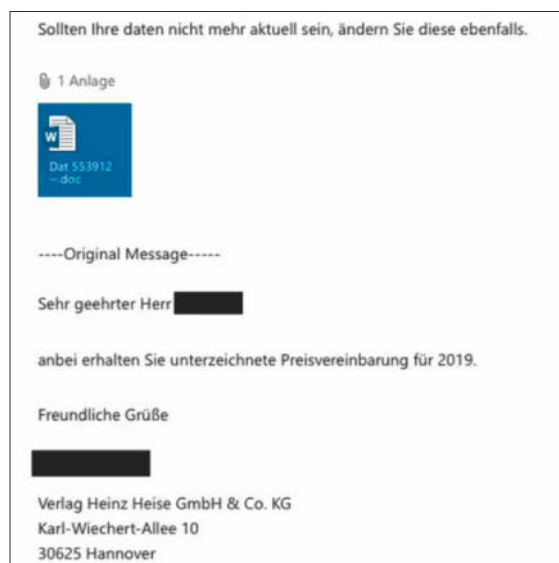
Die gestohlenen Passwörter und den Zugang zum RAT verkaufen die Angreifer in speziellen Untergrundforen und -börsen. Es gibt übrigens Dienstleister, die Privatpersonen und Firmen anbieten, diese IAB-Marktplätze zu überwachen und sie zu benachrichtigen, wenn ihre Daten dort auftauchen sollten. Doch das ist in der Regel das Geld nicht wert. Denn die etablierten IAB-Spezialisten haben Geschäftsbeziehungen zu RaaS-Anbietern, denen sie vorab Zugriff auf ihre Ware anbieten. So landen viele der erbeuteten Daten nie in den für solche Dienstleister einsehbaren Foren.

Einfallstor Office-Dokumente

Zu den wichtigsten Einfallstoren für den „Initial Access“ gehören nach wie vor präparierte Office-Dateien, die bösartige Makros enthalten. Klickt der Anwender beim Öffnen des Dokuments die gelben Balken weg („Inhalt aktivieren“, „Bearbeiten erlauben“), laufen im Hintergrund Befehlssequenzen ab, die etwa eine Datei aus dem Internet nachladen und starten. Das kann dann bereits der oben erwähnte Remote-Access-Trojaner sein, der den Angreifern jederzeit Zugang zum System gibt.

Auf keinem anderen System ist es so einfach, sich mit Schadsoftware aus einer E-Mail zu infizieren, wie bei Windows. Linux, macOS und die Smartphone-Betriebssysteme haben auch ihre Sicherheitsprobleme, über E-Mail angelieferte Malware gehört aber nicht dazu. Unter Windows genügen in der Voreinstellung oft ein, zwei unvorsichtige Klicks, damit die Malware aktiv wird, und das Unheil nimmt seinen Lauf. Und mit täuschend echt gestalteten E-Mails und einer überzeugenden Geschichte gelingt es immer wieder, vor allem unerfahrene Anwender davon zu überzeugen, die notwendigen Klicks tatsächlich durchzuführen.

Doch Microsoft steuert endlich aktiv gegen. Immer mehr Office-Installationen blockieren Makros in Dokumenten, die aus dem Internet stammen, sodass sie unbefangene Nutzer nicht mehr ausführen kön-



Emotet bei Heise:
Mit dieser Mail schaffte es
die Emotet-Bande, einen
Heise-Mitarbeiter aus-
zutricksen. Die Nachricht
zitierte seine eigene
E-Mail und sah damit
für ihn wie eine ganz
normale Geschäfts-Mail
aus.

nen. Doch das dafür eingesetzte Mark of the Web ist längst nicht so zuverlässig, wie man sich das wünschen würde. Mehr dazu erklärt ein Artikel auf heise Security [1].

Das LNK-Revival

Als Alternative zu Makros experimentieren die IABs mit verschiedenen Tricks. Das führt zu einem Revival der LNK-Dateien: Das sind Verweise auf andere Programme, die beim Öffnen auszuführen sind; Windows verwendet sie zum Beispiel für Desktopsymbole und Startmenüeinträge. Eine einzelne LNK-Datei ist jedoch verdächtig und jedes bessere Mail-Gateway wird sie als potenzielles Schadprogramm blockieren. Stattdessen bekommt ein Anwender deshalb zum Beispiel ein ISO-Image via Mail – optional noch verpackt in ein Zip-Archiv. Diese Image-Datei bindet Windows beim Öffnen netterweise als Laufwerk ein und zeigt ein Fenster mit etwas wie „Umsatz_Report_2022“ an; die verräterische Endung „lnk“ versteckt der Explorer selbst dann, wenn Sie Windows anweisen, Erweiterungen bei bekannten Dateitypen anzuzeigen.

Beim Klick auf den angeblichen Report passieren je nach Inhalt der LNK-Datei verschiedene Dinge. In einem typischen Szenario startet Windows via rundll32.exe eine Bibliothek, die sich in einem versteckten Ordner des ISO-Image-Laufwerks befindet und den Schadcode der Kriminellen ausführt, also etwa ein Cobalt Strike Beacon nachlädt und installiert. Ein anderes Angriffsszenario lässt Windows den mächtigen Skript-Interpreter powershell.exe starten, der seine Anweisungen aus der Kommandozeile ent-

nimmt. Das Resultat ähnelt letztlich Szenario 1 – der Rechner ist infiziert.

Updates, Updates, Updates!

Vor allem für Firmen sind extern erreichbare Dienste eine große Gefahr. An vorderster Front stehen VPN-Gateways oder fahrlässigerweise aus dem Internet erreichbare RDP-Zugänge. Oft finden Angreifer auch bei Suchmaschinen oder durch Scans ganzer IP- und Port-Bereiche längst vergessene FTP-Server oder ein nur mal testweise eingerichtetes Content Management System, das nicht mit allen Sicherheitsupdates versehen wurde.

Dabei kommt erschwerend hinzu, dass die Lücken nicht nur in den Programmen stecken, die man eigentlich installiert hat. Software besteht heutzutage aus unzähligen fertigen Komponenten, die die Entwickler in ihre Projekte einbinden. Taucht in einer davon eine Lücke auf, sind all ihre Downstream-Apps anfällig. So traf eine Sicherheitslücke in der Java-Bibliothek Log4j Tausende Applikationen, die damit ihre Protokollierung in Log-Dateien erledigten [2].

Nur in seltenen Fällen kommen bei diesen Angriffen unbekannte Sicherheitslücken, sogenannte Zero Days, zum Einsatz. Die große Mehrzahl der Einbrüche erfolgt über bekannte Schwachstellen, gegen die es bereits Updates gäbe. Ein zu spät eingespieltes Sicherheitsupdate bedeutet fast zwangsläufig, dass man ungetroffenen Besuch bekommt.

Passwörter als Problem

Ein weiterer wichtiger Einfallsvektor sind kompromittierte Zugangsdaten. Die erlangten Kriminelle häufig über Phishing.

Weil wir dem Thema erst kürzlich einen ausführlichen Schwerpunkt gewidmet haben [3, 4], gehen wir hier nicht weiter darauf ein.

Gern jubeln IABs ihren Opfern sogenannte Infostealer unter. Haben Sie sich schon mal gewundert, wer sich die Mühe macht, gecrackte Versionen von teuren Softwarepaketen zu erstellen und kostenlos im Internet zu verteilen? Oder einen tollen Aim-Bot für den aktuell gehypten First Person Shooter? Das sind nicht selten Initial Access Broker, die mit dem gecrackten Photoshop auch gleich einen maßgeschneiderten Infostealer verteilen. Der sammelt alle auf dem System gespeicherten Passwörter ein, die der IAB danach zu Geld machen kann.

Da schlägt eine weitere Windows-Schwäche zu: Anders als moderne Smartphone-Betriebssysteme schottet Windows die verschiedenen Applikationen, die ein Anwender auf dem System ausführt, so gut wie gar nicht gegeneinander ab. So kann das gecrackte Photoshop auf alle Firefox-Dateien zugreifen. Das funktioniert wohl-gemerkt ganz ohne Admin-Rechte, einfach mit Code im Kontext des angemeldeten Benutzers. Auf einem iPhone oder Android-Smartphone wäre das hingegen so nicht möglich. Dort sind alle Apps gegeneinander abgeschottet. Vereinfacht kann man sich das so vorstellen, dass jede App unter Android einen eigenen Benutzerkontext bekommt und damit die Photoshop-App keinen Zugriff auf Dateien oder gar den Arbeitsspeicher der Firefox-App hat.

Ganz einfach macht es dem Angreifer etwa Microsoft Teams. Dort liegt ein Token im Benutzerverzeichnis, das ein Infostealer nur einsammeln und an seinen Herrn und Meister schicken muss, um diesem den Zugang zum Teams-Account des Opfers zu geben (Details via ct.de/y3td). Im Idealfall verschlüsseln Anwendungen solche Daten deshalb etwa mit dem Data Protection API (DPAPI) von Windows. Damit genügt es nicht mehr, dass der Angreifer die Dateien seines Opfers lesen kann.

Eine große Hürde ist das für einen Infostealer allerdings nicht, jedenfalls wenn er seinen Code bereits im Kontext des jeweiligen Benutzers ausführt: Die DPAPI-Funktion `CryptUnprotectData()` verwendet die Zugangsdaten des aktuell angemeldeten Benutzerkontos als Schlüssel. Immerhin schützt die Verschlüsselung aber Benutzerdaten vor Schnüffelsoftware, die in einem anderen Kontext läuft,

1&1 DSL oder Glasfaser

Aktion: Bis zu 4 Handy-SIM-Karten inklusive*



INKLUSIVE

Bis zu 4 Mobilfunk-Flatrates für unterwegs!

**10
FREIMONATE***

**INTERNET
& TELEFON**

0 **€/Monat***
100 MBit/s-Tarif für
10 Monate, danach
ab 39,99 €/Monat



Highspeed-Internet, ausgezeichnetes Festnetz, Top Service!

Entscheiden Sie sich jetzt für 1&1 DSL oder Glasfaser und sichern Sie sich Highspeed-Internet mit bis zu 1.000 MBit/s*. 1&1 Kunden profitieren immer von leistungsstarken Internet-Anschlüssen zum Surfen und Telefonieren, Top WLAN-Routern und hervorragender Performance. Bestellen Sie noch heute einen DSL- oder Glasfaser-Anschluss für zuhause und sichern Sie sich 10 Freimonate. Außerdem sind bis zu 4 Handy-SIM-Karten inklusive – mit Mobilfunk-Flatrates, damit Sie und Ihre Familie auch unterwegs mobil telefonieren und endlos surfen können!*

Inklusive



**30 Tage
testen**

Geräte, Netz, Tarif –
Sie können alles
einen Monat lang
unverbindlich testen.*



**WLAN-
Versprechen**

1&1 bringt Ihr
Heimnetzwerk zum
Laufen. Alle Geräte,
egal wo gekauft.



**Priority-
Hotline**

1&1 ist rund um die
Uhr persönlich für
Sie da. Kein Sprach-
computer.



**Funktions-
Garantie**

Im Falle eines Falles:
unverzügliche
Entstörung oder
Gerätetausch.



**Umzugs-
Service**

Sie nennen uns
Ihren aktuellen
Anbieter – wir
erledigen den Rest.

1&1

1und1.de
0721/960 6060

*1&1 DSL 100 oder 1&1 Glasfaser 100 für 10 Monate je für 0,- €/Monat, danach 39,99 €/Monat (DSL) bzw. 44,99 €/Monat (Glasfaser). Einmalige Gewährung der 10 Freimonate nur in den Tarifen 1&1 DSL 100 und Glasfaser 100. Internet-Flat: Unbegrenzt surfen mit bis zu 100 MBit/s. Tarife je nach Verfügbarkeit als DSL- oder Glasfaser-Tarif. Für Glasfaser-Tarife: In vielen Regionen möglich. Im Vergleich zu DSL-Tarif gleicher Geschwindigkeitsklasse Danach-Preis jeweils 5,- € Aufpreis/Monat. Sofern keine Glasfaserleitung vorhanden ist, Ausbau und Eigentümereignenheit erforderlich. Aktion: Baumaßnahmen kostenfrei. Für alle Tarife gilt: Telefon-Flat: Rund um die Uhr kostenlos ins dt. Festnetz telefonieren. Anrufe in alle dt. Mobilfunknetze 19,9 ct/Min. Mögliche Hardware: z. B. 1&1 HomeServer+ für 6,99 €/Monat. Der Preis fällt zu den zusätzlichen monatlichen Tarifleistungen an, die zusammen mit der Hardware angeboten werden. Router-Versand: einmalig 9,90 €. Bereitstellungspreis: einmalig 49,95 € (DSL) bzw. 67,40 € (Glasfaser). Mindestlaufzeit: 24 Monate. Kündigungsfrist: 1 Monat zum Ende der Vertragslaufzeit. 30 Tage testen: Sonderkündigung im ersten Monat. Auf Wunsch mit bis zu 4 (tarifabhängig) 1&1 All-Net-Flats mit je 1 GB Highspeed-Volumen/Monat (danach 64 kBit/s) für je 0,- €/Monat. Einmaliger Bereitstellungspreis je 4,90 €. Telefonate in dt. Fest- und Handynetze inklusive sowie Verbindungen innerhalb des EU-Auslands und aus EU nach Deutschland plus Island, Lichtenstein und Norwegen. Kündigungsfrist 14 Tage. Abbildung ähnlich, Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur. WEEE-Reg.-Nr. DE13470330.



etwa unter dem zu einem lokalen Webserver gehörenden Konto.

Die Sicherheitsfirma Palo Alto dokumentiert in einem Blog-Beitrag (Link siehe ct.de/y3td) exemplarisch, wie Angreifer gespeicherte Benutzerdaten in Chrome, Firefox, WinSCP, OpenVPN und Git auslesen. Frei verfügbare Tools wie WebBrowserPassView und DataProtectionDecryptor von Nirsoft können das auch. Verhindern ließe sich das, wenn Windows vor dem Entschlüsseln der Passwörter via DPAPI jedes Mal eine Authentifizierung des Anwenders anfordern würde, sei es per Hello-Kamera oder per Fingerabdruck-Scan – macht es aber nicht.

Sie sind drin

Insbesondere die sogenannten Affiliates von RaaS-Banden – Click-&Shoot-Kriminelle ohne eigenes Infektions-Know-how – kaufen Zugangsdaten gerne bei IABs ein. Sie probieren sie systematisch durch, auch bei anderen Diensten. Das nennt sich Credential Stuffing: Irgendwann passt etwa ein im privaten Browser gespeichertes Passwort für den Firmen-Mail-Zugang wegen des Single-Sign-on-Konzepts auch beim VPN-Zugang ins Firmennetz und sie sind drin. Oder die Affiliates geben etwas mehr Geld aus und kaufen betriebsbereite RAT-Zugänge, um sich auf dem infizierten

PC umzusehen. Diese Aktivitäten können durchaus auch ein bis zwei Wochen nach der ursprünglichen Infektion anlaufen, weil die Zugangsdaten zunächst durch mehrere Hände gingen oder sich bei den Banden stauen.

Das weitere Vorgehen unterscheidet sich dann bisweilen nach den vorgefundenen Einstellungen und Programmen. Die Bumblebee-Malware lädt auf Systemen, die Mitglied in einer Arbeitsgruppe wie WORKGROUP sind, einen Info-stealer, der den vermuteten Privat-PC nach Passwörtern und Ähnlichem durchsucht. Ist das Opfer hingegen Mitglied in einer Windows-Domäne, wie das typischerweise in Firmen der Fall ist, landet dort sofort ein Cobalt Strike Beacon, über dessen Hintertürfunktion sich recht bald ein Einbrecher persönlich ein genaueres Bild verschafft.

Schadsoftware wird häufig ganz klassisch über Dateien nachgeladen und ausgeführt. Doch es kommen vermehrt auch ausgefeiltere Techniken zum Einsatz. Da holt sich ein Loader den verschlüsselten Schadcode aus dem Internet und dechiffriert ihn im eigenen Arbeitsspeicher. Dann besorgt er sich ein Handle für den Zugriff auf einen laufenden, legitimen Prozess wie den Explorer und reserviert dort Arbeitsspeicher. In den kopiert der Loader

den Schadcode und startet ihn als eigenen Thread.

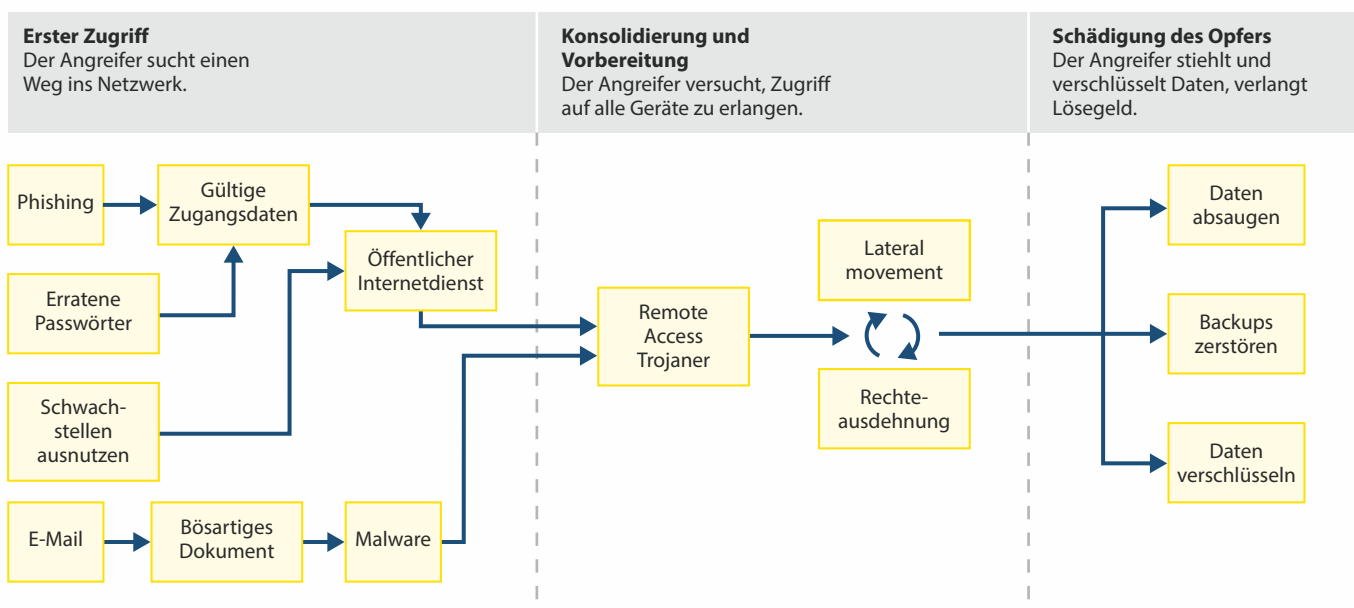
Das hat mehrere Vorteile: Zum einen sieht es so aus, als ob die Zugriffe auf Dateien und Netzwerk vom Windows-eigenen Explorer stammen, was Sicherheitssoftware beruhigen soll. Zum anderen landet der Schadcode nie auf der Festplatte des Systems. Das reduziert die Gefahr einer Entdeckung durch Wächter wie Antivirensoftware, die gezielt alle Dateien auf Anzeichen von Schadsoftware durchsucht. Außerdem minimiert es die Gefahr, dass der wertvolle Code etwa im Rahmen einer forensischen Analyse in die Hände von Sicherheitsfirmen fällt.

Andererseits birgt diese Methode neue Möglichkeiten, verdächtiges Verhalten zu bemerken. So überwachen Extended Detection & Response Systeme (EDR) die Systemaufrufe aller Prozesse. Bei typischen Malware-Aktivitäten wie dem Zugriff via `WriteProcessMemory()` und `CreateRemoteThread()` auf den Explorer-Prozess terminiert das EDR den Prozess und löst einen Alarm aus. Die Angreifer reagieren darauf, indem sie die EDR-Überwachungshooks deaktivieren oder umgehen. Das Hase/Igel-Rennen ist in vollem Gang.

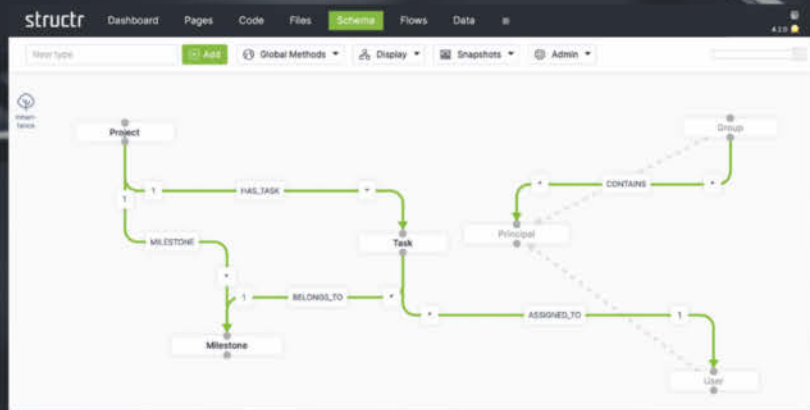
Eine andere Technik, die verräterische Dateien vermeidet und Windows-eigene Softwaresperren wie Software Res-

Ablauf eines Ransomware-Angriffs

Einbrüche in Computer laufen typischerweise in drei Phasen ab: Nachdem sich die Angreifer Zugang zu einem ersten System verschafft haben, versuchen sie, ihren Einfluss möglichst unbemerkt auf andere Rechner im Netzwerk auszuweiten. Erst dann verschlüsseln sie Daten oder kopieren sie auf eigene Server, um anschließend ihr Opfer zu erpressen.



DEIN NÄCHSTES BACKEND SOLLTE STRUCTR HABEN



Die Vorteile im Überblick:

- Automatische API-Dokumentation über OpenAPI/Swagger
- Graphdatenbank für maximale Flexibilität und Geschwindigkeit komplexer Abfragen
- Agile Daten-Schema-Erstellung mit Low-Code Schema-Editor
- Polyglot Scripting (JavaScript, PHP, Python u.v.m.) mit GraalVM und Monaco Editor
- Integriertes virtuelles Dateisystem und mehrstufiges Sicherheitssystem
- Optimal geeignet als Headless CMS, agiles Backend für Frontend-Anwendungen
- Einfaches Deployment über Docker oder Debian-Package

Exklusiv für c't-Leserinnen und -Leser

Kostenlose Voll-Lizenz und persönliche Cloud-Instanz:

<https://structr.com/ct-special-backend-2022>

EXKLUSIVE
c't-AKTION



triction Policies (SRP) und App Locker umgeht, nennt sich Living Off The Land (LOL) – sinngemäß „mit dem arbeiten, was man vorfindet“. Dabei nutzen die Angreifer ganz normale Windows-Bordmittel – die LOLBins – für ihre Zwecke, also etwa den Download eines Hintertür-Programms via certutil.exe auf der Kommandozeile. Mit LOLBins unterlaufen Angreifer EDR-Systeme, denn es handelt es sich ja um legitime Programme. Eine aktuelle Aufstellung typischerer LOLBins und wie sie genutzt werden, gibt es unter lolbas-project.github.io.

Quest for Local Admin

Nach dem Einbruch geht es den Einbrechern zunächst darum, den Zugang zum System auszuweiten und sich im Netz zu anderen Systemen weiterzuwageln (Lateral Movement). Dazu versuchen sie, sich die Rechte eines lokalen Administrators zu verschaffen. Wenn der Anwender, dessen Account gekapert wurde, Mitglied der Gruppe der Administratoren ist und dieser lediglich durch die Benutzerkontensteuerung (User Account Control, UAC) beschränkt wird, haben die Eindringlinge leichtes Spiel. Es gibt reihenweise Demos, wie sich die UAC austricksen lässt, um uneingeschränkte Adminrechte zu ergattern (siehe ct.de/y3td). Etwas schwerer macht man es den Kriminellen, indem man den Regler der Benutzerkontensteuerung (in den Einstellungen nach „UAC“ suchen) ganz nach oben schiebt. Trotzdem sieht auch Microsoft die UAC nicht als verteidigende Security-Grenze an. Und Microsoft wird auch erklärtermaßen keine Security-Updates liefern, die UAC-Exploits verhindern könnten.

In Firmennetzen mit administrierten PCs gehören normale Benutzerkonten eher selten zur Gruppe der Administratoren. Deshalb nutzen die Angreifer dort

sogenannte Privilege-Escalation-Lücken. Penibel gepflegte Sicherheitsupdates würden solche Rechteerweiterungen oftmals verhindern, doch dem Angreifer genügt ein einziger, nicht rechtzeitig installierter Patch. Nicht aussterben will auch grottige Software, die noch mit Admin-Rechten läuft, aber bei den Zugriffsrechten auf Dateien und Verzeichnisse schlampert und sich so zum Beispiel eine Malware-DLL unterjubeln lässt. Hat ein Angreifer erst einmal einen Fuß in der Tür, gelingt es ihm erschreckend häufig auch, sich Adminrechte zu verschaffen. Eine erschütternd lange Liste an Tools und Methoden dazu pflegt beispielsweise das GitHub-Projekt „PayloadsAllTheThings“ (siehe ct.de/y3td).

Quest for Domain Admin

Mit den Rechten des lokalen Administrators wird der Rechner erneut auf Zugangsdaten gefloht. Eine zentrale Anlaufstelle dafür ist der Local Security Authority Server Service, kurz LSASS, der alle Anmeldevorgänge durchführt. Dazu hält der LSASS-Prozess die gehashte Version des Passworts im Arbeitsspeicher vor. Dessen Inhalt kann man etwa mit dem – legitimen und von Microsoft bereitgestellten – Werkzeug ProcDump aus der Sysinternals Suite in eine Datei schreiben:

```
procdump64 -ma lsass.exe lsass.dmp
```

Spezielle Tools wie Mimikatz extrahieren aus dieser Datei dann unter anderem die NTLM-Hashes angemeldeter Benutzer. Damit kann sich der Angreifer dann ebenfalls bei allen Diensten im Netz anmelden und sich beispielsweise via RDP von System zu System hangeln. Ist auf einem dieser Systeme ein Domänen-Administrator angemeldet, findet der Angreifer auch dessen NTLM-Hash im Arbeitsspeicher

des LSASS-Prozesses. Damit schwingt er sich zum König des Windows-Netzes auf.

Um das zu verhindern, hat Microsoft eigentlich den Credential Guard eingeführt, der den LSASS in eine besonders geschützte virtuelle Umgebung verschiebt, auf die selbst der Administrator oder ein Account mit Systemrechten nicht zugreifen kann. Der Haken dabei ist, dass Credential Guard den teuren Enterprise-Versionen von Windows vorbehalten ist; Heimanwender und auch kleinere Firmen mit Windows-Home- oder -Pro-Lizenzen schauen in die Röhre. Überhaupt setzt sich bei Microsoft immer stärker die Philosophie „Windows ist billig, Security kostet extra“ durch und führt dazu, dass man Sicherheitsfunktionen als Lockmittel für teurere Lizenzen verwendet oder sie sich für viel Geld extra bezahlen lässt [5].

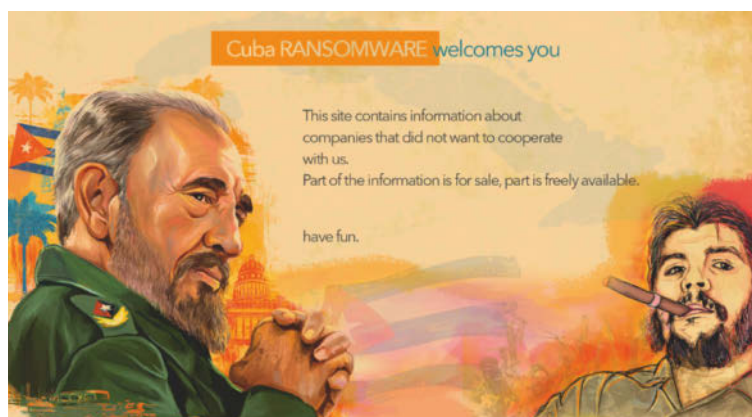
Impact

Mit den erbeuteten Zugängen gehen die Angreifer dann auf Raubzug und exfiltrieren alles an Daten, was ihnen wertvoll erscheint: Dokumente, Datenbank-Dumps und Quellcode landen dabei auf externen Servern. Typischerweise nutzen die Angreifer dazu öffentlich verfügbare Tools wie Rclone, um ganze Verzeichnisbäume in einen speziell dafür angemieteten Cloud-Speicher bei Hostern wie Mega zu kopieren.

Erst wenn sie das Gefühl haben, alles Erreichbare abgeerntet zu haben, kommt die Verschlüsselungssoftware zum Einsatz. Damit die auf möglichst vielen Rechnern im Netz gleichzeitig zuschlägt, nutzen die Cybercrime-Banden gerne Tools wie psexec, ebenfalls von Sysinternals. So bindet die Ransomware Netwalker mit folgendem Kommando auf allen Systemen der Domain eine Dateifreigabe als Laufwerk Q: ein und startet von dieser aus ein PowerShell-Skript, das letztlich alle wichtigen Daten auf dem Rechner verschlüsselt:

```
C:\psexec.exe @ip-list.txt -d cmd /c &
{"net use q: &
\\DomainController\DomainName /user:&
DomainName\administrator Passwrt &; &
powershell -EP ByPass -NoLogo &
-NoProfile -windowstyle hidden &
-NoExit -File q:\P100119.ps1"}
```

Dieses Kommando nutzt keine Sicherheitslücken mehr aus, sondern arbeitet völlig regulär mit den Credentials des Domänen-Administrators. Das gestartete PowerShell-Skript startet die eigentliche



Wer nicht zahlt, wird bloßgestellt: Die Erpresserbande „Cuba Ransomware“ präsentiert erbeutete Datensätze auf einer Webseite im Tor-Netz.

Ransomware – ebenfalls von Q: – und hinterlegt anschließend die Lösegeldforderung als neuen Desktop-Hintergrund. In aktuellen Erpressungsversuchen sollen die Opfer häufig gleich zweimal zahlen: erstens für den Schlüssel, mit dem sie ihre Daten wiederherstellen können, und zweitens für die Versicherung der Kriminellen, dass man die kopierten Daten lösche und nicht an Dritte weitergebe.

APT, Hacktivists & Trolle

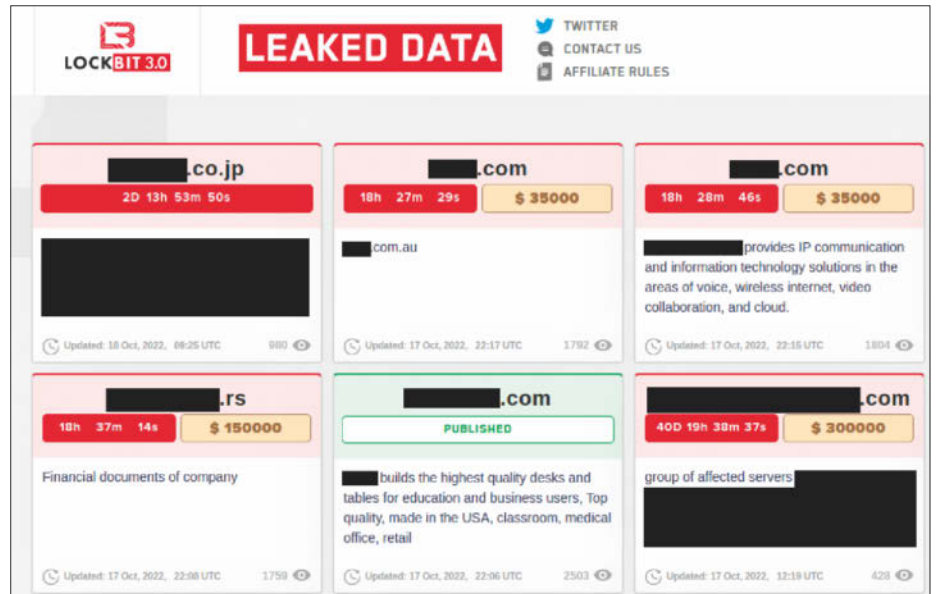
Neben dem organisierten Verbrechen, dem es vor allem um Geld geht, gibt es auch staatliche gesteuerte Angreifergruppen. Die agieren prinzipiell ähnlich, können jedoch auf viel umfangreichere Ressourcen zugreifen und damit auch technisch anspruchsvollere Angriffstechniken einsetzen. Der größte Unterschied ist jedoch in der Zielsetzung begründet: Sowohl für Spionage als auch für gezielte Sabotage am Tag X ist es erforderlich, möglichst unauffällig vorzugehen.

Deshalb agieren diese sogenannten Advanced Persistent Threats (APT) nicht in die Breite, sondern extrem zielgerichtet und vorsichtig, um keine Alarme auszulösen. Es ist nicht unüblich, dass APT-Gruppen über Monate oder sogar Jahre hinweg unentdeckt im Netz ihrer Opfer agieren. Privatanwender und kleinere Unternehmen haben von APTs in der Regel nur wenig zu befürchten. Außer natürlich, sie haben sich etwa politisch besonders exponiert oder können als Sprungbrett zu den eigentlich anvisierten, großen Fischen dienen.

Ferner gibt es auch noch weniger gut organisierte Angreifer, die häufig aus politischen Gründen aktiv werden. Dazu gehören Aktivisten wie die ukrainische IT-Army oder vergleichbare russische Gruppen, die vor allem Dienste mit DDoS-Attacken lahmlegen oder leicht zugängliche Daten stehlen und veröffentlichen.

So schützen Sie sich

Ähnlich, wie die Angriffe mehrstufig erfolgen, sollte auch das Schutzkonzept nicht alles auf eine Karte setzen, sondern in Schichten angelegt sein. Sicherheitsexperten nennen das „Defense in Depth“. Die Grundidee ist, dass auch nach einer Infektion mit Schadsoftware noch nicht automatisch alles verloren ist, sondern man realistische Chancen hat, den Eindringling zu bemerken und rechtzeitig wieder rauszuwerfen, bevor er ernststen Schaden anrichten kann.



Lockbit ist einer der großen Anbieter von „Ransomware as a Service“ und arbeitet mit Doppel-Erpressung. Wer nicht rechtzeitig zahlt (grün), dessen Daten werden auf einer eigenen Leak-Site veröffentlicht.

Der erste Verteidigungswall versucht, es dem Angreifer so schwer wie möglich zu machen, überhaupt einen Fuß in die Tür zu bekommen. Dazu gehören technische Maßnahmen, darunter Sicherheitsupdates zügig einzuspielen und konsequent Zweifaktor-Authentifizierung zu nutzen, aber auch Verantwortungsbewusstsein mit E-Mails umzugehen. Welche Windows-Einstellungen es Eindringlingen so schwer wie möglich machen, lesen Sie im folgenden Artikel. Und ab Seite 28 nehmen wir „Smart App Control“ unter die Lupe, eine neue Sicherheitskomponente, die Microsoft gerade erst in Windows 11 eingeführt hat.

Die nächste Verteidigungsschicht soll den Angreifer daran hindern, sich festzusetzen und weiter auszubreiten. Dazu gehören Härtungsmaßnahmen aller Art, also unter anderem die Nutzung von Software Restriction Policies und andere White-Listing-Lösungen. Ab Seite 32 erfahren Sie mehr dazu.

Ein wichtiger Baustein ist auch das sogenannte Monitoring und Alerting, bei dem es darum geht, Angreifer in flagranti zu ertappen. Das muss kein teures Intrusion Detection System sein. Stellen Sie Fallen und Stolperdrähte auf, die ein Angreifer mit seinem Treiben auslöst. Legen Sie dazu zum Beispiel einen ungenutzten Windows-Account auf dem System an, dessen Passwort Sie in Ihrem Arbeitsverzeichnis an passender Stelle speichern. Dann richten Sie alles so ein, dass jeder

Login einen Alarm auslöst, und Sie haben Ihren ersten Honeypot gebastelt.

Und schließlich muss man für den Ernstfall vorsorgen. Das beginnt mit guten Backups – kein Backup, kein Mitleid! – und geht bis zu vollständig ausgearbeiteten Notfallplänen. Insbesondere Firmen sollten sich vorab ganz konkret Gedanken machen, wie sie auf – die ganz sicher eintretenden! – Sicherheitsvorfälle reagieren, und das auch dokumentieren. Und zwar tunlichst nicht im Netz, das dann vielleicht schon der Angreifer kontrolliert, sondern ganz klassisch ausgedruckt auf Papier.

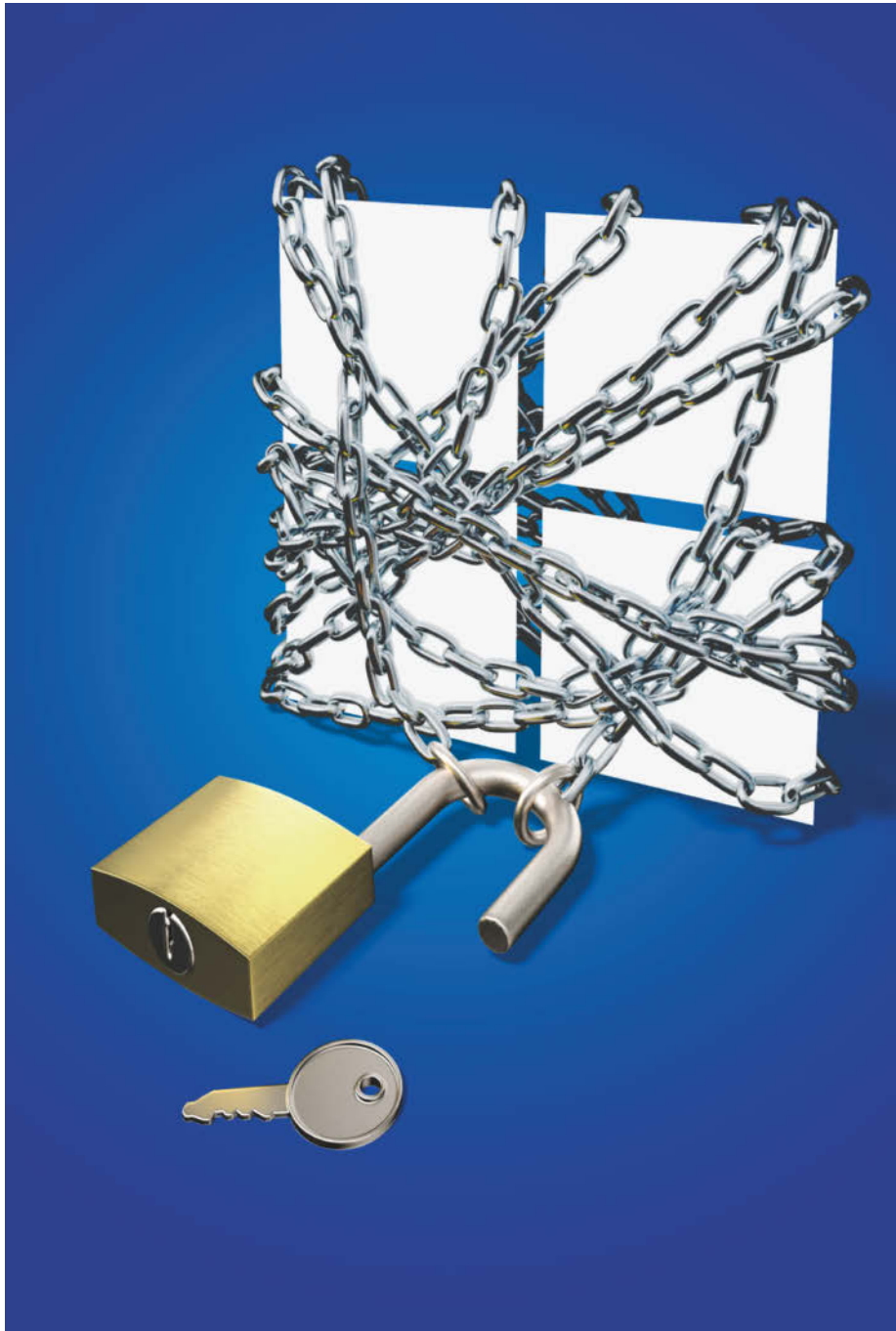
(hos@ct.de)

Jürgen Schmidt ist Senior Fellow Security bei Heise und baut mit heise Security Pro eine Community für IT-Professionals auf, in der aktuelle Angriffe, Probleme der täglichen Praxis sowie aktuelle und künftige Technik diskutiert werden: www.heise.de/heisec-pro.

Literatur

- [1] Jürgen Schmidt, MS-Office: So funktioniert der neue Office-Makroschutz: heise.de/-7164134
- [2] Mirko Dölle, Kleine Ursache, Super-GAU, Sicherheitslücke Log4Shell: Internet in Flammen, c't 2/2022, S. 10
- [3] Ronald Eikenberg, Gute Mails, böse Mails, Gefährlicher Umgang mit E-Mails, c't 19/2022, S. 16
- [4] Ronald Eikenberg, E-Mails durchleuchtet, Phishing-Mails erkennen und abwehren, c't 19/2022, S. 18
- [5] Oliver Klarmann, Microsoft und Emotet: Makroschutz in Office 365 nur für Konzerne: heise.de/-4664218

Weitere Informationen, Tools zum Download: ct.de/y3td



Windows ist in seiner Grundkonfiguration nicht einmal halbwegs sicher. Das System bringt einige Funktionen mit, die die Lage bessern – Sie müssen sie aber erst aktivieren. Hier geben wir einen Überblick, welche Funktion eigentlich was macht.

Von Jan Schüßler

So mies der Ruf von Windows in Sachen Sicherheit auch ist: Microsoft hat ein paar Funktionen eingebaut, um die inhärenten Sicherheitsprobleme zu entschärfen. Manche wie Virenwächter und Firewall sind immer serienmäßig aktiv, andere nur manchmal – und wieder andere wollen gezielt aktiviert werden oder eignen sich nicht für jeden Nutzer. Auch mit den Bezeichnungen tut Microsoft sich keinen Gefallen: Zuverlässigkeitsbasierter Schutz, SmartScreen, Smart App Control, Manipulationsschutz, Application Guard – wer soll denn da den Überblick behalten? Wir klamüsern das Wirrwarr einmal auseinander.

Das Gros der Sicherheitsfeatures hat Microsoft immerhin zentral in einer App zusammengefasst. Die gibts in Windows 10 und 11 und sie heißt einfach „Windows-Sicherheit“. Die wichtigste Rubrik darin hat den Namen **Viren- und Bedrohungsschutz**. In den „Einstellungen für Viren- und Bedrohungsschutz“ finden Sie vier Schalter: erstens für die Live-Wächterfunktion („Echtzeitschutz“), auch On-Access-Scanner genannt; zweitens für die Cloudunterstützung, die in Verdachtsfällen bei Microsoft anfragt, ob ein Verdacht begründet ist; drittens für die Erlaubnis, unbekannten und verdächtigen Programmcode bei Bedarf zur Analyse an die Microsoft-Cloud zu schicken („Automatische Übermittlung von Beispielen“); viertens für den „Manipulationsschutz“. Der bewirkt, dass zum Abschalten der anderen drei Funktionen Administratorrechte nötig sind. Wir empfehlen, stets alle vier Optionen aktiviert zu lassen. Ausnahme: Wenn Sie Softwareentwickler sind, sollten Sie die automatische Beispielübermittlung abschalten. Anderenfalls könnte jede neue

Bild: Andreas Martini

Mitgelieferte Schlösser

Wie Sie die Sicherheit von Windows mit wenigen Handgriffen verbessern

Programmversion, die Sie kompilieren, ungefragt bei Microsoft landen.

Erpressern in den Arm fallen

Außerdem finden Sie unter „Viren- und Bedrohungsschutz“ den „Ransomware-Schutz“, auch „überwachter Ordnerzugriff“ genannt. Nach unserem Eindruck ist diese schon einige Jahre bestehende Funktion zuerst in Verruf und dann in Vergessenheit geraten, weil sie sich mitunter sperrig verhält. Ist sie aktiv, dürfen nur als unschädlich bekannte Prozesse in Ihren Dokumentenordnern schreiben. Wird ein Erpressungstrojaner (Ransomware) aktiv, hindert die Funktion ihn daran, Ihre Dateien zu verschlüsseln.

Wenn Sie den Ransomware-Schutz verwenden, müssen Sie damit rechnen, dass er gelegentlich dazwischengrätscht, wenn Sie eine Datei speichern oder ändern wollen – und zwar dann, wenn Windows das Programm, mit dem Sie arbeiten, (noch) nicht als harmlos erkennt. Das kann bei eher unbekannten oder hoch spezialisierten Programmen passieren, aber auch nach einem Update einer gängigen Software. Sofern Sie sich sicher sind, dass das fragliche Programm harmlos ist, gewähren Sie ihm per „App durch überwachten Ordnerzugriff zulassen“ Schreibrechte. Außerdem können Sie mit einem Klick auf „Geschützte Ordner“ zusätzliche Orte angeben, für die der Ransomware-Schutz ebenfalls greifen soll.

Streng genommen ist diese Funktion kein echter Virenschutz, denn sie hindert den Nutzer nicht daran, schädlichen Code zu starten. Die Idee, nicht beliebige Prozesse in die eigenen Dateien schreiben zu lassen, ist allerdings gut und durchaus eine sinnvolle zusätzliche Schutzschicht. Unsere Empfehlung: Einschalten und schauen, wie sich der Ransomware-Schutz in Ihrem Alltag schlägt. Nutzen Sie nur wenige und stark verbreitete Software, stehen die Chancen gut, dass Sie ihn im Alltag gar nicht bemerken. Nehmen die Arbeitsunterbrechungen durch neue Programmversionen doch überhand, schalten Sie die Funktion einfach wieder ab – einen Versuch war es wert.

Eine Selbstverständlichkeit

Eine Firewall ist ein Grundpfeiler eines sicheren Betriebssystems. Sie schützt das System vor unberechtigten Zugriffen aus dem Netz. Die Windows-Firewall muss im Alltagsbetrieb nicht angefasst werden; nur bei wenigen Programmen fragt sie einma-

lig, ob Sie der Software die Verbindung mit dem Internet erlauben möchten.

Manuelle Eingriffe in die Firewall-Konfiguration brauchen Sie nur in Spezialfällen, wenn Sie zum Beispiel Netzwerkdienste konfigurieren oder unter bestimmten Bedingungen nur einzelnen Prozessen den Internetzugriff erlauben möchten – ein Beispiel für Letzteres lesen Sie in [1].

Ob die Firewall aktiv ist, sehen Sie in der App „Windows-Sicherheit“ unter **„Firewall und Netzwerkschutz“**. Dort können Sie sie mit einem Klick auf „Standard für Firewalls wiederherstellen“ auch auf Werkseinstellungen zurücksetzen. Das kann praktisch sein, wenn Sie die Einstellungen einmal durch falsche oder zu viele händische Eingriffe kaputtgespielt haben. Hier droht eine Falle: So manche

Anwendung, die ganz legitim ein Loch in der Firewall braucht, fragt Sie zwar, ob Sie das zulassen wollen. Doch oft erscheint diese Nachfrage nur bei einer Neuinstallation des Programms. Nach dem Zurücksetzen der Firewall kann es passieren, dass die Anwendung einfach kommentarlos nicht mehr geht. Die Abhilfe ist simpel: fragliche Anwendung erst de- und dann wieder neu installieren.

Funktionsflut

Im Bereich **„App- und Browsersteuerung“** der Windows-Sicherheit-App stecken einige Funktionen, die Sie kennen sollten. Ins Untermenü „Zuverlässigkeitsbasierter Schutz“ hat Microsoft einen ganzen Schwung von verwirrend ähnlichen und schwammig voneinander abgegrenzten Funktionen hineingestopft. Sie firmieren unter „SmartScreen“ und haben gemeinsam, dass es nicht um klassischen Virenschutz geht, sondern um Schutz vor anderer unangenehmer Software, oft auch „potenziell unerwünschte Apps“ (PUA) genannt, sowie um Betrugs- und Identitätsschutz. Ein typisches Beispiel dafür sind betrügerische Webseiten und Apps zum Zweck von Phishing, Scam und Ähnlichem, aber auch Adware, die häufig in den Installationspaketen von Gratis-Downloads steckt und unerwünschte Zusatzsoftware installiert oder Werbeflächen einblendet. Doch der Reihe nach.

Ist „Apps und Dateien überprüfen“ aktiv, hält SmartScreen auf dem PC nach betrügerischer Software Ausschau; „SmartScreen für Microsoft Edge“ zeigt eine Warnung, wenn Sie mit Microsofts Webbrowser Edge versuchen, eine Phishing-Seite oder Ähnliches aufzurufen. „SmartScreen für Microsoft Store-Apps“ erweitert diesen Schutz analog dazu auf das Verhalten von Apps aus dem Microsoft-Store.

Zudem gibts noch einen weiteren Schalter mit der etwas kantigen Bezeichnung „Potenziell unerwünschte Apps werden blockiert“. Wenn Sie ihn aktivieren, nimmt der Defender nicht nur Betrügerisches ins Fadenkreuz, sondern auch Software, die gar kein Sicherheitsrisiko darstellt, aber zu Stabilitäts- oder Performanceproblemen führen kann – so beschreibt Microsoft das zumindest.

Die Klassifizierung, was nur leistungsschädigend ist und was betrügerisch, bekommt Microsoft aber nicht immer gut hin. So blockiert SmartScreen etwa das als CPU-Stresstester beliebte Tool Prime95



Manche Funktionen von „Zuverlässigkeitsbasierter Schutz“ gehen auf Kosten der Bequemlichkeit; trotzdem empfehlen wir, alle einzuschalten.

auch dann, wenn „Potenziell unerwünschte Apps werden blockiert“ gar nicht eingeschaltet ist. Betrügerisch ist daran nichts – es lastet bloß die CPU stark aus und führt dazu, dass das System nur noch lahm reagiert, viel Leistung aufnimmt und die Lüfter rauschen. Solche Fehlalarme sind keine große Hürde; mit Klicks auf „Weitere Informationen“ und „Trotzdem ausführen“ können Sie sie übergehen.

Noch mehr Verwirrung gefällig? Unter Windows 11 gibt es im Untermenü „Zuverlässigkeitsbasierter Schutz“ noch einen weiteren Schalter namens „Phishing-Schutz“. Gemeint ist hier speziell der Schutz Ihres Windows- beziehungsweise Microsoft-Kontokennwortes, je nachdem, ob Sie sich mit einem lokalen oder mit einem Microsoft-Konto am Rechner anmelden. Bemerkt Windows, dass Sie Ihr Kennwort irgendwo eintippen, wo es nicht hingehört, grätscht eine Warnung dazwischen. Möglich ist das erstens bei verdächtigen Apps und Webseiten, zweitens, wenn Sie Ihr Kontokennwort in Apps oder auf Webseiten anderer Anbieter wiederverwerten wollen, und drittens, wenn Sie Ihr Kennwort im Klartext in ein Dokument eintippen. Letzteres war in einem kurzen Test nicht gerade verlässlich: Gegen eine Eingabe des Kennworts im Editor (notepad.exe) protestierte die Funktion, in LibreOffice-Dokumente hingegen konnten wir es ungehindert eintippen. Unsere Empfehlung: Schalten Sie alle Funktionen im Untermenü „Zuverlässigkeitsbasierter Schutz“ ein. Der bessere Schutz wiegt schwerer als ein paar übereifrige Warnungen wie bei Prime95.

Im Menü „App- und Browsersteuerung“ der App „Windows-Sicherheit“ gibt es außer dem Abschnitt „Zuverlässigkeitsbasierter Schutz“ noch ein paar weitere Untermenüs. Im „Exploit-Schutz“ finden Sie Optionen, um an Sicherheitsfunktionen von Kernel und Prozessor zu drehen, etwa der Speicherverwürfelung (Address

Space Layout Randomization, ASLR) oder der Data Execution Prevention (DEP). Bitte ändern Sie hier nichts – die Werkseinstellungen sind bereits optimal.

Wenn Sie Windows in einer Pro- oder höheren Edition verwenden und das Feature „Microsoft Defender Application Guard“ installiert haben, finden Sie unter „App- und Browsersteuerung“ den Abschnitt „Isoliertes Browsen“. Hier können Sie festlegen, welche Aktionen in einem Edge-Fenster im Application-Guard-Modus erlaubt sind (unten mehr dazu).

In Windows 11 ab Version 22H2 finden Sie unter „App- und Browsersteuerung“ außerdem die neue Funktion „Smart App Control“, die mit einem Mix aus bekannten Ansätzen vor Malware schützen will. Verwendbar ist sie nur auf einem frisch installierten Windows 11 in Version 22H2. Auf Systemen, die diese Version als Upgrade erhalten haben, können Sie Smart App Control erst aktivieren, nachdem Sie Windows auf den Werkszustand zurückgesetzt haben. Sie ist dennoch so interessant, dass wir sie separat im Artikel auf S. 28 erklären.

Hardwarenahe Sicherheitsfeatures

Die Rubrik **Gerätesicherheit** der Windows-Sicherheit-App enthält je nach Ausstattung des Systems bis zu vier Unterpunkte. Drei davon informieren lediglich über bestimmte Sicherheitsfunktionen – nämlich die Untermenüs „Sicherheitschip“ für Infos zu einem eventuellen Trusted Platform Module (TPM), „Sicherer Start“, sofern UEFI Secure Boot in der Gerätefirmware aktiv ist, sowie „Datenverschlüsselung“, wo es um die Laufwerksverschlüsselung BitLocker geht.

Einen Blick wert ist allerdings das Untermenü „Kernisolierung“ mit der Funktion „Speicherintegrität“. Hierbei handelt es sich um eine Funktion für sogenannte virtualisierungsbasierte Sicher-

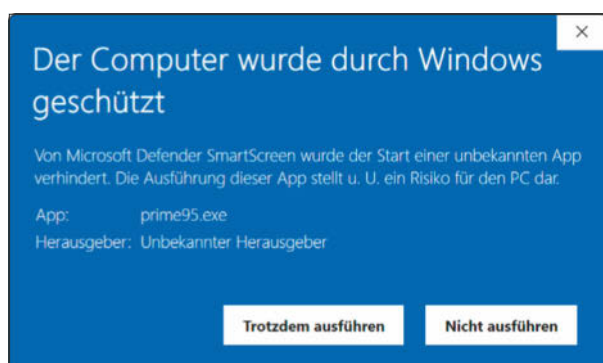
heit (VBS). Die Details zu VBS sind kompliziert, mehr dazu lesen Sie in [2]. Ist die Speicherintegrität aktiv, laufen Windows-Kernelkomponenten und systemkritische Treiber isoliert vom Rest des Systems. Die technische Grundlage dafür ist Microsofts Hyper-V-Hypervisor – deshalb „virtualisierungsbasierte“ Sicherheit.

Eine Voraussetzung, um die Kernisolierung einschalten zu können, ist eine CPU mit Hardware-Virtualisierung. Die allermeisten CPUs aus den letzten zehn Jahren haben diese Funktion; im BIOS muss sie aber eventuell erst aktiviert werden. Meist heißt sie „Intel VT“, „AMD-V“, „Secure VM“ oder ähnlich. Außerdem können Sie die Kernisolierung nicht scharfschalten, wenn in Ihrem Windows ein inkompatibler Treiber mitläuft.

Die Kernisolierung zu verwenden drückt die Systemleistung ein wenig [3]. Unser Tipp: Wenn Sie nicht gerade das letzte Quäntchen Leistung aus Ihrer Hardware herausquetschen wollen, schalten Sie die Kernisolierung ein. Aber: Ist die Funktion nicht verfügbar oder scheitert sie an einem Treiber für eine alte, aber essenzielle Hardware, investieren Sie nicht allzu viel Aufwand. Microsoft möchte zwar die Kernisolierung in Windows 11 künftig stets serienmäßig aktivieren und perspektivisch zu einer Selbstverständlichkeit machen. Am wichtigsten bleibt es aber, schon vorher einzugreifen und Malware gar nicht erst auf den PC kommen zu lassen. Sofern auf Ihrem System verfügbar, können Sie HVCI als willkommenes Security-Schmankerl ansehen – lebenswichtig ist es nicht.

OneDrive für mehr Sicherheit?

Was die App „Windows-Sicherheit“ sonst noch bietet, hat mit dem Schutz vor Schadsoftware nur wenig bis gar nichts zu tun. Eine Funktion, die Microsoft allerdings gerne auch als Schutz vor Erpressungstrojanern anpreist, ist die Synchronisierung mit OneDrive unter „Kontoschutz“. Wenn Sie die einrichten, hält Windows die Inhalte Ihrer Dokumenten-, Bilder- und sonstigen Datenordner nicht nur stets mit Microsofts Cloudspeicher synchron, sondern versioniert auch alles umgehend, was Sie an Dateien hochladen. Selbst wenn Sie sich einen Erpressungstrojaner einfangen und alle verschlüsselten Dateien ins OneDrive wandern: Über den Versionsverlauf können Sie Ihre Dateien einfach wieder auf den unverschlüsselten Zustand zurücksetzen. Natürlich



SmartScreen greift auch mal bei harmlosen Tools ein. Wenn Sie sicher sind, dass das Programm keine Gefahr birgt, können Sie die Warnung aber mit zwei Klicks übergehen.

erst, nachdem Sie den Rechner vom Trojaner befreit haben.

Wer OneDrive nutzen will, muss aber ohnehin schmerzfrei sein, was die offenkundigen Datenschutzdefizite angeht. Zudem muss das OneDrive groß genug für den eigenen Datenbestand sein. Wer mehr als 5 GByte an Dateien besitzt, kommt um ein kostenpflichtiges Abo nicht herum. Unser Tipp: Kein Backup, kein Mitleid – doch Microsofts Cloudspeicher brauchen Sie nicht, um Ihre Daten vor Ransomware zu schützen. Mit dem P2P-Tool Syncthing und einem Raspi als Datenhalde richten Sie Ihre eigene Synchronisierung ein – quelloffen, sicher, datenschutzfreundlich und ebenfalls versionierend [4,5].

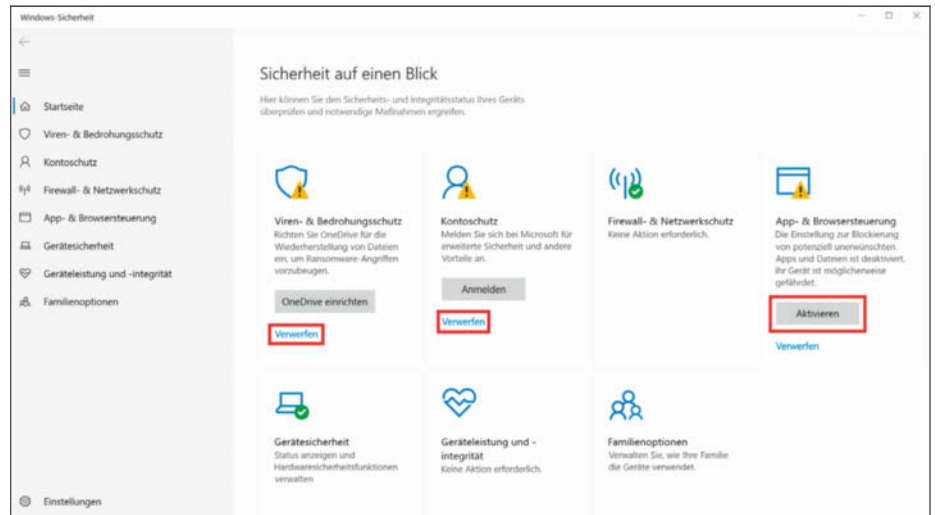
Außerhalb der Sicherheits-App

Die Benutzerkontensteuerung (User Account Control, UAC) zwingt Prozesse, die Administratorrechte verlangen, Sie vorher um Erlaubnis zu bitten. Die typischen Abfragen, bei denen der Bildschirm abgedunkelt wird und Sie die Adminrechte mit einer Ja/Nein-Abfrage bestätigen oder verweigern müssen, erscheint in der Werkseinstellung von Windows nur, wenn Sie Programme installieren wollen, nicht aber beim Verändern von Windows-Einstellungen.

UAC eine Sicherheitsfunktion zu nennen ist technisch eigentlich unsauber. Malware-Entwickler, die es darauf anlegen, können die Abfrage austricksen, und Microsoft gibt selbst zu, dass UAC keine harte Grenze zieht, sondern vor allem den Anwendern helfen soll, wachsam zu sein. Dennoch steht die laxe Werkseinstellung seit Langem in der Kritik. Insbesondere kann eine Schadsoftware Module der Microsoft Management Console (Dateiendung .msc) missbrauchen, um eine unbemerkte Rechtausweitung (Privilege Escalation) zu erschleichen – ein Beispiel dafür ist die Ransomware Erebus [6]. Unsere Empfehlung: UAC ist nicht perfekt, doch es spricht nichts dagegen, sie stets auf die höchste Stufe zu setzen. Das klappt im Handumdrehen: Windows-Taste drücken, uac eintippen, Eingabetaste betätigen und den Regler ganz nach oben schieben. Die UAC macht Windows zwar nicht im Alleingang sicher, aber die bisherigen Exploits funktionieren dann nach unserem Kenntnisstand nicht mehr.

Pro-Funktionen nutzen

Manch praktische Sicherheitsfunktion bietet Windows erst ab der Pro-Edition an.



Nicht allen Vorschlägen von Windows müssen Sie folgen – zu OneDrive gibt es gute Alternativen, und der Login per Microsoft-Konto dient vor allem dem Komfort.

Der bereits erwähnte **Microsoft Defender Application Guard** richtet sich zwar in erster Linie an Admins von Firmennetzen, kann aber auch auf Einzelplatzrechnern sinnvoll sein. Die Funktion müssen Sie zunächst über „Windows-Features aktivieren oder deaktivieren“ einschalten. Nach einem Neustart des Rechners können Sie im Webbrowser Edge rechts oben im Dreipunktmenü auf „Neues Application Guard-Fenster“ klicken. Nach wenigen Sekunden öffnet sich eine Edge-Instanz, die abgeschottet in einer virtuellen Umgebung läuft – praktisch etwa, um Webseiten aufzurufen, von deren Unbedenklichkeit Sie nicht überzeugt sind.

Ähnlich hilfreich ist die **Windows Sandbox**. Sie aktivieren sie ebenso wie den Application Guard per „Windows-Features aktivieren oder deaktivieren“. Die Sandbox ist ein schlank vorkonfiguriertes virtuelles Windows, das innerhalb weniger Sekunden startet. Schließt man das Sandbox-Fenster, werden sämtliche Änderungen an der VM verworfen. Damit eignet sich die Funktion prima, um Software auszuprobieren, ohne sie nativ auf einem Produktivsystem zu installieren.

Fazit

Windows kommt mit einigen serienmäßig inaktiven Features, die zu aktivieren Ihnen helfen kann, die Security-Misere des Systems zu entschärfen. Nicht alle davon sind für jedermann geeignet, doch es lohnt sich, sie auszuprobieren und aktiv zu lassen, wenn sie keine Probleme bereiten. So können Sie pauschal alles einschalten, was

Windows im Bereich „zuverlässigkeits-basierter Schutz“ bietet und die Benutzerkontensteuerung mit einem Handgriff verbessern. Der wenig bekannte Ransomware-Schutz „überwachter Ordnerzugriff“ fristet sein Schattendasein nach unserer Einschätzung zu Unrecht – vor allem auf Systemen, auf denen keine exotische Software läuft, sollten Sie ihm eine Chance geben.

Andere Funktionen sind nett, sofern Sie verfügbar sind, etwa die Kernisolierung und die ab der Pro-Edition enthaltenen Abschottungsfunktionen. Zeigt Ihr Windows sie nicht, müssen Sie sich aber kein Bein ausreißen, um sie zu bekommen. Erwähnt haben wir in diesem Artikel bereits die neue Funktion „Smart App Control“. Sie könnte sich auf Dauer als komfortablerer Ersatz für den Ransomware-Schutz erweisen – wie sie das macht, lesen Sie auf den folgenden Seiten. (jss@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jan Schüßler, Sparsam im Grünen, Wie Sie unter Windows das Inklusiv-Volumen Ihres Mobilfunkvertrags schonen, c't 11/2021, S. 150
- [2] Christof Windeck, Harter Schnitt, Wie Sie erkennen, ob ihr PC die Hardware-Anforderungen für Windows 11 erfüllt, c't 22/2021, S. 22
- [3] Axel Vahldiek, Und los!, Windows 11: Erste Messergebnisse, c't 24/2021, S. 50
- [4] Jan Schüßler, Ding zum Sichern, Plattform-unabhängiges Backup mit Syncthing, c't 14/2021, S. 140
- [5] Jan Schüßler, Synchrone Kopien, Raspi als enträler Backupserver mit Syncthing, c't 14/2021, S. 144
- [6] Dennis Schirmacher, Erpressungs-Trojaner Erebus umgeht erfolgreich UAC-Abfrage von Windows, heise Security, via heise.de/-3619820



Die mit dem 2022er Update eingeführte Schutzfunktion Smart App Control soll Windows 11 endlich sicher machen. Das Konzept könnte aufgehen, doch wer von dem neuen Schutz profitieren will, muss Einschränkungen in Kauf nehmen.

Von Ronald Eikenberg

Mit der neuen Sicherheitsfunktion Smart App Control nimmt Microsoft die größte Änderung am Schutzkonzept von Windows seit der Einführung des Virenschutzprogramms Windows Defender vor. Sie soll verhindern, dass das System von aktuellen und künftigen Schädlingsgenerationen befallen wird – und schützt den Anwender dabei im Wesentlichen vor sich selbst: Ist die neue Schutzfunktion aktiv, darf man nur noch ausführen, was Microsoft für unbedenklich hält.

Das Konzept dürfte insbesondere Apple-Kunden bekannt vorkommen. Die Mobilbetriebssysteme iOS und iPadOS führen seit jeher ausschließlich Apps aus, die aus dem App Store stammen und von Apple überprüft und digital signiert wurden. Das kurbelt nicht nur dem Umsatz des App Store an, es sorgt auch dafür, dass iPhones und iPads bislang weitgehend virusfrei sind. macOS ist nicht ganz so streng: Das Desktopbetriebssystem warnt zwar vor unsignierten Apps, per Rechtsklick und „Öffnen“ kann man sie jedoch trotzdem starten.

Unter Windows genießen Anwender indes alle Freiheiten und dürfen installieren und starten, was immer sie möchten. Das hat nicht nur positive Seiten, aus Security-Sicht ist das sogar höchst problematisch. Denn nicht jeder Windows-Nutzer ist dazu in der Lage, das Risiko, das von einer Datei ausgeht, angemessen zu bewerten, bevor er sie ausführt. Dies ist jedoch gerade unter Windows unerlässlich, denn das Betriebssystem steht wie kein anderes unter Beschuss der Cyberganoven. Das Resultat: Tagtäglich werden unzählige Windows-Systeme mit Malware infiziert, darunter auch kritische Ziele wie Energieversorger, Kran-

Schloss ohne Schlüssel

Die neue Windows-Schutzfunktion Smart App Control

Bild: Andreas Martini

kenhäuser und Stadtverwaltungen. Es genügt ein unbedarfter Klick und alle Räder stehen still.

Zwickmühle Windows

Microsoft steckt hier in einer Zwickmühle. Um das Problem zu lösen, wären weitreichende Änderungen nötig. Doch Windows ist historisch gewachsen und läuft auf mehr als einer Milliarde Rechner weltweit. Es ist undenkbar, auf all diesen Rechnern nachträglich etwa den Microsoft Store zur einzigen Bezugsquelle für Software zu erklären, auch wenn es der Sicherheit zuträglich wäre. Der auf manchen Rechnern beim Kauf aktive S-Modus von Windows, der genau das umsetzt, erfreut sich aufgrund solcher Einschränkungen keiner großen Beliebtheit.

Mit Smart App Control (SAC) beschreibt der Windows-Hersteller nun einen flexibleren Mittelweg: Die neue Schutzfunktion erlaubt es den Anwendern weiterhin, Programme aus beliebigen Quellen zu beziehen. Ausführen darf man sie jedoch nur, wenn SAC zu dem Urteil kommt, dass die Datei unbedenklich ist.

Das ist ein wichtiger Unterschied zu Virenschutzprogrammen: Diese schreien ein, wenn sie vermuten, dass eine Datei bösartig ist – SAC hingegen blockiert alles, was nicht unbedenklich ist. So kann Smart App Control auch Schädlinge abwehren, die noch nicht auf dem Radar des Virenwächters auftauchen. SAC ergänzt den Virenschutz und arbeitet mit beliebigen Antivirenprogrammen zusammen, da es nicht an den Windows Defender gekoppelt ist.

Doch welche Dateien sind eigentlich unbedenklich? Um das herauszufinden, befragt Smart App Control die Microsoft-Cloud. Dort läuft ein KI-Modell, das laut Microsoft täglich mit 43 Milliarden Informationshäppchen gefüttert wird. Es ist darauf trainiert, die Vertrauenswürdigkeit von Dateien zu bewerten, und liefert in Echtzeit ein aktuelles Ergebnis. Darüber hinaus überprüft SAC die digitalen Signaturen der Dateien. Weist eine Datei eine gültige Signatur auf, kann man sie auch dann ausführen, wenn die Cloud-KI kein grünes Licht gibt.

Damit sich Malware-Entwickler dieses Schlupfloch nicht zunutze machen, muss die digitale Signatur mit einem Zertifikat erstellt worden sein, das den Ansprüchen von Microsofts Authenticode-Verfahren genügt. Solche Zertifikate sind mit einem aufwendigen Verifizierungs-

prozess verbunden und kosten normalerweise mehrere hundert Euro im Jahr. So soll sichergestellt werden, dass legitime Hersteller wie Adobe oder Mozilla ein passendes Zertifikat bekommen, nicht aber die Entwickler von Schadsoftware. Aufwand und Kosten sind allerdings auch für zahlreiche Entwickler zu hoch – wer kein Geld mit seiner Software verdient, wird eher davon absehen, ein teures Zertifikat zu erwerben.

Trotz Cloud-Intelligenz und Signaturcheck kann es vorkommen, dass SAC die Ausführung einer legitimen Datei verhindert. Besonders groß ist die Wahrscheinlichkeit bei wenig verbreiteten Programmen, selbst kompilierten Binaries oder Tools, die sich theoretisch auch für Angriffe missbrauchen lassen. In diesem Fall steht man vor einem echten Problem, denn derzeit gibt es keinen Weg, die Datei trotzdem zu starten – es ist nicht vorgesehen, eine Ausnahme zu definieren.

Mark of the Web

Smart App Control nimmt auch die aktuellen Angriffstrends ins Visier, etwa Vireninfektionen durch Verknüpfungsdateien (.lnk) oder ISO-Container (siehe Seite 16). Es führt eine Liste potenziell gefährlicher Dateitypen und blockiert das Öffnen grundsätzlich, sofern die Dateien aus dem Internet stammen. Die folgenden 39 Dateitypen stehen auf der schwarzen Liste: .appref-ms, .appx, .appxbundle, .bat, .chm, .cmd, .com, .cpl, .dll, .drv, .gadget, .hta, .iso, .js, .jse, .lnk, .msc, .msp, .ocx, .pif, .ppkg, .printerexport, .ps1, .rdp, .reg, .scf, .scr,

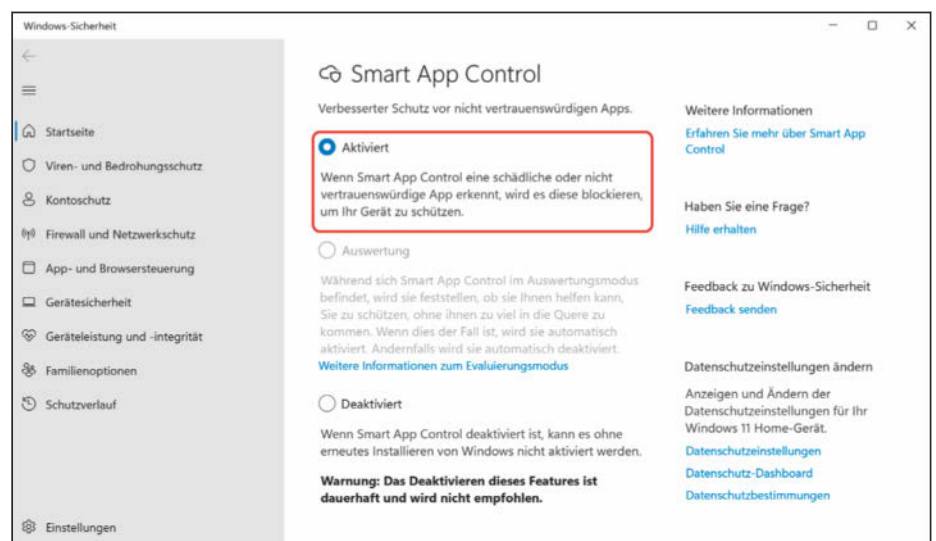
c't kompakt

- Die mit Windows 11 22H2 eingeführte Schutzfunktion Smart App Control schützt vor Schädlingen aller Art.
- Ist sie aktiv, dürfen nur noch Dateien gestartet werden, die Microsoft für unbedenklich hält oder die eine digitale Signatur tragen.
- Durch die strengen Restriktionen ist der neue Schutz nicht für alle Anwender gleichermaßen geeignet.

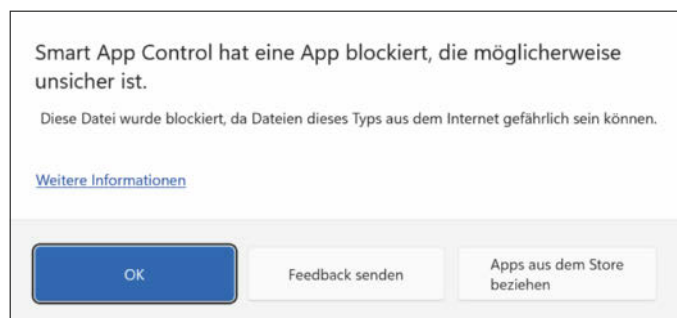
.settingcontent-ms, .sys, .url, .vb, .vbe, .vbs, .vhd, .vhdx, .vxd, .website, .wsf und .wsh.

Ob eine Datei aus dem Internet stammt, liest SAC an der Mark of the Web (MotW) ab. Dabei handelt es sich um eine Textmarkierung in den Alternate Data Streams (ADS) einer Datei, die von dem Programm gesetzt wird, das die Datei heruntergeladen hat – üblicherweise der Browser oder der Mailclient.

Ob das MotW bei einer Datei gesetzt ist, können Sie leicht selbst überprüfen: Klicken mit der rechten Maustaste auf die Datei und wählen Sie „Eigenschaften“. Befindet sich unten auf dem Registerreiter „Allgemein“ der Abschnitt „Sicherheit“ mit dem Hinweis „Die Datei stammt von einem anderen Computer. Der Zugriff wurde aus Sicherheitsgründen eventuell blockiert“, dann ist die Markierung gesetzt.



Sie können Smart App Control auch manuell einschalten. Knipsen Sie die Schutzfunktion aber wieder aus, bleibt sie dauerhaft deaktiviert.



Wenn Sie einen Blick hinter die Kulissen werfen möchten, könnten Sie den passenden ADS einsehen, indem Sie den folgenden Befehl in die Eingabeaufforderung oder ins Terminal tippen: `notepad.exe DATENAME:Zone.Identifier`.

Ist das MotW gesetzt, öffnet sich der Editor mit dem folgenden Inhalt:

```
[ZoneTransfer]
ZoneId=3
```

Die ZoneId 3 steht für das Internet. Fragt der Editor, ob er eine neue Datei erstellen soll, dann existiert kein ADS namens `Zone.Identifier` und das Mark of the Web ist somit auch nicht gesetzt. Alternativ kann man sich auch mit dem PowerShell-Befehl `get-item * -Stream Zone.Identifier -ErrorAction SilentlyContinue | select FileName` alle Dateien auflisten lassen, die das MotW tragen.

Das MotW existiert bereits seit vielen Jahren, es wurde jedoch erst vor kurzem von Microsoft wiederentdeckt: Nach einem Update für MS Office warnt die Büro-Suite sehr deutlich vor Makros, wenn anhand des MotW erkennbar ist, dass das Dokument aus dem Internet stammt [1]. Seitdem werden Office-Anwender mit einem roten Warnhinweis über die möglichen Gefahren aufgeklärt, bevor die Makros ausgeführt werden können.

Das zielt auf den wichtigsten Verbreitungsweg von Ransomware ab: Cyberganoven verschicken vor allem mit Makros gespickte Office-Dokumente, die den eigentlichen Schädling aus dem Internet nachladen und ausführen. Ist Smart App Control aktiv, können auch andere, potenziell gefährliche Dateitypen nicht mehr so leichtfertig ausgeführt werden. Ein zuverlässiger Schutz ist das MotW allerdings nicht: Mitunter geht es beim Entpacken oder Kopieren der heruntergeladenen Dateien verloren, etwa wenn das Entpackprogramm die Markie-

rung bei den ex-trahierten Dateien nicht setzt.

Nicht für jeden

Das Konzept von Smart App Control klingt schlüssig und könnte tatsächlich dazu beitragen, dass Ihr Windows von der nächsten Virenwelle verschont bleibt. Die Sache hat jedoch einige Haken. Einen davon haben wir oben schon erwähnt: Wenn SAC eine Datei blockiert, gibt es keine Möglichkeit, sie auf eigenes Risiko trotzdem auszuführen. Vermutlich möchte Microsoft so verhindern, dass der Rechner infiziert wird, wenn die Schutzfunktion mal kurz nicht hinschaut. Die einzige Ausnahme sind Dateien, die aus-

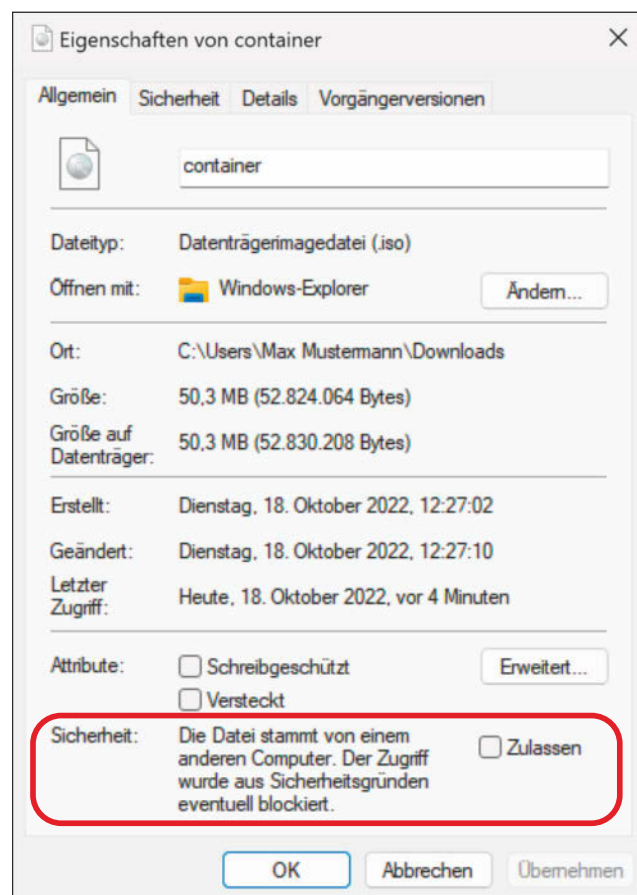
Angreifer nutzen aktuell gerne Dateiformate wie ISO zur Verbreitung von Malware. Smart App Control blockiert solche Dateien grundsätzlich, wenn sie aus dem Internet stammen.

schließlich aufgrund ihres MotW blockiert wurden: Das kann man leicht entfernen, indem man in den Dateieigenschaften unter „Allgemein“ ganz unten das Häkchen „Zulassen“ setzt.

Ob das Schutzkonzept für Sie aufgeht, hängt von Ihrem individuellen Nutzungsverhalten ab: Wenn Sie mit Windows hauptsächlich surfen oder arbeiten und weit verbreitete Software wie Google Chrome, Microsoft Office oder Photoshop nutzen, werden Sie von den Einschränkungen wahrscheinlich nichts mitbekommen, weil die Schutzfunktion ohnehin alles durchwinkt. Sind Sie hingegen ein Windows-Poweruser und probieren gerne brandneue oder exotische Tools aus, dann werden Sie mit Smart App Control möglicherweise nicht glücklich, weil es sich Ihnen immer mal wieder in den Weg stellt. Dasselbe gilt für Entwickler.

Grundsätzlich steht SAC nur nach einer Neuinstallation von Windows 11 Version 22H2 zur Verfügung. Wer ein Upgrade von einer vorhandenen Windows-Installation macht, muss das Betriebssystem zunächst über die eingebaute Reset-Funktion zurücksetzen – was einer Neuinstallation nahekommt.

Ob eine Datei aus dem Internet stammt und damit potenziell gefährlich ist, liest Smart App Control an der Dateimarkierung „Mark of the Web“ ab. Erscheint der rot markierte Abschnitt in den Dateieigenschaften, ist sie gesetzt.



SAC ist erstmal nicht eingeschaltet, sondern läuft still im Auswertungsmodus mit. In diesem Modus beobachtet es Ihr Nutzungsverhalten und versucht herauszufinden, ob die Schutzfunktion für Sie geeignet ist. In diesem Fall – und nur dann – schaltet es sich nach einiger Zeit automatisch ein. Das ist durchaus clever: So verhindert Microsoft einerseits, dass die Poweruser von Smart App Control gestört werden, andererseits erreicht die Schutzfunktion durch die Automatik jene Nutzer, die sich so gar nicht um die Sicherheit Ihres Systems kümmern und den Extraschutz deshalb am nötigsten haben.

Wer nicht abwarten möchte, bis Windows SAC einschaltet, kann auch selbst aktiv werden: Suchen Sie im Startmenü nach „Smart App Control“ und drücken Sie die Eingabetaste. Klicken Sie anschließend auf „Aktiviert“, um den Schutz scharf zu schalten. Dieser Schritt sollte allerdings wohlüberlegt sein, denn anschließend kommen Sie nicht mehr zurück in den Auswertungsmodus.

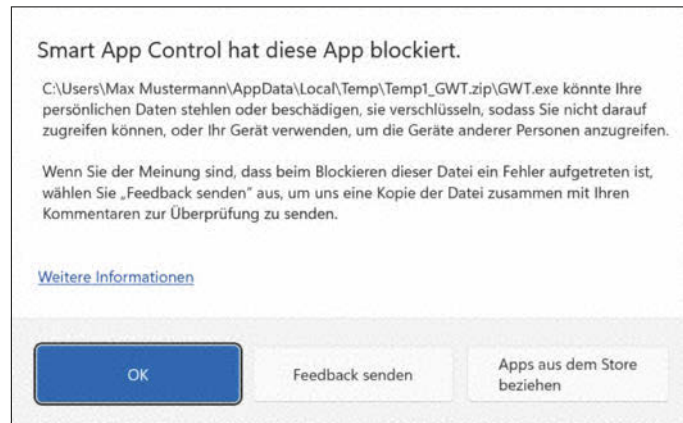
Sie können SAC zwar jederzeit durch einen Klick auf „Deaktiviert“ abschalten, aber dieser Schritt ist endgültig. Danach können Sie die Schutzfunktion erst wieder aktivieren, nachdem Sie Windows zurückgesetzt haben.

Ausprobiert

Wir haben Smart App Control einem Praxistest unterzogen, um herauszufinden, wie sich die Einschränkungen im Alltag auswirken. Begonnen hat unser Test bereits mit einer Insider-Vorschauversion von Windows 11 22H2, also noch bevor SAC eine große Verbreitung hatte. Zu diesem Zeitpunkt stießen wir häufiger auf harmlose Dateien, die wir nicht ausführen durften.

Die Situation verbesserte sich, nachdem die neue Windows-Version fertig war und an die breite Masse verteilt wurde. Offenbar profitierte die KI in der Cloud von der größeren Nutzer- und damit auch Datenbasis. Zudem dürfte die Veröffentlichung der neuen Version so manchen Software-Entwickler zum Einsatz digitaler Signaturen motiviert haben.

Dennoch stießen wir auf manche Problemfälle: So durften wir zum Beispiel das Tool gwt.exe aus dem Bausatz des c't-Notfall-Windows 2022 partout nicht starten, weil es laut Smart App Control persönliche Daten stehlen, beschädigen oder verschlüsseln könne. Ferner könne die Datei unser „Gerät verwenden, um die Geräte anderer Personen anzugreifen“.



Halt, Stopp: Wenn Smart App Control eine Datei blockiert, gibt es keine Möglichkeit, sich darüber hinwegzusetzen.

Solange SAC aktiv war, war es schlicht nicht möglich, die Datei auszuführen. Versuchsweise signierten wir die Datei mit unserem Zertifikat, das wir eigentlich für Software nutzen, die wir selbst herausgeben. So konnten wir das Tool schließlich doch noch starten – offenbar hat die digitale Signatur eine höhere Gewichtung als die Einschätzung der Microsoft-Cloud.

Die Wahrscheinlichkeit, dass Sie zufällig ein solches Zertifikat herumliegen haben, ist nicht sehr groß. Sie können sich in solchen Fällen jedoch behelfen, indem Sie die blockierte Datei in einer isolierten Windows-VM oder in der Windows Sandbox der Pro-Edition [2] ausführen. So halten Sie das Hauptsystem sauber und können darauf auch weiterhin die meisten Programme mit dem Segen von SAC ausführen. Die Verdachtsfälle öffnen Sie einfach in der abgeschotteten Umgebung ohne SAC, in der sie keinen Schaden anrichten können.

Smart App Control ist eng mit dem Windows Defender Application Guard (WDAC) verwandt, einer Schutzfunktion für Windows in verwalteten Unternehmensnetzen. Anders als WDAC, das vom Admin konfiguriert werden muss, kommt SAC mit einem festen Satz an Regeln (Policies), die automatisch aktiv sind und vor den gängigen Bedrohungen schützen sollen.

Hinter den Kulissen ist die Einführung von SAC allerdings schuld daran, dass die bisher auch in der Home-Edition inoffiziell verfügbaren Software Restriction Policies (SRP) nicht länger greifen – auch dann nicht, wenn die neue Schutzfunktion abgeschaltet ist. Über SRP war es bislang möglich, sehr detailliert vorzugeben, was auf dem System gestartet werden darf und was nicht – ein effektiver Schutz vor Schädlingen aller Art. Unser Schutz-

Tool Restrict’or (siehe Seite 32), das die SRPs komfortabel nutzbar macht, funktioniert mit der aktuellen Windows-11-Version nicht länger.

Hopp oder top

Smart App Control ist Microsofts Versuch, die Sicherheit von Windows auf die Höhe der Zeit zu bringen, ohne es sich dabei mit den Powerusern zu verschern. Wenn man sich darauf einlässt, ist das Risiko einer Virenfektion deutlich geringer. Dafür muss man sich darauf einstellen, im Zweifel eine bestimmte Datei nicht öffnen zu können, die von SAC kein grünes Licht bekommen hat.

Ob die neue Schutzfunktion für Sie geeignet ist, müssen Sie individuell entscheiden. Grundsätzlich spricht wenig dagegen, sie einfach mal einzuschalten und zu schauen, wie weit Sie damit kommen. Dieses Experiment ist jedoch nur einmal möglich: Schalten Sie es anschließend ab, bleibt es dauerhaft aus.

Auch wenn Smart App Control für Sie persönlich nicht infrage kommt, sollten Sie es im Hinterkopf behalten: Wenn Sie ein Familien-Admin sind, kann es Ihnen noch mal gute Dienste leisten. Schalten Sie es doch einfach mal ein, wenn Sie den nächsten Surf- oder Office-Rechner für die Verwandtschaft einrichten. Die Wahrscheinlichkeit, dass Ihnen dadurch so mancher durch Trojaner bedingte Notfalleinsatz erspart bleibt, ist groß.

(rei@ct.de) 

Literatur

- [1] Ronald Eikenberg, E-Mails durchleuchtet, Phishing-Mails erkennen und abwehren, c’t 19/2022, S. 18
- [2] Peter Siering, Enter Sandbox, Windows-Sandbox am Beispiel des c’t-Notfall-Windows, c’t 6/2022, S. 166



Viele Schädlinge nisten sich als ausführbare Datei in einer Windows-Installation ein. Sie können aber nicht mehr starten, wenn man per Software Restriction Policies (SRP) einschränkt, welche Dateien Windows überhaupt ausführen darf. Das ist ein wirksamer Schutz, der dem Nutzer allerdings einige Arbeit aufbürdet. Ob die lohnt, lernen Sie hier.

Von Peter Siering

Die Software Restriction Policies (SRP) stecken in jeder Windows-Version. Sie geben dem PC Regeln vor, welche Programmdateien er überhaupt ausführen darf. Wenn man die Funktion aktiviert, blockiert sie in der von Microsoft vorgegebenen Standardeinstellung alle Programmdateien mit wenigen Ausnahmen: Programme, die in regulären vertrauenswürdigen Programmverzeichnissen liegen, die aus Sicherheitsgründen nur für Administratoren beschreibbar sind, bleiben zugelassen.

Schadsoftware, die der Nutzer als E-Mail-Anhang erhält und per versehentlichem Doppelklick aufruft, startet bei aktiven SRP erst gar nicht. Einen Schädling, der sich irgendwo in den Dokumentenverzeichnissen des Nutzers niedergelassen und in die Autostarts gemogelt hat, wird Windows dann ebenfalls nicht mehr ausführen. In der Praxis ist all das etwas komplizierter und die Standardeinstellung von Microsoft nicht perfekt. Das Folgende hilft, den Schutz zu perfektionieren.

Totgesagtes

Leider stehen die Software Restriction Policies (SRP) schon seit vielen Jahren auf Microsofts Abschussliste. Bislang störte das nicht, doch in der aktuellen Windows 11 Version 22H2 ist es erstmals anders: Dort streicht die Schutzfunktion. Ob das mit voller Absicht geschah oder nur ein Seiteneffekt der Einführung von Smart App Control (siehe S. 28) ist, kommentiert Microsoft bis heute nirgends offiziell. Die Dokumentation, die SRPs offiziell beschreibt, enthielt bis Redaktionsschluss

Ausschlussverfahren

Restric'tor: Windows mit Software-Restriktionen schützen

keinen Hinweis auf eine endgültige Einstellung dieser Schutzmechanismen.

Auf allen älteren Windows-Versionen (8.1, 10, 11 in Version 21H2) wirken die SRPs weiterhin. Die SRPs funktionieren sogar in der Home-Edition von Windows, obwohl sie eigentlich für Firmennetze mit Active Directory erfunden wurden und über die dort nutzbaren Gruppenrichtlinien auf die Client-PCs gelangen. Da der Home-Version passende Werkzeug zur Konfiguration fehlt, hat c't 2017 eine Software entwickelt, den Restrict'or. Er erzeugt die Registry-Einträge, die SRPs steuern. So greifen die Schutzmechanismen auch auf den eigentlich nicht vorgesehenen Windows-Editionen und sind auch auf den anderen bequem und ohne Active Directory nutzbar.

Der Restrict'or liefert obendrein Schützenhilfe beim Erstellen des Regelwerks. Er generiert zum einen einige aus unserer Sicht sinnvollen Basisregeln, damit Sie sich nicht selbst aussperren. Zum anderen hilft er dabei, die neuralgischen Punkte im Dateisystem zu finden: Die Rechte in einer Windows-Installation sind oft so gesetzt, dass Schädlingen Tür und Tor offen stehen. Sie könnten in diversen ungeschützten Verzeichnissen zusätzlichen Programmcode ablegen und starten. Mit dem Restrict'or finden Sie solche Verzeichnisse und bringen dort mit einem Klick passende Schutzmaßnahmen in Stellung.

SRP in Aktion: Wenn nach Konfiguration der Schutzfunktion unerwünschte Programme starten, kommt diese spröde Meldung.

Diese App wurde vom Systemadministrator gesperrt.

Wenden Sie sich an den Systemadministrator, um weitere Informationen zu erhalten.

In Zwischenablage kopieren

Schließen

Das Einrichten ist leider keine einmalige Aktion: Viele moderne Programme torpedieren den SRP-Ansatz, etwa weil sie in den Verzeichnissen des Benutzerprofils residieren wollen, die sich nicht sinnvoll vor Schreibzugriffen schützen lassen. Für solche Fälle sehen die SRPs spezielle Ausnahmen für einzelne Programmdateien vor, die anhand einer Prüfsumme (eines Hashes) unabhängig vom Speicherort eines Programmes das Ausführen erlauben. Auch hierbei unterstützt Sie der Restrict'or, doch den Anstoß dazu müssen Sie jeweils selbst geben.

Da sich seit der Einführung des Restrict'ors die nötigen Schritte zum Einrichten im Wesentlichen nicht geändert haben, machen wir unsere vormals dazu veröffentlichten Artikel kostenlos zugänglich; Sie finden diese über ct.de/restrictor oder ct.de/yea8. Die folgenden Hinweise fassen das Wichtigste zusammen und gehen auf einige wenige Neuerungen ein, die die ursprünglichen Artikel noch nicht berücksichtigen. Wenn der Restrict'or für Sie neu ist, empfehlen wir nicht nur diesen Artikel zu lesen, sondern auch die kosten-

los zugänglichen Artikel, besonders wenn Sie sich zum dauerhaften Einsatz entschließen.

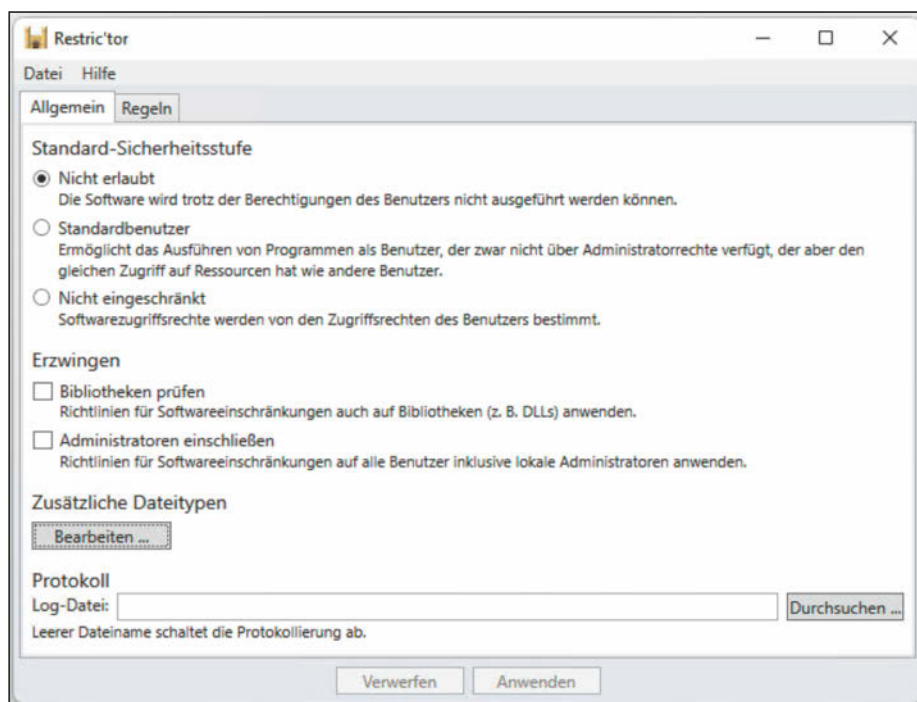
Wenn Sie das Zip-Paket mit dem Restrict'or via ct.de/yea8 heruntergeladen und entpackt haben, kopieren Sie die enthaltene EXE-Datei am besten in ein Verzeichnis „Tools“ unterhalb von „C:\Programme“. Das werden Sie durch eine UAC-Abfrage bestätigen müssen. Anschließend können Sie Restrict'or starten, was erneut die UAC auf den Plan ruft, denn er benötigt Administratorrechte.

Testen statt tasten

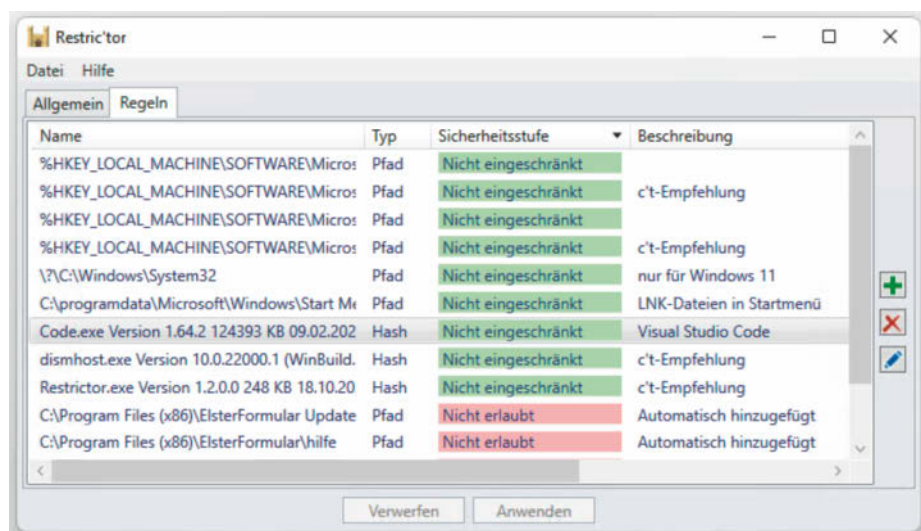
Unsere damalige Empfehlung für den Einstieg bestand darin, zunächst nur das Protokoll einzuschalten, um zu einer Liste der aufgerufenen Programme zu kommen. Aus heutiger Sicht raten wir dazu, direkt loszulegen: Wählen Sie im Menü „Datei“ den Punkt „c't-Empfehlung laden“ aus, betätigen Sie den Knopf „Anwenden“ und starten Sie Windows neu (nicht immer wirken Änderungen an den SRPs sofort, gehen Sie auf Nummer sicher). Anschließend wird Ihr PC nur noch Programme ausführen, die in den einschlägigen Ordnern einer Windows-Installation liegen, also in C:\Windows, C:\Programme und C:\Programme (x86).

Wenn Sie die SRP-Blockade für ein Programm übersteuern wollen, können Sie es mit der rechten Maustaste im Menü „Als Administrator ausführen“. Den Restrict'or können Sie ohne diesen Kniff aufrufen, er trägt für sich selbst eine Ausnahmeregel mit einem Hash ein, sodass er auch aus jedem beliebigen Verzeichnis noch startet. Anschließend sollten Sie testen, ob alle für Sie essenziellen Programme noch starten. Meist zeigt SRP eine Fehlermeldung, wenn es eingreift, aber nicht immer.

Hilfreich ist es deshalb, die Ereignisanzeige zu starten und dort eine benutzerdefinierte Ansicht einzurichten, die alle Meldungen aus der Quelle „Software Restriction Policies“ im Anwendungsprotokoll anzeigt. Nur dort finden Sie wirklich heraus, wo Windows wegen der für die SRP hinterlegten Einstellungen einschreitet. Längst nicht jede Intervention wirft überhaupt die typische Fehlermeldung aus, mit der Windows klarmacht, dass ein Programm blockiert ist.



Im Datei-Menü des Restrict'ors steckt die Funktion „c't-Empfehlung laden“. Nach dem Anwenden schützen die SRP die Windows-Installation wirksam vor Schadcode, der in ausführbaren Dateien daherkommt.



Für dauerhaften Einsatz sollten Sie das Regelwerk verfeinern. Wir empfehlen über die als „nicht eingeschränkt“ markierten Regeln hinaus, die Windows-Verzeichnisse auf beschreibbare Ordner zu überprüfen und als „nicht erlaubt“ zu ergänzen.

Nach einer Weile werden Sie dort allerdings Warnungen finden, weil die regelmäßig automatisch gestarteten Update-Helfer von Programmen scheitern. Dazu kommt es, wenn sie nicht in den einschlägigen Ordnern für Programme liegen, sondern in den Verzeichnissen des Benutzerprofils (in der Regel in AppData). Dort führt Windows bei aktiven SRPs sicherheitshalber keine Programme aus: Die Updates finden also nicht statt. Wenn Programme keine Option bieten, um sie in die einschlägigen Verzeichnisse zu installieren, bleibt als Behelf nur eines: Starten Sie das Programm dann und wann als Administrator, damit sein Updater zum Zuge kommen kann.

Tun und lassen

Apropos Installation: Software, die in einer MSI-Datei daherkommt, startet unter Aufsicht der SRPs nicht per Doppelklick den Installer: Sie müssen sich zunächst als Administrator anmelden, etwa in einer Eingabeaufforderung oder im Windows-Terminal, und dort den Windows-Installer aufrufen, indem Sie den Dateinamen der MSI-Datei eingeben; zuvor müssen Sie gegebenenfalls ins Verzeichnis wechseln, in dem die Datei liegt. Ein Eintrag im Kontextmenü für MSI-Dateien in der Art „Als Administrator installieren“ hielt Microsoft nicht für nötig.

In den Artikeln zum Restrictor 2017 hatten wir noch behauptet, dass LNK-Dateien, also die Verknüpfungen im Windows-Explorer ungefährlich seien. Das stimmt so längst nicht mehr: Malware-Autoren haben sie als Weg entdeckt, um

Schadcode einzuschleusen. Insofern empfiehlt es sich heutzutage, dem Vorschlag Microsofts zu folgen und LNK-Dateien über den Restrictor als Typ für ausführbaren Code auf die SRP-Blacklist zu setzen.

Wenn Sie das tun, sollten Sie aber unbedingt auch eine Pfad-Regel für das Verzeichnis vorsehen, aus dem Windows einen Teil der systemweit, also für alle Nutzer sichtbaren Einträge des Startmenüs zusammenpuzzelt. Tragen Sie dort mit der Sicherheitsstufe „Nicht eingeschränkt“ den folgenden Pfad ein: „C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Start Menu\“. Nun sind die meisten per Verknüpfung realisierten Einträge im Startmenü auch benutzbar. Das ist unbedenklich, weil das Verzeichnis nur für Administratoren beschreibbar ist.

Seit der Veröffentlichung des Restrictors hat Microsoft an vielen Stellen in Windows gedreht. Dabei ist bezogen auf SRPs nur ein uns bekanntes Detail kaputtgegangen: Unter Windows 11 öffnet sich nach dem ersten Aktivieren der SRPs mit der c't-Empfehlung die Einstellungsseite für „Viren & Bedrohungsschutz“ nicht mehr. Wenn Sie jedoch eine spezielle Pfad-Regel eintragen, zeigt auch Windows 11 diese Einstellungen wieder an: Fügen Sie dazu den Pfad „\?C:\Windows\System32\“ im Restrictor über den Reiter „Regeln“ als „Nicht eingeschränkt“ hinzu.

Folgende Funktionen des Restrictors empfehlen sich tendenziell nicht: Wenn „Bibliotheken prüfen“ gesetzt ist, würden die SRPs sich nicht nur um direkt ausführbare Dateien (EXE, BAT, CMD ...) küm-

mern, sondern auch um DLLs. Das erhöht die Sicherheit zwar erheblich, verlangsamt Windows aber unter Umständen, verursacht bei einigen Programmen Update-Schluckauf und ist so nur für Paranoiker interessant. Geradezu gefährlich ist „Administratoren einschließen“ – wenn es dumm läuft, sperren Sie sich damit aus Ihrem PC aus und können sich nur über holprige Umwege wieder Zutritt verschaffen (die alten via ct.de/yea8 kostenlos erhältlichen Artikel vertiefen die nötigen Maßnahmen).

Rück- und Ausblick

SRPs tun sich schwer mit der neuesten Softwaremode, sprich Programmen, die Browser-technik als Basis nutzen und sich in den Benutzerprofilverzeichnissen installieren wollen, also unter C:\Users in den AppData-Verzeichnissen. Die Schutztechnik stammt eben aus einer anderen Zeit, in der Softwareentwickler Anforderungen bezüglich der Programmverzeichnisse noch ernst nahmen. Insofern eignen sich die SRPs vor allem für PCs, die mit Software bestückt werden, die sich in den eigentlich vorgesehenen Verzeichnissen daheim fühlt.

Je weniger der Nutzer installiert, desto besser dichtet der Mechanismus ab. Für betreute Benutzer, die ohnehin selbst keine Software einrichten, ist er ideal; mit jeder Software klappt das leider nicht, weil unter Umständen die Updates versiegen. Gegen alle Gefahren schützt er nicht: Code, der über Sicherheitslücken in Viewern mit den Daten auf den PC gelangt, können die SRPs nicht erkennen. Das heißt auch, dass es weiterhin wichtig bleibt, regelmäßig Updates zu installieren. Wer viel Software mal eben ausprobiert, selbst entwickelt oder Skripte schreibt, wird mit den SRP eher selten glücklich.

Dass Microsoft in der neuesten Windows 11 Version 22H2 mit der Einführung von Smart App Control die SRP-Schutzfunktion ruiniert hat, bestätigt die verbreitete These, dass die Home- und Pro-Edition von Windows nur zweitklassigen Sicherheits-Support erhalten. Unterm Strich ist das sehr ärgerlich, weil damit eine alternativlose Schutzfunktion fällt – all die neuen zauberhaften Techniken wie Device Guard, AppLocker & Co. setzen schon die Enterprise-Edition voraus, und das moderne Smart App Control erlaubt dem Nutzer keinerlei Eingriffe. (ps@ct.de)

Kostenlos zugängliche, vertiefende Artikel zu Restrictor und SRP: ct.de/yea8

A man with a beard and short hair, wearing a dark blue polo shirt, is seated in a cockpit. He is looking intently at a large, curved digital display in front of him. The display shows a 3D topographical map of a mountain range with a lake. The cockpit's instrument panel is visible, featuring various gauges and control buttons. The man's right hand is resting on the control yoke, and he is wearing a ring on his ring finger.

Think differently to make the impossible happen

Start your career at Airbus

Airbus pioneers sustainable aerospace for a safe and united world. The Company constantly innovates to provide efficient and technologically-advanced solutions in aerospace, defence, and connected services. In commercial aircraft, Airbus offers modern and fuel-efficient airliners and associated services. Airbus is also a European leader in defence and security and one of the world's leading space businesses. In helicopters, Airbus provides the most efficient civil and military rotorcraft solutions and services worldwide.

Join us: www.airbus.com/careers

AIRBUS

Gesichtserkennung im Visier von Datenschützern

Dass KI-gestützte Gesichtserkennung in der EU datenschutzrechtlichen Schranken unterliegt, könnte das US-Unternehmen Clearview AI teuer zu stehen kommen. Strafzahlungen im zweistelligen Millionenbereich stehen im Raum, weil Clearview AI Bilder ohne Einwilligung nutzt.

Das US-Unternehmen Clearview AI hat massiven juristischen Ärger in der EU. Ende Oktober verhängte die französische Datenschutzbehörde CNIL ein Bußgeld von 20 Millionen Euro, gemäß DSGVO die Höchstsumme. Zuvor setzte es bereits in Italien und Großbritannien Millionenstrafen gegen Clearview AI. Der Vorwurf lautet stets: Ohne Wissen der Bürger grast das Unternehmen soziale Netze nach Namen und Fotos ab und verarbeitet die Daten biometrisch.

Clearview AI selbst behauptet, mehr als 20 Milliarden Fotos von Personen aus aller Herren Länder gesammelt zu haben. In „Fallbeispielen“ zeigt das Unternehmen auf seiner Website, wie Strafverfolger mit seinem System angeblich Mörder, Schmuggler und Betrüger identifizieren.

Die Behörde gibt Clearview AI nun zwei Monate Zeit, die Daten aller französischen Bürger zu löschen. Folge das Unternehmen der Anweisung nicht, werde zusätzlich für jeden weiteren Tag ein Zwangsgeld von 100.000 Euro fällig. Ob das Unternehmen Rechtsmittel gegen die diversen Bußgelder eingelegt hat, ist bislang nicht bekannt. Nach eigener Aussage verfügte Clearview AI 2021 über 130 Millionen US-Dollar Kapital. Die Strafen könnten das Unternehmen folglich empfindlich treffen.

Derweil geriet auch Googles Gesichtserkennung ins Visier. Im US-Bun-

desstaat Texas wirft die Generalstaatsanwaltschaft der Konzernmutter Alphabet vor, biometrische Profile von Personen ohne deren Zustimmung zu erstellen. Außer um die Gesichtserkennung geht es auch um die Stimmerkennung. Die eingereichte Klage greift Funktionen von Google Fotos und Nest an, die Bilder und Videos mit bestimmten abgebildeten Personen bündeln. In der Klageschrift nennt Generalstaatsanwalt Ken Paxton, der immer wieder gegen die großen US-Tech-Konzerne vorgeht, die Kamera des Nest Hub Max „eine moderne Form von Saurons alles sehendem Auge“. (hob@ct.de)



Seltenes Glück: 2020 durfte ein CBS-Reporter eine exemplarische Clearview-AI-Fahndung nach sich selbst abfilmen und darüber mit Unternehmenschef Hoan Ton-That sprechen.

TikTok: Neue Funktionen für Live-Videos

TikTok hat neue Funktionen und Regeln für Videoschaffende auf seiner Plattform vorgestellt. Dazu zählt, dass ab dem 23. November das **Mindestalter für diese sogenannten Creator von 16 auf 18 Jahre angehoben** wird. Wer jünger ist, darf keine Videos mehr hochladen. TikToker können zudem bald auswählen, ob ihre Live-In-

halte nur Erwachsene erreichen sollen oder auch jüngere Zuschauer. Allerdings ist die Wirksamkeit dieser Maßnahmen mehr als fraglich, weil TikTok keine wirksame Alterskontrolle unterhält.

Um Hassnachrichten und Bullying zu unterbinden, sollen Creator die Kommentare zu ihren Live-Videos automatisch

filtern lassen können, sodass bestimmte Begriffe nicht auftauchen. Bald will der Videodienst einschlägige Schlagworte automatisch vorschlagen. Die Multi-Guest-Funktion wurde erweitert. Statt wie bisher nur mit zwei Gästen können Creator Live-Events nun mit bis zu fünf Gästen veranstalten. (jo@ct.de)

Kurz & knapp

In **Googles Messenger** können Nutzer jetzt direkt auf einzelne Mitteilungen antworten. Außerdem kann die App nun Sprachnachrichten mithilfe von Machine Learning transkribieren. Mit seinem Messenger und dem zugrundeliegenden offenen Standard RCS versucht Google seit Jahren, WhatsApp, iMessage und anderen geschlossenen Systemen etwas ent-

gegenzusetzen – mit vergleichsweise geringem Erfolg.

WhatsApp-Nutzer können nun ihren Online-Status verbergen. Die betreffende Einstellung findet sich in der App unter Konto/Datenschutz, und dort unter dem Punkt „Zuletzt online/Online“.

Kontaktloses Bezahlen ist für viele Alltag: Nach einer Umfrage des Digitalbranchenverbands Bitkom haben 90 Prozent der Befragten in den Monaten Juli bis September mindestens einmal mit Karte, Smartphone oder Smartwatch kontaktlos bezahlt. Knapp die Hälfte davon gab an, mehrmals die Woche kontaktlos zu bezahlen.

Habeck verspricht schnelleren Smart-Meter-Rollout

Bislang haben in Deutschland die wenigsten Haushalte einen vernetzten Stromzähler. Um das zu ändern, will Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck erstmals „Rollout-Ziele“ definieren und die Regeln für den Transport der Geräte vereinfachen.

Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck will vernetzten Stromzählern in Deutschland mit einer Novelle des Messstellenbetriebsgesetzes (MsbG) zum Durchbruch verhelfen. „Wir wollen mit dem Gesetz die Hürden, die das bisher verhindert oder erschwert haben, möglichst wegräumen“, sagte der Grünenpolitiker Ende Oktober auf einer Veranstaltung der Deutschen Energie-Agentur Dena. „Es ist nicht mehr akzeptabel, dass wir nicht weiterkommen.“

Die Reform soll erstmals einen „verbindlichen gesetzlichen Fahrplan mit Rollout-Zielen“ schaffen. Nähere Informationen zu diesen Zielen nannte das Bundeswirtschaftsministerium auf Anfrage von c't jedoch nicht. Bislang müssen Messstellenbetreiber lediglich Verbraucher mit sehr hohem Stromverbrauch (über 6000 kWh/Jahr) oder mit einer PV-Anlage mit mehr als 7 Kilowatt oder mit einer vom Netzbetreiber steuerbaren Wärmepumpe mit einem Smart Meter ausstatten – und das auch nur soweit „wirtschaftlich vertretbar“.

Außerdem will Habeck die Regeln für Lagerung und Transport von Smart Metern vereinfachen. Dafür sollen künftig „alle Wege möglich sein, auch der Postweg“. Bislang müssen die Geräte in speziellen Boxen mit Schließsystem transportiert werden („Sichere Lieferkette“). Smart Meter seien „hochsicher“, daher sollte man „nicht zu ängstlich sein, dass diese Geräte dann noch auf dem Weg vom Hersteller zum Einbauort manipuliert werden“, sagte Habeck. Es sei aber auch wichtig, das Vertrauen der Bürger in die Technik nicht zu gefährden. Die gesellschaftliche Akzeptanz könne „über die Wupper



Bild: Xander Hein/photothek.de

Man dürfe „nicht zu ängstlich sein“, dass Smart Meter während des Transports manipuliert werden, sagte Wirtschaftsminister Habeck Ende Oktober.

gehen“, wenn Smart Meter gehackt oder Verbraucherdaten gesammelt und missbraucht würden. Habeck will den Gesetzentwurf im November mit anderen Ministerien abstimmen, dann dürfte der Text auch an die Öffentlichkeit gelangen.

Deutschland hinkt anderen europäischen Ländern wie Italien oder Schweden bei der Verbreitung vernetzter Stromzähler weit hinterher – nach Expertenschätzungen sind hierzulande erst wenige hunderttausend Exemplare in Betrieb.

Smart Meter senden Netzbetreibern regelmäßig Daten über den Stromverbrauch eines Haushalts und helfen ihnen so bei der Lastplanung. Gleichzeitig ermöglichen sie Stromtarife mit stundengenauer Abrechnung und erlauben dadurch zum Beispiel, E-Autos automatisch dann zu laden, wenn der Strom besonders günstig ist. Obendrein erhalten Stromkunden ihre täglichen Verbrauchsdaten, was beim Energiesparen helfen kann.

Die Preise für Smart Meter sind gesetzlich gedeckelt und richten sich nach dem Jahresverbrauch. Bei einem Stromverbrauch von 6000 kWh im Jahr dürfen Messstellenbetreiber beispielsweise maximal 60 Euro im Jahr berechnen. Haushalte mit geringerem Stromverbrauch können ebenfalls den Einbau eines Smart Meter verlangen, dann gelten jedoch die Preisobergrenzen nicht. (cwo@ct.de)



Save the Children

Hunger ist das Letzte.



**Wir haben die Chance, etwas dagegen zu tun.
Bitte spenden Sie zu Weihnachten mit Ihrem
Unternehmen für Kinder in Not.**

Unser Spendenkonto

IBAN: DE92 1002 0500 0003 2929 12

Stichwort: Gemeinsam gegen den Hunger

www.savethechildren.de/wir-helfen



Böhmermanns Beitrag

BSI: Das Ziel der Unabhängigkeit wackelt

Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik soll unabhängiger werden – so steht es im Koalitionsvertrag der Ampelregierung. Doch nach der Kaltstellung des Präsidenten Arne Schönbohm stellt die SPD dieses Ziel infrage.

Von Falk Steiner

Plötzlich stand das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) im Scheinwerferlicht: ZDF-Entertainer Jan Böhmermann berichtete Anfang Oktober über die Rolle des BSI-Präsidenten Arne Schönbohm bei dem umstrittenen „Cyber-Sicherheitsrat Deutschland e. V.“. Schönbohm hatte den Verein mitgegründet und war bis 2015 dessen Vorsitzender. In späteren Jahren fiel dann auf, dass der Verein wenig Distanz zu russischen Geheimdienstkreisen hielt und ab 2020 gehörte zu seinen Mitgliedern die Firma Infotecs, deren russisches Mutterunternehmen von einem Ex-KGB-Mitarbeiter gegründet worden war.

Schönbohm trat im August zum zehnjährigen Jubiläum des Vereins als Festredner auf. Nachdem Böhmermann das thematisierte, untersagte Bundesinnenministerin Nancy Faeser (SPD) dem BSI-Präsidenten die Ausübung seines Amtes – ohne jedoch Belege für ein Fehlverhalten Schönbohms vorzulegen. Und auch Böhmermann hatte Schönbohm außer dem Jubiläumsauftritt kaum konkrete Vorwürfe gemacht. Nach der Ausstrahlung deckten Reporter zudem auf, dass das Bundesinnenministerium (BMI) den Auftritt Schönbohms genehmigt hatte.

Kurz darauf kam heraus, dass Bundesnachrichtendienst (BND) und Verfassungsschutz (BfV) dem BSI nicht trauen. Der BND überwachte die russische Firma Infotecs, das BfV zeitweise wohl den Chef des Cyber-Sicherheitsrats e. V. – ohne aber die BSI-Spitze zu informieren, trotz des gemeinsamen Nationalen Cyberabwehrzentrums. Die Bonner Behörde geht nun vorerst kopflos und mit ramponiertem Ruf durch eine Zeit, in der – laut frisch erschienenem BSI-Lagebericht – die „Bedrohung so hoch wie noch nie“ ist. Wie es mit Schönbohm nun weitergeht, blieb bis Redaktionsschluss dieser c't offen.

Streit in der Ampel

Dabei hatte die Ampelkoalition große Pläne für die Cybersicherheitsbehörde: „Wir leiten einen strukturellen Umbau der IT-Sicherheitsarchitektur ein, stellen das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) unabhängiger auf und bauen es als zentrale Stelle im Bereich IT-Sicherheit aus“, heißt es im Koalitionsvertrag von SPD, Grünen und FDP.

Doch nun denken manche eher in die entgegengesetzte Richtung. „Die Anforderungen der Zeitenwende bedeuten auch, alte Denkansätze der zurückliegenden Koalitionsverhandlungen zu hinterfragen“, sagt Sebastian Hartmann, Innenpolitiker der SPD, auf c't-Anfrage. „Die enorme Bedeutung des BSI für den Schutz unserer kritischen Infrastrukturen verlangt meines Erachtens nach einer weitergehenden Aufsicht, gerade auch durch parlamentarische Kontrolle.“

Das kommt einem Frontalangriff auf Grüne und FDP gleich, die das BSI am liebsten aus der Sicherheitsbehörden-Logik herauslösen wollten. Die FDP wollte es ursprünglich einem zu gründenden Digitalministerium zuschlagen. Zwar sei das nun nicht mehr möglich, sagt Maximilian

Funke-Kaiser, FDP-Digitalpolitiker im Bundestag. „Nichtsdestotrotz lässt sich die Unabhängigkeit des BSI ebenso mit dem Bundesinnenministerium sicherstellen, wenngleich schwieriger. Ansonsten gilt für uns der Koalitionsvertrag.“

„Erhebliche Interessenkonflikte“

Aus Sicht von Konstantin von Notz, Innenpolitiker der Grünen, kam es immer wieder „zu ganz erheblichen, offenkundigen Interessenskonflikten“ zwischen dem BSI und dem BMI. „Das haben die letzten Wochen ja gerade noch einmal deutlich gezeigt.“ Das BSI müsse deshalb zumindest in Teilen unabhängiger und zum Beispiel zentrale Anlaufstelle für das Schwachstellenmanagement werden. „Das Innenministerium ist in der Pflicht, hier schnellstmöglich für die notwendige Klarheit zu sorgen“, forderte von Notz. Eine vollständige Unabhängigkeit sei aber nie das Ziel gewesen.

Auch für Haya Shulman, Informatikprofessorin an der Goethe-Universität Frankfurt, wäre dies nicht erstrebenswert. Politik und Cybersicherheit seien sehr stark verzahnt, sagt sie. Cybersicherheit könne nicht rein technisch betrachtet werden, aber auch nicht rein politisch. „Politische Entscheidungen müssen die technischen Gegebenheiten berücksichtigen und auch technisch umsetzbar sein, sonst sind sie nicht effektiv“, so Shulman. Wichtig sei, dass „die politische Verantwortung auch beim BMI liegt“.

Ob das BMI seiner Verantwortung für das BSI zuletzt gerecht geworden ist, darüber wird nun gestritten. Schönbohms Abberufung durch die Innenministerin überzeugt die Koalitionspartner bislang nicht: Faeser müsse, sagt von Notz, „die weitere Sachaufklärung sehr entschlossen vorantreiben“, damit die Reputation des BSI nicht noch weiter geschädigt werde. (cwo@ct.de) **ct**



Bild: Oliver Berg/dpa



Homepage Fresh

12 .de-Domains inklusive

- > Kostenlose SSL-Zertifikate für alle Domains
- > Viele 1-Klick-Apps inklusive
- > Webbaukasten
- > Webkonferenzlösung
- > 100 GB Webspace
- > 1.000 E-Mail-Adressen
- > 100 GB E-Mail-Speicher
- > 100 MySQL-Datenbanken

DAUERPREIS

2,29

€/Monat*



**Verlängert bis
30.11.2022!**

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/fresh**

Dicker Überflieger

Asus TUF Gaming GeForce RTX 4090 24GB OC im Test

Die erste Grafikkarte im Testlabor mit Nvidias neuer GeForce RTX 4090 stammt aus Asus' TUF-Gaming-Reihe. Sie pulverisiert geradezu die bestehenden Höchstwerte in den c't-Benchmarks und ist mit optionalem Silent-BIOS sogar richtig leise. Dafür ist ihr Preis aber auch gepfeffert.

Von Carsten Spille

Wir waren gespannt auf die Testergebnisse der GeForce RTX 4090, denn Nvidias Leistungsversprechungen klangen verlockend: Bis zu viermal so schnell wie bisherige High-End-Karten sollte die RTX 4090 werden und damit auch 4K-Gaming in maximaler Detailstufe mit hoher Bildrate stemmen. Das klappte mangels passender Software zwar (noch) nicht, aber auch mit Faktor 2 in realer Spieleleistung gegenüber Nvidias GeForce RTX 3090 braucht sich die RTX 4090 keinesfalls zu schämen. Doch nicht nur die Leistung macht einen Sprung, selbst die hohen Preise, die Nvidia für die eigenen Karten empfiehlt, werden von den Grafikkarten der Fertigungspartner noch übertroffen, sodass eine RTX 4090 derzeit mehr als 2000 Euro kostet. Über die technischen Details der 24-GBYTE-Karte haben wir in [1] bereits geschrieben, eine Übersicht über Taktraten, Shader-Einheiten und Co. finden Sie in der Tabelle.

Asus selbst verlangt für die TUF Gaming OC in seinem Webshop derzeit rund 2220 Euro, so viel also, wie zu besten Zeiten des Krypto-Mining-Booms für die inzwischen halb so teure RTX 3090 fällig wurde. Wer bereit ist, die Riesensumme zu zahlen, bekommt ein wahres Monster von Grafikkarte – auch abseits der Performance. Mit über 2,3 Kilogramm Gewicht, knapp 35 Zentimetern Länge und offiziell

len 3,65 Slots Breite muss man schon sehr viel Platz im PC-Gehäuse freiräumen. Asus legt eine GPU-Stütze bei, damit die Karte sich nicht durchbiegt. Im Leerlauf und bei geringer Last stehen die drei 10-Zentimeter-Lüfter still und die Karte allein schluckt mindestens 20 Watt, mit vier angeschlossenen Displays sogar knapp 37.

In Spielen erreicht sie im Dauerbetrieb ihre nominelle TDP von 450 Watt kaum, wir maßen 404 Watt mit kurzzeitigen Spitzenaussschlägen von nur 421 Watt. Letztere liegen bei vielen anderen Grafikkarten deutlich weiter über den Dauerlastwerten, hier haben die Asus-Ingenieure gut gearbeitet. Die Leistungsaufnahme gilt sowohl für das voreingestellte Performance- wie für das optional per Schieber aktivierbare Quiet-BIOS. Letzteres kostet kaum messbar Leistung, beruhigt aber die Lüfter von lauten 2,5 auf angenehme 0,9 Sone – ein sehr guter Wert für eine hochgezüchtete Grafikkarte. Dafür steigt die GPU-Temperatur allerdings um ein paar Grad Celsius an.

Rasend schnell

Auch wenn der Boost-Takt offiziell mit 2595 MHz im per Tool aktivierbaren OC-



Die Asus TUF Gaming GeForce RTX 4090 24GB OC ist ein riesiger Apparat, dem es in vielen PC-Gehäusen zu eng wird. Speziell die Länge von 35 Zentimetern dürfte oft für Probleme sorgen.

Modus angegeben ist, liegen in Spielen meist 2750 MHz an, in Blender-Szenen sogar 2800 MHz. Die Karte ist in Benchmarks wie dem 3DMark Fire Strike oder dem DirectX-12-Test Time Spy bereits stark CPU-limitiert. Betrachtet man nur die Grafikpunktzahl, ist sie knapp 87 Prozent schneller als die RTX 3090 und 84 Prozent flinker als die AMD Radeon RX 6900 XT – die nochmals etwas flottere RTX 3090 Ti und die RX 6950 XT standen uns für den Test nicht zur Verfügung. Im Raytracing-Test 3DMark Port Royal ist die RTX 4090 doppelt respektive 2,6 Mal so schnell wie die RTX 3090 und RX 6900 XT.

In Spielen bestätigt sich dieses Bild, denn anders als noch bei der RTX-3000-Reihe hat Nvidia außer der Rechenleistung auch den immer noch wichtigen Pixeldurchsatz und die Texturleistung im gleichen Maße angehoben. Der stagnierende Speichertransferrate von nach wie vor 1008 GByte/s begegneten die Ingenieure der Firma mit einem zwölfmal so großen Level-2-Cache, der viele Speicherzugriffe abfängt und dessen Geschwindigkeit wir mit rund 2700 GByte/s vermaßen.

Im Mystery-Shooter Control beispielsweise ist die RTX 4090 inklusive Raytracing in 3840 × 2160 Pixeln (Ultra HD/4K) und höchster Detailstufe ziemlich genau doppelt so schnell wie die RTX 3090 und knackt als erste Karte die 60-fps-Marke in unserer Benchmarkszene. Auch in Shadow of the Tomb Raider mit Raytracing ist es beinahe Faktor 2: 128 fps im Durchschnitt und im langsamsten Perzentil noch immer 95 Bilder pro Sekunde gegenüber der 3090 mit 64/51 und der RX 6900 XT mit 54/37 fps, der Raytracing nicht so gut liegt. Im Shooter Metro Exodus Enhanced sind es in 4K auch mit Raytracing und höchster Detailstufe flüssige 103/60 fps, RTX 3090 und RX 6900 schaffen nur 56/42 respektive 43/33 Bilder pro Sekunde.

Den von Nvidia versprochenen Performance-Faktor 4 soll es in ausgewählten Spielen mit DLSS3-Upscaler und KI-

gestützter Zwischenbilderzeugung geben, eines davon ist das kommende Update für Cyberpunk 2077 mit einem „Raytracing Overdrive“-Modus. Ob diese Behauptung zutrifft, prüfen wir, wenn die Software kommt.

Fazit

Die GeForce RTX 4090 ist ein echtes Performance-Monster und schlägt die Vorgängergeneration um Faktor 2, wenn die CPU-Leistung sie nicht bremst, also vorwiegend in Ultra-HD-Auflösung und höher. Wie gut sie gegen AMDs für November erwarteten Konter mit RDNA3-Architektur und Chiplet-Technik abschneidet, steht hingegen noch in den Sternen. Für die höchste Leistung am Markt lassen sich Nvidia und seine Boardpartner allerdings auch fürstlich entlohnen. Mit Straßenpreisen jenseits von 2000 Euro dürften sich nur die wenigsten

Alle RTX-4090-Karten haben einen 16-poligen 12VHPWR-Anschluss. Asus legt einen Adapter auf bis zu vier herkömmliche PCIe-Achtpol-Anschlüsse bei – drei der vier muss man mindestens bestücken, damit die Karte läuft.



eine solche Karte gönnen können oder wollen.

Die Asus-Interpretation in Form der TUF Gaming OC ist sehr lang geraten und blockiert vier Steckplätze im Gehäuse. Dass das viele Material des Kühlers und die drei großen Lüfter aber sinnvoll eingesetzt werden, merkt man, wenn man

das Quiet-BIOS nutzt: Dann bleibt der Koloss auch unter Volllast angenehm leise.
(csp@ct.de) 

Literatur

- [1] Carsten Spille, Fantasiebilder, Spieler-Grafikkarten mit Nvidias GeForce RTX 4000, c't 22/2022, S. 40

GeForce RTX 4090: Technische Daten

Grafikkarte	RTX 4090	RTX 3090 Ti	Radeon RX 6950 XT
Grafikchip / Fertigung	AD102 / TSMC N4	GA102 / Samsung 8N	Navi 21 / TSMC N7
Shader-Gruppen / -Rechenkerne	128 / 16.384	84 / 10.752	80 / 5120
Basis- / Boosttakt	2,23 / 2,52 GHz	1,56 / 1,86 GHz	1,93 / 2,32 GHz
Textureinheiten / Rasterendstufen	512 / 176	336 / 112	320 / 128
Tensor- / Raytracingeinheiten	512 / 128	336 / 84	keine / 80
Rechenleistung (Boost)	82,6 TFlops	40 TFlops	23,8 TFlops
Last-Level-Cache	73.728 KByte (L2)	6.144 KByte (L2)	131.072 KByte L3 „Infinity Cache“
Grafikspeicher: Menge & Typ	24 GB GDDR6X	24 GB GDDR6X	16 GB GDDR6
Grafikspeicher: Anbindung / Transferrate	384 Bit / 1008 GByte/s	384 Bit / 1008 GByte/s	256 Bit / 512 GByte/s
Thermal Design Power	450 W	450 W	335 W
Preis (UVP)	2200 (1949) €	1200 (1469) €	900 (1099) €

WIBU
SYSTEMS

Das CodeMeter-Universum: Eine Konstellation von Schutz-, Lizenzierungs- und Sicherheitstools

Cybersicherheit erfordert Robustheit, Skalierbarkeit, Modularität und Effizienz in ständiger Feinabstimmung.

Das CodeMeter-Ökosystem schützt und monetarisiert die Maschinensoftware, Konfigurationsdaten und digitale Designs in der vernetzten Industrie.

Greifen Sie nach den Sternen und verlangen Sie Spitzenqualität!



formnext
Halle 11.1
Stand D69J



sps
smart production solutions
Halle 6
Stand 428

Treffen Sie uns!

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



**SECURITY
LICENSING**
PERFECTION IN PROTECTION



Bild: Netflix

Alles auf Rot

Netflix: Neues Abo mit Werbung, Sperren für Account Sharing – auch in Deutschland

Seit einigen Monaten spricht Netflix von werbefinanzierten Abos und der Sperrung von Nutzerkonten bei der Weitergabe von Zugangsdaten. Plötzlich sind dies keine Gedankenspiele oder Testballons mehr: In den kommenden Monaten wird beides auch für deutsche Kunden des Videostreamingdienstes Realität.

Von Nico Jurrán

Netflix macht Ernst: Nach einigen vagen Ankündigungen bietet der Videostreamingdienst ab dem 3. November dieses Jahres in Deutschland und elf weiteren Ländern erstmals ein günstigeres Abo mit Werbung an. Der neue Tarif kostet hierzulande monatlich 4,99 Euro – und ist praktisch eine Variante des bislang

kleinsten „Basis-Abos“, für das man regulär 7,99 Euro pro Monat zahlt. Wie dieses läuft es nur auf einem Gerät und bietet nicht die volle HD-Auflösung 1080p. Immerhin rüstet Netflix beim Basis-Abo mit und ohne Werbung von der mageren Standardauflösung (480p) endlich auf die „kleine“ HD-Auflösung 720p auf.

Die meisten Netflix-Kunden dürften aktuell den Standardtarif mit zwei parallelen Streams in der vollen HD-Auflösung 1080p für monatlich 12,99 Euro nutzen. Nur im teureren Premium-Abo für 17,99 Euro bietet Netflix wiederum ein Ultra-HD-Bild und 3D-Sound an – mit bis zu vier parallelen Streams.

Der neue Tarif wird durchschnittlich vier bis fünf Minuten Werbung pro Stunde enthalten. Zum Start sollen die Werbespots 15 oder 30 Sekunden lang sein und vor und während der Serien und Filme laufen. Weitere Abstriche im Vergleich zu den teureren Abos: Es fehlen 5 bis 10 Prozent der sonst verfügbaren Filme und Serien. Laut Netflix hat dies lizenzrechtliche Gründe, man schaue aber, ob man diese Inhalte mögli-

cherweise später bereitstellen könne. Welche Filme und Serien konkret betroffen sind, teilte Netflix bis Redaktionsschluss nicht mit. Außerdem gibt es keine Download-Funktion im Abo mit Werbung.

Erster Schritt zur Sperre

Weiterhin neu bei Netflix ist eine „Profiltransfer-Funktion“. Damit extrahiert man Profile aus bestehenden Benutzerkonten und überführt sie in einen eigenen Account. Sehverlauf, Listen und Vorschläge werden dabei übernommen, sodass man mit dem neuen Konto nicht wie bisher von null startet. Das klingt gut, allerdings ist diese Funktion auch ein Mosaikstein in dem Plan, ab dem Frühjahr 2023 das weitverbreitete Teilen von Accounts strenger zu reglementieren beziehungsweise komplett zu unterbinden.

Laut dem US-Marktforschungsinstitut Magid geben rund 33 Prozent aller Netflix-Nutzer ihre Zugangsdaten an mindestens eine Person außerhalb des eigenen Haushalts weiter – und verstoßen damit gegen die AGB des Dienstes. Wie in c't 17/2022 auf Seite 39 näher beschrieben, testet der Dienst in mehreren südamerikanischen Ländern bereits, wie sich mithilfe der Auswertung der IP und Device-IDs dieses Account Sharing – zumindest an TVs und über Streaming-Player – verhindern lässt.

Als zweite Option neben dem Ausgliedern von Profilen will Netflix es Account-Inhabern ermöglichen, Personen außerhalb ihres Haushalts gegen einen Aufpreis als „Unter-Accounts“ oder „Zusatzmitglied“ kostenpflichtig hinzuzubuchen. In lateinamerikanischen Testländern kostete bisher umgerechnet wenige Euro monatlich mehr pro Person, im Vergleich zu zwei separaten Abos die günstigere Variante.

Die Wahlmöglichkeit kommt nicht von ungefähr: Netflix ist nicht damit gedient, wenn die ausgesperrten Zuschauer nicht mehr zuschauen. Ziel des Managements ist es vielmehr, diese Nutzer dazu zu bringen, eigene Abos abzuschließen. Doch dafür müssen die Nutzer davon überzeugt sein, dass Netflix das Geld wert ist.

Noch mehr Konkurrenz

Einfacher wird die Lage dabei für Netflix nicht, da das Angebot an Alternativen weiter wächst. So geht am 8. Dezember mit Paramount+ der nächste Videostreamingdienst in Deutschland an den Start, der schon zu Beginn mit dem Mega-Blockbuster „Top Gun: Maverick“, der Science-Fiction-Serie „Star Trek: Strange New

Worlds“ sowie der amerikanischen Dramaserie „Yellowstone“ und deren Prequel „1883“ auftrumpft. Ab dem 22. Dezember kommt mit „Der Scheich“ bereits die erste lokal produzierte Serie hinzu.

Paramount+ wird regulär monatlich 7,99 Euro beziehungsweise 79,99 Euro im Jahr kosten und über Plattformen wie Apple TV und Roku-Player verfügbar sein. Nutzer von Amazon Prime Video können den Dienst als Kanal hinzubuchen.

Vor allem aber poliert Sky mit Paramount+ sein Cinema-Paket auf: Der US-Dienst wird hier ohne Aufpreis integriert, die Monatsgebühr bleibt also bei aktuell 25 Euro (inklusive Netflix-Basis-Abo ohne Werbung). Allerdings hat das Cinema-Paket eine anfängliche Mindestlaufzeit von einem Jahr, danach steigt der Monatspreis auf 37,50 Euro – bei monatlicher Kündigungsfrist. Bei Skys monatlich kündbarem Dienst „Wow“ (ehemals „Sky Ticket“) wird es Paramount+ nicht geben. Ein weiterer Wermutstropfen: Obwohl Paramount+ in den USA eine UHD-Auflösung mit HDR-Bild und 3D-Sound bietet, ist zumindest über Sky vorerst HD-Auflösung das Höchste der Gefühle.

Ausblick

Ob Netflix' Strategie Erfolg hat, wird sich zeigen. Klar ist aber schon, dass das Image des Unternehmens stark gelitten hat. Jahrelang präsentierte sich der Dienst als Technikunternehmen, das im Unterschied zu schnöden Medienkonzernen mit einem ausgefeilten Algorithmus jedem Kunden ein maßgeschneidertes Unterhaltungsprogramm bietet. Investoren gingen diesen Weg mit und stellten Netflix in eine Reihe mit Unternehmen wie Amazon, Facebook oder Google – mit entsprechend hoher Bewertung, die weit über denen klassischer Medienkonzerne lag. Nun zeigte ausgerechnet Disney+, wie leicht sich das Geschäftsmodell von Netflix kopieren und sogar übertreffen lässt: Der Neuling kam in drei Jahren auf Abozahlen, die sich Netflix in knapp zwölf Jahren erarbeitet hatte.



Paramount+ will noch in diesem Jahr den Blockbuster „Top Gun: Maverick“ zum Abruf bereitstellen.



Einführung von Profiltransfers

Hallo,

wir freuen uns sehr, Ihnen die neue Profiltransfer-Funktion vorzustellen, die Ihnen das Leben erleichtern soll, wenn Veränderungen anstehen. Mithilfe von Profiltransfers können Nutzer*innen Ihres Kontos ein vorhandenes Profil – inkl. Empfehlungen, Titelverlauf, „Meine Liste“, Einstellungen und gespeicherte Spiele – in ein neues Konto übertragen.

Falls Sie diese Funktion für Ihr Netflix-Konto nicht zulassen möchten, können Sie unten Profiltransfers deaktivieren. Wenn Sie nichts unternehmen, wird diese Funktion automatisch 10 Tage nach dem 20. Oktober 2022 aktiviert. Weitere Infos zu Profiltransfers finden Sie in den häufig gestellten Fragen unten.

Harmlos aussehende Mail an Bestandskunden: Mit der Einführung der Profiltransfer-Funktion schafft Netflix die Möglichkeit, Mitgucker leichter von einem Stammkonto zu trennen.

In einem anderen Licht erscheint nun auch das vom Netflix-CEO Reed Hastings gerne propagierte Unternehmensmotto „We're a team, not a family“ („Wir sind ein Team, keine Familie“). Mitarbeiter sind demnach nicht Teil einer großen Familie, sondern Spieler einer Profi-Mannschaft. Wer auf Dauer nicht die geforderte Leistung bringt, wird ausgewechselt. Im Gegenzug lockte man „Topspieler“ mit viel Geld – vor allem in Form von Aktienoptionen. Als der Netflix-Kurs fiel, verloren nicht nur diese Optionen drastisch an Wert, auch das Motto schien nach hinten loszugehen: Während laut Manager Magazin jahrelang kaum jemand freiwillig Netflix verließ, fühlten sich Leistungsträger nun nicht mehr an das Unternehmen gebunden und würden abspringen. Für Netflix bleibt nur zu hoffen, dass die Kunden nicht diesem Beispiel folgen.

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

Teamwork im Osten

Laura und Malte sind für Sie #NäherDran

Ihr schneller Draht zu Thomas-Krenn: Unsere Vertriebs-Buddies Laura Reischl & Malte Rosenberger sind direkte Ansprechpartner für unsere Kunden im Osten Deutschlands. Damit erreichen Sie mit Ihrem Anliegen nicht nur sofort unsere Zentrale in Südostbayern – auf Wunsch besuchen Sie unsere Server-Buddies auch vor Ort, um Ihre IT-Projekte zu besprechen!

Ihre Buddies im Osten Deutschlands
#NäherDran



Buddy-Beratung unter:
thomas-krenn.com/ost
+49 (0) 8551.9150-300

**THOMAS
KRENN®**

Schwarzer Peter

Konnektoren im Gesundheitswesen können nun doch per Software länger laufen

Nachdem c't günstigere Alternativen zum Konnektortausch im Gesundheitswesen aufzeigte und der CCC schließlich die Machbarkeit eines Software-Updates demonstrierte, will die Gematik die Verlängerung der Laufzeit nun doch erlauben. Ein Großteil der 130.000 Konnektoren kann wahrscheinlich weiterlaufen.

Von Hartmut Gieselmann

Mitte Oktober hatte ein kleines Team um den Hacker Fluepke vom Chaos Computer Club (CCC) den Beweis erbracht, dass der von der staatlichen Digitalisierungsagentur Gematik beschlossene Austausch von 130.000 Konnektoren in Arztpraxen und Krankenhäusern technisch unnötig ist. Die Laufzeiten der Geräte lassen sich mit einem Software-Update verlängern, das die nach spätestens fünf Jahren auslaufenden Verschlüsselungszertifikate erneuert. Durch ein solches Update könnten die gesetzlichen Krankenkassen und ihre Versicherten bis Ende 2024 Kosten von 300 Millionen Euro für den Tausch der Konnektoren einsparen.

Nach der CCC-Veröffentlichung spielen die für die staatliche Planung der Telematischen Infrastruktur (TI) zuständige Gematik GmbH und die Hersteller Schwarzer Peter – niemand will die Verantwortung übernehmen. Die Gematik hatte Mitte 2021 bereits ein Konzept zur Laufzeitverlängerung per Software-Update vorgelegt, das die Gesellschafter der Gematik Ende Februar jedoch einstimmig ablehnten, sodass es in der Schublade verschwand. Der Hersteller CompuGroup Medical (CGM) behauptete faktenwidrig,

die in den Konnektoren eingebauten Smart-Cards (gSMC-K) seien fest mit der Hardware verbunden und ein Hardwaretausch unabdingbar. In der c't widerlegten Lorenz Schönberg und Thomas Maus Mitte Juli diese Behauptung und brachten die CCC-Hacker damit auf die richtige Fährte.

Laufzeitverlängerung reaktiviert

Nun will die Gematik das „Feature: Laufzeitverlängerung gSMC-K“ wieder aus der Schublade holen. Hersteller könnten dann die Laufzeit ihrer Konnektoren „optional“ per Software-Update verlängern. Das dürfte in erster Linie die neueren Modelle von Secunet und RISE betreffen, die ab Herbst 2018 auf den Markt kamen und für ein mögliches Software-Update bereits gerüstet sind. Fraglich ist, ob auch CGM ein solches Update für seine rund 52.000 Konnektoren bereitstellt, deren Zertifikate bis August 2023 ablaufen und deren Austausch dem Unternehmen einen Umsatz von 120 Millionen Euro bescheren würde.

Laut Spezifikation sollten die in den Konnektoren eingebauten gSMC-K-Kar-



Bundesgesundheitsminister Karl Lauterbach (links) und Gematik-Chef Markus Leyck Dieken (2. v. l.) müssen Ärzte und Patienten wegen der fortlaufenden Probleme bei der Digitalisierung des Gesundheitssystems beschwichtigen.

ten eigentlich seit 2017 in der Lage sein, ihre Zertifikate zu erneuern und zudem noch zukunftsfähige Kryptoschlüssel zu generieren, die auch nach 2026 noch einsetzbar wären. Doch CGM hatte diese Updatefunktionen nicht in seiner Konnektor-Software implementiert und die Gematik hatte mangels Alternativen nicht auf einer Nachrüstung bestanden – obwohl diese technisch möglich wären, wie der CCC-Hack beweist.

Nach der Veröffentlichung des CCC argumentiert CGM nun, die Konnektoren müssten nicht wegen der ablaufenden Zertifikate, sondern wegen der veralteten Hardware ausgetauscht werden. Ein Austausch aus diesem Grund wäre aber nicht zwingend zu einem bestimmten Termin nötig – und die Versicherten müssten die Kosten nicht übernehmen.

Gematik will mehr Kompetenzen

Bevor die Laufzeitverlängerung als Alternative möglich wird, müssen die Gesellschafter der Gematik zustimmen – allen voran das mit 51 Prozent beteiligte Bundesgesundheitsministerium. Erst dann können die Firmen ihre vor acht Monaten gestoppten Pläne für Software-Updates umsetzen.

Die große Frage ist dabei: Wie viel Geld bekommen die Firmen für das Software-Update? Bei der Kostenerstattung sollten Wirtschaftsprüfer und Juristen die Angaben der Hersteller mit spitzem Bleistift prüfen, denn immerhin hat der CCC gezeigt, dass ein vierköpfiges Team innerhalb von nicht mal zwei Wochen eine Referenz-Implementierung in seiner Freizeit programmieren kann. Da sollte es für CGM, Secunet und RISE also ein Leichtes sein, derartige Updates bis Jahresende bereitzustellen – wenn sie denn wollen. Die Kosten sollten sich locker mit den Beträgen für die Wartungsverträge der Konnektoren decken lassen, die die Praxen Monat für Monat bezahlen.

Ob die Gematik tatsächlich Interesse daran hat, eine Laufzeitverlängerung zum jetzigen Zeitpunkt auszudrücken, ist ohnehin fraglich. Das Bundesministerium für Gesundheit (BMG) diskutiert schließlich gerade Pläne, die Gematik trotz ihrer Fehler in der Vergangenheit zu einer digitalen Gesundheitsagentur mit noch größeren Kompetenzen auszubauen. Da könnte es hilfreich sein, wenn die Gematik im Streit um die Laufzeitverlängerung als machtlos und mit zu wenig Befugnissen ausgestattet erscheint. (hag@ct.de) **ct**

Neue iPads: bunter, schneller, teurer

Apple hat seine Tablets überarbeitet: Das Standard-iPad kommt mit neuer Kameraposition, besserer Auflösung und USB-C-Buchse, ist dafür aber auch deutlich teurer als das Vorgängermodell. Das iPad Pro ebenfalls, trotz spärlicher Neuerungen.

Am 18. Oktober kündigte Apple über seine Website neue Hardware an und fokussierte sich vor allem auf die Tablets. Das iPad ohne Namenszusatz gilt bei Apple als Einstiegsgerät, es ist besonders im Bildungsbereich beliebt. Die nunmehr zehnte Generation lässt als letztes Apple-Tablet den proprietären Lightning-Stecker hinter sich und wechselt zu USB-C. Als CPU fungiert nun der A14 statt dem A12 des Vorgängers.

Der Home-Button verschwindet von der Vorderseite – sein Fingerabdrucksensor wandert in den Einschaltknopf an der Gerätekannte. Generell gleicht sich der Formfaktor des günstigsten iPads dem der iPad Pros und Airs an. Als Zubehör bietet Apple die Tastatur-Trackpad-Kombination „Magic Keyboard Folio“ für 300 Euro an.

Das iPad der 10. Generation trägt die Frontkamera auf der langen Gehäuse-seite.



Bild: Apple

Auch das neue iPad unterstützt lediglich die druck- und neigungsempfindlichen Stifte der ersten Generation. Da dieser Pencil via Lightning aufgeladen wird, lässt sich dessen Akku nicht mehr durchs direkte Anstöpseln ans iPad nachtanken – dafür gibt es einen Lightning-Buchse-auf-USB-C-Stecker-Adapter.

Die rückseitige Kamera erzeugt nun Bilder mit 12 Megapixel Auflösung bei maximaler Blende von f/1,8 und unterstützt 4K-Videoaufnahmen mit 60 fps. Größte Veränderung beim Basismodell und bislang exklusiv im iPad-Geräte-zoo: Die Frontkamera wechselt von der schmalen in die lange iPad-Kante, optimal für Videokonferenzen im Querformat.

In pink, blau, silber und gelb kommt das iPad der 10. Generation zu Preisen ab 579 Euro auf den Markt. Mobilfunk kostet 200 Euro Aufpreis, eine erhöhte Speicherplatzausstattung (von 64 auf 256 GByte) ebenfalls. Als vor zwei Jahren die neunte Generation erschien, kostete sie ab 379 Euro (und wurde nun ebenfalls um 50 Euro verteuert). Beim iPad Pro ändert sich wenig: Der Chip wechselt von M1 auf M2, was eine etwa zwanzigprozentige Geschwindigkeitssteigerung bedeuten dürfte. Den größten Speicherausstattungen (1 und 2 TByte) sind 16 GByte RAM vorbehalten, die Modelle mit 128, 256 sowie 512 GByte erhalten 8 GByte.

Das iPad Pro kommt wieder in zwei Varianten, die sich in Display- und Akkugröße unterscheiden. Sie unterstützen Pencils der zweiten Generation und erkennen diese fortan bereits aus einer Entfernung von 1,2 Zentimeter, was in Zeichen-Apps eine Vorschau des Gemalten ermöglichen soll. (imj@ct.de)

iPadOS 16 und macOS 13 sind da

Am 24. Oktober sind **neue Versionen der Tablet- und Desktopbetriebssysteme** erschienen, die Apple kostenlos für neuere Modellreihen bereitstellt. Sie vereint ein Merkmal, das Apple in beiden Systemen gleichzeitig implementiert: Der „Stage Manager“ arrangiert Programme im Vollbildschirm-Modus sowie virtuelle Desktops in überlappender Form, um einen schnellen Wechsel zwischen App-Arrangements zu erleichtern. Damit sollen Anwender intuitiver zwischen Programmkontexten wechseln können. Laut Anwenderberichten arbeitete diese Funktion während der Beta-Phase lange Zeit unzuverlässig, was wahrscheinlich zur späteren Veröffentlichung der iPadOS- und macOS-Upgrades führte.

Als herausstechendes Feature bei macOS 13 gilt die Überarbeitung der Systemeinstellungen.

Während bisher die Icons aller Einstellungsdialoge eine Sonderansicht in Gitterordnung füllten, bleiben sie nun dauerhaft in einer Spalte am linken Fensterrand – ähnlich wie beim iPad.

Recht heftig fallen die diesjährigen Systemanforderungen aus, die macOS für das Upgrade vorschreibt: Je nach Modellreihe dürfen maximal vier oder fünf Jahre vergangen sein, damit Ventura sich installieren lässt. Bei iPadOS erhalten das Air 2 (2014), die vierte Generation des iPad (2012) und iPad mini (2015) erstmals kein Upgrade. Obendrein bleibt die Stage-Manager-Funktion iPads mit A12X-, A12Z-, A14- oder M-Chip vorbehalten. Und nur iPads mit M-Chip zeigen Stage Manager auf externen Monitoren an. (imj@ct.de)



Auch als E-Book oder Bundle
in unserem Shop erhältlich:
www.mitp.de/0607



Auch als E-Book oder Bundle
in unserem Shop erhältlich:
www.mitp.de/0443



Auch als E-Book oder Bundle
in unserem Shop erhältlich:
www.mitp.de/0455

Nächstes Thunderbolt überträgt 120 Gbit/s

Intel verdoppelt das Schnittstellen-tempo von Thunderbolt in der nächsten Generation. Und DisplayPort erhält ein Mini-Update für USB4.

Der Chiphersteller Intel hat einen Testaufbau der kommenden, noch namenlosen Thunderbolt-Version präsentiert, der Daten bidirektional mit 80 statt bisher 40 Gbit/s überträgt. Damit folgt Thunderbolt der eng verwandten Schnittstelle USB4 2.0 (siehe c't 21/2022, S. 46). Die höhere Geschwindigkeit macht sich bezahlt, wenn schneller Massenspeicher angeschlossen ist und gleichzeitig Videodaten an einen hochauflösenden Monitor übers selbe Kabel laufen.

Wie bei USB4 2.0 soll ein neuer asymmetrischer Transfermodus hinzukommen. Pro Richtung gibt es jeweils zwei 40-Gbit/s-Leitungen, von denen nun eine auch in der Gegenrichtung arbeiten kann. Dadurch erhöht sich der Durchsatz auf bis zu 120 Gbit/s. Das soll vor allem Profi-Videoanwendungen dienen. Die neue Version ist abwärtskompatibel zu bestehenden Thunderbolt- und USB-Genera-

tionen und setzt weiterhin auf USB-C-Stecker. Existierende Kabel mit einer Länge von bis zu einem Meter können weiter verwendet werden.

Die nächste Thunderbolt-Generation unterstützt zudem die kürzlich vorgestellte Schnittstelle DisplayPort 2.1. Im Vergleich zu DisplayPort 2.0 ändert sich laut dem verantwortlichen Industriegremium VESA vergleichsweise wenig: Alle DP-2.0-

Geräte, -Kabel und -Adapter erfüllen bereits die Spezifikationen von DP 2.1. Die jüngste Generation der Displayschnittstelle verbessert das Bandbreiten-Management bei USB4, wenn USB- und DisplayPort-Daten gleichzeitig über ein Kabel laufen. Aktualisierte Spezifikationen für DisplayPort-Kabel erlauben über zwei Meter Länge eine Datenrate von 40 Gbit/s und über einen Meter 80 Gbit/s. (chh@ct.de)



Für schnelle Transfers kann die nächste Thunderbolt-Generation in den asymmetrischen Modus umschalten, was das Tempo auf 120 Gbit/s steigert.

Die Rückkehr des CPU-Spacers

Noctua hat für die Fassung AM5 der Ryzen-7000-Prozessoren eine Plastikblende vorgestellt, die verhindern soll, dass sich Wärmeleitpaste in den Einbuchtungen des CPU-Heatspreaders ansammelt. Im Unterschied zu bisherigen Prozessoren von



Bild: Noctua

Der transparente Plastikrahmen NA-TPG1 von Noctua soll AM5-Prozessoren sauber halten.

AMD und Intel ist der vernickelte Kupferdeckel mit Aussparungen versehen, weil auf der Oberseite des Trägermaterials Kondensatoren sitzen. In diesen Lücken kann sich Wärmeleitpaste ansammeln. Das hat keinen Einfluss auf die Funktion des Prozessors, er lässt sich nach dem Ausbau aber schwer reinigen. **Die Blende NA-TPG1 von Noctua ist aus Polycarbonat gefertigt, kostet acht Euro und passt genau in den Raum zwischen Heatspreader und Fassung. Dadurch gelangt die Wärmeleitpaste nicht in die Aussparungen.**

Sogenannte CPU-Spacer gab es bereits vor rund 20 Jahren, als Prozessoren noch keine Heatspreader hatten. Damals sollten sie verhindern, dass der CPU-Kühler das empfindliche Halbleiter-Die beschädigt. Weil die Prozessoren aber unterschiedlich hoch waren, bestand bei nicht passenden Spacern die Gefahr, dass der Kühler keinen Kontakt zum Die hatte und der Prozessor innerhalb weniger Sekunden überhitzte. (chh@ct.de)

Kurz & knapp

Der Software-Hersteller UL hat für den Grafik-Benchmark 3DMark das kostenpflichtige Add-on **3DMark Speed Way** veröffentlicht. Die 3D-Szene nutzt die Funktionen der 3D-Schnittstelle DirectX12 Ultimate mit Raytracing. Das Upgrade kostet 5 US-Dollar.

Be quiet hat für günstige Systeme **PC-Netzteile der Serie System Power 10** vorgestellt. Erhältlich sind die Leistungsstufen 450, 550, 650, 750 und 850 Watt. Die Preise liegen zwischen 50 und 110 Euro.

Für aktuelle CPUs der Serien Ryzen 7000 und Core i-13000 bietet Corsair Speichermodule mit **DDR5-7600-RAM** an. Für ein 32-GB-Kit des Übertakterspeichers Dominator Platinum RGB verlangt der Hersteller 735 Euro.

LTE-Router mit Wi-Fi 6

Netzwerkhersteller D-Link hat sein Sortiment um einen stationären LTE-Router mit Wi-Fi 6 ergänzt. Allerdings ist das Gerät schon bei der Einführung veraltet.

D-Link hat den G415 als stationären Mobilfunkrouter beziehungsweise modemlosen Ethernet-Router mit LTE-Rückfallfunktion vorgestellt. Der G415 misst 20 × 17 × 7 Zentimeter, wozu noch zwei per SMA angeschlossene LTE-Antennen rechts und links an der Oberseite kommen. WLAN-seitig funkt der Router mit WPA3 und Wi-Fi 6 auf 5 GHz mit bis zu 1200 Mbit/s. Auf 2,4 GHz erreicht er bis zu 300 Mbit/s; das entspricht jedoch keiner typischen Wi-Fi-6-Datenrate; ob der 2,4-GHz-Chip nur Wi-Fi 4 oder 5 spricht, verrät D-Link nicht.

Genügt einem die Reichweite des Geräts nicht, kann man sich aus den Repeater- und Mesh-Serien D-Link E15, M15

und M32 bedienen und diese mit dem G415 verheiraten.

Der Router hat vier Gigabit-Ethernet-Ports, wovon einer als WAN-Schnittstelle konfiguriert ist, um beliebige Modems anzuschließen; die übrigen drei dienen als Heimnetzzugang. Die Einstellungen des Routers soll man mit der D-Link Eagle Pro AI App leicht ändern können. Weiter gibt es Schnittstellen zu Amazon Alexa und Google Assistant.

Bei der Mobilfunkausstattung des G415 trifft D-Link eine unverständliche Wahl: Der Hersteller setzt ein LTE-Modem der Kategorie 4 (150 Mbit/s) ein. Das beherrscht zwar alle in Europa wichtigen Frequenzbänder, die Spezifikation ist aber über 10 Jahre alt; wichtige Beschleuniger wie Kanalbündelung (CA) und höhere QAM-Stufen sowie andere Optimierungen fehlen. Ein Kategorie-11-Modem wäre akzeptabel, Kategorie 20 angebracht.



Bild: D-Link

Der D-Link G415 kann sowohl als stationärer Router an beliebigen Modems zum Einsatz kommen als auch autark als LTE-Router dienen. Die LTE-Stabantennen sind per SMA angebunden, sind also austauschbar.

Der D-Link AX1500 4G Smart Router G415 soll in Kürze für rund 160 Euro beziehungsweise 135 Schweizer Franken erhältlich sein. (amo@ct.de)

REBECCA, 31

IT-Professional

**Über-0-und-1-Hinausdenkerin,
ganzheitliche Problemlöserin,
agile Projektmanagerin,
Immer-weiter-Entwicklerin**

Hobbys: Digitale Trends setzen.

Suche: Gleichgesinnte, die mit mir mehr bewirken wollen.

Status: Offen für die neue berufliche Herausforderung.

**MEHR
BEWIRKEN**

Bist du unser Perfect Match?

Jetzt mehr bewirken:



DZ BANK Gruppe, eine der größten Finanzgruppen Deutschlands
www.karriere.dzbankgruppe.de

DZ BANK Gruppe

Anpassbare Server-SSD

Die U.3-SSD N4200 ist die erste Server-SSD von Swissbit. Die Besonderheit: Eine spezielle Firmware soll die Leistung über die gesamte Lebensdauer konstant halten.

Das Schweizer Unternehmen Swissbit ist vor allem als Hersteller von Flash-Speichermedien für Industrieanlagen und Embedded Systems bekannt. Nun stellt Swissbit seine erste Server-SSD vor. Im Vergleich zu konkurrierenden SSDs soll die N4200 eine zwei- bis fünfmal höhere konstante Schreibgeschwindigkeit bei gleichbleibend niedriger Latenz über die gesamte Lebensdauer aufweisen. Das will das Unternehmen unter anderem durch eine spezielle Firmware erreichen, die für realitätsnahe Datacenter-Workloads optimiert ist. Zur Auswahl stehen nach Unternehmensangaben Big Data,

Videostreaming, Machine Learning, AI oder IoT.

Für andere Einsatzbereiche stellt das Unternehmen eine Test-SSD bereit, die den realen Workload im laufenden Betrieb aufzeichnet. Mithilfe dieser Daten will Swissbit die Firmware optional an die Situation anpassen. SSD-Controller und -Firmware stammen von dem amerikanischen Start-up Burlywood, welches die Firmware unter dem Label Flash OS als Betriebssystem für die SSD bezeichnet. Swissbit ist aktuell der einzige SSD-Hersteller, mit dem Burlywood zusammenarbeitet.

Die N4200 ist mit 7,68 TByte TLC-Speicher erhältlich, eine Version mit 15,36 TByte soll folgen. Sie wird ausschließlich im 2,5-Zoll-Format und mit U.3-Anschluss (PCIe 4.0 x4) gefertigt. Die SSDs sind ab sofort verfügbar, Preise nennt der Hersteller auf Anfrage. (ll@ct.de)



Auf den ersten Blick ist die Swissbit N4200 eine gewöhnliche Server-SSD. Eine anpassbare Firmware soll sie von der Konkurrenz abheben.

Kurz & knapp

Schutz vor Diebstahl, Wassereinbruch und Feuer verspricht die **USB-Festplatte Solo G3 Secure** von iosafe. Das Metallgehäuse soll Temperaturen von bis zu 850 °C standhalten sowie die internen 2- oder 4-TByte-Festplatten in einer Wassertiefe von bis zu drei Metern 72 Stunden lang schützen.

SK Hynix hat einen Prototypen einer CXL-PCIe-Karte mit bis zu 512 GByte DRAM vorgestellt, die zusätzlich eine eigene CPU enthält. Diese rechnet mit den im DRAM gespeicherten Daten, etwa zur Analyse großer Datenmengen. SK Hynix bezeichnet die Karte als **Computational Memory Solution (CMS)**.

Kioxia nimmt eine weitere PCIe-4.0-SSDs ins Programm, die **XD7P NVMe im Enterprise & Data Center SSD Form Factor (EDSFF) E1.S**. Sie ist mit bis zu 7,68 TByte Speicherkapazität erhältlich und unterstützt die Spezifikationen des Open Compute Projects (OCP). Eine Version mit PCIe 5.0 soll später folgen.

Silicon Motion hat den **Enterprise-SSD-Controller SM8366** vorgestellt. Er nutzt PCIe 5.0 x4 und soll beim Lesen bis zu 3,4 Millionen IOPS erreichen. Die maximale sequenzielle Geschwindigkeit gibt der Hersteller mit 14 GByte/s an. Der Controller unterstützt sowohl TLC- als auch QLC-Flash.

PIM: Rechen-RAM soll Effizienz im Data Center verdoppeln

Samsung macht Dampf beim **Processing-in-Memory**, kurz PIM (siehe c't 7/2021, S. 30), und rüstet einen 96-GPU-Cluster mit modifizierter AMD Instinct MI100 für KI-Berechnungen aus. Auf diesen Beschleunigerprototypen sind spezielle Versionen des Stapelspeichers HBM verlötet, die integrierte Rechenwerke besitzen und direkt am beziehungsweise im Speicher einfache Operationen durchführen können, um beispielsweise KI-Anwendungen zu beschleunigen. Dieser HBM-PIM soll in den Versuchen von Samsung die Leistung um Faktor 2,6 erhöht oder wahlweise

se die Leistungsaufnahme um 50 Prozent gesenkt haben. Passende Software auf Basis des offenen Khronos-Standards SYCL soll ab November für Interessierte verfügbar sein. Damit auch besonders große KI-Modelle von Rechenwerken nahe des Speicher profitieren (PNM, Processing-near-Memory), will Samsung darüber hinaus mit Compute-Express-Link compatible Erweiterungskarten mit Rechenwerken und Speicher liefern. Prototypen sollen Mitte November auf der Konferenz Supercomputing 22 zu sehen sein. (csp@ct.de)



Schlauer Samsung-Speicher soll einfache Berechnungen in Rechenzentren übernehmen und auch auf CXL-kompatiblen Steckkarten kommen.

Flotter Wi-Fi-6E-Access-Point

Das neue WLAN-Frequenzband bei 6 GHz verspricht rund 500 MHz mehr Luft. Lancoms neuer Access Point bespielt gleich alle drei WLAN-Bänder mit bis zu 8400 Mbit/s Summendatenrate.

Etwas mehr als ein Jahr nach der Freigabe des neuen WLAN-Bandes zwischen 5,9 und 6,4 GHz in der EU nimmt die Anzahl der Geräte, die in diesem Bereich funken, kontinuierlich zu. Lancoms LX-6500 ist ein WLAN-Access-Point für Firmen. Er kommt im flachen quadratischen Gehäuse und ist für die Wandmontage gedacht.

Drei Funkmodule bedienen die zwei klassischen WLAN-Bänder auf 2,4 und 5 GHz sowie das neue auf 6 GHz mit Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax) und jeweils vier MU-MIMO-Streams. So sind 1150, 2400 beziehungsweise 4800 Mbit/s möglich, insgesamt also rund 8400 Mbit/s. Netztrennung erreicht der Administrator mit bis zu 32 virtuellen SSIDs, inklusive VLAN. Der Access-Point versorgt maximal 512 WLAN-Clients gleichzeitig.

Der Weg ins verdrahtete Netz läuft über zwei 2,5-Gigabit-Ethernet-Ports, die Spannungsversorgung wahlweise über Power-over-Ethernet (IEEE 802.3bt, max. 35 Watt) oder per 12-Volt-Steckernetzteil. Der LX-6500 wird entweder über ein lokales Webinterface, Lancoms „Management Cloud“ oder einen lokalen WLAN-Controller administriert.

Der Lancom LX-6500 ist ab sofort für rund 1800 Euro erhältlich. (amo@ct.de)



Der LX-6500 ist ein Enterprise-Access-Point. Er versorgt bis zu 512 Clients auf allen drei WLAN-Frequenzbändern mit Netzzugang und kann leicht über Lancoms Clouddienst administriert werden.

CNF: Virtualisiertes Netzwerk aus der Cloud

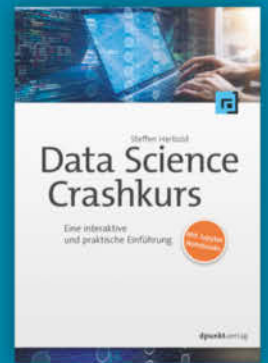
Netzwerkfunktionen, die früher Netzwerkhardware wie Switches vorbehalten waren, laufen heute auch virtualisiert – VPN und NAT zum Beispiel. Die großen Telefonunternehmen gehen teilweise noch einen Schritt weiter und betreiben **virtualisierte Netzwerkfunktionen skalierbar in Containern** in Kubernetes-Umgebungen, um mit hohen Lasten umzugehen.

Dieser Ansatz macht jetzt einen weiteren Schritt aus der Nische: Die Cloud Native Computing Foundation (CNCF), die Stiftung unter dem Dach der Linux Foundation, die den Kubernetes-Code verwaltet, hat die ersten Produkte als „CloudNative Network Functions“ (CNF) zertifiziert. Bestanden haben den Test Anwendungen der Hersteller F5, Juniper Networks, MATRIXX-Software und PANTHEON.tech. Geprüft wurde unter anderem der Installationsprozess, Interoperabilität und die Fähigkeit der Container, sich bei Problemen selbst zu heilen. (jam@ct.de)

Open Book »Keyword-Driven Testing Frameworks« auf dpunkt.de/openbooks/



260 Seiten · 34,90 €
ISBN 978-3-86490-570-4



346 Seiten · in Farbe · 34,90 €
ISBN 978-3-86490-862-0



UX Design im Fokus der Produktentwicklung:

Dieses Buch vermittelt kompakt und leicht verständlich ein fundiertes Grundwissen zu kollaborativen Methoden des UX Designs. Ein durchgehendes Praxisprojekt veranschaulicht agiles, hypothesenbasiertes Vorgehen. Vorlagen zur Anwendung der Methoden und ein Glossar sind online verfügbar.

2. Auflage · 286 Seiten · in Farbe
34,90 € · ISBN 978-3-86490-881-1



236 Seiten · in Farbe · 34,90 €
ISBN 978-3-86490-901-6



262 Seiten · in Farbe · 34,90 €
ISBN 978-3-86490-912-2



346 Seiten · 42,90 €
ISBN 978-3-86490-861-3



2. Auflage · 468 Seiten · 49,90 €
ISBN 978-3-86490-904-7



dpunkt.verlag

Bundle up!
Print & E-Book nur auf
www.dpunkt.de

Mechanische neuronale Netze bilden intelligente Körper

Forscher in Kalifornien und den Niederlanden bauen mechanische neuronale Netze auf. So könnten in Zukunft Bauteile entstehen, die allein aufgrund innerer Steifigkeitswerte intelligent auf Reize reagieren.

Neuronale Netze verknüpfen Ein- und Ausgabeknoten. Dazwischen liegen – über künstliche Neuronen verbunden – mehrere weitere Schichten mit Knoten, deren Verbindungsparameter nach Bedarf zu variieren sind. Das geschieht in der sogenannten Trainingsphase. Forscher an der University of California in Los Angeles (UCLA) sowie an der University of Twente in den Niederlanden haben Komponenten entwickelt, mit denen sie nach denselben Prinzipien mechanische neuronale Netze (MNN) bauen können.

Ihr Proof of Concept besteht aus 12 Knoten und 21 Dehnungsmessstreifen, deren Steifigkeit durch je einen Schwingenspulens-Aktuator von außen einstellbar ist. Je nach den Steifigkeitswerten der Streifen verändert sich die Ausrichtung der Knoten. Zwei Knoten (auf dem Foto links) dienen als Eingangsknoten, je zwei Aktuatoren können Kräfte auf sie wirken lassen. Zwei weitere Knoten auf der anderen Seite stellen durch ihre Ausrichtung die Ausgabe dar. Mit dieser Konfi-

guration gelang es den Forschern, ein Verhalten zu trainieren, das beispielsweise auf zwei unterschiedliche Kraftprofile am Eingang mit zwei vorgegebenen Positionsmustern an den Ausgangsknoten reagierte.

Parallel entwarf das Team um Ryan Hansen Lee an der UCLA eine Computersimulation, in der sie unterschiedliche MNNs virtuell trainieren können. Sobald sie die damit gefundenen Werte auf die mechanischen Aktuatoren übertragen, übernimmt das Netz das trainierte Verhalten aus der Simulation und reagiert auf ein

Kraftprofil mit einer spezifischen Ausrichtung der Knoten im Ausgangs-layer. Eine solche Technik wäre zum Beispiel in einer Flugzeugtragfläche denkbar, deren hintere Kante sich mechanisch verändert, je nach Anströmwinkel der Luft im vorderen Bereich. Als MNN könnte eine solche Tragfläche zusätzlich lernen, beispielsweise strukturelle Schäden auszugleichen. Die Forscher weisen darauf hin, dass sie ihre MNNs dreidimensional erweitern können, um so auch voluminöse Bauteile mit frei definierbarer technischer Intelligenz zu entwerfen. (agr@ct.de)

Das mechanische neuronale Netz der Forscher der University of California: Auf der linken Seite wirken vier Aktuatoren auf zwei Eingangsknoten. Weitere 21 Aktuatoren stellen die Steifigkeit von Dehnungsmessstreifen ein.

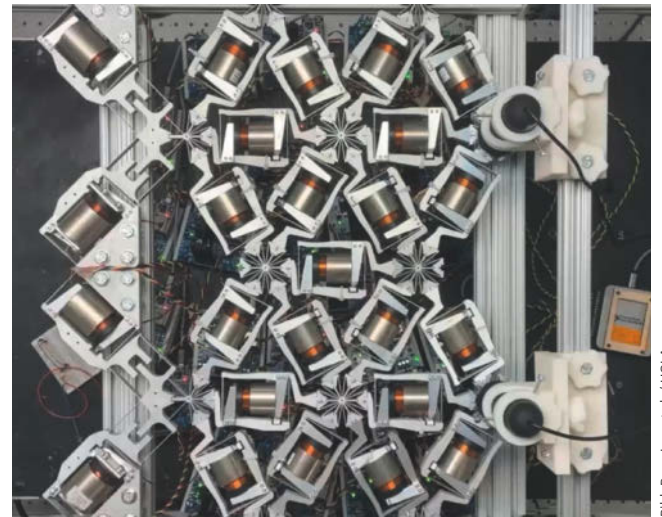


Bild: Ryan Lee et al. / UCLA

Dachpfannen gewinnen Solarstrom

Forscher an der TH Köln haben Dachpfannen mit integrierten Solarzellen der Firma paXos aus Langenfeld verbessert. Nun ist geplant, die Dachpfannen in Serie herzustellen. Beispielsweise entwickelte das Team um Projektleiter Christian Dick einen Mikrokonverter, mit dem die in Reihe geschalteten Solardachpfannen die Energieausbeute bei Schatten auf dem Dach maximieren. Zudem optimierten die Forscher deren physische Haltbarkeit. In einem Leistungstest von März bis Ok-

tober 2022 erzielten die Pfannen laut Dick eine **vergleichbare Stromausbeute wie konventionelle Solarmodule** auf Dächern.

Das gelang unter anderem dank integrierter Luftkanäle. Deren Kühlwirkung verbessert den Arbeitspunkt der Solarzellen. Gleichzeitig speist die erwärmte Luft eine Luft-Wärmepumpe und verringert so die Heizkosten für das Gebäude. Damit steigt der Gesamtwirkungsgrad der Solardachpfanne zusätzlich. (agr@ct.de)

Solide Schindeln mit Solarzellen bedecken das Dach und erzeugen im Langzeittest Strom sowie heiße Luft für die Heizung.



Bild: Costa Bellibasakis / TH Köln

Lithium sogar aus dem Meer

Forscher um Volker Presser am Leibniz-Institut für Neue Materialien in Saarbrücken (INM) verbessern gemeinsam mit Kollegen der Chinesischen Akademie der Wissenschaften in Shanghai die **elektrochemische Gewinnung** von Lithium aus Thermalquellen, Grubenwasser, in hydrometallurgischen Recyclingprozessen und sogar aus Meerwasser. Ihr Verfahren nutzt lithiumselektive keramische Membranen. Diese lassen Lithium-Kationen in wässriger Lösung durch, blockieren aber andere Kationen wie Natrium- oder Kaliumionen effektiv. Eine Kammer mit derartigen Membranen kann hindurchströmen des Wasser mit Lithium anreichern. In einem kontinuierlichen elektrochemischen Verfahren fällen die Forscher dann das Lithium aus. (agr@ct.de)



Spielt Aussehen eine Rolle für Standard-PCs?

Die neuen exone PCs – Business Small und Compact



Unser neues Design samt eigenständiger Frontblende ist die Basis für viele funktionale Vorteile:



Aufgeräumte Büroatmosphäre



Überzeugende Ergonomie



Jetzt alle Vorteile entdecken!

www.exone.de/die-neuen-exone-pcs

exone® ist eine Marke der EXTRA Computer GmbH · Brühlstraße 12 ·
89537 Giengen-Sachsenhausen · www.extracomputer.de

© Copyright by Heise Medien.

Irrtum und Änderung vorbehalten. Nur solange der Vorrat reicht.



Arme offline

Lateinamerika: Die digitale Kluft und ihre Folgen

„Die Welt ist zu einem digitalen Dorf geworden. Um sechs Ecken kennt jeder jeden. Alle hängen zusammen.“ So eine weitverbreitete Ansicht. Doch die Wirklichkeit sieht in großen Teilen der Welt anders aus, wie ein Blick auf Lateinamerika zeigt.

Von Andreas Schuchardt

Laut internationaler Fernmeldeunion (ITU) haben aktuell weltweit 2,7 Milliarden Menschen keinen Zugang zum Internet. Zwar gab es zwischen Anfang 2020 bis Mitte 2022 im Zuge der Covid-19-Pandemie und der damit verbundenen Isolationsmaßnahmen wie Homeoffice einen Konnektivitätsschub, der 800 Millionen Menschen ans Netz brachte. Doch dieser Trend wird sich der ITU zufolge so nicht weiter fortsetzen. Ein großer Teil der Weltbevölkerung bleibt bis auf Weiteres abgehängt. „Ohne neue Investitionen in die Infrastruktur und einen neuen Anstoß zur Bildung digitaler Fähigkeiten werden die Chancen immer geringer, alle bis 2030 an das Internet anzuschließen“, warnt der

Generalsekretär der Internationalen Fernmeldeunion (ITU), Houlin Zhao.

Um die digitale Kluft zu schließen, seien „mehr Investitionen in Netze und digitale Technologien, Regulierung und die Ausbildung von Fachkräften“ erforderlich. Die schlechte und heterogene Netzabdeckung sowie die hohen Kosten für Daten und Geräte sorgen vor allem in sogenannten Schwellenländern für eine erhebliche Ungleichheit. Viele Bewohner des Planeten müssen in erster Linie ihren täglichen Bedarf an Lebensmitteln decken und für ein Dach über dem Kopf sorgen – auch wenn es nur aus Wellblech besteht.

Besonders brisant ist das Problem in Lateinamerika und in der Karibik (LAC-Region). Laut einer Untersuchung der Interamerikanischen Entwicklungsbank (IDB) sind dort insgesamt 244 Millionen Menschen (32 Prozent) offline. Zum Vergleich: In Europa haben lediglich elf Prozent der Bevölkerung keinen Zugang zum Internet.

Bei weiteren 77 Millionen Menschen in der LAC-Region (rund zehn Prozent) tröpfeln die Bits nur aus den Leitungen. Die Mobilfunkversorgung ist ähnlich schlecht: Nur 37 Prozent nutzen 4G-Signale. Besonders dramatisch sei die Situation auf dem Land, wo der Weltbank zufolge 60 Prozent vom Internet abgeschnitten sind.

Laut IDB würden Investitionen in Höhe von 68,5 Milliarden US-Dollar benötigt, um die digitale Kluft in der LAC-Region zu beseitigen. Es brauche endlich eine hochwertige digitale Infrastruktur mit erschwinglichen Preisen, denn weniger als die Hälfte der Lateinamerikaner verfügt über einen festen Breitband- und nur jeder Zehnte über einen Glasfaseranschluss.

Luxusgut Internet

Der Gegensatz zwischen Arm und Reich ist in der LAC-Region besonders krass: Während das Fünftel mit dem höchsten Einkommen zu 81 Prozent über einen Netzanschluss verfügt, sind es beim unteren Drittel der Haushalte nur 38 Prozent. Das wirkt sich unmittelbar auf die soziale Situation und auf die Bildungschancen aus: Während der Pandemie waren 170 Millionen Heranwachsende auf dem Subkontinent von Schulschließungen betroffen. Die Kinder aus der sogenannten Unterschicht wurden dabei einmal mehr marginalisiert, denn „Didaktik auf Distanz“ blieb für sie ein Fremdwort. Das ist nicht zuletzt eine enorme Bürde für die ökonomische Entwicklung Lateinamerikas, denn dort verfügen derzeit – je nach Land – nur zwischen 5 und 15 Prozent der Erwachsenen über mittlere bis hohe Computerkompetenzen. In Europa sind es 29,7 Prozent.

Datentarife und geeignete Hardware sind für die Armen in den Favelas und Dörfern oft unbezahlbar. Für das billigste Basis-Smartphone müssen in der LAC-Region im Schnitt zwischen 4 und 12 Prozent des Einkommens aufgewendet werden. In Guatemala und Nicaragua sogar 31 bis 34 Prozent und im seit Jahrzehnten gebeutelten Haiti 84 Prozent. Ein Datentarif mit einem Volumen von einem Gigabyte macht bereits 2,7 Prozent des durchschnittlichen monatlichen Haushaltseinkommens aus. Beim unteren Fünftel der Einkommenspyramide sind es in einigen Ländern 8 bis 10 Prozent.

Um die Kluft zu schließen wäre laut ITU und Hilfsorganisationen wie der Alliance for Affordable Internet (A4AI) neben nachhaltigen staatlichen Investitionen in die Infrastruktur auch eine spürbare Verbesserung der sozialen Situation der ärmsten Teile der Bevölkerung nötig. Auf die neuen Präsidenten wie Gabriel Boric in Chile, Gustavo Petro in Kolumbien und vielleicht demnächst wieder Lula in Brasilien (Stichwahl nach Redaktionsschluss) wartet eine Menge Arbeit. (hag@ct.de) **ct**

Bund fördert Open-Source-Projekte

Große Teile der Infrastruktur im Netz hängen von Open-Source-Projekten ab, die von wenigen Freiwilligen entwickelt und gepflegt werden. Mit dem Sovereign Tech Fund möchte der Bund dem Problem begegnen und fördert eine Reihe von Softwareprojekten.

Der Sovereign Tech Fund (STF) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz fördert in einer Pilotrunde sieben Open-Source-Projekte. Der Fonds soll damit Sicherheit und Datenschutz im Internet sowie die digitale Souveränität stärken.

Eine Sicherheitslücke in der quell-offenen Java-Bibliothek Log4j hatte erst Ende vergangenen Jahres zu Millionen von potenziell gefährdeten Systemen geführt. Es folgte eine Debatte über Open-Source-Projekte, die oft wichtige Puzzleteile der digitalen Infrastruktur darstellen.

In der Pilotrunde fördert der Fonds die OpenMLS-Bibliothek, die in der Ende-zu-Ende Verschlüsselung eingesetzt wird, das populäre Kommandozeilen-Tool zur Datenübertragung curl und eine offene Implementierung des Internet-Routing-Protokolls BGP, das zwischen Netzsegmenten und autonomen Systemen vermittelt. Gestärkt werden auch der Ruby-Paketmanager RubyGems sowie Bundler, das die Integration von Ruby-Paketen in

Anwendungen erleichtert, und die VPN-Software WireGuard. Der Fonds unterstützt darüber hinaus GopenPGP, eine moderne OpenPGP-Implementierung in Go, und OpenPGP.js, das im Browser ausgeführt werden kann. Mit OpenSSH wird zudem ein Projekt gefördert, das der Standard für sichere Remote-Verbindungen ist und zu den wichtigsten Werkzeugen von Administratoren gehört.

Die Projekte charakterisiert der STF als Software, die zu den offenen digitalen Basistechnologien gehört und großflächig in Unternehmen, Verwaltung und Zivilgesellschaft zum Einsatz kommt. In einer Machbarkeitsstudie (siehe ct.de/ywgi) begründet der STF die Notwendigkeit der Förderung von offenen Basistechnologien damit, dass die Bedeutung und Nutzung von Open-Source-Software zwar hoch ist, die Projekte aber nicht entsprechend „mitwachsen“ und Wartung oft an engagierten Einzelpersonen hängt. Das steigere das Risiko von sicherheitsrelevanten Schwachstellen.

Die Ampelparteien heben in ihrem Koalitionsvertrag die Bedeutung von Open-Source-Software zur Stärkung der digitalen Souveränität hervor. Im Haushaltsentwurf der Bundesregierung für das Jahr 2022 waren jedoch ursprünglich keine Mittel für den Sovereign Tech Fund vorgesehen. Schlussendlich stockte die

Ampelkoalition die vorgesehenen Mittel doch noch auf, sodass der Fonds jetzt loslegen kann.

Der STF fördert die genannten Projekte bis Ende des Jahres insgesamt mit einer Million Euro. Fiona Krakenbürger, Co-Leiterin des STF, sagte: „Diese Pilotrunde leistet einen kleinen Beitrag für die Nachhaltigkeit dieser wichtigen Projekte, den wir hoffentlich in den kommenden Jahren erweitern können.“ Förderungswürdige Projekte sollen künftig durch einen Expertenausschuss sowie ein offenes Bewerbungsverfahren ermittelt werden. Details zum Bewerbungsverfahren will der STF 2023 veröffentlichen. (ndi@ct.de)

Machbarkeitsstudie: ct.de/ywgi



Bild: sovereigntechfund.de

Adriana Groh (links) und Fiona Krakenbürger (rechts) leiten den Sovereign Tech Fund. Beide waren zuvor beim Förderprogramm Prototype Fund des Bundesforschungsministeriums tätig.

CAK
Cyber Akademie
Zentrum für digitale Souveränität

**IT-Sicherheit
Datenschutz
Business Continuity
Digitalisierung**

Unsere Webinar-Specials für die Verwaltung

■ Informationssicherheitsmanagement auf Basis von ISO/IEC 27001 und BSI IT-Grundschutz CERT 14.-15.11.2022 Online 09:30–17:00 Uhr ■ Open Source Intelligence (OSINT) für Fortgeschrittene 14.-15.11.2022 Online 10:00–13:00 Uhr ■ IT-Sicherheitsstrategie in Behörden und Unternehmen 25.11.2022 Online 09:00–13:00 Uhr	■ Cybersicherheit im Home-Office 30.11.–01.12.2022 Online 10:00–12:00 Uhr ■ Hacking-Methoden – Vorgehen von Angreifern und Schutzmaßnahmen 30.11.2022 Webinar 09:30–17:00 Uhr ■ Update IT-Sicherheit für Expert*innen: Aktuelle Schwachstellen, Angriffe und Patches 01.12.2022 Online 10:00–16:00 Uhr
--	---

Allianz für
Cyber-Sicherheit
Partner

Weitere Informationen zu diesen und anderen Seminaren unter: www.cyber-akademie.de

Freie Auswahl

Adobe Max 2022: neue Freistellhilfen für Photoshop und Lightroom

Adobe hat neue Funktionen für die Creative Cloud vorgestellt und das 3D-Paket Adobe Substance 3D um ein Modellier-Tool erweitert. Zu den spannendsten Neuerungen zählen bessere, KI-gestützte Auswahlwerkzeuge für Photoshop und Lightroom.

Von André Kramer

Der Softwarehersteller Adobe hat auf seiner Hausmesse Adobe Max in Los Angeles neue Funktionen für das Softwarepaket Creative Cloud vorgestellt. Außerdem kommen neue Abos hinzu. Nach der Akquise des französischen Softwareherstellers Allegorithmic verkauft Adobe dessen 3D-Software-Paket Substance unter dem Namen Adobe Substance 3D. Es enthält ausschließlich die Programme der Tochter aus Frankreich. Mit

dem separat erhältlichen Paket möchte Adobe Spieledesigner abholen und ins Metaverse-Geschäft einsteigen. Die im Juni vorgestellte Software steht nun inklusive des Substance 3D Modeler zur Verfügung, mit dem sich 3D-Modelle aus geometrischen Grundformen zusammenstellen lassen.

Das im September eingekaufte Screendesign-Tool Figma integriert sich ebenfalls nicht in die Creative Cloud und bleibt somit als Einzel-Abo erhalten. Erstmals seit der Einführung von dessen Konkurrent Adobe XD im Jahr 2017 war von diesem Programm diesmal keine Rede. Damit ist XD vermutlich Geschichte wie ehemals Macromedia Freehand.

Zusammenarbeit übers Web

In Photoshop, InDesign und Illustrator kann man ab sofort Dokumente über Links zum Bearbeiten teilen. Nutzer, die kein Creative-Cloud-Abo haben, können Dokumente im Web betrachten und kommentieren, beispielsweise mit einem Zeichenstift ein Element umranden und er-

läuternden Text hinzufügen. Die Kommentare erscheinen in der Review-Palette in der jeweiligen Anwendung.

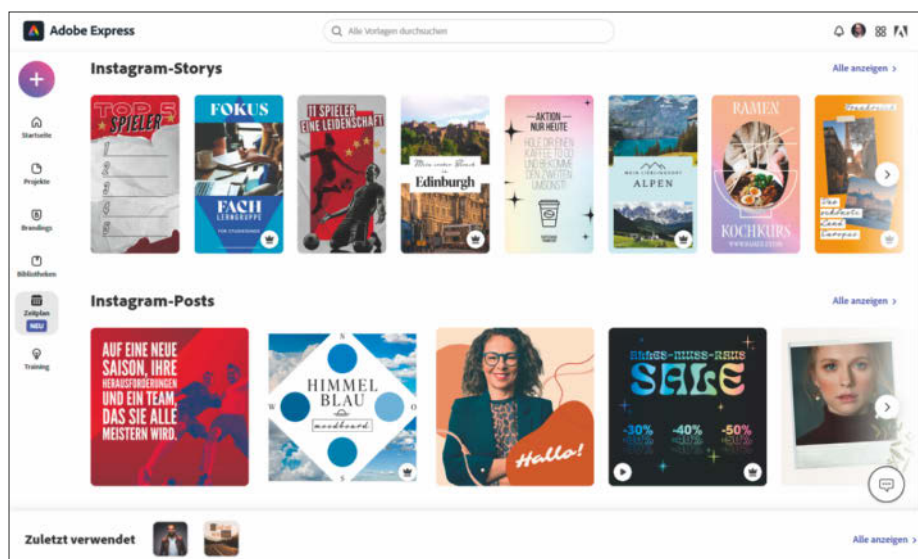
Premiere Pro und After Effects integrieren jetzt den Dienst Frame.io. Er erlaubt, Videos und Animationen bildgenau zu kommentieren, damit die Kommentare genau an der Stelle im Video erscheinen, an die sie gehören. Die Funktion hatte Adobe bereits im April angekündigt. Mit ausgesuchten Kameras von Red und der Fujifilm X-H2S (siehe c't 21/2022, S. 114) soll man Videos künftig direkt zu Frame.io in die Cloud laden können. Im Rahmen eines CC-Abos können Nutzer bis zu fünf Projekte auf insgesamt 100 GByte Frame.io-Cloud-Speicher verwalten, den Adobe unabhängig vom übrigen Creative-Cloud-Speicher zählt. Bis es so weit ist, dürfte es aber noch ein paar Monate dauern.

Social-Media-Inhalte mit Adobe Express

Mit dem Ende 2021 eingeführten Adobe Express will Adobe Nicht-Grafikern, die sich aber beispielsweise im Unternehmen um Social-Media kümmern, mit vielen Vorlagen für Instagram, Twitter oder Facebook einen niedrigschwelligen Einstieg in Grafik, Video und Web ermöglichen. Adobe Express steht als Webanwendung sowie als Mobil-App für Android und iOS zur Verfügung. 2021 hieß das Tool Creative Cloud Express, zuvor Adobe Spark.

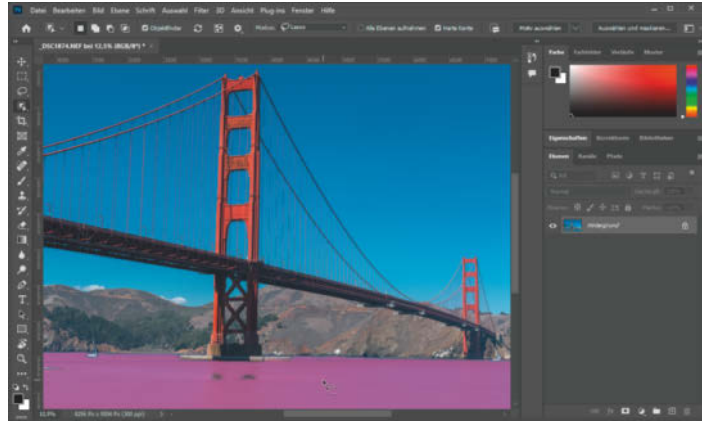
Das Adobe-Express-Abo für 11,89 Euro pro Monat umfasst das Tool Adobe Express (vorher Spark Post), die Dienste Spark Video und Spark Page sowie die Videoschnitt-App Premiere Rush und die mobile Bildbearbeitung Photoshop Express.

In Adobe Express kann man Bilder, Schriftzüge, Logos und Clip-Art-Grafiken zu Social-Media Posts vereinen. Neuerdings lassen sich Motive in Bildern freistellen. Express passt die Inhalte automatisch an Seitenverhältnis und Auflösung für Instagram, Facebook, LinkedIn, Snapchat und andere Social-Media-Plattformen an. Dabei lassen sich Stile inklusive Farben, Schriftarten und Logos definieren. Bei Videos entscheidet die KI „Adobe Sensei“ über den Bildausschnitt. Mit einem integrierten Kalender kann man Veröffentlichungen planen und so die Social-Media-Aktivitäten vorproduzieren. Per Drag & Drop verteilt man geplante Posts im Kalender um oder schickt sie wieder auf die Ersatzbank.



Adobe Express, früher Adobe Spark, erleichtert Gelegenheitsgrafikern die Gestaltung von Social-Media-Grafiken. Mit dem Kalender kann man Veröffentlichungen planen.

Die KI-Freistellhilfe von Photoshop CC markiert Bildbereiche wie Vordergrund, Himmel und Motiv farblich, wenn die Maus sich darüber befindet, und stellt sie auf Wunsch frei.



Bessere Auswahl für Photoshop und Lightroom

Die lange angekündigten „Neural-Filter“ materialisieren sich langsam in Photoshop CC. Über KI-gestützte Filter kann die Bildbearbeitung den Hintergrund unscharf gestalten, Schwarz-Weiß-Fotos kolorieren und die Farben von Fotos so ändern, dass sie einer anderen Jahreszeit zu entstammen scheinen.

Photoshop kann schon länger das Bildmotiv und den Himmel dank künstlicher Intelligenz auswählen. Nun kommen als Optionen der Vordergrund sowie Personen hinzu. Wenn man mit der Maus über das Bild fährt, markiert Photoshop einzelne Bildbereiche farblich. Über das Auswahl-Menü kann man alle Elemente mit einem Klick auf verschiedenen Ebenen separieren, den Hintergrund entfernen, also das Motiv freistellen, oder das Motiv „inhaltsbasiert füllen“, sprich es herausretuschieren, indem Photoshop den Hintergrund aus den umliegenden Bereichen rekonstruiert.

Beide Funktionen stehen auch in der Web- und der iPad-App zur Verfügung. Die Web-App von Photoshop öffnet jetzt Raw-Fotos in einer vereinfachten Version des Import-Plug-ins Camera Raw. Photoshop für iPad soll mehr Presets und ein verbessertes Retuschewerkzeug erhalten haben.

Auch Lightroom CC und Lightroom Classic CC haben vor allem verbesserte Auswahlwerkzeuge zu bieten. Sie können nun Personen aus-

wählen. Künstliche Intelligenz markiert Bildbereiche wie Augenbrauen, Lippen, Zähne und Haare – wie zuvor der Porträtarbeitsbereich in Photoshop CC. Die Option „Objekte“ stellt Motive nach grober Markierung mit dem Pinselwerkzeug frei.

Illustrator und InDesign

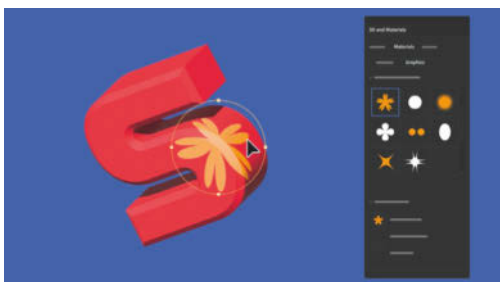
Illustrator und InDesign erhalten kleinere Updates. Die neue Illustrator-Funktion „Interwine“ kann Pfade je nach Position oberhalb oder unterhalb verlaufen lassen. So kann man beispielsweise zwei Seile miteinander verknoten. Zuvor konnte Illustrator nur ganze Objekte auf Ebenen stapeln.

Textebenen aus Illustrator lassen sich nun in Photoshop importieren. Außerdem kann Illustrator Texturen auf einfache 3D-Objekte wie Schriftzüge legen, die sich auf realistische Weise um das Objekt falten.

Die Layout-Software InDesign bietet Schriftstile an, mit denen sich Absätze samt Überschriften auf die Schnelle gestalten lassen. Style-Packs setzen Überschriften und Fließtext mit einem Klick; man kann auch eigene Formatpakete erstellen. InDesign kann außerdem Text um Objekte in Fotos herumlaufen lassen. Dieselbe künstliche Intelligenz wie in Photoshop, Lightroom und Express erkennt auch hier automatisch das Motiv. Daraus erstellt InDesign einen Pfad, an dem der Schriftzug entlangläuft.

Preise und Verfügbarkeit

Die Updates stehen ab sofort für Windows und macOS über die Creative-Cloud-App zum Download zur Verfügung. Den Preis für das Komplettpaket hat Adobe erhöht: Ein vollständiges Creative-Cloud-Abo kostet jetzt 61,95 Euro pro Monat. Einzelanwendungen sind nach wie vor für 23,79 Euro monatlich zu haben. Das Foto-Abo kostet unverändert 11,89 Euro pro Monat und auch Adobe Express sowie Adobe XD verkauft Adobe für 11,89 Euro monatlich. Die Substance 3D Collection schlägt mit 47,59 Euro monatlich zu Buche. (akr@ct.de) **ct**



Adobe Illustrator kann Texturen auf einfache 3D-Objekte legen.

Do-it-yourself-Security

für Maschinen & Anlagen



Per Firewall Netzwerkbereiche schnell & einfach sichern, ohne Eingriff in IP-Set-Up oder sonstige Einstellungen:

-  Reduziert Fehler- und Ausfallrisiko auf ein Minimum
-  Ermöglicht Integration und Management ohne Kenntnisse der Netzwerkumgebung

Mach jetzt Nägel mit Köpfen:

wut.de/diy



W&T
www.WuT.de

Deutschlands größtes IT-Bootcamp

Die Berliner „Spiced Academy“ und die Hamburger IT-Schule „Neue Fische – School and Pool for Digital Talent“ haben sich zu einem Bildungsanbieter zusammengeschlossen.

Das gemeinsame Angebot richtet sich an Hochschulabsolventen, aber auch an Studienabbrecher und Menschen auf der Suche nach einer neuen beruflichen Ausrichtung. 12 Wochen Ausbildung in einem der Bootcamps der beiden Unternehmen plus Bewerbungscoaching soll sie fit machen für einen Job in der IT; Teilnehmer in Teilzeit absolvieren die Kurse in 24 Wochen. In den Camps geht es um Web-Entwicklung, UX-Design, Programmierung von Apps oder Cloud-Anwendungen, Datenanalyse und KI.

Die Leitung beider Unternehmen liegt künftig bei Dalia Das, der Gründerin von „Neue Fische“. Durch den Zusammenschluss sei „das größte Bootcamp für digitale Talente in Deutschland“ entstanden, so Das. 92 Prozent der Bootcamp-Absolventen finden laut Anbieter einen Job im IT-Umfeld. Der Frauenanteil liegt bei

rund 40 Prozent – mehr als doppelt so hoch wie der Anteil der in der IT-Branche tätigen Frauen. „Dies zeigt, wie groß das tatsächliche Interesse von Frauen ist, im IT-Umfeld zu arbeiten“, so Das.

Am 24. Oktober startete eine neue, sechsmonatige Ausbildung zum Data Practitioner, die vormittags online live stattfindet. Zielgruppen sind unter anderem alleinerziehende Personen und Eltern in Teilzeit. „Dieses Angebot gab es noch nie in Deutschland, dabei hat gerade diese Gruppe ein riesiges Potenzial, den Fach-

kräftemangel zu lindern“, erklärt Das. Beide Unternehmen wollen künftig mehr Teilzeitangebote dieser Art anbieten. 2023 sollen unternehmensinterne IT-Weiterbildungen von Beschäftigten hinzukommen. Unternehmen trauten ihren Mitarbeitern einfach zu wenig zu, so die Expertin. Sie empfiehlt Arbeitgebern, sich auf der Suche nach IT-Fachkräften nicht nur auf dem umkämpften Arbeitsmarkt umzusehen, sondern eigene Beschäftigte für neue Aufgaben auszubilden.

(dwi@ct.de)

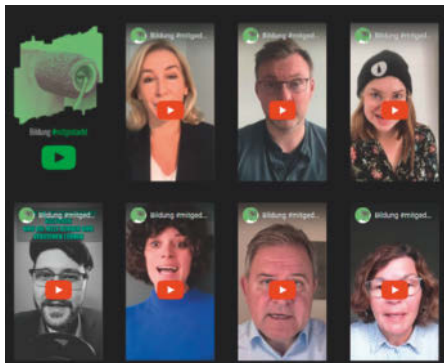
Kurze, praxisorientierte Kurse und maßgeschneiderte Angebote auch für Frauen und Teilnehmer in Elternzeit gehören zum Konzept der IT-Bootcamps der Anbieter „Neue Fische“ und „Spiced Academy“.



Foto: Neue Fische

Digitale Bildung gemeinsam voranbringen

Am 19. September 2022 hatte die Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz ein Gutachten zur **Digitalisierung im Bildungssystem** herausgegeben (siehe c't 22/2022, S. 34). Mit der



Lehrer und Pädagogische Fachkräfte von der Kita bis zur Uni melden sich unter „Bildung #mitgedacht“ mit Ideen zur digitalen Bildung zu Wort.

inhaltlichen Ausrichtung des Gutachtens sind etliche Bildungsexperten und Medienpädagogen nicht einverstanden. „Es bedarf nicht nur technischer Ausstattung, sondern grundlegender Veränderungen im Lehren, Lernen und Prüfen“, heißt es auf der Website bildung.mitgedacht.net.

Auch dass das Gutachten aus der Feder einiger weniger Experten stammt, kritisieren die Betreiber der Website um den Bielefelder Erziehungswissenschaftler Dan Verständig: „Wir plädieren für eine Öffnung des Bildungsdiskurses und die Anerkennung von Pluralität in Forschung und Bildungspraxis.“ In den vergangenen Jahren habe sich gezeigt, dass viele Lehrkräfte mitgedacht und innovative Lösungen umgesetzt hätten. Die Website fordert sie dazu auf, unter der Überschrift „Bildung #mitgedacht“ eigene Ideen und Meinungen in YouTube-Kurzvideos zu dokumentieren.

(dwi@ct.de)

Digitalpakt holpert weiter

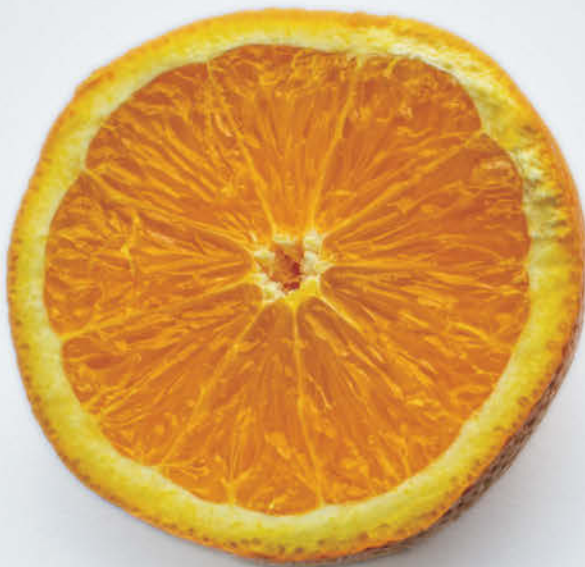
Der Digitalpakt, ein groß angelegtes Förderprogramm des Bundes für die Länder, ist insgesamt keine Erfolgsgeschichte. Während die Stadtstaaten Bremen und Hamburg inzwischen fast alle Fördermittel zur **IT-Ausstattung von Schulen** abgerufen haben, klemmt es in den Flächenstaaten nach wie vor. In Schleswig-Holstein floss bisher nur etwas mehr als ein Drittel des Geldes. Das ergab jetzt die Antwort der Landesregierung auf eine kleine Anfrage des FDP-Fraktionschefs Christopher Vogt. Die Schulträger hätten mehr Hilfe bei den Anträgen gebraucht, die Schulen mehr Freiheit bei der Umsetzung, so Vogt.

Die Antragsfrist für Mittel aus dem Digitalpakt endet am 31.12.2022. In einem kritischen Bericht an den Haushaltsausschuss des Deutschen Bundestages forderte der Bundesrechnungshof dringend, das Projekt nicht fortzuführen (siehe c't 19/2022, S. 34).

(dwi@ct.de)

VITAMINSPRITZE FÜR'S HOMEOFFICE.

Cordaware **bestzero**: Verbindet Menschen mit Applikationen, nicht mit Netzwerken



bestzero®



VPN

Remote Zugriff auf lokale Ressourcen **schnell** und **einfach** bereitstellen.

Keine offenen eingehenden Ports erforderlich => **Zero-Firewall-Config.**



☒ Verfügbar für Windows, macOS, Linux und Android

Cordaware GmbH Informationslogistik +++ Fon +49 8441 8593 200 +++ info@cordaware.com +++ www.cordaware.com



Stromspartipps unserer Leser

Zu unserer Artikelstrecke „Strom sparen mit smarter Technik“ erreichten uns viele Leserhinweise. Einige davon lassen sich sogar ganz ohne teure Technik umsetzen, nur mit eigener „Smartness“ und Konsequenz.

Unsere Artikel zum Thema Energiesparen in c't 22/2022 wurden in den sozialen Netzwerken und in unseren Foren intensiv diskutiert. Zum Beispiel gab es reichlich Feedback zu unserem Tipp, Router des Nachts abzuschalten. Man sollte sicherstellen, dass auch ohne Internetverbindung ein Notruf (auch der einer eventuell vorhandenen Alarmanlage) abgesetzt werden kann – etwa über ein Mobiltelefon mit gutem Empfang in der Wohnung. Ebenfalls, so gab Nutzer „FOxi“ zu bedenken, würden viele Geräte nachts Updates aus der Cloud ziehen oder Backups dort speichern. Daher sollte man versuchen, die Zeiten anzupassen.

Der Forenuser „Whynodd“ kommentierte unter anderem, dass man den für Duschwasser genutzten Durchlauf-erhitzer nur so weit aufdrehen sollte, dass man mit dem Wasser ohne Mischen angenehm duschen kann. Das spare überdies auch Fummelei an der Mischarmatur, dass das Wasser direkt in der gewünschten Maximaltemperatur aus dem Hahn komme.

Für smarte Zwischenstecker, die die Leistungsaufnahme von Geräten überwachen oder diese schalten, empfiehlt der User, eine automatische Abschaltung nach einer gewissen Zeit, zum Beispiel drei Stunden, einzurichten, die man manuell verlängert. Das hilft gegen Vergesslichkeit. Einen Life-Hack aus der Low-Tech-Schublade hat Whynodd ebenfalls parat: Überflüssige Lichtschalter und Ähnliches

mit Klebeband blockieren, um sich ans Energiesparen zu erinnern. Denn alte Gewohnheiten sind der größte Feind der Stromsparer.

Bei den im Artikel „Spardosen mit Zählwerk“ getesteten Shelly Plug S ist unser Leser „iMil“ auf Exemplare gestoßen, die die Quelle für ihre neue Firmware nicht automatisch finden wollten. Erst mit dieser, so iMil, könnte man etwa im Netzwerkprotokoll MQTT eigene „Topics“ erstellen, statt nur die default-Namen zu nutzen. Abhilfe schaffe der Befehl `http://[IP-Adresse des Plug S]/ota?url=http://archive.shelly-tools.de/version/v1.12/SHPLG-S.zip` auf der Web-Oberfläche des Plug S. Unter `archive.shelly-tools.de/` lässt sich der zu übergebende Link-Teil für verschiedene Geräte und Firmware-Versionen auch selbst erzeugen. Die Website wird allerdings nicht offiziell von Shelly-Tools betrieben – deren URL lautet `www.shelly.cloud`.

Eine oft übersehene Binse sollte als Erinnerung ebenfalls nicht fehlen. Wer den im Vergleich zum Herd ohnehin sparsameren Wasserkocher nur bis zum Minimum oder eben so weit befüllt, wie er wirklich heißes Wasser braucht, spart einiges an Energie – regelmäßig entkalken sollte man den Wasserkocher auch.

Töpfe und Pfannen verwendet man am besten in den benötigten Größen, wenn man die Auswahl hat, und lässt so lange es geht den Deckel drauf. Wer häufig Nudeln oder Kartoffeln kocht, kann das Wasser dafür im effizienteren Wasserkocher vorwärmen.

Ein weiterer technischer Tipp betraf den Heimserver, den viele Nutzer tagsüber nicht in den Ruhezustand entlassen, weil sie lange Wartezeiten vermeiden wollen. Hier lohnt es sich, zwischen Daten



Mit einem smarten Zwischenstecker wie dem Shelly Plug S kann man angeschlossene Geräte fernsteuern und sie nach einer gewissen Zeit (oder zufallsbasiert) auch automatisch abschalten lassen.

zu unterscheiden, die schnell verfügbar sein sollen und solchen, wo man in Einzelfällen auch mal eine Minute oder zwei warten kann. Denn die zentralen Office-Dokumente oder eine gepflegte Linksammlung will man bei Bedarf schnell greifbar haben. Die sollten dann auf dem Server auf der SSD oder in einem SSD-Cache liegen – ein Upgrade des Servers auf SSD-Betrieb lohnt sich dafür allein aber kaum.

Das geht Hand in Hand mit der Bemerkung von „schwarzer Panther“, dass die Anschaffung vieler Smart-Home-Geräte sich erst nach langer Zeit oder vielleicht nie amortisiert. Als Beispiel nennt schwarzer Panther smarte Heizungsthermostate zu 80 Euro das Stück, die in einem Haus(halt) mit zehn Heizkörpern allein mit 800 Euro zu Buche schlägen. In solchen Fällen lohnt es sich eher, nur Dinge zu ersetzen, die aufgrund eines Defekts ohnehin ausgetauscht werden müssen. (csp@ct.de)

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 Hardwarebastelei, einen Life-Hack, ein Skript oder einfach nur eine clevere Kons-

truktion 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. Selbstver-

ständlich 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: `leserhelfenlesern@ct.de`.

KOSTENLOSES
E-Book

Warum
Cäsar
kein Vorbild in Sachen
Datensicherheit
mehr ist und wie wir es heute
besser machen:



Jetzt kostenlos lesen:
www.boxcryptor.info/dummies

© Copyright by Heise Medien.



Guter Einstieg, guter Ausstieg

digitaler-stuhlkreis.de
checkin-generator.de

Etwas Smalltalk zu Beginn eines Meetings hilft den Teilnehmern, in der Situation anzukommen, bevor die konzentrierte Arbeit beginnt. Was in Präsenz meist mühelos gelingt, wirkt im hybriden oder virtuellen Meeting häufig ein bisschen gezwungen oder zumindest ungenau.

Die Website **Digitaler Stuhlkreis** kann helfen: In weißer Schrift auf kräftig farbigem Grund präsentiert sie auf Mausklick immer wieder neue Gesprächsanlässe. Als Moderator einer



Sitzung kann man sich hier Anregungen holen oder die Seite zu Beginn des Meetings aufrufen und den Bildschirm teilen. So haben alle Gelegenheit, über Fragen wie „Was steht auf meiner ewigen To-do-Liste?“ oder „Was gibt mir Energie?“ nachzudenken. Die Site, ein Angebot

des Instituts für Schulentwicklung und Hochschuldidaktik in Bochum, hat Fragen zu folgenden Themen im Angebot: Check-in, Kennenlernen, entweder/oder, Zielsetzung, Teamarbeit, Kontroversen, Gruppenreflexion und Check-out.

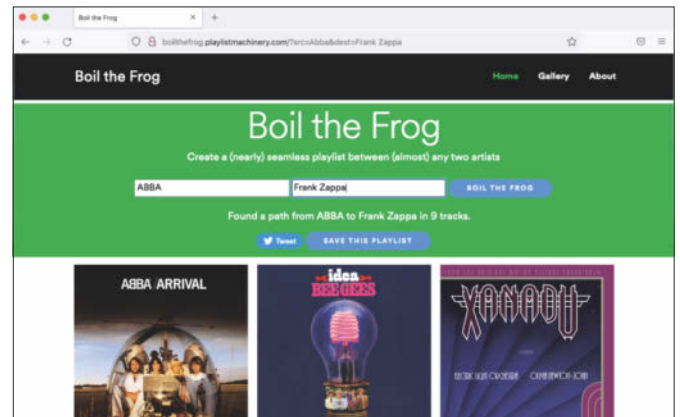
Einen ähnlichen Zweck verfolgt der **Check-in-Generator** der Organisationsentwicklung Camino. Hier gibt es Gesprächseinstiege, Eisbrecherfragen und Abschlussreflexionen in den beiden Kategorien „Check-IN-Fragen“ und „Check-OUT-Fragen“. Sie lassen sich nach vier Kriterien filtern und sind ebenfalls für virtuelle und hybride Meetings gedacht, aber durchaus auch als Ein- oder Ausstieg für Präsenzveranstaltungen geeignet. (dwi@ct.de)

Von ABBA zu Zappa

boilthefrog.playlistmachinery.com

Sie lieben Musik und wollen Neues abseits Ihrer Lieblingskünstler entdecken? **Boil the Frog** schlägt musikalisch überraschende Brücken von einem Musiker zum anderen. Die Website generiert für zwei eingegebene Künstlernamen eine Playlist mit mehreren überleitenden Titeln verschiedener anderer Musiker und zeigt die zugehörigen Cover an. Die Anzahl der vorgeschlagenen Stücke variiert je nach gewähltem Künstlerpaar. Die Website kann bei Spotify aus einer großen Auswahl an Musiktiteln schöpfen. Trotzdem ändert sich die bei wiederholtem Suchen als Überleitung angebotene Folge von Stücken anderer Musiker leider nicht.

Über Buttons auf den Covern wählt der Besucher andere Stücke des gleichen Künstlers aus oder überspringt einzelne Stationen. Jeder Titel spielt nur 20 bis 30 Sekunden, man kann



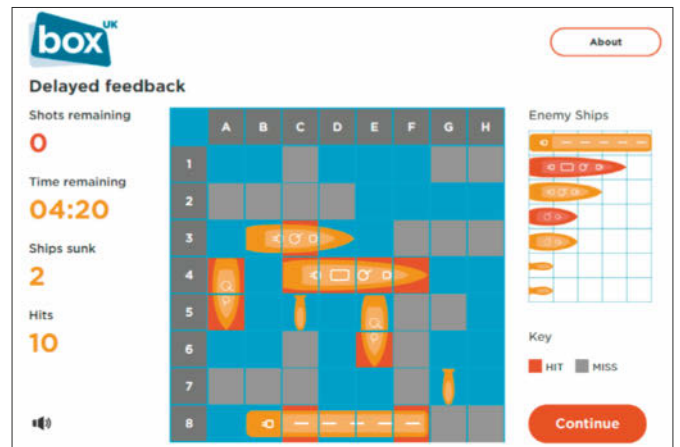
jedoch die gesamte Playlist auf Spotify in voller Länge anhören. Vor allem taugt die Website für kurzweilige Experimente: Probieren Sie es mal mit „Helene Fischer“ nach „AC/DC“.

(Katharina Norden/dwi@ct.de)

Agiles Schiffe versenken

boxuk.com/battleships#

Es wird mitunter als Lösung aller Probleme verkauft: agiles Arbeiten. In der Softwareentwicklung ist diese Arbeitsweise weit verbreitet, aber für Teams in anderen beruflichen Zusammenhängen meist noch Neuland. Die Umstellung braucht Zeit. Oft gibt es auch Widerstände zu überwinden. Beteiligte fragen sich: Wieso ändert sich das Ziel immer wieder? Wieso soll ich mich selbst organisieren? Wieso geht es ständig ums Feedback?



Der britische Softwareentwickler Box UK bietet unter dem Namen **Battleships** eine spezielle Version des Spieleklassikers „Schiffe versenken“ an, um zumindest die Feedback-Frage in einem kleinen Online-Experiment zu klären. Der Besucher feuert dabei zunächst 30 Schüsse auf ein Spielfeld ab, ohne zu wissen, wo die Schiffe sich verstecken. Im zweiten Durchgang gibt es – wie in dem Spiel üblich – nach jedem Schuss eine Rückmeldung zum Erfolg. Die abschließende Statistik zeigt: Mit unmittelbarem Feedback geht es deutlich schneller und erfolgreicher.

(dwi@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/yn46



Informations
Technik
Zentrum Bund



Für dich sind Digitalisierung und Klimaschutz ein Dream-Team?

Do IT now @ ITZBund.

Der IT-Dienstleister Deutschlands.

Schlechtscheine

Google verweigert Erstattung für uneinlösbare Gutscheine



Wer einen Gutschein zum Einkauf in einem App-Store erwirbt, erwartet, dass er ihn auch nutzen kann. Bei Google ist das offenbar nicht selbstverständlich.

Von Tim Gerber

Georg O. ist ein hilfsbereiter Mensch. Ein 77 Jahre alter Freund entschloss sich Anfang September, sein in die Jahre gekommenes Nokia-Handy gegen ein modernes Android-Smartphone einzutauschen. Auf dem Gerät wollte der Freund den kostenpflichtigen Messenger Threema nutzen. Also kaufte Georg O. für den Freund in einer Filiale der Drogeriekette Rossmann in Waren an der Müritz am 12. September einen Gutschein für Googles Play Store im Wert von 15 Euro.

Am Nachmittag aktivierte Georg O. zusammen mit seinem Freund das Guthaben und wollte es anschließend einlösen. Doch das scheiterte. Es würden weitere Informationen benötigt, vermeldete die Play-App. Er solle ein Online-Formular

ausfüllen. Verwundert versuchte Georg O. sein Glück mit dem Gutschein auf einem anderen Smartphone mit einem anderen Google-Konto. Ebenfalls ohne Erfolg. Auch ein dritter Versuch mit einem weiteren Smartphone scheiterte am Play Store, der den Gutschein nicht akzeptierte.

Georg O. fuhr deshalb ein zweites Mal zu Rossmann und erwarb eine weitere Guthabekarte. Doch auch mit der zweiten Karte erging es seinem Freund und ihm nicht besser. Da er sich im Urlaub an der Müritz befand, ließ Georg O. die Sache zunächst auf sich beruhen. Doch gleich nach seiner Rückkehr am folgenden Montag, dem 19. September, wandte sich Georg O. über Googles Webseite an den Support des Unternehmens und schilderte

te diesem sein Problem mit den beiden Gutscheinkarten. Er erhielt allerdings lediglich eine automatisierte Antwort, dass derartige Anfragen in der Regel binnen 24 Stunden beantwortet würden.

Doch erst am 23. September und nach mehreren Nachfragen erhielt der Kunde eine Antwort: „Laut unserem System ist Ihr Google-Konto oder eine der von Ihnen eingereichten Play Geschenkkarten nicht für eine Beschwerde berechtigt.“ Es folgte noch ein Verweis auf Anleitungen im Netz für die Nutzung von Gutscheinen bei Google, die für Georg O. völlig nutzlos waren.

Auf eine weitere Nachfrage erhielt der Kunde am folgenden Tag dieselbe Antwort ein weiteres Mal. Nun versuchte Georg O. in der nächstgelegenen Rossmann-Filiale, die Karten zu reklamieren. Doch dort hieß es nur, dass die Packung ja bereits geöffnet und eine Rücknahme damit ausgeschlossen sei.

Mehrfach füllte Georg O. daraufhin wie verlangt das Support-Formular auf der Webseite von Google aus. Am 10. Oktober erhielt er folgenden Antworttext: „Leider haben wir eine negative Antwort von unseren Experten bekommen. Ihre Karte kann nicht eingelöst werden.“ Damit konnte Georg O. überhaupt nichts anfangen und kontaktierte die c't-Redaktion.

Nachfragen zwecklos

Wir wandten uns am 19. Oktober an den deutschen Pressesprecher von Google, Alexander Bressel, und baten um eine rasche Auskunft. Wir baten um Erklärung, was die Aussagen bedeuten sollen, der Kunde sei „nicht zur Beschwerde berechtigt“ und dass die Karte nicht eingelöst werden könne, wie es in Googles E-Mail vom 10. Oktober geheißen hatte. Vor allem aber wollten wir von dem Konzern wissen, wie Kunden in solchen Fällen ihr Geld zurückbekommen, wenn die versprochene Gegenleistung in Form eines Guthabens für den Store nicht erbracht wird, wie das bei Georg O. offenbar der Fall war.

Am 24. Oktober antwortete uns Lena Heuermann, Leiterin des Produktmarketings bei Google Deutschland: „Es tut uns leid, dass Ihr Leser Probleme mit einem Google Play Geschenk hat. Da sind wir aber die falschen Ansprechpartner.“ Es folgte noch ein Link auf die sattem bekannte Webseite des Google-Supports, an den sich Georg O. wenden könne. Dabei hatten wir bereits ganz ausdrücklich und

unmissverständlich darum gebeten, uns die merkwürdigen Antworten genau dieses Supports doch näher zu erläutern, und dabei auf die bereits erfolgten Anfragen des Kunden hingewiesen.

Wir fragten nunmehr bei der Pressestelle von Rossmann nach, wie es sich dort mit einer eventuellen Erstattung verhält.

Innerhalb weniger Stunden erhielten wir eine umfassende Auskunft durch einen Unternehmenssprecher: Grundsätzlich komme beim Kauf solcher Gutscheinkarten der Kaufvertrag nicht mit Rossmann zustande, sondern mit dem jeweiligen Herausgeber. In diesem Fall also Google. „Wir können die von Ihnen geschilderte Reaktion von Google nicht verstehen“, schrieb der Sprecher weiter. Solche Beschwerden über Google seien bei Rossmann bisher allerdings nicht vorgekommen.

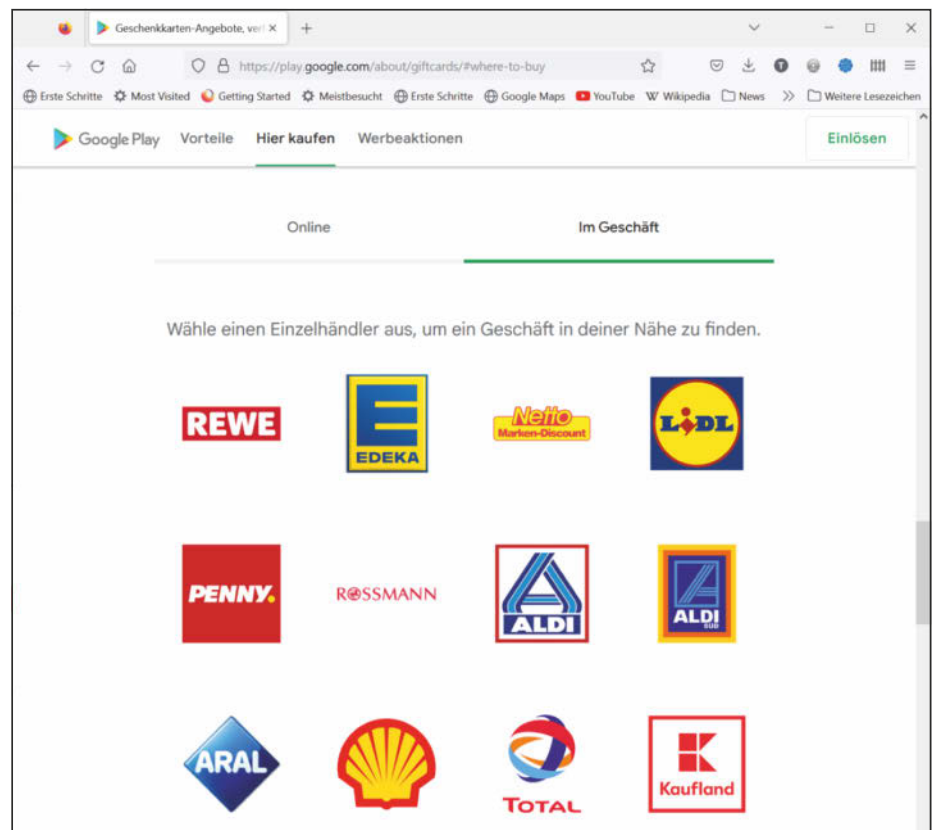
„Damit der Sachverhalt weiter geprüft werden kann – und das Guthaben schnellstmöglich zur Verfügung gestellt werden kann – muss sich der Kunde direkt an den Anbieter der Gutscheinkarte wen-

den. Anhand der Seriennummer sollte dieser eine genaue Klärung vornehmen und bei der Einlösung unterstützen.“ Vorsorglich informierte Rossmann auch Georg O. direkt über diese Gegebenheiten.

Mit der Aussage von Rossmann konfrontiert, reagierte Google nur mit einem Verweis, man könne „aus Datenschutzgründen“ keine weiteren Auskünfte erteilen. Stattdessen verwies das Unternehmen auf eine Webseite mit Informationen zum Betrug mit Gutscheinen (ct.de/y62v). Angesichts dieser Hartleibigkeit des Internetkonzerns wird Georg O. sein Geld wohl in den Wind schreiben müssen. Denn einen Anwalt wegen der vergleichsweise geringen Summe zu beschäftigen und das Geld gar noch einzuklagen, dürfte sich kaum lohnen. Vielleicht sitzen die Betrüger im Fall von Georg O. aber auch bei Google selbst und eine Strafanzeige bei der Staatsanwaltschaft Hamburg, dem Sitz der deutschen Google-Niederlassung, könnte sich schon deshalb lohnen, um ein wenig Bewegung in diese festgefahrene Sache zu bringen.

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

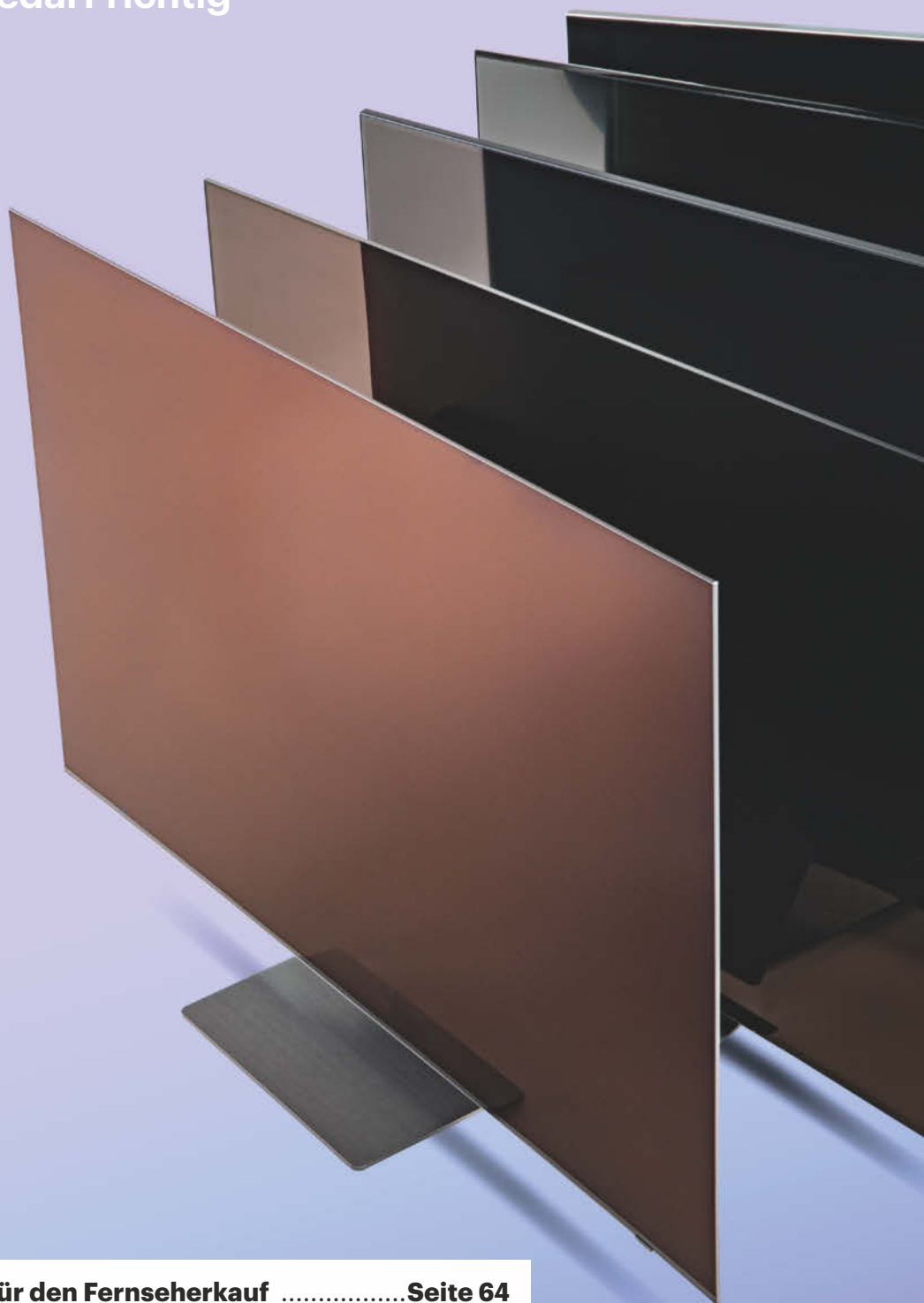
Google-Info zum Betrug: ct.de/y62v



Kauft man Gutscheine für den Play Store bei Googles Einzelhandelspartnern, kommt ein Vertrag mit dem Internetkonzern und nicht etwa mit dem Händler zustande. Wenn es beim Einlösen klemmt, kann man von Google allerdings wenig Hilfe erwarten.

Gut gewählt

Auswahlkriterien für den Fernseherkauf:
So bewerten Sie Paneltechniken, Ausstattung
und Energiebedarf richtig



Auswahlkriterien für den Fernseherkauf Seite 64
Test: Flinke Smart-TVs für Video und Gaming Seite 68

Sie wollen sich ein großes TV-Display zum Streamen, Fernsehgucken oder für rasantes Gaming von der Couch zulegen? Wir helfen Ihnen, das optimale Display für sich zu finden.

Von Ulrike Kuhlmann

Wir haben uns rechtzeitig vor den Abverkaufsaktionen im November den Markt für Fernsehgeräte angeschaut und werfen Schlaglichter auf die Kernfunktionen und kreativen Wortschöpfungen, die sich Hersteller und Anbieter für ihre Produkte ausgedacht haben. Wir erklären, woran Sie aktuelle Geräte erkennen und wie Sie alle Kamellen vor dem Kauf aussortieren. Bevor es ans Eingemachte geht, erst einmal die grundlegende Frage beim Gerätekauf: Welche Diagonale und Auflösung braucht mein TV-Display.

Die ideale Bildgröße richtet sich nach der Zimmergröße beziehungsweise dem Betrachtungsabstand, als Faustformel: Ergonomischer Betrachtungsabstand [cm] = $2,5 \times \text{Displaydiagonale [cm]}$

Für den in vielen Wohnzimmern üblichen Abstand von 3,50 m zwischen Sofa und TV passen Displays mit 55 Zoll, also 1,40 Metern Diagonale, wie wir sie ab Seite 66 getestet haben. Ein 78-Zoll-TV empfiehlt sich erst ab einem Betrachtungsabstand von 5 Metern. Sitzt man zu nah am großen Schirm, muss man im Extremfall den Kopf hin und herbewegen, um den kompletten Bildinhalt zu erfassen. Ergonomien empfehlen, Zuschauer sollten den Inhalt mit zwei bis drei Augenbewegungen erfassen können.

Es gibt auch Anwendungen, bei denen man deutlich dichter ans Display rückt, etwa beim Gaming oder zum Fotos gucken. Hier ist der minimale Abstand zum Schirm wichtig. Er ergibt sich aus dem Auflösungsvermögen des normalsichtigen Betrachters und der Displayauflösung. Beim 55-zölligen 4K-Display sind dies 1,10 Meter, beim 75-Zöller 1,50 Meter – aus diesem Mindestabstand nehmen die meisten Nutzer keine störende Pixelstruktur auf dem Display wahr. Die Faustformel lautet hier: Mindestabstand [cm] = Pixelgröße [mm] $\times 10 \times 333$. Die Pixelgröße

erfahren Sie beispielsweise bei Preisvergleichen oder ermitteln sie selbst mit einem Pixelrechner (siehe ct.de/ywmp).

Schwarze Löcher

Ein großer Fernseher ist im ausgeschalteten Zustand ein schwarzes Loch vor der Wand. Es gibt aber Gegenmaßnahmen, etwa ein Bildschirmschoner mit Kaminfeuer für den Winter und Aquarium für laue Sommerabende; viele Hersteller halten in ihren TVs kostenlose Apps dafür bereit. Allerdings sollten Sie die Displayhelligkeit im Schoner-Betrieb drastisch reduzieren, sonst steigen die Energiekosten über Gebühr an.

Wer den großen Schirm an die Wand hängt, kann ihn zum digitalen Bilderrahmen umfunktionieren. Er lädt vom USB-Stick die Fotos und zeigt sie animiert in einer langsamen Diashow an. Welche Funktionen hier möglich sind, hängt vom TV-Hersteller und der Modellreihe ab. Samsung bietet in seinen Modellen von „The Frame“ besondere Dienste für digitale Bilderrahmenfunktionen an. Mehr dazu im Test des Frame [1].

Wichtig: Die Bilderrahmenfunktion verbietet sich für OLED-TVs. Die organischen Displays sind zwar im herkömmlichen Betrieb inzwischen sehr gut gegen Einbrennen geschützt. Doch ein Standbild, das täglich über Stunden am Schirm zu sehen ist, wird jedes OLED-Display nachhaltig beschädigen. Auch wer über das TV-Gerät Musik hört, sollte das OLED-Display währenddessen ausschalten; eine passende Funktion halten die Geräte in ihrem Einstellmenü bereit.

Displaytechniken

Bei den OLEDs gibt es seit kurzem zwei Techniken: WOLED von LG Display und neu QD-OLEDs von Samsung Display. Die wesentlichen Vorteile von OLEDs gegenüber LCDs bringen beide Varianten mit: eine blickwinkelstabile Darstellung und beeindruckende Kontraste dank sattem Schwarz sowie sehr kurze Schaltzeiten. Dafür leuchten OLED-TVs nicht so hell

wie vergleichbare LCD-Modelle. Mehr dazu im Test auf Seite 68.

Fernseher mit LED-Backlight plus Flüssigkristallschicht (LCD) gibt es in VA- und IPS-Technik. Die in Monitoren und Notebooks noch übliche, sehr blickwinkelabhängige TN-Technik (Twisted Nematic) ist aus Fernsehern glücklicherweise verschwunden. Die Vertical Aligned Panel-technik (VA) steht für eine kontraststarke, aber auch blickwinkelabhängige Darstellung, die Farben verblasen von der Seite stark. Einzig Samsung ist es bislang gelungen, in einigen sehr teuren TV-Modellen trotz VA-Displays eine vom Einblickwinkel unabhängige Wiedergabe zu erreichen. Panels mit In-Plane-Switching-Technik (IPS) sind nicht ganz so kontraststark, aber wesentlich farbstabiler. Bei ihnen sehen Gesichter auf dem Schirm auch von der Seite gesund aus.

Indem man vorsichtig (!) gegen das eingeschaltete Display klopft, lässt sich relativ einfach feststellen, um welche Panelvariante es sich handelt: Bei IPS tut sich nichts, während VA-Displays an dunklen Stellen aufblitzen. Bei IPS kann man stattdessen auf weißen Flächen mit dem Finger vorsichtig (!) hellgraue Spuren ziehen.

Der Flüssigkristall im Display dient lediglich als Lichtventil fürs Backlight, wobei das Backlight sehr unterschiedlich sein kann: Günstige LCDs nutzen am Displayrand aufgereihte LEDs (Edge LED), deren Licht mit einer lichtleitenden Folie möglichst gleichmäßig im Displayrücken verteilt wird. Gleiches gilt für LCDs, deren LEDs in einer Art Schachbrettmuster hinter der Flüssigkristallschicht sitzen (Direct LED).



Zwei Sat-Buchsen zeigen: Dieser Fernseher kann gleichzeitig einen Sender aufnehmen und einen zweiten wiedergeben (Twin-Tuner). Das TV empfängt DVB per Satellit, Kabel und DVB-T (Triple).

Beim sogenannten Local Dimming werden die LEDs gezielt einzeln angesteuert, damit helle Bildbereiche leuchten, während an sehr dunklen Stellen das Backlight etwa für ein tieferes Schwarz gedimmt wird. Das klappt beim Edge-LED-Backlight nur sehr grob, indem man die oben und unten sitzenden LED-Stränge in Lichtstreifen unterteilt. Deutlich besser gelingt die gezielte Dimmung mit einem Direct-LED-Backlight, das die Zonen durch separat dimmbare LED-Cluster erzeugt. Die Güte des Full-Array-Local Dimming (FALD) hängt von der Größe der Cluster ab und davon, wie gut die Dioden-ansteuerung mit dem Bildsignal synchronisiert wird. Achtung: In der günstigsten Ausführung beherrschen LCD-TVs mit Direct-LED-Backlight überhaupt kein Local Dimming.

Die beste FALD-Ausprägung ist eine Hintergrundbeleuchtung aus Mini-LEDs, die sehr feine LED-Cluster und damit sehr viele Dimming-Zonen besitzt. Nachteil: LCDs mit Mini-LEDs kosten ähnlich viel wie OLEDs, ihre Dimmfähigkeit bleibt aber weit hinter den acht Millionen „Zonen“ der selbstleuchtenden OLEDs zurück, bei denen jeder einzelne Bildpunkt gezielt ausgeschaltet werden kann. Die unzähligen Mini-Dioden machen sich zudem beim Energiebedarf bemerkbar: Der ist mindestens so hoch wie bei OLED-TVs.

LCDs mit Mini-LEDs im Backlight sind nicht zu verwechseln mit Bildschirmen, die ausschließlich winzige Mikro- oder Nano-LEDs ganz ohne LC-Schicht nutzen. Im Grunde handelt es sich dabei um anorganische OLEDs – die aktuell extrem teuer sind und nur in großen Diagonalen angeboten werden.

Auflösungsfragen

Als Displayauflösung sollten Sie 4K mit 3840×2160 Pixeln wählen. Die viermal so feine 8K-Auflösung mit 7680×4320

Pixeln ist derzeit nicht hilfreich, denn es gibt so gut wie keine Inhalte in 8K. Da TV-Sendungen noch weitgehend in Full HD ausgestrahlt werden (oder sogar nur in HD mit 1280×720 Pixeln), muss ein 8K-TV die Fernsehsignale in den meisten Fällen hochrechnen. Das Ergebnis gerät insbesondere bei schnellen Bewegungen und geringer aufgelösten Signalen wenig ansehnlich. Hinzu kommt, dass 8K-Fernseher recht teuer und sehr energiehungrig sind. Aktuell lohnt sich diese Mehrausgabe deshalb nicht.

Full-HD-Auflösung mit 1920×1080 Pixeln findet man heute nur noch in kleinen TVs mit 32 Zoll und geringeren Diagonalen. Falls Sie doch noch auf einen größeren Fernseher mit Full HD stoßen, lassen Sie ihn stehen. Die geringe Auflösung ist mit ihren großen Symbolen und Schriftarten ist allenfalls für Sehbehinderte hilfreich.

Viele Gamer wünschen sich 4K-Auflösung und ein schnelles 100-Hz-Panel. Das TV-Display kann die ultrahohe 4K-Auflösung an PC und Konsole im besseren Fall mit der hohen Bildwiederholrate ausgeben (4K/120 Hz genannt). Auch wer viel Sport schaut, sollte zum 100-Hertz-Panel greifen, denn dann ziehen die übers Feld fliegende Bälle keine Schlieren.

Weitere für Gamer wünschenswerte Eigenschaften sind eine latenzarme Darstellung, bei der Bewegungen der Maus beziehungsweise am Controller unverzüglich in Bewegungen am Display umgesetzt werden; Monitore und TV bieten hierfür den Automatic Low Latency Mode (ALLM) an. Damit das Bild beim schnellen Spiel nicht zerreißt, müssen Grafikkarte und Bildrefresh im Display synchronisiert werden, was die variable Refreshrate (VRR) gewährleisten soll. Gleiches gilt für die Synchronisation per FreeSync oder GSync.

Erst ein HDMI-Anschluss in Version 2.1 kann VRR und ALLM sicherstellen.

Aber: Schon ein HDMI-Port mit erweitertem Audiorückkanal (enhanced Audio Return Channel, eARC) geht als Version 2.1 durch – ganz ohne ALLM oder VRR. Leider erfährt man die beiden Parameter zuverlässig nur aus Datenblättern oder Gerätetests. In unserem Test auf Seite 68 zeigte sich zudem, dass ALLM und VRR als alleinige Kennzeichen für ein flinkes TV-Display nicht taugen.

Mehr Kontrast

Aktuelle Fernseher sind HDR-fähig, können also Bildsignale in einem Hochkontrastformat (High Dynamic Range) anzeigen. Für den Videobetrieb ist HDR Pflicht, zumal 4K-Inhalte von Netflix & Co. nur an HDR-fähige Geräte gestreamt werden.

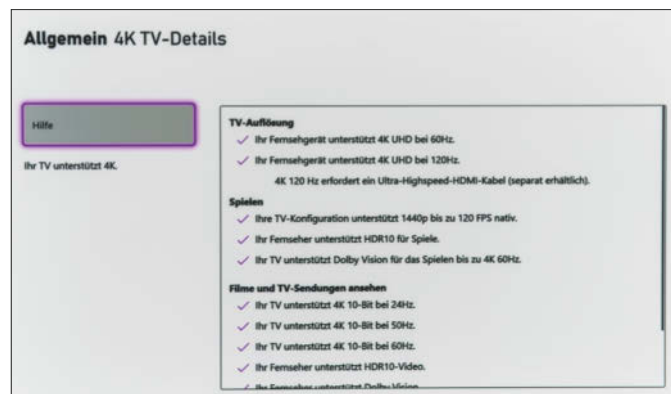
Derzeit dominieren vier HDR-Varianten: HDR10 als Basisformat beherrschen (fast) alle TVs. Das für Audio bekannte US-Unternehmen Dolby hatte mit Dolby Vision ein erstes HDR-Format mit dynamischen Metadaten entwickelt. Es sorgt für enorm ausdrucksstarke Bilder und wird von vielen TV-Herstellern unterstützt. HDR10+ ist eine HDR-Variante mit ebenfalls dynamischen Metadaten, die von Samsung in den Markt gedrückt wurde. Inzwischen liebäugeln auch bisherige HDR10+-Verfechter unter den Herstellern mit der Konkurrenz von Dolby. Neben HDR10, HDR10+ und Dolby Vision ist das HLG-Format relevant, das HDR für Fernsehsignale bereitstellt.

Für Inhalte etwa beim Fernsehgucken, die nicht im Hochkontrastformat vorliegen, bieten die TV-Hersteller eine nachträgliche HDRisierung an. Das künstliche Aufpeppen gelingt zumindest den Markengeräten heute besser als in den HDR-Anfangsjahren. Es könnte beispielsweise für Sehbehinderte relevant sein, die sich möglichst viel Kontrast und kräftige Farben wünschen.

Auch beim Gaming überträgt der PC oder die Konsole HDR-Signale zum TV. Hier lässt sich vorab kaum herausfinden, ob und wenn ja unter welchen Bedingungen und an welchem Eingang ein Gerät Gaming in HDR unterstützt. Für unsere Testgeräte von Seite 68 haben wir diese Infos in einer Tabelle zusammengetragen.

Empfangswege

Die Angaben zur Tuner-Ausstattung in TVs sind verwirrend: Während Dual- und Triple-Tuner lediglich die DVB-Empfangstechnik beschreibt, bedeutet Twin,



Ein TV für Gamer sollte 4K mit 100 Hz wiedergeben können, möglichst latenzarm arbeiten (ALLM) und sich mit PC oder Konsole synchronisieren (VRR), um das Bild ohne Zerreißen anzuzeigen.

dass der Fernseher zwei Tuner für denselben Empfangsweg besitzt. Beispielsweise kann der Fernseher DVB-C, -S und T-Signale über Kabel, Satellit und Stabantenne empfangen (Triple) und Aufnahme und Wiedergabe von TV-Sendungen gleichzeitig laufen lassen (Twin). Beim TV mit Single-Triple-Tuner kann man während der Aufnahme keinen anderen Sender schauen. Wer nicht aufnehmen will, braucht keinen Twin-Tuner.

Anhand der Anschlüsse können Sie die Tunervariante relativ einfach erkennen: Sitzen zwei Buchsen für den Sat-Empfang im TV-Rücken, hat der Fernseher zwei gleichzeitig nutzbare Sat-Tuner, wobei dann auch der Kabeltuner doppelt ausgelegt ist. Für den parallelen Empfang per DVB-C genügt eine einzelne Coax-Buchse, denn hier filtert der Tuner die gleichzeitig übertragenen Frequenzen bei Bedarf aus dem Frequenzgemisch heraus.

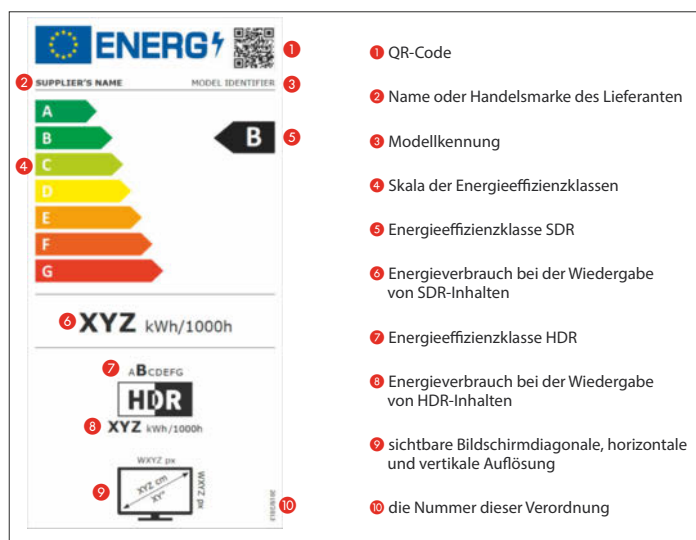
Beherrscht ein Gerät IP-TV, spricht man manchmal auch von Quad-Tuner. So können bessere TVs von Panasonic Fernsehen über das Internet nicht nur empfangen, sondern auch im Haus an andere TVs und Mobilgeräte weitergeben. Der Fernseher dient dabei als IP-Server.

Eine andere Streaming-Variante ist HbbTV: Das Hybrid Broadcasting Broadband TV erzeugt aus dem linearen Fernsehprogramm einen online verfügbaren TV- und Videostream. Außerdem erhält man per HbbTV Zusatzinfos zu laufenden Sendungen. Gesteuert wird HbbTV über die bunten Tasten auf der Fernbedienung.

Die zum TV-Gerät mitgelieferten Fernbedienungen sind je nach Hersteller unterschiedlich gestaltet. Einige legen eine klassische Riegelfernbedienung bei, andere einen stark reduzierten, edel wirkenden Stab. Nehmen Sie vor dem Kauf am besten verschiedene Fernbedienungen in die Hand und prüfen Sie, mit welchen Ausführungen Sie klarkommen. Die Fernbedienung ist die Schnittstelle zum TV-Bildschirm, die Sie häufig in der Hand halten werden. Alternativ können Sie eine App zur TV-Steuerung am Mobilgerät nutzen; viele Hersteller bieten diese im App- oder Playstore kostenlos zum Download an.

Hilfreiche Komfortfunktionen

Hat der Fernseher eine Bluetooth-Schnittstelle, kann man darüber meist nicht nur BT-Kopfhörer und -Headsets anschließen, sondern auch Funktastatur und Maus. Wer



Das Label zeigt den voraussichtlichen Energiebedarf des Fernsehers und informiert per QR-Code über wichtige Displaykennndaten und Garantiezeiten.

eine Webcam per USB an Fernseher mit Android-Betriebssystem schließt, kann ihn per Google Meets (ehemals Duo) in einen großen Monitor für Videotelefonie verwandeln. Außer Sony und Philips hält Samsung in seinen TVs mit Tizen-OS die Meets-App bereit. Standard-Webcams mit Full-HD-Auflösung sollten funktionieren, in unseren Tests verhielten sich etwa Logitechs C920-Webcams an den TVs unproblematisch. Sony bietet für einige Smart-TVs eine aufsteckbare Webcam mit verschließbarem Objektivdeckel an, die sich auch sonst unauffällig ins Wohnzimmer einfügt. Die in TV oder Fernbedienung eingebauten Mikrophone kann man für die Videotelefonie übrigens nicht nutzen; sie dienen lediglich zur Sprachsteuerung des TV.

Einige Geräte können Bluetooth-Kopfhörer parallel zu den im TV eingebauten Lautsprechern betreiben und ihre Lautstärke unabhängig von der Gerätelautstärke einstellen. Leider findet man anhand der Datenblätter kaum heraus, ob ein TV diese ideale Funktion für Haushalte mit unterschiedlich gut hörenden Zuschauern beherrscht. In unseren Tests haben etwa viele Samsung-TVs Dual-Audio unterstützt.

Energiebedarf

Ein wichtiger Punkt ist der Energiebedarf eines Fernsehers. Ein Smart-TV mit 1,40 Meter Diagonale (55 Zoll) benötigt im Betrieb zwischen 75 und 95 Watt – ausgehend von 85 Watt kostet das bei drei Stunden täglichem Videokonsum und angenommenen 40 Cent/kWh Stromkosten im Jahr 37 Euro.

Da der Bildschirm das energiehungrigste Bauteil im Gerät ist, sinkt mit der

Schirmleuchtdichte auch der Energiebedarf. Über den eingebauten Lichtsensor kann das TV seine Schirmhelligkeit automatisch an die Umgebungshelligkeit anpassen. Benötigt der Fernseher auf diese Weise im Mittel statt 85 beispielsweise nur 65 Watt, spart dies übers Jahr etwa 9 Euro. Einige Geräte kennen einen Instant-On-Zustand. Dann startet der Fernseher kurz nach dem Druck auf die Einschalttaste auf der Fernbedienung. Ohne Instant-On können hier einige Sekunden vergehen. Die Leistungsaufnahme im Standby-Betrieb steigt dabei von etwa 0,5 Watt auf 2 Watt mit Mehrkosten von 4,60 Euro pro Jahr.

An jedem neuen Fernseher zeigt ein Energielabel den vom Hersteller prognostizierten Energieverbrauch in kWh/1000h. Wer das TV im Mittel drei Stunden pro Tag nutzt, erreicht in etwa diese 1000 Stunden pro Jahr. Multipliziert man die Angabe mit den aktuellen Stromkosten, erhält man überschlägig die jährlich anfallenden Betriebskosten.

Auf dem Label befindet sich auch ein QR-Code, über den man weitere Angaben etwa zu Paneltechnik, Bildwiederholfrequenz, zum Standby-Verbrauch, aber auch Zeiträume für Garantie, Updates und Ersatzteilverhaltung erhält. Im Laden muss das Energielabel zu jedem angebotenen Fernseher präsentiert werden, im Onlinehandel findet man es auf den Seiten der Händler.

(uk@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Bilder an der Wand, The Frame von Samsung im Test, c't 21/2022, S. 76

Weitere Infos: ct.de/ywmp



Breites Angebot

Fünf aktuelle 55-Zoll-Fernseher mit unterschiedlichen Displaytechniken

Smart-TV-Geräte der 1000-Euro-Klasse vereinen hohe Bildqualität mit umfangreicher Ausstattung und gewaltiger Funktionsfülle. Der Labortest fördert die Unterschiede zwischen OLED-, QD-OLED- und verschiedenen LCD-Techniken sowie beim kontraststeigernden Dimming zutage.

Von Ulrike Kuhlmann

Kurz vor Weihnachten kaufen viele Haushalte neue Fernsehgeräte. Elektronikmärkte und Onlinehändler befeuern den Kaufrausch mit Sonderaktionen wie dem Black Friday Sale. Unser Test aktueller 55-Zoll-TVs klärt, was echte Schnäppchen von Ladenhütern unterscheidet. Dafür haben wir fünf Smart-TVs mit schnellen 120-Hertz-Panels ausgesucht, die zwischen 990 und 1600 Euro kosten. Bei Sonderangeboten in den kommenden Wochen sind manche vielleicht billiger zu haben.

Alle fünf zeigen auf 1,38 Metern Diagonale die 4K-Auflösung mit 3840×2160 Pixeln (auch Ultra HD/UHD genannt). Sie nutzen jedoch unterschiedliche Displaytechniken: der 55C27LA von LG ein WOLED-Panel und der GQ55S95B von Samsung ein QD-OLED-Panel. Das Sony-TV

XR-55X92K hat hingegen ein VA-Panel mit einem Backlight aus gleichmäßig im Rücken verteilten Mini-Leuchtdioden, die es gezielt dimmen kann, um den Bildkontrast zu steigern. Man spricht von Full Array Local Dimming (FALD). Auch Hisense baut in den 55U8HQ ein FALD-Backlight ein, es hat aber etwas weniger dimmbare Zonen als Sony. Philips setzt beim 55PUS8807 wie Hisense auf ein blickwinkelstabiles IPS-Panel und hat ein Direct-LED-Backlight, dessen Leuchtstärke es aber nur insgesamt und nicht lokal reduzieren kann.

Local Dimming

Die OLEDs können jedes einzelne Pixel dimmen, mit ihren knapp 8 Millionen Dimming-Zonen erzeugen sie enorm hohe In-Bild-Kontraste ohne störende Halos – so nennt man das Licht, das in angrenzenden Zonen einleuchtet. Unsere OLED-TVs nutzen zwei verschiedene Panels: LG das hauseigene WOLED, Samsung sein brandneues QD-OLED – beide nennen die Technik übrigens einfach nur OLED. Das W steht für das zusätzliche weiße Subpixel, mittels dessen LGs OLED-Panels höhere Schirmleuchtdichten erzielen. Das QD bei Samsung steht für Quantum Dots, die Nanopartikel wandeln blaues Licht in den Subpixeln in rotes beziehungsweise grünes Licht. Hierdurch erzielt Samsung eine

beeindruckende Farbsättigung. Leider unterstützen Samsung-TVs nicht die HDR-Variante Dolby Vision, weshalb die Darstellung beim Streamen vieler aktueller Filme hinter der des LG-TVs mit Dolby Vision zurückbleibt. Samsungs HDR10+ ist hier kein gleichwertiger Ersatz und man findet es auch nur in einigen wenigen Serien bei Amazon.

Die 135 beziehungsweise 160 im Schachbrett angeordneten Zonen der LCD-TVs von Hisense und Sony sollen punktuelle Lichter im Bild aufhellen. Doch die Anzahl der Zonen ist zu gering für feine Übergänge. So sieht man bei Hisense in Testbildern Helligkeitssprünge, wenn sich ein Objekt von einer Zone in die nächste bewegt. In Videos sind Untertitel auf dunklen Hintergründen von einer flächigen Aura umgeben. Sony glättet die Zonenübergänge zusätzlich per Software, hier fällt die Aura etwas weniger auf. Das Philips-TV ohne Local Dimming zeigt logischerweise keine solchen Artefakte, doch Bildern mit punktförmigen Lichtquellen fehlt ein wenig der Pepp. Hinzu kommt eine sehr störende Eigenschaft des farbstabilen IPS-Panels: In dunkler Umgebung erscheinen dunklere Bildbereiche deutlich milchig, wenn man nicht genau frontal vor dem Schirm sitzt. Dieses Phänomen zeigt auch das IPS-Panel im Hisense-Fernseher. Es stört enorm in Filmen mit dunklen Szenen, fällt im normalen TV-Betrieb oder beim Spielen aber nicht auf.

Philips hat zusätzlich hinten an den Kanten des TV-Gehäuses 41 einzeln ansteuerbare LEDs für die Wohlfühlbeleuchtung Ambilight eingebaut. Die Dioden verändern Farbe und Helligkeit synchron zum jeweiligen Bildinhalt und erweitern so die Darstellung seitlich und nach oben auf der Wand – das ist Geschmackssache.

Bildeinstellungen

Wir haben im Test wenn möglich als Bildpreset den sogenannten Filmmaker-Modus gewählt. Er wurde entwickelt, weil einige TV-Hersteller es mit vermeintlichen Bildoptimierungsfunktionen übertreiben und Filme daher komplett anders aussehen, als vom Regisseur beabsichtigt. Deshalb sind im Filmmaker-Preset (fast) alle Bildoptimierungen deaktiviert. Üblicherweise gibt es an der Darstellung im Filmmaker-Modus wenig zu meckern, so auch in diesem Test. Wem das Bild nicht gefällt, der kann schrittweise Optimierungen einschalten, sie prüfen und gegebenenfalls wieder abschalten.

Der Hisense neigt (auch) im Filmmaker-Preset zu einer etwas rotstichigen Darstellung, weshalb wir bei ihm die Rotverstärkung und den Rot-Offset beim Weißabgleich und die Farbsättigung insgesamt etwas reduzierten. Außerdem deaktivierten wir die Bewegungskompensation.

Sony bietet keinen Filmmaker-Modus an, stattdessen sind im Anwender-Preset die Optimierungen und die Bewegtbildkompensationen deaktiviert. Wir haben lediglich den Kontrast reduziert, weil die Darstellung etwas überstrahlte. Bei Sony muss man bei den Einstellungen darauf achten, frontal vorm VA-Panel zu sitzen, weil dessen Darstellung sehr blickwinkelabhängig ist: Farben verblasen von der Seite betrachtet stark.

Philips lässt den Filmmaker-Modus ebenfalls weg, stattdessen greift man hier zum Preset Experte 1 (helle Umgebung) oder Experte 2 (dunkler Raum). Ärgerlicherweise ist die Bewegungskompensation in allen Presets aktiv, auch bei Filmen im HDR-Format Dolby Vision.

Energiesparmaßnahmen

Läuft Ihr TV-Gerät täglich drei Stunden lang, also an 1095 Stunden im Jahr, summieren sich beispielsweise 84 Watt Leistungsaufnahme auf 92 Kilowattstunden (kWh). Dafür zahlen Sie bei einem Strompreis von 40 Cent/kWh knapp 37 Euro. Über mehrere Jahre gerechnet und angesichts steigender Strompreise lohnen sich Sparmaßnahmen daher.

Die Voreinstellungen zum Energiesparen verstecken einige Hersteller an ungewöhnlichen Stellen im Menü – und

die muss man erstmal finden. Besonders krass treibt es LG: Unter Allgemein/OLED-Panelpflege/Selbstpflege des Geräts/Energiesparen/Energiesparschritt findet sich eine dreistufige Leuchtdichte-steuerung (Minimum, Mittel, Maximum), die den Schirm insgesamt dunkler macht. Der Menüpunkt Automatisch aktiviert dagegen den Umgebungslichtsensor, das TV passt dann die Schirmhelligkeit an die Raumhelligkeit an; zusätzlich kann man in fünf Stufen festlegen, wie dunkel das Bild höchstens werden darf. Das sind durchaus sinnvolle Einstellungen, nur sollten sie an prominenterer Stelle liegen, zumal einige Automaten in allen Presets aktiv sind.

Zusätzlich findet man in den erweiterten Bildeinstellungen des LG-TV unter Helligkeit die Funktion „Automatische Helligkeitsregelung“, die den Schirm dunkler macht, sobald ein Video läuft. Eine vergleichbare Regelung besitzen auch die TVs von Samsung und Philips. Sie grenzt unserer Ansicht nach an Schummelei, denn sie reduziert den Energiebedarf des TVs auf unsinnige Weise – warum sollte der Schirm bei bewegten Bildern dunkler sein als bei Standbildern, wohlgernekt im selben Preset? Gemäß standardisierter Vorgaben zur Energieeffizienz von TVs werden die Leuchtdichte und die Leistungsaufnahme im Auslieferungszustand gemessen: die Leuchtdichte auf Standbildern, die Leistungsaufnahme mit einem standardisierten Video im selben Preset. Wenn das Display seine Leuchtdichte bei Bewegtbildern anders einstellt als bei



Von Tastenminimalismus bis Knöpfchengewimmel unterscheiden sich die Fernbedienungen. Von links nach rechts: Philips, Hisense, LG, die beiden von Sony, Samsung.

Standbildern, haben die beiden Messwerte keinen Bezug zueinander.

Schärfere EU-Vorgaben

Die Leistungsaufnahme der TVs wird besonders heikel, wenn die EU ab März 2023 die maximal zulässigen Werte verschärft. Dann dürfen beispielsweise 55-zöllige Fernseher nur noch 84 Watt verbrauchen oder bis zu 93,5 Watt, falls sie einen Umgebungslichtsensor haben, der in allen Presets aktiv ist. Die bisherigen Ausnahmeregelungen für OLEDs enden dann ebenso wie die für 8K- und Mikro-LED-TVs (siehe ct.de/yd5e).

So drückt LG den Energiebedarf des OLED-Fernsehers durch die bewegungsgesteuerte Beleuchtung von 85,5 auf 83,9 Watt – also unter das 84-Watt-Maximum. Samsung nennt die Helligkeitsreduzierung im Bewegtbild „Bewegungsgesteuerte Beleuchtung“. Sie ist im Auslieferungszustand des GQ55S95B aktiv, bewirkt beim OLED-TV aber anders als bei den LCD-TVs von Samsung nichts. Wir haben 109,5 Watt gemessen, was aktuell im erlaubten Rahmen liegt. Im kommenden Jahr könnte Samsung die im Menü vorgesehene „Helligkeitsverringerung“ aktivieren, um weitere 16 Watt einzusparen.

Philips bietet im Kontrast-Untermenü den Modus „optimiert für Energiesparen“, eine Variante der bewegungsgesteuerten Beleuchtung. Sie senkt die Leistungsaufnahme des LCD-TV von 91 auf 65 Watt, die Schirmleuchtdichte im Standbild bleibt bei 250 cd/m². Hisense versteckt seinen Umgebungslichtsensor im Bildmenü in den Kontrasteinstellungen; man kann nur in diesem Untermenü mit den auf/ab-Pfeiltasten navigieren, was man schnell übersieht. Das TV ist mit 75 Watt im Standard-Preset überraschend sparsam.

Sony bietet schon während der Erstinstallation einen zweistufigen Energiesparmodus an, der das Bild schlichtweg dunkler macht. Er lässt sich auch nachträglich unter System/Stromversorgung & Energie einstellen. Der Umgebungslichtsensor findet sich in den Bild-Einstellungen. Aktuell erfüllt das Sony-TV die EU-Vorgaben, doch für 2023 muss sich das Unternehmen etwas überlegen. Am einfachsten wäre es, die Schirmleuchtdichte von hellen 445 cd/m² im Standard-Preset auf mögliche 365 cd/m² zu senken.

Durch Reduktion der Schirmleuchtdichte lässt sich der TV-Energieverbrauch effektiv senken. Hier helfen zunächst die Umgebungslichtsensoren in fast allen ak-

tuellen Fernsehern. Über die Sensordaten passt sich das Display an die Raumbedingungen an und Sie müssen nichts weiter tun. Empfehlenswert ist zudem ein Bildpreset wie Filmmaker, in dem die Leuchtdichte und damit auch die Leistungsaufnahme geringer ist als in hellen Presets wie Dynamik.

Im Vergleich zum Stromverbrauch im Betrieb sind viele aktuelle TV-Geräte im Standby sehr sparsam: Sie bleiben unter 0,5 Watt, manche unter 0,1 Watt. Daraus ergeben sich jährliche Stromkosten von maximal 2 Euro. Allenfalls bei langer Abwesenheit lohnt es sich, solche TV-Geräte per Schaltsteckdose von der Stromversorgung zu trennen. Zu rasch nach dem Abschalten sollte man vernetzte Smart-TV-Geräte und vor allem OLED-TVs nicht vom Stromnetz trennen, denn manche Geräte laden dann noch Updates herunter und OLED-TVs fahren innerhalb der ersten Stunde nach dem Ausschalten eine Art Reinigungsprogramm. Grund: Die organische Leuchtschicht verliert dort an Leuchtkraft, wo sie mit besonders hellen Bildinhalten respektive hohen Strömen beaufschlagt wurde. Controller an den Pixeltransistoren überwachen im Betrieb die Belastung des Panels und steuern gegebenenfalls an betroffenen Stellen mit neuer Kennlinie nach. Das sollten Sie nicht durch frühzeitiges Steckerziehen unterbinden (siehe ct.de/yd5e). Das sogenannte Einbrennen der OLEDs konnten die Hersteller inzwischen so gut reduzieren, dass sie über die übliche Zwei-Jahres-Garantie hinaus mehrjährige Garantien auf das Panel geben, LG beispielsweise drei zusätzliche Jahre bei seinen G2- und Z2-Serien. Voraussetzung: Sie ermöglichen dem TV regelmäßig die oben erwähnten Reinigungszyklen. Die sieht man übrigens nicht, denn das Display bleibt währenddessen dunkel.

Gaming

Die flinken 120-Hertz-Panels sind vor allem für schnelle Computerspiele attraktiv. Dabei muss allerdings der Rest der Elektronik mithalten, sonst gibt es trotz schnellem Panel Latenzen oder vermeintliche Bildoptimierungen stören. Daher haben wir an die Smart-TVs jeweils auch Gaming-PC und Konsole angeschlossen. Die Fachbegriffe ALLM, VRR sowie FreeSync erklärt der Artikel auf Seite 64.

Organische Displays sind bekannt für flinke Helligkeitswechsel und eine kontraststarke, schlierenfreie Darstellung. LGs

55C27LA erfüllte diese Erwartungen: Es spielt sich an ihm auch in 4K/120 Hertz flüssig, der Kontrast ist super und das Bild selbst in sehr dunklen Szenen einwandfrei. In seinem Spielemodus haben wir dazu „OLED Motion“ und „niedrige Latenz“ aktiviert.

Das OLED-TV von Samsung erkennt angeschlossene Zuspeler per HDMI-CEC und startet den Spielemodus automatisch. In der sich öffnenden Gamebar kann man das passende Genre wählen und etwa Helligkeit und Farbe einstellen. War der PC angeschlossen, haben wir die Kontrastverstärkung des TV reduziert und den dynamischen Schwarz-Equalizer aktiviert, um dem Bild noch mehr Pepp zu verleihen. Je nach Spielgenre kann man auch die Schattendurchzeichnung anheben. Im Spiel wirkte das Bild sehr farb- und kontraststark, aber etwas unschärfer als am LG-TV. Bei sehr schnellen Bewegungen tauchte zuweilen eine Art Pixelregen auf, als könne das TV die Bilddaten nicht schnell genug verarbeiten.

Was uns überrascht hat: Das Philips-TV konnte in Sachen Bewegungsschärfe mit dem Samsung-Display mithalten, zumindest wenn man in 4K-Auflösung mit 120 Hertz spielt. Sobald das Display jedoch kleinere Auflösungen interpolieren muss, wird die Latenz spürbar. Bei Philips muss man im Gerätemenü für jeden HDMI-Eingang genau festlegen, welche Funktionen er unterstützen soll. Die variable Refreshrate (VRR) unterstützen nur die Eingänge HDMI 1 und 2 und auch erst dann, wenn man den Modus „Optimal (autom. Spielemodus)“ auswählt. Dann erkennt das TV auch FreeSync-Signale und blendet bei längerem Druck auf die Menütaste eine Gamebar ein, die schnellen Zugriff auf wichtige Bildparameter gibt.

Ähnlich kompliziert verhält sich auch das Sony-TV, das ebenso wie das Philips-Gerät Android nutzt. Hier empfehlen sich zum Spielen HDMI 3 und 4, denen man als „HDMI-Signalform“ VRR zuweisen muss. Die Xbox meldet am Sony-TV fürs Gaming mit 120 Hz als maximale Auflösung Full HD (1920 × 1080), an den anderen vier TVs dieses Tests zeigt sie bei dieser Bildwiederholfrequenz bis zu QHD (2560 × 1440). In Full HD war das Sony-TV latenzarm und zeigte wenig Schlieren, das Bild wirkt dann aber unschärfer als bei 4K-Zuspielung. Der Hisense-Fernseher hat zwei HDMI 2.1-Eingänge, die ALLM, VRR sowie FreeSync unterstützen. Auch

Perinet – Netzwerk bis zum Sensor

Single-Pair-Ethernet (SPE) kann genau die effiziente Infrastruktur auf der Feldebene liefern, die durch die rasante Entwicklung der Industrie 4.0 nun erforderlich ist. Schnelle Ethernet-Verbindungen bei gleichzeitiger Übertragung von Strom und Daten über ein einziges Kabel schaffen völlig neue Möglichkeiten. Innerhalb des IoT und IIoT wird nun die durchgehend intelligente und skalierbare Anwendung auf allen Ebenen erreichbar.

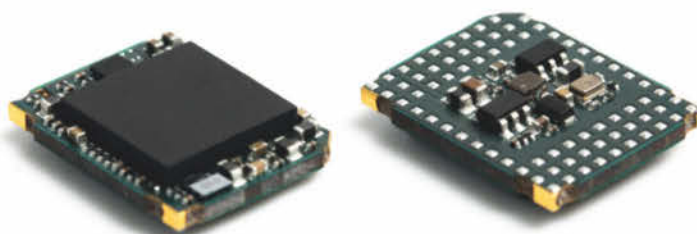
Die nächste Stufe ist hybrides SPE. Bei diesem funktioniert die Stromversorgung über zwei zusätzliche Drähte und nicht über PoDL. Dies bietet mehrere Vorteile - einer der wichtigsten besteht darin, dass die Verwendung von hybrider SPE die Implementierung einer breiten Palette von Topologie-Optionen ermöglicht, wie z.B. Daisy-Chain.

Perinet übernimmt eine Vorreiterrolle in diesem hochspezialisierten Nischenmarkt und bietet nahtlose IoT-Konnektivität von der Feldebene bis zur Cloud.

Die Produkte von Perinet machen als zukunftsweisende Elektronik Sensoren und Aktoren netzwerkfähig. Die neuen Komponenten und Software schließen die Endgeräte nahtlos an IT-Systeme an und ermöglichen eine direkte Kommunikation ohne Protokollwandlung. Da, wo bisher Sensoren nur Rohdaten liefern konnten, stellen die Perinet-Produkte, Informationen direkt in einem IT-freundlichen Format bereit. So kann der Anwender künftig seine Sensoren per PC über einen Webbrowser ansteuern oder die Sensordaten direkt in die Cloud übertragen. Dadurch werden Transparenz und Analytik in der operativen Wertschöpfungskette verbessert.

Durch seine Vorteile lässt sich das Perinet-System sowohl in neu gebaute Umgebungen als auch in Bestandsanlagen integrieren.

Im Wesentlichen geht es dabei um Benutzerfreundlichkeit, um einfache Bereitstellung und Verwendung. Durch die Prozessdigitalisierung und Schaffung neuer Synergien können planbare Maßnahmen, die für einen ordnungsgemäßen Betrieb notwendig sind, zeit- und kostensparend umgesetzt werden.

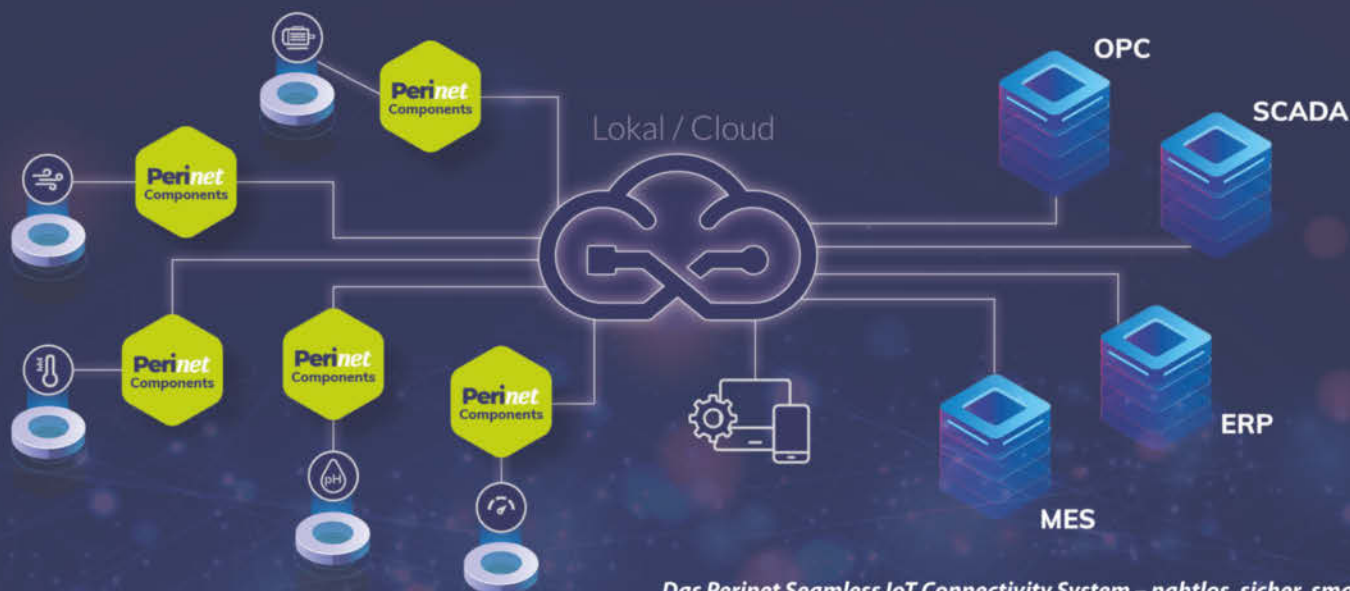


*Das periCORE SPE Kommunikationsmodul –
Herzstück des Perinet Systems*



Perinet GmbH • Rudower Chaussee 29 • 12489 Berlin

Lassen Sie Ihre Sensoren mit Ihren Systemen Klartext reden Leichtgewichtige Netzwerkanbindung für Sensorik & Aktorik



Das Perinet Seamless IoT Connectivity System – nahtlos, sicher, smart

hier muss man den HDMI-Modus auf „Erweitert“ stellen und im Menü den Spielmodus sowie FreeSync aktivieren. Trotzdem bleibt stets eine erträgliche, aber spürbare Latenz übrig.

Fazit

Alle getesteten Smart-TVs zeigen gute Bilder, zumindest bei frontaler Betrachtung. Die unterschiedlichen Displaytechniken haben aber typische Stärken und Schwächen: Die OLED-TVs bestechen durch Kontrast- und farbstarke Darstellung. Sie reflektieren allerdings ihre Umgebung: Während LG helle Objekte im Raum spiegelnd reflektiert, verschwimmen sie am Samsung-OLED etwas. Im Zimmer mit heller Deckenbeleuchtung oder einem großen Fenster verblasst das QD-OLED deshalb etwas.

Sony bietet zwar eine ausgewogene Farbmischung und feine Details, doch das VA-Panel ist zu blickwinkelabhängig. Die TVs von Hisense und Philips können auf den ersten Blick fast mit den OLEDs mithalten. Doch sobald sie dunkle Sequenzen wiedergeben, verblassen alle dunklen Bildinhalte auf ihrem Schirm. Die IPS-Displays sind zwar sehr farbstabil; weil ihr Schwarz von der Seite betrachtet ausbleicht, geht ihr Kontrast dabei fast gegen Null. Für Videoabende in geselliger Runde ist das nichts.

Zum Spielen und für Sportevents eignen sich die beiden dagegen gut. Hier beeindruckte uns vor allem der Philips-Fernseher. Wer ein richtig tolles Gaming-Display sucht, wird dennoch bei den OLEDs landen. Die Farbsäume an hellen Kontrastkanten beim Samsung-OLED (siehe ct.de/yd5e) sieht man beim Spielen, wenn man näher ans TV-Display heranrückt. Deshalb und auch wegen der etwas schärferen Bewegtbildwiedergabe des LG-TV würden wir Gamern eher zum WOLED-TV raten. Im Video- und TV-Betrieb stören die Farbsäume am QD-OLED aus angemessenem Betrachtungsabstand nicht, hier überzeugt das Samsung-TV mit farbsterker Darstellung.

Sehr ärgerlich sind unnötig komplizierte Bedienung, über mehrere Menüs verteilte Einstellungen und vermeintliche Bildoptimierungen, die Filme verschandeln. Glücklicherweise haben immer mehr Smart-TVs den Filmmaker-Modus, der fast immer für schöne Bilder bürgt. (uk@ct.de) **ct**

EU-Vorgaben: ct.de/yd5e



Hisense 55U8HQ

Hisense nutzt im 55U8HQ das hausinterne Betriebssystem Vidaa mit einer begrenzten Auswahl an Streaming-Apps. Die Fernbedienung ist völlig überladen mit unsinnigen Direktwahltasten. Das Einstellmenü ist klarer strukturiert. Vollen HDMI-2.1-Funktionsumfang erhält man nur, wenn man den HDMI-Modus auf „Erweitert“ stellt. Anschließend versteht sich das TV auf FreeSync, doch beim Spielen bleibt stets eine geringe Latenz und die Zwischenbildberechnung steht unabänderlich auf „Standard“.

Das IPS-Display mit seinen 135 dimmbaren Zonen zeigt kontrastreiche Bilder, verleiht diesen aber stets einen leichten Rotstich. Die Zwischenbildberechnung kann der Zuschauer im Filmmaker-Modus ausschalten, doch im HDR-Modus Dolby Vision IQ ist sie unabänderlich aktiv. Wir nutzten deshalb Dolby Vision ohne IQ.

Das grundlegende Problem des 55U8HQ: Zwar bleiben die Farben von der Seite betrachtet satt, aber dunklere Bildinhalte geraten milchig-grau und man kann dort keine Details mehr erkennen. Das stört in dunkler Umgebung bei eher dunklen Aufnahmen sehr, wovon man tagsüber im normalen Fernsehbetrieb aber nichts bemerkt.

Mit der stoffbespannten Lautsprecherleiste unter dem Display, dem Bass im Rücken und einem nach oben strahlenden Mittenlautsprecher erzeugt der Fernseher an sich einen sauberen Klang, doch leider wird der Ton schon ab mittleren Lautstärken nervig schrill.

 **lebendige Darstellung**
 **blickwinkelabhängiger Kontrast**
 **Ton bei großen Lautstärken verzerrt**
Preis: 1000 Euro



LG OLED 55C27LA

Das OLED-Panel im LG-Fernseher liefert beeindruckend kontraststarke Bilder. Weit von der Seite betrachtet bekommt die Darstellung allerdings einen leichten Rotstich, was in Weißflächen und Gesichtern auffällt. Dies könnte der dielektrischen Entspiegelung im Display geschuldet sein, stört aber längst nicht so stark wie die Blickwinkelabhängigkeit vieler LCD-TVs.

Bei der Erstinstallation kann man die Suche auf freie Sender beschränken. In der Senderliste landeten dann aber doch jede Menge Bezahlsender von Sky. Die Werbung im überladenen Startbildschirm entfernt man unter Allgemein/System/Zusätzliche Einstellungen/Startseiten-Einstellungen/Home Promotion. Die Einstellungen zum Energiesparen sind ab Werk aktiv, den Umgebungslichtsensor schaltet man in der OLED-Pflege/Selbstpflege des Geräts aus – darauf muss man erstmal kommen. Die automatische Helligkeitsregelung, die das Bild im Videobetrieb dunkler macht, findet sich dagegen im Bildmenü unter den erweiterten Einstellungen. Sie ist nur im Sparmodus aktiv.

Der 55C27A ist erste Wahl für Gamer: Alle vier HDMI-Eingänge beherrschen Version 2.1, FreeSync und G-Sync; es spielt sich an ihm angenehm flüssig und er verursacht keine wahrnehmbare Latenz.

Der Ton bleibt auch bei großen Lautstärken akzeptabel, liefert ausreichend Bässe, regelt bei den gebotenen Klangpresets aber arg viel nach. Uns hat das Kino-Preiset gut gefallen.

 **lebendige Darstellung**
 **spielerauglich**
 **wird von der Seite etwas rotstichig**
Preis: 1500 Euro



Philips 55PUS8807/12

Im Android-TV von Philips sitzt ein IPS-Panel mit einem Backlight ohne Zonen-dimming. Es zeigt blickwinkelstabile Farben, doch sein Kontrast bricht wie bei Hisense bei seitlicher Betrachtung in dunklen Bereichen weg: Statt Schwarz sieht man dann ein milchiges Grau. Auch hier bemerkt man das vor allem in dunkler Umgebung in dunklen Sequenzen und nicht tagsüber im typischen TV-Betrieb.

Die Sendersortierung gelingt mit der unten rechts auf der Fernbedienung versteckten Taste +Option. Die Energiespareinstellungen sind mit den Bildpresets unter Bild/Erweitert/Kontrast/Kontrastmodus verknüpft: „Optimiert für Energiesparen“ reduziert die Helligkeit, sobald ein Video startet. Dann sinkt die Leistungsaufnahme um etwa 30 Watt gegenüber „Optimiert für Bilder“ oder „Aus“. Im Standbymodus schluckte unser Testgerät 2 Watt; bis Redaktionsschluss ließ sich die Ursache nicht klären.

Das Smart-TV ist eine gute Wahl für Gamer, doch zuerst müssen sie unter Allgemeine Einstellungen/HDMI Ultra HD festlegen, was der jeweilige HDMI-Eingang unterstützen soll – nur an HDMI 1 und 2 gibts 4K/120 Hz.

Die App Mimi führt einen personalisierten gehörrichtigen Klangabgleich durch. Bei mehreren Zuschauern erstellt sie eine Mischung. Die eingebaute KI für den Ton entwickelt ein Eigenleben ohne nachvollziehbare Ergebnisse. Die Lautsprecher liefern insgesamt keinen besonders guten Klang. Philips' Alleinstellungsmerkmal ist Ambilight, das das Bild farblich auf die dahinterliegende Wand erweitert.

- 👆 für Gaming geeignet
- 🔴 hoher Standby-Verbrauch
- 🔴 blickwinkelabhängiger Kontrast

Preis: 990 Euro



Samsung QG55S95B

Auch das OLED-TV von Samsung überzeugt mit farbstarken, schönen Bildern im TV- und Videobetrieb. Wir haben den Filmmaker-Modus genutzt, in dem wir nichts weiter einstellen mussten. Schade, dass Samsung den HDR-Modus Dolby Vision nicht unterstützt. Mit ihm könnte die HDR-Wiedergabe noch strahlender wirken.

Die gelungene Menüführung macht sich schon bei der einfachen Erstinstallation bemerkbar. Die minimalistische Fernbedienung erfordert ein wenig Einarbeitung, bis sich etliche komfortable Direktfunktionen erschließen.

Wählt man unter Verbindung/Einstellung den Spielemodus Auto, erkennt das TV die angeschlossene Signalquelle, wechselt automatisch in den Spielemodus und ruft die Gamebar auf. Darin kann man das zum Spiel passende Genre wie FPS oder Rollenspiel einstellen. Es spielt sich am GQ55 flüssig und ohne störende Latenz, sogar an allen vier HDMI-Ports. Im direkten Vergleich ist das Bewegtbild aber nicht ganz so scharf wie am OLED von LG, an hellen Schriften sieht man bunte Farbsäume und bei sehr schnellen Bewegungen zerfiel das Bild zuweilen. Das ist aber Klagen auf hohem Niveau, das Samsung-TV ist spieletauglich.

Die eingebauten Lautsprecher feuern nach unten, deshalb gelangt der Ton nicht so gut zum Nutzer. Der Klang ist insgesamt gut, wenn man die Lautstärke nicht zu hoch dreht: Ab Stufe 45 wird der Klang scharf, ab 60 schrill.

- 👆 lebendige Darstellung
- 👆 spieletauglich
- 🔴 kein Dolby Vision

Preis: 1600 Euro



Sony XR-55X92K

Im XR-55X92K steckt ein VA-Panel mit Local Dimming. Von vorne betrachtet ist die Darstellung sehr schön mit starken Farben und gutem Kontrast. Doch sie verblasst, sobald man sich ein wenig zur Seite bewegt. Das ist nicht zeitgemäß. Einen Filmmaker-Modus bietet Sony nicht, stattdessen sind im Anwender-Preset sämtliche Bildoptimierungen deaktiviert. Dort haben wir nur den Kontrast reduziert, weil helle Bereiche überstrahlten. Das Display macht im HDR-Betrieb zusätzlich zum Local Dimming ein Sub-Pixel-Dimming: Komplette Pixel werden nur für sehr helle Bildbereiche voll angesteuert, ansonsten leuchtet nur das untere Drittel der Subpixel. An unserem Videogenerator verkannte das TV HDR-Signale als HLG-Format, beim Streaming und am Blu-Ray-Player nicht.

Bei der Erstinstallation kann man nicht voreinstellen, dass nur kostenlose Sender gesucht werden. Die Senderliste muss man aber ohnehin gut sortieren, denn Favoritenlisten vergisst das TV, sobald man die Zifferntasten zur Senderwahl nutzt und nach jedem Ausschalten.

Für externe Zuspeler muss man im Android-Menü unter Kanäle & Eingänge/Externe Eingänge/HDMI-SignalfORMAT für jeden Eingang festlegen, was dargestellt werden soll. 4K/120 Hz unterstützt das TV nur an HDMI 3 und 4. Als Gaming-Display taugt der XR-55X92K nicht: Die Latenz nimmt man deutlich wahr. Die Lautsprecher liefern nur mäßige Klangqualität.

- 👆 farbstarke Darstellung
- 🔴 sehr blickwinkelabhängig
- 🔴 mäßiger Klang

Preis: 1150 Euro

4K-TVs mit 120-Hz-Panels

Gerät	55U8HQ	OLED 55C27LA	55PUS8807/12	GQ55S95B	XR-55X92K
Hersteller	Hisense	LG	Philips	Samsung	Sony
Auflösung (Pixeldichte) / Paneltyp	3840 × 2160 (80 dpi) / LCD, IPS	3840 × 2160 (80 dpi) / OLED	3840 × 2160 (80 dpi) / LCD, IPS	3840 × 2160 (80 dpi) / OLED	3840 × 2160 (80 dpi) / LCD, VA
sichtbare Bildfläche / Diagonale	121 cm × 68 cm / 138 cm (55")	121 cm × 68 cm / 138 cm (55")	121 cm × 68 cm / 138 cm (55")	121 cm × 68 cm / 138 cm (55")	121 cm × 68 cm / 138 cm (55")
Backlight / Local Dimming	Direct-LED / ✓ (135 Zonen)	– (entfällt)	Edge-LED / –	– (entfällt)	Direct-LED / ✓ (160 Zonen)
Bildwiederholfrequenz	120 Hz	120 Hz	120 Hz	120 Hz	120 Hz
HDR-Formate	Dolby Vision, HDR10+, HDR10, HLG	Dolby Vision, HDR10, HLG	Dolby Vision, HDR10+, HDR10, HLG	HDR10+, HDR10, HLG	Dolby Vision, HDR10, HLG
Geräteabmessung mit Fuß (B × H × T) / Gewicht	123 cm × 78 cm × 30 cm / 24,5 kg	122 cm × 76 cm × 23 cm / 14,6 kg	122 cm × 76 cm × 26 cm / 17,9 kg	122 cm × 77,5 cm × 28,5 cm / 20,7 kg	123 cm × 77,5 cm × 31,5 cm / 21 kg
Rahmenbreite / Displaydicke / Gehäusetiefe	1 cm seitlich und oben, 4 cm unten / 7 cm / 30 cm	0,1 cm drumherum / 4,5 cm / 22 cm	0,5 cm seitlich und oben, 1,7 cm unten / 5,5 cm / 25,5 cm	0,2 cm seitlich und oben, 0,6 cm unten / 4,5 cm / 22 cm	0,5 cm seitlich und oben, 1,7 cm unten / 7,5 cm / 31 cm
Lochabstand Wandbefestigung	40 cm × 30 cm	30 cm × 20 cm	40 cm × 30 cm	30 cm × 20 cm	30 cm × 30 cm
Software/Firmware-Updates ¹	8 Jahre ²	8 Jahre ²	8 Jahre ²	8 Jahre ²	8 Jahre ²
Ersatzteile / Produktsupport ¹	7 Jahre / 10 Jahre	8 Jahre / 8 Jahre	7 Jahre / 7 Jahre	7 Jahre / 7 Jahre	7 Jahre / 7 Jahre
Ausstattung					
Betriebssystem / Firmware-Version	Vidaa / 06.10W.M0530	WebOS22 / 03.20.70	AndroidTV 11 / 4.19.182	Tizen / 1304.1	AndroidTV 10 / 4.19.75
Fernbedienung (Anzahl, Typ)	Riegel (Bluetooth)	Magic Remote (Bluetooth)	Riegel (IR)	Smart Remote (Bluetooth)	Riegel + Smart Remote (Bluetooth)
Direkttasten auf Fernbedienung	Netflix, Prime Video, Disney+, YouTube, TV, RTL+, Kidoodle TV, NBA, Chili, Rakuten TV, Deezer, Vidaa Free	Netflix, Prime Video, Disney+, Rakuten TV	Netflix, Prime Video, Disney+, YouTube, TV	Netflix, Prime Video, Disney+, Samsung TV Plus	Netflix, Prime Video, Disney+, YouTube, TV
TV-Tuner: Art / Anzahl Tuner / Anzahl CI-Plus-Slots	Analog-Kabel, DVB-C/T2/S2 / 1 (1 × CI-Slot)	Analog-Kabel, DVB-C/T2/S2 / 2 (1 × CI-Slot)	Analog-Kabel, DVB-C/T2/S2 / 1 (1 × CI-Slot)	Analog-Kabel, DVB-C/T2/S2 / 2 (1 × CI-Slot)	Analog-Kabel, DVB-C/T2/S2 / 2 (1 × CI-Slot)
Lautsprecher / Abstrahlrichtung	70 W / Frontspeaker und Bass im Rücken	40 W / 2.2 Downfire mit Sound-rutsche	20 W / 2.0 Downfire	60 W / 2.2.2 Downfire	30 W / 2.2 Downfire
Besonderheiten	–	Calman ready, Gamebar	Ambilight, Gamebar, Calman ready	Gamebar, Dualview, Calman ready	Calman ready
Eingänge					
Composite / Komponente	✓ / – (per Adapter)	–	–	–	✓ / – (per Adapter)
HDMI	2 × HDMI 2.1, 2 × HDMI 2.0 (1 × ARC)	4 × HDMI 2.1	2 × HDMI 2.1, 2 × HDMI 2.0	4 × HDMI 2.1	2 × HDMI 2.1, 2 × HDMI 2.0
Audio analog-in / Audio-out / Kopfhörer	✓ (per Adapter) / 1 × S/PDIF / ✓	– / 1 × S/PDIF / –	– / 1 × S/PDIF / ✓	– / 1 × S/PDIF / –	✓ (per Adapter) / 1 × S/PDIF / –
USB	1 × USB 3.0, 1 × USB 2.0	3 × USB 2.0	1 × USB 3.0, 1 × USB 2.0	2 × USB 2.0	1 × USB 3.0, 1 × USB 2.0
LAN / WLAN / Bluetooth	✓ / ✓ / ✓ (k.A.)	✓ / ✓ / ✓ (5.2)	✓ / ✓ / ✓ (5.0)	✓ / ✓ / ✓ (5.2)	✓ / ✓ / ✓ (4.2)
ALLM, VRR, 4K/120 Hz an	HDMI 3,4	HDMI 1,2,3,4	HDMI 1,2	HDMI 1,2,3,4	HDMI 3,4
TV-Funktionen					
Favoritenlisten (Anzahl)	4	8	6	5	8
Aufnahme auf Festplatte / Time-shift / zeitgesteuert aus EPG	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / ✓
Senderliste am PC bearbeiten	✓	✓	✓	✓	✓
HbbTV für einzelne Sender aktivierbar	✓	–	✓	–	–
Messungen					
Umschaltzeiten TV digital (Wippe / Ziffer) ³	2,5–3 s / 5–6 s	2–2,5 s / 5 s	2–3 s / 5–6 s	2–3 s / >6 s	3,5–4 s / 8,5 s
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung / Spitzenleuchtdichte ⁴	743...83 cd/m ² / 68,1 % / 703 cd/m ²	316...50 cd/m ² / 89,5 % / 422 cd/m ²	367 cd/m ² / 61,3 % / 480 cd/m ²	332...18 cd/m ² / 75,7 % / 426 cd/m ²	570...75 cd/m ² / 60 % / 608 cd/m ²
Leistungsaufnahme / Standby / Betrieb (bei Helligkeit)	0,5 W / 75 W / (bei 391 cd/m ²)	0,3 W / 84 W / (bei 267 cd/m ²)	2,0 W ⁶ / 121 W / (bei 372 cd/m ²)	0,5 W / 110 W / (bei 219 cd/m ²)	1,4 W / 110 W / (bei 445 cd/m ²)
Energieeffizienzklasse	G	G	G	G	G
Smart-TV-Funktionen					
Amazon / Netflix / Disney+ / Apple TV / YouTube / DAZN / Waipu / Zattoo / Sky / Magenta TV	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / – / – / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / ✓
Streaming (DLNA) / Mediaplayer (USB)	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Chromecast integriert / AirPlay 2	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓
Bewertung					
Bildeindruck TV / HDR / Spiel	⊕⊕ / ○ ⁵ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ○ ⁵ / ⊕	⊕⊕ / ⊕ / ⊕	○ ⁵ / ○ ⁵ / ○
Klangeindruck	○	⊕	⊖	⊕	⊖
Ausstattung	⊕	⊕⊕	⊕ - ○	⊕⊕	⊕
Bedienung Menü / TV+Video-Betrieb	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕	⊖ / ⊕	⊕⊕ / ○	⊖ / ⊕
Garantie	2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre
Preis	1000 €	1500 €	990 €	1600 €	1150 €

¹ laut EPREL (EU) 2017/1369² ab letzter Inverkehrsbringung des TVs³ zwischen Sendern in verschiedenen Bouquets⁴ gemessen auf 10 % Weißfläche⁵ Abwertung wg. geringer Einblickwinkel⁶ siehe Text, vermutlich Fehlfunktion

⊕⊕ sehr gut

⊕ gut

○ zufriedenstellend

⊖ schlecht

⊖⊖ sehr schlecht

✓ vorhanden/funktioniert

– fehlt

Hier kommt Verstärkung



Das **Make-Sonderheft** bietet einen praxisorientierten Einstieg in Schaltungen mit Operationsverstärkern inkl. Experimentierset. Will man Sensorsignale verarbeiten oder verstärken, Spannungen überwachen oder Audiosignale filtern: Mit geringem Aufwand und ohne komplizierte Berechnungen setzt man Operationsverstärker ein. Das Heft erklärt, wie alle Schaltungen funktionieren.

- Operationsverstärker verstehen
- Verstärkung berechnen
- Komparatoren und Schmitt-Trigger
- Spannungsversorgungen
- Virtuelle Masse
- Schaltungen selbst entwerfen und berechnen
- Viele praktische Anwendungen
- **Inkl. Experimentierset Operationsverstärker**

Heft + Experimentierset für nur 49,95 €



shop.heise.de/make-opv



Die glorreichen Sieben

Google-Smartphones Pixel 7 und Pixel 7 Pro

Die neuen Google-Telefone knüpfen nahtlos an ihre Vorgänger an: eigenständiges Design, viele nützliche Funktionen mit KI und eine sehr gute Kamera. Wir haben getestet, ob sie nur ein warmer Aufguss oder ein echter Fortschritt sind.

Von Stefan Porteck

Die beiden neuen Google-Phones sind für Kenner wieder klar als solche zu erkennen. Das mit den Vorgängern eingeführte Design mit einem markanten Kamerasteg an der Rückseite findet sich auch beim Pixel 7 und dem 7 Pro wieder.

Nun besteht er nicht mehr aus drei Glas-Elementen, sondern aus Metall. Auch die Seiten der Telefone sind aus recyceltem Aluminium gefertigt.

Den Preis der Geräte hat Google beibehalten, minimal nach unten korrigiert wurde aber die Größe der Telefone: Das Display des Pixel 7 schrumpft gegenüber dem Vorgänger von 6,4 auf 6,3 Zoll (16 cm), bietet aber mit 2400 × 1080 Pixel dieselbe Auflösung. Beim Pixel 7 Pro ist das Display mit 6,7 Zoll (17 cm) genauso groß wie beim Vorgänger und löst mit 3120 × 1440 Pixeln genauso fein auf. Da bei beiden Geräten auch der Displayrand schmaler ausfällt, sind sie etwas handlicher als die 6er-Modelle.

Die Bildqualität der OLED-Displays bietet keinen Anlass zur Klage: Beide Telefone lösen feinste Details gestochen scharf auf und punkten mit sehr knackigen, aber

stets natürlich anmutenden Farben. Die Spitzenhelligkeit liegt beim Pixel 7 über 1300 cd/m², beim Pixel 7 Pro bei knapp 1500 cd/m².

Der Fingerabdrucksensor unter dem Display ist nicht mehr der größte Kritikpunkt: Er arbeitete im Test nicht nur zuverlässiger, sondern auch spürbar schneller als der des Pixel 6. Eine weitere willkommene Neuerung: Nach etlichen Jahren gibt es nun wieder eine Gesichtserkennung. Dafür kommt ausschließlich die Frontkamera zum Einsatz. Ein Sensor zum Erfassen der Tiefeninformationen fehlt. Stattdessen soll eine KI sicherstellen, dass sich die Pixel 7 nicht mit Fotos oder Videos austricksen lassen. Da das nicht das gleiche Sicherheitsniveau bietet wie PIN oder Fingerabdruck, lassen sich die Telefone so zwar entsperren, aber die Gesichtserkennung dient beispielsweise bei Zahlungsvorgängen nicht als biometrisches Sicherheitsmerkmal.

Tensor-SoC in neuer Generation

Unter der Haube steckt wieder ein von Google zusammen mit Samsung entwickeltes SoC namens Tensor – allerdings jetzt in der zweiten Generation. Der Tensor G2 bleibt bei zwei starken Kernen (ARM Cortex-X), die nun mit maximal 2,85 GHz etwas schneller takten. Den mittleren Cluster bilden zwei bis zu 2,35 GHz schnelle ARM Cortex-A78 – im Tensor G1 nutzte Google noch langsamere Cortex-A76. Bei den langsamen Kernen bleibt alles beim Alten: vier Cortex-A55 mit maximal 1,8 GHz. Der Tensor-CPU stehen weiterhin der Titan-Sicherheitschip und eine KI-Einheit (TPU, Tensor Processing Unit) zur Seite.

Der Grafikchip Mali-G710 MP7 verspricht ebenfalls mehr Leistung. Tatsächlich schneiden Pixel 7 und Pixel 7 Pro in grafiklastigen Benchmarks deutlich besser als ihre Vorgänger ab. Im GFXBench beträgt das Plus des Pixel 7 gegenüber dem Pixel 6 je nach Testszenario bis zu 60 Prozent, beim Pixel 7 Pro gegenüber dem Pixel 6 Pro sind es immerhin noch fast 50 Prozent. Die CPU-Leistung fällt ebenfalls höher aus als bei den Vorgängern: Im Geekbench konnten wir bei Nutzung aller acht Kerne ein Plus von bis zu 27 Prozent messen.

Im Vergleich mit anderen aktuellen Smartphones müssen sich die neuen Pixel vor allem Modellen mit Qualcomm's Snapdragon 8+ Gen 1 geschlagen geben, zum Beispiel dem Samsung Galaxy Z Flip4.

Auch Apples iPhone 14 entfacht mehr Leistung, Gleiches gilt für die älteren iPhone 13 und 12. Das kann man aber als Jammern auf hohem Niveau bezeichnen, denn das Pixel 7 und Pixel 7 Pro bieten in allen Situationen so viel Leistung, dass wir keine Ruckler oder lange Ladezeiten bei Apps beobachten konnten.

Fotokünstler

Beide haben eine Hauptkamera mit einem 50-Megapixel-Sensor mit einer Blende von $f/1,85$ und einem horizontalen Sichtfeld von 82 Grad. Dieser steht eine Ultra-Weitwinkelkamera mit 12 MP (Blende $f/2,2$) zur Seite, die beim 7 Pro mit knapp 126 statt 114 Grad jedoch etwas mehr vom Motiv erfasst. Wie bei den Vorgängern ist das Teleobjektiv mit einem 48-Megapixel-Sensor dem großen Modell vorbehalten. Es hat einen fünffachen optischen Zoom und mithilfe von Software und KI steigt die maximale Vergrößerung von 15- auf 30-fach.

Die Qualität der Fotos kann sich sehen lassen: Im Tageslicht gelingen kontrastreiche und satte Fotos, bei denen die Farben weniger überdreht wirken als bei den Top-Handys von Samsung. Unter schlechten Lichtbedingungen schwächelt die Kamera nicht und macht Fotos, in denen feine Helligkeitsabstufungen in hellen und dunklen Bildbereichen gleichermaßen sauber aufgelöst werden. Feine Details werden zudem ausgezeichnet eingefangen und dabei fällt das Nachschärfen dezent aus als etwa beim iPhone 14, was sich beim Reinzoomen an weniger Artefakten an Objektkanten zeigt.

Während das Pixel 7 einen 2-fachen optischen Zoom in der Hauptkamera mitbringt, wartet das Pixel 7 Pro mit einem zusätzlichen Teleobjektiv mit 5-facher Vergrößerung auf. Es schlägt sich bei geringer Lichtstärke erfreulich gut und liegt bei Tageslicht auf dem Niveau der Hauptkamera. Der maximal 30-fache Digitalzoom liefert ebenfalls ordentliche Ergebnisse, solange die Motive nicht viel zu weit entfernt sind. Beim anderen Extrem – der Makrofotografie – hat Google ebenfalls nachgelegt: Das Pixel 7 Pro hat einen automatischen Makrofokus-Modus. Er erhält die Schärfe auch im Nahbereich von wenigen Zentimetern Abstand zum Motiv.

Android vs. Android

Bei Pixel-Telefonen gibt es immer auch einen Schwung exklusiver Features, die Android-Telefonen anderer Hersteller feh-

len. Kameraseitig sind das beispielsweise der „Magische Radierer“, der in Google Fotos mithilfe von KI automatisch unerwünschte oder störende Objekte aus Fotos heraus retuschiert, oder der Kinomodus, der den Hintergrund bei Videoaufnahmen unscharf zeichnet und so eine ähnliche Ästhetik erreicht wie bei Porträtfotos.

Größter Pluspunkt bleiben aber die langfristigen Updates in kurzen Zyklen: Beide Pixel 7 sollen drei Jahre lang Funktionsupdates und somit voraussichtlich auch noch Android 16 erhalten – und das nicht wie bei anderen Herstellern mit Monaten oder gar einem Jahr Verzögerung. Zudem will Google für die Dauer von fünf Jahren jeden Monat frische Sicherheitsupdates auf die Telefone spielen.

Fazit

Beim Pixel 7 und dem Pixel 7 Pro hat Google viele Kritikpunkte der vorherigen Modelle behoben. Das neue Design sieht edler und gefälliger aus und unter der Haube läuft die Tensor-Architektur nun

rund, sodass beide Telefone flinker und mit einer Akkuladung ein wenig länger laufen.

Zwar gibt es keine revolutionären Neuerungen – das war aber auch nicht nötig: Gutes wurde von den Vorgängern übernommen und sinnvoll verbessert, sodass ausgereifte Smartphones herausgekommen sind, die täglichen Anforderungen mehr als gewachsen sind und deren Kameras eine Fotoqualität erreicht, die weiterhin an die Spitze gehört.

Wer ein Pixel 6 oder 6 Pro besitzt, für den lohnt sich ein Umstieg auf die neuen Modelle jedoch nicht, zu gering sind die Unterschiede. Liebäugelt man aber schon länger mit einem neuen Android-Smartphone, kann man beim Preis-Leistungs-Verhältnis der 7er kaum etwas falsch machen. Besonders attraktiv ist das Pixel 7, das man für 250 Euro weniger bekommt als das Pixel 7 Pro und dabei nur auf etwas Speicher, die zweite Kameralinse und das geringfügig größere Display verzichten muss. (spo@ct.de) 

Google Pixel 7 und 7 Pro

Modell	Pixel 7	Pixel 7 Pro
Hersteller	Google	Google
Betriebssystem / Security Level	Android 13 / Oktober 2022	Android 13 / Oktober 2022
Display / Auflösung / Pixeldichte	6,3"-OLED / 2400 × 1080 Pixel / 417 dpi	6,4"-OLED / 3120 × 1440 Pixel / 513 dpi
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung / max. Bildrate	1,9 ... 1322 cd/m ² / 98,1 % / 90 Hz	1,9 ... 1488 cd/m ² / 98,6 % / 120 Hz
Kamera		
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	50 MP (8160 × 6120) / $f/1,85$ / ✓	50 MP (8160 × 6120) / $f/1,85$ / ✓
UltraWeitwinkel Auflösung / Blende / OIS	12 MP (4000 × 3000) / $f/2,2$ / –	12 MP (4000 × 3000) / $f/2,2$ / –
Tele Auflösung / Blende / OIS	–	48 MP / $f/3,5$ / ✓
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	10 MP (3648 × 2736) / $f/2,2$ / –	10 MP (3648 × 2736) / $f/2,2$ / –
Ausstattung		
Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Google Tensor G2 / 2 × 2,85 GHz, 2 × 2,35 GHz, 4 × 1,8 GHz / Mali-G719 MC7	Google Tensor G2 / 2 × 2,85 GHz, 2 × 2,35 GHz, 4 × 1,8 GHz / Mali-G719 MC7
RAM / Flash-Speicher / Kartenslot	8 GB / 128 GB / –	12 GB / 128 GB / –
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standort	Wi-Fi 6 (2) / 5,2 / ✓ / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 6 (2) / 5,2 / ✓ / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss	USB-C 3.2 / –	USB-C 3.2 / –
Akku / Ladeleistung / Drahtlosladen	4355 mAh / 30 W / ✓	5000 mAh / 30 W / ✓
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	15,6 cm × 7,3 cm × 0,9 cm / 197 g / ✓ (IP68)	16,3 cm × 7,7 cm × 0,9 cm / 212 g / ✓ (IP68)
Messungen, Laufzeiten, Benchmarks		
Laufzeiten bei 200 cd/m ² Helligkeit	16,6 h lokales Video / 9,1 h 3D-Spiel / 16,4 h Videostream / 18,2 h Surfen	18 h lokales Video / 8,9 h 3D-Spiel / 14,7 h Videostream / 17,5 h Surfen
3DMark Wild Life	6458	6212
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	4836, 12832 / 1053, 3172	4842, 12754 / 1053, 3162
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	62 fps, 63 fps / 90 fps, 156 fps / 88 fps, 107 fps	62 fps, 61 fps / 118 fps, 149 fps / 99 fps, 103 fps
Bewertung		
Performance / Akku	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕
Display / Kamera	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Software / Ausstattung	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕
Preis	650 €	900 € (128 GByte), 1000 € (256 GByte)
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k.A. keine Angabe		

Was lange währt, wird gut?

Google Pixel Watch im Test

Googles setzt bei seiner ersten Smartwatch den Fokus auf Sport und Aktivitätstracking. Dafür hat die Uhr etliche Sensoren an Bord und ist eng mit dem Dienst der Google-Tochter Fitbit verzahnt. Wer das nicht mag, kann es aber ändern.

Von Stefan Porteck

Optisch setzt sich die Pixel Watch von anderen Smartwatches ab: Sie wirkt sehr schlicht und ist ohne Ecken und Kanten. Das kratzunempfindliche Gorilla Glass ist an den Rändern gewölbt, schwarz gefärbt und zieht sich bis fast zur Hälfte der Gehäuserückseite. Dort geht es in den ebenfalls geschwungenen Boden über und die Uhr bekommt dadurch ihren runden und geschmeidigen Look.

Mit einem Durchmesser von 41 Millimetern sieht die Watch an schlanken Handgelenken gut aus. An kräftigen Männerarmen wirkt sie dagegen etwas zierlich, zumal derzeit Uhren mit großem Durchmesser im Trend liegen. Das nur 1,2 Zoll (3 cm) große OLED-Display umfasst einen rund 3 Millimeter starken Rand. Bei den vorinstallierten Ziffernblättern mit schwarzem Hintergrund verschwindet der Übergang von Display, Rahmen und der Wölbung des Uhrenglases. Der kleine Durchmesser hat aber einen praktischen Nachteil: Zwar reicht der Platz für die meisten Informationen aus, das Tippen mit der virtuellen Tastatur wird auf dem Mini-Display aber zur Geduldsprobe.

Von der Größe abgesehen gibt das Display keinen Anlass zur Kritik: Die Spitzenhelligkeit beziffert Google mit 1000 cd/m². Mit einem Helligkeitssensor passt es sich automatisch ans Umgebungslicht

an, sodass es bei Sonne gut ablesbar bleibt und nachts nicht blendet. Zudem besticht das OLED durch eine sehr knackige Darstellung mit satten Farben und einer sehr geringen Winkelabhängigkeit.

In der Pixel Watch steckt ein Samsung Exynos 9110 – nicht der neueste SoC. In unseren Tests lief die Uhr aber stets flott, ohne Ruckler oder nervige Gedenksekunden beim Starten von und Wechseln zwischen Apps. Darüber hinaus hat die Uhr 2 GByte RAM, der Flash-Speicher umfasst 32 GByte – für eine Smartwatch völlig ausreichend.

Wear OS in Reinform

Der Start der Pixel Watch ist zugleich der Start für das bereits 2021 auf der Entwicklerkonferenz Google I/O angekündigte Wear OS 3. Für die Generalüberholung des Smartwatch-Betriebssystems hat Google eine enge Kooperation mit Samsung geschlossen, unter der das bestehende Wear OS mit dem Tizen-System von Samsung zum neuen Wear OS verschmolz. Die aktuellen Galaxy-Smartwatches von Samsung laufen bereits mit Wear OS 3, aber in einer optisch angepassten Version. Auf Smartwatches anderer Hersteller kommt bislang noch Wear OS 2 zum Einsatz.

Auf der Pixel Watch gibt es das neue Betriebssystem nun erstmals in Reinform. Im Vergleich zur vorherigen Version wirkt es schlanker, schicker und aufgeräumter. Einige der grundlegenden Bedienkonzepte sind aber gleich geblieben. So erreicht man beim Wischen vom oberen Rand wie bei Android-Handys die Quick Settings, in denen man etwa die Helligkeit, Töne und andere Einstellungen mit einem Fingertipp ändert. Wischen vom unteren Rand öffnet die Benachrichtigungen. Wie gewohnt kann man Textnachrichten direkt auf der Uhr über die virtuelle Tastatur oder per Sprach-eingabe beantworten. Da die Uhr außer einem Mikrofon auch einen Lautsprecher



Quelle: Google

besitzt, kann man sie als Freisprecheinrichtung zum Telefonieren benutzen. In unseren Tests kam es bei manchen Gesprächspartnern zu leichten digitalen Verzerrungen in Form von hochfrequenten Knacksern.

Durch horizontales Wischen übers Display scrollt man durch die sogenannten Ansichten. Sie zeigen beispielsweise Fitness-Fortschritte, das Wetter, anstehende Termine oder weitere Informationen. Was die Uhr in welcher Reihenfolge präsentiert, stellt man auf dem Smartphone in der zugehörigen Companion-App ein, die gleichzeitig für den Datenfluss zwischen Uhr und Telefon sorgt.

An Google-Apps sind unter anderem Maps, YouTube Music und Wallet fürs kontaktlose Bezahlen vorinstalliert. Wer Smart-Home-Geräte besitzt, dürfte sich über die Integration von Google Home freuen: In einer übersichtlichen Kachelansicht öffnet man per Fingertipp auf der Uhr etwa elektrische Rollos oder schaltet das Licht ein und aus. Darüber hinaus lassen sich über den Play Store auf der Uhr weitere Apps installieren, etwa zum Wandern oder Musik hören. Im übersichtlichen App-Menü scrollt man durch Drehen an der Krone. Die gewünschte App wird anschließend durch Drücken der Krone gestartet; ein weiterer Druck auf die Krone führt zurück zum Zifferblatt.

Fitness first

Den deutlichsten Fokus legt die Pixel Watch auf Fitness und Gesundheit. An ihrer Unterseite sitzt ein Körpersensor, der optisch die Blutsauerstoffsättigung (SpO₂) und die Herzfrequenz misst. Zudem zeichnet die Uhr auf Wunsch ein Einkanal-Elektrokardiogramm (EKG) auf.

Interessanterweise landen die Körperdaten und die sportlichen Errungenschaften nicht im hauseigenen Fitness-Portal Google Fit, sondern in dem von Fitbit, das vor rund zwei Jahren von Google

übernommen wurde. Das könnte ein Indiz dafür sein, dass die Tage von Google Fit langfristig gezählt sind und Körper- und Fitnessdaten – auch die anderer Wear-OS-Smartwatches – künftig stets im Fitbit-Portal landen werden.

Die Pixel-Watch zeichnet Schlafdauer und -qualität, Schritte und Workouts auf. Die Fitbit-App der Uhr unterstützt etliche Trainingsmodi. Einfache Trainings wie Joggen erkennt die Pixel Watch nach kurzer Zeit automatisch und aktiviert das Workout-Tracking. Bei vielen anderen Workouts muss man das Tracking hingegen manuell starten.

Viele Android-Nutzer tracken ihre Daten bislang aber noch mit Google Fit, das derzeit noch keine Migration zu Fitbit anbietet. Wer deshalb noch nicht auf Fitbit umsteigen möchte, kann auf der Pixel Watch alternativ die Google Fit App installieren und seine sportlichen Erfolge und Körperdaten auf der Uhr damit loggen.

Die Aussagen in manchen Internetforen, Google Fit laufe nicht auf der Pixel

Watch, konnten wir auf unserem Testexemplar nicht nachvollziehen. Auch ein paralleler Betrieb beider Apps funktionierte auf unserer Uhr. Das ist etwa dann sinnvoll, wenn auch der Schlaf getrackt werden soll. Bei einer Uhr mit Schlafracking erwartet man eine Laufzeit von mehr als einem Tag. Das gelingt der Pixel Watch knapp: Bei vollem Gesundheitstracking mit permanenter Pulsmessung hielt die Uhr bei mäßiger sonstiger Nutzung rund 24 Stunden durch. Die Akkukapazität beziffert Google mit 294 mAh. Geladen wird sie drahtlos über ein mitgeliefertes Kabel mit Magnetschale. In unserem Test war der Akku nach 30 Minuten wieder zur Hälfte gefüllt, das vollständige Aufladen dauerte rund 80 Minuten.

Fazit

Der Funktionsumfang, die Optik und die Bedienung haben uns gefallen. Doch da gibt es noch Luft nach oben und die Pixel Watch hält noch nicht vollständig mit der Apple Watch mit. Wer ein Android-Smartphone oder sogar ein Pixel-Telefon besitzt,

dürfte die smarten Funktionen am Handgelenk und die Fitness-Funktionen aber durchaus zu schätzen wissen.

Hardwareseitig gelingt Google ein erster solider Aufschlag: Die Pixel Watch hat einen schicken, unauffälligen Look, ist erstklassig und wertig verarbeitet und bietet insgesamt gute – wenn auch nicht brandaktuelle – Technik. Mit einem Einstiegspreis von 380 Euro ist die Pixel Watch im Vergleich zu anderen Smartwatches mit Wear OS aber kein Schnäppchen. (spo@ct.de) **ct**

Google Pixel Watch

Smartwatch	
Hersteller, URL	Google, www.store.google.com/de
Größe	Durchmesser: 41 mm, Höhe: 12 mm
Ausstattung	OLED-Display (320 dpi), 2 GByte RAM, 32 GByte Flash, WLAN (802.11 b/g/n, 2,4 GHz), Bluetooth 5.0, NFC, LTE (optional), GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo, Kompass, Höhenmesser, Gyroskop, Beschleunigungssensor, Umgebungslichtsensor, Lautsprecher, Mikrofon
Sensoren	Bewegungssensor, optischer Puls- und SpO ₂ -Sensor, Einkanal-Elektrokardiogramm
Preis	380 € (ohne LTE), 430 € (mit LTE)

Keine Angst vor Python!



Heft + PDF
mit
29 % Rabatt

Mit diesem c't-Sonderheft überspringen Sie mühelos Einstiegshürden und erlernen in kurzer Zeit die Grundlagen des Programmierens mit Python. Außerdem zeigt Ihnen dieses Heft die erstaunliche Vielseitigkeit von Python anhand vieler praktischer Projekte:

- ▶ Python-Programme auf den Raspi Pico portieren
- ▶ Programmieren mit KI-Unterstützung
- ▶ Web-Programmierung mit Django
- ▶ inkl. GRATIS Python-Onlinekurs im Wert von 119,- €

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



shop.heise.de/ct-python22

GRATIS
Online-Kurs
„Das Python-
Bootcamp“

Fotos aus dem Tank

Multifunktions-Fotodrucker mit sechs Tintentanks

Der Epson EcoTank ET-8550 bringt randlose Fotos bis auf DIN-A3+-Bögen und bietet mit drei Papierzuführungen, Netzwerk per Funk und Kabel sowie SD-Card-Slot viele Optionen. Dank sechs nachfüllbarer Tintentanks druckt er ausdauernd und für einen Fotodrucker extrem günstig.

Von Rudolf Opitz



Für Fotos optimierte Tintendrucker liefern eine Druckqualität, die die meisten Fotodienste blass aussehen lassen. Sie sind jedoch sowohl in der Anschaffung als auch bei den Tintenkosten oft sehr teuer. Mit nachfüllbaren Tintendrucker verringerten sich immerhin die Tintenkosten drastisch. Epsons EcoTank-Drucker ET-8500 und ET-8550 sind Fotodrucker mit sechs Tintentanks, die sich mit günstiger Originaltinte aus der Flasche wiederbefüllen lassen: Außer Pigment- und Fotoschwarz sowie den drei Grundfarben Cyan, Magenta und Gelb drucken sie mit einer zusätzlichen Grautinte.

Der ab etwa 580 Euro erhältliche ET-8500 bedruckt Formate bis DIN A4, wir haben den 680 Euro teuren großen Bruder EcoTank ET-8550 getestet, der auf DIN A3 und bis zum etwa 3 Zentimeter breiteren Format A3+ druckt.

Das über einen halben Meter breite Gerät braucht viel Stellfläche. An der Front hat der ET-8550 ein Papierfach für 100 Blatt A4-Normalpapier und eine kleine Lade für 20 Fotopapiere bis 13×18. Unter dem A4-Fach parkt eine Schablone für beschichtete CD-, DVD- oder Blu-ray-Rohlinge. Die Ablage darüber fährt motorgestrieben vor dem ersten Druckvorgang aus und verlängert sich automatisch beim Drucken von A3-Formaten. Über eine Schaltfläche auf dem Touchscreen lässt sich die Ablage wieder einfahren. Sie bildet dann einen Slot zum Einschieben der CD-Schablone ins Druckwerk.

A3 und A3+-Papiere nimmt der Drucker über die hintere Zufuhr entgegen. Der

Flachbettscanner ist für das A3-Format zu klein; 1-zu-1-Kopien erstellt der ET-8550 nur bis A4. Gut eignet sich die etwas längere Scanfläche für Buchscans. Die Scannerklappe ist längs geteilt (der vordere Teil klappt bei dicken Vorlagen wieder etwas herunter) und hat in den Scharnieren 1,5 Zentimeter Spiel.

Die Bedienung fällt über den großen kippbaren Touchscreen mit übersichtlichen Menüs leicht. Statussymbole am oberen Rand geben Auskunft etwa über die Netzwerkverbindung oder den aktiven Leise-Modus. Unten links hat das Epson-Gerät einen SD-Card-Slot und einen USB-Port für Speichersticks. Von ihnen druckt es direkt JPEG- und BMP-Bilder oder nutzt die Speicher als Scanziel.

Epson liefert zum EcoTank noch eine Software-CD mit, doch wir empfehlen, das aktuelle Installationspaket von der Epson-Site zu benutzen.

Sicher tanken

Unter dem Touchscreen liegen die Fenster zur Tintenstandskontrolle der Tanks. Die Erstbefüllung funktioniert sicher und sauber. Da die Flaschenhalse und Einfüllöffnungen mechanisch kodiert sind, passt jede Flasche nur auf den Tintentank mit der gleichen Farbe. Das verhindert, dass etwa Pigmentschwarz für den Textdruck im Fotoschwarztank landet.

Auf den richtigen Einfüllstutzen gesetzt, fließt die Tinte selbsttätig in den Tank und stoppt, wenn der Tank voll ist. In der Flasche bleibt jeweils ein guter Rest Tinte. Mit ihm lässt sich der Tank nachfüllen, wenn das Schlauchsystem nach der

Initialisierung befüllt wurde und der Tintenstand gesunken ist.

Der ET-8550 kostet zwar viel, doch reicht die mitgelieferte Tinte für satte 6200 Text- und Grafikfarbseiten nach ISO/IEC 24711 oder über 2000 10×15-Fotos. Eine 70-Milliliter-Flasche Ersatztinte für weitere 6000 Seiten kostet knapp 18 Euro. Damit kommt die Tinte für eine ISO-Farbseite auf 1,45 Cent und für ein ISO-10×15-Foto auf knapp 4 Cent – etwa auf ein Zehntel vom Tintenpreis eines (günstig druckenden) Fotodruckers mit Patronen.

Epsons Claria-Tinten eignen sich als Farbstofftinten ohne feste Pigmente (Dye-Tinten) gut für die Wiedergabe von Mischfarben, sind aber nicht sehr lichtstabil: Im Belichtungstest blichen sie nach 100 Stunden (was etwa einem Jahr im Sonnenlicht entspricht) sehr deutlich aus. Auf gutem Fotopapier mit Gelbeschichtung verblassen sie deutlich weniger. Solches Fotopapier schützt die empfindlichen Dye-Tinten recht effektiv.

Der ET-8550 ist nicht nur Spezialist für den Fotodruck, er leistet auch bei alltäglichen Druckaufgaben gute Dienste. Der zügige Entwurfsdruck liefert gut lesbaren Text, der wegen des groben Rasters nur etwas unsauber aussieht. Die beste Textqualität bekommt man im „Standard“- oder im deutlich langsameren „Stark“-Druck. Die extrem langsame Einstellung „am Besten“ lohnt nur für Fotos und detaillierte Grafik, Text wird dadurch nicht besser. Bei unserer Testgrafik fielen unter der Lupe bei Details wie kleinen inversen Schriften verirrte Tintentröpfchen

auf, sonst war das Ergebnis gut. Der automatische Duplexdruck klappte zuverlässig.

Fotos druckt der ET-8550 auch auf Normalpapier randlos. Hier gefiel die Detailwiedergabe, doch störten ungleichmäßige, grieselige Hintergründe. Auf Fotopapier druckt der ET-8550 generell eher kühle, leicht blasse Farben. Die Farbgebung lässt sich aber im Treiber anpassen oder man überlässt das Farbmanagement dem Grafikprogramm. Unter Windows fanden wir neun installierte ICC-Profile für verschiedene Epson-Foto- und FineArt-Papiere. Besonders gut gelangen Schwarz-Weiß-Fotos auf verschiedenen Fotopapieren. In der Einstellung „Schwarzweißfoto“ waren die Grautöne sehr neutral und wärmer als in der Einstellung „Farbe“.

Zum Bedrucken von beschichteten CD-Rohlingen liefert Epson die Software „Photo+“ mit. Der Druckbereich ist in weiten Grenzen von 18 (Innenrand) bis 120 Millimetern (Außenrand) einstellbar. Bildvorlagen zeigten gute Details, waren nur etwas blass. CD-Label lassen sich auch kopieren, wozu man die CD mittig auf das Scannerglas legt. Auf den Labelkopien missfielen Moirés, die je nach Motiv mehr oder weniger auffällig waren.

Textkopien des ET-8550 waren sauber, bei Grafikkopien störte ein zu dunkles Blau und deutlich zu helle Graufächen, der Graukeil gelang gleichmäßig. Fotos kopiert das EcoTank-Gerät randlos und mit guten Details auch in dunklen Bildbereichen, nur ein Blaustich fiel auf.

Zum Scannen gibt es das übliche Programm Epson Scan 2, das auch als Twain-Modul dient, und ScanSmart. Letzteres wählt Scan-Parameter automatisch, erstellt aber keine durchsuchbaren PDFs. Die gut durchzeichneten Fotoscans zeigten stimmige, blässliche Farben, Grafiken scannte der ET-8550 detailreich, feine Raster lassen sich auf Kosten der Schärfe filtern. Eine Texterkennung ist nur in Epson Scan 2 enthalten, die lediglich für normal großen Fließtext taugt und an Fußnoten und Tabellen scheitert. Scans speichert das Gerät auch auf USB-Stick oder nach Registrierung beim Clouddienst Epson Connect auf Cloudspeichern.

Fazit

Mit 680 Euro kostet der Epson EcoTank ET-8550 etwa so viel wie der Fotodrucker SC-P700 mit zehn Tinten aus Epsons Profiserie „SureColor“ [2], ist mit Flachbettscanner, Kopierfunktion, mehreren Pa-

pierfächern und vergleichsweise flottem Textdruck aber wesentlich flexibler.

Wer häufig Fotos druckt und dabei auf die Tintenkosten achtet, für den ist der ET-8550 ein guter Tipp: Eine komplette Füllung aller Tanks kommt auf gut 100 Euro und hält mit 70 Millilitern pro Farbe sehr lange. Beim SureColor-Drucker kostet ein Patronensatz (je 25 ml) über 320

Euro. Damit bekommt der Fotoenthusiast zwar Profi-Fotoqualität, doch kommt ihm der ET-8550 speziell beim Schwarz-Weiß-Druck qualitativ verdammt nahe.

(rop@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Rudolf Opitz, Starke Farben, Zwei DIN-A3-Fotodrucker für Profis, c't 21/2020 S. 116

Epson EcoTank ET-8550

Foto-Multifunktionsdrucker bis DIN A3+ mit Tintentanks	
Hersteller	Epson, www.epson.de
Druckverfahren / Tinte	Piezo / Claria ET Premium, 6 Tintentanks
Auflösung (Fotodruck) ¹	5760 dpi × 1440 dpi
Papiergewichte ¹	64 g/m² ... 300 g/m², 0,61 mm bis 1,3 mm Dicke
Papierzufuhr	100 Blatt Normalpapier und 20 Blatt Fotopapier bis 13 × 18 vorn, Multifunktionseinzug bis A3+ (40 Blatt Normalpapier) hinten
automatischer Duplexdruck	✓
randloser Fotodruck / CD-Druck	✓ / ✓
randlose Kopie / CD-Label-Kopie	✓ / ✓
Drucken von USB-Stick / SD-Card	✓ / ✓ (JPEG, BMP)
Scanner-Auflösung physikalisch ¹	4800 dpi × 1200 dpi
Twain- / WIA-Modul / OCR-Software	✓ / – / ✓ integriert in Epson Scan 2
Netzwerk- / Cloud-Funktionen	
Scan to E-Mail / to Cloud	via Clouddienst / ✓
Scan to USB-Stick / SD-Card	✓ / ✓
Druck-App	Epson Smart Panel (Android, iOS)
AirPrint / Android Print / Mopria	✓ / Epson Print Enabler / ✓
Clouddienst des Herstellers	Epson Connect
Sonstiges	
Schnittstellen	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE 802.11ac, Wi-Fi 5), WiFi Direct
Betriebsabmessungen (B × T × H) / Gewicht	53 cm × 78 cm × 42 cm / 11,1 kg
Display	10,9-cm-Touchscreen, kapazitiv
Treiber für Windows	ab Windows XP SP3, ab Server 2003 SP2
Treiber für Mac / Linux	macOS ab 10.6.8 / ✓ (ESC/P-R Driver 2)
Software	Epson Photo+, Epson ScanSmart, Scan 2, Net Config
Speicherkarten / USB-Host	SD-Card (SDXC) / ✓
Bemerkungen	Resttintenbox 25,99 €, Leise-Modus
Tinten	
Schwarz (Reichweite ¹)	114 Pigmentschwarz (6700 S.), 114 Fotoschwarz (2300 10×15-Fotos), 114 Grau 114 (6200 S.)
Farbe (Reichweite ¹)	114 C, Y, M (je 6200 S. oder 2300 10×15-Fotos)
Tintenkosten pro ISO-Farbseite / ISO-Farbfoto ²	1,45 Cent, Schwarzanteil 0,27 Cent / 3,95 Cent
Messergebnisse und Bewertungen	
ISO-Druckleistung [S./Min.]	Entwurf: 16,6, Standard: 14,3, Standard Leise: 6,2, Standard A3: 3,5, max. Qualität: 0,5
Druckzeiten [Min:Sek]	Randlos-Foto 10 × 15: 1:39, A4: 4:10, A3: 7:21, Label: 1:19, 50-Seiten-PDF: 6:33
Kopierzeiten [Min:Sek]	20 SW-Kopien: 1:20, 20 Farb-Kopien: 1:58, Foto A4 randlos: 4:18
Scanzeiten	Vorschau: 7 s, 300 dpi: 10 s, 600 dpi: 33 s
Farbabweichungen ΔE	Minimum: 1,42 / Durchschnitt: 8,94 / Maximal: 24,95
Leistungsaufnahme	Aus: 0,3 W, Sleep: 0,9 W, Bereit: 4,4 W, Drucken 22,5 W (44 VA)
Geräuschmessung	Drucken: 7,8 sone, Drucken Leise: 4,1 sone, Scannen: 1,1 sone, Scannen Leise: 0,7 sone
Bedienung / Ausstattung	⊕ / ⊕
Text- / Grafikdruck	⊕ / ⊕
Fotodruck (Farbe / SW / USB-Direkt)	⊕ / ⊕⊕ / ○
CD-Label: Druck / Kopie	⊕ / ⊖
Kopierqualität Text / Grafik / Foto	⊕ / ○ / ⊕
Scanqualität Grafik / Foto / OCR	⊕ / ⊕ / ⊖
Lichtbeständigkeit Normal- / Fotopapier	⊖ / ⊕
Herstellergarantie	1 Jahr oder 50.000 S. (Carry-in), 3 Jahre nach Registrierung
Gerätepreis (UVP / Straße)	850 € / 680 €
¹ Herstellerangabe ² ISO/IEC 29103	
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe	



Stadtflitzer

E-Bike Ampler Axel mit neuer App und eingebauter SIM im Test

Elektrisch fahren, aber möglichst unauffällig – das ist die Mission des Ampler Axel. Das Smart Bike rollt zwar auf breiten Schlappen, fühlt sich aber nur in der Stadt so richtig wohl.

Von Steffen Herget

Das soll ein E-Bike sein? Wo sind denn Motor und Akku? Solche Fragen hört man häufig, wenn man mit einem Rad von Ampler unterwegs ist. Das Unternehmen aus Estland konstruiert seine Räder so, dass sie möglichst wenig nach E-Bike aussehen, sondern eher wie ein unmotorisiertes Fahrrad. Da macht das neue Modell Axel keine Ausnahme, das aufgrund von angespannten Lieferketten erst mit einigen Wochen Verspätung auf den Markt kam.

Das Axel folgt einer schlichten, modernen Designlinie ohne überflüssigen Schnickschnack, aber mit Vollausstattung. Bei dem derzeit ausschließlich in Graugrün erhältlichen Rad gehören Ständer, Schutzbleche und Lampen zur Serienausstattung, für den Gepäckträger verlangt

Ampler 60 Euro Aufpreis. Der Hersteller hat das bei der Vorjahresgeneration schlecht sichtbare Rücklicht aus der Sattelstange entfernt und eine größere Leuchte in das hintere Schutzblech integriert. Die vordere Lampe von Busch & Müller strahlt sehr hell und leuchtet die Straße gut aus.

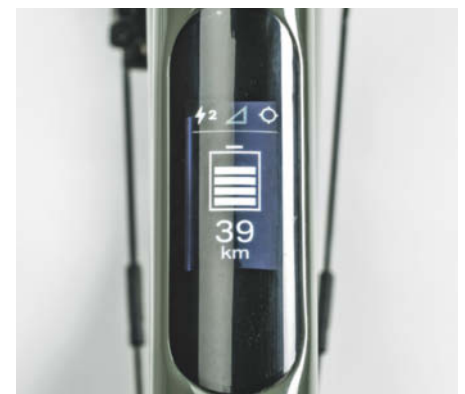
Ampler versteckt den Akku wie bei allen seinen Modellen im Unterrohr, er ist nicht ohne Werkzeug zu wechseln. Damit muss das Rad zum Laden immer in die Nähe einer Steckdose. Der Motor mit der in Deutschland für ein Pedelec maximal erlaubten Nenndauerleistung von 250 Watt steckt in der Hinterradnabe. Neu bei den 2022er-Modellen von Ampler ist das Display, das im Oberrohr kurz vor dem Lenkkopflager seinen Platz hat. Ein Knopf genau darunter, an der Unterseite des Oberrohres, schaltet das E-Bike sowie das Licht an und aus. Das Axel gibt es in zwei Rahmengrößen und soll für Körpergrößen zwischen 1,72 Meter und 2 Meter passen.

Statt einer schmierigen Kette verbaut Ampler beim Axel einen sauberen Gates-CDN-Riemenantrieb, verzichtet jedoch auf eine Schaltung. Hydraulische Scheibenbremsen – den Hersteller verrät Ampler nicht – stoppen gut dosierbar und sicher,

packen aber nicht ganz so direkt zu wie beispielsweise beim Cowboy-Bike. Federelemente gibt es weder vorne noch hinten, einzig die mit zwei Zoll recht breiten Reifen dämpfen Unebenheiten ein wenig, solange sie nicht zu fest aufgepumpt sind. Mit 67 Zentimetern inklusive Griffe ist auch der Lenker ziemlich breit geraten, bei schmaler Kellertreppe und Tür mussten wir mit dem Axel umständlich rangieren. Ampler verwendet weitestgehend Bauteile mit standardisierten Aufnahmen, das erleichtert die Reparatur und die Auswahl an Ersatzteilen. Das Rad ist sauber verarbeitet, die Lackierung des Rahmens, die seit diesem Jahr direkt bei Ampler in Tallinn und nicht mehr beim Zulieferer ausgeführt wird, ist tadellos. Ein tiefer Kratzer im hinteren Schutzblech ist der einzige Schönheitsfehler, er dürfte dem Vorbesitzer anzulasten sein – unser Testrad hatte bereits gut 200 Kilometer absolviert.

Im Flachland zu Hause

Von den breiten Reifen und dem ausladenden Lenker sollte man sich nicht täuschen lassen, das Axel ist eher sportlich als gemütlich abgestimmt. Die Sitzposition ist nur geringfügig aufrechter als beim Modell Curt, dem sportlichsten Rad von Ampler. Wieselflink zirkelt das Axel um die Ecken und an stehenden Autos vorbei. In der Stadt, dem expliziten Wunschterrain des Rads, ist man damit auf glattem Asphalt gut aufgehoben, wird auf grobem Kopfsteinpflaster jedoch ordentlich durchgeschüttelt. Schon mit abgeschaltetem Motor fährt sich das Rad angenehm, kommt die Unterstützung hinzu, wird es richtig flott. Der von Ampler selbst entwickelte Motor schiebt sanft, aber bestimmt an. Einziger kleiner Kritikpunkt:



Das Display informiert über den Ladezustand und die restliche Reichweite. Während der Fahrt schaltet es sich aus, um den Fahrer nicht abzulenken.

Beim Anfahren an Steigungen dürfte der Motor einen Tick früher einsetzen, damit man noch leichter in Gang kommt. Auf langen Bergen oder sehr steilen Rampen käme außerdem eine Schaltung gelegen.

Mit einem Druck auf den Knopf oder über die App schaltet man zwischen den beiden Unterstützungsstufen um oder klemmt den Motor ab. Auf Stufe 1 entfaltet der Antrieb etwa 70 Prozent Leistung, Stufe 2 erhöht auf volle Power. Das maximale Drehmoment des Motors beträgt 45 Newtonmeter und liegt so gleichauf mit dem Antrieb des Cowboy 4, das Vanmoof S5 schafft zumindest kurzfristig im Boostmodus mit 68 Newtonmeter deutlich mehr. Während der Fahrt schaltet sich das Display ab, um die Konzentration auf dem Verkehr und der Straße zu belassen. Steht man an der Ampel, geht es automatisch wieder an.

Die Reichweitenangaben des Rades erwiesen sich im Test als unzuverlässig. Ampler verspricht „zwischen 50 und 100 Kilometer“ mit einer Ladung, die Anzeige verkündet bei vollem Akku 57 Kilometer auf Stufe 2 und 99 Kilometer auf Stufe 1. Im Alltag auf den weitestgehend flachen Straßen von Hannover und Berlin entpuppte sich das jedoch höchstens als grober Richtwert: 5 Kilometer Fahrtstrecke ziehen die Restreichweite mal um 6 oder 7, in seltenen Fällen gar um 10 oder mehr Kilometer nach unten, wohlgernekt ohne große Steigungen oder extreme Temperaturen. Genau kalkulierbar ist das alles nicht, mal trifft die Anzeige nach 25 Kilometern ziemlich genau ins Schwarze, um dann nach flotten anderthalb Kilometern zum Einkaufen von 19 auf lumpige 8 Kilometer Restreichweite zu springen. Laut Hersteller könnte ein Firmwareproblem dafür verantwortlich sein. Vor allem bei Ausnutzung der maximalen Zuladung von 120 Kilogramm waren die versprochenen Reichweiten kaum zu erreichen. Wir haben meist zwischen 30 und 40 Kilometer auf Stufe 2 geschafft.

Selbst wenn man nicht fährt, sondern das voll geladene Rad untätig herumsteht, verliert der Akku an Kapazität. Drei faule Tage im Keller kosteten uns regelmäßig einen Ladebalken, also acht bis zehn Kilometer auf Stufe 2. Ampler begründet dieses Verhalten mit den Ortungs- und Telemetriediensten im Hintergrund, die auch im ausgeschalteten Zustand den Akku mit rund 3 Prozent täglich belasten. Das Aufladen des Akkus von null auf hundert Prozent dauert etwas mehr als zweieinhalb

Stunden. Das Ladekabel dockt am Sattelrohr knapp über dem Tretlager an, der Anschluss liegt hinter einer schützenden Gummikappe.

Neue App und Ortung via GSM und GPS

E-Bike und App gehören bei Ampler seit jeher zusammen, auch wenn man das Rad problemlos ohne Handy fahren kann. Die Verbindungsprobleme, die wir im Test des Ampler Curt (c't 10/2021, S. 74) mit der alten Anwendung noch festgestellt hatten, sind in der neuen Version passé, die App hat unser Rad nie „vergessen“. Die reduzierte Optik stellt neben Schaltern für das Licht, die Unterstützungsstufe und die Sperrfunktion ausschließlich Ladestand, Reichweite und Geschwindigkeit auf der Hauptseite dar, das Balkensymbol führt zur Statistik über gefahrene Kilometer pro Woche und Monat. Gesamtkilometer zählt die App auch für die versammelte Ampler-Community. Karten oder Navigation hält die App nicht mehr bereit.

Der verbesserten Konnektivität zum Trotz läuft auch die neue App noch nicht ganz rund. Im Test schwankte die Tachanzeige wild, sobald wir nicht mehr in die Pedale getreten haben. In einem Moment hatten wir noch 25 km/h auf der Uhr, eine Sekunde später sollten es nur noch 7 km/h sein, dann 23, dann wieder 8. Die Statistiken erfasste die Anwendung bis Ende September problemlos, danach gar nicht mehr. Zurücksetzen des Rades schafft bei der Statistik manchmal Abhilfe, allzu oft möchte man das aber nicht machen. Die Sperrfunktion verriegelt das E-Bike nicht mechanisch oder verhindert das Wegfahren, sie deaktiviert ausschließlich den Knopf am Rad und sorgt so dafür, dass man die Motorunterstützung nicht einschalten kann.

In die neuen E-Bike-Modelle baut Ampler erstmals ein GSM- und GPS-Modul für Internet- und Standortdienste ein. Die kann der Hersteller nutzen, um das Rad zu tracken, Bewegungswarnungen zu erhalten, eine Ferndiagnose durchzuführen und Updates auch ohne Handyverbindung einzuspielen. In der App können Kunden dies an- oder abschalten, auf dem Display zeigen zwei Symbole Mobilfunk- und GPS-Empfang an. Zwei Jahre lang ist dieser Dienst kostenlos, danach kann man ihn für 5 Euro monatlich weiterlaufen lassen. Im Test verweigerte das Rad die Verbindung zeitweise und stellte sie erst dann wieder erfolgreich her, als wir es in den Ruhezustand versetzten und wieder aufweckten.



Die neue Ampler-App ist reduziert und nicht mehr so vergesslich wie früher. Zum Fahren braucht man sie nicht unbedingt.

Fazit

Die wichtigsten Konkurrenten des Ampler Axel kommen von ebenfalls auf E-Bikes spezialisierten Herstellern: das noch sportlichere Cowboy 4 und das stylische Vanmoof S5, die in der gleichen Preisklasse spielen. Mit dem Sneak+ hat auch Rose Bikes ein smartes Urban-Bike mit App im Sortiment, alternativ mit Riemen oder Kette, aber ebenfalls stets als Singlespeed.

Das Ampler Axel macht vor allem auf glatten, gerade Untergründen Spaß, lange oder steile Berge sind seine Sache nicht. Bei der App geht Ampler einen Schritt nach vorn, ist aber noch nicht ganz am Ziel. Die Ortungsdienste sind verzichtbar. Die schwankende Reichweite und der Stromverbrauch im Stand stören im Alltag, nur gut, dass das Rad zur Not auch ohne Motorunterstützung angenehm zu fahren ist. Angesichts der kompletten Ausstattung und sauberen Verarbeitung ist der Preis von 2790 Euro, den Ampler für das Axel aufruft, gerechtfertigt. (sht@ct.de) **ct**

Ampler Axel

E-Bike	
Hersteller, URL	Ampler, amplerbikes.com
Motor	Hinterradnabenmotor, 250 W
Akku Kapazität / entnehmbar / getestete Reichweite ¹ / Ladezeit ²	336 Wh / – / 40 km / 2:40 h
Antrieb / Bereifung	Singlespeed-Riemenantrieb (Gates CDN 118T) / Continental Contact Urban 50-584
Ausstattung	Schutzbleche, integriertes Rücklicht, Vorderlicht B&M IQ-XS, hydraulische Scheibenbremsen, Gepäckträger (60 € Aufpreis)
Gewicht / max. Zuladung	16,3 kg (Größe M) / 120 kg
Systemanforderungen App	Smartphone mit Android ab 7.0 oder iOS ab 14.0
Preis	2790 €
¹ mit höchster Unterstützungsstufe ² von 0 auf 100 %	

Schlau wie Brot

„Smarter“ Toaster mit Touchscreen im Test

Alles wird angeblich schlau, sogar die Küchengeräte: Der Toasty One soll dank optischer Sensoren den Toast stets im gewünschten Bräunungsgrad servieren. Das klappt aber nicht immer – und ins Smart Home lässt sich der Toaster gar nicht integrieren.

Von Steffen Herget

Toasten Sie noch altmodisch, also mit Stufe drei oder vier einstellen, warten und überraschen lassen, wie hell oder dunkel das Brot am Ende aus dem Gerät hopst? Der Hersteller Tineco will mit dem Toasty One eine modernere Alternative zum alt-hergebrachten Toaster verkaufen, einen 340 Euro teuren, smarten Toaster – inklusive vier Zoll (10,16 cm) großem Touchscreen.

Der Toasty One ist ausschließlich in Weiß erhältlich und besteht zu weiten Teilen aus glänzendem Kunststoff. Das Display ist von einem silbernen Element eingefasst, das der Hersteller aber wie den Griff der Krümel-schublade ebenfalls aus Kunststofffertigt. Metall findet man ausschließlich an der Oberseite und im Inneren. Er steht auf vier stabilen Gummifüßen und ist nicht größer als ein ganz normaler, dummer Toaster.

Die zentrale Frage, die sich gleich zu Beginn stellt, ist: Was versteht Tineco unter „smart“? Der Toasty One hat keinerlei Konnektivität, beherrscht weder WLAN noch Bluetooth und hat auch keinen USB- oder Netzwerkanschluss. Dieses Gerät ins Smart Home integrieren? Fehl-anzeige. Das bringt einen weiteren Nach-

teil mit sich: Es existiert keine Möglichkeit, über Updates Probleme zu beheben oder neue Funktionen nachzuschieben – wie auch immer die bei einem Toaster aussehen könnten. Das macht den Toasty One im Vergleich zu „normalen“ Toastern nicht schlechter, hebt ihn aber eben auch nicht aus der schier endlosen Masse solcher vergleichsweise simplen und viel günstigeren Geräte heraus.

Ein paar Aspekte, die gängige Toaster nicht besitzen, bringt der Toasty One allerdings mit. So übernimmt das Touch-Display die Aufgaben klassischer Knöpfe und Schalter. Der Bildschirm reagiert exakt und flott auf jeden Fingertipp. Die Helligkeit dürfte aber ruhig einstellbar sein – die 275 cd/m², die unser Messgerät dem Toaster bescheinigt, sind morgens vor dem ersten Kaffee ein bisschen zu grell für unsere müden Augen.

Toasten mit Favoriten

Die Einstellungen für die gewünschte Bräune gelten entweder für beide Toastschlitze zusammen oder individuell. Toastet man für mehrere Personen, lassen sich so in einem Aufwasch zwei Wünsche gleichzeitig erfüllen: eher heller Toast hier, knusprig dunkel dort. Obendrein

kann der Toasty den Bräunungsgrad mit optischen Sensoren überwachen und soll dadurch jede einzelne Scheibe bis zum

gewünschten Ergebnis rösten können – egal, ob er schon aufgewärmt ist oder gerade erst eingeschaltet wurde. Tineco nennt dieses System recht hochtrabend „IntelliHeat-Toasting-Algorithmus“. Alternativ beherrscht der Toaster vier zeitgesteuerte Bräunungsstufen, die sich ebenfalls für beide Schlitze getrennt einstellen lassen. Bei variabler Hitze der Glühdrähte laufen sie zwischen 90 Sekunden und 2:40 Minuten.



Gewohnheitstiere können ihre Lieblingseinstellung bei IntelliHeat auf bis zu acht Favoritenspeicherplätzen ablegen. Die haben jedoch keine Namen oder Nummern, sondern nur kleine Smileys als Symbol. Immerhin: Die Smileys sind analog zur gewünschten Bräunungsstufe mit unterschiedlich hellen oder dunklen Brauntönen hinterlegt. Der Toasty One hat stufenlos verschiedene Bräunungsstufen im Angebot, von „kaum zu erkennen“ bis „kurz vor Kohle“. Wer seinen Toaster gerne mit Gefrorenem füttert, aktiviert die entsprechende Option auf dem Touchscreen, zudem hält Tineco ein kurzes Aufwärmprogramm für bereits abgekühlte Brotscheiben vor.

Der Toastvorgang beginnt mit einem Tipp auf das Display und endet, wenn der Prozentzähler bei Hundert ankommt. Auf dem Display zählt der Toasty One für beide Schlitze getrennt hoch. Egal, wie unterschiedlich stark getoastet wird: Beide Scheiben kommen zur gleichen Zeit heraus, angekündigt von einem kurzen Jingle. Sowohl Ein- als auch Ausfahren der Toastscheiben erfolgt automatisch. Zum einseitigen Toasten lässt man einfach den zweiten Schlitz leer und stellt keinen Bräunungsgrad ein.

Die metallene Oberseite des Toasters wird im Betrieb unangenehm heiß, wovon ein entsprechendes Symbol warnt. Einen Aufsatz zum Erwärmen von Brötchen über den Schlitzen besitzt der Toaster nicht, man kann sie aber einfach auf die Metallfläche legen. Mehr als Stufe zwei von vier sollte man dann aber nicht verwenden, sonst wird die Schrippe schnell schwarz.

Frisch aus
c't Nerdistan

Die Krümelschublade kann man jederzeit herausziehen. Das quittiert der Toaster jedoch mit einer Warnmeldung, bis sie wieder hineingesteckt wird. Der Toasty One verlangt, dass die Krümelschublade regelmäßig herausgezogen und gereinigt wird und erinnert daran einmal im Monat mit einer Meldung auf dem Bildschirm. Auch dann, wenn der Toaster viele Krümel in der Schublade erkennt, ruft er zur Reinigung auf.

Blass bei der Premiere

Wir haben ausgiebig mit weißem Toast getestet und dabei festgestellt: Die erste Scheibe ist absolute Glückssache. Immer wieder sahen beide Premieren-Toasts des Tages fast gleich blass aus, wenn der Toasty One sie nach oben schob – egal wie hell oder dunkel das Gerät eingestellt war. Nur selten gab der Toasty One zu Anfang zwei Scheiben aus, die so gebräunt waren, wie wir es eingestellt hatten.

Die erste Runde, wenn das Gerät noch kalt war, dauerte zudem weitaus länger als nach drei oder vier Durchgängen. Brauchte der Toasty One für zwei blasse Scheiben auf heller Stufe links und knusprig rechts noch bis zu 5:20 Minuten, war er ab dem vierten Durchgang stets in unter zwei Minuten fertig. Spätestens ab Durchgang drei passten die Resultate deutlich besser zu den Einstellungen. Von zehn hintereinander getoasteten Scheiben waren sieben sehr gleichmäßig gebräunt, eine etwas dunkler, zwei teils deutlich heller. In der blasseren Einstellung sah es ähnlich aus, der erste noch zu sanft getoastet, gegen Ende minimal dunkler, aber sechs bis sieben Durchgänge sehr vergleichbar wie gewünscht. Insgesamt waren die Brotscheiben sehr gleichmäßig schattiert, außen schön knusprig und innen fluffig.

Steckt man Vollkorntoast, Schwarzbrot oder Brötchenhälften in den Toaster, wird es noch weniger kalkulierbar. Die optischen Sensoren kommen mit solchen dunkleren Materialien schlechter klar. Vollkorntoast etwa wies oft keine großen Unterschiede im Bräunungsgrad beider Schlitze auf, auch wenn wir deutlich unterschiedliche Einstellungen gewählt hatten.

Fazit: teure Spielerei

Braucht man einen knapp 340 Euro teuren Toaster mit Touchscreen? Nein, natürlich nicht. Ist der Toasty One trotzdem faszinierend, obwohl man ihm nicht einmal guten Gewissens das Etikett „smart“ verpassen kann? Ja, irgendwie schon. Er bringt Technikflair in eine Ecke des Hauses, von der man das nicht erwartet, und toastet auch gar nicht schlecht. Zwei Scheiben unterschiedlich stark rösten, aber beide zur gleichen Zeit auf den Teller legen, das ist angenehm. Die Favoriten sind für Haushalte mit mehreren Toastessern praktisch, die Bedienung per Touchscreen klappt problemlos. Unter dem Strich bleibt der Toasty One trotzdem eine sehr teure Spielerei. (sht@ct.de) **ct**

Tineco Toasty One

Smarter Toaster	
Hersteller, URL	Tineco, de-store.tineco.com
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht	200 mm × 200 mm × 320 mm / 2,86 kg
Displaydiagonale / Helligkeit / Technik	4 Zoll / 275 cd/m² / LCD
Konnektivität	–
Länge Netzkabel	80 cm
max. Leistungsaufnahme	1200 W
Preis	339 Euro

**JETZT
KOSTENLOS
TESTEN**

WIR MACHEN IT-WEITERBILDUNG DIGITAL!

Die neue Lernplattform
für IT-Professionals

Das erwartet dich:

- Über 100 Online-Trainings und 80 Online-Kurse
- Die wichtigsten IT-Themen für heute und morgen
- Erfahrene IT-Experten
- Individuelle Lernumgebung
- Übungsaufgaben und Wissenstests



Hier geht's zu
deiner Weiterbildung:
heise-academy.de

Smart gespart



Heft + PDF mit
29 % Rabatt

Dieses **heise online-Sonderheft** rund um den smarten Haushalt zeigt Ihnen viele spannende Produkte, die Zeit und Energie sparen, sich als Helfer im Alltag beweisen und oben- und unten noch Spaß machen:

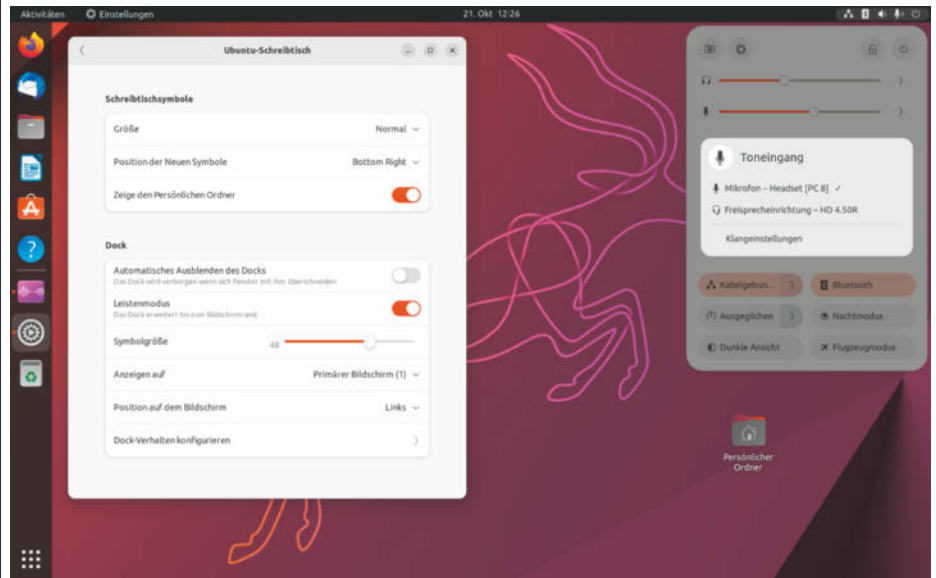
- ▶ 11 smarte Heizkörperthermostate im Test
- ▶ Smarte Schließsysteme: Was Sie beim Kauf beachten müssen
- ▶ Alexa & Co. ins Smart Home einbinden
- ▶ Displays: Amazon Echo Show vs. Google Nest

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

shop.heise.de/ho-wohnen22

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



Kudus Hüpfer

Die Linux-Distribution Ubuntu 22.10 holt aufgeschobene Modernisierungen nach und erweitert die Unterstützung für Mikrocontroller.

Die Antilope, die dem neuen Ubuntu-Release „Kinetic Kudu“ ihren Namen leiht, macht nur kleine Sprünge. Wie von einem Zwischen-Release zu erwarten, holt Ubuntu 22.10 einige Neuerungen nach, die Hersteller Canonical beim vorherigen Langzeit-Release Ubuntu 22.04 LTS noch scheute. Dazu zählen der Wechsel des Soundserver von PulseAudio zu PipeWire und die Umstellung auf die Grafikbibliothek GTK4. Das Verharren bei GTK3 führte bei Ubuntu 22.04 LTS noch zu einem Mischmasch von Anwendungen aus Gnome 41 und 42 – jetzt ist alles einheitlich bei Gnome 43. Der Dateimanager Nautilus und die Systemeinstellungen passen dank GTK4 ihr Layout dynamisch an die Fensterbreite an, wie man es von responsiven Webseiten kennt.

Der Löwenanteil der sichtbaren Änderungen kommt von Gnome 43 (siehe c't 22/2022, S. 76). Den modifiziert Canonical immer weniger nach eigenem Gusto. Übrig bleiben vor allem das Dock und die Schreibtischsymbole. Beide verwaltet man jetzt in den Systemeinstellungen in der neuen Kategorie Ubuntu-Schreibtisch und nicht mehr unter Darstellungen. Anders als bei Fedora 37 (siehe S. 88) fehlt die Rubrik Gerätesicherheit mit Informationen zu Firmware-Updates und Secure Boot.

Bei den Programmen macht Thunderbird einen Sprung auf Version 102, dessen Oberfläche sich hübsch gemausert hat. Den aktuellen Firefox 106 gibt es dank

Snap auch im LTS-Release, aber die Snap-Sandbox verhindert weiterhin die Kommunikation zwischen Browsererweiterungen und Tools wie dem Passwortmanager KeePassXC. Für Linux 6.0 hat es nicht mehr gereicht, aber der Kernel ist mit Version 5.19 nahezu aktuell.

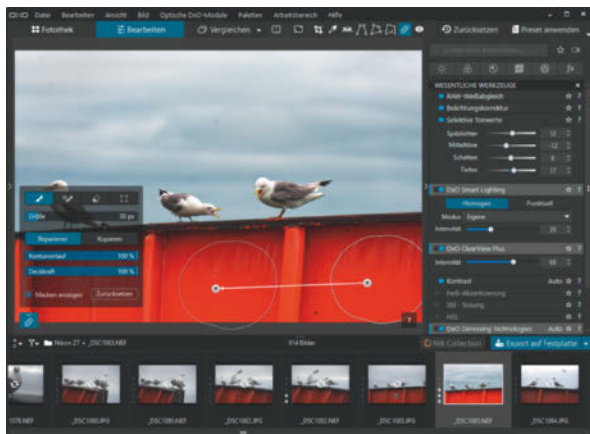
In Ubuntu 22.10 läuft der OpenSSH-Server nicht mehr permanent, sondern wird erst bei einer eingehenden Verbindungsanfrage über die Socket-Aktivierung von Systemd gestartet. Canonical hofft, dadurch den Speicherverbrauch von Ubuntu Server zu senken, etwa auf Kleinstcomputern. Für letztere hat Ubuntu die Unterstützung der Programmiersprache MicroPython ausgebaut. Auf dem Raspberry Pi kann Ubuntu nun eine Reihe von Embedded-Displays ansteuern, darunter der offizielle Raspi-Touchscreen. Der macht aber noch Probleme mit dem neuen Kernel-Mode-Setting-Videotreiber.

Ubuntu will Entwicklern die Fehlersuche erleichtern und stellt einen Debug-Infodienst bereit, über den Werkzeuge wie GDB die benötigten Debug-Symbole automatisch per HTTPS herunterladen können.

Gnome 43 hätte auch der LTS-Variante gut gestanden. Wer wegen der kleinen, aber feinen Modernisierungen ein Update auf Ubuntu 22.10 erwägt, sollte die begrenzte Supportzeit von nur neun Monaten beachten. (ktn@ct.de)

Ubuntu Desktop 22.10

Linux-Distribution	
Hersteller, URL	Canonical/Ubuntu-Projekt, ubuntu.com
Systemanf.	x86-64-Prozessor (2 GHz, Dual-Core), 25 GBYTE Datenspeicher, 4 GBYTE RAM
Supportzeitraum	bis Juli 2023
Preis	kostenlos (Open Source)



Bildgewaltig

Der Raw-Entwickler DxO PhotoLab 6 automatisiert die Bildbearbeitung mit Korrekturprofilen für Kamera-Objektiv-Kombinationen und mit künstlicher Intelligenz. Für Version 6 hat DxO am Farbraum und an der Rauschminderung geschraubt.

Der französische Softwarehersteller DxO Labs misst die Charakteristika gängiger Kamera-Objektiv-Kombinationen aus, um Objektivverzerrung, Randabschattung und Farbsäume automatisch zu beseitigen. Das Programm öffnet Raw-, JPEG- und TIFF-, jedoch nach wie vor keine HEIF-Dateien. Nach der Autokorrektur wartet ein Entwickeln-Modul mit Reglern für Weißabgleich, Belichtung, Lichter, Schatten, Kontrast und Farben wie bei anderen Raw-Entwicklern. PhotoLab arbeitet dabei auf Augenhöhe mit teureren Profiprogrammen wie Capture One und Lightroom. Der neue interne Arbeitsfarbraum „DxO Wide Gamut“ entspricht in etwa dem sehr großen ProPhoto RGB und trägt seinen Teil zur guten Bildqualität bei.

Außer den Korrekturprofilen automatisieren auch Bildalgorithmen den Entwicklungsprozess: „Smart Lighting“ passt die Belichtung an, „ClearView Plus“ verbessert Kontrast und Sättigung. „DeepPrime“ verringert das Bildrauschen mithilfe künstlicher Intelligenz, ohne Details weichzeichnen. Das erzielt wie im Screenshot mit drei Klicks Ergebnisse, die mit Affinity Photo, Photoshop oder anderen Programmen viel Handarbeit brauchen. DeepPrime ist im hohen ISO-Bereich konkurrenzlos (siehe c't 11/2021, S. 126).

Wie andere Raw-Entwickler bietet DxO Photolab einen linearen und einen radialen Verlaufsfilter sowie einen Maskie-

rungspinsel, um Entwicklungseinstellungen auf Bildbereiche aufzutragen. Nur in diesem Programm gibt es die U-Points: Die stammen von der Firma Nik und wählen Motive aufgrund von Helligkeits- und Farbkontrast aus. Über Schieberegler für verschiedene Farben und Belichtung kann man die dynamischen Masken verfeinern. Etwas umständlich fällt die HSL-Korrektur per Farbrad aus. Hat man das Konzept aber einmal verstanden, kann man Farben mit dem Werkzeug sehr präzise auswählen und entsättigen oder verändern.

Den Retuschepinsel „ReTouch“ hat DxO verbessert. Er kann die aufgenommene Bildquelle jetzt gespiegelt, gedreht und skaliert stempeln – ein weiteres Alleinstellungsmerkmal im Vergleich zu anderen Raw-Entwicklern. Im Bildbeispiel genügte ein Klick, um einen grellblauen Warnaufkleber zum Tragen von Schutzhelmen verschwinden zu lassen. Links ist das Stempelziel umrandet, rechts die Quelle.

Ein Schwachpunkt bleibt die interne Bildverwaltung „Fotothek“. Sie liest EXIF-Daten aus, allerdings in erster Linie, um passende Korrekturprofile zu laden. Über einen IPTC-Editor kann man Copyright- und beschreibende Bilddaten ergänzen. Neben Fünf-Sterne-Bewertungen kann man nun auch Farbetiketten nutzen – das absolute Minimum, um Fotos zu organisieren.

Seine Korrekturalgorithmen, seien es die profilgestützten oder die maschinell erlernten, machen DxO PhotoLab 6 zu einem interessanten Konkurrenten für Lightroom und Capture One, zumal es anders als das Adobe-Programm gekauft und nicht abonniert wird. Außer der Elite-Edition gibt es noch eine Essential-Fassung, die nur zwei statt drei Aktivierungen erlaubt und ohne DeepPrime sowie ClearView Plus kommt. Ein großer Sprung gegenüber Version 5 ist PhotoLab 6 nicht, aber ein weiterer Schritt in eine seit Jahren richtige Richtung. (akr@ct.de)

DxO PhotoLab 6 Elite

Raw-Entwickler	
Hersteller, URL	DxO, dxo.com/de
Systemanf.	Windows ab 10, macOS ab 11.6
Preis	219 € (Upgrade 99 €)

ct Fotografie

Das Magazin von Fotografen für Fotografen



© Andrea Künstle

Drohnenfotografin und c't Fotografie-Autorin

Andrea Künstle, fotografiert u. a. in Deutschland, Sumatra, Kambodscha und vielen anderen Ländern.

„Fotografie ist für mich nicht schauen, sondern fühlen!“

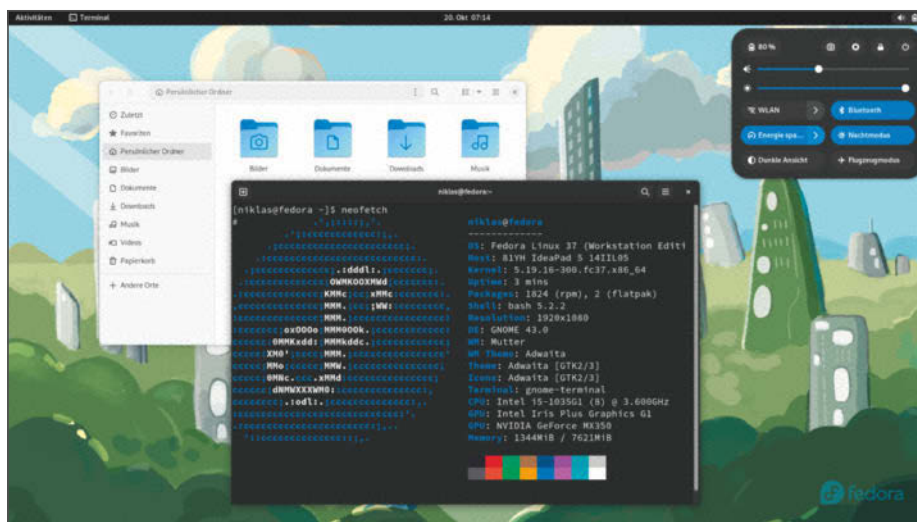
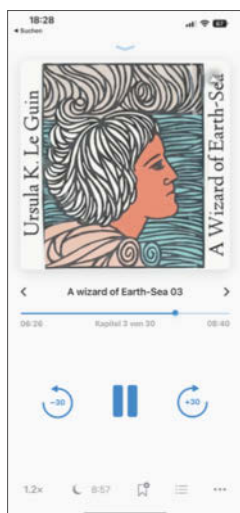
Andrea Künstle

2 x c't Fotografie testen

- 2 Ausgaben kompaktes Profiwissen für 14,30 €
- 35 % Rabatt gegenüber Einzelheftkauf
- Inkl. Geschenk nach Wahl
- Wöchentlicher Newsletter exklusiv für Abonnenten



www.ct-foto.de/miniabo



Laut lesen lassen

Der kostenlose BookPlayer verwaltet Hörbücher und spielt sie mit praktischen Zusatzfunktionen ab.

BookPlayer spielt Hörbücher, -spiele und Podcastepisoden im AAC- oder MP3-Format auf iPhones und Macs mit Apple-Chip ab. Via AirDrop, Dateifreigabe oder Share-Sheet gelangen die Dateien (einzeln oder als Zip-Container) in die Sammlung der App, wo man sie in Wiedergabelisten zusammenstellen kann.

Die sortierten Listen kann man in einen Hörbuch-Band umwandeln, die untergeordneten Dateien stellt BookPlayer fortan als Kapitel dar. Die App kann die Abspielgeschwindigkeit von halbem bis vierfachem Tempo tonhöhenneutral anpassen, zwischen 0,8-facher und zweifacher Geschwindigkeit bleiben Lesestimmen weitgehend frei von Artefakten.

Wer sich gern zum Einschlafen vorlesen lässt, begrenzt mit einem flexiblen Timer die Abspieldauer bis zum sanften Ausblenden. Im „Knopflos“-Modus pausiert ein Tipp die Wiedergabe, während ein Wisch um eine halbe Minute vor- oder zurückspringt. Apple-Watch-Nutzer steuern die Wiedergabe am Handgelenk.

In den Einstellungen können Anwender Details wie das Sprungintervall oder die Fortschrittsanzeige abstimmen. Eine Spende an den Entwickler ab 3,49 Euro schaltet zusätzliche Farbschemata und App-Icons frei. (imj@ct.de)

BookPlayer 4.7.2

Hörbuch-App	
Hersteller, URL	Gianni Carlo, apple.co/3VDZdFX
Systemanf.	iOS ab 11, macOS ab 12 (Apple-Chip)
Preis	kostenlos

Fedora Linux 37

Das Fedora-Projekt prescht oft mit neuen Features und Technologien vor. Diesmal müssen die Entwickler jedoch Funktionen abschalten, um Ärger mit Patenten zu vermeiden. Der Raspberry Pi 4 wird nun offiziell unterstützt.

Die Hauptausgabe „Fedora Workstation“ kommt mit der Desktopumgebung Gnome 43, die ein überarbeitetes Menü für Schnelleinstellungen in der oberen, rechten Ecke mitbringt. Damit knipsen Nutzer beispielsweise WLAN oder Bluetooth aus oder schalten verfügbare Audiogeräte durch. In den Gnome-Einstellungen gibt es ein neues Menü namens Gerätesicherheit, das über Secure-Boot-Status und Firmware-Updates informiert.

Die „Fedora KDE Plasma Desktop Edition“ verwendet Plasma 5.26. Das kennt jetzt auch einen Modus namens „Plasma Bigscreen“, der für Fernseher optimiert ist und App-Starter ähnlich wie Android TV als große Kacheln darstellt. Die KDE Edition und Fedora Kinoite starten den Login-Manager SSDM jetzt im Wayland-Modus.

Das Fedora-Projekt hat sich dafür entschieden, Kompatibilität mit Systemen, die noch mit BIOS booten, weiter zu gewährleisten. GPT ersetzt das angestaubte MBR als Partitionierungsschema auf x86-64-Systemen mit BIOS. Ein paar alte Zöpfe schneiden die Entwickler jedoch ab: Die ARMv7-Architektur (armhfp) muss gehen. Das betrifft eine Reihe von Einplatinencomputern, darunter der Raspberry Pi 2. Dafür steht der Raspberry Pi 4 nun auf der Liste offiziell unterstützter Hardware, inklusive Hardwarebeschleunigung mittels Broadcom-Treiber für die V3D-

GPU. Das Raspi-Image kommt mit Gnome 43 und läuft wie die Workstation Edition standardmäßig im Wayland-Modus, was in unserem Test gut funktioniert hat.

CoreOS, das für den Container-Betrieb optimiert ist, wird zu einer offiziellen Fedora Edition erhoben und steht nun in einer Reihe mit den Ausgaben Workstation, Server und IoT. Unter der Haube werkelt zur Veröffentlichung der Linux-Kernel 5.19, Kernel 6.0 dürfte in den kommenden Wochen folgen.

Der neue, webbasierte Installer ist noch nicht fertig. Die Entwickler planen, ein gesondertes Installationsimage zu veröffentlichen, das den Installer als Vorschau enthält. Fedora deaktiviert Hardware-Decoding von H.264-, H265- oder VC-1-Inhalten mittels VA-API im Mesa-Paket (siehe ct.de/ynq7). Das schmerzt insbesondere Nutzer, die den freien Radeon-Treiber einsetzen. Sie müssen jetzt auf Software-Decoding zurückgreifen oder inoffizielle Mesa-Pakete nutzen. RedHat-Entwickler David Arlie begründet den Schritt mit der Notwendigkeit, rechtliche Schwierigkeiten aufgrund der patentierten Codecs H.264 und H.265 zu vermeiden. Fedora 37 soll am 1. November erscheinen und ist ein gelungenes Release, insbesondere Nutzer mit AMD-Grafik dürften jedoch mit der unvollständigen Hardwarebeschleunigung unzufrieden sein. (ndi@ct.de)

Mesa-Patch: ct.de/ynq7

Fedora Linux 37

Linux-Distributionsfamilie	
Hersteller, URL	Fedora-Projekt, getfedora.org
Systemanf.	Workstation-Variante: x86-64-Prozessor, 20 GByte Datenspeicher, 2 GByte RAM
Supportzeitraum	circa bis Dezember 2023
Preis	kostenlos (Open Source)



**WIR MACHEN
KEINE WERBUNG.
WIR MACHEN EUCH
EIN ANGEBOT.**



ct.de/angebot

Jetzt gleich bestellen:

 ct.de/angebot

 +49 541/80 009 120

 leserservice@heise.de

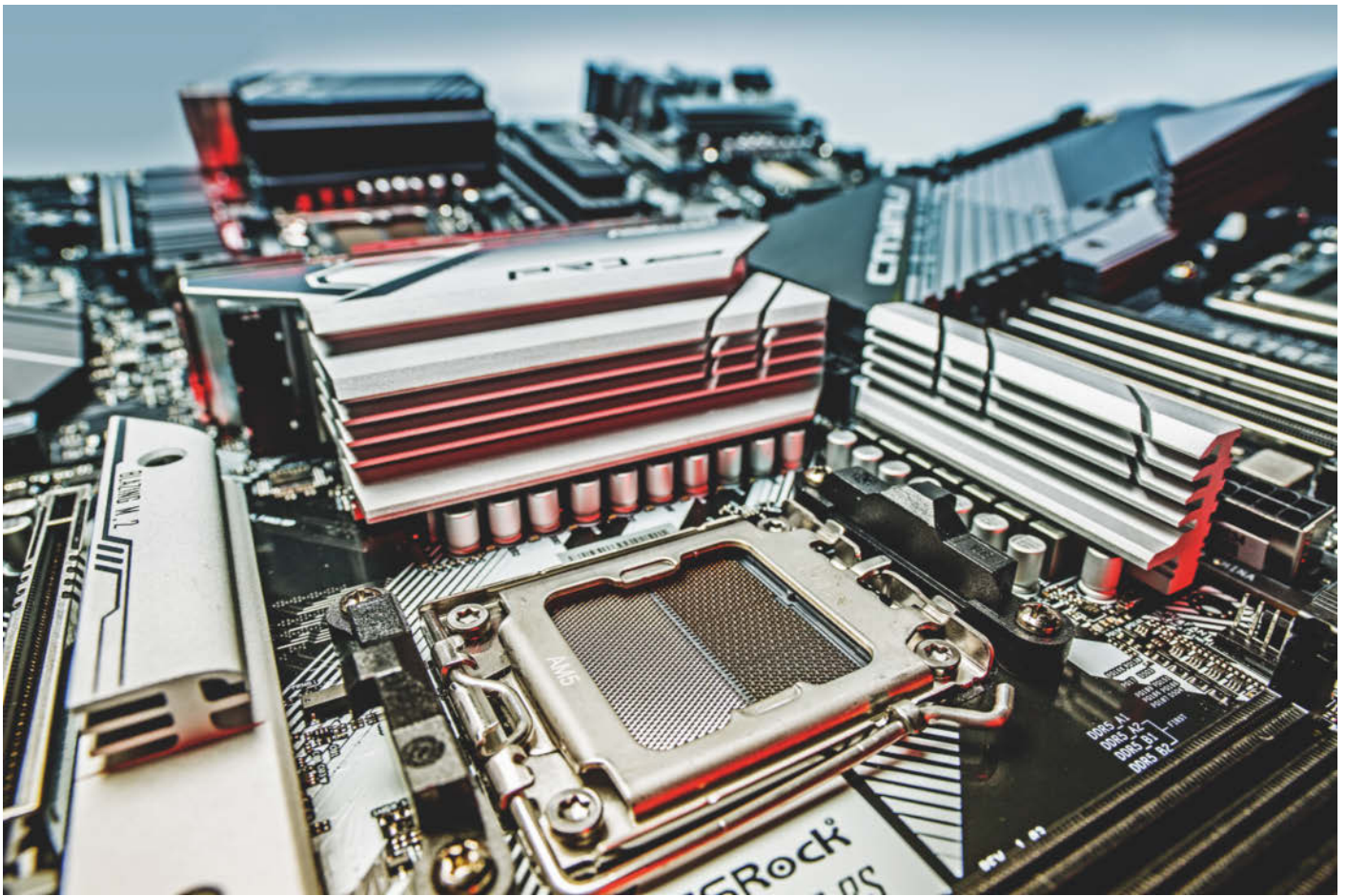
ICH KAUF MIR DIE c't NICHT. ICH ABONNIER SIE.

Ich möchte c't 3 Monate lang mit 35 % Neukunden-Rabatt testen.
Ich lese 6 Ausgaben als Heft oder digital in der App, als PDF oder direkt im Browser.

**Als Willkommensgeschenk erhalte ich eine Prämie nach Wahl,
z. B. einen RC-Quadrocopter.**

© Copyright by Heise Medien.





Premiumaufschlag

AM5-Mainboards für Ryzen-7000-Prozessoren im Test

AMDs neue CPU-Plattform bringt PCI Express 5.0 und DDR5-RAM. Obendrein bieten die AM5-Boards mit Serie-600-Chipsätzen schnelles Ethernet und USB. Wir haben getestet, ob die vielen Funktionen ihren Preis wert sind und wie sie sich auf den Stromverbrauch auswirken.

Von Christian Hirsch

Mit den ersten vier Ryzen-7000-Prozessoren hat AMD zugleich einen komplett überarbeiteten Unterbau vorgestellt. Denn viele PCIe-Express-Lanes,

DDR5-RAM und eine höhere Leistungsaufnahme erfordern mehr Leitungen und stellen strengere Anforderungen an die Signalqualität. Die CPUs verwenden daher nun die Fassung AM5 mit 1718 Kontakten, die nach über fünf Jahren AM4 ablöst, und deshalb benötigen die Ryzen 7000 zwingend neue Mainboards.

Der Generationswechsel geht mit einem gehörigen Preisschub einher. Bei der Auswahl der vier AM5-Mainboards für den Test haben wir uns deshalb aus Preisgründen für drei B650-Mainboards und nur eines mit dem High-End-Chipsatz X670E entschieden. Die Modelle Asrock B650 Pro RS, Asus Prime B650M-A WIFI und MSI Pro B650-P WIFI kosten zwischen 220 und 280 Euro. Für das Gigabyte X670E Aorus Master muss man hingegen noch tiefer in die Tasche greifen. Dafür verlangt der Hersteller 550 Euro.

Preistreiber

Für die AM5-Plattform bietet AMD vier Chipsätze an: X670 und X670E zielen mit vielen PCIe-Lanes, USB- und SATA-Ports aufs High-End, während B650 und B650E das Brot-und-Butter-Geschäft abdecken sollen. Gerüchteweise wird es nächstes Jahr noch einen abgespeckten A620 für billige Boards geben. Preislich sind die rund 60 bis dato vorgestellten AM5-Mainboards wenig attraktiv, denn selbst das günstigste B650-Board kostet über 200 Euro. Zum Vergleich: B550-Boards für ältere Ryzen-Prozessoren bekommt man bereits ab 80 Euro.

Mehrere Faktoren treiben die Preise in die Höhe: So hat die Ausstattung zugelegt. 2,5-Gbit-Ethernet gehört ebenso zur Standardausstattung wie mindestens zwei M.2-Slots mit PCI Express 4.0 oder 5.0 für schnelle NVMe-SSDs und USB-C bezie-

hungsweise eine interne Buchse für einen USB-C-Frontanschluss. Zudem tragen drei Viertel der angebotenen AM5-Boards ein modernes WiFi-6(E)-Modul. Fast alle unterstützen das Updaten des BIOS ohne Prozessoren per Flashback-Funktion, was es vereinfacht, auf kommende CPU-Generationen aufzurüsten.

PCI Express 4.0 und DDR5-RAM arbeiten mit höheren Frequenzen, weshalb die Board-Hersteller für eine störungsfreie Signalübertragung Leiterplatten mit mindestens sechs Schichten und teureren Materialien verwenden müssen. Die Vorgänger mit B550-Chipsatz kamen oft noch mit günstigeren 4-Layer-Platinen aus. Boards mit B650E- und X670E-Chipsatz, bei denen der PEG-Slot im Unterschied zum B650 und X670 im doppelt so schnellen PCIe-5.0-Modus arbeiten kann, benötigen sogar acht oder zehn Leitungsebenen.

Des Weiteren müssen die Board-Hersteller Wandlerschaltungen mit mehr Bauelementen auflöten, weil die Spitzenleistungsaufnahme bei Ryzen 7000 auf 230 Watt gestiegen ist [1].

Generationswechsel

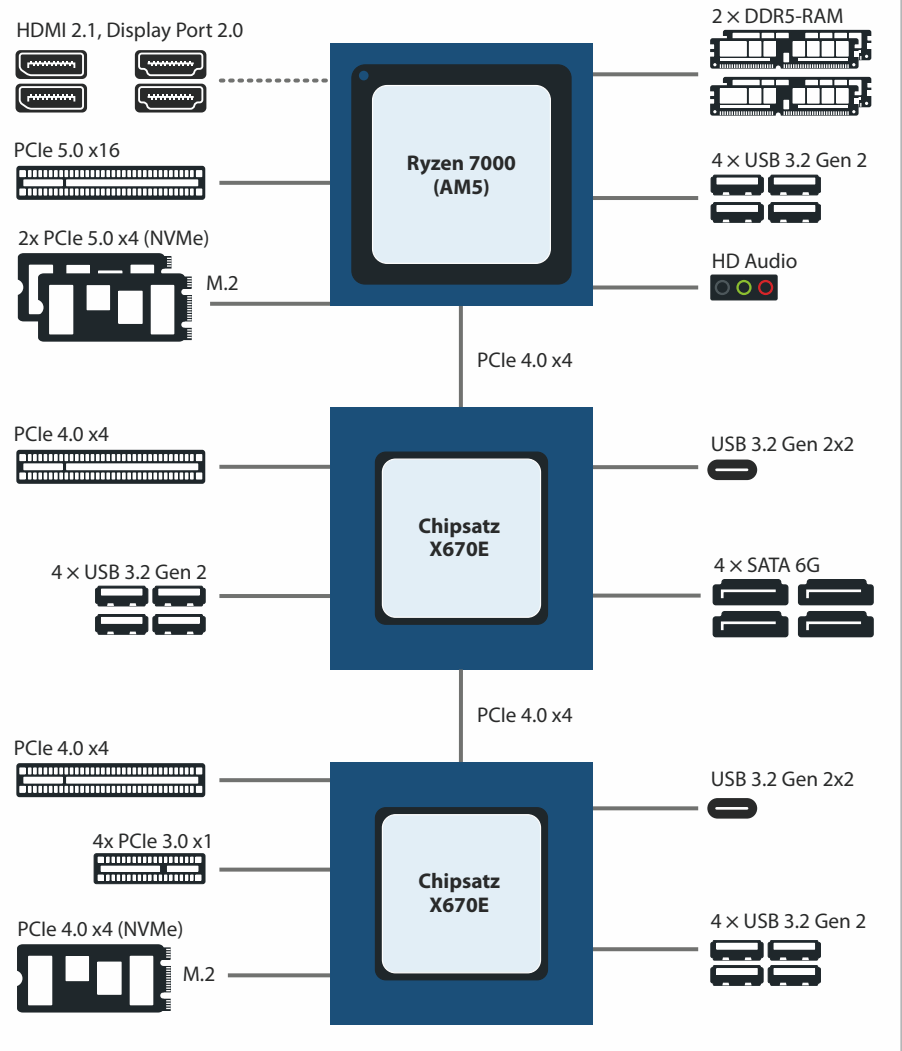
Die Ryzen-7000-Prozessoren stellen vier USB-Ports mit 10 GBit/s (USB 3.2 Gen 2) sowie insgesamt 28 PCI-Express-Lanes bereit. 16 davon gehen zum PEG-Slot, vier zum Chipsatz und an den restlichen acht können zwei M.2-SSDs hängen. Alle 28 Lanes können theoretisch im PCIe-5.0-Modus arbeiten. Der Chipsatz ist dennoch nur mit PCIe 4.0 angebunden, da dieser kein PCIe 5.0 kann.

Die Geschwindigkeit des PEG- und der M.2-Slots der CPU hängt vom Chipsatz ab. PCIe 5.0 an allen PCIe-Lanes vom Prozessor ist nur beim B650E und X670E Pflicht. Für den X670 schreibt AMD den Board-Herstellern vor, dass zumindest der M.2-Slot mit der aktuellen PCIe-Generation läuft. Beim Grafikkartensteckplatz reicht PCI Express 4.0. Boards mit dem derzeit günstigsten Chipsatz B650 müssen nur PCIe 4.0 können, auch wenn einige Hersteller ihren Modellen einen M.2-Slot mit PCIe 5.0 spendieren.

Um Kosten zu sparen, fertigt AMD nur einen Promontory-21-Chip, der einzeln auf B650(E)-Boards sitzt. Auf High-End-Mainboards mit X670(E) schalten die Board-Hersteller zwei davon in Reihe, um mehr PCIe-Lanes, SATA-6G- und USB-Ports anzubieten. Das treibt nicht nur die Kosten nach oben, sondern auch die Leistungsaufnahme.

AM5-Plattform mit Doppel-Chipsatz

Der X670E-Chipsatz für High-End-Boards besteht aus zwei Promontory-21-Chips. Dadurch verdoppelt sich die Anzahl der USB-, PCIe- und SATA-Lanes und AMD spart sich den Entwicklungsaufwand für ein separates Design.



Für die allermeisten Anwender reicht das Schnittstellenangebot üblicher B650-Boards vollkommen aus. Sie haben vier SATA-Anschlüsse, zwei USB-Ports mit 10 Gbit/s und mindestens zwei PCIe-4.0-Erweiterungssteckplätze. Rund die Hälfte der Boards bietet zudem USB 3.2 Gen 2x2 mit 20 Gbit/s. SATA-Ports im Chipsatz

sterben langsam aus. Der B650 bietet nur noch vier High-Speed-I/O-Lanes, die wahlweise als PCI Express 3.0 oder SATA 6G arbeiten können. Deshalb fallen bei manchen AM5-Boards einige SATA-Ports weg, wenn man bestimmte PCIe-Steckplätze bestückt. Um dies zu vermeiden, löten die Board-Hersteller vermehrt zu-

AM5-Chipsätze

Chipsatz	vom Prozessor			vom Chipsatz		
	PEG-Slot	M.2-Slots	USB 10 Gbit/s	PCIe-4.0-Lanes	PCIe-3.0-Lanes oder SATA 6G	USB 20 Gbit/s / 10 Gbit/s (bis zu)
X670E	PCIe 5.0 x16	2 × PCIe 5.0 x4	4	12	8	2 / 12
X670	PCIe 4.0 x16	2 × PCIe 5.0 x4	4	12	8	2 / 12
B650E	PCIe 5.0 x16	2 × PCIe 5.0 x4	4	8	4	1 / 6
B650	PCIe 4.0 x16	2 × PCIe 4.0/5.0 x4 ¹	4	8	4	1 / 6

¹ dem Board-Hersteller überlassen

sätzliche SATA-Controller auf, die an einer PCIe-2.0- oder -3.0-Lane hängen.

Anders als die Vorgänger unterstützen Ryzen-7000-CPU's selbst kein SATA mehr. Deshalb gibt es kaum noch Boards, deren M.2-Ports auch mit SATA-SSDs laufen. Die E-Varianten der Chipsätze bieten aus unserer Sicht derzeit keinen Vorteil, da es bei Redaktionsschluss weder Grafikkarten noch SSDs mit PCIe 5.0 zu kaufen gab.

Die Ryzen 7000 enthalten endlich alle eine integrierte Grafikeinheit. Wer nicht spielen will, kann somit die Kosten für eine Grafikkarte und im Betrieb ein paar Watt sparen. Bis auf wenige Ausnahmen stellen AM5-Boards mindestens zwei digitale Displayanschlüsse bereit.

Energieschlucker

Für den Test haben wir den leistungsstärksten AM5-Prozessor Ryzen 9 7950X mit 16 Kernen und 230 Watt Maximalleistungsaufnahme eingebaut. Ihm zur Seite stehen eine PCIe-4.0-SSD sowie 32 GByte mit dem von AMD spezifizierten maximalen Speichertempo DDR5-5200-RAM. Damit der Arbeitsspeicher nicht nur mit JEDEC-Geschwindigkeit von DDR5-4800 läuft, muss man im BIOS-Setup das XMP- beziehungsweise EXPO-Profil laden. Das aktiviert jedoch nicht nur die höhere RAM-Geschwindigkeit und die schärferen Speicher-Timings, sondern erhöht auch einige I/O-Spannungen. Laut unseren Messungen steigt die Leistungsaufnahme deshalb je nach Board zwischen einem und fünf Watt an.

Aber auch ohne die Speicherprofile bekleckern sich die Boards bei der Leerlaufleistungsaufnahme nicht mit Ruhm. PCs mit sparsamen Mainboards der Vorgängerplattform AM4 mit B550-Chipsatz kommen mit integrierter Grafik mit weniger als 15 Watt Gesamtleistungsaufnahme im Leerlauf aus. Im Test schaffte es keines der getesteten AM5-Boards unter 27 Watt. Das Gigabyte X670E Aorus Master mit dem X670E-Doppelchipsatz genehmigt sich sogar stolze 43 Watt.

Zum Teil liegt das am gestiegenen Power-Budget der AM5-Prozessoren. Alle Boards müssen auch die High-End-CPU's Ryzen 9 7900X und 7950X mit bis zu 230 Watt Maximalleistungsaufnahme unterstützen, selbst wenn es sich um ein preiswertes B650-Modell handelt. Die vielen Wandlerphasen treiben nicht nur wie bereits angesprochen den Preis nach oben, sondern arbeiten bei geringer oder Teillast

weniger effizient als einfachere Schaltungsdesigns. Hier müssen die Board-Hersteller die Entscheidung von AMD ausbaden, dass lange Benchmark-Balken wichtiger sind als sparsamer Betrieb.

Für einige Boards gab es zum Testzeitpunkt nur ein UEFI-BIOS, das noch den älteren AMD-Firmware-Block AGESA 1.0.0.1 enthält und nicht den aktuellen AGESA 1.0.0.3. Die jüngere Firmware verkürzt die Bootdauer mit aktivem XMP- beziehungsweise EXPO-Profil erheblich.

Linux-Spezialitäten

Die Boards haben wir primär unter Windows 11 Version 22H2 getestet. Auffälligkeiten bezüglich der Treiber gab es dort nicht. Auf dem Windows-Installationsmedium sind für alle Ethernet-Chips der getesteten AM5-Boards passende Treiber vorhanden, sodass der Rest per Windows Update kommt oder die Sie anschließend von den Hersteller-Webseiten herunterladen können. Beiliegende DVDs gibt es nicht mehr, weil optische Laufwerke bei modernen Systemen nahezu ausgestorben sind.

Unsere Linux-Tests haben wir mit der Beta-Version von Ubuntu 22.10 mit Kernel 5.19 durchgeführt, weil die Ryzen-7000-Prozessoren und die AM5-Plattform erst wenige Wochen jung sind. Bei älteren Kernel-Versionen ist der Boot-Parameter `nomodeset` notwendig, weil sonst die grafische Oberfläche nicht funktioniert.

Bis auf das nicht funktionierende Realtek-WLAN auf dem Asus-Board gab es unter Linux erfreulicherweise wenig Auffälliges. Die USB-C-Buchse am MSI Pro 650-P WiFi schafft nur schnarchlahmes USB-2.0-Tempo von 40 MByte/s anstelle der 1 GByte/s unter Windows 11. Warum das so ist, können wir uns nicht erklären. Die Leistungsaufnahme mit Ubuntu 22.10 lag bei allen Boards minimal über dem Windows-Wert.

Fazit

Mit den Ryzen 7000 und AM5-Mainboards legen Ausstattung und Schnittstellenangebot deutlich zu. Features, die vor wenigen Jahren High-End-Boards vorbehalten waren, finden sich nun auch bei solchen mit „B“-Chipsatz. Hier und da klemmt es noch, was wohl an den frühen BIOS-Versionen der sehr jungen Plattform liegt.

Das hohe Power-Budget der Spitzenprozessoren sowie die schnellen Schnitt-



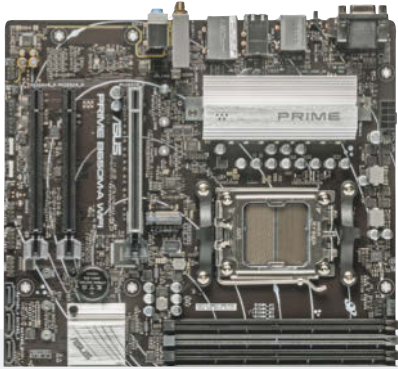
Asrock B650 Pro RS

Mit 270 Euro gehört dieses zu den teureren B650-Boards. Als Extras bietet es neben einer Unterboden-RGB-LED-Beleuchtung unter anderem eine feste I/O-Blende. Das lästige Reinfummeln der sonst beiliegenden Metallblende ins Gehäuse entfällt dadurch. Für M.2-SSDs gibt es drei Steckplätze, einer davon arbeitet auch im PCIe-5.0-Modus. Mit solchen SSDs wären maximal 16 GByte/s Durchsatz möglich – wenn es sie denn gäbe.

SATA 6G wird in Chipsätzen immer seltener. Damit SATA-SSDs zusätzlich auch in M.2-Slots funktionieren, lötet der Hersteller für zwei der vier Ports einen Controller von Asmedia auf. An der Rückseite gibt ungewöhnlich viele, nämlich sechs USB-2.0-Ports. Super schnelles USB 3.2 Gen 2x2 mit 20 GBit/s liegt an der internen Buchse für USB-C-Frontanschlüsse an. USB 3.2 Gen 2 mit 10 GBit/s gibt es als Typ-A- und Typ-C-Buchse.

Bei der getesteten Firmware des Asrock B650 Pro RS scheint es ein Problem zu geben. Die integrierte GPU der Ryzen 7000 läuft auf dem Board mit maximal 600 MHz, weshalb die 3D-Performance nur ein Drittel des erwarteten Werts erreicht. Auch ein Update auf die aktuelle BIOS-Version 1.09 half nicht. Mit aktiviertem XMP-Profil für höhere Speichergeschwindigkeit verlängert sich die Bootdauer von 16 auf 40 Sekunden.

- 👆 drei M.2-SSD-Slots
- 👆 schnelles USB mit 20 Gbit/s
- 👇 bremst integrierte GPU aus



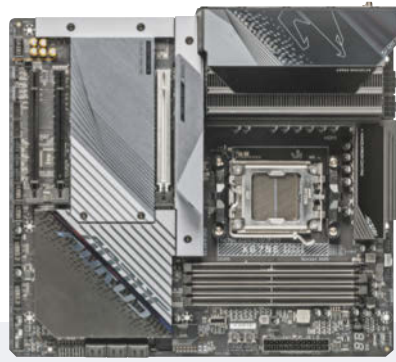
Asus Prime B650M-A WIFI

Trotz eines Preises von 240 Euro gehört das Prime B650M-A WIFI zu den günstigsten AM5-Boards. Es bietet zwei M.2-Slots für NVMe-SSDs. Der zur CPU-Fassung nächstgelegene unterstützt PCI Express 5.0, obwohl diese Funktion beim B650-Chipsatz optional ist. Von den drei PEG-Slots eignet sich nur der oberste für Gaming-Grafikkarten. Die anderen beiden hängen nur über eine PCIe-4.0-Lane am Chipsatz und bremsen dadurch moderne GPUs aus.

Als Extra hat Asus das Board mit einem WLAN-Adapter ausgestattet. Der Realtek-Chip ist sowohl auf lange (197 Mbit/s) als auch auf kurze Entfernung (919 Mbit/s) nicht ganz so flott wie die WLAN-Module auf dem Gigabyte- und MSI-Board. Unter Ubuntu 22.10 funktionierte der Adapter mangels Kernel-Treiber nicht. Für betagte Beamer und Röhrenmonitore packt Asus einen VGA-Anschluss auf das AM5-Board.

Unter Volllast schluckt das Prime B650M-A WIFI satte 70 Watt mehr als die anderen Testkandidaten, obwohl Kernspannung und Performance identisch sind. Zudem heizte sich die Platinenoberfläche neben der CPU-Fassung auf über 120 Grad Celsius auf. Die Bootzeit fällt mit 17 Sekunden hingegen erfreulich kurz aus und verlängert sich auch nicht mit aktivem XMP-Profil für hohen Speichertakt.

- ↑ kurze Bootdauer
- ↓ VGA- und PS/2-Anschluss
- ↓ hohe Leistungsaufnahme



Gigabyte X670E Aorus Master

Das X670E Aorus Master von Gigabyte fällt nicht nur durch eine üppige Ausstattung, sondern auch wegen des großen E-ATX-Formats auf. Dadurch passt das Board nicht in jedes handelsübliche Midi-Tower-Gehäuse. Die große Platinenfläche ist nötig, um die vier M.2-Slots, drei PEG-Slots, zehn Lüfteranschlüsse und den X670E-Doppelchipsatz unterzubringen. PCI Express 5.0 liegt an den beiden M.2-Steckplätzen und dem Grafikkarten-Steckplatz nahe der CPU an. Zwei der sechs SATA-Ports funktionieren nur, wenn der unterste PEG-Slot frei bleibt. Dieser hängt aber eh nur über zwei PCIe-3.0-Lanes am Chipsatz.

In der fest angebrachten I/O-Blende sind zwei USB-C-Buchsen eingelassen, eine liefert Daten superschnell mit 20 Gbit/s, die andere kann Monitore im Alternate-Mode per DisplayPort ansteuern. Darüber hinaus bietet das X670E Aorus Master je 4 x USB-A mit 10 Gbit/s und 5 Gbit/s, die sich über einen Hub-Chip eine Leitung zum Chipsatz teilen. Das WLAN mit Intel-AX210-Chip ist auf weite Entfernung nicht ganz so schnell (261 Mbit/s) wie der MediaTek-Chip des MSI-Boards. Auf kurze Entfernung liegen beide mit hervorragenden 1,5 Gbit/s gleichauf. Die vielen Funktionen treiben aber nicht nur den Preis auf 540 Euro, sondern auch die Leistungsaufnahme nach oben. Mit aktivem XMP-Profil schluckt das System bei ruhendem Windows-Desktop fast 50 Watt.

- ↑ vier M.2-SSD-Slots
- ↑ USB-C mit DisplayPort
- ↓ hohe Leistungsaufnahme



MSI Pro B650-P WIFI

Beim MSI Pro B650-P WIFI fallen sofort die vier PEG-Slots für Grafikkarten ins Auge. Allerdings bekommt nur der oberste Steckplatz die vollen 16 PCI-Express-4.0-Lanes vom Prozessor. Die drei übrigen Slots hängen am Chipsatz, einer davon mit vier PCIe-4.0-Leitungen. Die übrigen zwei bekommen sogar nur eine einzelne PCIe-3.0-Signalleitung zum B650.

Mit sechs SATA-6G-Ports hebt sich das Pro B650-P WIFI ebenfalls von der Masse ab. Vier davon stellt jedoch nicht der Chipsatz, sondern ein Asmedia-Zusatzcontroller bereit. Das limitiert den Gesamtdurchsatz allerdings auf 1 GByte pro Sekunde, weil der SATA-Chip über eine PCIe-3.0-Lane angebunden ist. Der Wi-Fi-6E-Adapter RZ616 des MSI-Boards entstand in Zusammenarbeit von AMD und MediaTek. Auf 20 Meter Entfernung funkt er Daten sehr flott mit 427 Mbit/s. Auf kurze Entfernungen überträgt er sogar 1,5 Gbit/s.

Die Herstellerangaben zur Geschwindigkeit der USB-Ports stimmen offensichtlich nicht: Die USB-C-Buchse an der I/O-Blende kann statt USB 3.2 Gen2x2 nur USB Gen 2 und erreicht deshalb lediglich das halbe Tempo von rund 1 GByte/s. Dafür liefern die beiden Frontanschlüsse am 19-poligen Pfostenstecker Daten doppelt so schnell wie angegeben. Mit aktiviertem XMP-Speicherprofil wacht das B650-P WIFI nicht mehr aus dem Standby-Zustand auf.

- ↑ schnelles WLAN
- ↑ sechs SATA-Ports
- ↓ USB-Angaben falsch

stellen fordern aber ihren Tribut: Sie treiben die Board-Preise und die Leerlaufleistungsaufnahme hoch. Gerade in der momentanen Situation steigender Energiekosten und knapper Kassen geht die Entwicklung in die völlig falsche Richtung. Unsere Empfehlung lautet deshalb,

wenn es Ryzen 7000 sein soll, ein B650-Board und kein teures mit dem Doppelchipsatz X670(E) zu kaufen. In Bezug auf Preis und Energiebedarf ist Intels LGA1700-Plattform mit einem B660-Board und einer 65-Watt-CPU der Serien Core i-12000 und der bald erhältlichen

Core i-13000 für die allermeisten Anwender die bessere Wahl. (chh@ct.de) 

Literatur

- [1] Carsten Spille, Fünf ist Trümpf, Ryzen 7000: Vier Desktop-Prozessoren für die Fassung AM5, c't 22/2022, S. 56

AM5-Mainboards für Ryzen 7000: Technische Daten und Messwerte

Hersteller, Modell	Asrock B650 Pro RS	Asus Prime B650M-A WIFI	Gigabyte X670E Aorus Master	MSI Pro B650-P WIFI
CPU-Fassung / Chipsatz	AM5 / B650	AM5 / B650	AM5 / X670E	AM5 / B650
Format (Abmessungen)	ATX (305 mm × 244 mm)	Micro-ATX (244 mm × 244 mm)	E-ATX (305 mm × 270 mm)	ATX (305 mm × 244 mm)
SATA: Chipsatz / Zusatzchip	2 / Asmedia ASM1061 (2 × SATA 6G)	4 / n. v.	6 / n. v.	2 / Asmedia ASM1064 (4 × SATA 6G)
LAN-Chip (Eigenschaften)	Realtek RTL8125BG (PCIe; 2,5 Gbit/s)	Realtek RTL8125BG (PCIe; 2,5 Gbit/s)	Intel i225-V (PCIe; 2,5 Gbit/s)	Realtek RTL8125BG (PCIe; 2,5 Gbit/s)
WLAN-Chip (Eigenschaften)	n. v.	Realtek RTL8852BE (PCIe; Wi-Fi 6)	Intel AX210 (PCIe; Wi-Fi 6E)	Mediatek RZ616 (PCIe; Wi-Fi 6E)
Audio-Chip (Eigenschaften)	ALC892 (HD Audio)	ALC897 (HD Audio)	ALC1220 (HD Audio)	ALC897 (HD Audio)
USB-Chip(s) (Eigenschaften)	n. v.	n. v.	Genesys Logic GL850G (USB-Hub; 2 × USB 2.0), RTS5411 (USB-Hub; 4 × USB 5 Gbit/s)	ASM1074 (USB-Hub; 4 × USB 5 Gbit/s)
Fehlerdiagnose / Piepser	4 LEDs / n. v.	n. v. / n. v.	4 LEDs, zwei Segmentanzeigen / n. v.	4 LEDs / n. v.
Speicher-Slots / max. RAM	4 / 128 GByte	4 / 128 GByte	4 / 128 GByte	4 / 128 GByte
Erweiterungs-Slots	2 × PEG (1 × PCIe 4.0 x16, 1 × PCI 3.0 x4), 1 × PCIe 4.0 x1	3 × PEG (1 × PCIe 4.0 x16, 2 × PCIe 4.0 x1)	3 × PEG (1 × PCIe 5.0 x16, 1 × PCIe 4.0 x4, 1 × PCIe 3.0 x2)	4 × PEG (1 × PCIe 4.0 x16, 1 × PCIe 4.0 x4, 2 × PCIe 3.0 x1)
M.2-Slots (Typ)	1 × M.2-2280 (PCIe 5.0 x4), 1 × M.2-2280/60 (PCIe 4.0 x4), 1 × M.2-2280/60/42 (PCIe 3.0 x2 / SATA 6G), 1 × M.2-2230 (PCIe x2 / USB)	1 × M.2-2280/60/42 (PCIe 5.0 x4), 1 × M.2-2280/60/42 (PCIe 4.0 x4)	2 × M.2-22110/80 (PCIe 5.0 x4), 2 × 22110/80 (PCIe 4.0 x4)	1 × M.2-22110/80 (PCIe 4.0 x4), 1 × M.2-2280/60 (PCIe 4.0 x4)
interne Anschlüsse	4 × SATA 6G, 2 × USB 3.0 Typ A ¹ , 1 × USB 3.2 Gen 2x2 Typ C, 1,5 × USB 2.0 ¹ , 1 × HD-Audio, 1 × TPM, 4 × RGB-LED	4 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A ¹ , 1 × USB 3.2 Gen 2 Typ C, 2 × USB 2.0 ¹ , 1 × RS-232, 1 × HD-Audio, 1 × TPM, 4 × RGB-LED	6 × SATA 6G, 2 × USB 3.0 Typ A ¹ , 1 × USB 3.2 Gen 2 Typ C, 2 × USB 2.0 ¹ , 1 × HD-Audio, 1 × TPM, 5 × RGB-LED	6 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A ¹ , 1 × USB 3.2 Gen 2 Typ C, 2 × USB 2.0 ¹ , 1 × HD-Audio, 1 × TPM, 4 × RGB-LED
Lüfteranschlüsse	2 × CPU (4-Pin), 4 × Gehäuse (4-Pin)	2 × CPU (4-Pin), 3 × Gehäuse (4-Pin)	2 × CPU (4-Pin), 8 × Gehäuse (4-Pin)	1 × CPU (4-Pin), 1 × Wasserkühlung (4-Pin), 4 × Gehäuse (4-Pin)
ATX-Anschlussfeld	1 × HDMI 2.1, 1 × DisplayPort 2.0, 3 × analog Audio, 1 × USB-A 10 Gbit/s, 1 × USB-C 10 Gbit/s, 2 × USB-A 5 Gbit/s, 6 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × BIOS-Flashback-Taster	1 × HDMI 2.1, 1 × DisplayPort 2.0, 1 × VGA, 3 × analog Audio, 2 × USB-A 10 Gbit/s, 2 × USB 5 Gbit/s, 4 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2, 1 × BIOS-Flashback-Taster, 2 × WLAN-Antenne	1 × HDMI 2.1, 1 × DisplayPort 2.0, 2 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 1 × USB-C 20 Gbit/s, 1 × USB-C 10 Gbit/s inkl. DisplayPort, 4 × USB-A 10 Gbit/s, 4 × USB-A 5 Gbit/s, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × BIOS-Flashback-Taster, 2 × WLAN-Antenne	1 × HDMI 2.1, 1 × DisplayPort 2.0, 6 × analog Audio, 1 × USB-C 10 Gbit/s, 3 × USB-A 10 Gbit/s, 4 × USB-A 5 Gbit/s, 1 × LAN, 1 × BIOS-Flashback-Taster, 2 × WLAN-Antenne
Lieferumfang	2 × SATA-Kabel, Handbuch	2 × SATA-Kabel, Handbuch, WLAN-Antennen, I/O-Blende	4 × SATA-Kabel, Handbuch, WLAN-Antennen, Temperaturfühler	1 × SATA-Kabel, Kurzanleitung, WLAN-Antennen, I/O-Blende
Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransferraten				
Soft-Off (mit ErP) / Energie sparen	1,0 W (0,3 W) / 1,5 W	1,2 W (0,5 W) / 2,2 W	1,8 W (0,2 W) / 2,5 W	1,6 W (0,3 W) / 2,8 W
Leerlauf / mit XMP / Vollast	28 W / 28 W / 286 W	36 W / 40 W / 373 W	43 W / 48 W / 305 W	29 W / 32 W / 314 W
M.2-Slot ² CPU: Lesen (Schreiben)	6825 (4860) MByte/s	6840 (4900) MByte/s	6882 (4879) MByte/s	6855 (4942) MByte/s
USB 20 / 10 / 5 Gbit/s: Lesen (Schreiben)	1995 (2129) / 992 (1013) / 423 (438) MByte/s	n. v. / 1094 (1087) / 423 (437) MByte/s	2066 (2109) / 993 (1005) / 466 (470) MByte/s	1099 (1092) ³ / 992 (1016) / 465 (469) MByte/s
LAN: Empfangen (Senden)	297 (297) MByte/s	298 (297) MByte/s	297 (298) MByte/s	297 (298) MByte/s
WLAN 5 GHz: nah / 20 m	n. v.	919 / 197 Mbit/s	1521 / 261 Mbit/s	1549 / 427 Mbit/s
Funktionstests				
Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓
Wake on LAN: Standby / Soft-off	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓ ⁴
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-off)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)
Bootdauer bis Login (mit XMP)	16 s (40 s)	17 s (17 s)	22 s (22 s)	21 s (46 s)
4K-Parallelbetrieb (Anschlussstyp)	2 × 60 Hz (DP + HDMI)	2 × 60 Hz (DP + HDMI)	3 × 60 Hz (DP + HDMI + USB-C)	2 × 60 Hz (DP + HDMI)
analog Mehrkanalton (Art) / 2. Audiostrom	✓ (7.1) / ✓	✓ (7.1) / –	✓ (7.1) / ✓	✓ (7.1) / ✓
Audio: Wiedergabe / Aufnahme	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ○
Lüfterregelung: CPU-Lüfter / Gehäuselüfter 3-Pin / 4-Pin	0 ... 100 % / 0 ... 12 V / 0 ... 100 %	20 ... 100 % / 0 ... 12 V / 0 ... 100 %	0 ... 100 % / 0 ... 12 V / 0 ... 100 %	0 ... 100 % / 0 ... 12 V / 0 ... 100 %
Linux-Kompatibilität mit Ubuntu 22.10				
3D Beschleunigung / Standby	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
W-LAN / Bluetooth	n. v. / n. v.	– / ✓	✓ (iwlwifi) / ✓	✓ (mt7921e) / ✓
Audio / LAN	✓ / ✓ (r8169)	✓ / ✓ (r8169)	✓ / ✓ (igc)	✓ / ✓ (r8169)
Leistungsaufnahme Leerlauf	30 W	39 W	50 W	30 W
Preis / Garantie	275 € / 36 Monate	240 € / 36 Monate	540 € / 36 Monate	230 € / 36 Monate

¹ je zwei Ports pro Stiftleiste ² mit Samsung SSD 980 Pro ³ siehe Text ⁴ nur ohne XMP

✓ funktioniert – funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden ⊕⊕+ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht

Alles aus einer Hand

Homepages, Online-Shops, Suchmaschinenwerbung, SEO, Social Media, TV-Banner, Verzeichniswerbung, Video-Spots oder virtuelle 3D-Rundgänge und vieles mehr.



Profi-Konzepte für Ihren regionalen Werbeauftritt.

Heise RegioConcept – umfassende Beratung und Full Service. So präsentieren Sie sich optimal bei Ihrem Kunden und Interessenten vor Ort. Rufen Sie uns an: 0511 80 90 89 43.

**Erfolgreiches
Marketing
vor Ort.**



Heise RegioConcept

© Copyright by Heise Medien

Telefon 0511 80 90 89 43
www.heise-regioconcept.de



GPU-Neueinstieg

16-Zoll-Notebooks mit Intels GPU-Debütanten Arc A370M und A730M

In Prozessoren integrierte Grafikeinheiten fertigt Intel schon lange, doch nun sollen die viel stärkeren, separaten Arc-Grafikchips eine Alternative zu AMDs Radeon und Nvidias GeForce sein. Wir haben zwei Arc-bestückte Notebooks von Acer und Medion durchgemessen.

Von Florian Müssig

Obwohl für viele Notebooks die Grafikeinheiten ausreichen, die in den Prozessoren integriert sind, gibt es doch Szenarien, in denen eine Zusatz-GPU angesagt ist: Bild- und Videobearbeitungsprogramme nutzen sie mitunter als Beschleuniger für ausgewählte Filter. Und wer Spiele mit detailreichen 3D-Welten und schicken Effekten zocken möchte, kommt um einen separaten Grafikchip nicht herum – dafür sind die integrierten Grafikeinheiten von AMD und Intel durch die Bank zu lahm.

Bei Zusatzgrafikchips dominiert Nvidia das Geschehen: In der Oberklasse führt kein Weg an GeForce-Grafikchips vorbei. Das färbt wiederum auf Gaming-

Notebooks mit Mittelklasse-GPUs ab, wo Nvidia viel dicker im Rennen ist als AMD, obwohl die Radeons dort konkurrenzfähig sind. Zudem liefert Nvidia erfahrungsgemäß gute Treiber mit regelmäßigen Updates. Das ist das A und O für Gamer: Die Treiber enthalten Optimierungen und Fehlerbereinigungen für neu auf den Markt kommende Spiele – und weil laufend neue erscheinen, müssen auch die Treiber immer auf der Höhe der Zeit sein.

Seit Kurzem ist aus dem Zwei- aber ein Dreikampf geworden: Intel wirft mit den Grafikchips der „Alchemist“-Generation seinen Hut in den Ring. Sie hören auf den Familiennamen Arc; die ersten Iterationen tragen die Modellnummern A370M und A730M. Ersterer kommt im Acer Swift X (SFX16-52G) zum Einsatz und letzterer im Medion Erazer Major X10. Beides sind 16-Zoll-Notebooks mit matten Displays im 16:10-Format, die 1500 respektive 1700 Euro kosten.

Klassenunterschiede

Beide Kandidaten nutzen Intel-Prozessoren der zwölften Core-i-Generation, aber in unterschiedlichen Ausprägungen. Das

Acer-Notebook verwendet einen P-Prozessor mit 28 Watt, die vier Performance-Kerne und acht Effizienzkerne nutzen. Im Medion-Gerät arbeitet hingegen ein leistungsstärkerer H-Prozessor, der dauerhaft 45 Watt verheizen darf und obendrauf zwei P-Kerne mehr bietet. Obwohl beide Notebooks ausreichend motorisiert sind, hat Medion etwas mehr Reserven nach oben.

Bei den Arc-Grafikchips ist das Gefälle stärker: Der Arc A370M bietet zwar technisch dieselben Funktionen inklusive Raytracing-Unterstützung, doch für hohe Detailgrade und schicke Effekte in 3D-Spielen fehlt ihm die Power, die der stärker dimensionierte A730M liefert. Dessen Performance pegelt sich etwas unterhalb von Nvidias mobilem Mittelklassegrafikchip GeForce RTX 3060 ein; die GeForce RTX 3050 Ti wird deutlich getoppt. Leistungssphären von GeForce RTX 3070 und höher, wo man dann auch jenseits von Full-HD-Auflösung die Detailregler voll aufgedreht lassen kann, bleiben Intel klar verwehrt [1].

Angeichts dieser Einordnung wunderte es auch nicht, dass Intel bislang keine weiteren Ankündigungen zu eigentlich anstehenden Arc-GPUs mit 500er-Modellnummern gemacht hat und diesbezügliche Rückfragen eher schmallippig beantwortet: Unterhalb des A730M-Niveaus wird es selbst in Full HD für aktuelle 3D-Spiele echt dünne.

Der Arc A370M im Acer-Notebook ist dafür definitiv zu schwach und stellt konzeptionell ein Gegenstück zu Nvidias GeForce-MX-Modellen dar: Hersteller und Händler können mit einem wohlklingenden Namen in Datenblatt und Werbeprospekt locken. Doch die praktische Relevanz beschränkt sich auf die eingangs erwähnten GPU-beschleunigten Filter, die gewis-



Erst Mittelklasse-Grafikchips wie der Arc A730M haben genug Leistung, um detailreiche Spielwelten in hohen Auflösungen mit realistischen Effekten darzustellen. Das gilt umso mehr, wenn wie im Microsoft Flight Simulator die echte Welt nachgebaut wird.

se Anwendungen auf Bilder und Videos loslassen. Bei allen, die das nicht auf der Agenda haben, liegt der Chip dann brach.

Positionierung

Man kann den Notebookherstellern nicht vorwerfen, dass sie sich der unterschiedlichen Leistungsfähigkeiten nicht schon bei der Entwicklung bewusst gewesen wären. So hat Acer das Swift X als schickes, in Metall gekleidetes Oberklassegerät entworfen, das auf dem Schreibtisch dank großem Display viel Bildfläche bietet, mit knapp 1,8 Kilogramm trotzdem noch transportabel ist und bei wenig Rechenlast knapp 13 Stunden ohne Netzteil durchhält. Nachgetankt wird über das beigelegte USB-C-Netzteil, das für 100 Watt ungewöhnlich kompakt ausfällt. Peripherie kann per Thunderbolt andocken.

Ganz anders das teurere Erazer Major X10: Medion betont den Gaming-Fokus

nicht nur über die stärkere GPU, sondern auch mit Stealth-Design und RGB-bunten LED-Verzierungen (inklusive Tastaturbeleuchtung) im Kunststoffgehäuse. Das Erazer ist dicker und über ein halbes Kilo schwerer als das Swift. Sein Netzteil muss spätestens nach 6 Stunden wieder ran – trotz viel höherer Akkukapazität. Das mitgelieferte 300-Watt-Exemplar ist klobig, schwer und überdimensioniert: Selbst bei gleichzeitigem Laden und 3D-Last wurden bestenfalls 240 Watt abgerufen; bei vollem Akku zeigte unser Leistungsmessgerät sogar nur etwa halbe Nennleistung in 3D-Spielen an. Auf Thunderbolt muss man verzichten, dafür liefert das Panel bis zu 165 Hertz.

Sand im Getriebe

Auf beiden Notebooks lassen sich die Arc-Referenztreiber von Intels Webseite installieren. Der Download umfasst satte 1,2

Notebooks mit Arc-GPUs: Spieleleistung

Notebook-Modell	Assassin's Creed: Valhalla (DX12) ¹		Shadow of the Tomb Raider (DX12) ²		Metro Exodus Enhanced (DX12, RT an) ³		Control (DX12, RT an) ⁴	
	FHD [fps ⁵]	WQHD [fps ⁵]	FHD [fps ⁵]	WQHD [fps ⁵]	FHD [fps ⁵]	WQHD [fps ⁵]	FHD [fps ⁵]	WQHD [fps ⁵]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
Acer Swift X (SFX16-52G) ⁶	■ 14/22	nicht gemessen	■ 22/30	nicht gemessen	■ 13/18	nicht gemessen	■ 4/7	nicht gemessen
Medion Erazer Major X10 ⁷	■ 39/53	■ 33/42	■ 62/87	■ 42/60	■ 36/56	■ 29/42	■ 26/32	■ 19/22
zum Vergleich								
Dell Alienware m15 R5 ⁸	■ 42/60	■ 36/49	■ 67/101	■ 55/73	■ 30/53	■ 25/39	■ 35/43	■ 22/28
Lenovo Legion 5i Pro ⁹	■ 61/86	■ 50/69	■ 106/146	■ 77/103	■ 43/71	■ 35/53	■ 47/58	■ 30/37
Desktop-PC (Radeon) ¹⁰	■ 48/80	■ 39/53	■ 84/108	■ 55/68	■ 29/44	■ 22/31	■ 17/28	■ 10/15
Desktop-PC (GeForce) ¹¹	■ 43/56	■ 33/42	■ 69/90	■ 48/60	■ 25/40	■ 20/30	■ 25/31	■ 16/19
¹ Preset „Extrem hoch“, AA „Hoch“, 16x AF ² Preset „Ultra“, SMAA, 16x AF ³ Preset „Ultra“, RT „High“, ohne DLSS ⁴ Preset „High“, RT „High“, ohne DLSS ⁵ Bilder pro Sekunde in Full-HD- und WQHD-Auflösung. Dunkler Balken: P1-Perzentil, d.h. 99 Prozent der Bildrate ist höher; heller Balken: Durchschnittswert ⁶ Core i7-1260P mit Arc A370M ⁷ Core i7-12700H mit Arc A730M ⁸ Ryzen 7 5800H mit GeForce RTX 3060 ⁹ Core i7-12700H mit GeForce RTX 3070 Ti ¹⁰ Ryzen 9 5900HX mit Radeon RX 6600 (XFX Speedster SWFT) ¹¹ Ryzen 9 5900X mit GeForce RTX 3050 (MSI Ventus 2x)								



Acer Swift X (SFX16-52G)

Weil Acers Swift X ein großer 16-Zöller mit 16:10-Bildschirm ist, der dem Kühlsystem viel Platz einräumt, entfaltet der 12-Kern-Prozessor Core i7-1260P hier eine höhere Rechenleistung als in den meisten kompakten Notebooks. In Spielen wird allerdings die Low-End-GPU Arc A370M zum Flaschenhals, wenn man detailreiche Grafik mit schicken Effekten haben will.

Die Tastatur erfordert Eingewöhnung: Das Cursor-Kreuz wurde in eine Zeile gequetscht, der Ziffernblock hat nur drei statt wie üblich vier Spalten. Ist er mittels Numlock als solcher in Betrieb, gibt es wiederum keine Tasten für Pos1/Ende/Bild-auf/-ab – nicht mal in Kombination mit der Fn-Taste. Die Belegung der F-Tasten lässt sich im BIOS umstellen.

Das Swift X funkt dank Wi-Fi-6E-Modul auch in modernen 6-GHz-Zellen. Zwei USB-C-Buchsen liefern Thunderbolt-, DisplayPort- und USB-Signale; das beiliegende Netzteil – ein äußerst kompakter 100-Watt-Vertreter – wird ebenfalls dort eingesteckt.

Bei Office-Arbeit hält der Akku bis zu 13 Stunden durch; bei geringer Rechenlast stört kein Lüfterrauschen. Der Fingerabdruckleser für biometrisches Einloggen steckt im Einschalter.

Acer verkauft das Swift X (SFX16-52G) in zwei Konfigurationen. Wir haben das 1500-Euro-Modell getestet; die 1300-Euro-Variante unterscheidet sich nur minimal beim Prozessor (Core i5-1240P) und bei der SSD-Kapazität (512 GByte statt 1 TByte). Wer mehr Speicherplatz braucht: Im Inneren steht ein zweiter Einbauschacht (SSDs bis M.2-2280, PCIe 3.0) bereit. Der Arbeitsspeicher lässt sich hingegen nicht erweitern, da sich Acer für 16 GByte aufgelötetes LPDDR5 entschieden hat. Achtung: Im Handel findet man auch noch den Vorgänger Swift X (SFX16-51G) mit langsamerem Core-i-Prozessor der elften Generation und GeForce RTX 3050 Ti.

- ↑ matter 16:10-Bildschirm
- ↑ lange Laufzeit
- ↓ geringe 3D-Leistung
- ↓ gewöhnungsbedürftiges Tastenlayout

Preis Testkonfiguration: 1500 Euro



Medion Erazer Major X10

Das Erazer Major X10 ist das erste Notebook mit einer Intel-GPU der flottesten Baureihe Arc 7: Im Testgerät arbeitet die Arc A730M, die es mit der GeForce RTX 3060 aufnimmt. Man kann das Notebook nur wie getestet für 1700 Euro mit dem 14-Kerner Core i7-12700H, 32 GByte gestecktem DDR5-Speicher und einer 1-TByte-SSD kaufen. Im Inneren ist ein zweiter M.2-Schacht frei, doch der ist schwer zu erreichen.

Der verwendete Bildschirm ist matt, hell und IPS-typisch blickwinkelunabhängig; dank 16:10-Seitenverhältnis bekommt man viel Bildhöhe. Oberdrein zeigt er flüssige Bildfolgen mit bis zu 165 Hertz. Die hohe Rechenleistung von 14-Kern-Prozessor und Arc-GPU fordern das Kühlsystem; selbst bei geringer Rechenlast bleiben die Lüfter leise hörbar. Das mitgelieferte 300-Watt-Netzteil ist überdimensioniert: Nur beim Zocken mit gleichzeitig ladendem Akku wurde die 200-Watt-Schwelle überschritten.

Trotz dickem 80-Wh-Akku muss das Major X10 spätestens nach sechs Stunden wieder ans Stromnetz. Auf Optimierungen durch künftige Updates braucht man wohl nicht zu hoffen, verspricht Medion selbst doch sogar nur vier Stunden.

Das Major X10 nimmt per LAN-Kabel oder Funk Kontakt zu Netzwerken auf; modernes Wi-Fi 6E mit 6-GHz-Kanälen unterstützt es aber nicht. Die USB-C-Buchsen geben DisplayPort-Signale aus und nehmen Netzteile entgegen; letzteres taugt wegen der USB-PD-Limitierung auf 100 Watt aber eher zum Nachtanken im Notfall denn als stationärer Energielieferant unter Volllast. Per USB werden Daten mit maximal 10 Gbit/s transportiert und nicht mit zeitgemäßen 40 Gbit/s.

Die Tastatur gefällt mit gelungenem Layout inklusive zweizeilige Enter-Taste, nach vorne gerücktem Cursor-Block und vierspaltigem Ziffernblock. Die in vier Zonen unterteilte Beleuchtung lässt sich dank RGB-LEDs in allen erdenklichen Farben einrichten; Gleiches gilt für LEDs an den Seiten und hinter dem Logo an der Deckelaußenseite.

- ↑ stimmige Ausstattung
- ↑ matter 16:10-Bildschirm mit 165 Hz
- ↓ kein Thunderbolt oder USB4
- ↓ Lüfter immer hörbar

Preis Testkonfiguration: 1700 Euro

GByte und aktualisiert immer auch die Treiber für die im Prozessor integrierte Iris-Xe-Grafikeinheit mit. Wir haben unsere Tests mit Version 31.0.101.3277 durchgeführt: Das Update war bitter nötig, kamen die Vorinstallationen doch noch mit den stark veralteten Ausgaben .1331 beziehungsweise .1736 daher.

In manchen älteren DirectX-9-Spielen wie CS:GO störten noch gelegentliche Grafikfehler das Spielvergnügen, doch es gab in den rund 30 von uns ausprobierten Spielen keinen Showstopper, die Titel unspielbar werden ließen, oder gar Abstürze. Intel ist sich des Treiberstands bewusst und will mindestens monatlich Updates bereitstellen. Bei Redaktionsschluss konnte man bereits Version .3490 herunterladen, bei Erscheinen dieses Artikels dürfte schon dessen Nachfolger verfügbar sein.

Intel sollte im Laufe der Zeit das zum Treiber gehörige Hilfsprogramm Arc Control Center in ein nutzerfreundlicheres Format überführen: Zum Testzeitpunkt war es keine Fensteranwendung, sondern ein halbtransparentes Overlay über den Desktop. Obendrein forderte es bei jedem Neustart per UAC-Prompt Admin-Rechte an – das nervt!

Fazit

Intels erste Arc-GPUs können Nvidia nicht vom Gaming-Thron stoßen; in Notebooks jenseits von 2000 Euro wird man also weiterhin nur GeForce RTX 3070 und höher finden. Sie haben aber das Potenzial, in Mittelklassegefilen zu wildern: Die Arc A730M (und sicherlich auch deren noch nicht verfügbare große Schwester Arc A770M) macht Nvidias GeForce RTX 3060 das Leben schwer. Sie agiert also just in dem Bereich, wo auch AMD bei Notebook-GPUs steht. Die Radeons werden hingegen nur in den allerwenigsten Notebooks eingesetzt. Mal sehen, wie es sich bei Arc entwickelt: Bislang kann man einzig das stimmig zusammengestellte Medion Erazer Major X10 kaufen; eventuell kommt vor Jahresende noch was von Schenker.

Für die Arc A370M (und erst recht ihre noch kleinere Schwester A350M) muss man sich hingegen Einsatzzwecke suchen – Gaming ist keiner. Sie mögen wie die konzeptionell ähnlichen GeForce MX in mehr Notebooks auftauchen. Wer nicht regelmäßig eine Anwendung nutzt, die die GPU als Beschleuniger einsetzt, kauft etwas mit, was in der Praxis überwiegend ungenutzt bleibt. Leider hat man bei zum

Arbeiten gedachten Oberklassenotebooks, die große Bildschirme haben, selten die Wahl – so auch hier: Acer verkauft das Swift X (SFX16-52G) nur in Konfigurationen mit Arc-GPU.

Beide Arc-Debütanten erfreuen mit matten IPS-Bildschirmen, die 16:10-Format haben. Letzteres ist weder bei Ga-

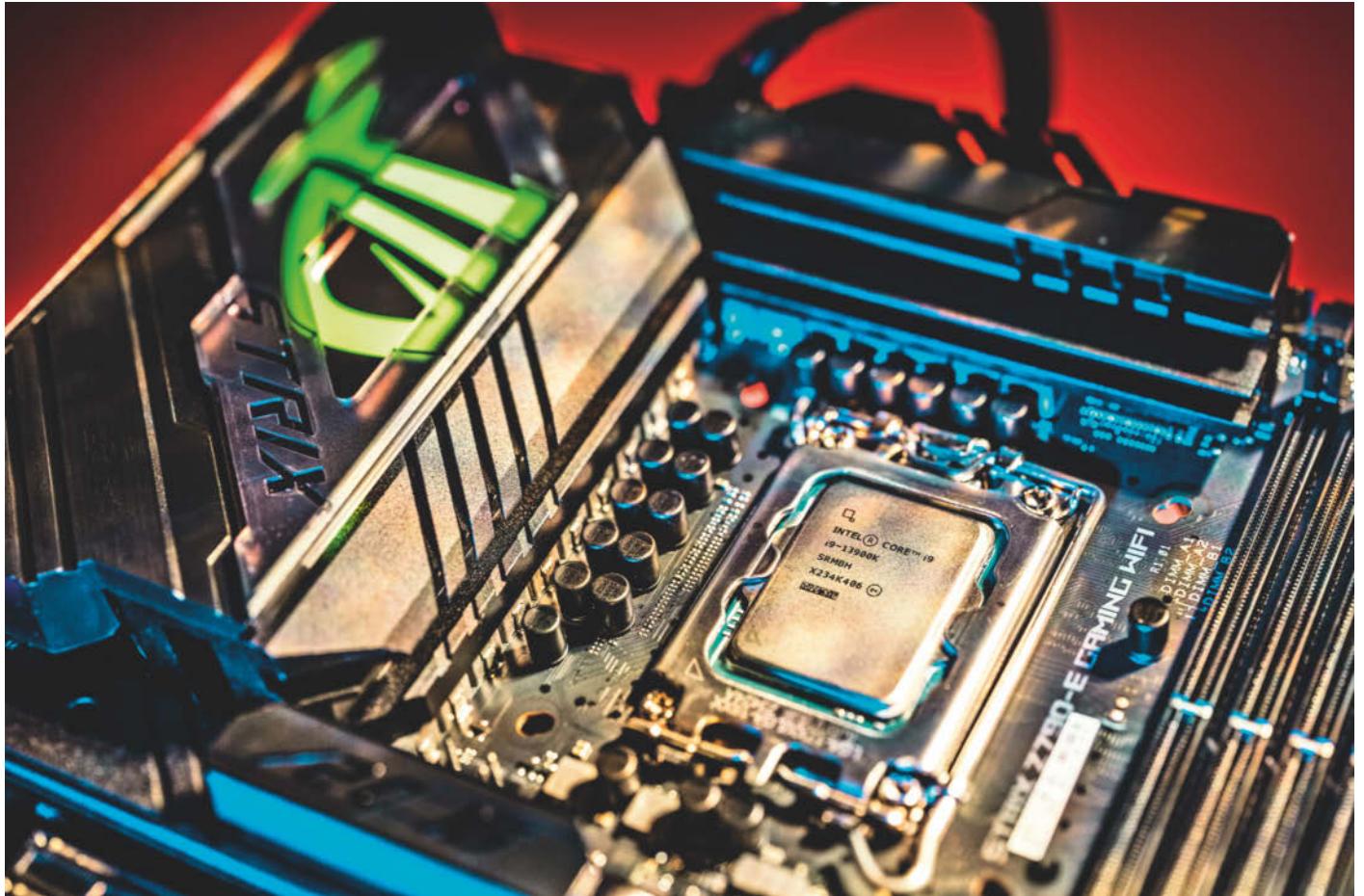
ming-Notebooks noch bei Laptops mit großen Bildschirmen selbstverständlich. (mue@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Florian Müssig, Tragbares zum Zocken, Gaming-Notebooks mit Nvidias High-End-Grafikchip GeForce RTX 3070 Ti, c't 18/2022, S. 94

Notebooks mit Arc-GPUs: Daten und Testergebnisse

Modell	Acer Swift X (SFX16-52G)	Medion Erazer Major X10
getestete Konfiguration	SFX16-52G-77RX	MD62396
Lieferumfang	Windows 11 Home, Netzteil	Windows 11 Home, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)		
HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	L / – / ✓ (–)	H / – / ✓ (–)
USB / LAN / Klinke	3 × L (2 × Typ C), 1 × R / – / R	1 × L, 3 × R (2 × Typ C), 1 × H / H / L
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / – / –	– / H / –
USB-C: 40 Gbit/s / 10 Gbit/s / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung		
Display	16 Zoll (40,6 cm), 2560 × 1600, 16:10, 188 dpi, 60 Hz, 17 ... 352 cd/m², matt, IPS	16 Zoll (40,6 cm), 2560 × 1600, 16:10, 188 dpi, 165 Hz, 9 ... 428 cd/m², matt, IPS
Prozessor	Intel Core i7-1260P (4 P-Kerne + 8 E-Kerne)	Intel Core i7-12700H (6 P-Kerne + 8 E-Kerne)
Hauptspeicher	16 GByte LPDDR5-5500	32 GByte DDR5-4800
Grafikchip (Speicher)	Intel Arc A370M (4 GByte GDDR6)	Intel Arc A730M (12 GByte GDDR6)
Sound	Realtek	Senary
LAN / WLAN	– / Intel AX211 (Wi-Fi 6E, 2 Streams)	Intel I219-V (Gbit/s) / Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth	– / Intel 5.3	– / Intel 5.2
Touchpad (Gesten) / Fingerabdruckleser	HID (max. 4 Finger) / Elan	HID (max. 4 Finger) / –
SSD	WDC SN810 (1024 GByte)	Phison E18 (1024 GByte)
Gewicht, Maße, Stromversorgung		
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,77 kg / 35,6 cm × 24,4 cm / 2 ... 2,3 cm	2,52 kg / 35,9 cm × 26,4 cm / 2,7 ... 3,1 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,4 cm / 19 mm × 18,5 mm	2 cm / 19 mm × 18,5 mm
Akku (Ladestopp < 100 % einstellbar)	56 Wh Lithium-Ionen (✓)	80 Wh Lithium-Ionen (–)
Netzteil (Notebookzuleitung abnehmbar)	100 W, 358 g (–)	300 W, 1010 g (–)
bei USB-PD: 5 / 9 / 12 / 15 / 20 Volt mit ...	3 / 3 / 3 / 3 / 5 Ampere	–
Leistungsaufnahme		
Suspend / ausgeschaltet	0,7 W / 0,5 W	0,6 W / 0 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max.	7,6 W / 9,1 W / 11,8 W	12,3 W / 16 W / 21 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	95 W / 19 W / 78 W	137 W / 40 W / 147 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	108 W / 0,93	238 W / 0,94
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks		
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max.)	12,7 h / 6,7 h / 1,1 h	6,2 h / 4,6 h / 1,1 h
Ladestand nach 1 h Laden	77 %	88 %
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 sone / 1,5 sone	0,2 sone / 5 sone
Massenspeicher lesen / schreiben	4255 / 7373 MByte/s	5839 / 4019 MByte/s
WLAN 6 GHz / 5 GHz / 2,4 GHz (20 m)	308-633 / 242-469 / 314-345 Mbit/s	– / 547-650 / 291-309 Mbit/s
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 98,4 dBA	⊕⊕ / 101,4 dBA
Cinebench R23 Rendering (1T / nT)	1761 / 11469	1804 / 15153
Geekbench 5 (Single / Multi)	1650 / 10202	1632 / 11820
3DMark: Night Raid / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	26630 / 7706 / 3545 / 373	38959 / 17967 / 7980 / 4013
Bewertung		
Laufzeit	○	⊖
Rechenleistung Büro / 3D-Spiele	⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕
Display / Geräuschentwicklung	⊕ / ⊕	⊕ / ⊖⊖
Preis und Garantie		
Straßenpreis Testkonfiguration	1500 €	1700 €
Garantie	2 Jahre	2 Jahre
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe		



Jetzt schlägts 13

Intel-Prozessoren Core i9-13900K und i5-13600K mit noch mehr Kernen

Bei der dreizehnten Generation der Core-i-Prozessoren Raptor Lake treibt Intel die Hybridarchitektur weiter voran und verdoppelt die Zahl der Effizienzkerne. Im Duell mit dem AMD Ryzen 7000 sollen zudem höherer Takt und größere Caches helfen. Wir haben getestet, welche CPUs bei Preis, Leistung und Effizienz vorne liegen.

Von Christian Hirsch

AMD hat mit den Ryzen 7000 im heißen Hardware-Herbst 2022 vorgelegt: Feinerer Fertigungsprozess, beschleunigte Rechenwerke und höherer Takt sowie ein neuer Unterbau mit PCI Express 5.0 und DDR5-RAM. Die schnellere Schnittstelle sowie den neuen Speichertyp hatte Intel bereits im vergangenen Jahr bei den Vorgängerprozessoren Core-i-12000 Alder Lake eingeführt, weshalb sich der Chiphersteller bei den aktuellen Core-i-13000 Raptor Lake darauf konzentriert hat, die Rechengeschwindigkeit weiter zu steigern.

Beim gestaffelten Start sind die überaktbaren K-Modelle Core i9-13900K,

Core i7-13700K und Core i5-13600K zuerst an der Reihe. Sie gibt es, wie die davon abgeleiteten KF-Typen ohne GPU, ab sofort zu kaufen. Für den Test haben wir vorab von Intel die 750 Euro teure Spitzenvariante Core i9-13900K mit 24 Kernen und bis zu 5,8 GHz Takt sowie den mit 400 Euro erschwinglicheren 14-Kerner Core i5-13600K erhalten. Später folgen günstigere Prozessorvarianten, vermutlich zur IT-Messe CES kurz nach dem Jahreswechsel 2022/23.

Mehr Cache, mehr Takt, mehr Kerne

Intel verspricht sowohl für die Performance eines einzelnen Kernels, als auch unter Volllast auf allen Kernen Geschwindigkeitszuwächse im zweistelligen Prozentbereich. Ähnlich revolutionäre Änderungen wie im Vorjahr bei den Alder-Lake-Prozessoren gibt es jedoch nicht, als der Chiphersteller die CPU-Kerne mit mehr Ausführungseinheiten aufgebohrt hat und zu einer Hybrid-Architektur aus unterschiedlich leistungsfähigen Kernen wechselte [1].

Raptor Lake führt diesen Weg aber weiter: Der Core i9-13900K tritt mit 16 und damit doppelt so vielen Effizienzkernen (E-Cores) an wie der Vorgänger Core i9-12900K. Die Zahl der schnelleren, aber energiehungrigen Performance-Cores (P-Cores) bleibt unverändert bei acht. Weil letztere Simultaneous Multithreading können, wächst die Zahl der parallel ausgeführten Threads von 24 auf 32 und der Core i9-13900K zieht damit mit AMDs 16-Kernern Ryzen 9 5950X und 7950X gleich. Beim Core i7-13700K und Core i5-13600K mit acht beziehungsweise sechs P-Kernen aktiviert Intel lediglich acht E-Cores.

Die P-Kerne der Core i-13000 ordnet Intel einer neuen Architektur Raptor Cove zu. Die Unterschiede zu den Golden-Cove-Vorgängern sind aber marginal. Zusätzliche Recheneinheiten oder neue Funktionen gibt es nicht. Stattdessen wächst der Level-2-Cache pro P-Kern von 1,25 auf 2 MByte. Die E-Kerne mit der schwächeren, aber sparsameren Gracemont-Architektur sitzen weiterhin jeweils zu viert in einem Cluster. Bei diesen Quartetten hat Intel den gemeinsam genutzten L2-Cache ebenfalls von 2 auf 4 MByte aufgestockt.

Die Raptor-Cove-Kerne verwalten den L2-Cache besser als bisher. Mittels Machine-Learning-Algorithmen und Echtzeit-Telemetriedaten entscheidet die CPU abhängig von der Software, welche Daten vorab aus dem Arbeitsspeicher geladen werden. Zugleich erhöht Intel den von allen Prozessorbestandteilen genutzten Level-3-Cache auf bis zu 36 MByte und führt eine neue Caching-Strategie ein: Der Prozessor entscheidet dynamisch, ob Inhalte, die bereits im L2-Cache eines CPU-Kerns liegen, zusätzlich im L3-Cache vorgehalten werden oder nicht. Der Level-3-Cache der Core i-13000 kann also sowohl inklusiv als auch nichtinklusiv arbeiten.

Rund zwei Drittel des Zuwachses bei der Singlethreading-Rechenleistung erzielt der Chiphersteller über den gestiegenen Takt: Die P-Kerne des Core i9-13900K arbeiten im Turbomodus mit bis zu 5,8 GHz – satte 600 MHz mehr als beim Core i9-12900K und 300 MHz mehr als beim Core i9-12900KS Special Edition. Das gelingt durch den weiter optimierten Fertigungsprozess Intel 7 (10 Nanometer). Die dritte Generation der SuperFin-Transistoren erhöht die Beweglichkeit der Ladungsträger im leitfähigen Kanal, sodass die Transistoren schneller schalten können. Angepasste Signalwege verkürzen die

sogenannten Speed Paths, welche die maximale Taktfrequenz limitieren.

Die Fertigungsverbesserungen sorgen für eine flachere Frequenz-Spannungskurve. Laut Intel benötigen die Core i-13000-Prozessoren bei einem Takt von 5,2 GHz rund 50 Millivolt weniger Kernspannung als die Core i-12000. Alternativ schaffen die Raptor Lakes bei gleicher Spannung einen um 200 MHz höheren Takt. Bei den Desktop-Prozessoren setzt Intel diesen Gewinn ausschließlich in Takt um, wohl um die AMD Ryzen 7000 kontern zu können. Bei den noch für dieses Jahr versprochenen ersten Mobilchips soll der Fokus stattdessen mehr auf Sparsamkeit liegen.

Schnelleres DDR5-RAM

Der Speichercontroller der Core i-13000 arbeitet ebenfalls schneller als bisher. Offiziell unterstützt Raptor Lake DDR5-5600 statt DDR5-4800. Das gilt allerdings nur für ein DIMM pro Kanal. Bei Vollbestückung mit je zwei Modulen pro Kanal

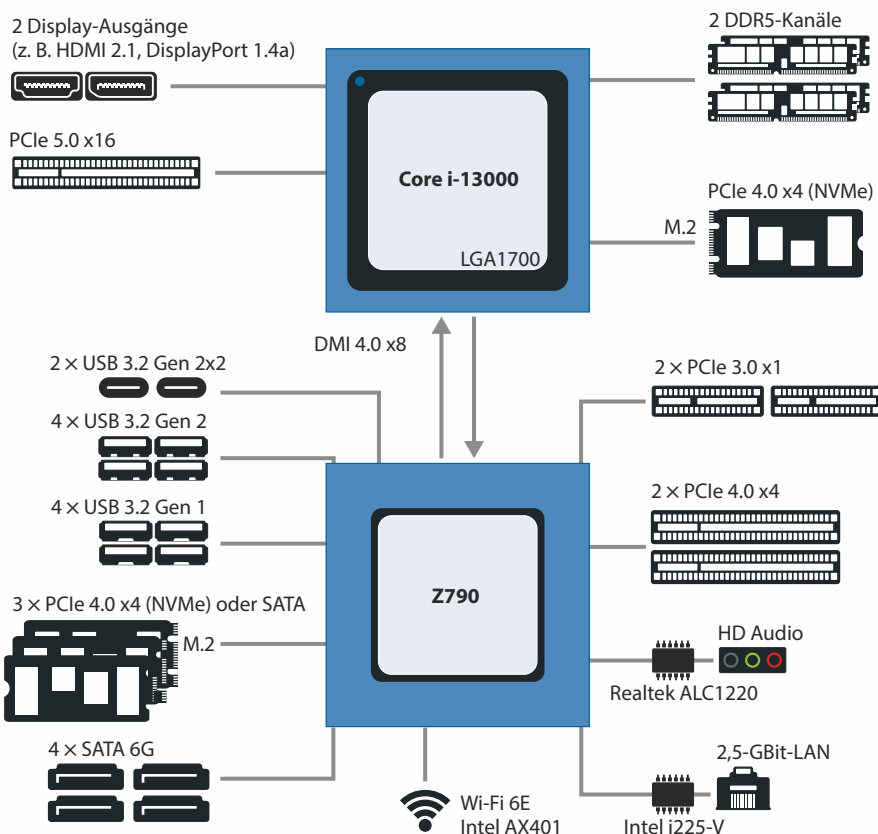
garantiert der Chiphersteller DDR5-4400. Per Overclocking sind aber auch höhere Geschwindigkeiten möglich. Den DDR4-Teil hat Intel nicht angetastet, hier bleibt es bei DDR4-3200. LGA1700-Prozessoren können zwar beide Speichertypen ansteuern, beim Mainboard gilt aber nur „entweder ... oder“. Derzeit beträgt der Aufpreis für DDR5-RAM im Vergleich zu DDR4 etwa 50 Prozent.

Auch die Kommunikation innerhalb des Prozessors erfolgt nun schneller. Der Ringbus, den Intel auch als Compute Fabric bezeichnet, verknüpft alle CPU-Bestandteile, darunter Kerne, GPU, I/O-Blöcke und die Videoeinheiten. In der Taktomäne des Compute Fabrics liegt auch der L3-Cache. Diese läuft nun mit bis zu 5,0 GHz – 900 MHz mehr als bisher.

Wegen der zusätzlichen Transistoren für die hinzugekommenen E-Kerne und den größeren Caches wächst die Fläche des Halbleiter-Die von rund 209 auf 257 Quadratmillimeter. Das entspricht einem Plus von 20 Prozent. Im Unterschied zu

Typische Konfiguration eines Z790-Boards

Intel spendiert den Chipsätzen der Serie 700 mehr Leitungen für schnelles USB 3.2 Gen 2x2 und PCI Express 4.0. Bei den I/O-Funktionen der Core-i-13000-Prozessoren gibt es keine Änderungen zu den Vorgängern.



den Ryzen 7000 verwendet Intel weiterhin ein monolithisches Halbleiter-Die. Ein modularer Aufbau wie bei AMD soll erst in der nächsten Generation „Meteor Lake“ kommen, die aus vier sogenannten Tiles (Chiplets) besteht.

Ein bisschen mehr PCIe und USB

Die Neuerungen bei der Plattform halten sich in Grenzen. Es kommt die gleiche Fassung LGA1700 wie bei den Alder-Lake-CPUs zum Einsatz. Die Core i-13000 laufen deshalb sowohl auf den parallel vorgestellten Z790- als auch nach einem BIOS-Update auf bisherigen Serie-600-Boards.

Z790- und Z690-Chipsatz unterscheiden sich lediglich bei PCI Express und USB. Von den jeweils 28 PCIe-Lanes arbeiten nun 20 im PCIe-4.0- und 8 im PCIe-3.0-Modus. Bisher war die Verteilung 12 x PCIe 4.0 und 16 x 3.0. Der Prozessor selbst stellt 16 PCIe-5.0-Lanes für die Grafikkarte und 4 PCIe-4.0-Leitungen für eine M.2-SSD bereit. Zwischen CPU und Chipsatz fließen die Daten über acht DMI-4.0-Lanes.

Die Zahl der USB-3.x-Leitungen bleibt unverändert bei zehn. Statt bisher acht können die Board-Hersteller nun jedoch alle zehn paarweise zu fünf USB-3.2-Gen-2x2-Ports mit 20 Gbit/s zusammenfassen, auch wenn in der Praxis wohl kein Board so konfiguriert wird.

Intel Core i-13000K: Raptor Lake, LGA1700, Intel-7-Fertigung

Prozessor	Kerne / Threads	Takt (Turbo): P- / E-Kerne	L3-Cache	Grafik	MTP	Preis
Core i9-13900K	8P + 16E / 32	3,0 (5,8) / 2,2 (4,3) GHz	36 MByte	UHD 770	253 W	749 €
Core i9-13900KF	8P + 16E / 32	3,0 (5,8) / 2,2 (4,3) GHz	36 MByte	—	253 W	715 €
Core i7-13700K	8P + 8E / 24	3,4 (5,4) / 2,5 (4,2) GHz	30 MByte	UHD 770	253 W	539 €
Core i7-13700KF	8P + 8E / 24	3,4 (5,4) / 2,5 (4,2) GHz	30 MByte	—	253 W	499 €
Core i5-13600K	6P + 8E / 20	3,5 (5,1) / 2,6 (3,9) GHz	24 MByte	UHD 770	181 W	399 €
Core i5-13600KF	6P + 8E / 20	3,5 (5,1) / 2,6 (3,9) GHz	24 MByte	—	181 W	369 €

MTP: Maximum Turbo Power

Intel Core i-13000K: Benchmarks und Leistungsaufnahme

Prozessor	Kerne / Threads	Takt / Turbo	Cinebench R23 1T [Punkte]	Cinebench R23 MT [Punkte]	Blender 3.2.2 Classroom [s]	Kcbench Linux 5.19.4-200 kompilieren [s]	Handbrake 1.51 1080p30 [fps]	
			besser ▶	besser ▶	◀ besser	◀ besser	besser ▶	
Core i9-13900K	8P+16E / 32	3,0 / 5,8 GHz	2177	38039	155	39	136	
Ryzen 9 7950X	16 / 32	4,5 / 5,7 GHz	2068	38944	135	39	111	
Core i9-12900K	8P+8E / 24	3,2 / 5,2 GHz	2033	27745	234	59	118	
Core i5-13600K	6P+8E / 20	3,5 / 5,1 GHz	1955	23999	250	60	102	
Ryzen 7 7700X	8 / 16	4,5 / 5,4 GHz	2008	20212	267	64	86	
Ryzen 7 7600X	6 / 12	4,7 / 5,3 GHz	1965	15569	351	78	75	
Core i5-12600K	6P+4E / 16	3,7 / 4,9 GHz	1918	17668	339	83	92	

Testsystem: 32 GByte DDR5-RAM, integrierte Grafik, M.2-SSD Samsung 980 Pro 1 TByte; Core i-13000: DDR5-5600, Ryzen 7000: DDR5-5200, Core i-12000: DDR5-4800

¹ mit Radeon RX 6900XT

Enger Zweikampf mit Ryzen 7000

Laut Intel sollen die Verbesserungen bei Takt, Cache und Speicher-Controller die Singlethreading-Performance beim Core i9-13900K um 15 Prozent steigern. Zusammen mit den zusätzlichen E-Cores verspricht der Hersteller eine um 41 Prozent höhere Leistung als beim Vorgänger Core i9-12900K. In der Tat überrascht die 13. Core-i-Generation mit deutlichen Geschwindigkeitszuwächsen, obwohl es an der Architektur und am Fertigungsprozess nur kleine Verbesserungen gab.

In der Multithreading-Wertung des Rendering-Benchmarks Cinebench R23 zieht der 8P+16E-Kerner Core i9-13900K mit dem 16-Kerner Ryzen 9 7950X gleich. Beide schaffen über 38.000 Punkte, wobei der AMD-Prozessor knapp die Nase vorn hat. Im Vergleich zum Core i9-12900K, der acht Effizienz-Kerne weniger hat, rechnet das neue Intel Spitzenmodell 37 Prozent schneller.

Dieses Performance-Plus macht sich auch in anderen Anwendungen bemerkbar, die von vielen Kernen profitieren. Fürs Kompilieren des Linux-Kernels benötigen Core i9 und der Ryzen 9 jeweils 39 Sekunden. Das sind 20 Sekunden weniger als beim Vorgänger, der in dieser Disziplin sogar fast vom Core i5-13600K mit zwei Performance-kernen weniger eingeholt wird.

In Anwendungen offenbaren sich hingegen Unterschiede. Die Classroom-Szene rendert der Ryzen 9 7950X in Blender 15 Prozent schneller. Vermutlich liegt das an der Architektur: Die AMD-CPU hat 16 Zen-4-Kerne, die pro Taktzyklus jeweils zwei 256-bittige FMA-Befehle durchschieben können [2]. Beim Core i9-13900K können dies nur die acht starken Raptor-Cove-Kerne, während die 16 auf Effizienz getrimmten Gracemont-Cores nur einen Befehl pro Takt abarbeiten und 1,5 GHz niedriger takten.

Beim Videokodieren kehrt sich das Bild um: In Handbrake holt der Core i9-13900K einen Vorsprung von 23 Prozent zum Ryzen 9 7950X und 15 Prozent zum Core i9-12900K heraus. Hier macht sich der große L2-Cache der Core i-13000 und der im Vergleich zu Zen 4 höhere Speichertakt (DDR5-5600 zu DDR5-5200) bezahlt.

Zweiter Sieger bei Spielen

Nutzt eine Anwendung nur einen Kern, kann sich die Raptor-Lake-CPU dank der bis zu 5,8 GHz schnellen Performancekerne absetzen. Mit 2166 Punkten im Cinebench R23 setzt der Core i9-13900K eine neue Bestmarke und ist fünf Prozent schneller als der Ryzen 9 7950X. Beim Office-Benchmark Sysmark 25 verpufft dieser Zuwachs aber völlig. Stattdessen schneiden beide Core-i-13000-CPU's sogar schlechter ab als die jeweiligen Vorgänger und die Ryzen 7000 ziehen vorbei.

Das betrifft vor allem die Sysmark-Teilwertungen für Productivity und Responsiveness, die Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, das Erstellen von Präsentationen mit Microsoft Office sowie Dateioperationen und Programmstarts umfassen. Testweise haben wir die E-Kerne deaktiviert, wodurch sich das Ergebnis um fünf Prozent verbesserte. Hier scheint es auch mit dem aktuellen Windows 11

22H2 Probleme mit dem Windows-Scheduler zu geben.

Dass es bei 3D-Spielen für Intels 13. Core-i-Generation schwer wird, hat Intel bei der Produktpräsentation selbst eingestehen müssen. In der Präsentation lag der Ryzen 7 5800X3D, noch mit Zen-3-Technik aber extragroßem Level-3-Cache, bei manchen Titeln gleichauf oder vorne. Bei Shadow of the Tomb Raider mit einer Radeon RX 6900 XT kann sich der Core i9-13900K nicht einmal gegen den Achtkerner Ryzen 7700X behaupten. Gegenüber AMDs Topmodell fällt die Bildrate um rund sechs Prozent geringer aus. Hier macht sich unter anderem der mit 64 MByte fast doppelt so große L3-Cache des Ryzen-Prozessors bemerkbar.

Wohl als vorausseilende Reaktion hat Intel für den Jahreswechsel den noch schnelleren, aber auf kleine Stückzahlen limitierten Core i9-13900KS Special Edition angekündigt, bei dem der Chiphersteller den Turbotakt auf 6 GHz prügelt. AMD hat seinerseits mit den 2023 geplanten Ryzen 7000X3D einen Konter parat.

Für die integrierte GPU der Raptor-Lake-Prozessoren verwendet Intel die UHD-770-Grafik der Vorläufer unverändert weiter. Lediglich die Taktfrequenz klettert geringfügig von 1,55 auf 1,65 GHz. Im 3DMark Firestrike ergibt das 2800 statt 2645 Punkte. Aber auch damit ist sie viel zu lahm für 3D-Spiele. Die GPU entlastet die CPU-Kerne bei zahlreichen Videoformaten wie VP9 und AV1 und kann vier Displays gleichzeitig ansteuern. Allerdings bietet nur ein knappes Dutzend Boards so viele Anschlüsse.

Das Preis-Leistungs-Duell gegen den Ryzen 9 7950X entscheidet der Core i9-13900K klar für sich, weil die AMD-CPU bei Redaktionsschluss 100 Euro mehr kostete. Noch klarer sieht es beim 6P+8E-Kerner Core i5-13600K aus. Die 400-Euro-CPU muss sich im Sysmark und in Spielen zwar ebenfalls den Ryzen 7000 geschlagen



Die 1700 Kontaktflächen auf der Unterseite des Prozessor-Packages dienen zur Spannungsversorgung sowie für PCI-Express- und Speicherdatenleitungen. Damit sind die Core-i-13000 kompatibel zu Mainboards mit Serie-600- und -700-Chipsätzen.

geben, in allen anderen Anwendungen lässt er jedoch den 80 Euro teureren Achtkerner Ryzen 7700X hinter sich.

Berücksichtigt man die Gesamtkosten des Systems, schwingt das Pendel momentan noch stärker in Richtung Intel, denn bei Ryzen 7000 sind für das preiswerteste AM5-Mainboard mindestens 200 Euro fällig und im Unterschied zur LGA1700-Plattform ist bei AMD das 50 Prozent teurere DDR5-RAM Pflicht.

Noch höheres Power-Limit

Bei der Leistungsaufnahme bewegen sich beide CPU-Hersteller in die falsche Richtung. Nachdem AMD bei den Ryzen 7000 das Maximum von 142 auf 230 Watt hochdrehte, zieht Intel nach und spezifiziert den Core i9-13900K mit einem Power-Limit von 253 Watt. Beim Core i9-12900K war noch bei 241 Watt Schluss. Die 253 Watt darf der Raptor-Lake-Prozessor dauerhaft schlucken, auch wenn es nur wenige Luftkühler gibt, die solch eine Wärmemenge im Zaum halten. Der Core i9-13600K tritt im Vergleich dazu mit fast annehmbaren 181 Watt an, sein Vorgänger riegelte noch bei 150 Watt ab.

In der Effizienz führt der Ryzen 9 7950X mit 126 Cinebench-Punkten pro Watt. Die Core i-13000-CPU benötigen vermutlich wegen des größeren Fertigungsprozesses rund 18 Prozent mehr Energie für die gleiche Performance. Eine

generelle Einordnung ist jedoch schwierig, denn die Effizienz hängt zum Großteil von der TDP-Klasse ab. Beispielsweise schneidet der Sechskerner Ryzen 7 7600X mit seinem großem thermischen Budget von 142 Watt Power-Limit wesentlich schlechter ab als die anderen Ryzen 7000.

Testweise haben wir den Core i9-13900K mit 181 Watt betrieben, wodurch er im Rendering-Benchmark Cinebench lediglich 8 Prozent Leistung verliert. Mit seiner Processor Base Power von 125 Watt, also halbem Energiebudget, rechnet er 21 Prozent langsamer. Das zeigt, dass die Hersteller ihre CPUs weit außerhalb des rationalen Bereichs der Frequenz-Spannungs-Kurve betreiben, nur um möglichst lange Benchmark-Balken im Zweikampf zu erzielen.

Fazit

Es ist überraschend, wie viel zusätzliche Performance Intel aus den Raptor-Lake-Prozessoren allein durch Detailverbesserungen herausholt. Im Spitzenduell des Core i9-13900K gegen den Ryzen 77950X gibt es keinen klaren Sieger. Bei der Leistungsaufnahme übertreiben es aber beide Hersteller. Der Käufer steht hier nach dem Marketing nur an zweiter Stelle, denn die hohen Power-Limits treiben die Kosten der gesamten Plattform nach oben, weil stärkere Netzteile, größere Kühler und teurere Mainboards nötig sind. Der erschwinglichere Core i5-13600K zeigt hingegen mit seinem attraktiven Preis-Leistungs-Verhältnis, wie es besser geht. Deshalb lautet unser Rat, auf die günstigeren Core-i-13000-Varianten zu warten, die sich obendrein leichter kühlen lassen. (chh@ct.de) ct

Literatur

[1] Christian Hirsch, Das Imperium schlägt zurück, Intel Core i9-12900K und Core i5-12600K für Desktop-Rechner, c't 25/2021, S. 84
[2] Carsten Spille, Fünf ist Trümpf, Ryzen 7000: Vier Desktop-Prozessoren für die Fassung AM5, c't 22/2022, S. 56

	Sysmark 25 [Punkte]	Shadow of the Tomb Raider, 1080p, high ¹ [fps]	Effizienz [CB/W]	Preis/Leistung [CB/€]	Leistungsaufnahme Leerlauf / Volllast [W]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser
	1976	239	107	51	46/379
	2249	255	126	46	41/298
	2033	221	87	45	32/345
	1892	216	108	60	39/271
	2250	240	104	43	39/217
	2149	224	90	43	40/193
	1939	200	106	54	30/207



Ein Foto – und alles ist weg

Microsoft sperrt Kunden unangekündigt für immer aus

Es ist so bequem: Anbieter wie Google oder Microsoft vereinen unter einem Dach E-Mail-Postfächer, Cloudspeicher und noch viel mehr. Dass sie automatisiert nach strafbaren Inhalten suchen, weiß längst nicht jeder. Gerät man fälschlich in ihr Visier, sind mit etwas Pech Konto und Inhalte unwiederbringlich verloren.

Von Greta Friedrich

Zack. Auf einen Schlag ist die digitale Identität von Malik weg. Wobei „weg“ es nicht trifft, Malik kann nicht mehr darauf zugreifen, sein Microsoft-Konto ist plötzlich gesperrt. Das bedeutet für ihn: Er ist abgeschnitten von seinen E-Mails, Kontakten und Kalendern bei Outlook.com. Er kommt nicht mehr an die OTP-Schlüssel, die er mit Microsoft Authenticator für andere Accounts generiert hat. Er muss seinen Laptop komplett zurücksetzen, da dieser mit BitLocker verschlüsselt ist und er den Wiederherstellungsschlüssel auf Anraten von Microsoft nicht lokal, sondern im Onlinekonto gespeichert hat. So kommt er nun nicht mehr an die Ver-

schlüsselungscodes – lokale Dateien auf dem Laptop sind verloren.

Die Daten auf OneDrive sind zwar noch da, aber Malik, den wir hier auf seinen Wunsch nicht bei seinem echten Namen nennen, kommt nicht mehr an sie heran. Somit sind Fotos aus 13 Jahren, alle Arbeiten und Recherchen für sein laufendes Informatikstudium, Unterlagen für seine Arbeit als studentische Aushilfe in der IT-Branche und sensible Dokumente, die in OneDrives „Sicherem Tresor“ liegen, zumindest fürs Erste verloren. Auch in die Xbox-Bibliothek lässt Microsoft Malik nicht mehr hinein, seine Spiele für über 1000 Euro kann er vergessen. Ganz zu schweigen von der 400-Euro-Familienlizenz für Office 365, die jetzt nutzlos ist.

Kurz vor der Sperrung hat Malik über den Microsoft-Account seine Fotosammlung in OneDrive sortiert, sonst ist nichts Besonderes passiert. Doch Microsoft begründet die Sperre so: „Wir haben Aktivitäten festgestellt, die gegen unseren Microsoft-Servicevertrag verstoßen.“ Dass hinter diesem nichtssagenden Satz ein Verdacht auf die Verbreitung von Kinderpornografie steckt, kann Malik nicht wissen. Er ist ratlos.

Ähnlich geht es auch anderen Menschen: Foreneinträge und Hilfe-Artikel im

Web weisen darauf hin, dass Konten bei Microsoft, Google, Amazon oder Apple nicht selten ohne Vorwarnung gesperrt werden. Dabei geben die Dienste oft keinen Grund an oder formulieren diesen für den Nutzer unverständlich. Die Support-Prozesse scheinen in solchen Fällen oft langsam und nicht zufriedenstellend zu verlaufen.

Wichtige Gründe

Jonas Kahl hat als Fachanwalt für Urheber- und Medienrecht häufig mit gesperrten Social-Media-Accounts zu tun. Einige Urteile aus diesem Bereich lassen sich seiner Einschätzung nach in Grundzügen aber auch auf andere Plattformen übertragen, etwa zwei Urteile des Bundesgerichtshofs (BGH) aus dem Jahr 2021 (Az. III ZR 179/20 und III ZR 192/20). Darin lege der BGH Bedingungen fest, unter denen ein soziales Netzwerk einen Account oder weitere Beiträge sperren darf. „Demnach muss das soziale Netzwerk vor einer Sperrung den Account-Inhaber über die beabsichtigte Sperrung informieren und ihm Gelegenheit zur Stellungnahme geben. Erst dann darf der Plattformbetreiber über die Sperrung entscheiden. Wird dieses Prozedere nicht eingehalten, ist die Sperrung bereits aufgrund eines Formfehlers rechtswidrig“, erklärt Kahl.

In manchen Fällen jedoch brauche es keine vorherige Abmahnung des Nutzers, sagen Sebastian Laoutoumai und Oliver Löffel, die als Fachanwälte für gewerblichen Rechtsschutz regelmäßig Inhaber gesperrter Accounts vertreten. Nach deutschem Recht sei ein Nutzerkonto bei einem Onlinedienst wie etwa Google oder Microsoft ein „Dauerschuldverhältnis“. Wird das Konto sofort gesperrt, sei das „rechtlich gesehen die Kündigung des Dauerschuldverhältnisses ohne Einhaltung einer Kündigungsfrist“, so Laoutoumai und Löffel. Das sei nur aus einem wichtigen Grund rechtlich möglich, den das Bürgerliche Gesetzbuch in § 314 Absatz 1 Satz 2 definiere – die Bewertung hänge stets vom Einzelfall ab.

Ein solch wichtiger Grund, so die Anwälte, sei zum Beispiel die Verbreitung von Kinder- oder Jugendpornografie: Ein dafür genutztes Konto „darf sofort und dauerhaft deaktiviert werden. So etwas rechtfertigt unter Abwägung der beiderseitigen Interessen die sofortige Kündigung des Nutzungsvertrages“, stellen Löffel und Laoutoumai klar. Besonders wichtig an dieser Stelle: Ein begründeter Verdacht des Onlinedienstes reiche bereits aus.

Post nach einem Jahr

Dass sein Konto im Sommer 2020 aufgrund eines solchen Verdachts gesperrt worden war, erfuhr Malik erst über ein Jahr später, als ihm eine polizeiliche Vorladung ins Haus flatterte. Die Polizei befragte ihn und konfrontierte ihn mit dem Verdacht, er habe kinderpornografisches Material zu OneDrive hochgeladen. Doch bei den fraglichen Bildern handelte es sich um eine harmlose Fotoserie von Maliks Neffen, der nackt am Strand spielt und badet.

Die Urlaubsbilder hatte Maliks Schwester mit seinem Handy gemacht, weil dessen Kamera besser war als die ihres eigenen Smartphones. Die Fotos waren dann automatisch zu OneDrive geladen worden, ohne dass Malik dies bewusst war. Dort hatte offensichtlich ein automatischer Inhaltsscanner von Microsoft die Bilder entdeckt, als verdächtig eingestuft und sie an die Behörden weitergeleitet.

Nun tappte Malik über ein Jahr lang im Dunkeln und durchlief den Support-Prozess, den Microsoft in der Fehlermeldung auf der Anmeldeseite anstößt. Die verlinkte Support-Website empfängt Betroffene mit warmen Worten („Wir wissen, dass das Sperren Ihres Kontos frustrierend sein kann, und wir entschuldigen uns für die Unannehmlichkeit“) und verweist auf ein verlinktes Formular. Damit das gesperrte Konto und der Grund für die Sperrung geprüft werden könnten, müsse der Nutzer es ausfüllen.

Das hat Malik bis heute etliche Male getan. Als Antwort auf das Formular bekommt er stets eine Mail von Microsoft, die auf Deutsch oder Englisch so oder ähnlich lautet: „Microsoft hat den Zugriff auf das Konto aufgrund eines schwerwiegenden Verstoßes gegen die Microsoft Services Agreement [sic!] deaktiviert.“ Gegen welchen Teil des Servicevertrags Malik verstoßen hat, erklären die Mails nicht.

Dienste sind berechtigt, Konten zu sperren

Unter „Verhaltensregeln“ listet der umfangreiche Vertrag mehrere Handlungen auf, die Nutzer unterlassen müssen. Darunter findet sich neben Phishing-Attacken und dem Versand von Spam auch „jede Handlung, die Kinder ausnutzt, Kindern schadet oder zu Schaden droht“. Verboten ist es auch, „unangemessene Inhalte oder anderes Material (das z. B. Nacktdarstellungen, Brutalität, Pornografie [...] oder kriminelle Handlungen zum Inhalt hat) zu

c't kompakt

- Große Plattformanbieter wie Google oder Microsoft sperren immer wieder ohne Vorwarnung Nutzerkonten.
- Viele Menschen zentrieren ihre gesamte digitale Identität bei einem Onlinedienst – ist das Konto verloren, ist auch die Identität weg.
- Grund für viele Sperrungen ist der Umgang der Plattformen mit dem Verdacht auf die Verbreitung von Kinderpornografie.

veröffentlichen oder über die Dienste zu teilen“.

Im Abschnitt „Durchsetzung“ erklärt Microsoft, bei einem Verstoß gegen die Regeln sei der Dienst „berechtigt, Schritte gegen Sie [den Nutzer] einzuleiten; dazu gehört, dass wir die Bereitstellung der Dienste einstellen oder Ihr Microsoft-Konto aus wichtigem Grund fristlos schließen [...] können.“ Außerdem behält sich Microsoft vor, Nutzerinhalte zu überprüfen, um vermutete Verstöße gegen die Bestimmungen zu untersuchen. Auch andere große Anbieter von Clouddiensten, etwa Google, Amazon, Apple und Dropbox, dürfen laut ihren Vertragsbedingungen im Zweifel Konten sperren.

KI-Scans gegen Kindesmissbrauch

Um sexuellem Missbrauch von Kindern vorzubeugen oder ihn aufzudecken, scannen viele Plattformen die Inhalte ihrer Nutzer, etwa Google, Microsoft und Meta [1]. Sie nutzen Algorithmen und maschinelles Lernen, um bereits bekannte Bilder zu finden und auch neue zu erkennen. Die US-amerikanischen Dienste senden ihre Funde an das National Center for Missing and Exploited Children (NCMEC), wo sie mit einer Datenbank abgeglichen werden.

Das NCMEC leitet die Verdachtsfälle an Strafverfolgungsbehörden weiter, auch international. Immer wieder gibt es dann Fälle wie den von Malik: Im August 2022 wurde etwa bekannt, dass zwei Familienväter in den USA ihre Google-Accounts verloren hatten und gegen die Männer ermittelt wurde. Beide hatten zuvor jeweils Fotos des Genitalbereichs ihres Sohnes an



Die Fehlermeldung bei einem gesperrten Konto verweist auf eine Support-Seite von Microsoft.

Ärzte geschickt. Die Handys luden die Bilder automatisch in Google Drive, wo Google sie als kinderpornografisches Material einstufte. Auch die Cloud-Inhalte von Malik wurden offensichtlich gescannt, die Algorithmen erkannten auf einigen Fotos ein nacktes Kind und schlugen Alarm, Microsoft sperrte das Konto.

Wir haben die Plattformanbieter Microsoft, Amazon, Google und Apple gefragt, was Nutzer tun können, deren Konto plötzlich gesperrt wurde. Google und Apple reagierten auch auf Nachfrage nicht. Die Pressestelle von Microsoft verwies lediglich auf die Nutzungsbedingungen und erklärte, Microsofts „Online Safety Support Agents“ würden solche Fälle prüfen und das Konto gegebenenfalls wiederherstellen. Für Amazon erklärte ein Sprecher, von einer Kontensperre betroffene Kunden sollten sich an Amazon wenden, damit das Konto geprüft werden könne.

Anwaltliche Abmahnung kann helfen

Die Anwälte Sebastian Laoutoumai und Oliver Löffel empfehlen allen, die bei einem Online-Dienst ohne nachvollziehbaren Grund gesperrt wurden, den Dienst sofort abzumachen, am besten auf Englisch. Reagiere der Dienst darauf „nicht oder nicht wie gefordert“, könne man in Deutschland eine einstweilige Verfügung gegen die Sperrung des Kontos beantragen. Diese werde „regelmäßig auch erlassen“, so die Anwälte. „Damit wird dem Online-Dienst unter Androhung einer Strafe bis zu 250.000 Euro verboten, das

Konto – aus bestimmten Gründen beziehungsweise ohne Gründe zu nennen – zu sperren.“

Malik wandte sich in seiner Verzweiflung an Martin Geuß, der auf seinem Blog „Dr. Windows“ mehrfach über ähnliche Fälle berichtet hatte. Einigen Betroffenen hatte Geuß sogar helfen können, ihr Konto wieder zu öffnen – doch bei Malik bemühte er sich vergebens. Der Support erklärte, dass die Sperre unumkehrbar sei, da es sich um einen „besonders schweren Verstoß“ handle, eine Reaktivierung des Kontos sei deshalb „endgültig ausgeschlossen“.

Windows-Experte Geuß kritisiert im Zusammenhang mit gesperrten Microsoft-Konten die automatische Upload-Funktion von OneDrive: Direkt nach der Anmeldung in einem Microsoft-Konto dränge sich OneDrive auf und wolle private Daten „schützen“. Das zustimmende „Weiter“ sei vorausgewählt – wer „zu schnell auf ‚Enter‘ drückt, beamt seine private Fotosammlung schneller zu OneDrive, als er gucken kann.“ Auch der Windows-Virens Scanner schubst Nutzer in Richtung Microsoft-Konto und OneDrive: Er warnt so lange mit einem gelben „Achtung“-Symbol, bis der Nutzer sich OneDrive „für die Wiederherstellung von Dateien“ einrichtet und sich bei Microsoft anmeldet – „für erweiterte Sicherheit und andere Vorteile“.

„Bogen um Microsoft machen“

Die Erfahrungen von Geuß bestätigt auch Günter Born auf „Borns IT- und Windows-Blog“. Microsoft bringe seine „Online-

Konten wie Sauerbier unter die Leute“. Dass der Dienst sich dabei mit dem Servicevertrag absichere, sei völlig in Ordnung – nur müsse es dann auch eine funktionierende „Disput-Regelung“ geben und gesperrte Nutzer müssten ihre Inhalte sichern dürfen, so Born. Er rät sogar, wer „noch alle Tassen im Schrank“ habe, solle „einen hohen Bogen um Microsoft Konten und [...] Windows 10“ machen. Bei Malik ist es dafür zu spät.

Er hatte sich schon mit seinem Schicksal abgefunden, als die Situation unverhofft eskalierte: Im Oktober 2021, fast 15 Monate, nachdem sein Konto gesperrt worden war, bekam Malik Post von der Kriminalpolizei. Die Vorladung wegen des Verdachts von „Verbreitung, Erwerb, Besitz und Herstellung kinderpornografischer Schriften“ liegt c’t vor. Darin heißt es, Malik stehe im Verdacht, zu einem genau benannten Zeitpunkt bei OneDrive „kinderpornografische Inhalte geladen/hochgeladen zu haben“.

Gegen ihn lief nun also ein Ermittlungsverfahren, er sollte als Beschuldigter vernommen werden. Ein Foto in OneDrive hatte zu der Sperre geführt – als Malik damals seine Bilder umsortiert hatte, hatte er anscheinend eine automatische Prüfung ausgelöst. Die polizeiliche Vorladung war ein Schock und belastete Malik psychisch enorm.

Zwar waren in Maliks OneDrive-Cloud tatsächlich Bilder gespeichert, die Nacktheit zeigten, eben seinen nackten Neffen – das hatte der Algorithmus von Microsoft erkannt. Also hatte Malik gegen den Servicevertrag verstoßen und die Sperrung war gerechtfertigt, obwohl er die Bilder nicht bewusst hochgeladen hatte. Doch konnte Malik die Polizei in der Befragung von seiner Unschuld überzeugen, was den Kinderpornografie-Verdacht betrifft. Das Verfahren wurde eingestellt.

Unschuldig und trotzdem ohne Konto?

Trotzdem scheint es keine Möglichkeit zu geben, Maliks Microsoft-Account zu reaktivieren – bezahlte Software, teure Spiele und all die Daten in der Cloud sind außerhalb seiner Reichweite. Menschen, die zu Unrecht von einem Dienst gesperrt werden, hätten aber durchaus Aussichten, ihr Konto wiederzubekommen, so Anwalt Jonas Kahl. Dafür müssten sie juristisch gegen die Sperre vorgehen, viele Dienste würden auch schon nach einer anwaltlichen Abmahnung

Wenn Malik das Support-Formular ausfüllt, bekommt er daraufhin stets eine Mail von Microsoft: Grund für seine Sperrung sei ein „schwerwiegender Verstoß“ gegen den Nutzungsvertrag.



den Account wieder freigeben. Klappe das nicht, seien die Chancen in einem gerichtlichen Verfahren trotzdem gut.

Dem stimmen die Anwälte Sebastian Laoutoumai und Oliver Löffel zu: Wer grundlos gesperrt wurde, könne sein Konto in Deutschland über ein zivilrechtliches Eilverfahren entsperren, die Aussichten auf Erfolg seien gut. Blog-Autor Martin Geuß hat im Herbst 2020 mit Marcus Werner über die Kontensperrungen gesprochen, der Fachanwalt für IT-Recht sowie für Handels- und Gesellschaftsrecht ist. Werner warnte, dass „Verfahren gegen Konzerne wie Microsoft [...] immer bis zum BGH“ gehen, sodass die drei bis sieben Jahre dauern könnten, abhängig davon, wie komplex der jeweilige Fall sei. Voraussetzung für den Erfolg vor Gericht ist aber die Unschuld des Nutzers.

Wenigstens die Daten retten – aber besser vorbeugen

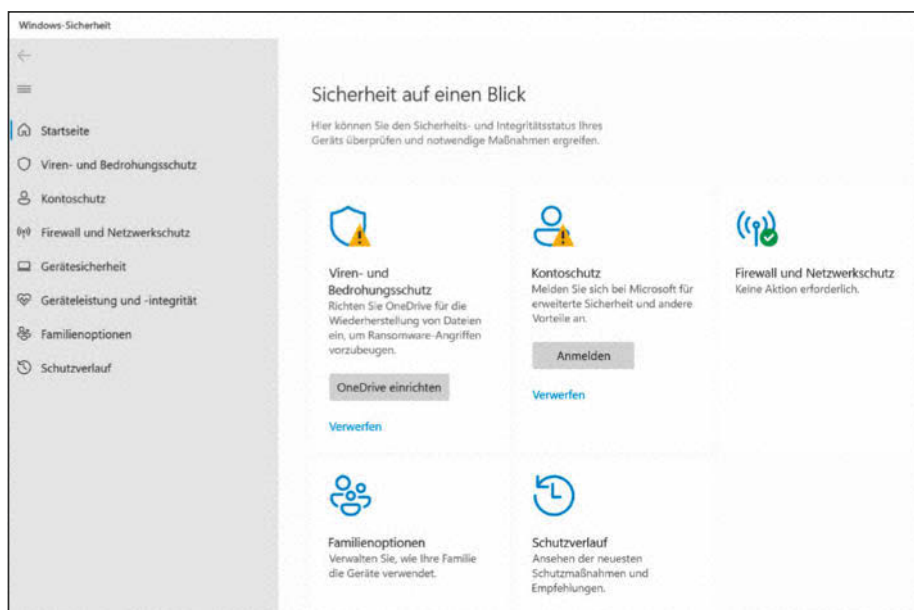
Jonas Kahl sieht auch in einem Fall wie dem von Malik etwas Hoffnung, die bei einem Dienst gespeicherten Daten zurückzubekommen. Nach Artikel 20 Absatz 2 der DSGVO habe man „Anspruch auf Datenportabilität, also ein Recht, seine eigenen Daten zu erhalten und sie für eigene Zwecke bei einem anderen Dienst verwenden zu können. In der Praxis scheitert das aber noch oft an der praktischen Umsetzbarkeit.“

Bezüglich erworbener digitaler Inhalte, wie Apps, Spiele, E-Books oder Abos, hat das Oberlandesgericht Köln im Jahr 2016 ein Urteil gesprochen: „Die Möglichkeit, entgeltlich erworbene Nutzungsrechte entziehen zu können, stelle [demnach] per se eine unangemessene Benachteiligung des Kunden dar“, fasst die Verbraucherzentrale NRW zusammen. In dem Prozess ging es um eine Klausel in den Nutzungsbedingungen von Amazon.

Um einer plötzlichen digitalen Auslöschung vorzubeugen, gibt es mehrere Möglichkeiten – aber leider keine zufriedenstellende, ganzheitliche Lösung. Um Datenverluste zu vermeiden, ist es ratsam, von Cloud-Inhalten stets ein lokales Backup zu haben, was den Sinn einer Cloud teils ad absurdum führt. Auch ein Passwortmanager ist hilfreich, um nicht von Diensten wie Microsofts Authenticator abhängig zu sein. Eine Mailweiterleitung kann dabei helfen, trotz eines gesperrten Mailkontos seine E-Mails zu bekommen.

Der wichtigste Tipp ist aber, seine digitale Identität auf mehrere Anbieter aufzuteilen. Also zum Beispiel ein Mailpostfach bei einem Provider zu haben, eine Cloud bei einem anderen Anbieter, außerdem eine eigene E-Mail-Adresse, um sich bei sozialen Netzwerken oder kleineren Konten anzumelden sowie einen Account bei einem Dienst, über den man Apps oder Spiele kaufen kann. Diese Aufteilung ist zwar deutlich weniger komfortabel, als alles bei einem Anbieter zu speichern, zu kaufen und abzuwickeln. Doch sie schützt davor, mit nur einem Foto seine gesamte digitale Identität zu verlieren.

(gref@ct.de) **ct**



Auch der Windows-Virenschoner möchte gern, dass Nutzer sich ein Microsoft-Konto anlegen und OneDrive nutzen.

Literatur

- [1] Ludwig Gundermann, Andrea Trinkwalder, Zwischen Schutz und Überwachung, Wie Content-Scanner im Netz nach Missbrauchsbildern fahnden, c't 2/2022, S. 50

Links zu den zitierten Blog-Artikeln, Nutzungsbedingungen und Support-Seiten: ct.de/yezz



Megoogle

Renault Megane E-Tech im Test

Mit dem Zoe hat Renault dem Thema E-Mobilität schon in frühen Jahren ein Gesicht gegeben. Der Megane E-Tech soll mit frischer Optik und vor allem viel Technik für die elektrifizierte Zukunft stehen. Als erster Volumenhersteller holen sich die Franzosen dabei Google Automotive an Bord.

Von Sven Hansen

Willkommen, Bienvenue: Der Megane E-Tech hat mit seinen gleichnamigen Verbrennerkollegen eigentlich gar nichts gemein. Er steht auf derselben Plattform (CMF-EV) wie der Ariya des Entwicklungspartners Nissan. Statt eines Kompaktwagens hat man also einen etwas

bulligen Crossover mit mülradgroßen 20-Zoll-Puschen auf dem Hof.

Die Linien fallen dennoch sportlich aus, gerade im Heck läuft der Megane eng zusammen, sodass die hinteren Seitenscheiben wie die Heckscheibe eher zu Sehschlitzten verkommen. Immerhin: Es gibt einen Heckscheibenwischer, der den Durchblick auch im schmutzigsten Wetter garantiert.

Unser Testwagen hat das mittlere Ausstattungsniveau „Techno“, größtes Ausstattungspaket ist „Augmented Vision & Advanced Driving“ für 2600 Euro. Darin enthalten sind ein digitaler Innenspiegel mit Heckkamera-Display, vier Kameras für eine 360-Grad-Rundumsicht und der vollautomatische Parkassistent. Das 850 Euro teure Kreuzchen am „OpenR link“-Infotainment mit 12-Zoll-Display und Harman/Kardon-System sollte man in jedem Fall setzen, ansonsten muss man sich mit einem deutlich kleinerem Touchdisplay in der Mittelkonsole zufriedengeben. Bei

einem Basispreis von 44.700 Euro für die Techno-Variante kostet unser Testwagen mit allen Extras 50.800 Euro.

Auf die Straße

Das Keyless-Entry-System lässt die versenkten Griffe des Megane automatisch aufpoppen, sobald man sich dem Fahrzeug mit dem Schlüssel in der Tasche nähert. Hat man auf den bequemen Stoffsitzen Platz genommen, wirkt der Innenraum wertig verarbeitet. Wie man das komplett mit Webstoff überzogene Cockpit entstauben kann, wird sich im Alltag zeigen müssen. Immerhin verströmt es Gemütlichkeit, ist reflexionsarm und heizt sich im Sommer nicht so auf wie schwarze Kunststoffoberflächen.

Auch im Cockpit finden sich klare Linien, die fürs schicke Nachtdesign teils mit LED-Streifen durchzogen sind. Das Lenkrad ist nicht mehr rund, sondern deutet einen Übergang zu den von Renaults Konzeptfahrzeugen bekannten, länglichen Lenkbrettern an. Diese sollen sich bei hochautomatisierten Fahrzeugen der Zukunft ins Dashboard zurückziehen können.

Die Multifunktionstasten am Lenkrad sind übersichtlich angeordnet, einzig die hinter dem Lenkrad hervorstakenden Hebel für Schaltung, Scheibenwischer und Multimedia passen so gar nicht zusammen und liegen zu dicht beieinander: Statt in den Rückwärtsgang schaltet man im Alltag immer mal wieder den Scheibenwischer an. Zählt man die Rekuperationswippe hinzu, liegen sogar vier Elemente hinter der rechten Lenkradseite.

Bei den Stoffsitzen kann man lediglich die Lordosenstütze elektrisch einstellen, die Neigung der Rückenlehne leider nicht, sondern nur manuell mit Verrenkungen. Wer das nicht möchte, muss im Konfigurator zu den elektrisch einstellbaren Ledersitzen greifen, mit denen man sich auch eine Memory- und Massagefunktion ins Fahrzeug holt. Ein Hingucker ist die Kombination aus 12-Zoll-Tachodisplay und dem Infotainment-System im Hochkantformat. Es zeigt wichtigsten Infos inklusive einer Navi-Karte an.

Auf den hinteren Sitzen geht es nicht ganz so geräumig zu und auch der Ausblick hält sich wegen der schmalen Seitenfenster in Grenzen. Zudem mangelt es etwas an Fußraum: Wenn große Personen die Vordersitze auf hinterste Position stellen müssen, brauchen die Fondpassagiere kleine Füße. Immerhin kann man auch im

Fond sein Smartphone an einem der beiden USB-C-Anschlüsse laden.

Konnektivität

Nach dem Debüt im Polestar und dem Einsatz bei Volvo markiert der E-Tech den Einzug des Betriebssystems Android Automotive beim Volumenhersteller Renault. Frühere rLink-Systeme mit TomTom-Navigation waren auch nicht schlecht, aber Google kennt sich mit Navigation und Smartphone-Anbindung bestens aus – die Erwartungen an ein Automotive-System sind daher hoch.

Konnektivität fängt schon beim Innenraumdesign an: Das Smartphone kann man wahlweise auf dem Wireless-Charger unter dem Infotainment-System ablegen, per USB-C mit Strom versorgt in der Mittelarmlehne versenken oder es hochkant in einer Klemmleiste vor der Ladeschale positionieren. Zumindest einen USB-A-Anschluss wünschen wir uns in jedem Fahrzeug – hoffentlich legt der Händler einen entsprechenden Adapter ins Fahrzeug. Ab Werk ist er jedenfalls nicht dabei.

Das Google-Automotive-System lässt sich offline oder online, mit oder ohne Google-Account einrichten. Das Fahrzeug ist über einen Mobilfunkvertrag des Herstellers mit dem Internet verbunden und bezieht Navi-Informationen und OTA-Updates aus der Cloud. Das schließt auch Updates von Steuergeräten ein: So konnten wir ein Softwareupdate der Ultraschallsensorik verfolgen. Für die Dauer der Aktualisierung war das Fahrzeug für etwa zwei Minuten nicht nutzbar. Ein Assistent führt durch den Prozess und stellt sicher, dass Updates nur bei stehendem Fahrzeug ausgeführt werden können.

Will man den Vertrag für das vernetzte Infotainment des Automotive-Systems oder die Hot-Spot-Funktion des Megane nutzen, braucht man einen separaten Internet-Deal. Den stellt für Renault der Anbieter Orange bereit, zum jetzigen Zeitpunkt allerdings nur sehr umständlich über eine Website am PC. Eine eigene SIM-Karte kann man nicht reinstecken, der E-Tech geht aber seinerseits über einen vom Smartphone aufgezogenen Hotspot per WLAN ins Netz. Android Automotive kommt mit eigenem App-Store, der zurzeit allerdings fast leer ist.

Füttert man Android Automotive mit den Zugangsdaten seines Google-Accounts, übernimmt das System alle dort hinterlegten Navi-Ziele und bindet Fahrten mit dem Auto auf Wunsch in die Stand-

ortverfolgung des Accounts ein. Auch ohne Google-Account funktioniert die vorbildlich gelöste Routen- und Ladeplanung der lokalen Maps-Anwendung: Google greift auf Akku-Informationen des Fahrzeugs zu und filtert Ladestationen nach den zuvor hinterlegten Ladekarten des Nutzers. Hängen die DC-Charger am Internet, zeigt Google sogar die momentane Verfügbarkeit an. Am Ende liefert Google eine Routenplanung inklusive Ladestopps, wie man sie sonst nur von Tesla kennt. Googles Algorithmus soll sogar das Ladeverhalten des Autos erlernen und für die Berechnung der Ladestopps berücksichtigen. Der Testzeitraum reichte hierfür nicht aus.

Das System läuft rund – braucht man da noch Spiegeltechniken wie Apple CarPlay oder Android Auto? Letzteres klammert die Konkurrenz von Volvo und Polestar bei Android Automotive aus – schließlich hat man schon Google an Bord. Renault hingegen integriert beide Schnittstellen auch in der kabellosen Version. Mit dem iPhone auf der Qi-Ladeschale funktionierte das problemlos. Selten hat man die CarPlay-Oberfläche so schick gesehen, wie auf dem großzügigen Mitteldisplay des E-Tech.

Etwas holpriger verlief der Test mit Android Auto, was an der doppelten WLAN-Verbindung mit dem System lag. Ohne den Orange-Deal für den Datenverkehr müssen Hotspot-Verbindung und die Bildübertragung vom Smartphone per

Wi-Fi parallel laufen. Mit einem Samsung-Handy funktionierte das gut, mit einem älteren Huawei mussten wir auf kabelgebundenes Android Auto zurückgreifen.

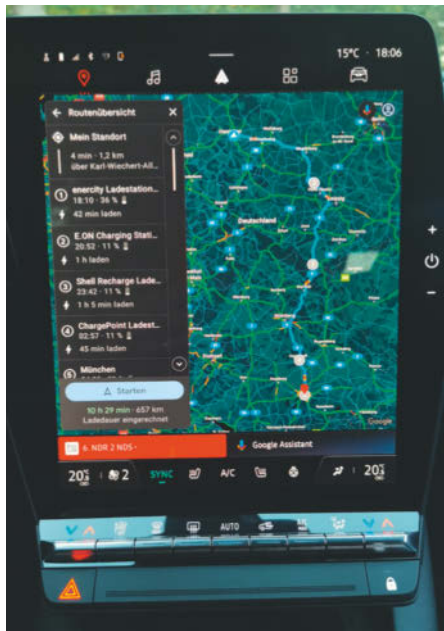
Hat man erst mal alles eingerichtet, kann man über Android Auto alle Apps vom Smartphone nutzen. Die Apps nutzen das volle Mitteldisplay aus. Der Play Store auf dem Smartphone ist im Unterschied zur Automotive-Onboard-Version prall gefüllt. Alternative Navi-Apps mit Blitzerwarner bekommt man so ebenso auf den Screen wie die aktuellste Maps-Version fürs Smartphone, die unter anderem das Anwählen von besonders stromsparenden Strecken und eine Satellitendarstellung erlaubt. Beides fehlt der Maps-Version von Android Automotive.

Nutzen mehrere Personen das Fahrzeug, wirds kompliziert: Profile lassen sich nicht an einen Fahrzeugschlüssel koppeln, um darüber für jeden Fahrer automatisch seine Daten und Einstellungen aufzurufen. Um die Google-Profile zu schützen, muss man sie wie beim Handy mit einem Wisch- oder Ziffern-Code belegen und damit vor Fahrtantritt aktivieren. Das ist umständlich und am Ende wird man sich bei häufigem Fahrerwechsel wohl auf ein gemeinsames Gastprofil einigen oder von vornherein auf gespiegelte Inhalte von CarPlay beziehungsweise Android Auto setzen.

Und dann war da noch die Sache mit der Sprachassistenten: Die kommt von Google und funktioniert wie erwartet gut, solange das Fahrzeug oder das Smartphone



Google Maps auf dem Tachodisplay (Android Automotive) und Google Maps in der Mittelkonsole (Android Auto) arbeiten im Megane E-Tech Hand in Hand. Die Satellitendarstellung gibt es nur übers Smartphone, die präzise Routen- und Ladeplanung übers Bordsystem.



Routenplanung von Hannover nach München: Google plant den Trip inklusive aller Ladestopps und berücksichtigt die vorhandenen Ladekarten des Fahrers.

online sind. Weniger amüsiert waren wir von falsch abgefangenen Meldungen, die für den Einsatzort Fahrzeug von besonderer Bedeutung sind. In unserem c't-3003-Video ist zu sehen, wie das System auf die Eingabe „Ich hatte einen Unfall“ mit Katzenmiauen und Rezepten für den harten Morgen nach dem Oktoberfest reagiert. Was die KI bei offensichtlich korrekter Spracherkennung in den falschen Hals bekommt, war nicht zu ermitteln. Lustig wäre es im Fall der Fälle sicherlich nicht. Unabhängig von der Sprachassistenten ist der E-Tech mit SOS-Taste und E-Call-Assistenten ausgestattet, der sich bei schweren Unfällen automatisch mit einer Notfallzentrale in Verbindung setzt.

Fahren und laden

Der E-Tech hat ein Leergewicht von 1,7 Tonnen, ist bei einer Spitzengeschwindigkeit von 160 km/h abgeregelt und bringt es in 7,4 Sekunden auf 100 km/h. Es gibt ihn ausschließlich mit 60-kWh-Akku. Im WLTP-Test kommt er damit auf eine Reichweite von 450 Kilometern. Eine Rennmaschine ist er nicht, er ist mit der etwas indirekten Lenkung eher auf Komfort abgestimmt. Daran ändern auch die vier Fahrmodi nichts, die man über die Lenkradtaste wählen kann. Sport, persönlich, Komfort und Eco stehen zur Wahl.

Der Eco-Modus nervt bei Überholmanövern: Nur mit einem Kickdown des Gaspedals kann man die im Modus geltende Tempogrenze von 115 km/h überwinden. Dann kennt er allerdings keine sanfte Beschleunigung, sondern nur Vollgas. Die Folge sind recht sportliche Überholmanöver, wenn man bei sparsamen E-Fahrten im Eco-Modus doch einmal dem Schatten eines LKW entfliehen will.

Der Fahrassistent gibt einem bei Überlandfahrten und auf der Autobahn ein für die Fahrzeugklasse ungewohnt sicheres Gefühl. Im Geschwindigkeitsmanagement kann man festlegen, dass sich die adaptive Regelung auch an Tempolimits und den Straßenverlauf anpasst. Dafür braucht man nicht das oben erwähnte Advanced-Driving-Paket.

Sind auf einer Landstraße 100 km/h erlaubt, bremst das Fahrzeug vor Kurven dennoch leicht ab. Generell reagiert es schon vorab auf Tempolimits auf der Route und verringert die Geschwindigkeit weit vor der Beschilderung, sodass man passgenau durchs Ziel fährt. Wer sich als „Strich-70-Fahrer“ wie ein Verkehrshindernis vorkommt, kann die Geschwindigkeitsbegrenzungen um bis zu 10 km/h überschreiten. Unterhalb von 70 km/h lässt sich keine Tachozugabe setzen.

Der digitale Innenspiegel ist Geschmackssache. Statt in die Ferne muss man auf die Ebene des Displays fokussieren, was die Augen zusätzlich beansprucht. Der im selben Paket enthaltene Einparkassistent funktioniert gut. Hat er eine Parklücke erkannt, wechselt er ohne Zutun zwischen Vorwärts- und Rückwärtsgang. Die Geschwindigkeit des Vorgangs steuert man ganz intuitiv mit dem Gaspedal.

Beim Ladestopp zeigt sich Android Automotive wenig auskunftsfreudig. Die Ladeleistung muss man an der Säule im Auge behalten und überhaupt zieht sich das Fahrzeug schnell in den Schlummermodus zurück, wenn man es an der Ladesäule aktiviert. Das gilt leider auch für die Sitzheizung, die jeweils nur für fünf Minuten aktiv bleibt. Google Automotive sperrt Videoinhalte konsequent aus, in der Ladepause könnte man aber durchaus ein wenig Bling-Bling vom Infotainment vertragen. Displays sind zumindest genug vorhanden.

An der Ladesäule geht es beim Schnellladen leider recht gemächlich zu. Die angegebene Ladeleistung von 130 Kilowatt erreichten wir nie. Mit fast lee-

rem Akku und bei idealen Temperaturen von 21°C waren 100 Kilowatt das Höchste der Gefühle, wobei das Lademanagement den Vorgang an einer 300-Kilowatt-Säule bereits ab 30 Prozent Kapazität auf magere 60 Kilowatt einbremste. Am aktiv temperierten Akkupack kann es nicht liegen. Das schleppende Ladeverhalten kommt vielleicht der Batteriebensdauer zugute, aber wenn es mal schnell gehen muss, wünscht man sich einen Turbo-Knopf herbei. Wie alle Hersteller legt Renault dem Kunden freundlich nahe, den Akku nicht vollzuladen. Im Einstellungs-menü kann man die maximale Ladung drosseln.

Beim AC-Laden brachte es der Testwagen auf 22 Kilowatt Ladeleistung. Allerdings gehört die schnelle AC-Ladung nicht wie beim Zoe zur Grundausstattung. In der Variante „Boost Charge“ lädt der Megane mit 22 Kilowatt an Wechselstrom und mit 85 Kilowatt an Gleichstrom. In der „Optimum Charge“-Version sind das 22 Kilowatt (AC) und 130 Kilowatt (DC). Beim Megane gilt wie bei jedem E-Auto: Wer beim Kauf an der Ladeleistung spart, muss später an der Säule mehr Geduld aufbringen.

Fazit

Renault schnürt mit dem Megane E-Tech ein attraktives Elektropaket mit einem für die Fahrzeugklasse überragenden Infotainmentsystem. Hätte man dem Fahrzeug von Haus aus ein – wenn auch kleines – Datenvolumen zur privaten Nutzung gegönnt, würde es vom Stand weg flüssiger funktionieren. Ohne zusätzlichen Mobilfunkvertrag werden sich unbedarfte Nutzer in der Dopplung von Android Automotive und Android Auto verheddern. Gleichzeitig wird beim E-Tech aber klar, dass man beide Systeme parallel haben will. Kommt der Automotive Play Store auf dem Fahrzeug nicht in Schwung, hat man mit der Smartphone-Verbindung den Garanten für ein aktuelles System.

Mit der Fahrassistenten kann der E-Tech punkten, er schwächelt allerdings beim lahmen DC-Lademanagement. An der Hardware liegt es nicht, hier wäre also ein OTA-Update gefragt. Ob sich Renault bei der Update-Politik eher an automobilen Standards (möglichst nie) oder doch an der Smartphone-Welt orientiert, muss sich erst zeigen. (sha@ct.de) **ct**

c't 3003: Renault Megane E-Tech mit Android Automotive im Test: [ct.de/y1h4](https://www.ct.de/y1h4)

RUST

Dein praxisnaher
Einstieg in Rust

9. November 2022 · Online

Rust ohne Umschweife

Die betterCode() Rust hilft dir, die ersten Hürden beim Einstieg in Rust zu nehmen und **produktiv zu entwickeln**. Nach dem Konferenztag kannst du deine eigene **Desktop-Anwendung, Web-API** oder **WebAssembly**-Anwendungen in Rust schreiben.

+++ Workshops am 3. und 11. 11.2022 +++

rust.bettercode.eu

.NET 7

Das Event von Heise und www.IT-Visions.de zum neuen .NET-Release

22. November 2022 · Online

Der Überblick zu .NET 7

Die Online-Konferenz bietet das Rüstzeug, sich einen grundlegenden Überblick zu .NET 7 zu verschaffen und abwägen zu können, ob sich der Wechsel schon jetzt lohnt oder ob man lieber auf das nächste LTS-Release wartet.

+++ Workshops am 23.11., 24.11., 29.11., 1.12.2022 +++

net.bettercode.eu

PHP

Die Heise-Konferenz
zu PHP

24. November 2022 · Online

Mach deine PHP-Anwendung jetzt schon fit für 2023

Die neue PHP-Version 8.2 steht vor der Tür. Ein guter Anlass, um die eigenen Anwendungen genau unter die Lupe zu nehmen und zukunftsicher zu machen. Genau dafür bietet dir die betterCode() PHP 2022 in Kooperation mit thePHP.cc ein **kompaktes Programm aus Vorträgen und Diskussionsrunden**.

+++ Workshops am 2.12., 5.12., 15.12.2022 +++

php.bettercode.eu

CLEAN ARCHITECTURE

Die Heise-Konferenz für ein
nachhaltiges Design von Software

6. Dezember 2022 · Online

Wartbarer, testbarer und nachvollziehbarer - dank Clean Architecture

Wie geht man **Clean Architecture** sinnvoll an? Wann lohnt sich diese überhaupt? Und wie sieht es aus, wenn man nicht auf der grünen Wiese anfangen kann? Und **welche Tools** können hier helfen? Antworten darauf gibt das Programm der betterCode() Clean Architecture.

+++ Workshop am 1. 12.2022 +++

clean-architecture.bettercode.eu



Den Mac mit Tasteneingaben zu steuern erweist sich bei Routineaufgaben als unschlagbar schnell, denn die Hand muss nicht erst zu Maus oder Trackpad umgreifen, um dann Buttons und Menüeinträge aufzuspüren. Wir haben vier Programme ausprobiert, die das besser machen wollen als der interne Suchdienst Spotlight von macOS.

Von Immo Junghärtchen

Spotlight, die systemweite Suche von macOS, stöbert Programme, Dokumente und Webseiten auf, wenn Anwender Cmd+Leertaste drücken und einen Suchbegriff eingeben. Die Resultate umfassen auch den Inhalt von Textdokumenten und PDFs, Webseiten aus dem Netz und neuerdings sogar Texte aus Bildern.

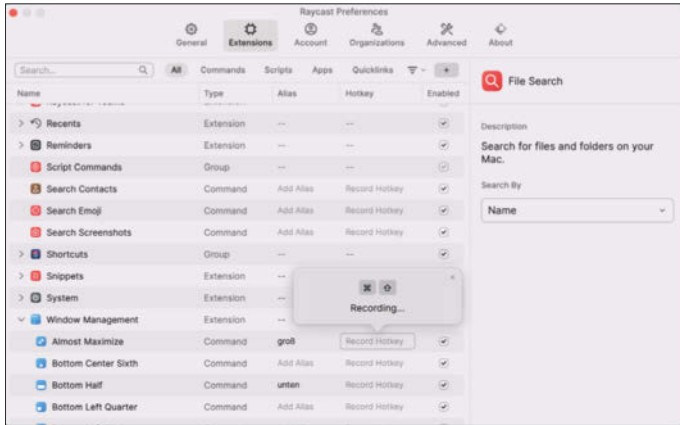
Weil Spotlight auf so viele Datenquellen zugreift, benötigt die macOS-Suchmaschine einen umfangreichen Index. Bei der Eingabe einer Suchanfrage durchforstet Spotlight diesen nach Treffern und sortiert die Resultate nach Kategorien und potenzieller Wichtigkeit. Weil der Anwender dabei nicht gezielt Dateitypen, Speicherorte oder Quellen ausklammern kann, kostet die Suche manchmal unnötig viel Zeit.

Ungeduldige Anwender präferieren darum alternative Launcher – vor allem für Routineaufgaben. Die Launcher finden Ergebnisse nicht nur schneller, sie warten auch mit einem Bouquet zusätzlicher Funktionen auf, die Spotlight fehlen. So erweitern Launcher die Zwischenablage, bieten Zugriff auf Textvorlagen (Snippets) und offerieren alternative Browser zum Öffnen einer URL. Herunterladbare Erweiterungen ergänzen Funktionen wie den Zugriff auf Spotify-Musik oder Versionsverwaltungen wie GitHub.

Wir haben die Kandidaten Alfred, LaunchBar, Raycast und Quicksilver unter die Lupe genommen und auf einem MacBook Pro 2018 mit macOS 12.6 sowie 13 verglichen. Alle sind zumindest in der Basisversion kostenlos. Der plattformübergreifende Launcher Cerebro blieb außen vor, da die Mac-Version bei uns nicht startete. Links zu den Launchern sowie zu empfehlenswerten Add-ons haben wir

Tastatools

macOS-Launcher: Spotlight und seine Alternativen



Raycast zeigt sämtliche festgelegten Tastenkürzel und Phrasen in einer übersichtlichen Liste.



In Alfreds Workflow-Editor stellt man sich Auslöser und Aktionen per Baukastensystem zusammen.

unter ct.de/yavg für Sie zusammengestellt.

Dezente Unterstützung

Beim ersten Start erbitten die Launcher Zugriffsrechte, die man ihnen in den Systemeinstellungen von macOS unter Sicherheit und gegebenenfalls unter den Bedienungshilfen einräumt. Obendrein fragen die Einrichtungsassistenten einige Einstellungen ab und erklären wichtige Funktionen.

Gute Assistenten zeigen sich nur, wenn man sie braucht. So halten es auch die Launcher: Ein wählbares Tastenkürzel

(meistens Option+Leertaste) blendet ein schmales schwebendes Feld ein, das Tastatureingaben empfängt. Erste Suchresultate erscheinen bereits während der Eingabe. Mittels Pfeiltasten oder speziellen Tastenkombinationen navigiert der Mac-Nutzer dann durch die Liste und wählt das gewünschte Resultat. Die Launcher wenden dabei „Fuzzy Search“ an. So muss man weder den vollen Suchbegriff schreiben noch mit dem Anfangsbuchstaben beginnen, damit der jeweilige Launcher das Richtige findet.

Mit der Enter-Taste startet man das ausgewählte Programm oder öffnet eine

gefundene Datei in ihrer Standard-App. Mittels weiterer Tasten wie dem Tabulator oder der Leertaste stellen alternative Aktionen zur Auswahl – beispielsweise eine URL in einem anderen Browser aufzurufen oder die gefundene Datei per E-Mail zu versenden. Wer sich ein wenig Zeit nimmt, Abläufe für Routineaufgaben einzustudieren, führt sie mithilfe der Launcher bald blitzschnell und ohne Hingucken zuverlässig aus.

Einstellen, senden und erweitern

Um das Verhalten der jeweiligen Launcher anzupassen, muss man deren Einstellun-

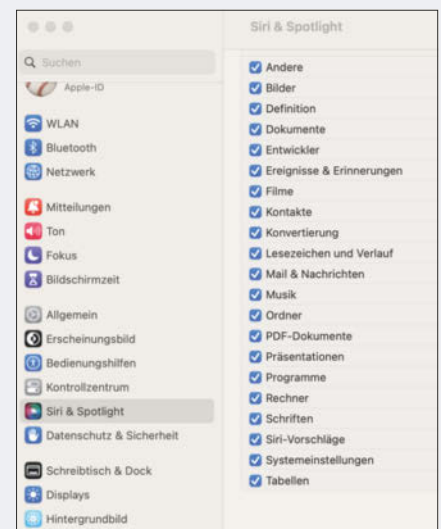
Spotlight

Über die Jahre hat sich Spotlight von der Volltextsuche zu einem vielseitigen Werkzeug entwickelt. Es erfüllt viele Wünsche und nutzt den Heimvorteil, Bestandteil des Betriebssystems zu sein: Beispielsweise muss Spotlight keine Zugriffsrechte einfordern und erzeugt einen Index, der den Inhalt von Dateien, ja selbst Bildern und eingescannten Dokumenten in der Suche erschließt. Das bietet keine Launcher-Alternative.

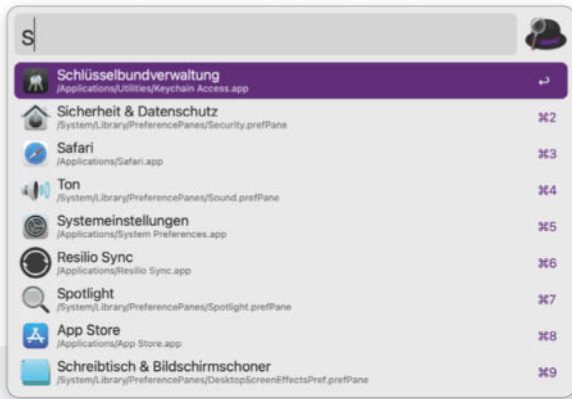
Die spartanischen Konfigurationsmöglichkeiten beschränken sich auf eine Liste standardmäßig aktivierter Dateitypen und Suchquellen. Deaktiviert man „Siri-Vorschläge“, beschränkt sich Spotlight auf lokale Daten. Dies gilt dann dauerhaft, eine Fokussierung beispielsweise auf nur eine Kategorie pro Suchvorgang erlaubt Spotlight nicht.

Obendrein können Anwender Spotlight anweisen, bestimmte Ordner nicht zu indizieren. Die Indizierung von Inhalten ist langwierig und bremst den Mac stunden-, gar tagelang aus, wenn viele neue Daten hinzukommen. Immerhin bleibt der Index lokal, die Ergebnisse gehen nicht an Apple-Server.

Unter macOS Ventura erkennt Spotlight auch in Bildern und Scans aus der Fotos-App gesuchte Motive sowie automatisch entzifferten Text. Das Upgrade auf macOS 13 bringt zudem weitere Tastenkürzel: Leertaste oder Cmd+Y zeigt eine Dateivorschau, ohne dass sich das Spotlight-Fenster schließt. Cmd+D springt zum ersten Treffer des systemeigenen Wörterbuchs, Cmd+C bugsiert ein markiertes Objekt direkt in die Zwischenablage.



Die Sucheinstellungen von Spotlight beschränken sich auf die Auswahl der angezeigten Datentypen.



Alfred

Standardmäßig durchforstet Alfred alle ihm zugewiesenen Quellen nach dem eingegebenen Suchwort. Programme, Dateien, Termine, besuchte Websites sowie Kontakte erscheinen in großer Schrift mit vorangestelltem Icon und Dateipfad in der Unterzeile. Tippt man auf den Pfeil nach rechts, erscheint eine Liste möglicher Aktionen: Dateien öffnen, kompatible Programme anzeigen, den Dateipfad kopieren oder das Dokument per E-Mail verschicken. Per Tastenkürzel (Cmd+1-9) ruft man die ersten neun Listeneinträge auf, die entsprechende Tastenkombination wird rechts neben dem Eintrag angezeigt.

In der kostenlosen Basisversion startet Alfred Programme und öffnet Dateien. Alle weiteren Funktionen setzen voraus, dass man das Powerpack für etwa 34 Britische Pfund erwirbt.

Schlüsselwörter beschränken die Suche auf eine Kategorie. Mit einem vorangestellten ' oder Leerzeichen sucht Alfred beispielsweise nur nach Dateien. Ein Gleichheitszeichen wechselt in den Rechner-Modus. Stellt man > vor die Eingabe, wird das, was folgt, auf der Kommandozeile ausgeführt.

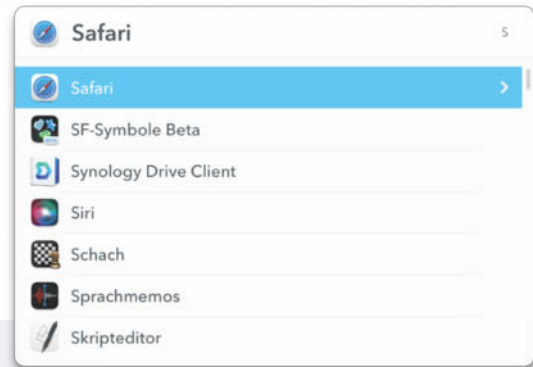
Das aufgeräumte Einstellungsfenster versammelt sämtliche Programmoptionen in einem dreispaltigen Layout. Unter „Features“ passen Anwender die Schlüsselwörter und Tastenkürzel der von Alfred mitgelieferten Fähigkeiten an: Der Zwischenablagenverlauf merkt sich standardmäßig keine Inhalte aus Passwortmanagern, weitere Ausnahmen lassen sich hinzufügen.

Textvorlagen nennt Alfred „Snippets“ und gruppiert sie in Sammlungen. Platzhalter innerhalb der Textvorlagen ermöglichen es, ein dynamisches Datum oder spezifische Einträge aus der Zwischenablagenhistorie einzufügen. Auf der Hersteller-Homepage stehen Beispielvorgangensammlungen zum Download bereit, um etwa Mac-spezifische Sonderzeichen oder Emojis per Alfred-Texteingabe aufzurufen.

Die Darstellung des Suchfensters lässt sich durch (herunterladbare) Themes ändern und in einem visuellen Editor konfigurieren. Herunterladbare Erweiterungen nennt Alfred „Workflows“ – sie geben dem Programm etwa Spotify-Zugriff oder navigieren durch die Aufgabenverwaltung OmniFocus. Anwender können diese im Workflow-Reiter konfigurieren oder eigene Erweiterungen in einem Flussdiagramm erstellen, um eigene Makros an Alfred-Schlüsselwörter zu knüpfen.

- 👆 flexible Gestaltung des Suchfensters
- 👆 vielfältige Erweiterungsauswahl
- 👇 keine Testversion erweiterter Funktionen

Preis: gratis, Powerpack: 40 Euro



LaunchBar

Die Texteingabe im Suchfeld bedarf bei LaunchBar einiger Umgewöhnung: Die Leertaste wechselt zur Aktionswahl, der Punkt signalisiert, dass man eine URL eingeben will. Also sucht man am besten ohne Punkt oder Leerzeichen. Für Programme genügen oftmals die geläufigen Abkürzungen, etwa „FCP“ für Final Cut Pro. Hält man den letzten Buchstaben der Sucheingabe eine Sekunde gedrückt, erspart man sich die Bestätigung per Return-Taste, um die Standardaktion auszuführen (bei Apps also den Programmstart).

Eine Chronik der Zwischenablagen-Inhalte hält LaunchBar ebenso vor wie eine Textvorlagen-Sammlung. Gleich mit eingebaut sind Vorlagen für Mac-typische Sonderzeichen.

Uns beeindruckte die eingebaute Dateiverwaltung: LaunchBar erlaubt es, mehrere Dateien auszusuchen, um daraufhin einen Zielort zu bestimmen. Abschließend entscheidet der Anwender, ob die Dokumente verschoben, bewegt oder mit symbolischen Links referenziert werden sollen.

Einige von LaunchBars Eigenheiten erschweren den Einstieg: Standardmäßig ist etwa die Reset-Zeit des Eingabefelds auf 0,7 Sekunden gesetzt. Wem das zu kurz ist, kann die Zeitvorgabe in den Voreinstellungen ändern.

Die Konfiguration ist etwas umständlich: Wer die Suchresultate filtern möchte, muss dafür den „LaunchBar Index“ öffnen. Erweiterungen verwaltet man im „Action Editor“ – beides zusätzliche, von den Programmeinstellungen unabhängige Fenster.

Sieben Darstellungsmodi stehen zur Auswahl. Sogenannte „Actions“ können den Funktionsumfang von LaunchBar erweitern. Die Webseite des Herstellers empfiehlt ein gutes Dutzend zum Download. Darin finden sich eine Spotify-Steuerung, Websuchen beim Online-Übersetzungsdienst LEO sowie verschiedene Automatisierungslösungen. Das Angebot erschien uns mager. Der inkludierte Action Editor setzt trotz guter Dokumentation einige Programmiererfahrung (bevorzugt Java- oder AppleScript) voraus.

LaunchBar erfordert eine 29 Euro teure Lizenz für den dauerhaften Einsatz. Wer diese nicht erwirbt, muss in der Gratisversion gelegentlich einige Sekunden auf das Suchresultat warten.

- 👆 Dateiverwaltung per Tastatur
- 👆 deutsche Lokalisation
- 👇 geringe Erweiterungsauswahl

Preis: kostenlos, Pro: 29 Euro

DIE ONLINE-KONFERENZ VON

 **heise Academy**

30. November 2022



OPITZ CONSULTING

Moderne IT-Integrationen

So designen Sie dynamikrobuste
Architekturen der Digitalisierung

Integration ist die Basis der IT-Modernisierung – dieses Motto wird Unternehmen zunehmend klarer, insbesondere wenn sie im Zuge der Digitalisierung an unerwartete Grenzen stoßen.

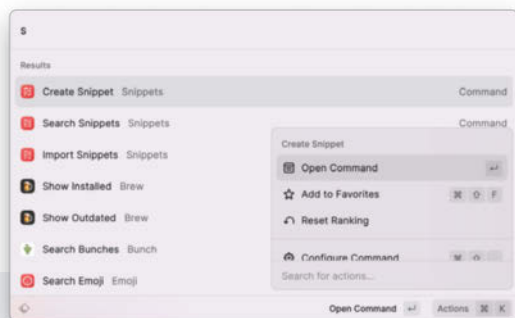
Die Onlinekonferenz zeigt zentrale Konzepte, Techniken und Anwendungsszenarien, die helfen, Ihre Integrationsherausforderungen angehen zu können. Lassen Sie sich inspirieren von **Anwenderstories** und lernen Sie, welche Rolle **APIs, Events, Service Mesh** und Sicherheit für **dynamikrobuste Enterprise Connectivity** spielen.

Inkl. acht
Praxisvorträgen
renommierter
Experten

Jetzt kostenlos registrieren:
konferenzen.heise.de/integrationen

© Copyright by Heise Medien.





Raycast

In der Standardeinstellung findet Raycast über sein Eingabefenster nur installierte Apps sowie die eigenen Befehlsphrasen zum Ausführen von Aktionen oder Festlegen des Suchbereichs. Um Dateien aufzuspüren, muss man „File Search“ voranstellen. Da lohnt gleich ein Abstecher in die Einstellungen, um spätere Wege zu verkürzen. Jeder vorhandene oder durch Erweiterungen hinzugefügte Befehl erhält im Extensions-Reiter nämlich einen eigenen Eintrag, dem man eine Phrase fürs Eingabefenster oder ein programmübergreifendes Tastenkürzel zuweisen kann. Dabei müssen Anwender selbst aufpassen, dass die Kürzel nicht mit denen anderer Programme kollidieren. Die Befehlsliste ist zwar lang, bleibt dank einklappbarer Kategorien aber übersichtlich.

Einige Systemfunktionen sind als aufrufbares Kommando bereits eingerichtet, etwa um die Lautstärke auf bestimmte Werte zu setzen oder den Ruhezustand per Texteingabe zu aktivieren. Raycast ist zudem der einzige Launcher, der standardmäßig Fenstermanagement-Funktionen anbietet: Auf Kommando positioniert er das oberste Fenster der aktiven App beispielsweise auf dem rechten Bildschirm Drittel oder verschiebt sie in das untere linke Viertel.

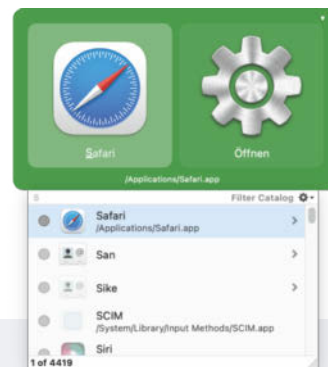
Bei der Eingabe von Kommandos ergänzen großzügig gestaltete und farblich nach Funktion kodierte Icons die Liste der präsentierten möglichen Treffer. Das erleichtert das Verständnis und den Überblick sehr und macht Raycast für Launcher-Neulinge besonders intuitiv.

Anwender können zwischen einer kompakten oder vollständigen Darstellung sowie zwischen zwei Schriftgrößen auswählen. Auf der Entwicklerseite findet man einige Hundert Erweiterungen zum Download – über die „Store“-Phrase kann man sie direkt in Raycast durchstöbern. Mit dabei sind Befehle für den Zugriff auf Google Translate, den Paketmanager Homebrew oder die Notizenverwaltung Notion. Eigene Erweiterungen lassen sich mit Javascript-Dialekten wie CoffeeScript und React programmieren.

Für Einzelanwender ist Raycast kostenlos. Wer in Gruppen mit gemeinsamen (firmenexklusiven) Erweiterungen und Textschnipseln arbeiten möchte, zahlt bei mehr als fünf Befehlen und 30 Textvorlagen eine monatliche Gebühr von 10 US-Dollar pro Mitglied.

- ↑ übersichtliche Konfiguration
- ↑ Fenstermanager
- ↓ geringe Gestaltungsmöglichkeiten

Preis: kostenlos, für Team-Funktionen 10 Euro/Monat



Quicksilver

Das 2003 entstandene Open-Source-Projekt hat im Jahr 2022 eine neue Version erhalten, womit der Launcher auch auf Apple-Silicon-Rechnern startet. Ebenso wurden viele Erweiterungen auf den aktuellen Stand gebracht.

Die Plug-ins genannten Zusatzfunktionen können Nutzer direkt aus einem eigenen Reiter in den Einstellungen durchsuchen und nachinstallieren. Dieses zentrale Verzeichnis kümmert sich auch um Aktualisierungen der Plug-ins. 74 Erweiterungen stehen zur Auswahl, von denen einige bereits vorinstalliert sind. Sie stellen etwa die Verbindung zu dem Opera-Browser, der iTerm2-Kommandozeile oder der Dateiverwaltung Path Finder her. Allerdings finden sich unter den Erweiterungen auch einige Frühheständler, die seit 2006 nicht aktualisiert wurden und nicht mehr laufen.

Das Benutzeroberfläche unterscheidet sich von der aller anderen Launcher. Statt einer Eingabezeile zeigt es ein bis drei Blöcke an, unter denen jeweils relativ klein die eingegebenen Zeichen erscheinen. Der erste präsentiert das Resultat der aktuellen Suche. Der zweite symbolisiert die auszuführende Aktion. Der Tabulator wechselt den beiden, um jeweils das passende Objekt und die richtige Aktion auszuwählen. Optional erscheint ein dritter Block, mit der man die Aktion feiner abstimmen kann.

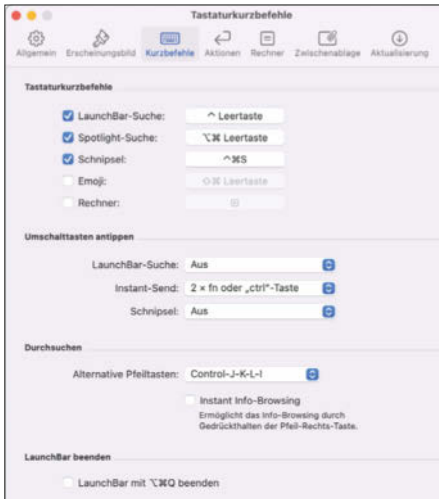
Das macht Quicksilver im Prinzip recht eingängig – wäre da nicht die veraltete Optik. Nicht nur, dass das Design noch aus einer anderen Mac-Ära stammt, die Ausgabe weiß oben drein offensichtlich nichts von Retina-Displays und wird auf Hi-DPI-Anzeigen nicht skaliert. Auswahllisten erscheinen auf aktuellen Bildschirmen daher unangenehm klein.

Die Fähigkeiten und Erweiterungen von Quicksilver lassen sich in den Einstellungen haarklein definieren. Als einziger Kandidat im Test erlaubt es, Inhaltstypen mit einer Ranking-Angabe zu gewichten, um etwa bestimmten Dateitypen stets weit oben anzuzeigen. Das Einstellungsfenster wirkt aufgrund der vielen Optionen jedoch unübersichtlich und verwendet teils winzige Gestaltungselemente wie etwa graue Info-Buttons, die am Fensterrand Info-Schubladen aufziehen. Die partielle Übersetzung der einzelnen Befehle erschwert das Verständnis obendrein.

Quicksilver ist eine kostenlose Open-Source-Software. Wer mag, kann spenden oder selbst an der Weiterentwicklung mitwirken.

- ↑ gelungenes Darstellungskonzept
- ↑ vielfältige Funktionen
- ↓ winzige Darstellung auf HiDPI-Displays

Preis: kostenlos



LaunchBar hat eine ausgeklügelte Tastensteuerung, erfordert dadurch aber auch mehr Eingewöhnung.

gen aufrufen (Cmd+, bei sichtbarem Launcherfenster drücken). Dort dürfen Anwender den Funktionsumfang und das Erscheinungsbild ändern, die Kategorien der Suchergebnisse filtern und Tastenkürzel definieren.

Alle Launcher merken sich auf Wunsch die jüngsten Inhalte der Zwischenablage. Über ein spezielles Tastenkürzel oder die Eingabe eines Schlüsselworts erscheint eine chronologische Liste der Einträge. Sicherheitshalber sollten Sie die Inhalte von Passwortmanagern von der Suche ausnehmen – bei Alfred ist das voreingestellt, bei den anderen Launchern muss man das selbst erledigen.

Im Alltag praktisch sind die Snippets. Diese Textvorlagen können beispielsweise Standardantworten auf häufige Fragen oder die Grundstruktur eines Besprechungsprotokolls enthalten. Man wählt sie aus einer Liste von Einträgen und schickt den Text an das aktuell aktive Fenster der Textverarbeitung oder des Browsers. In Albert und LaunchBar können Anwender obendrein via Platzhalter dynamische Elemente integrieren, wenn sie eine Textvorlage aufrufen – zum Beispiel das aktuelle Datum oder den Inhalt der Zwischenablage.

Noch ein Unterschied: Fischt Spotlight mit seinen Siri-Vorschlägen vornehmlich Resultate der hauseigenen Musik- und Videodienste aus dem Netz, bastelt man mittels Launcher-Erweiterungen maßgeschneiderte Steuerungen für Streamingdienste wie Spotify, durchsucht gezielt Web-Portale wie YouTube oder GitHub oder arbeitet sich durch die Ein-

träge der verteilten Aufgabenverwaltung Jira. Ambitionierte Anwender können solche Erweiterungen ihren Anforderungen anpassen oder gestalten eigene, für ihren Arbeitsbereich optimierte Makros. Wer mag, kann das Resultat wiederum anderen Anwendern zum Download anbieten.

Fazit

Die Launcher sind weit mehr als nur eine systemweite Suche. Hat man sich einmal eingefuchst, gehen viele Aufgaben schneller von der Hand. Die vier Kandidaten wählen recht unterschiedliche Ansätze, um Anwendern das Kennenlernen der Makros und Tastenkürzel zu erleichtern. Ganz ersetzen können sie die macOS-Suche Spotlight nicht, dazu sind der Volltextindex sowie Text- und Motiverkennung zu nützlich.

Alfred bietet den größten Funktionsumfang nebst aufgeräumtem Einstellungsdialog und cleveren visuellen Hilfsmitteln. LaunchBar liegt bei den Kernfunktionen in etwa gleichauf und ist zudem vollständig deutsch lokalisiert. Es erfordert allerdings eine etwas längere Eingewöhnung.

Für Launcher-Neulinge bietet sich Raycast mit seinen interaktiven Einblendungen von Befehlen und Tastenkürzeln an. Zudem integriert dieser Launcher werksseitig praktische Funktionen zur Systemsteuerung und Fensterarrangement. Das Open-Source-Projekt Quicksilver sollten Sie aufgrund der winzigen Darstellung nur auf alten Macs ohne Retina-Display nutzen. (imj@ct.de) **ct**

Launcher und Erweiterungen: ct.de/yavg

Launcher für macOS

Programm	Alfred	Launchbar	Raycast	Spotlight	Quicksilver
Hersteller	Running with Crayons Ltd.	Objective Development	Raycast	Apple	unabhängiges Entwicklerteam
Webseite	alfredapp.com	obdev.at	raycast.com	apple.com	qsapp.com
Version	5.0.2	6.15	1.41.1	keine Angabe	2.4.0
Systemanforderungen	macOS ab 10.14	macOS ab 10.14.6	macOS ab 10.15	in macOS integriert	macOS ab 10.14
Dateien					
Dateinamen suchen	✓	✓	✓	✓	✓
Dateiinhalte suchen	–	✓	–	✓	–
Dateiverwaltung	–	✓	–	–	–
Mehrfachauswahl	–	✓	–	–	–
Funktionen					
Rechner	✓	✓	✓	✓	✓
Finder-Auswahl übernehmen	✓	✓	–	–	✓
Dienste	–	✓	–	–	✓
Apple Music	✓	✓	✓ ¹	✓	–
Spotify	✓ ¹	✓ ¹	✓ ¹	–	–
Apple Fotos	–	–	–	✓	–
Zwischenablagenhistorie	✓	✓	✓	–	✓
additive Zwischenablage	✓	✓	–	–	–
Textvorlagen	✓	✓	✓	– ²	–
Wörterbuch	✓	✓	✓	✓	–
Kontakte	✓	✓	✓	✓	✓
Termine	✓	✓	✓	✓	–
Emoji	✓	✓	✓	–	✓
Kurzbefehle	✓ ¹	✓	✓	✓ ³	–
Automator-Aktionen	–	✓	–	✓	✓ ¹
Fenstersteuerung	–	–	✓	–	–
Systemsteuerung	✓	✓	✓	–	–
dt. Lokalisierung	–	✓	✓	✓	– ⁴
Bewertungen und Preise					
Funktionsumfang	⊕⊕	⊕	⊕	○	⊖
Bedienbarkeit	⊕	○	⊕⊕	⊕⊕	⊕
Erweiterbarkeit	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊖⊖	⊖
Preis	kostenlos, Powerpack: 34 £	kostenlos, Pro: 29 €	kostenlos	kostenlos	kostenlos

¹ Nach Installation einer Erweiterung ² Einstellungen/Tastatur/Text ³ mit macOS Ventura ⁴ teilweise übersetzt
 ✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht

Für Wissenshungrige...

Ausgewählte Fachliteratur



Wolfram Gieseke

Windows 11 – Das Praxisbuch

Der ideale Begleiter für den PC-Alltag mit Windows 11. Mit Schritt-für-Schritt-Lösungen, direkt umsetzbaren Praxisrezepten sowie zahlreichen Tipps und Tricks führt es Sie durch alle wichtigen Themen und erleichtert Ihnen so die Arbeit mit Windows.

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 €

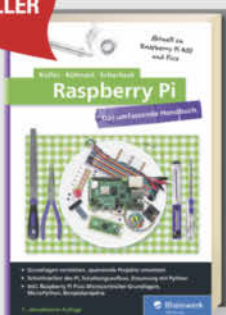


Thomas Kaffka
3D-Druck – Praxisbuch für Einsteiger (3. Auflage)

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/highlights2022

© Copyright by Heise Medien

PORTOFREI AB 20 € BESTELLWERT INNERHALB DEUTSCHLANDS



Zubehör und Gadgets



ParkLite

ParkLite denkt mit. Die elektronische Parkscheibe stellt automatisch nach ca. 20 Sekunden die Parkzeit ein. Damit ist

Schluss mit Bußgeldern! Hitze- und kältebeständig, inklusive Reinigungstuch und Klebepads.

29,90 €



Aluminium-Case FLIRC

Das hochwertige Gehäuse aus stabilem Aluminium ist ideal, um den Raspberry Pi 4 als Media Center zu verwenden. Das elegante Design integriert sich optimal in jede Wohnumgebung. **Auch im Set mit Raspi 4 Model B 2GB erhältlich.**

23,90 €

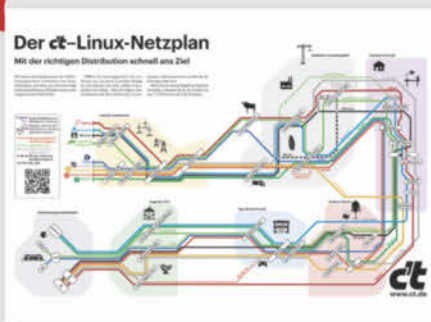


musegear® finder Version 2

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 €

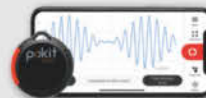
NEU



c't-Linux-Netzplan

Entdecken Sie Linux auf eine ganz neue Art – als Netzfahrplan im A2-Format. Die verschiedenen Linux-Distributionen fahren wie U-Bahn-Linien durch die Landschaft und halten an Stationen, die für unterschiedliche Eigenschaften und Features stehen. Verfolgen Sie die Fahrt Ihrer Lieblings-Distribution durch das Hardware-Gewerbegebiet über das Fashion-Viertel bis zum Upgrade-Park.

9,90 €



PokitMeter – Multimeter, Oszilloskop und Logger

PoKit misst, zeigt und protokolliert eine Vielzahl von Parametern wie Spannung, Strom, Widerstand und Temperatur mittels Verbindung via Bluetooth mit Ihrem Smartphone oder Tablet.

109,90 €



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 €

BEST-SELLER



Tasse „Kein Backup? Kein Mitleid!“

Wer kennt es nicht? Die lieben Kollegen haben wieder mal die Datensicherung vergessen und betteln bei Ihnen in der IT-Abteilung um Hilfe. Sie denken sich dabei nur: „Kein Backup? Kein Mitleid!“ Platzieren Sie die schicke Keramiktasse, außen mattschwarz und innen rot, einfach demonstrativ auf Ihrem Schreibtisch. Der praktische Holzdeckel kann gleichzeitig als Untersetzer verwendet werden und verhindert somit nervige Kaffeefflecken auf dem Schreibtisch.

17,90 €



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.

39,90 €



„No Signal“ Smartphone-Hülle

Passend für Smartphones aller Größen bis 23cm Länge blockt diese zusammenrollbare Hülle alle Signale von GPS, WLAN, 3G, LTE, 5G und Bluetooth, sowie jegliche Handy-Strahlung. Versilbertes Gewebe im Inneren der Tasche aus recycelter Fallschirmseide bildet nach dem Schließen einen faradayschen Käfig und blockiert so alle Signale.

39,90 €

Zahlen, Daten, Fakten

Smartphones

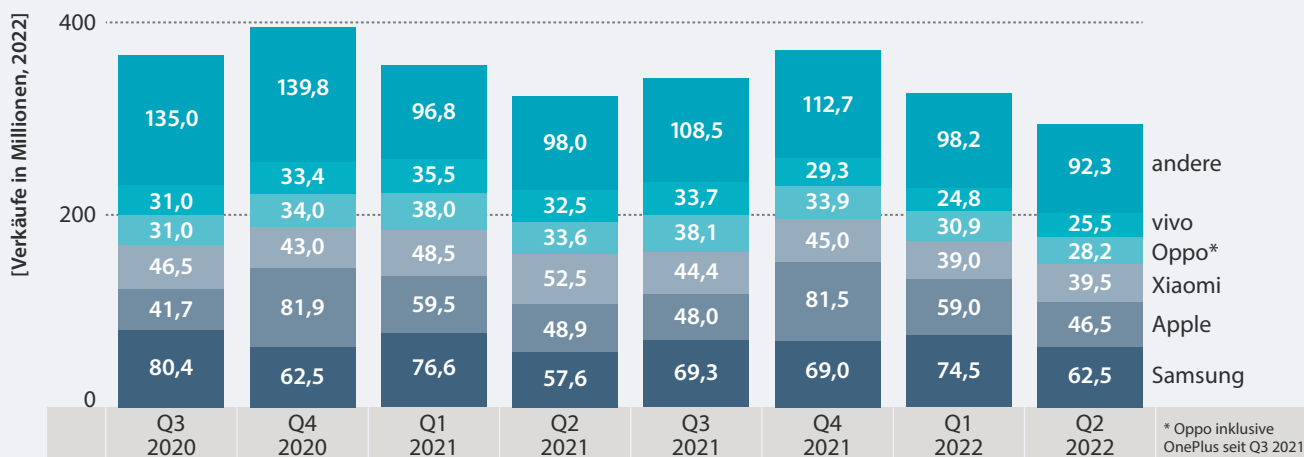
Vergleicht man die Verkaufsregale für Smartphones von heute mit denen von früher, so hat sich der Wildwuchs der frühen Jahre zu einem lichten Wald verändert: Etliche Hersteller sind weg vom Fenster und auch bei den Betriebssystemen läuft es auf eine Dominanz von Android-Geräten mit einem je nach Land

unterschiedlich starken Gegengewicht durch iOS-Geräte hinaus. Ohne Smartphone kommt heute beinahe kein Jugendlicher mehr aus. Die Entwicklungsschritte bei Handys sind nicht mehr so riesig wie in den Anfangsjahren, und das – sowie die stark angestiegenen Preise – hat den Wechsel zu neuen Geräten etwas verlang-

samt. Bei den Kaufkriterien setzen c't-Leser in unserer Newsletter-Umfrage andere Prioritäten als anderswo Befragte. Unter c't-Lesern spielt nämlich die langfristige Updateversorgung die Hauptrolle, während ihnen robustere Deckgläser nicht so wichtig erscheinen wie dem Rest der Welt. (mil@ct.de) **ct**

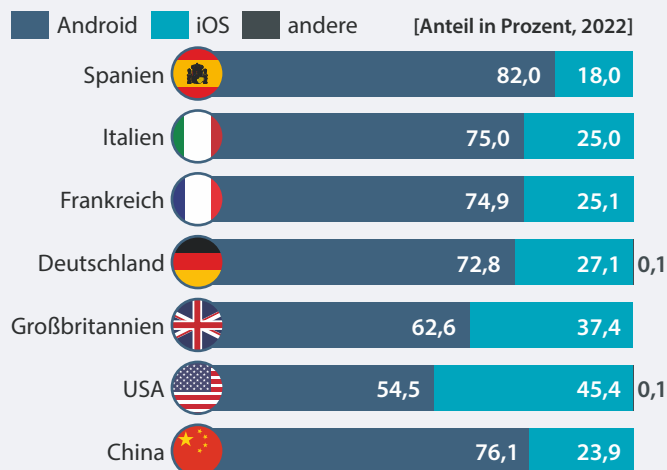
► Marken und Modelle

Die absoluten Zahlen weltweit verkaufter Smartphones in den vergangenen Quartalen sinken. Trotz Dominanz von Samsung und Apple gibt es viel Raum für andere Marken.¹



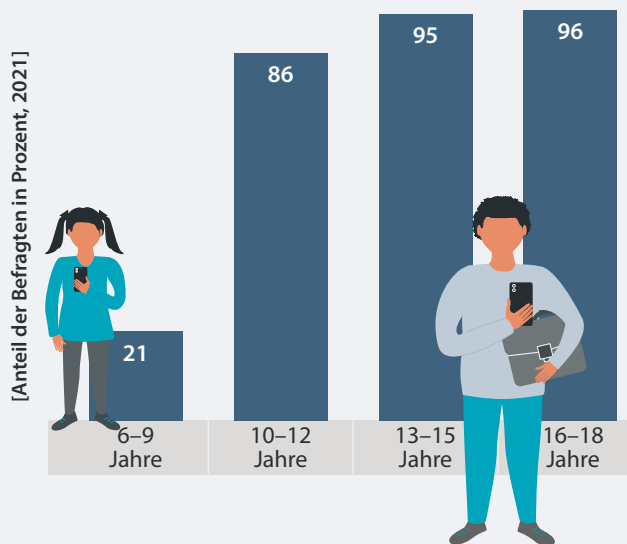
► Betriebssysteme

Die meisten Smartphones laufen mit Android-Betriebssystemen. In Großbritannien und den USA ist diese Dominanz nicht so ausgeprägt.²



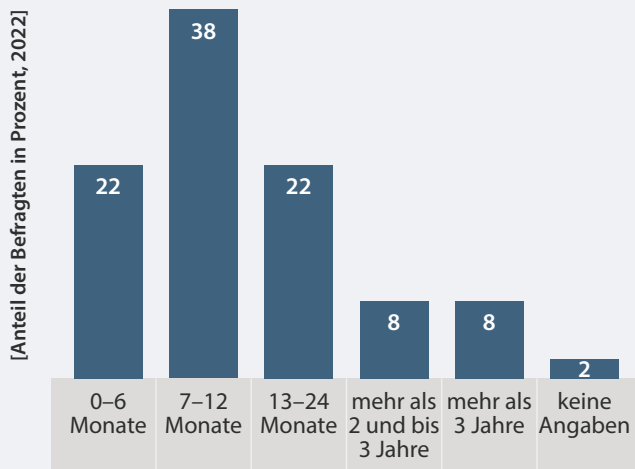
► Kinder: erstes Smartphone

Viele Kinder erhalten mit zehn Jahren ihr erstes Smartphone, ab 13 Jahren haben fast alle eins.³



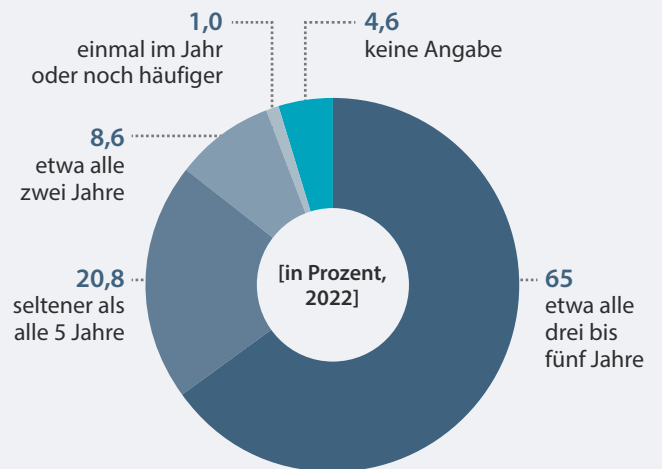
► Durchschnittsalter

Nach einer Bitkom-Umfrage sind privat genutzte Smartphones überwiegend nicht mal ein Jahr alt.⁴



► Neukauf

Nur knapp 10 Prozent der c't-Club-Newsletter-Leser kaufen nach unserer Umfrage Smartphones alle zwei Jahre oder häufiger.⁵

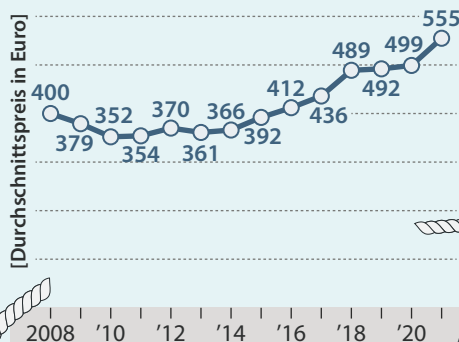


► Kaufkriterien

Robustheit, Verarbeitung und Akkulaufzeit sind für die meisten wichtiger als beispielsweise die Kameraqualität.⁴

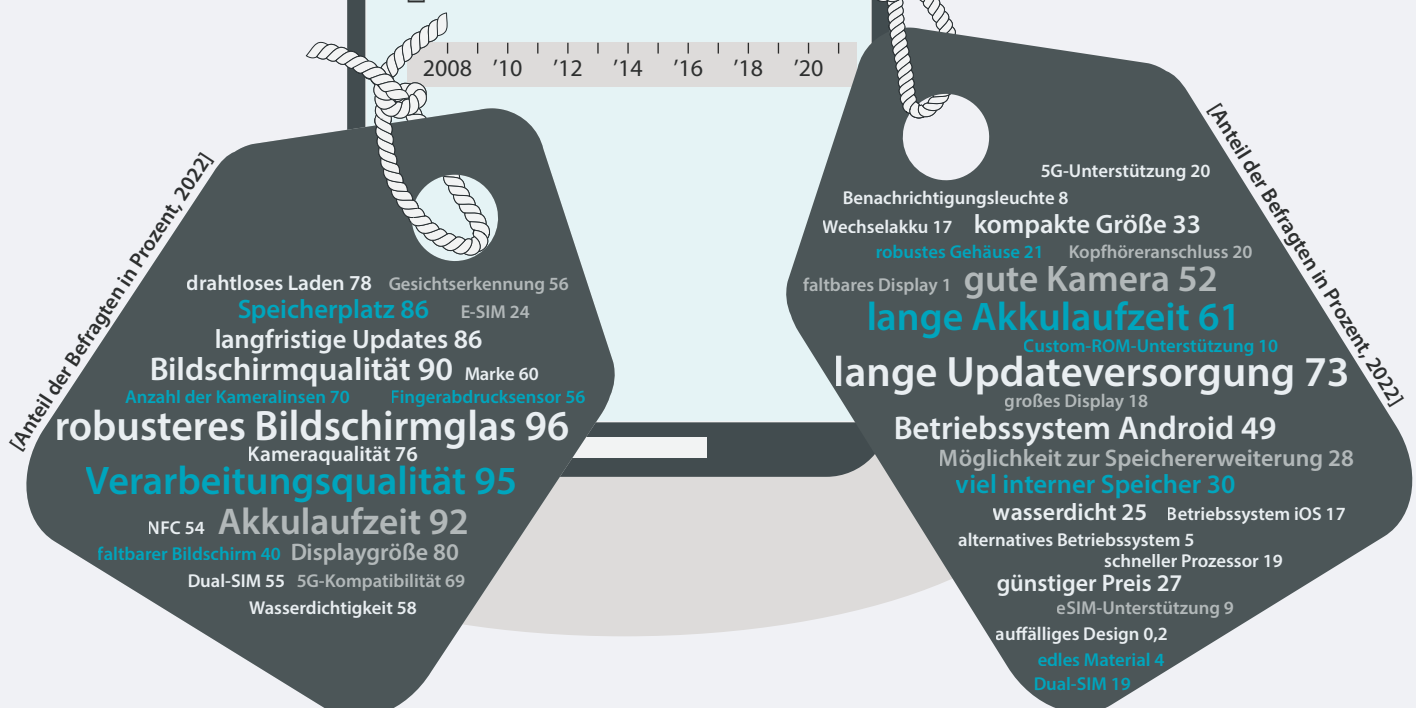
► Durchschnittspreise

Seit den Zehnerjahren geht es mit den Preisen für Smartphones nach oben. 2021 hat es einen besonders starken Preisschub gegeben.⁶



► Kaufkriterien bei c't-Lesern

Unsere Umfrage im c't-Club-Newsletter hob in der Hauptsache eine gute Updateversorgung als Kaufkriterium für ein Smartphone hervor.⁵



Quellen: ¹Counterpoint Research (2022) ²Kantar (August 2022) ³Bitkom (2021) ⁴Bitkom (Umfrage Nutzer ab 16 J., Februar 2022) ⁵c't (Umfrage unter c't-Abonnenten, September 2022) ⁶GfK



Stromschnellen

Was Sie über elektrischen Strom wissen müssen

Wer als Familien-Admin die PCs repariert, wird schnell auch mal zum Anklemmen einer Deckenlampe herbeigerufen. Aber darf man das? Und was kann schiefgehen, wenn man sich als Laie ans Werk macht? Um diese Fragen zu beantworten, ist mehr Hintergrundwissen nötig, als die paar Drähte an der Decke vermuten lassen. Ein Überblick über vermeidbare Fehler, Netzformen, Schutzeinrichtungen und einschlägige Normen.

Von Jan Mahn

Artikel und YouTube-Videos, in denen es um elektrischen Strom jenseits von Elektronikbasteleien mit Raspi & Co. geht, beginnen meist mit Haftungsausschlüssen und Warnungen, das Gezeigte keinesfalls nachzumachen. Alternativ mit dem Hinweis, es handele sich um „reine Unterhaltung, nicht um eine Anleitung.“ Damit wollen sich die Autoren absichern, dass sie nicht haftbar gemacht werden können, wenn ein Leser oder Zuschauer zu Schaden kommt. Denn solche Bastelanleitungen richten sich nicht exklusiv an ein Fachpublikum, sondern auch an sogenannte elektrotechnische Laien.

Was das ist, regelt die Norm DIN VDE 0105-100: Ohne formale Qualifikation ist demnach jeder ein elektrotechnischer Laie. Als solcher ist die Liste der Dinge, die man laut Norm anstellen darf, extrem kurz: Der Laie darf intakte Geräte in die Steckdose

stecken, von außen reinigen, bestimmungsgemäß in Betrieb nehmen und bei Leuchten das gesteckte oder geschraubte Leuchtmittel wechseln, sofern der Hersteller das vorgesehen hat. Das Anschließen von Deckenleuchten oder das Abbauen von Steckdosen- und Lichtschalterabdeckungen etwa beim Tapezieren gehört schon nicht mehr zu den Aufgaben für elektrotechnische Laien. Dafür muss nach Norm eine Elektrofachkraft her, die einen Berufsabschluss oder einen Abschluss als Elektroingenieur nachweisen kann. Mit der Lebenswirklichkeit von Technikinteressierten hat das nicht viel zu tun – eine Lampe haben wohl die meisten schon mal angeschraubt. Und auch die umfangreichen Elektroabteilungen in den Baumärkten sprechen eine deutliche Sprache: Deutsche Heimwerker sind entweder durchweg Elektrofachkräfte oder setzen sich über die Norm hinweg.

Und weil es zur Realität gehört, dass auch Nicht-Fachkräfte zu Seitenschneider und Schraubendreher greifen, nützen scheinheilige Warnungen wenig. Dieser Artikel liefert daher eine Übersicht über Gefahren (bekannte und unbekannte), die von elektrischem Strom ausgehen, über Schutzmaßnahmen, einschlägige Normen und typische Fehler – ob man sich nach der Lektüre an die Installation einer Deckenleuchte macht, muss jeder selbst entscheiden.

Spannungsbereich

Alltägliche Begegnungen mit Strom finden auf der Niederspannungsebene statt – das ist per Definition der Bereich bis 1000 Volt Wechselspannung. So hoch sind die Spannungen im Haushalt aber nicht: Zunächst gibt es da den Bereich der Kleinspannung, definiert bis 50 Volt Wechsel- und 120 Volt Gleichspannung. Solche Spannungen, so die Annahme, sind bei Berührung für Erwachsene nicht lebensbedrohlich; bei Kindern und Haustieren kann das aber anders aussehen. Nur der Bereich bis 25 Volt Wechsel- und 60 Volt Gleichspannung gilt als gänzlich ungefährlich, auch bei dauerhafter Berührung. Wenn ein Kind damit in Kontakt kommt, nimmt es keinen Schaden. Demnach darf auch ein elektrotechnischer Laie mit solchen Spannungen (etwa an Raspi, Arduino oder Modelleisenbahn) basteln und Notebookhersteller dürfen Netzteile mit 19 Volt und nicht berührungsgeschützten Hohlsteckern bauen. Falls der Hund daran leckt, kribbelt es, tötet aber sicher nicht.

Auf der anderen Seite gibt es Strom aus dem öffentlichen Netz – da misst man in mitteleuropäischen Haushalten Wechselspannungen mit 230 und 400 Volt. Schon diese Tatsache bedarf einiger Erklärung: Im Hausanschlusskasten, also dem Ort, an dem der Netzbetreiber den Strom anliefern, kommen in den bei uns üblichen Netzen drei sogenannte Außenleiter (früher auch Phasen genannt) an, die mit L_1 , L_2 und L_3 abgekürzt werden. Misst man mit einem Spannungsmessgerät die Spannung zwischen einem dieser drei Außenleiter und der Erde, sieht man auf der Anzeige einen Wert von ziemlich genau 230 Volt (die Netzspannung schwankt leicht). Strenggenommen ist aber schon diese vermeintliche Wahrheit (die zum Allgemeinwissen gehört) eine Täuschung. Denn die 230 Volt sind lediglich das Ergebnis der Trägheit des Messgeräts, die im Wechselspannungsnetz zum Tragen kommt. Das europäische

Netz arbeitet mit einer Frequenz von 50 Hertz – zeichnet man die Spannung über die Zeit in ein Diagramm ein, erhält man eine Sinuskurve mit Hoch- und Tiefpunkten bei 325 und -325 Volt. Das sind die höchsten Spannungen, die man in einer Momentaufnahme gegen Erde messen könnte. Wegen seiner Trägheit misst das Messgerät die 325 Volt aber nicht, sondern die sogenannte Effektivspannung von 230 Volt.

Nun gibt es aber nicht nur einen Außenleiter, sondern gleich drei davon – man spricht von Dreiphasenwechselstrom oder Drehstrom. Erklären kann man dessen Eigenschaften am besten, wenn man sich die großen Energieerzeuger vor Augen führt: Das sind Generatoren mit massiven Wellen, die sich in Atom-, Wind-, Kohle- und Gaskraftwerken bewegen. Die Welle wird etwa von Dampf angetrieben, dreht sich und induziert durch die Bewegung nacheinander Spannung in die Spulen des Generators. Aus diesen Spulen führen (vereinfacht ausgedrückt) die drei Außenleiter heraus ins Netz – das Ergebnis sind drei sinusförmige Wechselspannungen, deren Sinuswellen jeweils um 120 Grad

c't kompakt

- Elektrischer Strom, der durch den Körper fließt, ist gefährlich. Daher wurden Schutzmaßnahmen erfunden.
- Einschlägige Normen stellen sicher, dass die Schutzmaßnahmen funktionieren.
- Laut Normen dürfen nur Elektrofachkräfte Arbeiten an elektrischen Anlagen vornehmen. Sie wurden dafür ausgebildet, Schutzmaßnahmen und Gefahren einzuschätzen.

verschoben sind, wie das Diagramm auf Seite 122 zeigt. Bis der Strom aus dem Kraftwerk im Haushalt ankommt, wird er mehrfach in Transformatoren auf niedrigere Spannungsebenen transformiert. Das sogenannte Drehfeld, also die Verschiebung der Wellen, bleibt aber bis zur Niederspannungsebene erhalten. Ihr Haus hängt zusammen mit den Häusern Ihres

Die Gefahren

Elektrischer Strom ist ein universeller Energielieferant für viele Geräte vom Computer bis zum Toaster. Aber der menschliche Körper ist von Natur aus nicht auf dieses Phänomen vorbereitet. So haben wir keinerlei Sinne, um von außen zu erkennen, dass irgendwo eine Spannung anliegt.

Eine Spannung allein ist noch kein Problem für uns – gefährlich wird es erst, wenn ein Strom durch den Körper fließt. Das passiert dann, wenn wir Kontakt mit zwei Polen einer Spannungsquelle haben. Nehmen Sie zum Beispiel einen Draht in die linke und einen in die rechte Hand und liegt zwischen beiden Drähten eine Spannung an, fließt ein Strom quer durch Ihren Körper. Viel häufiger im Alltag ist aber das Szenario, dass eine Spannung zwischen einem Leiter und dem Erdpotential anliegt. Dann reicht es, diesen einen Leiter zu berühren – der Strom fließt durch den Körper zur Erde.

Auf dem Weg durch den Körper richtet der Strom zwei Arten von Schaden an. Auf der einen Seite arbeiten unsere Mus-

keln ganz natürlich mit sehr geringen Steuerspannungen – eine hohe Spannung von außen übersteuert diese und bringt Muskeln zum Kontrahieren. Insbesondere bei Gleichspannungen führt das zu einem problematischen Effekt: Berührt man mit der Hand einen Leiter, können sich die Muskeln so verkrampfen, dass man aus eigener Kraft nicht mehr loslassen kann. Wechselspannung wiederum ist besonders gefährlich, weil sie auch die Steuerspannungen des Herzmuskels übersteuert. Der zuckt dann im Takt der Wechselspannung, die Folge kann tödliches Kammerflimmern sein.

Die zweite Gefahr ist weniger bekannt: Der Strom hat auch eine chemische Wirkung im Körper, die Elektrolyse. Moleküle im Körper werden zersetzt, Eiweiß kann gerinnen. Gefährlich können auch die Verbrennungen an der Eintrittsstelle sein, Blutvergiftungen sind möglich. Besonders tückisch: Manche Folgen treten viel später auf und sind lebensgefährlich – nur ein Arzt kann beurteilen, welche Folgen ein Stromunfall hatte.

Viertels an einem Transformatorhäuschen, aus dem die drei Außenleiter herauskommen.

Dreiphasenwechselstrom

Mit dem Dreiphasenwechselstrom haben Sie zu Hause höchstens in einer Werkstatt zu tun – in Form der roten CEE-Steckdosen (umgangssprachlich Drehstromsteckdose) für 16 oder 32 Ampere, an die man große Maschinen anschließt. Eine rote CEE-Steckdose beinhaltet alle drei Außenleiter, die im Haus ankommen, hier kann man (mit einem geeigneten Messgerät) 400 Volt zwischen zwei beliebigen Außenleitern messen. Der mathematische Zusammenhang zwischen 230 und 400 Volt ist nicht ganz offensichtlich, besteht aber: $230 \text{ Volt} \cdot \sqrt{3}$ ergibt ziemlich genau 400 Volt. Die 3 ist in der Berechnung nicht willkürlich, sie steht für die Anzahl der Außenleiter.

Dass große Maschinen gern mit dreiphasigem CEE-Stecker verkauft werden, hat in der Regel nichts damit zu tun, dass sie 400 Volt zwischen zwei Außenleitern bräuchten. Es geht vielmehr darum, das Drehfeld des Dreiphasenwechselstroms für die eigene Drehung auszunutzen. Ein Dreiphasenmotor ist recht kostengünstig in der Herstellung und läuft sehr effizient.

In Haushaltssteckdosen dagegen findet man immer nur einen einzigen Außenleiter, der in einem der beiden Löcher anliegt. Das andere Loch beherbergt den sogenannten Neutralleiter (N), den man theoretisch (auf keinen Fall ausprobieren!) anfassen könnte, weil er sich auf Erdpotenzial befindet. Das bedeutet genau, was der Name sagt: Das andere Ende des Neutralleiters ist mit dem Erdboden verbun-

den. Der Neutralleiter hat die Aufgabe, den Stromkreis zum nächsten Transformator zu schließen. Der Strom fließt also über den Außenleiter, durch das Endgerät und über den Neutralleiter zurück.

Den einzelnen Leitern in einem Kabel weist die Norm DIN VDE 0100-510 (mit einem Verweis auf DIN VDE 0293-308) Farben zu, damit man sie sicher erkennen kann. Der Neutralleiter ist demnach blau. Für die drei Außenleiter kommen die Farben Braun, Schwarz und Grau infrage – gibt es nur einen, ist der meist braun. Doch Achtung: In Altbauten, die vor 1973 ausgestattet wurden, können die Außenleiter schwarz oder blau sein, der Neutralleiter grau. Das ist tückisch, weil man einen blauen Draht für den Neutralleiter nach neuer Norm halten kann.

Zusätzlich gibt es noch einen weiteren Leiter, der Schutzleiter oder PE genannt wird (Protective Earth). Der muss heute immer grün-gelb sein (ganz früher auch mal rot) und der Draht darf unter keinen Umständen anders verwendet werden. Der PE-Leiter hat den Auftrag, Spannungen gegen Erde abzuleiten, die im Fehlerfall irgendwo anliegen können, wo sie nicht hingehören – er liegt außen an den Federkontakten einer Steckdose an und ist mit metallischen Gehäusen von Endgeräten verbunden. Der PE-Leiter erfüllt eine reine Schutzfunktion, dazu später mehr, und verleiht Schutzkontaktsteckdosen (Schuko-Dosen) ihren Namen.

Netzformen

Als wäre das Dreiphasensystem nicht schon kompliziert genug, gibt es davon auch noch verschiedene Ausprägungen,

sogenannte Netzformen, die zur Abwechslung mal mit französischen Abkürzungen benannt sind.

Insbesondere im ländlichen Raum kommt das TT-Netz teilweise vor. TT steht für terre terre (Erde-Erde). In einem solchen System kommen vier Leiter im Haus an: drei Außenleiter und der Neutralleiter. Der Strom, der über den PE-Leiter fließen soll, muss den Weg durch die Erde nehmen. Dafür erdet man den Transformator mit einem Betriebserder und die angeschlossenen Gebäude jeweils mit einem Anlagenerder.

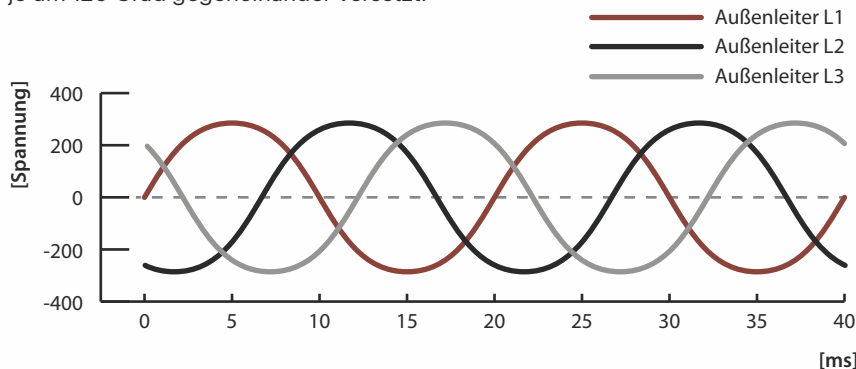
Die häufigste Netzform heißt TN. In einem TN-System (terre neutral) fließt der Strom durch eine Kupferleitung, die direkt mit dem Transformator verbunden ist. Einen Fundamentender baut man dennoch ein und auch der Transformator ist zusätzlich geerdet. Von diesem Netz dürfen zwei Varianten errichtet werden: Im TN-S (terre neutre séparé) kommen insgesamt fünf Drähte im Haus an. Drei Außenleiter, Neutralleiter und ein PE-Leiter. Viel häufiger ist das System TN-C-S (terre neutre combiné séparé). Aus der Straße kommt ein kombinierter PEN-Leiter, der in der Verteilung im Haus in PE und N geteilt wird. Ebenfalls in freier Wildbahn anzutreffen ist das System TN-C, das in Deutschland unter dem Begriff „klassische Nullung“ bekannt ist. Dieses Relikt aus dem letzten Jahrtausend darf seit 1973 nicht mehr in Haushalten errichtet werden, hat trotz massiver Sicherheitsprobleme in Deutschland aber bis heute Bestandsschutz. N und PE kommen als gemeinsamer PEN-Leiter an und werden im Haus nicht getrennt. In der Nachkriegszeit war dieses System populär, weil zwei Drähte (L und PEN) nunmal weniger Kupfer brauchen als drei (L, PE und N). Das Problem: Am Metallgehäuse von Geräten liegt dasselbe Potenzial wie am Nullleiter an. Und das beträgt nur in der Theorie null Volt, kann in der Praxis aber gefährlich höher sein. Eine Umrüstung ist teuer, weil neue Leitungen gezogen werden müssen, aber ein deutlicher Gewinn für die Sicherheit.

FI, RDC, Sicherung, LS

Für die Sicherheit gibt es in elektrischen Anlagen mehrere Sicherheitseinrichtungen. In der Alltagssprache kommt der Begriff Sicherung vor allem in Kombination mit einem Verb vor: rausfliegen. Wenn „die Sicherung rausgeflogen“ ist, tapert man fluchend zum Sicherungskasten in

Dreiphasenwechselstrom

Wechselspannung kann man über die Zeit als Sinuswelle darstellen. In einem Dreiphasenwechselspannungssystem sind die drei Sinuswellen der drei Außenleiter je um 120 Grad gegeneinander versetzt.



In GO we tRUST



**Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**

Die Welt der Softwareentwicklung ist im steten Wandel. Anders als beim Turmbau zu Babel ist die Sprachenvielfalt in der Softwareentwicklung kein Nachteil. Vier Sprachen haben aus unserer Sicht gute Chancen, die nächste Generation zu bilden. IX Developer zeigt Stärken, Schwächen und Anwendungsgebiete dieser Programmiersprachen:

- TypeScript: Wartungsarmer Code dank Typsystem
- Kotlin: Objektorientierte und funktionale Konzepte vereint
- Go: Interfaces, Concurrency und Generics
- Rust: Sicheres Speichermanagement dank Ownership-Modell
- Portofrei für Abonnenten
- Auch im Spar-Set als Heft + PDF + Buch „Rust“

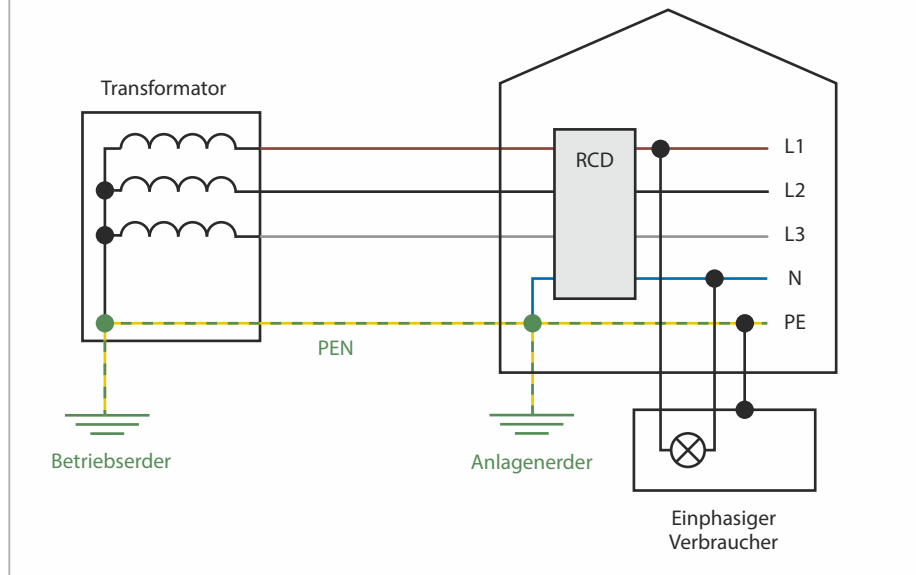
Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 € • Bundle Heft + PDF 19,90 €



shop.heise.de/ix-dev-programmiersprachen22

Das TN-C-S-System

Im TN-C-S-Netz, einem in Deutschland sehr verbreiteten System, kommt neben den drei Außenleitern ein kombinierter PEN-Leiter mit Erdpotenzial im Haus an. Dort wird er mit dem Anlagenerder verbunden und in PE und N aufgeteilt.



der Wohnung oder im Keller, sucht die Übeltäterin und schaltet sie wieder ein. Ganz unbedarfte Anwender beschimpfen sie dann auch noch als „blöde Sicherung“, so als wollte sie die Bewohner ärgern. Als „Sicherung“ wird alles tituliert, was in solchen Kästen in Reih und Glied aufgereiht hängt. Und obwohl technisch sehr ungenau, stimmt diese Alltagsbezeichnung auch – all die Geräte kümmern sich irgendwie um die Sicherheit von Anlage und Anwender; wenn auch auf sehr unterschiedliche Weise.

Zunächst sind da die Leitungsschutzschalter (LS-Schalter). Ihre Aufgabe steckt im Namen: Sie sollen die Leitung schützen, und zwar vor dem Überhitzen. Warm wird eine Leitung immer dann, wenn ein Strom fließt. Jedes angeschlossene und eingeschaltete Gerät, ob defekt oder intakt, verursacht eine Erwärmung. Das ist Physik, kann auch nicht abgestellt werden und ist auch nicht schädlich. Weil auch ein Kupferdraht einen Widerstand hat, fällt auf dem Weg durch die Leitung etwas Spannung ab und es wird ein Teil der Energie in Wärme umgewandelt. Je höher der Strom, der fließt, desto mehr erwärmt sich ein Leiter. Damit dabei nicht ständig die Isolierung der Kabel in Flammen aufgeht, hat sich der Errichter der elektrischen Anlage (also die Elektrofachkraft) an den geltenden Normen orientiert und errechnet, wie hoch der fließende Strom maxi-

mal sein darf. In die Berechnung fließen viele Faktoren ein: zum Beispiel Querschnitt der Leiter, Leitungslänge, Verlegeart (unter Putz oder in Dämmung). Am Ende der Berechnung folgt die wohlüberlegte Entscheidung für einen passenden Leitungsschutzschalter. Gängige Nennströme im Haushalt sind 10, 13 und 16 Ampere. In vielen Fällen sind Leitungen mit Kupferadern, die jeweils 1,5 Quadratmillimeter Querschnittsfläche haben, mit bis zu 16 Ampere belastbar. Daher finden Sie im Baumarkt oft Sonderangebote für Leitungen mit $3 \times 1,5$ oder $5 \times 1,5$ Quadratmillimeter. Starke Verbraucher wie einen Elektroherd schließt man besser mit dickeren Adern an ($2,5 \text{ mm}^2$), die weniger Widerstand haben.

Mit einer einfachen Berechnung kann man ausrechnen, bis zu welcher Leistung (in Watt) ein so abgesicherter Kreis belastet werden darf – man multipliziert einfach den Strom mit der Spannung und erhält die zugehörige Leistung: Ein 16-Ampere-LS-Schalter verträgt bis zu $16 \text{ Ampere} \cdot 230 \text{ Volt}$, also 3680 Watt.

Steckt man also zwei Fritteusen mit je 2000 Watt in zwei Steckdosen auf diesem Kreis, wird der LS-Schalter dauerhaft überlastet und im Inneren erwärmt sich langsam ein Bimetallstreifen, der sich dabei verbiegt. Dadurch bewegt er einen Mechanismus, der unter Federspannung steht (die Sie beim Umlegen des Schalters

aufgebaut haben), und der Automat löst aus. Eine solche Auslösung dauert ihre Zeit – und das soll auch so sein, denn nicht jede kurzfristige Überlast soll gleich zum Abschalten führen. Daher sind Kennlinien spezifiziert, die angeben, in welcher Zeit der Automat bei einer bestimmten Überlast auslösen soll. Wenn Sie also ein Gerät eingeschaltet haben und zum Beispiel 10 Minuten später der Automat auslöst, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass es sich um eine deutliche Überlast handelt. Dann ist es keine gute Idee, einfach etwas zu warten und den Automaten wieder einzuschalten. Das funktioniert zwar für kurze Zeit, weil sich das Bimetall abgekühlt hat, löst aber das Problem nicht – stellen Sie zuvor die Ursache ab, indem Sie den zusätzlichen Verbraucher in einem anderen Kreis einstecken.

Kurzschlussreaktion

Außer dem Bimetallstreifen hat ein LS-Schalter noch eine zweite Auslöseart: die magnetische Kurzschlussauslösung. Ein Kurzschluss tritt auf, wenn im Gerät ein Defekt entstanden ist und der Außenleiter direkten Kontakt mit dem Neutralleiter hat; ganz praktisch kann sich ein Kabel im Inneren gelockert haben. In dem Fall nimmt der Strom den kürzesten Weg, fließt also am eigentlichen Verbraucher vorbei. Der Widerstand ist demzufolge sehr klein, daraus resultiert ein sehr hoher Fehlerstrom. Nicht 10 oder 16 Ampere, sondern 80, 100 oder mehr; Ströme, die man zu Hause definitiv nicht erleben möchte. In einem solchen Fall ist nichts dadurch gewonnen, dass sich ein Bimetallstreifen gemächlich erwärmt und vielleicht nach 20 Minuten mal ans Auslösen denkt. Stattdessen löst der LS-Schalter magnetisch aus – der Strom fließt dafür durch eine Spule, das Magnetfeld bewegt einen Stift und der löst innerhalb von Millisekunden den federgespannten Mechanismus aus. Das typische Fehlerbild für eine Kurzschlussauslösung: Sie stecken oder schalten das Gerät ein und sofort ist der Strom aus, möglicherweise knallt und raucht es auch im Inneren. Auch dann sollten Sie zunächst die Finger vom Sicherungskasten lassen und das Gerät aus der Steckdose ziehen. Bevor es wieder ans Netz darf, muss es von einer Elektrofachkraft untersucht werden.

Die schnelle Abschaltung bewahrt Sie und die Kabel vor Schlimmerem und muss zuverlässig funktionieren. Daher muss derjenige, der die Anlage gebaut und ge-

plant hat, sicherstellen, dass die Bedingungen erfüllt sind, unter denen der LS-Schalter bei Kurzschluss schlagartig magnetisch auslöst: Der Strom im Kurzschlussfall muss richtig schön hoch sein, der Widerstand also möglichst gering. Bei der Inbetriebnahme einer Anlage muss die Fachkraft daher den Netzzinnenwiderstand messen. Ein dafür gebautes Messgerät misst dabei den gesamten Widerstand über den Außenleiter, durch die Straße, bis zum nächsten Trafo, über den Neutralleiter wieder zurück. Damit der LS-Schalter sicher auslöst, muss das Fünffache des Bemessungsstroms im Fehlerfall fließen. Bei einem 16-Ampere-Automaten also 80 Ampere. Um das zu erreichen, muss der Innenwiderstand (inklusive Sicherheitsmarge) kleiner als 2 Ohm sein. Um exakte Werte geht es bei der Messung aber nicht: Wenn die Messung in einer neuen Anlage in der Nähe von 2 Ohm liegt, ist definitiv etwas faul.

Doch nur weil ein Elektriker eine Steckdose korrekt gemessen hat, heißt das

nicht, dass Sie als Anwender garantiert von Überhitzungen geschützt sind. Ein zuverlässiger und gefährlicher Weg, den Innenwiderstand so sehr zu erhöhen, dass ein LS-Schalter bei Kurzschluss nicht mehr auslöst, sind zu lange Verlängerungskabel mit zu dünnem Leiterquerschnitt. Wenn Sie also am Ende des Gartens Strom brauchen und dazu 50 oder 100 Meter überbrücken müssen, verwenden Sie besser Kabel mit hohen Leiterquerschnitten (2,5 mm²). Kabeltrommeln sollten immer abgerollt werden, damit sich die Wärme nicht staut – die meisten haben einen eingebauten Übertemperaturschutz.

Sicher dank RCD

Die zweite Schutzeinrichtung hieß in Deutschland jahrzehntelang FI-Schutzschalter (F für Fehler und I für das Formelzeichen für Strom). Seit einigen Jahren versucht man auch in hierzulande, die international übliche Bezeichnung RCD (Residual Current Device) zu etablieren – außerhalb der Fachwelt noch mit mäßi-

gem Erfolg. Das RCD hat einen anderen Schutzauftrag als der LS-Schalter: Es soll erkennen, wenn in einem Stromkreis weniger Strom über den Neutralleiter zurückkommt als über den Außenleiter fließt. Um zu verstehen, warum das ein Problem ist, stellen Sie sich ein Gerät mit Metallgehäuse vor, zum Beispiel das Netzteil eines Desktop-PCs. Löst sich im Netzteil der Draht für den Außenleiter, kann er im ungünstigen Fall das Gehäuse berühren. Dieser Fehler heißt Körperschluss. Und weil das Netzteil im metallischen PC-Gehäuse eingebaut ist, liegt plötzlich eine Spannung von 230 Volt gegen Erdpotenzial an. Ohne PE und RCD passiert aber zunächst nichts, weil der Desktop-PC auf Gummifüßen steht. Der Anwender würde davon nichts sehen oder riechen und das Gehäuse ahnungslos anfassen. Erst jetzt fließt ein potenziell tödlicher Strom durch seinen Körper Richtung Erde.

Dankenswerterweise gibt es den PE-Leiter. Der ist im Inneren des Netzteils mit allen Metallteilen des Gehäuses verbunden



Zwei Schutzeinrichtungen mit unterschiedlichen Aufgaben: Der Leitungsschutzschalter schützt die Leitungen vor Überhitzung durch Überlast und Kurzschluss. Das RCD (mit dem gelben Testknopf) schützt vor allem Personen vor versteckten Gefahren durch Spannung an Gehäusen.

und leitet die anliegende Spannung mit einem sehr kleinen Widerstand ab. Weil der Mensch, der das Gehäuse berühren könnte, einen wesentlich höheren Widerstand hat (in Beispielrechnungen nimmt man gern 1 Megaohm an), fließt über ihn nur ein sehr geringer Strom. Ein optimaler Zustand ist es aber nicht, wenn über lange Zeit unentdeckt Strom über den PE-Leiter fließt. Im TN-Netz kann in einem solchen Fall der LS-Schalter eingreifen. Weil es sich beim PE-Leiter um eine durchgängige Kupferleitung handelt, ist der Widerstand sehr niedrig, es fließt also ein sehr hoher Strom und es kommt zur Kurzschlussauflösung des LS-Schalters.

Gibt es keine andere Schutzeinrichtung, muss der Elektriker sicherstellen, dass über den PE-Leiter ein ausreichend hoher Strom fließen kann. Dafür führt er eine mit der Netzzinnenwiderstandsmessung verwandte Messung durch, die Schleifenimpedanzmessung. Gemessen wird dabei der Widerstand über einen Außenleiter, durch Straße, Trafo und über den PE-Leiter wieder zurück. Wie beim Netzzinnenwiderstand muss der Wert deutlich kleiner als der Grenzwert sein. Im TT-Netz, in dem der Erdboden als Leiter dient, erreicht man keine ausreichend geringe Schleifenimpedanz und der LS-Schalter schützt nicht zuverlässig beim Körper-

schluss. Aber auch im TN-Netz gibt es gute Gründe, sich nicht allein auf LS-Schalter und einen perfekten PE-Leiter zu verlassen. Eine weitere Schutzeinrichtung muss her.

Schneller Schalter

Hier kommt das RCD ins Spiel. Dieses Gerät hängt im Sicherungskasten und ist in den Stromkreis eingebunden. Durch das RCD werden Neutraleiter und Außenleiter geführt werden – es gibt RCDs für einen und für drei Außenleiter. Der PE-Leiter fließt immer am RCD vorbei.

irgendwo anders abfließt als vorgesehen, zum Beispiel über den PE-Leiter. Der Mechanismus arbeitet sehr schnell (im Millisekundenbereich) und sehr gründlich: Er trennt immer allpolig, also alle Außen- und den Neutraleiter.

Wenn Sie als Anwender beobachten, dass ein RCD auslöst, müssen Sie dem Gerät zunächst dankbar sein. Es hat Sie vor einer unsichtbaren Gefahr geschützt. Bevor Sie es wieder einschalten, müssen Sie unbedingt den Fehler aufspüren. Hat es direkt beim Einstecken eines Geräts ge-

Kennen und anwenden muss man in jedem Fall die fünf Sicherheitsregeln für Arbeiten an elektrischen Anlagen.

Im Inneren befindet sich wie im LS-Schalter eine durch den Nutzer gespannte Federkonstruktion, die nur darauf wartet, dass sie von einem Elektromagneten (einem sogenannten Summenstromwandler) ausgelöst wird. Das ist der Fall, wenn über den Neutraleiter weniger Strom zurückfließt als über die Außenleiter rein – das kann nur dann passieren, wenn Strom

knallt, ist der Fehler lokalisiert – trennen Sie den vermeintlichen Verursacher vom Netz und schalten das RCD wieder in ein. Länger dauert die Fehlersuche, wenn das RCD ohne klaren Anlass auslöst: Vor dem erneuten Einschalten stellen Sie sicher, dass andere Haushaltsmitglieder, vor allem Kinder, sich von sämtlichen elektrischen Gerät fernhalten oder die Wohnung verlassen. Dann gilt es, den Fehler nach und nach einzugrenzen: Immer wieder einschalten und nach und nach verdächtige Geräte vom Netz trennen, bis das RCD nicht mehr auslöst. Zu einem RCD können immer mehrere LS-Schalter gehören und in einem gut beschrifteten Kasten findet man leicht heraus, welche das sind. Anstatt gleich alle Stecker zu ziehen, kann man zum Einkreisen des Fehlers auch die LS-Schalter nacheinander ausschalten. Wichtig: Einfach so und ohne Anlass löst ein RCD in der Regel nicht aus, irgendwo wird es ein defektes Gerät geben. Auch Feuchtigkeit in Schaltkästen, Steckdosen und Geräten kann Fehlerströme verursachen. Sind alle Stromkreise aus oder alle Stecker gezogen und das RCD löst immer noch aus, ist es Zeit, den Elektriker zu rufen.

Eine Prüfung kann und soll der Laie alle sechs Monate selbst durchführen: Die Testtaste des RCD betätigen. In seltenen (aber durchaus nicht unmöglichen) Fällen kann es sein, dass das Gerät hängt. Dann muss ein Elektriker sich der Sache annehmen.

Obwohl ein RCD zweifelsfrei Leben rettet, ist er in Deutschland nicht Pflicht



Die Spannungsfreiheit muss man mit einem zweipoligen Spannungsprüfer feststellen. Der Markenname DUSPOL ist zum Gattungsbegriff für solche Messgeräte geworden.

in allen Endstromkreisen. Seit 1984 muss er in Badezimmern mit Badewanne oder Dusche installiert sein, seit 2009 in allen Stromkreisen. Das Problem: Auch hier besteht Bestandsschutz, solange die Anlage nicht verändert wird. Auch Vermieter werden nicht gezwungen, ihre Anlagen auf den aktuellen Stand zu bringen.

Vermeidbare Fehler

Mit diesem Wissen über Gefahren und Schutzeinrichtungen können Sie vor allem einschätzen, welche Fehler es zu vermeiden gilt. Und die Probleme beginnen schon, bevor Sie zum Schraubendreher greifen. In Haushalten geht eine nicht zu unterschätzende Gefahr von Mehrfachsteckdosen aus – und insbesondere von hintereinandergesteckten. Die Funktion von LS-Schalter und RCD ist am Ende einer Verlängerungskaskade nicht mehr garantiert. Billige Mehrfachstecker sind oft mit sehr dünnen Leiterquerschnitten angebunden und erwärmen sich bei hohen Lasten, lange bevor die Leitung in der Wand oder der LS-Schalter warm werden. Insbesondere Heißgeräte (wie Fritteusen, Waffeleisen und Bügel-eisen) gehören immer direkt in eine fest installierte Steckdose.

Sobald man den Tätigkeitsbereich des Laien verlässt und etwa eine Lampe anschließt, muss man sich der Gefahren bewusst sein – bevor man irgendeine Abdeckung öffnet. Kennen und anwenden muss man in jedem Fall die fünf Sicherheitsregeln für Arbeiten an elektrischen Anlagen, wobei die ersten drei Regeln bei Arbeiten im Haus ausreichen:

1. freischalten,
2. gegen Wiedereinschalten sichern,
3. Spannungsfreiheit feststellen,
4. erden und kurzschließen,
5. benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken.

Vor jeder (!) Arbeit an einer Anlage muss die Spannung abgeschaltet werden. Dazu reicht es ausdrücklich nicht aus, zum Beispiel den Lichtschalter umzulegen. Es kommt durchaus vor, dass ein Lichtschalter falsch installiert wurde und dieser statt dem Außenleiter den Neutraleiter schaltet. Dann geht die Lampe zwar auch aus, der Außenleiter ist aber weiter unter Spannung. Als zusätzliche inoffizielle Regel können Sie sich noch merken:

0. niemandem vertrauen.

Nicht nur Lichtschalter können falsch angeklemmt sein, auch die Farbzuordnung

muss nicht so sein, wie die aktuelle Norm verlangt – Idioten (und Sparfüchse), die zum Beispiel den grün-gelben Draht als Außenleiter missbraucht haben, gibt es überall. Besonders vorsichtig müssen Sie in Altbauten sein.

Zum Freischalten legt man den LS-Schalter oder den Schalter des RCD um. Der zweite Schritt ist ebenso wichtig: Sobald die Wahrscheinlichkeit besteht, dass eine andere Person die Schalter wieder umlegen könnte, muss man diese informieren und ein großes Schild über die Sicherungen hängen: „Nicht schalten! Entfernen dieses Schildes nur durch ...“ Eine Vorlage zum Ausdrucken und laminieren finden Sie über ct.de/ytfg.

Litzen darf man nicht blank in Lüsterklemmen einsetzen und auch nicht mit Lötzinn verzinnen und dann verschrauben.

Anschließend wird die Spannungsfreiheit festgestellt – und zwar mit einem zweipoligen Messgerät (siehe Seite 126). Ein einpoliger Spannungsprüfer, der umgangssprachlich Phasenprüfer genannte Schraubendreher mit der Glimmlampe, genügt ausdrücklich nicht. Ihn darf man nur einsetzen, um zum Beispiel in der Steckdose den Außenleiter zu identifizieren. Gründe gegen den Phasenprüfer gibt es mehrere: Das Glimmlicht ist in hellen Räumen schnell übersehen und wer zum Beispiel auf einer Leiter mit Gummifüßen steht, ist möglicherweise so gut isoliert, dass sie nicht glimmt.

Aber auch das zweipolige Messgerät muss man bedienen können: Dessen Funktion muss man unbedingt vorher an einer Spannungsquelle überprüfen. Um ganz sicherzugehen, misst man zum Beispiel die Drähte für den Anschluss einer Deckenlampe einmal vorm Freischalten und einmal danach. Erst wenn man sicher ist, dass wirklich zwischen allen Leitern keine Spannung anliegt, dürfen die Arbeiten beginnen. Die Regeln 4 und 5 muss man in Niederspannungsnetzen nur sehr selten anwenden – als elektrotechnischer Laie hat man es mit solchen Spezialfällen nicht zu tun.

Erst nach diesen Schritten darf man sich ans Anklemmen der Deckenleuchte machen. Und auch da warten diverse Tü-

cken: Laien nehmen zum Beispiel gern fälschlich an, dass es egal sei, wo bei einer Lampe mit Schraubfassung N und L angeklemmt werden – es sei ja schließlich Wechsellspannung. Doch nur wenn man die Lampe richtig herum (wie beschriftet) anschließt, ist sichergestellt, dass das Gewinde mit N und der Fußkontakt mit L verbunden ist. Das Gewinde kann man beim Wechseln des Leuchtmittels nämlich durchaus versehentlich berühren – daher darf es nicht unter Spannung stehen.

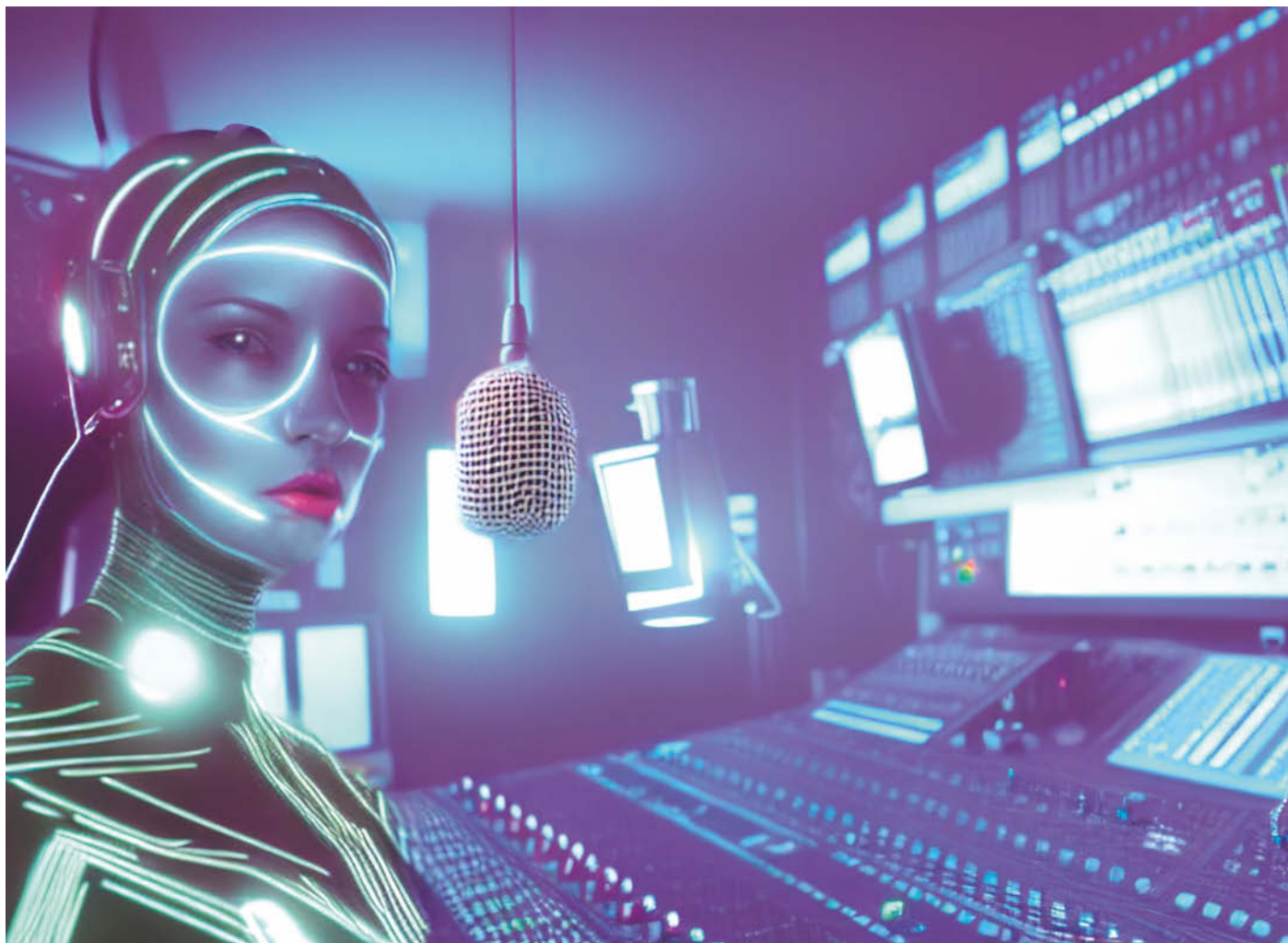
Der zweite beliebte Fehler: Hängelampen sind meist mit flexiblen Kabeln ausgestattet, die Leiter bestehen also nicht aus einem massiven Kupferstrang, sondern aus feinen Drähten. Solche Litzen

darf man nicht blank in Lüsterklemmen einsetzen und auch nicht mit Lötzinn verzinnen und dann verschrauben. Damit die Verbindung jahrelang einen niedrigen Widerstand hat und keine Kriecheffekte auftreten, muss vorm Einführen in eine Lüsterklemme eine passende Aderendhülle mit einer Crimpzange aufgedrückt werden. Alternativ verwendet man ausdrücklich dafür zugelassene Federklemmen für feindrähtige Leiter, nach einem deutschen Hersteller oft Wago-Klemmen genannt, wohlgemerkt passend zum jeweiligen Leiterquerschnitt und Spannungsbereich.

Fazit

Strom, der durch Ihren Körper fließt, kann Sie töten – deshalb hat sich die Menschheit wirksame Schutzeinrichtungen überlegt, die sich über Jahrzehnte bewährt haben. Die Normen, die regeln, wie elektrische Anlagen aussehen sollen, sind also keine Schikane, sondern sollen sicherstellen, dass Schutzeinrichtungen zuverlässig funktionieren. Das sollten Sie stets bedenken, wenn Sie von der Norm abweichen wollen und als Laie Hand anlegen. Niemals und unter keinen Umständen dürfen Sie unter Spannung arbeiten. Das machen auch Fachkräfte nur in sehr seltenen und gut begründeten Ausnahmefällen. (jam@ct.de) **ct**

Normen: ct.de/ytfg



Klon am Mikrofon

Was synthetische Stimmen leisten

KI-Verfahren für die Sprachtechnik machen gerade rasante Fortschritte. Inzwischen lassen sich synthetische Stimmen nach dem Vorbild der Stimme einer echten Person anfertigen – mit verblüffenden Ergebnissen. Die Kollegen von heise online probieren das gerade praktisch aus.

Von Dorothee Wiegand

Von Montag bis Freitag liefert der News-Podcast „Kurz informiert“ von heise online die wichtigsten IT- und Tech-News. Die Stimme in den dreiminütigen Sendungen ist regelmäßigen Hörern bestens vertraut: Isabel Grünewald spricht die Kurznachrichten mit ihrer charakteristischen Sprachmelodie und ihrer klaren und sympathischen Stimme. Mitte September bekam sie Verstärkung durch eine mithilfe von KI erzeugte künstliche Sprecherkollegin. Rund 2,5 Stunden Audiomaterial, das Grünewald für das Projekt aufgezeichnet hatte, waren das Ausgangsmaterial. Daraus generierten Sprachspezialisten von Aflorithmic Labs die neue, syntheti-

sche Stimme, deren Charakteristik möglichst dicht am Vorbild sein sollte.

Matthias Lehmann, Chief Operating Officer des auf Audioproduktionen spezialisierten Start-ups, erklärt: „Wir haben Textschnipsel und Satzfragmente verwendet, die in den Nachrichten bei heise online häufig vorkommen.“ Die 2,5 Stunden Audiomaterial waren dabei wenig im Vergleich zu dem, was etwa für kommerzielle synthetische Stimmen verwendet wird. „Das können bis zu 40 Stunden sein“, erklärt Lehmann, der betont, dass das Projekt mit heise online bisher ein reines Demo-Projekt sei: „Wir wussten, dass es noch nicht perfekt klingen würde.“

Auf GitHub findet man bereits allerlei Open-Source-Systeme, mit denen sich eine synthetische Stimme im heimischen Bastelprojekt erzeugen lässt. Traditionell heißt dieser Bereich der Sprachtechnik „Text-to-Speech“, kurz: TTS. Mit Programmierprojekten wie Larynx oder Mimic3 (siehe ct.de/y1t1) können Anwender mit ausreichend Python-Kenntnissen

ein TTS-Modell nach dem Vorbild der eigenen Stimme erzeugen. Dessen Qualität steht und fällt mit der Sorgfalt beim Training, das je nach verwendeter Hardware mehrere Tage bis Wochen dauern kann.

Komplettlösung für die Audioproduktion

Aflorithmic bietet seinen Kunden fertige TTS-Modelle, sowohl von der Stange als auch maßgeschneidert. Der Service geht aber darüber hinaus. „Wir wollen mehr sein als eine Firma, die Stimmen klonet. Mit der Aflorithmic-Infrastruktur werden Audioproduktionen skalierbar“, erklärt Lehmann. Eine enge Kooperation verbindet Aflorithmic mit der Düsseldorfer Content-Automatisierungsplattform Storyflash. Die Kunden von Storyflash sind Medienunternehmen, die Social-Media-Posts etwa auf Instagram oder Pinterest veröffentlichten oder professionelle Nachrichtenpodcasts produzieren möchten.

Technisch steht hinter dem Angebot die Aflorithmic-Plattform API.audio. Im ersten Schritt fügt der Anwender den gewünschten Text in das System ein und ergänzt Parameter, über die sich etwa Einzelheiten zur Betonung festlegen lassen. Im zweiten Schritt folgt die Umsetzung des geschriebenen Textes mit einer individuell angefertigten Stimme oder einer der rund 600 TTS-Stimmen unterschiedlicher Anbieter, die Aflorithmic in 60 Sprachen im Programm hat.

Im dritten Schritt, der sogenannten Production, wird der Text um Musik und sonstige Soundeffekte ergänzt. Die Kunden können dabei eigene Jingles oder auch O-Töne, beispielsweise von Politikern, hochladen. Im vierten und letzten Schritt gelangt das Ergebnis der Audioproduktion automatisch dorthin, wo die Zielgruppe es hört. Das können, wie im Fall der Audionachrichten, Podcast-Hoster sein. Aflorithmic arbeitet dafür unter anderem mit dem deutschen Anbieter Julep über APIs zusammen.

Bereits seit November 2021 produziert die Hessische/Niedersächsische Allgemeine (HNA), eine Tageszeitung für den Bereich Nordhessen und Südniedersachsen, auf diese Weise täglich ihren mit synthetischer Stimme gesprochenen „HNA Nachrichtenüberblick“. Er wird rund 5000 Mal pro Tag abgespielt. Laut der Leiterin des Digital-Newsdesks der HNA, Marie Klement, lässt sich so eine Podcast-Folge in etwa 10 bis 15 Minuten produzie-

ct kompakt

- Synthetische Stimmen, für die echte Sprecher das Ausgangsmaterial liefern, lassen sich mit KI so gut trainieren, dass sie sehr nahe ans Vorbild herankommen.
- Solche Kunststimmen sind bereits für Nachrichtensendungen und in Filmen im Einsatz, sie lassen sich lizenzieren und anschließend im Rahmen der Vertragsbedingungen beliebig verwenden.
- Mit dem Einsatz der synthetischen Stimmen sind knifflige juristische Fragen verbunden, weshalb die Beteiligten Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung sowie die Vergütung vertraglich festlegen sollten.

ren und veröffentlichen. Die Akzeptanz der HNA-Hörer sei gut, berichtet Klement. 70 bis 75 Prozent der Nutzer hörten die Nachrichten bis zum Ende an.

Einstein reloaded

Zusammen mit dem neuseeländischen Unternehmen Uneeq erweckte Aflorithmic 2021 den Nobelpreisträger Albert Einstein wieder zum Leben. Uneeq ist auf KI für Dialogsysteme spezialisiert, samt der Gestaltung von Avataren und virtuellen Zwillingen echter Personen. Weil Uneeq keine Sprachtechnik im Portfolio hat, nutzten die Neuseeländer im ersten Anlauf eine deutsche Synthetikstimme, die sie englischen Text sprechen ließen. Das Ergebnis klang jedoch weder authentisch, noch war es gut zu verstehen.

An diesem Punkt kam Aflorithmic ins Spiel. Die Sprachspezialisten begannen damit, Videos und Filmdarstellungen des genialen Physikers zu analysieren. Nach-

dem feststand, wie Tonfall und Sprachmelodie der Einstein-Stimme ausfallen sollten, wählten sie einen amerikanischen Sprecher aus, der sie mit dem passenden deutschen Akzent nachbilden konnte. Auf der Grundlage von zwei Stunden Audiomaterial entstand innerhalb von einem Monat die Stimme für „Digital Einstein“ (siehe ct.de/y1t1). Das Projekt soll die Fähigkeiten moderner, KI-gestützter Dialogsysteme demonstrieren.

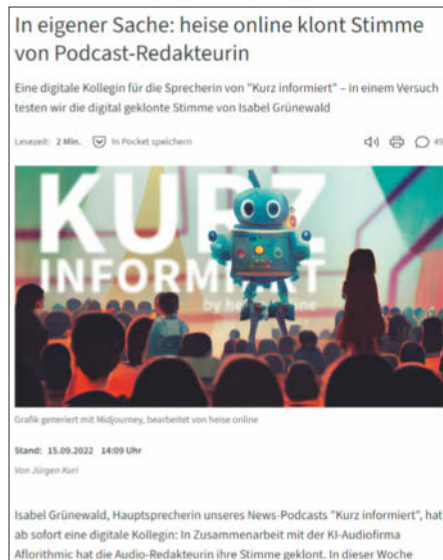
Digitale Isabel

In der Woche vom 12. bis zum 16. September war es bei heise online soweit: Jeweils am Vormittag veröffentlichten die Kollegen eine zusätzliche Sonderausgabe von „Kurz informiert“, in der erstmals die nach dem Vorbild von Isabel Grünewalds Stimme und Sprechweise entwickelte KI-Stimme zum Einsatz kam. Diese Vormittagsausgaben endeten mit der von der echten Grünewald gesprochenen Anmerkung: „Na, haben Sie's gemerkt? Das war natürlich nicht wirklich ich, Isabel Grünewald, sondern eine KI-Version von mir, die wir von heise online gemeinsam mit Aflorithmic erstellt haben.“ Anschließend bat sie die Hörer um Kommentare und Meinungen zum Test der neuen Stimme.

In den Mails an kurzinformiert@heise.de kommen Verblüffung und Neugier, aber auch eine gewisse Skepsis gegenüber der synthetischen Stimme zum Ausdruck. Ein besorgter Hörer schreibt: „Ich höre Ihre Sendung jeden Tag und heute Morgen ist mir sofort aufgefallen, dass etwas anders war. Ich dachte erst, es ginge Ihnen nicht gut.“ Ein anderer kann sich nicht vorstellen, der KI-Stimme täglich zuzuhören: „Wenn der Podcast immer von Maschinen gesprochen würde, würde mich das zu sehr irritieren und ich würde ihn wahrscheinlich nicht mehr hören. Das fände ich wirklich schade.“ „Das Original ist mir lieber“, schreibt ein weiterer Hörer, meint jedoch, die synthetische Stimme sei



Besucher der Website „Digital Einstein Experience“ stellen einer virtuellen Einstein-Figur auf Englisch Fragen, die diese mit einer speziell angefertigten Stimme beantwortet.



Am 15. September informierte eine heise-online-Meldung in eigener Sache über das TTS-Projekt.

„für zwischendurch, um die Sprecher/-innen zu entlasten, gut geeignet“.

Mitunter kritisieren Hörer von TTS-Stimmen eine gewisse Atemlosigkeit. Das war auch bei den Reaktionen der „Kurz informiert“-Hörer der Fall: „Es hat – wie soll man das beschreiben? – das Vorhandensein eines funktionierenden Brustkorbes merklich gefehlt“, schreibt ein Hörer. Ein anderer drückt es so aus: „Es ist kein Einatmen zu hören. Je mehr eine künstliche Stimme einer natürlichen Stimme ähnelt, desto mehr leidet der Zuhörer mit, wenn kein Luftholen zu vernehmen ist.“ Die folgende Hörerreaktion fasst den Tenor der Rückmeldungen recht gut zusammen: „Insgesamt funktioniert die Nachahmung erstaunlich gut, ist aber auch noch deutlich vom Original und, noch wichtiger, vom entspannten Zuhören entfernt.“

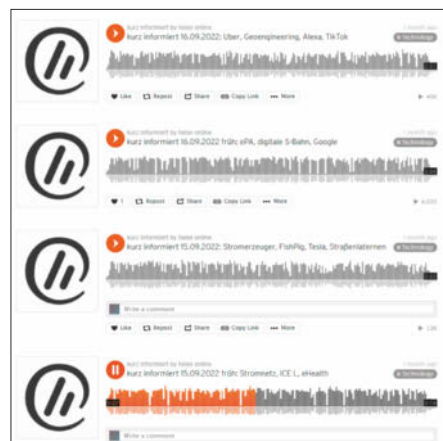
Stimme als Ausdrucksmittel

Aus Sicht professioneller Sprecher gibt es bei synthetischen Stimmen noch weitere Probleme. Christina Puciata, erste Vorsitzende des Verbands deutscher Sprecher:innen: „Für uns Sprecher ist es eine Horrorvorstellung, dass mit der eigenen Stimme beliebige Dinge gesagt werden könnten, Rechtsradikales oder Anstößiges zum Beispiel.“ Nach Ansicht von Puciata, die selbst als Sprecherin für Nachrichtensendungen und Hörbuchprojekte arbeitet, ist längst nicht alles schlecht, was durch die Technik möglich wird. TTS könne in Filmen sinnvoll zum Einsatz kommen, erklärt sie und verweist auf das Beispiel des

inzwischen 91-jährigen US-amerikanischen Schauspielers James Earl Jones, der in den Star-Wars-Filmen im englischen Original jahrzehntelang der Figur Darth Vader seine Stimme verlieh. Obwohl sich der Schauspieler nun zur Ruhe gesetzt hat, wird seine Stimme dem Star-Wars-Bösewicht erhalten bleiben. Jones hatte einem Stimm-Klon zugestimmt, der von dem ukrainischen Start-up Respeecher mit Material aus bisherigen Star-Wars-Episoden geschaffen wurde.

Auch als Hilfsmittel für Sehbehinderte habe die TTS-Technik durchaus ihre Berechtigung, fügt Puciata hinzu, fragt aber auch: „Mit wievielen künstlichen Stimmen wollen wir leben?“ Die Stimme ist aus ihrer Sicht das persönlichste Ausdrucksmittel des Menschen. „Wo tief Menschliches von Robotern übernommen wird, da verarmt unsere Gesellschaft“, warnt Puciata. Hinzu käme das Risiko von Missbrauch mit Kunststimmen, an die die Zuhörer sich gewöhnt haben. Medienunternehmen seien oft das Ziel von Cyberangriffen. „Wenn sich die Hörer erst einmal an Roboterstimmen gewöhnt haben, dann könnten mögliche Angreifer mithilfe einer synthetischen Stimme beliebige Nachrichten verbreiten, ohne Verdacht zu wecken“, so ihre Befürchtung.

Kollegen, die Audioaufnahmen für eine TTS-Stimme machen wollen, empfiehlt sie, einen Rechtsanwalt hinzuzuziehen und immer darauf zu achten, dass sich der Gerichtsstand für etwaige juristische Auseinandersetzungen in Deutschland befindet. „Unser Berufsstand lebt von den Nutzungsrechten. Ich rate jedem, bei Vereinbarungen mit dem Auftraggeber sehr



Auf Soundcloud gibt es die „Kurz informiert“-Nachrichten zum Nachhören. So lassen sich die mit TTS-Stimme gesprochenen Podcasts leicht mit denen der echten Isabel Grünewald vergleichen.

genau hinzuschauen. Es muss gelten: „Die Nutzung bestimmt den Preis.“

Juristisches Neuland

Aus rechtlicher Sicht berührt ein TTS-Sprachmodell nach dem Vorbild einer realen Person sowohl Fragen des Urheberrechts als auch den Datenschutz und das Persönlichkeitsrecht. Ähnlich wie bei Bildern gibt es das „Recht an der eigenen Stimme“, das in erster Linie deren Wiedererkennbarkeit betrifft. Sie wird im Rahmen des allgemeinen Persönlichkeitsrechts geschützt, auf dessen Basis eine Nutzung der Stimme verhindert werden kann. Joerg Heidrich, Justiziar und Datenschutzbeauftragter bei Heise Medien, stellt klar: „Hier sieht Paragraph 201 des Strafgesetzbuches sogar eine Freiheitsstrafe bis zu drei Jahren für den Fall vor, dass jemand das nichtöffentlich gesprochene Wort eines anderen auf einen Tonträger aufnimmt oder eine so hergestellte Aufnahme gebraucht oder einem Dritten zugänglich macht“.

Ein Schutz nach dem Urheberrecht setzt eine gewisse Schöpfungshöhe mit hinlänglicher Komplexität der Aussage voraus. Bei längeren und insbesondere künstlerischen Aussagen würde die mühe los erreicht, erklärt Heidrich: „In diesem Fall benötigt der Nutzer der Aufnahmen eine Lizenz für deren Nutzung von dem Sprecher.“ Außerdem könnte die eigene Stimme, falls davon eine TTS-Kopie angefertigt wird, auch datenschutzrechtlich geschützt sein. „Dies setzt nach Artikel 4 der DSGVO voraus, dass es sich um Daten handelt, die eine Identifizierung einer natürlichen Person ermöglichen. Es kommt also entscheidend darauf an, ob man eine Person anhand ihrer Sprechweise erkennen kann“, fasst Heidrich zusammen.

In einer Entscheidung aus dem Jahr 2020 (Az. VK -B1-10/19) hat die Berliner Vergabekammer (VK Berlin) dies verneint. Begründet wurde die Entscheidung damit, dass eine Identifizierung allein anhand der Stimme nicht möglich sei. Auch reiche „die fiktive Möglichkeit einer Identifizierung“ nicht aus, um ein Datum als personenbezogenes Datum zu qualifizieren, welches Pflichten nach der DSGVO auslöst. Heidrich sieht das anders: „Diese Einschätzung überzeugt nicht – wie schon ein Blick auf berühmte Stimmen von Schauspielern oder Synchron- und Radiosprechern beweist, deren Stimmen sofort zu erkennen sind.“

Im Mai 2021 machte die kanadische Synchronsprecherin Beverly Standing mit

einer Klage gegen den TikTok-Mutterkonzern Bytedance von sich reden. 2018 hatte sie einen Auftrag für ein „Institute of Acoustics“ in Schottland übernommen; laut Auftraggeber sollten ihre dafür angefertigten Aufnahmen für ein chinesisches Übersetzungssystem verwendet werden. Im November 2020 erkannte Standing in der Stimme der Text-to-Speech-Funktion von TikTok einen Klon ihrer eigenen Stimme. In ihrer Klage warf sie der Videoplattform nicht nur vor, ohne Erlaubnis eine synthetische Version ihrer Stimme verwendet zu haben. Sie klagte auch wegen Rufschädigung, weil sie der Ansicht war, dass über TikTok auch beleidigende und anstößige Dinge öffentlich zu hören waren – gesprochen mit einer Stimme, die ihrer eigenen sehr ähnlich ist.

TikTok tauschte unmittelbar nach Bekanntwerden der Vorwürfe seine weibliche englische TTS-Stimme aus. Inzwischen ist der Rechtsstreit beigelegt. Offenbar vereinbarten die Parteien Stillschweigen über den Ausgang. Standing sagte gegenüber amerikanischen Medien allerdings, dass sich die Klage für sie gelohnt habe. Wer ihre geklonte Stimme künftig rechtmäßig verwenden möchte, kann dafür eine Lizenz erwerben. Die Sprecherin vermarktet sie zum einen über Aflorithmic, zum anderen über den US-amerikanischen Sprachspezialisten VocaliD.

Vereinbarung notwendig

Schon aufgrund einer drohenden Strafbarkeit wegen der Nutzung von Aufnahmen rät Heidrich Auftraggebern unbedingt, mit dem Sprecher vor Beginn eines KI-Projekts eine Vereinbarung zu treffen, welche die rechtlichen Fragen klärt und auch die Sorgen des Betroffenen über einen möglichen Missbrauch seiner Stimme aufnimmt. Die Vereinbarung sollte neben den Grundlagen der Erlaubnis und der Vergütung für die Nutzung auch die genauen Einsatzbereiche und -grenzen enthalten.

Mit Grünewald hat der Heise-Verlag eine solche Vereinbarung geschlossen. Diese gilt erst einmal für den Zeitraum, in dem sie im Unternehmen beschäftigt ist. Sollte sie das Unternehmen verlassen, muss neu verhandelt werden. Die jetzige Regelung enthält auch ein „Vetorecht“ für Grünewald, mit dem sie über die Nutzung ihrer Stimme mitentscheiden kann.

(dwi@ct.de) **ct**

Stimmebeispiele: ct.de/y1t1

Isabel Grünewald über ihre synthetische Stimme

c't: Was waren Deine ersten Gedanken, als das Projekt begann?

Isabel Grünewald: Im ersten Moment fand ich es toll und spannend. Ich glaube, es ist ganz schwer, sich vorzustellen, wie das ist, wenn man plötzlich die eigene Stimme hört, die Dinge sagt, die man eben nicht selbst gesprochen hat. Davon hatte ich vorher auch keine Vorstellung.

c't: Wie hast Du den Prozess erlebt?

Grünewald: Für die Synthetisierung konnte ich nicht so sprechen, wie ich es normalerweise tue. Ich sollte eher gleichförmig und neutral sprechen, was nicht meiner Natur entspricht. Die erste Web-App zur Aufnahme funktionierte nicht so gut und musste überarbeitet werden. Arbeit, die ich bereits in die Aufnahmen gesteckt hatte, waren zum Teil verloren. Also, „mühsam“ trifft es für den Anfang vielleicht ganz gut.

c't: Wie denkst Du jetzt darüber – eher spooky oder eher eine Arbeitserleichterung?

Grünewald: Einen News-Podcast zusammenzustellen, zu schreiben, einzusprechen und zu schneiden, geht bei mir immer noch schneller, wenn ich es selbst mache. Für meine Vertretungen kann es schon sein, dass es mit der passenden App dann eines Tages schneller geht. Es ist insofern spooky, als dass die Stimme zum einen vertraut, aber auch ganz fremd ist.

c't: Was empfindest Du, wenn Du Deinem Stimm-Klon beim Sprechen zuhörst?

Grünewald: Das ist ganz schwer zu beschreiben. Vielleicht passt der Vergleich mit einer VR-Brille ganz gut. Ich weiß, dass die Szenerie um mich herum nicht echt ist und trotzdem denkt mein Hirn, dass die Achterbahnfahrt zum Beispiel echt ist und mir wird im Looping leicht übel. So ähnlich ist das mit der Stimme. Gerade weil sie meiner Stimme in vielem so ähnelt und dann wiederum so seltsam fremd ist.



Bild: Roland Schneider Photographie

Isabel Grünewald spricht täglich die „Kurz informiert“-Nachrichten. An der Entwicklung einer synthetischen Stimme nach ihrem Vorbild ist sie intensiv beteiligt.

Ich habe bei der Produktion oft gemerkt, dass ich quasi sauer auf mich selbst war, weil ich etwas so unsinnig betont habe. Gerade, wenn man jahrelang beim Radio gearbeitet hat und seine eigene Stimme extrem gut kennt, weil man sie eben tagtäglich über Kopfhörer ganz nah hört, ist es befremdlich, wenn man darauf kaum noch Einfluss hat.

c't: Machst Du Dir Sorgen, dass mit Deiner geklonten Stimme Dinge gesagt werden könnten, die Du nie sagen würdest?

Grünewald: Ja, das tue ich tatsächlich. Schlagworte wie Fake News und Deep Fakes sind in unserem Alltag präsent. Und natürlich mache ich mir Sorgen, dass dieses Stimm-Modell gestohlen und missbraucht werden könnte.

Wer weiß, welche Entwicklungen es in den nächsten Jahren oder Jahrzehnten gibt, in denen die Stimme eine Rolle spielt. Vor gar nicht so langer Zeit war Gesichtserkennung noch etwas für James-Bond-Filme, heute steckt das in jedem Handy. Deshalb habe ich auch darum gebeten, dass die Stimme leicht verändert wird, bevor wir weitermachen. Dann klingt sie eher wie mein Cyberswilling, aber eben nicht ganz wie ich. Diese Unterscheidung ist mir sehr wichtig.

Gefährliche Offenheit

Online-Handelsregister lädt zum Datenmissbrauch ein

Ein neues staatliches Online-Portal hat den Zugang zum Handelsregister erleichtert. In den dort hinterlegten Geschäftsunterlagen stehen allerdings auch sensible persönliche Daten. Unternehmen protestieren dagegen – jetzt will die Regierung das rechtliche Dilemma lösen.

Von Jo Bager

Seit dem 1. August lassen sich die Einträge im Handels-, Genossenschafts-, Partnerschafts- und Vereinsregister kostenlos per Webformular abrufen. Das klingt erst einmal wie eine gute Nachricht, nach mehr Transparenz. So kann sich ein Unternehmen leichter über eine Firma informieren, mit der es ein Geschäft anbahnt. Journalisten können so einfacher den Beteiligungsstrukturen dubioser Firmen hinterher recherchieren.

Die Öffnung der Register hat allerdings einen Schönheitsfehler. Die jetzt wesentlich einfacher als bisher zugänglichen Geschäftsunterlagen enthalten auch viele sensible Informationen etwa über Geschäftsführer und Vereinsvorstände. Es lohnt sich, einmal genauer hinzuschauen, was bei der Umstellung des Handelsregisters schiefgelaufen ist. Der Vorgang ist ein gutes Lehrstück darüber, was passieren kann, wenn man einen Prozess digitalisiert, ohne alle Konsequenzen zu berücksichtigen.

Pflichteintrag

Das Handelsregister ist ein öffentliches Verzeichnis mit Einträgen zu Gewerbebe-

trieben und anderen Unternehmen, das auf eine lange Rechtstradition aufbaut. Es enthält zu jeder Firma unter anderem Informationen über den Sitz, die Niederlassungen, die Rechtsform, das Grund- oder Stammkapital, den Namen des Geschäftsinhabers, eine Liste der Gesellschafter und den Gesellschaftsvertrag.

Dass das Handelsregister öffentlich einsehbar ist, soll Sicherheit und Transparenz im Geschäftswesen schaffen. Für viele Unternehmensformen ist ein Eintrag daher obligatorisch. Ähnliche Register gibt es für Genossenschaften, Partnerschaften – also Zusammenschlüsse von Angehörigen freier Berufe – und Vereine. Die Einträge in diese Register nehmen die Amtsgerichte vor.

„Öffentlich einsehbar“ bedeutete bis vor Kurzem: Das Amtsgericht Hamm diente als zentrale Onlineauskunft der deutschen Registergerichte. Wer eine Auskunft haben wollte, musste sich dort per Fax registrieren und für viele Auskünfte auch

Gebühren entrichten. Die von den Unternehmen beim Handelsregister eingereichten Dokumente lagen auch bisher schon in elektronischer Form vor, also als Scans in Form von Bilddateien oder als PDF-Dateien.

Es hat sich also gar nicht viel verändert durch die Umstellung: Man muss jetzt keine Gebühr mehr pro Auskunft bezahlen und sich nicht mehr registrieren, kann also anonym über ein Online-Formular Handelsregistrauszüge abrufen. Das Portal stellt die angeforderten Dokumente zum Download bereit.

Verbesserung mit Nebenwirkungen

Die ersten Reaktionen auf diese Vereinfachung waren positiv. Die Datenschutzaktivistin Lilith Wittmann wollte sofort mit der Entwicklung einer Programmierschnittstelle beginnen, über die man auch aus Programmen heraus auf die Handelsregistereinträge zugreifen kann.

Es kam dann allerdings anders. Schnell fiel einigen Nutzern auf, dass man in vielen Datensätzen Daten mit Missbrauchspotenzial findet. So sind in etlichen Dokumenten Unterschriften nicht geschwärzt. Es finden sich private Anschriften im Klartext, häufig werden Geburtstage genannt. Bei Schriftsätzen von Vereinen sind auch persönliche Kontonummern im Klartext enthalten und bei Bestätigungen von Notaren sind zum Teil die Verifikationsnummern des Personalausweises enthalten.

Auch vor dem 1. August waren all diese Informationen bereits zugänglich. Es war nur mit Gebühren und wesentlich

Im Prinzip eine gute Sache: Im „gemeinsamen Registerportal“ kann sich jedermann über Firmen informieren.

mehr Aufwand verbunden, sich den Zugang dazu zu beschaffen. Die neue Zugriffsmöglichkeit gibt den Daten des Handelsregisters leider auch in einer unbeabsichtigten Hinsicht eine neue Qualität: Denn dass man jetzt schnell, einfach, in großem Stil und anonym Daten abgreifen kann, dürfte die Einträge auch für Betrüger und andere Angreifer interessant machen.

Wolfgang Steiger, Generalsekretär des CDU-Wirtschaftsrats, sagte dazu dem Handelsblatt: „Das ist ein unermesslicher Datenschatz für Identitätsdiebstahl, Fake-Accounts und Fake-Bestellungen. So schaffen wir gerade nicht mehr Akzeptanz für die Digitalisierung.“ Der Vorsitzende der Deutschen Vereinigung für Datenschutz, Frank Spaeing, verlangte daher: „Bis die Registerauskunft datenschutzkonform umgesetzt ist, muss die Online-Plattform abgeschaltet oder zumindest im Zugang wieder beschränkt werden.“

Regierung ist alarmiert

Wer zunächst versuchte, etwas gegen die Veröffentlichung seiner Daten zu unternehmen, biss auf Granit. So hatte der Leser Björn Dietz, Mitglied im Vorstand eines kleinen Sportverbands, bei der nordrhein-westfälischen Datenschutzbehörde Beschwerde eingelegt – Nordrhein-Westfalen, weil das dortige Justizministerium die neue Online-Auskunft im Auftrag der Länder betreibt. Die Datenschützer schrieben ihm mit Verweis auf eine Reihe einschlägiger Gesetze: „Dass personenbezogene Daten aus dem Register für jedermann abrufbar sind, dient auch der Transparenz im Rechtsverkehr und ist daher gesetzlich vorgeschrieben.“ Sollte er weiterhin einen Verstoß rügen oder einen Anspruch geltend machen wollen, sei das für ihn zuständige Registergericht zuständig, „soweit rechtlich möglich“.

Allerdings gibt es im Einzelfall wenig rechtlichen Spielraum, denn beim Handelsregister ist alles bis ins Detail geregelt. Ein Beispiel: Notare müssen in der Regel gemäß der Dienstordnung für Notarinnen und Notare (DONot) bei Urkunden (also etwa Gesellschafterverträgen) die Anschriften von natürlichen Personen mit angeben. Davon können sie nur in Ausnahmefällen abweichen, nämlich dann, wenn es zum Schutz gefährdeter Beteiligter erforderlich ist. „Dies stellt eine sehr hohe Hürde dar und ist in der Praxis kaum einmal erfüllt“, meint die Bundesnotarkammer auf Anfrage von c't.



Die Datenschutzaktivistin Lilith Wittmann hat Daten aus dem Handelsregister analysiert. Ihrer Einschätzung nach lassen sich die Datenschutzprobleme nicht mit einfachen technischen Mitteln beheben, twitterte sie.

Bundesjustizminister Marco Buschmann (FDP) verspricht nun, das rechtliche Dilemma bei dem staatlichen Online-Portal aufzulösen und personenbezogene Daten bestmöglich zu schützen, ohne dabei das Handelsregister in seiner Funktion zu gefährden. Wie er gegenüber dem Handelsblatt sagte, sollen online künftig nur noch die unbedingt notwendigen Informationen einsehbar sein. Buschmanns Ministerium (BMJ) bemüht sich, wie es heißt, um eine rechtliche Klarstellung. Hierfür sei es nötig, mit den Justizverwaltungen der Bundesländer sowie der Bundesnotarkammer zusammenzuarbeiten. Immerhin gilt es, außer der Handelsregisterverordnung auch die DONot anzupassen, für die wiederum die Bundesländer zuständig sind.

Unter anderem soll nun bereits beim Einreichen von Dokumenten zur Veröffentlichung im Handelsregister eine Schranke greifen: Diese dürften keine Privatadressen, Unterschriften oder Ausweiskopien mehr enthalten. Zudem sollen die bereits online gestellten Datensätze bereinigt werden. Laut BMJ sind die Bundesländer für den konkreten Inhalt des Handelsregisters verantwortlich – sie sollten, wie die „Zeit“ berichtet, geeignete Verfahren einsetzen, um die nicht online-tauglichen Dokumente „im Register aufzuspielen und eine Bereinigung zu veranlassen“. Technisch gesehen ist das eine sehr anspruchsvolle Aufgabe. So geht Lilith Wittmann etwa davon aus, dass man in eingescannten Dokumenten enthaltene kritische Informationen, beispielsweise

Unterschriften, nicht einfach automatisiert per OCR entdecken und ausblenden könne. Wittmann hatte einen mehrere Dutzend GByte großen Testsatz mit Daten von Berliner Unternehmen heruntergeladen, um zu überprüfen, welche schutzwürdigen Daten im Handelsregister stehen und wie man damit umgeht.

Patentlösung gesucht

Ohnehin dämpft das BMJ Hoffnungen, datenschutzrechtlich relevante Informationen sauber wegfiltern zu können: Bestimmte personenbezogene Daten, so heißt es, seien zum Schutz und zur Transparenz des Rechtsverkehrs im Handelsregister unabdingbar und somit auch weiterhin von jedermann online einzusehen. Das betreffe etwa Daten natürlicher Personen, die als Vertretungsberechtigte für ein Unternehmen eingetragen sind.

Das neue Portal kostenloserhand abzuschalten, kommt jedenfalls nicht infrage. Der Bund hat es gesetzlich verankert und setzt damit die sogenannte Digitalisierungsrichtlinie (EU) 2019/1151 um. Gefragt sind also Nachbesserungen – nach denen forscht das BMJ derzeit unter Hochdruck. Immerhin schrieb uns das Ministerium bereits in einer Mail vom 9. September: „Dem BMJ ist ein konkreter Fall von Missbrauch der in den Handelsregister-Dokumenten enthaltenen personenbezogenen Daten bislang nicht bekannt geworden.“ Na dann. (jo@ct.de) **ct**

Einschätzung von Lilith Wittmann:
[ct.de/y6y9](https://www.ct.de/y6y9)



„Unsere Projekte sind schon ein bisschen crazy“

Interview mit Rafael Laguna, Chef der Bundesagentur für Sprunginnovationen

Rafael Laguna de la Vera sucht für die Bundesregierung nach Innovationen, die Deutschlands Wohlstand langfristig sichern – und darf dafür voraussichtlich eine Milliarde Euro ausgeben. Im c’t-Interview erklärt er, warum er staatliche Förderung für unverzichtbar hält und für welches Projekt er gern weitere 250 Millionen Euro hätte.

Von Arne Grävemeyer und Christian Wölbart

c’t: Herr Laguna, als Direktor der Bundesagentur für Sprunginnovationen sollen Sie in diesem Jahrzehnt eine Milliarde Euro Steuergeld ausgeben. Liegen Sie manchmal nachts wach und denken darüber nach, was passiert, wenn Sie keinen einzigen Treffer landen und das Geld komplett versenken?

Rafael Laguna de la Vera: Ich glaube, es wird sogar ordentlich mehr als eine Milliarde werden. Deswegen schlafe ich aber nicht schlecht. Ich schlafe schlecht, weil man bei Sprunginnovationen einen langen Atem braucht. Man weiß erst, ob es eine wird, wenn sie sich entfaltet. Das ist wie bei einem Blumensamen. Ich glaube, wir werden vor Ablauf der 10 Jahre schon gute Ergebnisse zeigen. Aber es ist nicht garantiert bei diesen Themen. Manchmal dauert es auch 20 Jahre. Und ein solch langer Atem ist nicht immer eine Stärke des politischen Systems.

c’t: Was ist für Sie eine Sprunginnovation?

Laguna: Eine Innovation mit einer großen Erfindungshöhe und weltverändernder Wirkung. Da wir Steuergeld ausgeben, achten wir darauf, dass diese Veränderungen positiv für eine größtmögliche Zahl von Menschen sind. Internet, Handy, Wassertoilette, Fahrrad – das sind alles Sprunginnovationen, die das Leben der Menschen verbessert haben.

c’t: Und wie wollen Sie solche Innovationen finden?

Laguna: Wir gewichten Sprunginnovationspotenzial. Dafür haben wir einen Katalog mit rund 90 Kriterien, die typischerweise bei Sprunginnovationen vorhanden sind. Aber um zu wissen, ob das Potenzial sich auch entfaltet, muss man es machen. Und schauen, wie die Innovation in die Welt einschlägt.

c't: Mehr Sprunginnovationen, das klingt immer gut – aber warum sollte eine staatliche Agentur diese fördern, anstelle des freien Marktes?

Laguna: Es gibt erfolgreiche Vorbilder wie die US-Agentur DARPA. Mit DARPA-Geld ist zum Beispiel Fairchild Semiconductor groß geworden, und Intel, und wie sie alle heißen. Das heißt, ohne staatliches Geld gäbe es das Silicon Valley nicht. Oder wenn wir auf heute schauen: Die staatliche Agentur NASA hat Großaufträge an SpaceX vergeben für Produkte, die das Unternehmen noch gar nicht hatte. Elon Musk als Hyperkapitalist hat das nur machen können, weil er sehr viel Staatsgeld hatte.

c't: Jetzt sind Sie auf der anekdotischen Ebene unterwegs. Es gibt auch Gegenbeispiele: Facebook und Google hatten keine Staatsfinanzierung, sondern privates Risikokapital.

Laguna: Die ganze Finanzierungskette vom Venture Capital bis zum Börsengang existiert nur wegen der staatlichen Instrumente. Auch in den USA mögen private Investoren keine frühtechnologischen Risiken mit hohen Investitionen in Hardware. Die DARPA reduziert diese Risiken für die privaten Investoren und der Staat füllt als Großekäufer die Auftragsbücher. Das ist eine geölte Maschine, die in den USA seit 65 Jahren läuft. Wir füllen ebenfalls diese vorkommerzielle Finanzierungslücke bei Deep-Tech-Innovationen.

c't: Sie trauen sich also an Dinge heran, die für Venture Capital zu lang dauern und zu riskant sind. Was wäre in diesem hochriskanten Geschäft eine gute Erfolgsquote?

Laguna: Wenn wir in zehn Jahren nur eine einzige Sprunginnovation finden, dann hat sich das für den Steuerzahler mehr als gelohnt. Wir haben natürlich größere Ambitionen. Aber wenn alle Projekte erfolg-

Rafael Laguna de la Vera

Der gebürtige Leipziger gründete mit 16 sein erstes Software-Start-up und baute in der Folge viele weitere Tech-Unternehmen mit auf, darunter die Open-Xchange AG, die Clouddienste für E-Mail und Office entwickelt. Von 2008 bis 2020 führte er Open-Xchange als CEO. Seit 2020 leitet er gemeinsam mit Berit Dannenberg die Bundesagentur für Sprunginnovationen – kurz Sprind. Er sieht sich als Technikoptimist und will „das ‚German Angst‘-Gen durch ein Mut-Gen ersetzen“. Die Bundesregierung hatte 2018 beschlossen, die Agentur zu gründen. Sie soll in den ersten zehn Jahren rund eine Milliarde Euro in die Weiterentwicklung neuer Techniken investieren.

reich werden, müssen wir uns fragen, ob wir genug Risiko eingegangen sind. Wir wollen Innovationen finden, die unseren Wohlstand in den nächsten 100 Jahren sichern.

c't: Sie waren früher privater Tech-Investor, jetzt investieren Sie als Chef einer staatlichen Agentur. Welche Unterschiede erleben Sie?

Laguna: Da weiß ich gar nicht, wo ich anfangen soll. Zum Beispiel ist mein Einkommen deutlich niedriger als vorher. Man muss das also auch wirklich wollen. Und

das Geld zu geben. Dafür brauchen wir das Sprind-Freiheitsgesetz.

c't: Sie haben einmal gesagt, dass Sie sich dieses Gesetz von der Politik spätestens bis Jahresende wünschen. Wird das klappen?

Laguna: Mir wurde sogar gesagt, dass das Gesetz noch vor der Sommerpause kommen sollte. Aber wahrscheinlich wird es dieses Jahr nicht mehr verabschiedet.

c't: Sind Ihnen schon Innovatoren abgesprungen, weil denen die Sache mit der Tochter-GmbH zu kompliziert war?

Laguna: Ja. Wir konnten zwei Drittel der Großfinanzierungen, die wir gerne gemacht hätten, nicht abschließen, unter anderem aufgrund der Anforderung, eine spezielle GmbH zu gründen.

c't: Wenn Sie Millionen für ein Projekt geben wollen, entscheiden Sie das mit Ihren fachlichen Experten allein oder brauchen Sie grünes Licht von der Politik?

Laguna: Wir sind zum Glück unabhängig von der Politik. Unser Aufsichtsrat mit Vertretern der Ministerien stimmt nur darüber ab, ob wir unsere Prozesse eingehalten haben, er entscheidet nicht inhaltlich über die Projekte. Aber natürlich kritisieren Ministerien unsere Projekte häufig – zum Beispiel, weil wir höhere Risiken eingehen als sie selbst.

„Wenn sich nicht irgendeiner tierisch über ein Sprind-Projekt aufregt, dann ist es wahrscheinlich keine Sprunginnovation.“

in der Wirtschaft kommt es selten vor, dass man mehr Geld hat, als man ausgeben kann. Beim Staat ist es so: Wenn das Budget erst mal beschlossen ist, ist es gar nicht so einfach, es verwaltungskonform auszugeben. Zum Beispiel müssen wir, wenn wir Millionenbeträge vergeben wollen, aus rechtlichen Gründen eine Tochter-GmbH der Sprind gründen. Die erhält dann ein Darlehen und schließt mit der Gesellschaft der Gründerinnen und Gründer eine Forschungsk Kooperation. Das ist kompliziert. Es wäre einfacher, ihnen direkt

Wir machen einen kleinen Scherz daraus, der aber einen ernsten Kern hat: Wenn sich nicht irgendeiner tierisch über ein Sprind-Projekt aufregt, dann ist es wahrscheinlich keine Sprunginnovation. Unsere Projekte sind schon alle ein bisschen crazy. Zum Beispiel das Gixel-Team, das an einer Augmented-Reality-Brille arbeitet. Da sagen natürlich alle: Wie wollt Ihr da besser sein als Meta, Google, Apple? Wir haben schon eine Idee, wie wir da besser sein können. Die können wir nur nicht öffentlich erzählen.

c't: An dem Gixel-Projekt arbeiten laut Webseite elf Leute. Darüber kann ein Mark Zuckerberg doch nur lachen.

Laguna: Die Teams, die wirklich was reifen, haben selten mehr als 20 Leute. Und mir fehlt ein bisschen die Fantasie, wie Mark Zuckerberg 50 Milliarden für sein Metaverse verballert. Wenn man sich die Kern-Entwicklungstruppe von SpaceX anschaut: Hans Königsmann, Gwynne Shotwell ... das war ein Mini-Team. Und was man von außen nicht sieht, ist, dass Gixel extern Millionenaufträge vergibt. Das Projekt hat die kritische Masse für den vorkommerziellen Bereich.

c't: Trotzdem: Reichen 15 Millionen Euro im Jahr wirklich, wenn man eine Sprunginnovation will? Müssten es nicht zumindest manchmal eher 100 Millionen sein?

Laguna: Es gibt ein Projekt, für das wir in den ersten zwei Jahren eine Viertelmilliarde bräuchten. Die habe ich aber nicht im Budget.

c't: Worum geht es da?

Laguna: Um den Radio-Access-Network-Bereich, also um 5G, 6G. Da versuchen im Moment die Amerikaner, die proprietären Netzwerke von Huawei, Ericsson und Nokia aufzubrechen. Das nennt sich Open RAN, hat mit Offenheit aber nichts zu tun. Da geht es darum, eine Basisstation, mit Ausnahme der Antenne, zu virtualisieren, mit Schnittstellen für proprietäre Software. Das ändert alles, weil damit plötzlich die US-Hyperscaler auch Basisstationen betreiben können.

Und der einzige Weg, das aufzuhalten, ist, noch disruptiver als die Disruptoren zu sein. Was wir brauchen, könnte man

als Linux der RANs bezeichnen: Eine quelloffene Software-Implementierung von 5G und 6G. Dann könnte die europäische Industrie auch in Zukunft die Netzbetreiber ausstatten und unsere digitale Souveränität stärken.

c't: Sie heben also hiermit den Finger, dass Sie weitere 250 Millionen von der Politik brauchen?

Laguna: Ja. Es ist nicht so leicht, 250 Millionen Euro zu finden. Aber immerhin steht im Koalitionsvertrag bereits, dass die Bundesregierung ein europäisches Open-Source-5G/6G-Konsortium initiieren will. Ich vermute, das geht auf unsere Vorschläge zurück.

c't: Welche Linie verfolgen Sie beim Thema digitale Souveränität? Welche Technik von den Amerikanern sollte Europa nutzen, und wo müssen wir unabhängig sein?

Laguna: Erst einmal bin ich ein großer Freund von Lieferketten und gegenseitigen Abhängigkeiten, weil das friedensstiftend ist. Aber ich bin auch Realpolitiker genug, um zu sagen: Das ist alles keine Kuschelveranstaltung. Der Kern der Sache ist, dass man wissen können muss, was die Technik macht. Dass nicht heimlich Daten abfließen. Das müssen wir erreichen.

c't: Steckt dieser nationale oder europäische Gedanke auch in Ihren Auswahlverfahren? Fördern Sie nur deutsche Unternehmen?

Laguna: Unsere Sprintf-Challenges sind immer europaweit. Beim Wettbewerb zu New Computing Concepts haben wir auch Israel, Schweiz und die USA zur Teilnahme eingeladen, weil die in dem Bereich halt was draufhaben. Wenn wir in die Großfinanzierung gehen, gründen wir eine GmbH in Deutschland, und der Schwerpunkt sollte auch in Deutschland sein. Da sind wir schon ein bisschen deutsch. So locken wir die Firmen nach Europa, damit sie hier groß werden.

Wenn ich mir die Welt malen könnte, müsste Sprintf ein europäisches Projekt sein. Gerade entstehen in anderen EU-Ländern ähnliche Agenturen. Mit denen werden wir uns verzahnen, und dann können wir uns die Bälle zuspielen. (cwo@ct.de) **ct**

Sprintf-Projekte: ct.de/ym9w

Die Sprintf-Projekte

Über die Sprintf-Webseite wurden in den vergangenen beiden Jahren über 1000 Projektvorschläge eingereicht. In rund 45 Fällen hat die Agentur „Validierungsaufträge“ im Wert von 100.000 bis 200.000 Euro vergeben, damit die Bewerber ihre Ansätze vorantreiben können. Hält die Agentur einen Ansatz für vielversprechend, gründet sie eine Projekt-GmbH und fördert diese mit bis zu 15 Millionen Euro pro Jahr. Aktuell gibt es sechs solcher Projekte:

- **Gixel/Viaholo** entwickelt einen „neuartigen technischen Ansatz für eine Augmented-Reality-Brille“ speziell für Videokonferenzen. Dabei sollen Nutzer den Eindruck haben, ihr Gesprächspartner sitze im gleichen Raum. Die Brille soll aber leichter sein als die AR-Brillen etwa von Meta.
- **Microbubbles** arbeitet an einem System, das Gewässer mithilfe winziger Luftbläschen (Durchmesser 10 bis 50 Mikrometer) von Mikroplastik und anderen Schwebstoffen befreien soll. Bei der Aufbereitung von Abwasser hat sich das Verfahren schon etabliert, aber das Projektteam will damit künftig zum Beispiel auch Seen und Flüsse reinigen.

- **PRInnovation** forscht an einem Wirkstoff gegen die Alzheimer-Krankheit, der, oral verabreicht, neurotoxische Proteinverbände im Gehirn zerlegt. Den Start einer klinischen Phase-II-Studie peilt PRInnovation für 2023 an.
- **Beventum** plant Windkraftanlagen mit einer Nabenhöhe von „bis zu“ 300 Metern, die dank ihrer Höhe besonders stetig und günstig Strom produzieren. Die ersten beiden Prototypen sollen bis 2025 entstehen.
- **Pleodat** entwickelt eine NoSQL-Datenbank namens CortexDB, die mit schemafreier Struktur vielfältige Daten zusammenführen und Abfragen ohne Expertenwissen ermöglichen soll.
- **Nanogami** arbeitet an biologischen Diagnose-Chips, mit denen man komplexe Vorsorgeuntersuchungen zu Hause durchführen können soll – etwa zur Früherkennung von Krebs (weiterführende Infos zu allen Projekten: ct.de/ym9w).

Außerdem führt Sprintf zurzeit vier Wettbewerbe durch. Dabei arbeiten die Teilnehmer an neuartigen Computerarchitekturen, an Langfrist-Energiespeichern ohne kritische Rohstoffe, an Systemen für die Entfernung von CO₂ aus der Atmosphäre und an antiviralen Wirkstoffen.

Wir schreiben Zukunft.



35 %
Rabatt

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

mit-tr.de/testen



mit-tr.de/testen



leserservice@heise.de



+49 541/80 009 120



Bild: FIFA

Nichts als die VARheit

Fußball-WM mit Spielertracking: zwischen Abseitserkennung und Big (Data) Business

Die umstrittene WM in Katar wird eine WM der Daten – lukrative Nachnutzung garantiert. Den Weg dahin ebnet die FIFA mit einer datengestützten und -sammelnden halbautomatischen Abseitserkennung. Die Grenzen zwischen Realität und Virtuellem verschwimmen damit zunehmend, der Fußball konstruiert sich sein eigenes Metaverse.

Von Andrea Trinkwalder

Für den internationalen Fußballverband FIFA arbeitet jetzt auch eine künstliche Intelligenz. Leider ist es keine, die sportlich und menschlich akzeptablere Gastgeberländer für die nächsten Großereignisse vorschlägt, sondern eine, die rein Spiel- und kommerziell orientiert ist: Die KI wird künftig den Videoschiedsrichtern assistieren, indem sie Spieler und Ball auf Schritt und Tritt verfolgt – und bei Abseitsverdacht Alarm schlägt. Nebenbei sammelt sie auch fleißig Daten für die lukrative Zweit-, Dritt- und Viertverwertung. Unabhängig vom fragwürdigen Austragungsort Katar lohnt deshalb ein Blick auf die Technik, weil diese gekommen ist, um auch nach dieser WM

zu bleiben. Allein deshalb, weil sie den Funktionären einige sprudelnde Einnahmequellen erschließen dürfte.

Bei dem konkret anstehenden Update für den Video Assistant Referee (VAR) handelt es sich um eine Kombination aus sensorgestütztem und optischem Trackingsystem, das die Abseitserkennung deutlich verbessern und beschleunigen soll. Es wertet die Positionen von Spielern und Ball in Echtzeit aus und bereitet das für die Entscheidung relevante Bildmaterial grafisch auf: mit automatisch generierten Positionslinien sowie Markierungen an den abseitsverdächtigen Körperteilen der beteiligten Spieler.

Stadion als 3D-Scanner

Anhand solcher maschinell angereicherter Videobilder sollen die menschlichen Assistenten in den Schiedsrichterkatakomben deutlich schneller und besser als bisher beurteilen können, ob tatsächlich eine regelwidrige Abseitsstellung vorliegt. Damit auch das Publikum im Stadion die Entscheidung nachvollziehen kann, werden die vom System errechneten Positions- und Kameradaten anschließend in 3D visualisiert, um die Szene direkt auf den Stadionmonitoren aus unterschiedlichen Blickwinkeln zeigen und erklären zu können. Weil die Technik nur potenziell verdächtige Spielerkonstellationen ermitteln, diese aber nicht gemäß der Regeln interpretieren kann, spricht die FIFA von halbautomatischer Abseitserkennung (Semi-automated Offside Technology, SAOT).

Mit der Hardware von gestern ist das nicht zu leisten, weshalb Spielstätten und sogar der Ball ordentlich aufgerüstet werden mussten: Im WM-Ball „Al Rihla“ verborgen sich Sensoren. Das Spielfeld umrahmen 12 bis 24 Antennen, die deren Signale empfangen. Und in luftiger Höhe unter dem Stadionsdach beobachtet ein Ring aus zwölf Videokameras das Geschehen. Sie sammeln exakte Positionsdaten fürs Echtzeit-Spielertracking, die ein paar clevere Algorithmen auswerten und am Ende in virtuelle Szenen umsetzen. Damit mutieren die Fußballarenen zu gigantischen 3D-Scannern – und zu gigantischen Produktionsstätten für Spiel- und Spielerdaten, die die FIFA nun selbst monetarisieren kann: bei Medien, Vereinen, Spielerberatern, fürs Scouting und die Trainingssteuerung sowie die lukrative Zweitverwertung in interaktiven Spielen.

Kein Robo-Schiri

Zurück zur Technik selbst, die schließlich das Fundament des künftigen Datensegens bildet: Bis dato muss ein Schiedsrichter-Assistent bei Abseitsverdacht die entscheidenden Frames selbst suchen und darin manuell Linien ziehen, um die Positionen der Spieler relativ zueinander und zum Ball beurteilen zu können. Kritiker bemängelten, dass das rein videogestützte System schon aus technischen Gründen keine ausreichend präzisen Daten liefert, um den Zeitpunkt des Abspiels sowie die Spielerkoordinaten exakt zu bestimmen: Die Bildwiederholrate von 50 Frames pro Sekunde reiche dafür schlicht nicht aus. Und erst kürzlich konnten Wissenschaftler der Universität Bath nachweisen, dass

ct kompakt

- Der Video Assistant Referee trackt Spieler und Ball und schlägt bei Verdacht auf Abseits Alarm.
- Innerhalb von Sekunden steht eine virtuelle Simulation der Spielszene mit Hilfslinien parat, die dem Schiedsrichter bei seiner Entscheidung hilft.
- KI hilft, Körperextremitäten der Spieler in unübersichtlichen Spielsituationen zuzuordnen.

Menschen dabei den Abspielzeitpunkt im Schnitt 132 Millisekunden zu spät ansetzen, siehe ct.de/yshn. In einem dynamischen Spiel wie Fußball kann sich die Situation während dieser Zeitspanne komplett geändert haben.

Vor allem bei engen Konstellationen gestaltete sich das gesamte Prozedere vom Verdacht bis hin zur Entscheidung recht zäh. Dem Fußball-Dachverband zufolge verstrichen beim alten VAR im Schnitt 70 Sekunden bis zur Entscheidung, im Extremfall konnten es aber auch mal 5 Minuten sein. So viele lange Pausen zum Chips- und Getränkeholen brauchen nicht mal Fußballfans. Mit der neuen Methode soll es nur 15 bis 25 Sekunden dauern. Noch weiter lässt sich die Zeit laut FIFA nicht drücken, obgleich die SAOT das fragliche Bildmaterial binnen 5 Sekunden liefert. Dieses muss aber in jedem Fall von

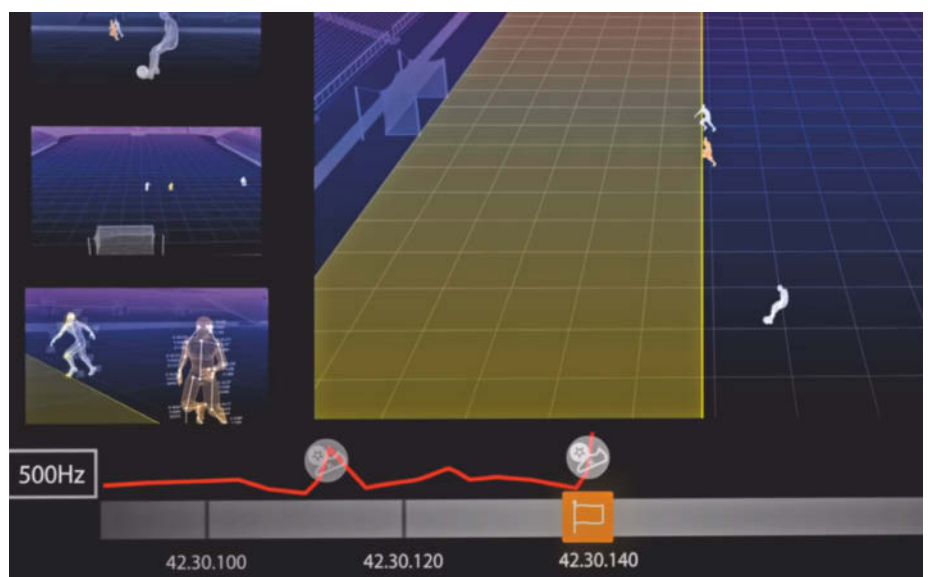
einem Menschen gesichtet werden, weil die Technik nur Abseitsstellungen identifiziert, aber nicht jede Finesse des Regelwerks interpretieren kann (siehe Kasten).

Außerdem handelt es sich zum Teil um ein statistisches, vorhersagengestütztes System, das vermutlich nicht in jeder turbulenten Spielsituation verlässlich funktioniert. Unsere Fragen zu technischen Details wie etwa die verwendeten Trainingsdaten und Algorithmen ließ die FIFA unbeantwortet, weshalb wir die grobe Funktionsweise und potenzielle Schwächen des SAOT lediglich anhand von Forschungsarbeiten und öffentlich verfügbarem Material der beteiligten Firmen nachvollziehen konnten.

Das Eckige muss ins Runde

Wo sich der Ball befindet und was mit ihm geschieht, protokolliert dieser selbst – beziehungsweise das neue „Connected-Ball“-System von Kinexon und Adidas. Das Münchner Start-up, an dem auch BMW beteiligt ist, hat eine spezielle Sensoreinheit entwickelt, die wiederum Adidas so im Inneren seines WM-Balls „Al Rihla“ verspannt hat, dass sich die Roll- und Flugeigenschaften des Spielgeräts nicht ändern. Das 14-Gramm-Kästchen, bestehend aus einem Ultrabreitbandsensor (UWB) und einem Bewegungssensor (inertial measurement unit, IMU), sitzt mittig im ledernen Rund.

Dabei funkt die UWB ihre Positionsdaten 100-mal pro Sekunde und die mit Beschleunigungs- und Neigungssensoren ausgestattete IMU 500-mal pro Sekunde



Die halbautomatische Abseitserkennung trackt Ball und Spieler mit Zehenspitzen-Genauigkeit und schlägt bei potenziell regelwidrigen Konstellationen Alarm.



Virtuelle Zeitlupe für die Stadion-Leinwand: Anhand der Tracking-Daten wird eine 3D-Animation gerendert, um dem Publikum strittige Szenen zu erläutern.



Die Bewegungssensoren sind so im WM-Fußball AI Rihla aufgehängt, dass sie das Flugverhalten des Balls nicht beeinflussen.

an das ums Spielfeld platzierte Local Positioning System (LPS). Laut Kinexon kann damit die Position des Balls mit mindestens 10 Zentimeter Genauigkeit berechnet werden. Entscheidend für die Genauigkeit der Abseiterkennung ist, dass die Beschleunigungs- und Neigungssensoren den Abspielzeitpunkt unmittelbar anhand der Erschütterung messen und übermitteln. Damit entfällt das fehleranfällige visuelle Abschätzen anhand von Videobildern.

Die Spieler hingegen bekommen weder Sensoren eingepflanzt noch aufgeklebt, sondern werden mit optischen Trackingverfahren auf Schritt und Tritt verfolgt und bis in die Schuhspitzen vermessen. Dazu dienen die zwölf Kameras im Stadiondach, die die Szene aus unter-

schiedlichen Blickwinkeln aufzeichnen. Objekterkennungsalgorithmen vermessen anhand der Bilder 29 wichtige Körperpunkte der Spieler und bilden daraus künstliche Skelette, um Positionen zentimetergenau bestimmen und Bewegungen visualisieren zu können.

Die Technik wurde von der Sony-Tochter Hawk-Eye entwickelt und unter dem Namen SkeleTrack auf der diesjährigen CES vorgestellt; an Entwicklung und Tests waren laut FIFA das MIT Sports Lab, die ETH Zürich sowie die Victoria University beteiligt. Unsere Fragen zu technischen Details von SkeleTrack ließen FIFA und Hawk-Eye unbeantwortet. Wie KI-gestütztes Gliedmaßentracking prinzipiell funktioniert und was man davon (nicht) erwarten kann, können wir

aber anhand wissenschaftlicher Arbeiten recht gut nachvollziehen: Was die FIFA als „Limb Tracking“ bezeichnet, firmiert darin in der Regel unter dem Fachbegriff Pose Estimation.

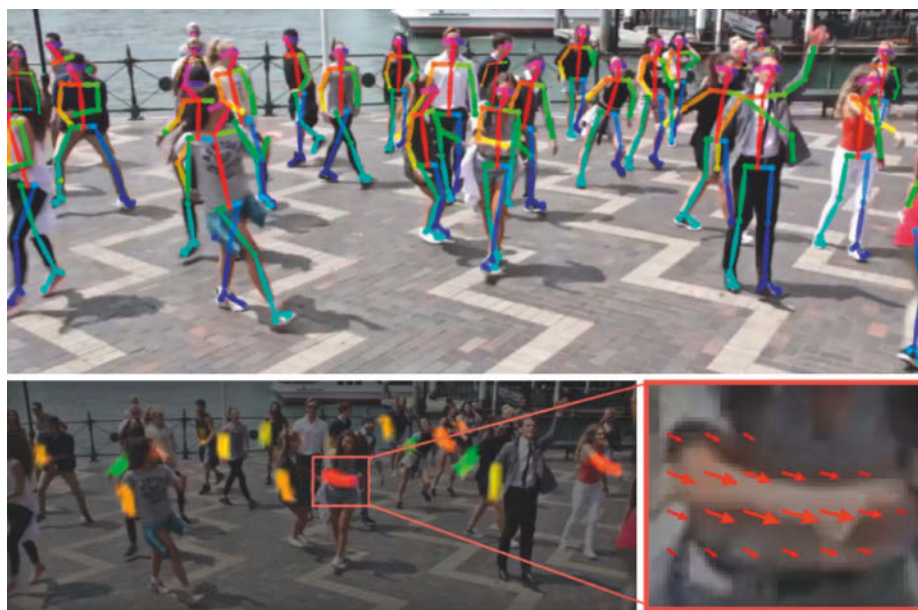
Zehenspitzentracking

Prinzipiell lassen sich menschliche Gliedmaßen durch Wearables und aufgeklebte Sensoren schnell und präzise einfangen. Solche markergestützten Methoden bewähren sich schon seit Langem in Training und Diagnostik (siehe Artikel auf S. 144), eignen sich aber nicht für den flächendeckenden Einsatz in Wettbewerben: Man denke nur an den Aufwand, jeden Spieler jeder Mannschaft von Kopf bis Fuß mit Sensoren zu bepflastern – und dann auch noch sicherzustellen, dass diese unter allen Bedingungen einwandfrei funktionieren und die Sportler nicht einschränken. Fürs Spielertracking während des Wettkampfs kommen also nur rein optische Lösungen infrage.

Und hier kommt endlich die KI ins Spiel: Gliedmaßen in 2D-Video-Frames zu lokalisieren, ist ein klassischer Fall für Deep-Learning-Verfahren, denn tiefe neuronale Netze lassen sich auf die Erkennung beliebiger Muster in Bildern trainieren: Anhand von Beispielen lernen die sogenannten Deep Convolutional Neural Networks (Deep CNN), wie Katzen, Autos und Menschen aussehen – oder eben deren Knie, Schultern, Hände und Füße.

Mithilfe von Confidence Maps (Heat Maps) lassen sich die zugehörigen Pixel im Bild auch automatisiert einfärben oder mit dem passenden Label beschriften, doch das allein reicht nicht für den Einsatz im Sport: Wer Positionen oder Bewegungsabläufe analysieren möchte, muss die isolierten Punkte algorithmisch zu einem funktionierenden Skelett verbinden, und zwar in jedem einzelnen Frame – und beim Fußball potenziell für jeden der 22 Spieler auf dem Feld, die sich beim Kampf um den Ball auch gegenseitig verdecken. Für solche Multi-Person-Probleme entstanden zwar nach und nach algorithmische Lösungen, die aber noch viel zu langsam für die meisten sportlichen Herausforderungen waren – geschweige denn in Echtzeit funktionierten.

Das änderte sich schlagartig mit dem Open-Source-Framework OpenPose, das Wissenschaftler der University of California, Carnegie-Mellon-Universität und Facebook Reality Labs 2017 vorstellten



Mit dem 2017 vorgestellten Framework OpenPose ließen sich erstmals die Bewegungen mehrerer Personen in Echtzeit tracken. Um die vielen einzelnen Gliedmaßen korrekt zusammenzufügen, ermittelt der Algorithmus nicht nur die Position von Hüften, Ellbogen, Knien et cetera, sondern auch deren Ausrichtung (unten).

und 2018 maßgeblich erweiterten, siehe ct.de/yshn. Es war die erste 2D-Gliedmaßenerkennung, die mehrere Personen detailliert, zuverlässig und in Echtzeit erfassen konnte. Die enorme Geschwindigkeit gepaart mit einer robusten Erkennungsleistung erreichten die Entwickler mit einer cleveren Idee: Sie verabschiedeten sich von der bis dahin gebräuchlichen zweistufigen Herangehensweise (Top-Down-Strategie) und probierten es einfach genau andersherum.

Anstatt erst alle Personen im Bild zu lokalisieren und dann innerhalb der markierten Bereiche Kopf, Schultern, Ellbogen, Hüftgelenk, Knie, Füße et cetera zu suchen, lokalisiert OpenPose zunächst alle Gliedmaßen-Pixel im Bild inklusive ihrer Ausrichtung und versucht dann, die plausibelsten Verbindungen zwischen je zwei dieser Punktwolken zu ermitteln. Damit reduziert sich die Aufgabe auf ein klassisches mathematisches Zuordnungsproblem, nämlich das perfekte Matching von Graphen: Ziel dieses Graph-Matching ist es, jeden Punkt mit mindestens einem anderen zu verbinden. Dabei ist jede potenzielle Verbindung gewichtet, als optimales Konstrukt gilt das mit dem höchsten Gesamtgewicht. Dank geschickt gewählter Suchstrategien und Randbedingungen konnten die Forscher diese enorm anspruchsvolle Aufgabe in viele kleine Teilprobleme aufsplitten, die ein effizientes Näherungsverfahren löst.

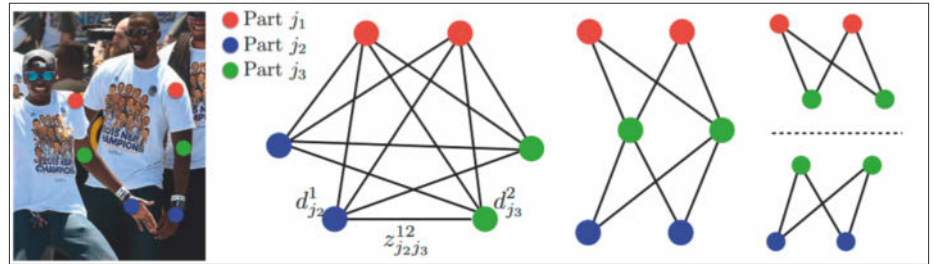


Bild: Zhe Cao et al.

Dass OpenPose in Echtzeit zum Ergebnis kommt und die Rechenzeit nicht mit der Anzahl der Personen im Bild zunimmt, liegt an einigen cleveren Tricks: den Verzicht auf explizite Personenerkennung und eine geschickte Aufteilung des aufwendig zu verarbeitenden Graphen in kleine Häppchen (rechts).

Dass der Näherungsalgorithmus Skellette formt anstatt Spinnennetze oder Dreiecke und auch nicht versehentlich verschiedene Personen miteinander verschmilzt, ist kein Zufall: Dafür sorgen die oben erwähnten Richtungsvektoren, die zu jedem Gliedmaßen-Pixel berechnet werden und die Gewichtung der Kanten im Graphen bestimmen. Auf Grundlage der Richtungsvektoren werden dann zum Beispiel Verbindungen zwischen Schulter und Ellbogen im Graphen mit einem sehr hohen Gewicht versehen, Schulter-Knie hingegen mit einem sehr niedrigen. Weil der Algorithmus ein Konstrukt mit maximalem Gesamtgewicht bilden soll, bevorzugt er automatisch die anatomisch korrekten Verknüpfungen.

OpenPose-Entwickler Ginés Hidalgo wechselte 2019 übrigens als Research Engineer von der Uni zu Epic Games und

arbeitet derzeit bei der Reality-Labs-Research-Abteilung des Meta-Konzerns.

Virtuelle Zeitlupe in 3D

Multi-Person-Echtzeit-2D-Algorithmen wie OpenPose bilden das Herzstück zahlreicher Anwendungen im Sport – wie eben auch der weitgehend automatisierten Abseitserkennung. Weil es sich um statistische Modelle handelt, die ihre Fähigkeiten anhand von Trainingsdaten ausgebildet haben, muss man sich aber auch deren systembedingter Schwächen bewusst sein: Gerade in strittigen, turbulenten Szenen, bei denen die Spieler hart am Rande der Abseitsregel operieren und sich gegenseitig verdecken, kann die Gliedmaßenerkennung auch versagen: zum Beispiel einen Fuß falsch zuordnen oder dessen Position falsch einschätzen. Ungünstige Lichtverhältnisse können die Erkennungsquote ebenso beeinflussen wie Verzerrungen in den Trainingsdaten: Es handelt sich eben streng genommen um Vorhersage- und nicht um Erkennungssysteme. Weil zwölf Kameraperspektiven analysiert und zu einem Gesamtbild verrechnet werden, lassen sich Fehlerquellen zwar minimieren, aber nicht komplett ausschalten.

Von vielen Fehleinschätzungen des Systems bekommen die Akteure auf dem Platz womöglich gar nichts mit. Denn wenn die SAOT Alarm auslöst, prüfen zunächst die Schiedsrichterassistenten am Monitor, ob die automatisch berechneten Linien und Markierungen plausibel sind. Nur bei positivem Ergebnis wird der Schiedsrichter auf dem Platz informiert und das Spiel unterbrochen. Das alles klingt so, als bliebe noch genügend Zeit und Anlass für leidenschaftliche Diskussionen.

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

Dokumentationen und Publikationen:
ct.de/yshn

Aktiv, passiv, Vorteilsnahme?

Um eine Abseitsstellung zu erkennen, muss das System im Wesentliche folgende zentrale Fragen beantworten: Wo ist der Ball und wann genau wurde er abgepielt? Zu welchem Team gehört der Abspieler? Wo befinden sich die anderen Spieler der eigenen und gegnerischen Mannschaft, beziehungsweise genauer: deren torgefährliche Körperteile?

– Ein Spieler befindet sich in einer Abseitsstellung, wenn er der gegnerischen Torlinie näher ist als der Ball und der vorletzte Gegenspieler, einschließlich Torwart. Zudem muss er sich in der gegnerischen Feldhälfte befinden. Entscheidend ist exakt der Moment, in dem der Zuspeler den Ball trifft – und dass das Zuspiel von einem Mitspieler kommt.

- Es zählen alle Körperteile, mit denen man ein Tor erzielen darf, also Fuß bis in die Schuhspitze und Kopf bis hin zur Nasenspitze. Hand und Arm hingegen nicht.
- Bei Einwurf, Ecke und Abstoß gibt es kein Abseits.
- Ein Regelverstoß liegt aber nur vor, wenn der im Abseits stehende Spieler aktiv ins Geschehen eingreift, also den Ball spielt, die Sicht eines Verteidigers behindert oder den Verteidiger angreift. Oder wenn er aus seiner Position einen Vorteil zieht, zum Beispiel einen Abpraller verwerten kann.

Die ersten drei Anforderungen kann die neue VAR-Technik selbstständig checken, für die letzte braucht es ein geschultes Schiedsrichterauge.



Bild: Coachwhisperer

Du kannst noch!

Wearables auf dem Fußballplatz liefern viele Trainingsdaten

Anstatt vom Spielfeldrand zu brüllen, flüstern Trainer ihren Spielern per Wearable Anweisungen ins Ohr. Sensoren messen die Bewegungen, Laufwege und in Zukunft sogar körperliche Leistungsdaten und offenbaren so individuelle Stärken und Schwächen.

Von Arne Grävemeyer

Kommunikation auf dem Fußballplatz ist eine Herausforderung, nicht nur für WM-Schiedsrichter und Videoassistenten (siehe S. 140), sondern auch für den Coach beim Training. Der Übungsleiter braucht eine kräftige Stimme, um seine Spieler vom Spielfeldrand aus zu erreichen. Oder er muss das Training für das gesamte Team unterbrechen, selbst wenn er nur einzelne Spieler auf ihre Stärken und Schwächen ansprechen möchte.

Das Start-up Coachwhisperer aus Jena will diese Probleme mit einem Intercom-System lösen. Dazu haben die Entwickler ein System aus Funkempfänger und Sportweste entworfen, das sie im

kommenden Jahr um In-Ears erweitern wollen. Mit denen bekämen Spieler die Stimme ihres Trainers nicht nur ganz direkt ins Ohr. Zusätzlich könnten künftig um Sensorik erweiterte In-Ears, sogenannte Hearables, im äußeren Gehörgang Vitalwerte des Spielers aufnehmen. Das würde es dem Trainer ermöglichen, die Teammitglieder an ihre individuellen Leistungsgrenzen zu führen, ohne sie zu überfordern.

Sportweste mit Lautsprechern

Als Erstes will Coachwhisperer aber im Dezember die Weste Soundstar auf den Markt bringen. Die ist in den Schulterstü-

cken mit ein bis zwei Lautsprechern ausgerüstet. Dazu gibt es dann das Basissystem bestehend aus einem iPad mit der App für den Trainer und sogenannten Audas. „Diese leichten Geräte sind im Grunde Relaisstationen, die der Spieler in seiner Weste in einer Tasche zwischen den Schulterblättern verstaut. Ein Klinkenstecker verbindet das Auda mit den Lautsprechern in der Weste“, erläutert Cheftechniker Julien Pascal Then das System.

Der Trainer kommuniziert über sein iPad mit den Spielern. Er kann darüber die ganze Mannschaft, aber auch einzelne Spieler ansprechen, ohne lautstark über den ganzen Platz rufen zu müssen. Ebenso kann er gezielt alle Stürmer, die Abwehrkette oder auch kurzfristig zusammengestellte Spielergruppen adressieren. Ein Rückkanal zum Trainer ist nicht vorgesehen, weil der sonst, von vielen Seiten gleichzeitig angesprochen, den Überblick verlieren könnte. Das Coachwhisperer-System ist derzeit auf bis zu 25 Spieler plus Trainer und Co-Trainer ausgelegt.

Allein dieses System hat bereits Aufmerksamkeit bei verschiedenen Bundesligisten erregt. Im Mai hat die U19-Auswahl von Borussia Mönchengladbach die Soundstar-Westen getestet, und im September trat die U23 von Schalke 04 damit ausgerüstet ein Testspiel gegen AZ Alkmaar aus den Niederlanden an. Allerdings ist es nach den geltenden Regeln des Fußball-Weltverbands FIFA verboten, derartige Hilfsmittel in Pflichtspielen einzusetzen, es handelt sich konzeptionell um ein Trainingssystem.

In-Ears können mehr als flüstern

Im ersten Quartal 2023 will Coachwhisperer sein System um In-Ears erweitern. Diese dichten den Gehörgang nicht vollständig ab, damit die Spieler keinen unangenehmen Verschlusseffekt erleben und sich auf dem Platz immer noch untereinander verständigen können. Gleichwohl können die Teammitglieder damit die Ansagen des Trainers besser hören. Die Ohrhörer bestehen aus einem weichen, silikonähnlichen Gummi, damit sich die Spieler auch bei Stürzen nicht verletzen. Die einfachen Ohrstöpsel stellen allerdings nur einen Zwischenschritt dar. Im dritten Quartal 2023 sollen Hearables folgen, die direkt im Gehörgang Vitalwerte des Spielers wie den Puls und die Blutsauerstoffsättigung messen. Dazu sollen Hörgeräteakustiker wie beim Hörgerät für

jeden Spieler ein Formpassstück, eine sogenannte Otoplastik, nach Maß anfertigen, mit der das Hearable genau in den Gehörgang passt.

Das Hearable entwickelt Coachwhisperer gemeinsam mit dem CiS-Forschungsinstitut für Mikrosensorik in Erfurt. Dort ist ein mikrooptisches Modul mit drei LEDs und einer Fotodiode entstanden [1]. Zwei monochromatische LEDs werfen ihr Licht auf hautnahe Blutgefäße im Gehörgang. Mit Sauerstoff gesättigtes, in der Fachsprache oxygeniertes, Hämoglobin im Blut absorbiert das Licht im Nahinfrarot-Spektrum der einen LED stärker, desoxygeniertes Hämoglobin hingegen ist besser im Licht der zweiten, roten LED erkennbar. Aus den relativen Absorptionsraten lässt sich dann das Mengenverhältnis der beiden Hämoglobinvarianten bestimmen und so die Blutsauerstoffsättigung ermitteln. Die dritte LED entlarvt schließlich den Blutstrom im Gehörgang und erlaubt es damit, den Puls zu messen.

Die individuell angepasste Otoplastik hilft bei einem solchen Hearable, LEDs und Fotodiode eng an den Blutgefäßen des Gehörgangs zu platzieren, um die Vitaldaten bestmöglich zu bestimmen. Generell funktionieren Messungen im Gehörgang genauer als mit einem Fitness-Tracker am Handgelenk oder einem Pulsoxymeter an der Fingerkuppe. Die Blutversorgung vom Herzen zum Kopf ist

c't kompakt

- Ein Intercom-System könnte künftig das Fußballtraining professionalisieren.
- Hearables im Gehörgang sollen zudem Vitaldaten sammeln.
- Bereits jetzt ermitteln Profisysteme die Positionen der Spieler und analysieren Bewegungsdaten.

direkt und besonders geschützt. Zudem liegen die Blutgefäße im Gehörgang sehr dicht unter der Haut. In Tests konnte das CiS bereits zeigen, dass Sensoren im äußeren Gehörgang die sinkende Blutsauerstoffsättigung beim Luftanhalten bis zu 40 Sekunden eher anzeigen als Pulsoxymeter an der Fingerkuppe.

Über die Pulsmessung hinaus ist das CiS-System auch in der Lage, die Pulskurve zu analysieren und daraus Blutdruckänderungen abzuleiten. Zudem arbeitet Coachwhisperer daran, anhand der kontinuierlich gesammelten Vitaldaten und des Alters die Belastungszonen eines Spielers zu bestimmen. Damit kann der Trainer ihn gezielt anleiten, seine Ausdauer zu verbessern ohne sich zu überlasten und dabei beispielsweise seine Muskeln zu übersäuern.

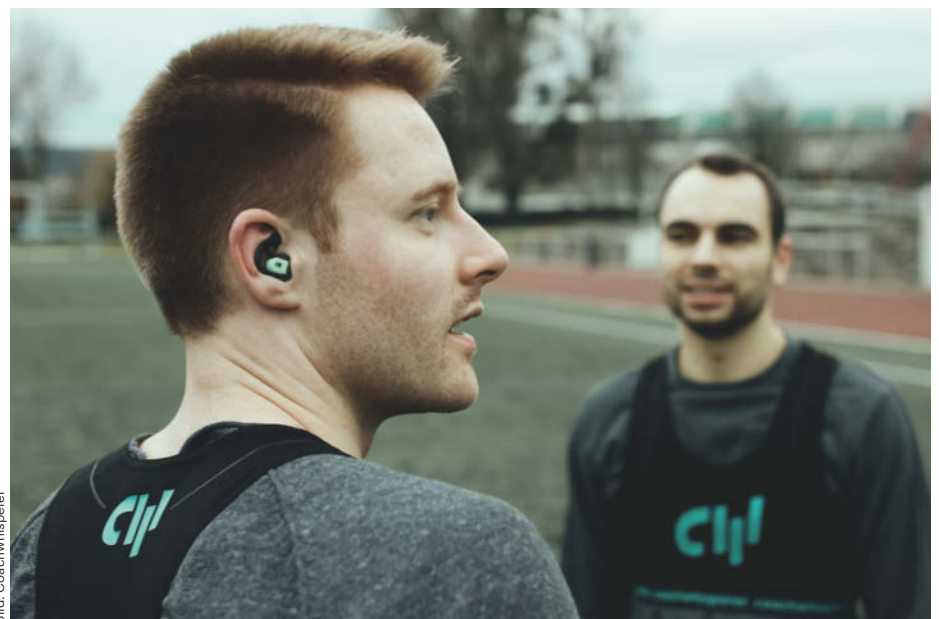


Bild: Coachwhisperer

Mit individualisierten In-Ears ausgestattet können die Spieler Trainingsanweisungen besser hören. In Zukunft sollen weiterentwickelte Hearables auch gleich Vitaldaten liefern.



Bild: Kinexon

UWB-Empfänger (links) am Spielfeldrand nehmen die Funksignale des Spielersenders (rechts) auf und ermitteln dessen Position auf zehn Zentimeter genau.

Trotzdem plant Coachwhisperer nicht, die Erweiterungen im kommenden Jahr als Medizinprodukt zu vermarkten. Messergebnisse und Hinweise stellen keine Patientenempfehlung dar, unterstreicht Then. Außer Fußballern testen bereits Basketballer und Biathleten das Intercom-System im Training. Als Kunden peilt das Unternehmen hochklassige Vereine und Nachwuchssportler in Leistungszentren an. „Die Technik eignet sich eigentlich für alle Sportarten, die man nicht gerade im Wasser betreibt“, sagt Then.

Spieler-Tracking in Echtzeit

Schon heute setzen mehrere Bundesligavereine im Training auf Wearables von Kinexon, einem Tracking-Experten aus München, um die Leistungen der Spieler auf dem Platz zu messen. Dazu tragen diese einen kleinen, 14 Gramm leichten Funksender in einer Tasche am Trikot mit sich. Die Positionsbestimmung erfolgt vergleichbar dem Ball-Tracking (siehe S. 140) mittels Ultrabreitband-Funktechnik (ultra-wideband, UWB) durch Vergleich der Laufzeitunterschiede der Funksignale zu den Empfängern am Spielfeldrand. Kinexon verspricht dabei eine Aktualisierungsrate von bis zu 60 Hertz, die Spielerortung auf dem Feld gelingt auf zehn Zentimeter genau.

Zusätzlich stecken im Funksender auch Beschleunigungssensoren und Gyroskope. Wenn das System zudem Vitalparameter übertragen soll, muss der Spieler zusätzliche Sensoren anlegen, beispielsweise einen Herzfrequenzgurt oder Schweißsensoren. Die kann er dann über

eine Bluetooth-Schnittstelle mit seinem Funksender verbinden und damit ebenfalls übertragen lassen.

Für den Trainer ergibt sich aus den Gesamtdaten in der Softwareanalyse ein umfassendes Bild. Er kann nachvollziehen, welche Strecken die Spieler zurückgelegt haben und wie ihre Laufwege waren. Ebenso erfährt er, welcher Spieler im Training wie oft und wie schnell sprintete – oder richtig nahe an seinen Gegenspieler heranging, denn das Gesamtsystem liefert auch Daten zu den Abständen der Spieler untereinander.

Da die Positionsbestimmung dreidimensional erfolgt, kann das System sogar bestimmen, welcher Spieler das höchste Kopfballpotenzial hat. Die Messungen der Sprungkraft haben dem System auch zu weiter Verbreitung im US-amerikanischen Basketball verholfen, inzwischen setzen mehr als die Hälfte der Clubs in der National Basketball League (NBA) im Training die Kinexon-Positionsbestimmung ein.

Sportweste misst den Puls

Ähnlich wie Kinexon verwendet auch das Clearsky-System des australischen Wearable-Anbieters Catapult eine UWB-Funktechnik für die Positionsbestimmung der Spieler auf dem Platz, kann aber auch eine einfache Ortung über GPS vornehmen. Der tragbare Funksender wiegt bei diesem System 53 Gramm. Das Gerät enthält auch einen Beschleunigungssensor und ein Gyroskop. Catapult liefert zu jedem Sender eine Sportweste mit, in die der Sportler seinen Funksender einsteckt. Zusätzlich

nimmt die Weste die Herzfrequenz auf und übermittelt diese Daten an den Sender.

Über die Analyse der Bewegungsdaten hinaus verknüpft und synchronisiert die Erweiterung Catapult Vision auch Videos mit den Wearable-Daten der Spieler. Damit können Trainer und Athleten in der Nachbesprechung Spielszenen und Leistungsdaten zugleich begutachten.

Freizeitsport-Tracker

Im Unterschied zu den Angeboten von Coachwhisperer, Kinexon und Catapult wendet sich Tracktics mit seinen Wearables an Amateure, die ihr Training professionalisieren wollen. Der Tracker wird mit einem flexiblen waschbaren Hüftgurt geliefert und ermittelt Positionsdaten per GPS. Beschleunigungssensor und Gyroskop helfen, Sprints und Sprünge zu bewerten. Am Ende einer Trainingseinheit oder eines Spiels kann der Spieler seinen Tracker per WLAN oder USB-Kabel mit dem Smartphone verbinden. Eine Spieler-App für Android oder iOS bereitet seine Daten auf und erlaubt es ihm auch, ausgewählte Daten mit anderen Spielern zu teilen. Virtuelle Trophäen für Höchstleistungen sollen die Motivation steigern.

Dieses einfache System gibt es auch als Tracktics Teambox mit 20 Trackern für Amateurmanschaften. Der Vorteil dieser Box besteht darin, dass der Trainer nicht nur alle Tracker in der Box gemeinsam wieder auflädt, sondern dass er zudem alle Spielerdaten mit einem USB-Kabel in einem Rutsch auf den PC laden kann. Eine Web-App unterstützt den Coach anschließend dabei, die Trainingsdaten zu analysieren.

Am Ende liefern die Tracktics-Aufzeichnungen Daten zu Distanzen, Sprints, Höchstgeschwindigkeiten und beispielsweise auch eine sogenannte Heatmap, die verrät, wo sich der Spieler auf dem Feld wie oft aufgehalten hat. Aussetzer beim GPS-Empfang können diese Analyse allerdings beeinträchtigen.

Angeichts der wachsenden Verbreitung von Fitness-Trackern unter Freizeitsportlern ist eine weitere Professionalisierung vergleichbarer Systeme für die Zukunft denkbar. Derzeit bietet das Tracktics-System aber noch keine Integration für Fitbit & Co. (agr@ct.de) 

Literatur

- [1] Arne Grävmeyer, Labor im Ohr, Wearables messen den Blutdruck exakt und kontinuierlich, c't 4/2022, S. 160

Backups, Protokollierung und Löschkonzepte rechtskonform umsetzen

Der Praxisratgeber für Admins im Datenschutz-Minenfeld

22. November 2022

**Jetzt
Tickets
sichern!**

Einerseits sicher speichern, andererseits regelmäßig und auf Zuruf löschen – die Vorschriften zum Umgang mit Backups und Archivierung stellen teils widersprüchliche Anforderungen, die sich nur schwer unter einen Hut bringen lassen. In diesem heise-Security-Webinar erläutern Heise-Hausjurist Joerg Heidrich und der IT-Security-Spezialist Dr. Christoph Wegener, wie man damit in der Praxis sinnvoll umgeht.

Themen:

- Gesetzliche Löschpflichten: Auf Zuruf und nach Zeitablauf
- Löschkonzepte erstellen und umsetzen
- Datenschutzkonformes Löschen: Wie funktioniert das technisch?
- Umgang mit IP-Adressen

DSGVO

Hier mehr erfahren: webinare.heise.de/archivierung



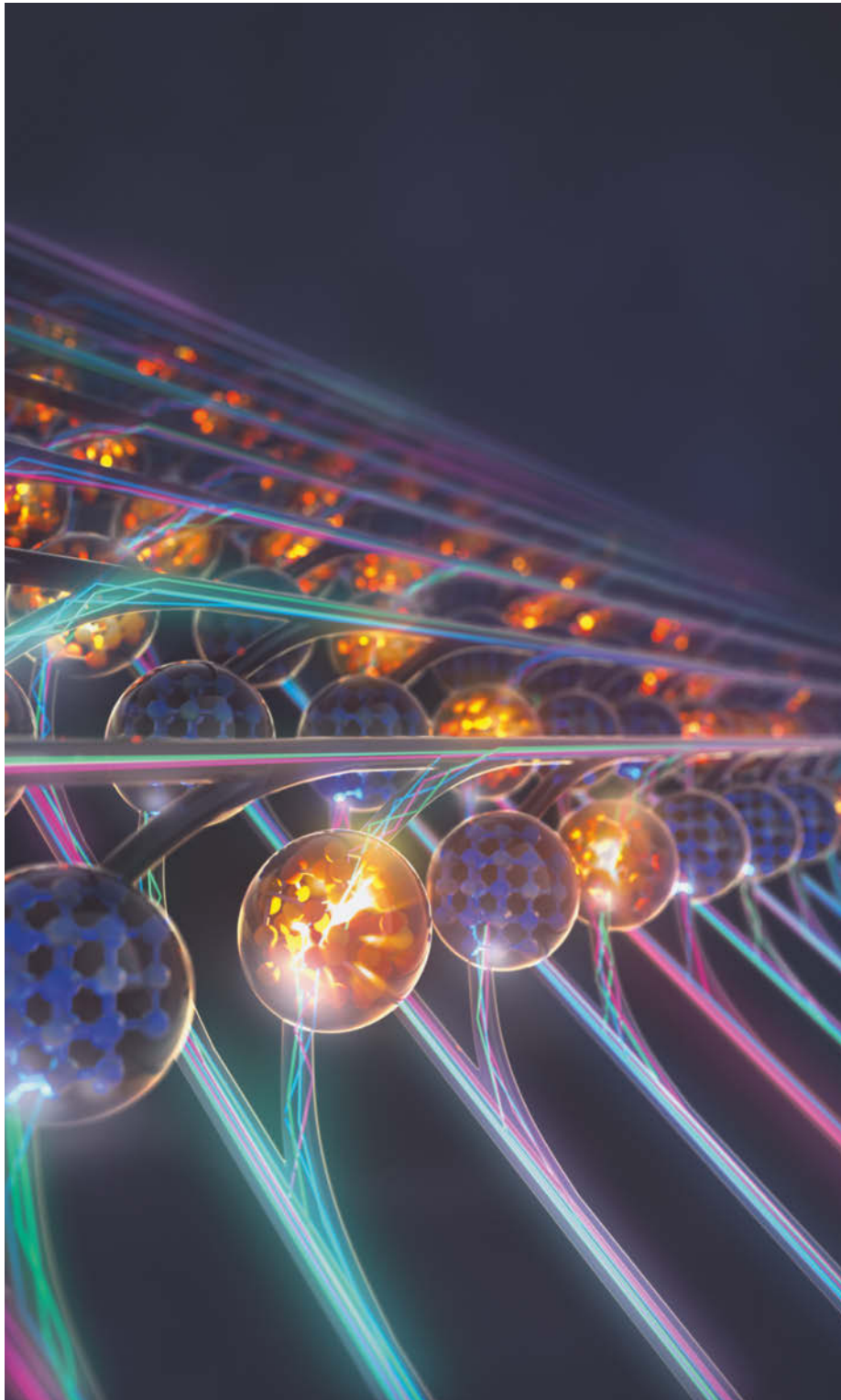


Bild: Universität Oxford

Rechnen mit Licht

Optical Computing: in Spezialbereichen tausendfach schneller als Elektronen

Die Idee, Lichtstrahlen anstelle von elektrischem Strom und Transistoren zum Rechnen zu nutzen, ist nicht neu. Doch nun bieten die speziellen Anforderungen von KI-Algorithmen den optischen Chips erstmals reelle Chancen, die altgediente Siliziumelektronik in gewissen Bereichen zu überflügeln. So versuchen erste Start-ups, die neue Technik zu nutzen.

Von Thomas Brandstetter

Optische Schaltungen sind elektrischen Schaltungen in mehrerlei Hinsicht überlegen: Sie versprechen um mehrere Größenordnungen höheren Datendurchsatz bei gleichzeitig geringer Leistungsaufnahme und weniger Platzverbrauch. Beim Verarbeiten der Signale konnte sich die Optik allerdings bisher nicht gegen die beeindruckenden Leistungen des Dreamteams aus Elektronen und Transistoren durchsetzen. Doch der Hunger moderner KI-Algorithmen nach möglichst hoher Parallelität ist geradezu perfekt auf die Stärken des optischen Rechnens zugeschnitten. Denn so wie verschiedenfarbige Lichtpulse Daten parallel in ein und derselben Glasfaser übertragen, können auch optische Schaltungen mehrere Berechnungen gleichzeitig ausführen. Darüber hinaus eröffnen optische Bauteile völlig neuartige Möglichkeiten, die weit über das starre Umschalten zwischen null und eins hinausgehen.

Die Basis für den aktuellen Aufschwung des optischen Rechnens bildet zunächst eine recht banal wirkende Eigenschaft: die Stabilität. Optische Systeme sind von Natur aus zunächst sehr empfindlich, da sich die Wellenlängen im Bereich eines Mikrometers (tausendstel Millimeter) bewegen. Ist ein solches System etwa in Form von Linsen und Prismen auf einem optischen Tisch aufgebaut, reicht schon eine kleine Erschütterung und eine versehentliche Veränderung nur um einen halben Mikrometer, um einen Wellenberg über ein Wellental zu schieben. „Und schon wird aus hell dunkel“, erklärt Professor Christoph Scheytt, der am Heinz-Nixdorf-Institut der Universität Paderborn das Schwerpunktprogramm „Elec-

tronic-Photonic Integrated Systems for Ultrafast Signal Processing“ leitet.

Mit denselben Herstellungsmethoden, die in der Halbleiterelektronik zum Einsatz kommen, lassen sich aber auch die Wellenleiter einer optischen Schaltung auf einen Siliziumchip schreiben. „Silizium ist ein sehr stabiles Material“, sagt Scheytt. „Da passiert nichts mehr, auch wenn der ganze Chip vibriert.“ In Massenproduktion auf Chips integriert, sinkt außerdem der Preis. Man denke nur an die 10 Milliarden Transistoren auf dem Chip eines 200-Euro-Tablets. Ist eine optische Schaltung also erst einmal auf einen Chip geschrieben, kann sie zuverlässig ihre Vorteile ausspielen. „Silizium ist in einem Wellenlängenbereich zwischen 1,0 und 1,6 Mikrometer transparent. Daraus ergibt sich eine mögliche Bandbreite von mehr als 100 Terahertz“, rechnet Scheytt vor. „Das ist knapp tausendmal mehr als in der Elektronik.“ Je größer die Bandbreite, desto mehr unterschiedliche Frequenzen stehen für die Übertragung im Glasfaserkabel oder eben die parallele Verarbeitung im optischen Chip zur Verfügung.

Photonischer Hardwarebeschleuniger

Doch es gibt auch Nachteile. So mangelt es etwa an praktikablen Möglichkeiten, die Lichtpulse auf einem Chip so zu verstärken, wie es die Transistoren mit den elektrischen Strömen machen. Somit nimmt die Lichtintensität bei jedem Rechenschritt ab, was die Länge der Verarbeitungskette stark einschränkt. Deshalb ist es vorerst nicht das Ziel, einen voll funktionsfähigen optischen Computer zu entwickeln. Vielmehr geht es darum, bestimmte Berechnungen, für die Photonik besonders gut geeignet ist, an optische Systeme auszulagern.

Einen solchen „photonischen Hardwarebeschleuniger“ haben Forscher der Universitäten Oxford und Münster bereits Anfang vergangenen Jahres in der Fachzeitschrift *Nature* vorgestellt. Seitdem verfolgt das Start-up Saliency Labs diesen Ansatz. In einer ersten Finanzierungsrunde hat es 11,5 Millionen Euro erhalten, um den Prototypen eines ultraschnellen und energieeffizienten optischen Chips zu entwickeln. Er soll speziell für maschinelles Lernen ausgelegt sein, indem er eine grundlegende mathematische Funktion, die Matrixmultiplikation, mithilfe von Lichtstrahlen ausführt.

Eine Matrixmultiplikation besteht aus einer Reihe von Multiplikationen, deren Produkte sich aufsummieren. In künstlichen neuronalen Netzen läuft dieser an sich recht einfache Prozess immer und immer wieder ab und bringt die Hardware damit regelmäßig an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit. Und da das Ergebnis einer Matrixmultiplikation in den meisten Fällen keinerlei Einfluss auf die nächste hat, laufen idealerweise möglichst viele dieser Prozesse parallel ab. Genau hier kann die Optik ihre Stärken voll ausspielen.

Rechnen mit Lichtstärke

Kernstück des Chips ist ein Netzwerk aus Wellenleitern, durch die sich einzelne Lichtpulse bewegen. Jeder dieser Pulse hat eine genau eingestellte Intensität, die einen bestimmten Zahlenwert repräsentiert. Auf ihrem Weg werden die Pulse an manchen Stellen gezielt abgeschwächt. Wird er beispielsweise um die Hälfte schwächer, hat man mit 0,5 multipliziert. An Knotenpunkten wiederum laufen jeweils zwei Wellenleiter zu einem zusammen und vereinigen damit zwei Pulse. Dieser Vorgang entspricht mathematisch betrachtet einer Addition. Damit ist die Matrixmultiplikation auch schon abgeschlossen. Man kann sich das so vorstellen: Wenn zwei Taschenlampen auf dieselbe Stelle leuchten, wird die bestrahlte Fläche heller, als wenn man sie mit nur einer Lampe anstrahlt.

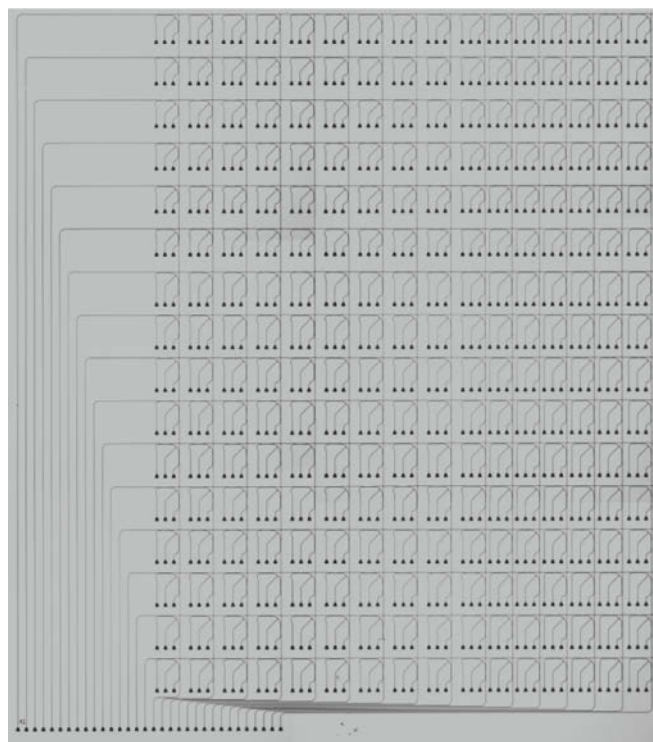


Bild: Oxford University / Universität Münster

Dieser photonische Hardwarebeschleuniger schwächt Lichtstrahlen gezielt ab und führt sie anschließend zusammen. Damit kann er Matrizen schnell und mit geringem Energieaufwand multiplizieren.

c't kompakt

- Künstliche Intelligenz soll mit Optical Computing ungleich schneller rechnen können als bisher.
- Eine Test-KI brauchte statt 10.000 nur fünf Trainingsbildpaare, um eine Katze auf einem Foto zu erkennen.
- Kernstück sind Chips, die mit Lichtimpulsen anstelle von Elektronen rechnen.

All das passiert gewissermaßen im Vorbeifliegen. Der Hauptvorteil des optischen Systems liegt aber darin, dass dieselbe Schaltung mehrere Lichtstrahlen gleichzeitig verarbeiten kann. So wie bei der Datenübertragung im Glasfaserkabel beeinflussen sich auch hier verschiedenfarbige Lichtstrahlen nicht gegenseitig und lassen sich am Ausgang der Schaltung mit relativ einfachen Mitteln wieder voneinander trennen, um ihre Werte auszulesen.

Konkurrenz für Supercomputer

Auch das mit sechs Millionen Euro geförderten EU-Projekt Phoenix verfolgt die Idee des photonischen Hardwarebeschleunigers. Es besteht im Wesentlichen aus einer Kooperation der Universitäten Münster und Oxford. „Unser Ziel ist es,

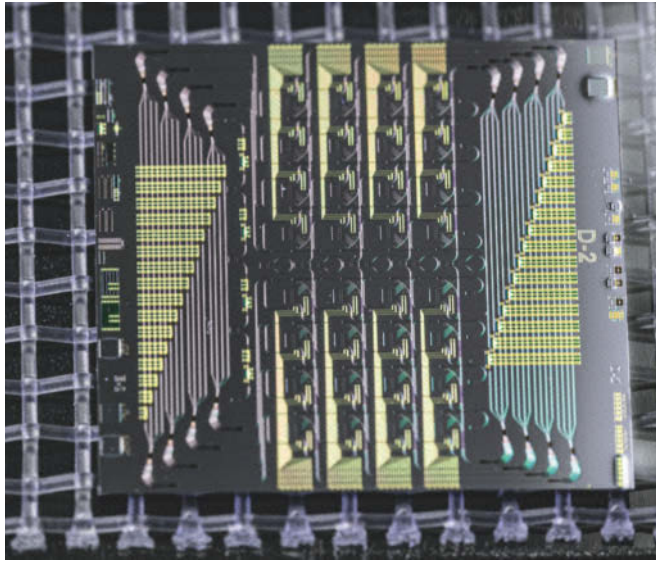


Bild: Jonas Schütte, Saliency Labs

Ein erster Blick auf den Chip von Saliency: Er soll optische und elektronische Komponenten miteinander kombinieren.

ein System zu bauen, das im PetaMAC-Bereich arbeitet, also 10 hoch 15 Matrixmultiplikationen pro Sekunde schafft“, sagt Wolfram Pernice, der an der Universität Münster das Labor für Responsive Nanosystems leitet. MAC steht in diesem Fall für Multiply and Accumulate.

Zum Vergleich: Die besten Supercomputer bewegen sich aktuell im ExaMAC-Bereich. Das ist zwar noch tausendmal schneller, aber diese Rechner füllen auch ganze Räume aus und verbrauchen Unmengen an Energie. Das optische System soll letztlich in einem einzelnen Rack Platz finden.

Die zentralen Bauelemente, auf denen die Entwicklungen sowohl von Saliency als auch im Projekt Phoenix beruhen, sind sogenannte Phasenwechselmaterialien, wie bei der Datenspeicherung auf DVDs. Sie variieren die Durchlässigkeit der Lichtleiter und können so die

Lichtpulse gezielt abschwächen, um damit wie beschrieben zu multiplizieren. „Das sind aber allgemeine Speicherbausteine, mit denen man alles Mögliche machen kann“, sagt Pernice. In einer erst kürzlich veröffentlichten Arbeit haben er und seine Kollegen die Materialien eingesetzt, um eine völlig neue Art des maschinellen Lernens zu demonstrieren, die auf Assoziation beruht.

Pawlowsche KI

Vorbild ist der berühmte Pawlowsche Hund, der so lange zu jedem Fressen das Läuten einer Glocke zu hören bekommt, bis er die beiden Reize miteinander assoziiert. Am Ende dieses „Lernprozesses“ beginnt er auch ohne Futter zu sabbern, wenn er nurmehr das Läuten hört. Neurologisch betrachtet haben dabei die Motoneuronen, die den Speichelfluss steuern, einen zweiten Eingang bekommen und werden nun sowohl durch die Anwesenheit von Futter als auch durch das Ertönen der Glocke aktiviert. Die beiden Reize sind assoziiert und führen zum gleichen Ergebnis.

Im optischen System übernehmen zwei über ein Phasenwechselmaterial miteinander gekoppelte Lichtleiter die Rolle des Motoneurons mit zwei Eingängen und einem Ausgang. Treffen zwei Lichtpulse gleichzeitig auf einen solchen Knotenpunkt, verändern sie das Material und verstärken die Kopplung. Von nun an spielt es keine Rolle mehr, an welchem Eingang ein Lichtpuls ankommt. Die beiden Eingänge sind miteinander assoziiert und das Ergebnis ist immer die gleiche Lichtintensität am Ausgang.

Um die Funktionsweise zu demonstrieren, haben Pernice und seine Kollegen

aus solchen Elementen ein System aufgebaut, das Katzenbilder erkennen kann. Dabei ist jeder Knotenpunkt für ein Pixel des Bildes zuständig, dessen Helligkeit die Intensität eines Lichtpulses repräsentiert.

Beim überwachten Lernen würde ein Trainingsbild einer Katze pixelweise auf die Eingangsneuronen des neuronalen Netzes abgebildet. Nachdem sich die Neuronen durch die Tiefen des Netzes fortgepflanzt haben, würden sie zunächst ein völlig zufälliges Ergebnis am Ausgangsneuron liefern: Katze oder nicht Katze. Erst dann kommt der Lernprozess ins Spiel, der das Ergebnis bewertet und in einem aufwendigen Prozess versucht, rückwirkend die Neuronen des Netzes so anzupassen, dass sie beim nächsten Mal das richtige Ergebnis liefern. Üblicherweise sind tausende Trainingsschritte nötig, bis so ein Netz ein Eingangsbild zuverlässig klassifizieren kann.

Beim assoziativen Lernen kommt der Lehrer nicht erst im Nachhinein ins Spiel, sondern schickt zu jedem Trainingsbild auch gleich ein weiteres Bild einer Katze mit. So lernt das System von vornherein, unterschiedliche Katzenbilder miteinander zu assoziieren, um sie als solche erkennen zu können. An den Positionen der einzelnen Bildpunkte erhöht sich immer dann die Kopplung zwischen den beiden Eingängen, wenn die auftreffenden Signale zusammenpassen. So brennen sich Ähnlichkeiten in den Trainingsbildpaaren in das System ein. Steht das generalisierte Urbild einer Katze fest, kann das System neue Katzenbilder zuverlässig erkennen. Dazu muss es lediglich das neue Bild mit dem gespeicherten Urbild vergleichen. Liegt der gemessene Unterschied unter einer gewissen Schwelle, handelt es sich aller Wahrscheinlichkeit nach um eine Katze. Liegt er darüber, muss es etwas anderes sein.

Schneller Lernerfolg

„Der größte Vorteil unseres Systems ist, dass es sehr schnell lernt“, sagt Pernice. „In unserem Experiment waren nur fünf Bildpaare nötig, um die Assoziation herzustellen.“ Und auch die Klassifikation neuer Bilder läuft den Forschern zufolge tausendmal schneller ab als in einem herkömmlichen neuronalen Netz. Letztendlich handelt es sich aber erst um einen sehr frühen Demonstrator für ein neues Lernkonzept, der noch starken Einschränkungen unterliegt. Bisher kann das System nur Bilder assoziieren, die aus derselben Per-

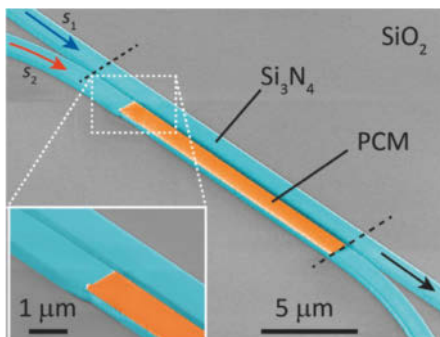


Bild: Oxford University / Universität Münster

Der Pawlowsche Hund assoziiert das Läuten einer Glocke mit der Fütterung. Zwei Lichtleiter bilden die dabei verschränkten Motoneuronen nach. Das gelbe, lichtempfindliche Phasenwechselmaterial koppelt sie miteinander.

spektive aufgenommen sind und einen ganz bestimmten Ausschnitt des Gesichts der Katzen zeigen. „Wenn man das hochskalieren will, dann braucht man natürlich deutlich mehr von diesen künstlichen Neuronen“, sagt Pernice. Bisher mussten sich die Wissenschaftler mit lediglich vier Stück davon begnügen, die die 195 Pixel der Katzenbilder hintereinander abarbeiteten.

So vielversprechend die neuen optischen Methoden auch sein mögen, ganz ohne Unterstützung durch Elektronik kommt keine von ihnen aus. Am Anfang und am Ende des optischen Teils stehen fast immer Analog-Digital-Wandler, die elektronisch gespeicherte Werte und analoge Lichtsignale ineinander überführen. Sie bilden den Flaschenhals des Gesamtsystems.

Hinzu kommt, dass vor allem nicht-lineare Berechnungsschritte mit Licht nur schwer zu realisieren sind. Das stellt ein besonderes Problem für maschinelles Lernen dar, da es einen der Grundpfeiler neuronaler Netze betrifft: die Aktivierungsfunktion. Sie entscheidet darüber, welchen Wert ein künstliches Neuron bei einer bestimmten Anregung ausspuckt, und sie darf nicht linear sein.

Nicht-lineare Effekte

Doch auch hier gibt es Grund zur Hoffnung. So konnte eine Forschergruppe um Christophe Moser und Demetri Psaltis von der École Polytechnique Fédérale de Lausanne zeigen, dass in einer einfachen, einige Meter langen Glasfaser nicht-lineare Effekte auftreten, die sich für das maschinelle Lernen nutzen lassen. Dazu schickten die Forscher Bilder, deren Inhalt sie klassifizieren lassen wollten, mithilfe einer Linse in ein Ende der Faser. Dabei wurde das gesamte Bild mit einer Linse auf einen Punkt fokussiert wie beim Papierverkohlen mit einer Lupe in der Sonne. So wurden alle Pixel des Bildes gleichzeitig in der Glasfaser auf dem Weg zum anderen Ende miteinander auf nicht-lineare Weise vermischt. Am anderen Ende der Faser erfasste eine Kamera das inzwischen völlig verzerrte Bild und leitete die einzelnen Pixel an die Eingangsneuronen eines neuronalen Netzes.

Obwohl dieses Netz denkbar primitiv war und die Eingangsneuronen lediglich direkt mit einem Paar von Ausgangsneuronen verband, gelang damit eine Klassifikation der Bildinhalte mit einer Trefferquote von immerhin 83 Prozent. Zur

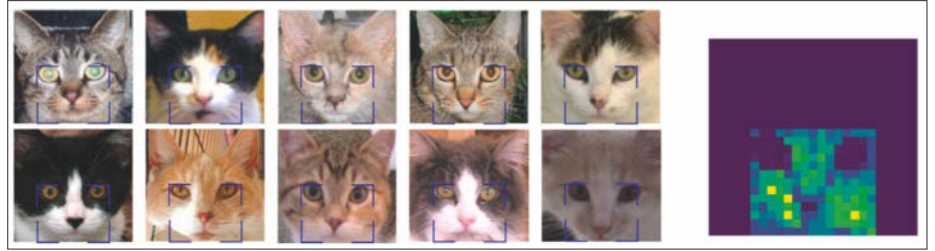


Bild: Oxford University / Universität Münster

Durch die Assoziation der Trainingsbildpaare lernt das System, Katzen schneller zu erkennen als beim Training mit überwachtem Lernen.

Demonstration hatten die Forscher ihr System auf die Erkennung von COVID-Erkrankungen auf Lungenröntgenbildern angesetzt.

„Hätten wir die Pixel des Originalbildes ohne Glasfaser direkt mit den Outputneuronen verbunden, käme man lediglich auf eine Genauigkeit von etwa 60 Prozent“, sagt Moser. Die nicht-linearen physikalischen Effekte, denen der Lichtstrahl in der Glasfaser ausgesetzt ist, verarbeiten das Bild also gewissermaßen vor, sodass es dann leichter klassifiziert werden kann. Was im Inneren der Glasfaser genau mit der Bildinformation passiert, ist allerdings auch den Forschern selbst noch nicht völlig klar. „Das ist so ähnlich wie in den Tiefen der künstlichen neuronalen Netze“, sagt Moser. „Da muss man auch oft akzeptieren, dass man das Zusammenspiel der Millionen von Neuronen nicht genau nachvollziehen kann.“

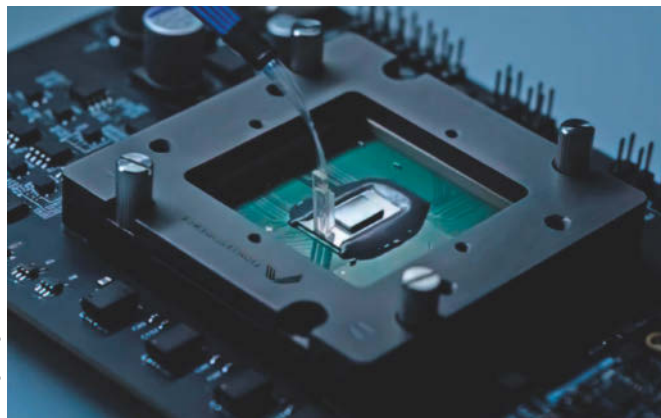
Interessant ist die Methode aber vor allem hinsichtlich ihres Energiebedarfs. Die nicht-linearen Prozesse, die sonst mühsam von Computern in den Tiefen herkömmlicher neuronaler Netze berechnet werden, laufen hier physikalisch in Form der Interaktion der Lichtpulse mit dem Material der Glasfaser ab. So benötigt das optische System nur ein Hundertstel der sonst dafür aufgewandten Energie. Allerdings ist auch die Zuverlässigkeit der

Klassifizierung ein paar Prozent schlechter als bei einem herkömmlichen neuronalen Netz. Das mag zwar nicht nach viel klingen, ist Moser zufolge aber ein Problem, das noch gelöst werden muss.

Der Weg zur Massenfertigung

Die Start-ups, die sich aktuell das Wettrennen um den ersten kommerziellen optischen Chip liefern, nutzen bereits gut erprobte Technik. Besonders weit fortgeschritten scheinen die beiden US-amerikanischen Unternehmen Lightmatter und Lightelligence zu sein, die auf Mach-Zehnder-Interferometer als optische Schalter setzen. Beide gehen aus derselben Forschungsgruppe des Massachusetts Institute of Technology (MIT) hervor und konnten der Öffentlichkeit bereits erste Prototypen präsentieren.

Sie stehen nun vor der Herausforderung, ihr Produkt tauglich für die Massenerstellung zu machen und Fertigungslinien aufzubauen, ohne dabei die Kosten explodieren zu lassen – keine leichte Aufgabe, wenn man bedenkt, dass die Halbleiterindustrie über viele Jahrzehnte ihre Fertigung optimiert hat. Vieles spricht dafür, dass Photonik zumindest in speziellen Bereichen schon jetzt Vorteile bringen kann. Den endgültigen Beweis dafür muss die neue Technik aber erst noch erbringen. (akr@ct.de) **ct**



Die optischen Chips von Lightmatter oder hier von Lightelligence stehen nach Herstellerangaben kurz vor der kommerziellen Anwendung.

Bild: Lightelligence

Verlustfrei bleiben

Wie Sie falsche Kartenabbuchungen zurückbekommen

Nachträglich entdeckte Fehler bei Zahlungen im Internet oder an Ladenkassen sind selten, aber oft teuer. Haben Sie eine Debit- oder Kreditkarte genutzt, können Sie ein Rückerstattungsverfahren einleiten. Wir erklären, wie das geht.

Von Markus Montz

Doppelte Abbuchung, weiße Socken statt schwarze, der Geldautomat verrechnet sich: Nicht jeder Einsatz Ihrer Kredit- oder Debitkarte läuft wie gewünscht; von Betrug oder Missbrauch Ihrer Kartendaten durch Dritte ganz zu schweigen. Prüfen Sie Ihre Kontoumsätze oder Kartenabrechnungen und stellen einen Fehler fest, können Sie die fehlerhafte Buchung zum Glück zurückfordern – auch dann, wenn die Gegenseite eine Rückerstattung verweigert oder gar pleite ist. Die Kartenunternehmen Visa und Mastercard bieten dafür genau wie American Express als Sicherheitsmechanismus ein standardisiertes Reklamationsverfahren, oft auch „Chargeback“

genannt. Wir beleuchten, wann Sie eine Zahlung zurückfordern können, welche Bedingungen dafür gelten, wer Ihre Ansprechpartner sind und wie Sie vorgehen.

Mögliche Gründe

In vielen Fällen können Sie mit guten Erfolgsaussichten versuchen, eine Kredit- oder Debitkartenzahlung rückabzuwickeln (mehr zu den Kartentypen in [1] und [2]). Nahe liegt das vor allem bei Betrugs- oder Missbrauchsverdacht, sprich: bei Zahlungen, die Sie nicht mit PIN oder online mit 3-D Secure autorisiert haben oder bei kontaktlosen Zahlungen mit einer gestohlenen Karte. Sie gehören zusammen mit Produktmängeln, Produktfälschungen oder falschem Paketinhalt zu den häufigsten Reklamationsgründen.

In selteneren Fällen kann es vorkommen, dass Händler oder Dienstleister (die wir in der Folge unter „Händler“ subsumieren) einen Betrag trotz technischer Absicherungen doppelt buchen oder die Karte mit einer zu hohen Summe belasten. Manchmal berechnet Ihnen ein Händler auch einen bereits stornierten Kauf oder ein gekündigtes Abonnement. Ebenso mag eine zugesagte Gutschrift nicht ankommen, nachdem Sie einen Artikel zurückgesandt haben. Vielleicht passt auch

der Name des Händlers auf der Kartenabrechnung nicht zu der Quittung, die Sie erhalten haben.

Hotels und Autovermietungen können für eine Reservierung geblockte Beträge oder Kautionen nachbelasten, anstatt sie wieder freizugeben. Mitunter schließen sie auch den Check-out oder die Fahrzeugrückgabe nicht korrekt ab. Selbst bei der Insolvenz eines Unternehmens haben Sie meist Anspruch auf eine Rückerstattung, wenn Sie eine Leistung im Voraus bezahlt und nicht erhalten haben. So konnten zum Beispiel etliche Kunden nach der Pleite des Reiseveranstalters Thomas Cook ihr Geld retten.

Geldautomaten sind ebenfalls nicht frei von Fehlern. So kann ein Gerät in Ausnahmefällen weniger Geld auszahlen als auf der späteren Abrechnung ausgewiesen, oder es verweigert die Auszahlung komplett.

Um für diese Eventualitäten gewappnet zu sein, sollten Sie sich stets Rechnungen mitschicken oder Kassenbons drucken lassen. Bei Fremdbanken lohnt es sich auch am Automaten, eine Quittung anzufordern. Diese bewahren Sie mindestens so lange auf, bis Sie Ihre Kontoumsätze (bei Debitkarten) oder die Kartenabrechnung (bei Kreditkarten) kontrolliert haben. Falls Sie einen Artikel zurückschicken, warten Sie mindestens so lange, bis die Gutschrift auf der Abrechnung steht.

Erst den Händler fragen

Wenn Sie einen Fehler entdecken, versuchen Sie zunächst, sich mit dem Händler direkt zu einigen. Schließlich kann jeder einen Fehler machen. Abgesehen davon, dass viele Banken diesen Schritt für ein späteres Rückforderungsverfahren abfragen, erspart Ihnen eine gütliche Einigung viel Zeit und Aufwand. Nach der Abbuchung des Betrages oder Ihrer Kreditkartenrechnung vom Girokonto haben Sie ohnehin mindestens acht Wochen Zeit für einen möglichen formalen Widerspruch. Bei Visa und Mastercard sind es je nach Vertrag oft sogar 120 Tage.

Nehmen Sie per Mail oder schriftlich Kontakt zum Händler auf. In der Regel haben seriöse Händler eine Mail- oder Postadresse für diesen Zweck; im stationären Handel hilft oft der Kassenbon weiter. Setzen Sie für Antworten eine realistische Frist und sichern Sie die Kommunikation, also Mails, Briefe oder Faxe. Bei einem Rückversand achten Sie außerdem auf eine elektronische Sendungsverfolgung. Erkennt der Händler einen Fehler an oder kommt Ihnen auf Kulanzbasis ent-

Girokonto	
	Kontostand 07.10.2022 52,52 €
05.10.2022	new E AKTIV WUCHERPENNIG -55,58 €
Auftraggeber Name	E AKTIV
Buchungstext	E AKTIV HANNOVER KARTE 400 0110 KDN-REF 000000
Referenz	J22222
Buchungstag	05.10.2022
Wertstellung (Valuta)	05.10.2022
Vorgang	Lastschrift / Belastung
Umsatz reklamieren	

Bei vielen Banken können Sie eine Rückerstattung („Chargeback“) für Zahlungen mit Visa oder Mastercard im Onlinebanking anstoßen, bei der Comdirect beispielsweise über „Umsatz reklamieren“.

gegen, wird er Ihnen das Geld meistens zurückerstatten.

Der Händler dürfte Ihnen zwar nichts schenken, aber er hat grundsätzlich ein Interesse daran, ein formelles Erstattungsverfahren zu vermeiden. Die Kreditkartenfirmen üben über den Acquirer – den Zahlungsdienstleister, der dem Händler die Akzeptanz von Kartenzahlungen ermöglicht – starken Sanktionsdruck aus. Sind Händler zu häufig in diese sogenannten „Chargeback“-Verfahren verwickelt, drohen ihnen Gebühren und Auflagen wie unwändige Berichtspflichten. Im schlimmsten Fall kündigt der Acquirer ihnen den Akzeptanzvertrag. Zudem kostet jedes Chargeback-Verfahren den Händler Geld und Zeit.

Haben Sie den Verdacht, dass jemand Sie betrügt oder Ihre Kartendaten missbraucht, überspringen Sie den Einigungsversuch oder brechen ihn ab und wenden sich direkt an Ihr Institut. Damit verbunden ist aber stets die Pflicht, dass Sie die Karte genau wie bei einem Diebstahl unverzüglich sperren lassen – über Ihre Bank oder die zentrale Notfallnummer 116 116. Deshalb gilt außerdem: Prüfen Sie nicht nur regelmäßig Ihre Abrechnungen, sondern auch, ob Ihre Karte noch da ist. Für Abbuchungen nach der Sperre haftet grundsätzlich die kartenausgebende Bank, bei Abbuchungen davor kommt es darauf an, ob Sie Ihre Sorgfaltspflichten erfüllt haben. Weist Ihnen die Bank das Gegenteil nach, weil Sie zum Beispiel Karte und PIN zusammen aufbewahrt haben, bleiben Sie auf dem Schaden sitzen.

Verfahren einleiten

Erzielen Sie mit einem seriösen Händler keine Einigung, ist bei Mastercard- oder Visa-Karten Ihr nächster Ansprechpartner ebenfalls Ihre kartenausgebende Bank oder Sparkasse [2]. Das gilt auch, wenn Sie nach einer fehlerhaften Auszahlung am Geldautomaten die Fremdbank nicht erreichen. Bei Ihrem Institut leiten Sie explizit (und nachdrücklich) ein „Chargeback“-Verfahren gegen die betroffene Zahlung ein, manchmal auch „Einspruch“ oder anders genannt. Bei American Express ist die Kreditkartenfirma selbst Ihr Ansprechpartner – dort heißt das Verfahren „Reklamation“. Wichtig: Sie dürfen parallel kein Rückerstattungsverfahren auf anderem Weg einleiten.

Bei vielen Banken können Sie den Prozess im Onlinebanking anstoßen. Ähnlich läuft es auch bei Kreditkarten, die Sie über

Dienstleister wie Amazon beziehen. Meist finden Sie dafür eine Schaltfläche, wenn Sie die fragliche Buchung anklicken. Auch telefonischer Kontakt ist häufig möglich, bei vielen Sparkassen sowie Volks- und Raiffeisenbanken etwa ist das mangels Option im Onlinebanking sogar der schnellste Weg. Bei Filialbanken können Sie zudem eine Geschäftsstelle aufsuchen. Mitunter lagern die Kreditinstitute die Chargeback-Verfahren auch aus; bei den Sparkassen kümmert sich darum beispielsweise der hauseigene Dienst PlusCard.

Ob online oder Papier: In jedem Fall müssen Sie auf dem Formular einen Grund angeben und anschließend Nachweise wie die schon erwähnten Rechnungen oder Kassenbons liefern. Gegebenenfalls gehören auch die Kommunikation mit der Gegenseite sowie eventuell Fotos von Schäden oder andere Dokumente dazu. Mitunter fordert Ihr Kreditinstitut weitere Belege nach. Reagieren Sie unbedingt darauf – Sie können eine Buchung nur einmal beanstanden, einen zweiten Versuch gibt es nicht.

Entscheidung und Rückerstattung

Für ein Chargeback- oder Reklamationsverfahren haben die Kreditkartenunternehmen feste Regeln. Bei Visa und Mastercard erkennen Kartenherausgeber und Acquirer diese in den Lizenzverträgen an. Sie reichen sie in den Karten- und Akzeptanzverträgen an Kartenkunden und Händler weiter. American Express, das ja kartenausgebende Bank und Acquirer zugleich ist, schließt seine Verträge samt Regeln hingegen direkt mit Kartenkunden und Händlern.

Bei Zahlungen mit Visa oder Mastercard prüft zunächst Ihre Bank den Fall. Aus rechtlichen Gründen muss sie Ihnen den Betrag trotzdem vorläufig erstatten. Bei Kreditkarten erhalten Sie eine Gutschrift auf Ihr Kreditkartenkonto, bei Debitkarten aufs Girokonto. Etwaige Währungsschwankungen gleicht die Bank nicht aus. Hält Ihre Bank Ihre Reklamation für zulässig, kontaktiert sie den Acquirer des Händlers und fordert dort den Zahlungsbetrag zurück. Der Acquirer befragt gegebenenfalls den Händler. Liegt der Fehler bei ihm, steht die Händlerseite in der finanziellen Pflicht, andernfalls lehnt der Acquirer das Gesuch Ihrer Bank samt Begründung ab. American Express befragt nach Prüfung Ihrer Reklamation direkt den Händler.

Girocard-Zahlungen

Für die Girocard („EC-Karte“) gibt es kein übergreifendes Regelwerk wie bei Mastercard und Visa. Stattdessen gelten die Bedingungen Ihrer Bank oder Sparkasse. Zwar können Sie dort auch Girocard-Buchungen anfechten, die bei einem Händler oder am Geldautomaten erfolgt sind. Ebenso bekommen Sie dann vorläufig eine Gutschrift auf Ihr Girokonto. Grundsätzlich gilt aber: Es muss sich um einen technischen Fehler oder eine nicht ordnungsgemäß autorisierte Zahlung handeln. Das bedeutet, dass Ihnen die Bank keine Verletzung der Sorgfaltspflichten oder gar betrügerische Absicht nachweisen kann. Da die Girocard fast ausnahmslos auf den stationären Handel beschränkt ist, ist dies deutlich seltener der Fall: Hat beispielsweise jemand die korrekte PIN eingegeben, gilt oft der Anscheinsbeweis mangelnder Sorgfalt und Sie haben schlechte Chancen. Dann zieht die Bank eine vorläufig geleistete Gutschrift wieder ab. Alle anderen Fälle wie Mängel an der Ware müssen Sie mit dem Händler direkt klären. Die Sparkassen bieten für Apple-Pay-Onlinezahlungen mit der Girocard einen eigenen Käuferschutz an.

Kommt es in einem Chargeback- oder Reklamationsverfahren trotz Regeln zu keiner Einigung, entscheidet das Kartenunternehmen. Kann die Händlerseite einen Fehler ausschließen, Ihnen den Fehler nachweisen oder erhält sie das Plazet des Kartenunternehmens, wird man Ihnen den Betrag wieder belasten. Das passiert auch, wenn Ihr Institut Ihre Eingabe zurückweist. Einen Rechtsanspruch haben Sie nicht. Sie können anschließend immerhin noch direkt gegen den Händler den Rechtsweg beschreiten oder eine Schlichtungsstelle für Banken kontaktieren. Bei berechtigten Eingaben sind Sie durch das Chargeback-Verfahren aber normalerweise gut gegen Verluste geschützt. (mon@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Markus Montz, Kleines Logo, große Wirkung, Mit welcher Debitkarte Sie besser zahlen: Girocard oder Visa und Mastercard, c't 22/2022, S. 114
- [2] Markus Montz, Gute Karten, Wie elektronische Zahlungen funktionieren, c't 14/2021, S. 118

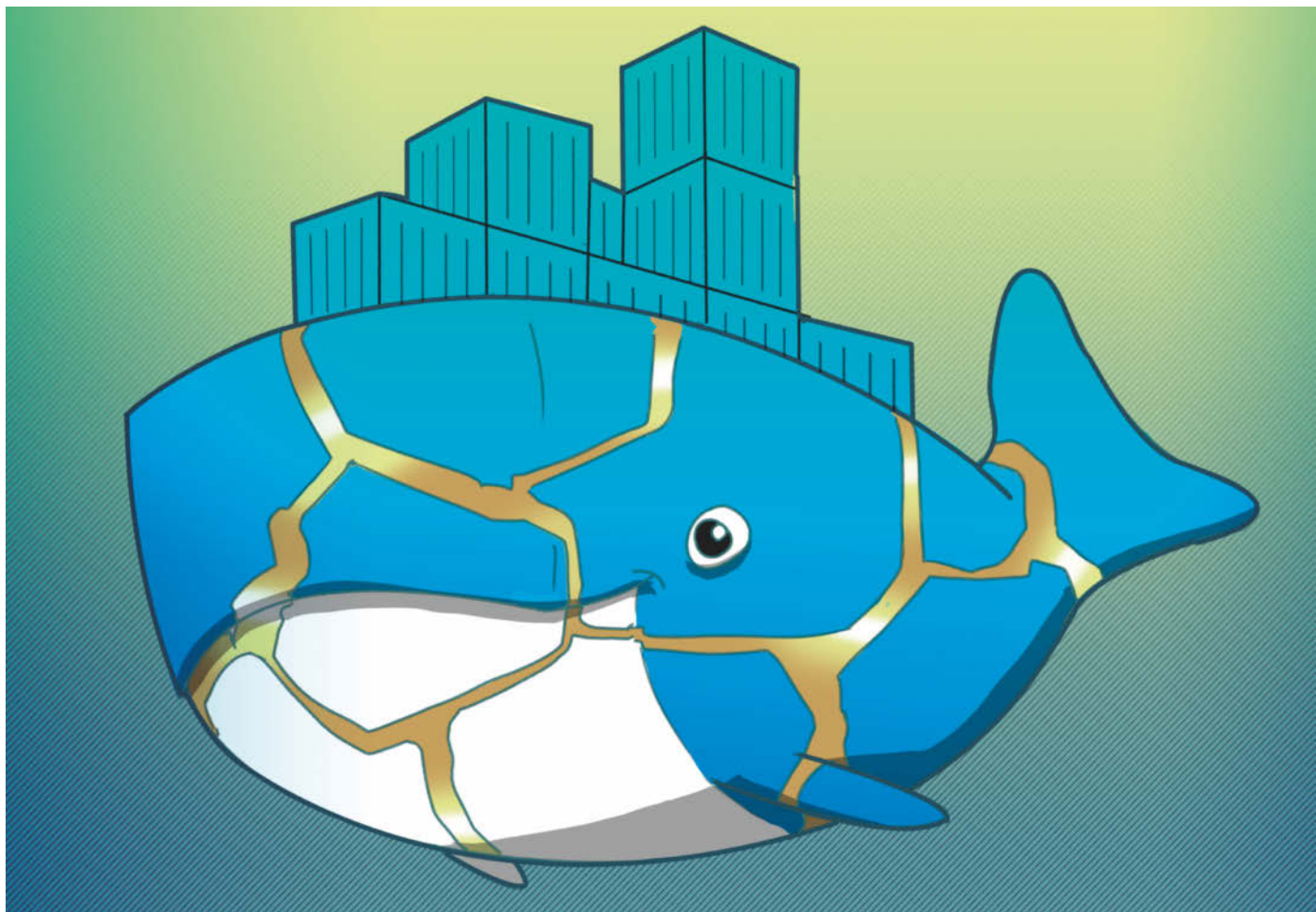


Bild: Thorsten Hübner

Neu arrangieren

So harmonisieren Docker und IPv6

Globale IPv4-Adressen sind knapp. Deshalb sollten heute im Netzwerk angebotene Dienste selbstverständlich per IPv6 erreichbar sein. Doch die verbreitete Container-Umgebung Docker erschwert es, IPv6 sinnvoll einzusetzen. Unser Artikel sortiert die Einzelteile, um sie besser zusammenzufügen.

Von Peter Siering

Dass Docker und IPv6 fremdeln, wird an vielen Stellen deutlich. Sichtbar zu Tage tritt es, wenn man die Log-Daten von Containern studiert: Während dort die IPv4-Adressen der anfragenden Clients auftauchen, findet sich für Anfragen von IPv6-Clients darin nur die IPv4-Adresse der internen Netzwerkschnittstelle „docker0“. Um dieses Problem zu lösen und für weitere präpariert zu sein, hilft es, die Docker-Netzwerkmöglichkeiten zu rekapitulieren.

Docker kennt grundsätzlich mehrere Techniken, um Container mit dem lokalen Netz zu verbinden. Dieser Artikel betrach-

tet den meistgenutzten Typ „Bridge“ und den produktiven Betrieb auf einem Linux-Server. Hier helfen spezielle Mechanismen, um die Container vom Netzwerk des Hosts zu separieren, um ihnen untereinander die Kommunikation zu erlauben und um Zugriffe von außen auf Dienste in den Containern zu realisieren.

Andere Netzwerktypen kommen bei besonderen Wünschen zum Einsatz: der Typ „Overlay“, wenn Container über mehrere Hosts verteilt erreichbar sein sollen, die Typen „Host“ und „macvlan“, wenn

ein Container direkt am Netzwerk des Hosts lauschen soll, etwa um dort Broadcasts zu empfangen oder zu senden,

und der Typ „ipvlan“, um komplexe virtuelle Netzwerke zu bauen. Alle Typen funktionieren grundsätzlich sowohl mit IPv4 als auch mit IPv6.

Bockige Brücke

Für die meisten Anwendungsfälle genügt ein Bridge-Netzwerk. In einer regulären



Installation kümmert sich Docker auf Anforderung darum, dass im Container laufende Netzwerkdienste von außen über die IP-Adresse des Docker-Hosts erreichbar sein sollen. Das kann man sich wie eine Portfreigabe beim DSL-Router vorstellen. Das Image deklariert dazu, welche Ports es exponiert, beim Starten des Containers weist Docker ihnen Ports des Hosts zu, einem simplen Webserver etwa Port 80.

Auf dem Docker-Host auf Port 80 eingehende Netzwerkzugriffe leitet der dann an den Container weiter. Der Host kann dabei weltweit erreichbare globale IP-Adressen besitzen, etwa als Mietserver eines Cloud-Hosters. Der Container hat standardmäßig nur eine private IPv4-Adresse, die Docker dem gängigen für die lokale Nutzung reservierten Adressraum entnimmt (etwa 172.18.0.0/16).

Ob die externen Zugriffe auf IPv4- oder IPv6-Adressen des Hosts erfolgen, spielt keine Rolle. Es lohnt aber einen genaueren Blick hinter die Kulissen: Auf einer Linux-basierten Installation sowohl mit IPv4- als auch mit IPv6-Adresse startet Docker für jedes Protokoll und jeden exponierten Port einen eigenen Prozess namens `docker-proxy`, der Zugriffe auf den IPv4- oder IPv6-Port des Hosts an den IPv4-Port des Containers weiterreicht. Pro Port laufen also auf einem Dual-Stack-Host zwei der `docker-proxy`-Prozesse.

Auf Linux-Systemen richten aktuelle Docker-Versionen zusätzlich Firewallregeln ein, die den gleichen Zweck erfüllen wie die `docker-proxy`-Prozesse – allerdings nur für IPv4. Das heißt, dass bei aktuellen Installationen IPv4-Zugriffe allein über Firewall-Regeln in den Container gelangen, IPv6-Zugriffe nur über die `docker-proxy`-Prozesse.

Spurensuche

Das lässt sich recht leicht überprüfen: Lassen Sie einen einfachen Container wie „`containous/whoami`“ laufen, der einen minimalen Webserver enthält und die HTTP-Request-Daten zurückliefert (alle erwähnten Container-Images unter ct.de/yt97). Wenn Sie von einem Client aus per IPv4 zugreifen, sehen Sie in der von `containous/whoami` erzeugten Ausgabe die IP-Adresse des Clients als „`RemoteAddr`“. Wiederholen Sie den Zugriff auf die IPv6-Adresse, taucht in „`RemoteAddr`“ die IP-Adresse auf, die auf dem Docker-Host für das `docker0`-Interface konfiguriert ist (das Default-Bridge-Netz).

Sie können sich mit dem Linux-Prozessmonitor `strace` vergewissern, dass der für IPv4 zuständige `docker-proxy`-Prozess bei Zugriffen inaktiv bleibt. Wenn sie `strace` hingegen den für IPv6 zuständigen `docker-proxy` untersuchen lassen, sehen Sie dessen Systemaufrufe, mit denen er die Pakete weiterleitet.

Misstrauische Zeitgenossen können noch die Gegenprobe machen: In der Firewall-Chain „`DOCKER`“ legt Docker beim Start der Container für IPv4 und jeden Port eine DNAT-Regel an, die den Netzwerkverkehr für die Ports und an das gewählte Ziel weiterleitet (DNAT steht für Destination Network Address Translation). Löscht man diese Regeln, wird der für IPv4 zuständige `docker-proxy`-Prozess aktiv – `strace` gibt dann auch für IPv4 Systemaufrufe aus.

Wenn ein `docker-proxy`-Prozess eingehende Netzwerkanfragen auf die Ports der Container verteilt, hat das Nebenwirkungen: Bei den Containern nämlich kommt nicht die IP-Adresse des anfragenden Clients an, sondern nur eine Adresse des Hosts selbst (meist die für `docker0` hinterlegte Adresse). In der Standardkonfiguration betrifft das nur IPv6-Verbindungen, weil der `docker-proxy`-Prozess für IPv4-Verbindungen gar nicht zum Zug kommt.

Es gibt aber durchaus auch Docker-Umgebungen, in denen diese Einschränkung auch für IPv4 gilt: Zuletzt begegnet ist uns das auf einem Synology-NAS-Gerät, während wir uns die Installation von Pi-hole auf solchen Geräten angesehen haben [1]. In dem Artikel haben wir das

ct kompakt

- Einfache Dienste sind mit Docker dank eingebauter Hilfen im Nu im Netzwerk erreichbar.
- Für Mailserver beispielsweise greifen die Automatismen zu kurz, wenn IPv6 gefragt ist.
- Neue, noch experimentelle Mechanismen, die explizit zu aktivieren sind, gleichen den Mangel aus.

Verhalten fälschlicherweise der Standard-Bridge einer Docker-Installation zugeschrieben – es ist allerdings eine Eigenart der Synology-Implementierung, die durch fehlende Regeln in der Firewall stets `docker-proxy`-Prozessen die Arbeit überlässt.

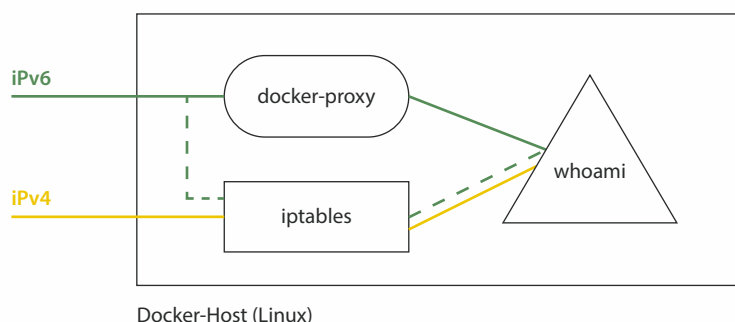
Proxy-Tollpatsch

Kurzum: Für alle Dienste, die darauf angewiesen sind, dass im Container die IP-Adressen der realen Clients ankommen, muss man einen Bogen um die Vermittlung durch die `docker-proxy`-Prozesse machen. Das betrifft zum Beispiel Mailserver, die per SPF (Sender Policy Framework) den Absender überprüfen, oder andere Anwendungen, die Clients unter anderem über die IP unterscheiden. Hilfreich sind die Adressen natürlich auch bei der Diagnose.

Die Docker-Entwickler haben vorgesehen, die `docker-proxy`-Prozesse zu entsorgen. Der Eintrag

Docker IPv4 versus IPv6

Die Standardinstallation von Docker auf Linux-Hosts sieht unterschiedliche Wege für Netzwerkzugriffe auf Container in einem Bridge-Netzwerk vor. IPv4-Zugriffe (gelb) landen über von Docker eingerichtete Firewallregeln im Container, IPv6-Zugriffe (grün) hingegen fließen über einen speziellen `docker-proxy`-Prozess. Erst nach dem Aktivieren experimenteller Funktionen verwendet Docker für IPv6 ebenfalls Firewallregeln (grün gepunktet).



```

root@dockertst:~/tests# docker run -d -P --name whoami containous/whoami
53bbe4b6a8ab61434253db885d1e8421fd7dd815e4d3700d4b8b3b5e7dffd6
root@dockertst:~/tests# ps ax | grep docker-proxy
5750 7      Sl      0:00 /usr/bin/docker-proxy -proto tcp -host-ip 0.0.0.0 -host-port 49154 -container-ip 172.17.0.2 -container-port 80
5756 7      Sl      0:00 /usr/bin/docker-proxy -proto tcp -host-ip :: -host-port 49154 -container-ip 172.17.0.2 -container-port 80
5822 pts/0  S+      0:00 grep docker-proxy
root@dockertst:~/tests# strace -p 5750 -ff
strace: Process 5750 attached with 7 threads
[pid 5758] epoll_pwait(6, <unfinished ...>
[pid 5757] futex(0xc000037548, FUTEX_WAIT_PRIVATE, 0, NULL <unfinished ...>
[pid 5755] futex(0x564afdaf99f8, FUTEX_WAIT_PRIVATE, 0, NULL <unfinished ...>
[pid 5754] futex(0xc000036d48, FUTEX_WAIT_PRIVATE, 0, NULL <unfinished ...>
[pid 5753] futex(0x564afdaf9b40, FUTEX_WAIT_PRIVATE, 0, NULL <unfinished ...>
[pid 5752] restart_syscall(<... resuming interrupted read ...> <unfinished ...>
[pid 5750] futex(0x564afdacba8, FUTEX_WAIT_PRIVATE, 0, NULL

```

Wenige Befehlszeilen helfen dabei zu überprüfen, auf welchem Weg per IPv4 und IPv6 eingehende Anfragen bei einem Container landen.

Die bei IPv4 standardmäßig aktiven Firewallregeln für DNAT zeigt ein Aufruf von iptables an.

```

root@dockertst:~/tests# iptables -L DOCKER -t nat
Chain DOCKER (2 references)
target     prot opt source                destination
RETURN     all  --  anywhere              anywhere
DNAT       tcp  --  anywhere              tcp dpt:49154 to:172.17.0.2:80
root@dockertst:~/tests#

```

```

{
  "userland-proxy": false
}

```

in der Konfigurationsdatei `/etc/docker/daemon.json` genügt. Allerdings legt Docker dann nicht automatisch die erforderlichen IPv6-Firewall-Regeln an. Dazu müssen Sie einige Zeilen mehr ergänzen:

```

{
  "userland-proxy": false,
  "ipv6": true,
  "fixed-cidr-v6": "fd00:111::/64",
  "experimental": true,
  "ip6tables": true
}

```

Mit der Option `ipv6` fordern Sie Docker auf, den Containern IPv6-Adressen zuzuteilen. Die stammen fürs standardmäßig aktive Bridge-Netzwerk aus dem mit `fixed-cidr-v6` genannten Adressbereich. Fehlt der, startet der Daemon nicht. Unser Beispiel nimmt einen zur lokalen Nutzung reservierten Block für Unique Local Addresses (ULAs); diese Adressen sind im Grunde das IPv6-Pendant der von Docker für IPv4 verwendeten privaten Adressen [2].

Mit `experimental` stellen Sie sicher, dass der Daemon die folgende Anweisung `ip6tables` überhaupt befolgt: Sie aktiviert erst das für IPv4 selbstverständliche Verhalten, dass für jeden per IPv6 erreichbaren, publizierten Port in einem Container eine Weiterleitung von der globalen IPv6-Adresse des Hosts auf die interne IPv6-Adresse des Containers eingerichtet wird.

Zudem erreichen Sie mit den genannten Optionen, dass auch aus dem Container heraus IPv6-Pakete ihren Weg in die weite Welt finden (so der Host selbst eine IPv6-Anbindung hat). Die Container mit ihren privaten Adressen verstecken sich dann per NAT hinter der IPv6-Adresse des Hosts. Für IPv6-Puristen ist das bäh, aber hier eine pragmatische, passende Lösung, die ziemlich genau das nachbildet, was Docker standardmäßig für IPv4 tut.

IPv6 experimentell

Die experimentelle IPv6-NAT-Implementierung weicht von der IPv4-Implementierung jedoch in einem Detail ab: Es werden keine Regeln für die DOCKER-USER-Chain erstellt. Das fällt normalerweise kaum auf. Es sei aber hier erwähnt, weil

das zum Beispiel erforderlich ist, um mit `fail2ban` in die Firewall eingefügten Regeln Brute-Force-Angriffe abzuwehren. Sollten Sie davon betroffen sein, können Sie sich an den `iptables`-Regeln für IPv4 orientieren und die DOCKER-USER-Chain für IPv6 entsprechend einrichten.

Übrigens: Lange bevor Docker selbst IPv6-Unterstützung mit NAT eingebaut hat, gab es diese schon von Robbert Klarenbeek in Form eines Docker-Containers (`robertkl/ipv6nat`). Der mit umfangreichen Rechten zu startende Container wird so lange gepflegt, bis der experimentelle Support in Docker vollständig aufgeschlossen hat – heißt es im Ticket #65. Dort tragen die Nutzer zusammen, wo es in Docker noch hakt.

Würde man mit globalen IPv6-Adressen in den Containern arbeiten, ließe sich auf die experimentellen Features verzichten. Allerdings müsste man sich dann um ein geeignetes IPv6-Routing kümmern, bräuchte dafür mehrere IPv6-Netze und einige weitere IPv6-typische Dienste – unterm Strich nichts, was sich eben mal so einrichten ließe.

Und, was viel schwerer wiegt und die Nutzung von globalen IPv6-Adressen mit

```

Hostname: whoami
IP: 127.0.0.1
IP: 172.25.0.2
RemoteAddr: 172.25.0.3:53018
GET / HTTP/1.1
Host: whoamiv6.whoami.org
User-Agent: Mozilla/5.0 (Macintosh; Intel Mac OS X 10.15; rv:104.0) Gecko/20100101 Firefox/104.0
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,image/avif,image/webp,*/*;q=0.8
Accept-Encoding: gzip, deflate, br
Accept-Language: de,en-US;q=0.7,en;q=0.3
Cache-Control: no-cache
Pragma: no-cache
Sec-Fetch-Dest: document
Sec-Fetch-Mode: navigate
Sec-Fetch-Site: cross-site
Te: trailers
Upgrade-Insecure-Requests: 1
X-Forwarded-For: 172.25.0.1
X-Forwarded-Host: whoamiv6.whoami.org
X-Forwarded-Port: 443
X-Forwarded-Proto: https
X-Forwarded-Server: traefik
X-Real-IP: 172.25.0.1

```

```

Hostname: whoami
IP: 127.0.0.1
IP: 172.24.0.2
RemoteAddr: 172.24.0.1:38438
GET / HTTP/1.1
Host: whoamiv6.whoami.org
User-Agent: Mozilla/5.0 (Macintosh; Intel Mac OS X 10.15; rv:104.0) Gecko/20100101 Firefox/104.0
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,image/avif,image/webp,*/*;q=0.8
Accept-Encoding: gzip, deflate, br
Accept-Language: de,en-US;q=0.7,en;q=0.3
Cache-Control: no-cache
Pragma: no-cache
Sec-Fetch-Dest: document
Sec-Fetch-Mode: navigate
Sec-Fetch-Site: cross-site
Te: trailers
Upgrade-Insecure-Requests: 1
X-Forwarded-For: 2003:dd:0000:0000:0000:0000:0000:0004:545f
X-Forwarded-Host: whoamiv6.whoami.org
X-Forwarded-Port: 443
X-Forwarded-Proto: https
X-Forwarded-Server: traefik
X-Real-IP: 2003:dd:0000:0000:0000:0000:0000:0004:545f

```

Die Ausgaben, die `containous/whoami` liefert, zeigen die IPv6-Probleme mit Docker. Links liefert Traefik als Client in den Proxy-Headern trotz IPv6-Anfrage eine IPv4-Adresse. Rechts stimmt es: In „X-Forwarded-For“ und „X-Real-IP“ steht die IPv6-Adresse des Clients.

beliebigen Container-Images infrage stellt: Jeder in einem Container erreichbare Dienst respektive Port wäre unter der globalen IPv6-Adresse erreichbar, ohne dass er explizit exponiert werden muss. Das gilt immer, wenn vor den Containern nicht eine Firewall steht, die Zugriffe verhindert.

Es gibt noch einen weiteren guten Grund, den IPv6-Proxy von Docker durch Firewall-Regeln zu ersetzen: Der Server wird durch den Netzwerkverkehr weniger stark belastet. Denn während die Firewall vom Kernel bereitgestellt wird, läuft docker-proxy im sogenannten Usermode – eingehende Anfragen verursachen in der Standardkonfiguration also einige performancezehrende Kontextwechsel zwischen Kernel- und Usermode mehr.

Traefik-Tricks

Wer jetzt denkt, mit einem Proxy wie Traefik fein raus zu sein und von all den Problemen nichts zu merken, täuscht sich: Steckt Traefik selbst in einem Bridge-Netzwerk (das ist die übliche Konfiguration), landen in einer Standardinstallation von Docker auf Linux wie beschrieben nur die Adressen von IPv4-Zugriffen dort. IPv6-Zugriffe registriert Traefik mit der IPv4-Adresse des docker0-Interface. Das kann man im Antwort-Header mit `containers/whoami` sichtbar machen (siehe oben und die Bilder links unten).

Wenn Traefik allein die eingehenden Verbindungen verwaltet, ist es nicht notwendig, die experimentellen Features in Docker zu aktivieren. Es führt noch ein anderer Weg zu den realen IPv6-Adressen der Clients: Lassen Sie den Proxy im Host-Netzwerkmodus laufen. In dem Fall mischen sich weder docker-Proxy-Prozesse noch die Firewall ein. Traefik lauscht direkt auf den konfigurierten Ports und sieht so auch die realen Adressen anfragender IPv6-Clients und kann sie im Anfrage-Header korrekt übermitteln. So einfach kann eine Lösung auch sein.

(ps@ct.de) 

Literatur

- [1] Peter Siering, Speicher mit Filter, Pi-hole oder AdGuard Home auf einem NAS einrichten, c't 20/2022, S. 76
- [2] Dušan Živadinović, Kleine Expedition, IPv6-Grundlagen und Streifzug durch Ihr eigenes Netz, c't 7/2022, S. 56

Erwähnte Container und Tickets auf GitHub: [ct.de/yt97](https://github.com/ct.de/yt97)

Es gibt 10 Arten von Menschen. iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:

3 digitale Ausgaben + Bluetooth-Tastatur nur **19,35 €**

www.ix.de/digital-testen



 www.ix.de/digital-testen

 leserservice@heise.de

 49 (0)541 800 09 120

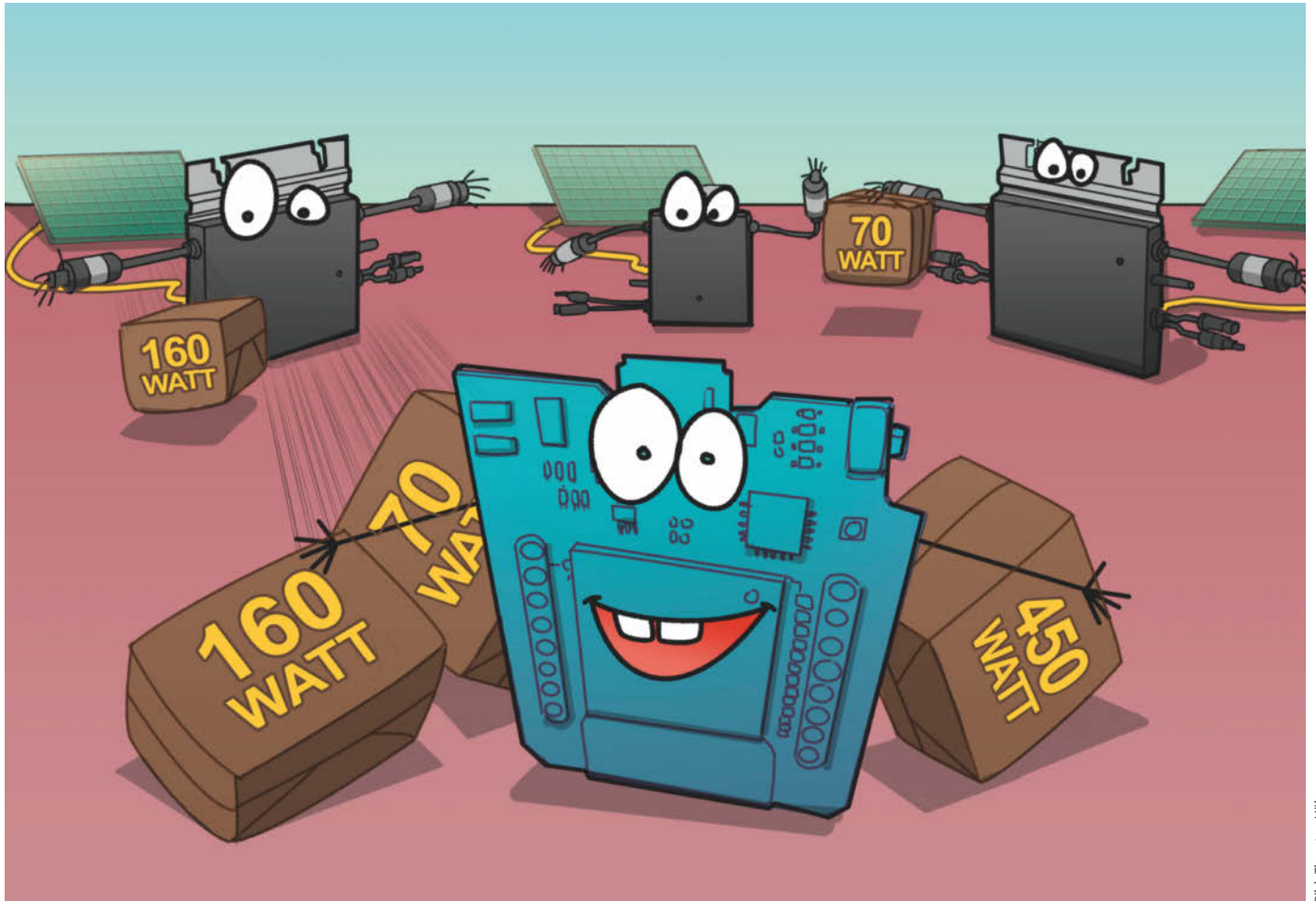


Bild: Thorsten Hübner

OpenDTU einrichten

Hoymiles-Wechselrichter für Balkonkraftwerke per Web & MQTT überwachen

Wer die integrierte Ertragsüberwachung von Hoymiles-Wechselrichtern einsetzen möchte, muss 160 bis 300 Euro extra für die DTU getauften Gateways ausgeben. Günstiger und ohne Cloud gehts mit der Bastelalternative OpenDTU.

Von Andrijan Möcker

Eine kleine Photovoltaikanlage zu verdrahten und in Betrieb zu nehmen, kann schon viel Spaß machen. Doch die echte Freude kommt erst auf, wenn die Leistungswerte auf einem Bildschirm landen. Deshalb gehören nicht nur Panels und Wechselrichter zu einer PV-Installation, sondern auch die Ertragsüberwachung. Wer seine Anlage normgerecht fest verdrahtet oder mit Wieland-Stecker anschließen möchte, kann aber nicht einfach eine günstige Schuko-Messsteckdose [1] verwenden.

Die meisten Hersteller bieten für ihre Mikrowechselrichter eine Monitoring-An-

wendung. Auch Hoymiles hat seine Wechselrichter der HM-Serie mit einer selbstgestrickten 2,4-GHz-Funkschnittstelle ausgestattet und verlangt für das DTU Lite genannte Gateway 160 bis 220 Euro. Möchte man mehr als vier Panels verwalten, muss man sogar das große DTU Pro für 250 bis 300 Euro beschaffen.

Eine breite Entwicklergemeinschaft analysierte das Hoymiles-Protokoll, woraus dann „OpenDTU“ entstand. Es läuft auf dem günstigen WLAN-Mikrocontroller ESP32 und benötigt für die Kommunikation mit dem Wechselrichter lediglich ein direkt anzuschließendes Nordic-Funk-

modul. Im Idealfall bestellt man für Photovoltaik-Freunde mit und zahlt so nur 10 bis 20 Euro pro ESP32-Funkmodul-Kombination, da größere Sets mit etwa drei oder fünf Chips günstiger sind.

OpenDTU richtet sich primär an Selbsterbauer; es liefert sowohl ein einfaches Webinterface als auch das Telemetriedatenprotokoll MQTT, sodass man die Daten in beliebige MQTT- und JSON-fähige Smart-Home-Steuerungen integrieren kann [2]. Programmier- oder Kommandozeilenkenntnisse sind für OpenDTU nicht nötig. Aktuell spricht die Firmware mit Wechselrichtern der HM-Serie bis 1500 Watt; andere Serien, etwa die HMT, nutzen ein anderes Funkmodul und sind (noch) nicht kompatibel.

Werkzeug & Einkauf

Der verwendete ESP32-WLAN-Mikrocontroller ist in mehreren Varianten auf fertigen Bastelplatinen erhältlich: Wollen Sie völlig ohne Werkzeug auskommen, bestellen Sie eine mit vorgelöteten Pins – etwa das NodeMCU ESP32. Dann genügen Weiblich-Weiblich-Jumper-Kabel, um das Nordic-Funkmodul mit dem ESP32 zu verbinden.

Kompaktere Varianten wie der ESP32 D1 Mini kommen normalerweise nicht mit vorgelöteten Pins, sodass der Einsatz eines Lötkolbens unerlässlich ist. Wollen Sie die Jumperkabel direkt anlöten, benötigen Sie zudem eine feine Abisolierzange.

Wer sein Netzwerk lieber verkabelt mag, findet bei Olimex (EU, Bulgarien) außerdem ESP32-Platinen mit Ethernetanschluss, sogar eine PoE-Variante existiert. Links zu den Platinchen finden Sie über ct.de/yr8.

Der benötigte Nordic nRF24L01+ ist ebenfalls in mehreren Varianten erhältlich: eine auf kleiner Platine mit Leiterbahnantenne und eine mit SMA-Anschluss und externer Antenne. Zweitens

ergibt Sinn, wenn zwischen OpenDTU-Standort im Innenraum und dem Wechselrichter schirmende Wände oder größere Distanzen (30 Meter oder mehr) zu überbrücken sind. Im Zweifel nehmen Sie eine Platine mit Antennenanschluss. Obendrein müssen Sie beim Kauf auf das Plus in der Chipbezeichnung achten. Der nRF24L01 – ohne Plus – ist nicht OpenDTU-tauglich.

Davon abgesehen benötigen Sie einen Computer mit aktuellem Linux, macOS oder Windows, WLAN und einem USB-Port sowie ein Micro-USB-Kabel. Nach der Programmierung am Rechner schließt man den ESP32 an ein USB-Netzteil an, das mindestens 1 Ampere liefert.

Installation

OpenDTU muss kompiliert und auf den ESP32 geflasht werden. Am einfachsten gelingt das aus der kostenlosen Entwicklungsumgebung Microsoft Visual Studio Code heraus mit der PlatformIO-Integration – ein Programmierwerkzeug, das hardwarenahe Programmierung erleichtert. Programmierkenntnisse sind nicht nötig, PlatformIO übernimmt sämtliche Schritte für Sie. Wir beschränken uns deshalb auf diesen Installationsweg; das Installieren per Kommandozeile ist im GitHub-Repository beschrieben (alle Softwarelinks unter ct.de/yr8).

Installieren Sie zunächst Visual Studio Code auf Ihrem Computer; das Paket gibts auf der Downloadseite. Anschließend öffnen Sie das Programm und wechseln links in das Erweiterungs-Menü (Extensions). Bietet Ihnen Visual Studio Code das „German Language Pack for Visual Studio Code“ an, können Sie ablehnen; das ist optional. Tippen Sie „PlatformIO“ ins Suchfeld und installieren Sie die PlatformIO IDE. Das kann ein wenig dauern; den Installationsfortschritt können Sie in der blauen Leiste unten beobachten.

ct kompakt

- Hoymiles-Wechselrichter haben eine proprietäre Funkschnittstelle zum Auslesen der Leistungsdaten.
- Die Gateways des Herstellers sind insbesondere für kleine Anlagen sehr teuer.
- Mit dem Open-Source-Projekt OpenDTU kann man die Wechselrichter der HM-Serie für nicht einmal 20 Euro auslesen.

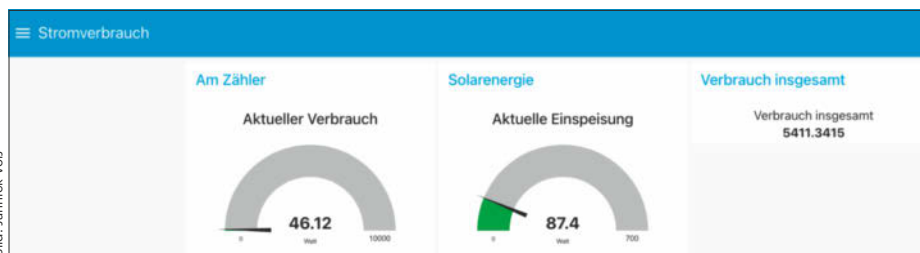
Die Versionsverwaltung git benötigen Sie ebenfalls, um den Quellcode für OpenDTU herunterzuladen; die Installationsdateien finden Sie auf der Downloadseite. Nutzen Sie macOS oder eine Linux-Distribution, können Sie git auch über die Kommandozeile installieren: In macOS geht das bequem über den Paketmanager Homebrew [3] via `brew install git`, unter Linux mit dem jeweiligen Paketmanager, bei Debian-Derivaten also beispielsweise `apt install git`. Danach öffnen Sie Visual Studio Code wieder, rufen unter Windows und Linux mit dem Tastengriff Strg und , (Komma) die Einstellungen auf (Mac: Cmd plus Komma), suchen den Parameter „Git: Enabled“ und setzen den Haken.

Um den OpenDTU-Code herunterzuladen, drücken Sie Strg (Cmd)+Umschalt+P für die Befehlssuche, suchen nach `git clone` und bestätigen die Befehlsauswahl mit Enter. Im nachfolgenden Feld tragen Sie `https://github.com/tbnoody/OpenDTU.git` ein, bestätigen (Enter) und wählen einen Zielordner. Nach dem Download fragt Sie Visual Studio Code, ob Sie das Projekt in einem neuen oder im bestehenden Fenster öffnen wollen; in der Regel wollen Sie letzteres (Add to Workspace). PlatformIO fühlt sich durch die

Live Data		
HM-700		
HM-700 (Inverter Serial Number: [redacted]) (Data Age: 1 seconds)		
Phase 1		
Property	Value	Unit
Power	8.70	W
Voltage	229.00	V
Current	0.04	A
Power DC	9.10	W
YieldDay	1.902.00	Wh
YieldTotal	28.29	kWh
Frequency	50.02	Hz
Temperature	20.80	°C
ReactivePower	0.00	var
Efficiency	95.60	%
String 1		
Property	Value	Unit
Power	4.50	W
Voltage	25.60	V
Current	0.18	A
YieldDay	904.00	Wh
YieldTotal	13.79	kWh
Irradiation	0.00	%
String 2		
Property	Value	Unit
Power	4.60	W
Voltage	26.00	V
Current	0.18	A
YieldDay	998.00	Wh
YieldTotal	14.50	kWh
Irradiation	0.00	%

Bis zu zehn Wechselrichter fragt OpenDTU per Funk ab. Das Webinterface läuft direkt auf dem ESP32, sodass die Firmware auch ganz ohne Smart-Home-Zentrale eine Hilfe ist – sofern Ihnen nackte Zahlen ohne Diagramme und andere grafische Schmankerl genügen.

Bild: Jannick Voß



Die Node-Red-Erweiterung „Node-Red-Dashboard“ erlaubt, Leistungswerte und andere Messdaten eines Balkonkraftwerks einfach zu visualisieren.

Datei platformio.ini im Ordner direkt als Compiler zuständig und fragt, ob Sie den Autoren vertrauen, was Sie bestätigen. Jetzt steht nur noch an, die Datei platformio.ini zu bearbeiten. Die Datei wird automatisch in einer neuen Registerkarte oben in Visual Studio Code geöffnet.

Flashen

Da die optimalen GPIOs (General Purpose Input/Output, Mikrocontrolleranschlüsse, ausgeführt als Pins) für das nRF-Modul zwischen verschiedenen ESP32-Platinen variieren, haben die Entwickler direkt mehrere GPIO-Belegungen als Umgebungsvariablen in der platformio.ini hinterlegt. Der Parameter default_envs sagt dem Compiler, welche er wählen soll. Mit generic sind die im Repository gezeigten Pins gültig (siehe ct.de/yru8). Zusätzlich gibt es die Olimex-Platinen (olimax_esp32_poe und olimex_esp32-evb) und den Wemos D1 Mini ESP32 (d1_mini_esp32). Ersetzen Sie generic wenn nötig durch eine der Bezeichnungen.

Haben Sie ein anderes Board gekauft, können Sie die build_flags mit den GPIO-

Definitionen aus einer anderen Variante kopieren, unter [env:generic] anfügen und entsprechend Ihres Platinchens ändern. Beispielsweise:

```
[env:generic]
board = esp32dev
monitor_port = COM4
upload_port = COM4
build_flags = ${env.build_flags}
-DHOYMILES_PIN_MISO=12
-DHOYMILES_PIN_MOSI=2
-DHOYMILES_PIN_SCLK=14
-DHOYMILES_PIN_IRQ=13
-DHOYMILES_PIN_CE=16
-DHOYMILES_PIN_CS=5
```

Vor dem Flashen muss nur noch der korrekte serielle Port in der platformio.ini eingetragen werden: Um den zu ermitteln, verbinden Sie den ESP32 per USB mit Ihrem Computer, öffnen dann unter Windows den Geräte-Manager und schauen unter Anschlüsse (COM & LPT) nach der Portnummer. In Linux und macOS öffnen Sie die Kommandozeile; Linuxer geben ls /dev/tty* ein, Apple-Nutzer ls /dev/cu.*. Gesucht wird ttyUSBn oder ttyACMn beziehungsweise cu.usbserial- (Hardware-ID).

Haben Sie die korrekte Portnummer beziehungsweise Adresse ermittelt, tragen Sie sie in der platformio.ini ein. Scrollen Sie dazu bis zum korrekten env-Eintrag (generic, olimex_, ...) und ändern Sie monitor_port und upload_port. In macOS und Linux muss der vollständige Pfad eingetragen werden, also etwa /dev/ttyUSB1.

Um den Kompilier- und Flashprozess zu starten, klicken Sie unten in der blauen Leiste auf den Rechtspfeil. Der Prozess kann einige Minuten dauern, da PlatformIO unter Umständen erst zusätzliche Daten für den ESP32-Compiler sowie Bibliotheken herunterladen muss. Den Fortschritt können Sie unten in der Konsole beobachten.

Ist der Prozess abgeschlossen, entfernen Sie den ESP32 vom USB-Anschluss

und beginnen damit, das Funkmodul anhand der GPIO-Definitionen in der platformio.ini anzuschließen. Achtung: Die Pin-Nummern auf der ESP-Platine entsprechen nicht zwangsläufig den GPIOs; Datenblätter liefert der Händler oder der Hersteller. Das nRF-Funkmodul ist oft unbeschriftet; Angebote enthalten aber meist eine Grafik, anhand derer die Belegung ersichtlich ist. Seien Sie besonders vorsichtig, wenn Sie den Spannungspin Vcc anschließen; er darf ausschließlich auf einen 3,3-Volt-Pin gesteckt werden. 5 Volt zerstören den Chip möglicherweise.

Ist alles zusammengesteckt, verbinden Sie das Konstrukt mit dem USB-Netzteil.

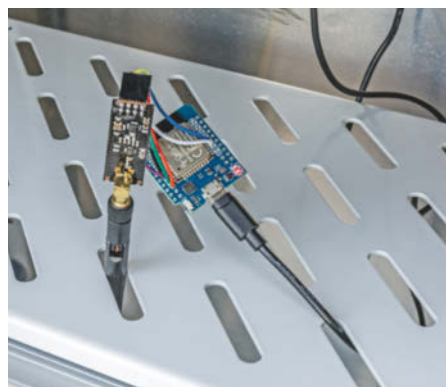
Einrichtung

OpenDTU macht die Einrichtung leicht: Die Firmware startet – solange die Zugangsdaten zu einem WLAN fehlen, mit dem sie sich verbinden soll – einen WLAN-Access-Point, über den Sie das Webinterface erreichen. Suchen Sie das OpenDTU-WLAN und verbinden Sie sich mit dem Passwort „openDTU42“. Ignorieren Sie gegebenenfalls die Warnung, dass keine Internetverbindung möglich ist; die ist jetzt nicht wichtig.

Das Webinterface öffnen Sie anschließend mit einem beliebigen Browser über http://192.168.4.1. Über „Settings / Network“ erreichen Sie die WLAN-Einstellungen. Tragen Sie dort die SSID – also den Namen Ihres heimischen Funknetzes – und den Schlüssel ein. Optional passen Sie den Hostnamen an. Klicken Sie „Save“, verbindet sich OpenDTU mit Ihrem WLAN. Die neue IP-Adresse ermitteln Sie etwa über die Statusseite Ihres Routers oder mit einem beliebigen IP-Scanner; auf Smartphones gelingt das mit der kostenlosen Basisversion von Ping besonders einfach. Taucht das Gerät nicht auf, haben Sie sich möglicherweise vertippt. Suchen Sie dann erneut nach dem OpenDTU-WLAN und rufen Sie die Konfiguration wieder über http://192.168.4.1 auf.

Auswertung

Haben Sie die neue IP-Adresse entdeckt, geben Sie sie im Browser ein, um das Webinterface zu öffnen. Jetzt müssen Sie OpenDTU nur noch die Seriennummer des Wechselrichters mitteilen, damit es mit dem Wechselrichter kommunizieren kann: In „Settings/Inverter Settings“ tragen Sie diese in Serial ein und vergeben einen beliebigen Namen für das Gerät. Sie



Unser nackter OpenDTU-Prototyp fand im Experimentierschrank auf dem Dach des Verlags seinen Platz, in dem auch Balkonkraftwerke zum Test angeschlossen sind. Im Versuchsbetrieb mit unserem Hoymiles HM-700 lief die Firmware ohne Abstürze.

können danach bis zu neun weitere Wechselrichter hinzufügen.

Anschließend wechseln Sie in die Registerkarte „Live Data“. OpenDTU fängt sofort an, die Wechselrichter abzufragen und die Leistungsdaten sollten sofort auftauchen, sofern der Wechselrichter in Reichweite ist. Sehen Sie nichts, schauen Sie zunächst unter System/Info/Chip Status; steht er nicht auf „Connected“, kontrollieren Sie die Verbindung zum nRF-Funkmodul. Alternativ wechseln Sie in Settings/DTU Settings und setzen das Verstärkerlevel (PA Level) auf „Maximum“.

Sobald erste Werte in Live Data zu sehen sind, ist die Grundeinrichtung abgeschlossen. Das Webinterface aktualisiert die Werte, ohne dass Sie die Seite neu laden müssen. Genügt Ihnen die Aktualisierungsrate nicht, können Sie auch in den DTU Settings das Abfrageintervall herabsetzen. Kommen die Daten weiter selten, ist das Signal vom Wechselrichter wahrscheinlich schwach und Sie müssen das

Konstrukt näher heranbewegen. Viele abzufragende Wechselrichter sorgen ebenso für höhere Latenz.

Bunte Auswertung

Die einfache Auswertung auf der Live-Data-Seite dürfte jedem genügen, der einfach nur gelegentlich seine Gesamtersparnisse und den Amortisationsgrad des Balkonkraftwerks ausrechnen möchte. „YieldTotal“ zeigt die Produktion des Wechselrichters ab Inbetriebnahme an; der Wert ist persistent und bleibt auch bei abgeschaltetem Wechselrichter erhalten.

Wollen Sie es etwas schicker haben, kommt OpenDTUs MQTT-Integration ins Spiel: Über das Telemetrieprotokoll wirft die Firmware sowohl die Informationen von der Wechselspannungsseite als auch die der einzelnen Gleichspannungseingänge aus, sodass Sie sogar jedes einzelne Panel visualisieren können.

Ganz einfach und ohne komplizierte Datenbanken visualisiert man die Werte mit Node-Red-Dashboard [4, 5]. Ausge-

fuchstere Darstellungen liefert Grafana in Verbindung mit dem Datenbankdienst InfluxDB [6, 7]. Zusammen mit einem Zähleradapter bekommen Sie so den perfekten Überblick über Stromverbrauch und Produktion [8]. (amo@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Ernst Ahlers, Stromwaagen, 10 Energiekostenmessgeräte im Vergleich, c't 17/2022, S. 98
- [2] Jan Mahn, Weltsprache, Das Protokoll MQTT für robusten Datenaustausch in Industrie und Hausautomation, c't 6/2018, S. 164
- [3] Immo Junghärtchen, App Store fürs Terminal, Die Paketverwaltung Homebrew unter macOS einrichten und nutzen, c't 12/2020, S. 122
- [4] Jan Mahn, Reaktionsmaschine, Einsteig in Heimautomation mit Node-Red, c't 15/2018, S. 142
- [5] Merlin Schumacher, Rotfront!, Grafische Oberflächen für Node-Red entwickeln, c't 2/2019, S. 160
- [6] Jan Mahn, Das Auge administriert mit, Daten visualisieren mit Grafana, c't 10/2019, S. 152
- [7] Jan Mahn, Geschichtsschreiber, InfluxDB: Spezialisierte Datenbank für Messwerte und Logging, c't 5/2019, S. 154
- [8] Andrijan Möcker, Solarmeter, Balkonkraftwerke: Stromproduktion messen, c't 19/2022, S. 108

Software und Platinen: ct.de/yrus



Web-Performance Day

Tipps, Tricks und Tools für schnellere Webanwendungen

1. Dezember 2022
Online

enterjs.de/web-performance.php

Jetzt
Frühbucher-
rabatt
sichern!

Plus 2-Tages-Highspeed-Workshops: JavaScript (6./7.12.) und Angular (12./13.12.)



Bild: Thorsten Hübner

Draufgelegt

MangoHud: Overlay für Spiele & Anwendungen unter Linux

Das Steam Deck hat es vorgemacht und ein praktisches Game-Overlay fest in seine Steam-Oberfläche eingebaut, das die Hardware-Auslastung anzeigt. Mit wenigen Handgriffen ist das Vulkan- und OpenGL-Overlay mit MangoHud aber auch auf jedem Linux-Desktop eingerichtet.

Von Liane M. Dubowy

Spiel starten und loslegen: Wer in virtuelle Welten eintauchen und abschalten will, ist genervt, wenn's ruckelt und hakt. Nun gilt es, den Spielverderber schnell zu finden. Ob der Prozessor voll ausgelastet, die Grafikkarte zu heiß oder der Arbeitsspeicher voll ist, verrät MangoHud via Overlay, das sich auf dem Bildschirm als Einblendung über das laufende Programm legt. Bei Bedarf schreibt es die Daten zur späteren Analyse in eine Tabelle, sodass sie Sie später analysieren und vergleichen können. Wer Valves Handheld-Konsole Steam Deck besitzt, kennt das hilfreiche Overlay bereits, denn dort ist ab Werk das Tool MangoApp desselben Entwicklers vorkonfiguriert.

Doch auch bei ressourcenfordernden Arbeiten wie Videoschnitt, Audioproduk-

tion oder beim Hantieren mit riesigen Tabellen kann es hilfreich sein zu verstehen, warum die Hardware an ihre Grenzen gelangt. In diesem Artikel richten wir auf dem Linux-Desktop ein solches Game-Overlay mit MangoHud ein, zeigen was es kann und wie Sie es konfigurieren.

Auf Ihrem lokalen Linux-System müssen Sie das Tool selbst installieren und einrichten. Im Folgenden zeigen wir zwei Konfigurationswege: traditionell per gut dokumentierter Konfigurationsdatei oder mithilfe des grafischen Tools GOverlay.

MangoHud installieren

Die meisten Linux-Distributionen bieten das Tool in ihren Paketquellen an, sodass Sie das Paket „mangohud“ wie gewohnt mit der Software-Verwaltung installieren können. Unter Arch Linux holen Sie sich (wie wir für diesen Test) die Software aus dem AUR; das Kommando

```
yay -S mangohud
```

lädt die Software herunter, kompiliert und installiert sie. Fehlt MangoHud in den Repositories, können Sie auf ein distributionsunabhängiges Flatpak zurückgreifen,

ct kompakt

- Das Linux-Tool MangoHud legt ein transparentes Info-Overlay über Programmfenster.
- Das Tool zeigt die Framerate, die Auslastung von Prozessor und Grafikkarte sowie einiges mehr.
- Auf Wunsch sammelt es die Daten zur späteren Analyse und grafischen Auswertung.

die Installation beschreibt die Github-Seite des Projekts (siehe ct.de/y2xu).

Overlay anschalten

Frisch installiert bringt MangoHud eine Grundkonfiguration mit, die zum Ausprobieren allemal reicht. Bevor Sie sich in Details stürzen, sollten Sie sicherstellen, dass es funktioniert. Besonders einfach geht das mit den Testprogrammen Glxgears (für OpenGL) und Vkcube (für Vulkan), die bei vielen Distributionen meist schon an Bord sind. Fehlen sie, rüsten Sie die gleichnamigen Pakete aus den Paketquellen der Distribution nach.

Um eine Software mit dem MangoHud-Overlay zu starten, stellen Sie dem Startbefehl in der Kommandozeile einfach den Aufruf `mangohud` voran. Also beispielsweise

```
mangohud glxgears
mangohud vkcube
```

Starten Glxgears oder Vkcube mit einem Overlay, hat alles geklappt und Sie können sich an die weitere Konfiguration machen.

Um das MangoHud-Overlay in einem Steam-Spiel zu nutzen, reicht ein ergänzender Startparameter. Klicken Sie dazu in der Steam-Bibliothek mit der rechten Maustaste auf das gewünschte Spiel, öffnen Sie die Eigenschaften und tragen Sie im Allgemein-Reiter ganz unten bei Startoption den Befehl `mangohud %command%` ein. Beim nächsten Spielstart erscheint das Overlay über dem Spielbild. Probieren Sie es ruhig erst mal aus.

Alternativ öffnen Sie Steam über die Kommandozeile und geben ihm dabei MangoHud mit auf den Weg (`mangohud steam`), dann ist das Overlay in allen Spielen automatisch an. Wie Sie ein Tastenkürzel definieren, um das Overlay jederzeit ein-

oder ausschalten zu können, ohne Steam neu zu starten, erklären wir gleich.

MangoHud funktioniert auch mit Spielen, die Sie über das Gaming-Tool Lutris öffnen. Das Open-Source-Tool startet native Linux-Games ebenso wie solche, die mit Wine oder in Emulatoren laufen. Per Rechtsklick auf den Spieleintrag und „Konfigurieren“ öffnen Sie die jeweiligen Einstellungen. Im Tab „Systemeinstellungen“ schieben Sie den Regler bei „FPS-Statusleiste (MangoHud)“ nach rechts und bestätigen mit „Speichern“. Beim nächsten Spielstart wird das Overlay angezeigt.

Infos nach Wunsch

Nach dem ersten Start zeigt MangoHud nur eine Handvoll Daten. In der Grundkonfiguration präsentiert das Tool Werte, die vor allem Gamer interessieren: die Auslastung von GPU und CPU in Prozent, die Anzahl der FPS (Frames per second) sowie die Frametime und ob OpenGL oder Vulkan (DXVK) zum Einsatz kommt. Um Einfluss auf die Anzeige zu nehmen, können Sie die gewünschten Parameter beim Programmstart mitgeben. Der folgende Befehl startet beispielsweise Glxgears mit einem Overlay, das keine Werte für die Grafikkarte ausgibt und die Schriftgröße festlegt:

```
MANGOHUD_CONFIG="gpu_stats=0,\
font_size=12" mangohud glxgears
```

Um nur mal einen Parameter auszuprobieren, ist dieser Weg in Ordnung, auf Dauer aber zu umständlich. Hinterlegen Sie die Einstellungen besser in einer Konfigurationsdatei. Dort können Sie allgemeingültige Vorgaben für alle Programme machen, aber auch zusätzliche Konfigurationsdateien für einzelne Anwendungen definieren.

MangoHud durchsucht beim Start verschiedene Ordner nach einer passenden Konfiguration – zunächst `/usr/bin`, dann

den Konfigurationsordner der Anwendung. Letzterer liegt in der Regel im versteckten Ordner `.config` im Home-Verzeichnis. Der Pfad zur globalen Konfigurationsdatei lautet dann `~/.config/MangoHud/MangoHud.conf`. Möchten Sie für bestimmte Anwendungen eigene Konfigurationen anlegen, müssen diese den Namen des Programms und die Endung `.conf` tragen, für Glxgears also `glxgears.conf`.

Ein guter Startpunkt ist die mitgelieferte Beispielkonfiguration, die Sie nach der Installation im System unter `/usr/share/doc/mangohud/MangoHud.conf` oder auf der Github-Seite des Projekts finden (siehe ct.de/y2xu). Kopieren Sie die Datei ins Home-Verzeichnis nach `~/.config/MangoHud/`. Unter Umständen müssen Sie das Verzeichnis MangoHud erst noch anlegen. Dann lauten die beiden Befehle beispielsweise wie folgt:

```
mkdir -p ~/.config/MangoHud
cp /usr/share/doc/mangohud/MangoHud\
.conf.example ~/.config/MangoHud/\
MangoHud.conf
```

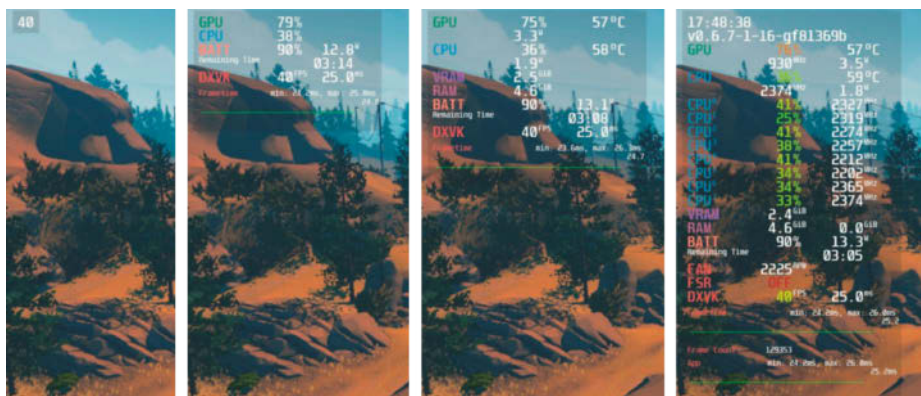
In der Konfigurationsdatei steht jede Option in einer eigenen Zeile. Die Beispielkonfiguration enthält bereits viele Einstellungen, die Sie nur noch an- oder abschalten müssen. Die meisten Zeilen sind mit einem Doppelkreuz `#` am Anfang der Zeile bereits auskommentiert und damit inaktiv. Für einen Test entfernen Sie einfach probeweise vor einer Zeile das Kommentarsymbol, speichern die Datei und starten `mangohud glxgears`, um das Ergebnis im Overlay zu sehen. Nun können Sie die Konfigurationsdatei nach Herzenslust anpassen und experimentieren.

Wie auf dem Steam Deck

Was Valve auf dem Steam Deck ab Werk bietet, können Sie mit wenigen Handgriffen weitgehend nachbauen (siehe Screen-



Ein Testlauf mit Tools wie Glxgears zeigt, ob MangoHud funktioniert und dient als Vorschau bei der Konfiguration.



Das Steam Deck bringt ein Overlay mit, dessen vier Stufen unterschiedlich viele Infos zeigen. Mit MangoHud können Sie es auf dem PC nachbauen.

shot oben). Einen Schieberegler zum Umschalten zwischen den Konfigurationen gibt es am Desktop allerdings nicht.

Die einfachste Variante des Steam-Deck-Overlays zeigt lediglich die FPS ohne Beschriftung. Eine analoge Option fehlt in der Beispielkonfiguration von MangoHud. Kommentieren Sie daher alles aus (bis auf Tastenkürzel, die Sie nutzen wollen) und tippen Sie an beliebiger Stelle folgende Zeile ein:

```
fps_only
```

Wenn Sie die Datei gespeichert und MangoHud erneut aufgerufen haben, zielt eine schlichte FPS-Zahl das Overlay.

Position Zwei des Steam-Deck-Schiebereglers ähnelt der ursprünglichen Beispielkonfiguration. Folgende Zeilen müssen Sie dafür noch ergänzen:

```
gpu_stats
cpu_stats
battery
fps
frame timing
```

Der Parameter battery behält auf Notebooks den Akkustand im Blick. Für Steam-Deck-Ansicht Numero 3 fügen Sie unterhalb von `cpu_stats` noch die Zeilen `vram` und `ram` hinzu.

Nur die vierte Variante des Steam-Deck-Overlays lässt sich nicht ganz nachbauen, da MangoHud beispielsweise keine Lüfterdrehzahlen auslesen kann. Eine ähnlich ausführliche Ausgabe liefert die Zeile `full`. Dann zeigt MangoHud zusätzlich die Uhrzeit (Parameter `time`), die MangoHud-Version (`version`), Temperaturen (`gpu_temp` und `cpu_temp`) sowie einiges mehr an. Möchten Sie Daten aller Prozessorkerne sehen und diese je nach Last von

Grün über Gelb nach Rot einfärben, fügen Sie beispielsweise folgende Zeilen hinzu:

```
core_load
core_load_change
cpu_load_value=60,90
cpu_load_color=39F900,FDFD09,B22222
```

Darüber hinaus listet die Github-Seite von MangoHud weitere praktische Optionen auf. Sie können etwa die verwendeten Farben anpassen, beispielsweise zeigt `gpu_color=666666` die Bezeichnung „GPU“ in Dunkelgrau an. Auch die Beispielkonfiguration zeigt einige Möglichkeiten auf. Experimentieren Sie ruhig, MangoHud ignoriert fehlerhafte Optionen.

Anders als auf dem Steam Deck fehlt ein Schalter für MangoHud, um es nur bei Bedarf anzuschalten. Definieren Sie dafür am besten ein Tastenkürzel:

```
toggle_hud=Shift_R+F12
```

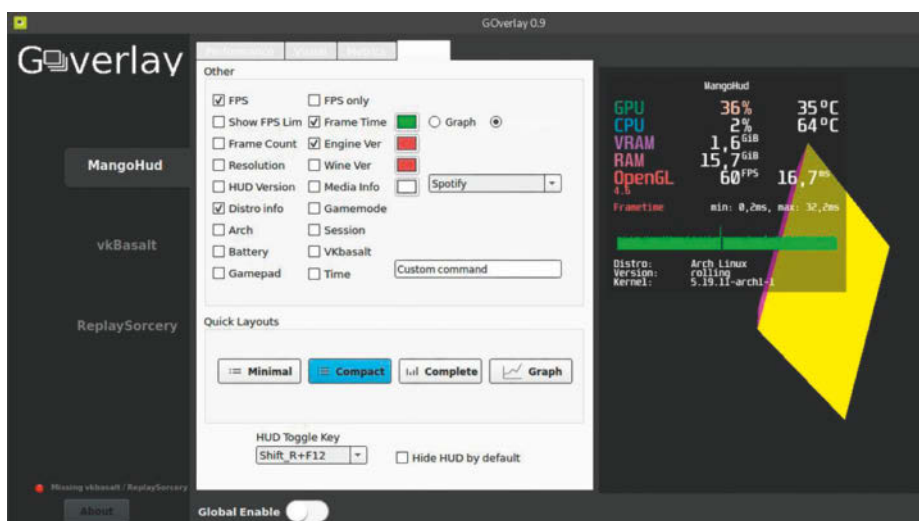
Fortan knipsen Sie das Overlay mit der rechten Umschalttaste+F12 an oder aus.

Mitschreiben

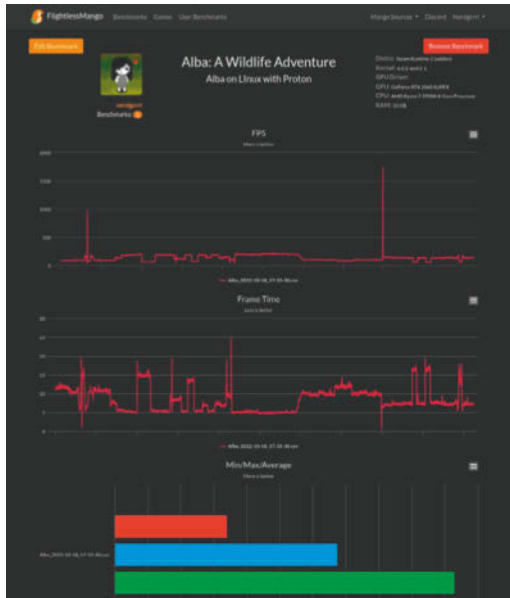
Falls gewünscht, schreibt MangoHud die erfassten Werte in eine CSV-Tabelle, die Sie später auswerten, für Vergleiche heranziehen oder als Datenbasis für Diagramme nutzen können. Damit das funktioniert, müssen Sie mit `output_folder=` zunächst ein Ausgabeverzeichnis für die Logdateien festlegen. Sie können MangoHud anweisen, das Mitschreiben nach einer Weile an- und wieder abzuschalten oder dafür eine Taste drücken (beispielsweise mit `toggle_logging=Shift_L+F2`).

Wollen Sie die Daten nicht selbst grafisch aufbereiten, laden Sie sie auf flightlessmango.com hoch. Im Nu erstellt die Website daraus Kurven und Balkendiagramme. Voraussetzung ist die Zeile `permit_upload=1`. Drückt man während MangoHud läuft die (etwa mit `upload_log=F5` definierte) Taste zum Upload, muss man dafür keinen Account anlegen. Die Seite mit den Grafiken öffnet sich danach automatisch im Browser.

Alternativ loggen Sie sich mit einem Discord-Account auf flightlessmango.com ein, suchen unter „User Benchmarks“ nach dem gewünschten Spiel und fügen mit „New Benchmark“ eigene Logdateien samt Kommentar hinzu. Der Vorteil: Sie können aus mehreren Logdateien gemeinsame Kurven erzeugen und später weitere hinzufügen. Das kann den Unterschied zwischen unterschiedlichen Messungen, Spieleinstellungen oder Hardware grafisch veranschaulichen.



Grafische Oberfläche für MangoHud: In GOverlay klicken Sie das gewünschte Overlay schnell zusammen.



Kurve statt Tabelle: Lädt man die Logdatei von Mango-Hud auf die Website des Entwicklers hoch, veranschaulicht diese das Ergebnis in Kurven und Balkendiagrammen.

Grafische Oberfläche GOverlay

Mit dem grafischen Frontend GOverlay ändern Sie die Einstellungen für MangoHud per Mausklick. In der Programmoberfläche sind zwar nicht alle, aber doch ziemlich viele Optionen verfügbar. Auch dieses Tool können Sie als Paket „goverlay“ über den Paketmanager Ihrer Linux-Distribution nachinstallieren. Unter Arch Linux und Manjaro installieren Sie es am einfachsten aus dem AUR mit dem Befehl `yay -S overlay-bin`.

Anleitungen für Distributionen, in deren Paketquellen das Tool fehlt, gibt es auf der Github-Seite (siehe ct.de/y2xu). Sie starten es über das Anwendungsmenü oder mit dem Befehl `goverlay &`. In vier Tabs haken Sie nun einfach an, was Sie im Overlay sehen wollen und klicken rechts unten auf „Save“. Speichern Sie ruhig zwischendurch, GOverlay aktualisiert dann die Vorschau rechts. Im letzten Tab legen Sie eine Tastenkombination fest, mit der Sie das MangoHud-Overlay schnell ein- und wieder ausschalten. Standardmäßig ist dafür die linke Umschalttaste+F12 vorgesehen.

Außerdem sind hier bereits vier Layouts vorkonfiguriert: Minimal, Compact, Complete und Graph. Während sich Minimal auf die Frames konzentriert, präsentiert Compact Messdaten zu CPU, GPU, RAM, VRAM und FPS. Complete listet nicht nur sämtliche Prozessorkerne einzeln auf, sondern zeigt viele weitere Details. Spartanische Graphen zeigt die Konfiguration Graph.

Praktischer Helfer

Bringt die neue Grafikkarte wirklich so viel mehr? Ist doch noch ein neuer Prozessor fällig? MangoHud kann dazu beitragen, Antworten auf diese Fragen zu finden. Das Open-Source-Tool ist leicht einzurichten und an die eigenen Bedürfnisse anzupassen. Ein großer Vorteil sind die Benchmark-Ergebnisse auf der Projekt-Website, die auch dabei helfen können, die besten Grafikeinstellungen für ein Spiel zu ermitteln. (lmd@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Liane M. Dubowy, Taschenspielerlei, Mobile Steam-Bibliothek: Spielkonsole Valve Steam Deck im Test, c't 9/2022, S. 112

Tools & Benchmarks: ct.de/y2xu

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

iX
MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE
INFORMATIONSTECHNIK



www.ix.de/testen



leserservice@heise.de



49 (0)541 800 09 120

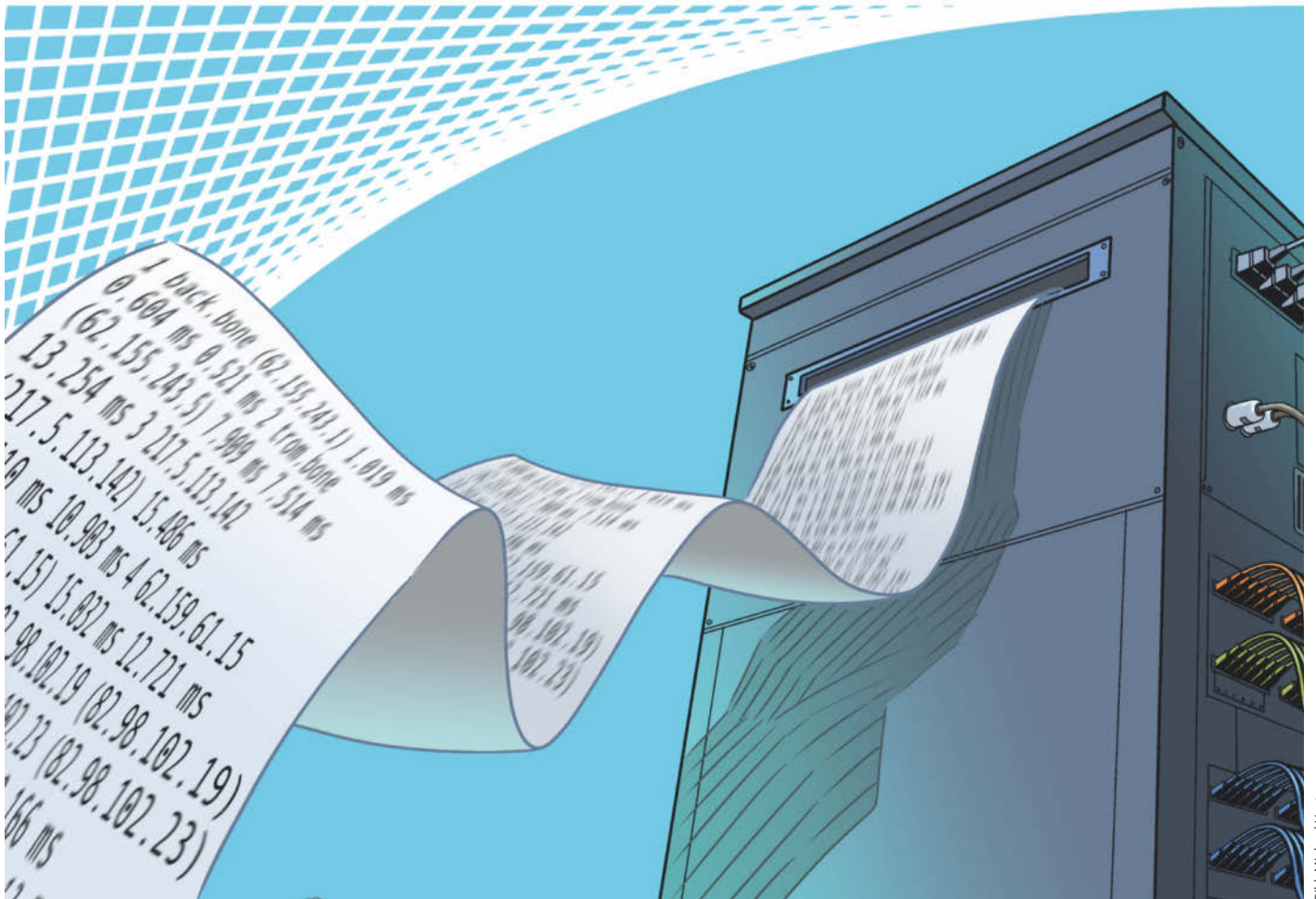


Bild: Michael Vogt

Spurensuche

Netzwerk-Monitoring: Ping & Traceroute richtig interpretieren

Klemmt es im Netzwerk, so helfen Ping und Traceroute, Fehler und Engpässe einzukreisen. Doch während sich die Ping-Ergebnisse meist einfach interpretieren lassen, führt die Ausgabe von Traceroute einen gerne mal in die Irre. Wir erklären detailliert, weshalb das so ist. Mit dem Know-how können Sie sogar manche Angriffe aufdecken.

Von Johannes Weber

Unter den Befehlen für Netzwerkanalysen gehören Ping und Traceroute zu den am häufigsten verwendeten. Die Ping-Funktion ist schnell beschrieben: Mittels `ping <hostname|ip>` schicken Sie ICMP-Pakete vom Typ Echo-Request vom Client zu einem Ziel. Das Ziel antwortet mit Echo-Reply-Paketen. Im Konsolenfenster erscheint dann unter anderem die Antwortzeit in Millisekunden (ms). Sie gibt an, wie viel Zeit vom Versenden bis zum Empfang der Quittung verstrichen ist. Und sie gibt die genaue Dauer eines Ende-zu-Ende-Dialogs an, die Round Trip Time, RTT. Einzel-

heiten dazu haben wir in c't 04/2018 ab Seite 164 beschrieben.

Wenn Sie Ping eine Weile laufen lassen (unter Windows mit dem Parameter `-t`, unter Unix standardmäßig bis zum Abbruch per `Strg+C`), werden etwaige Stausituationen auf der betreffenden Internet-Strecke beziehungsweise Lastprobleme des angepingten Servers sichtbar. Aber Achtung: Ob eine entfernte Applikation überlastet ist oder nicht antwortet, darüber verrät Ping nichts.

Denn Ping-Pakete beantwortet der entfernte Netzwerk-Stack und die Ping-Laufzeit hängt – sofern nachgelagerte Router nicht verstopft sind – nur davon ab, ob der Stack zur Ping-Beantwortung noch

Kapazitäten übrig hat. Client-Anfragen an einen Service beantwortet hingegen die zugehörige Applikation und die

Auslastungen der beiden Elemente hängen nicht miteinander zusammen. Deshalb sollte man Fragen nach der Auslastung von Diensten mit Applikations-Pings wie `httping`, `dnsping` oder `smtpping` nachgehen; Details dazu finden Sie wiederum in c't 04/2018.



Der Traceroute-Befehl nutzt ein beim IPv6-Protokoll „Hop Limit“ beziehungsweise bei IPv4 „Time To Live“ genanntes Feld in den Headern der IP-Pakete. Beide hat man ursprünglich spezifiziert, um zu vermeiden, dass IP-Pakete endlos in versehentlich konfigurierten Routing-Loops kreisen und solche Loops verstopfen. Die Methode ist einfach: Der Absender gibt seinen IP-Paketen ein Hop Limit (maximale Anzahl von Zwischenstationen) von zum Beispiel 128 mit auf den Weg. Unterwegs dekrementiert jeder Router auf der Strecke den Wert um 1 und gibt dann das IP-Paket weiter. Kommt bei einem Router ein solches Paket mit Hop-Limit 0 an, muss er es verwerfen und dem Absender „Hop Limit Exceeded“ melden. So ist gesichert, dass die IP-Pakete zwar weit reisen können, aber nicht endlos im Internet wabern und der Absender erfährt, dass die betreffende Strecke eine Endlosschleife enthält.

Der Befehl Traceroute nutzt diese Funktion, indem er IP-Pakete mit inkrementierendem Hop-Limit ab dem Wert 1 verschickt. So erzwingt Traceroute, dass sich alle Router auf dem Weg zum Ziel der Reihe nach melden; jeder einzelne schickt „Hop Limit Exceeded“ zurück. Die Meldungen nutzt Traceroute, um die Laufzeit zu den Routern auf der Strecke zu ermitteln und überhaupt, um die Router zu identifizieren. Windows verschickt mit dem Traceroute-Befehl so wie Ping ICMP-Echo-Request-Pakete, Unix-Implementierungen verwenden UDP-Pakete mit Source-Ports beginnend ab 33434. Um Firewall-Blockaden zu umgehen oder um Policy Based Routings zu erkennen, bieten sich Layer-4-Traceroutes (LFT) an (Details dazu stehen wiederum in c't 04/2018).

Lange Antwortzeiten

Kommen wir zur gängigsten Fehlinterpretation von Traceroute: Schallt mal wieder der Ruf durchs Haus: „Schatz, das Internet ist mal wieder lahm“ und speziell die Verbindung zum Server X, schnappt man sich Traceroute und schaut sich die Antwortzeiten des Servers und der Router auf der Strecke dorthin an. Fallen die Antwortzeiten eines einzelnen Routers höher aus als bei den übrigen, glaubt man, das Problem identifiziert zu haben: Dieser Router beziehungsweise dessen Verbindungen sind überlastet. Oder noch schlimmer: Manche Router antworten gar nicht und erscheinen nur als Sternchen * in der Ausgabe. Dazu Auszüge eines Beispiels:

```
tracert -4 -d netsec.blog
1 <1 ms <1 ms <1 ms 192.168.110.33
2 1 ms 1 ms <1 ms 192.168.7.1
3 5 ms 7 ms 3 ms 100.124.1.10
4 4 ms 3 ms 3 ms 100.127.1.147
5 5 ms 7 ms 3 ms 185.22.46.177
6 5 ms 3 ms 4 ms 80.81.192.239
7 8 ms 7 ms 7 ms 87.230.115.1
8 7 ms 7 ms 7 ms 87.230.114.4
9 35 ms 37 ms 35 ms 87.230.114.222
10 * * * Zeitüberschreitung der
Anforderung.
11 7 ms 7 ms 7 ms 5.35.226.136
```

Dabei antwortet Hop Nummer 9 deutlich langsamer als vorherige Router und Hop Nummer 10 schweigt sogar. Hier ist doch eindeutig was kaputt im Internet, nicht wahr?

Leider weit gefehlt. Das erkennt man leicht daran, dass die Antworten des letzten Glieds der Kette konstant nach 7 ms eingehen. Dieser Wert steht für die Gesamtlatenz der untersuchten Strecke.

Wie kommt es dann aber, dass einzelne Router dazwischen weit langsamer antworten? Zunächst mal ist die Annahme falsch, dass die Antwortzeiten der einzelnen Router direkt mit der Verzögerung dieser Pfadabschnitte zusammenhängen. Denn tatsächlich bestehen moderne Hochgeschwindigkeitsrouter aus mindestens einer Data Plane und einer Control Plane (siehe ct.de/ywb9). Das Weiterleiten von IP-Paketen, die Primäraufgabe von Routern, übernimmt die Data Plane, eine durch spezielle Hardware wie ASICs optimierte Einheit, die ihren Job sehr effizient und schnell erledigt. Die Data Planes befördern im Internet jegliche IP-Datenpakete, auch ICMP-Anfragen.

Kommt nun ein IP-Paket mit einem Hop-Limit von 1 an, wird es nicht weitergeleitet. Stattdessen setzt die Data-Plane den Wert auf 0 und verwirft das Paket gemäß der Spezifikation. Es ist dann die Control Plane, die „Hop Limit exceeded“ an die Quelladresse meldet. Control Planes sind jedoch weit langsamer als der Rest des Routers. Eine hohe Latenz in der Traceroute-Ausgabe lässt also lediglich auf eine Überlastung der ohnehin schwächeren Control-Plane schließen – ist aber kein harter Beleg für einen Engpass im Routing. Und hat der Netzwerk-Admin eines Routers ICMP-Fehlermeldungen abgedreht, taucht dieser Router nur als Stern in der Traceroute-Ausgabe auf. Auch können ICMP-Antworten ausbleiben, wenn der Admin ein Rate-Limit gesetzt hat und

ct kompakt

- Die Bedienung der Monitoring-Werkzeuge Ping und Traceroute ist zwar gut dokumentiert, nicht aber die Auswertung der Ergebnisse.
- Vor allem bei Traceroute hilft Hintergrundwissen zu Backbone-Routern und zum Routing erheblich.
- Traceroute-Messungen gründen auf ICMP-Meldungen, die ursprünglich für ganz andere Dinge gedacht waren.

der Schwellenwert bei Ihrer Messung gerade überschritten ist. Derart konfigurierte Router geben also keinen Rückschluss auf die Netzauslastung.

Wichtiges Detail: Anders als die übrigen Traceroute-Messwerte liefert die letzte Ausgabezeile dieselbe Aussage wie ein konventioneller Ping an das Zielsystem. Diesen Messwert steuert nämlich der Netzwerk-Stack des Empfängers per Echo-Reply bei und nicht ein Router beziehungsweise dessen Control-Plane.

Wenn aber ab einem Hop sämtliche nachfolgenden Router beispielsweise um 100 Millisekunden langsamer sind als vorherige, dann ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass ab diesem Router tatsächlich eine längere Laufzeit für alle Verbindungen besteht. Das kann man gelegentlich bei IP-Verbindungen beobachten, die per Unterseekabel um die halbe Welt gehen.

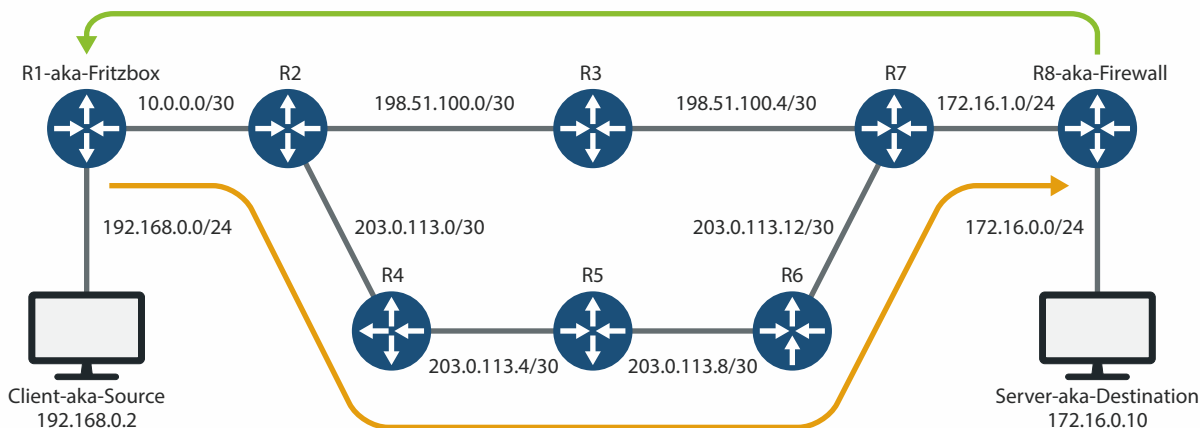
Traceroute-Wege

Wenn Sie klären wollen, ob es in Ihrem Firmennetz oder auf einer Internet-Strecke klemmt, so ist auch hier Traceroute die erste Anlaufstelle. Aber Achtung: Einerseits ist in großen Netzwerken und erst recht im globalen Internet asymmetrisches Routing üblich, andererseits gibt Traceroute nur die Messwerte für den Hinweg aus! Über den Rückweg vom Server zum Client, welcher ja rund die Hälfte der per Ping gemessenen Gesamtlaufzeit ausmacht, kann daher mit einer einfachen Traceroute-Messung keine Aussage getroffen werden.

Man kann nämlich nicht ausschließen, dass eine hohe Latenz ausschließlich auf ein lahmtes Rückweg-Routing zurückgeht. Um also sowohl den Hin- als auch den Rückweg einer IP-Verbindung zu ana-

Typisches asymmetrisches Routing

Vom Client zum Server geht es über sieben Router (orange), zurück nur über fünf (grün). Entsprechend unterscheiden sich die Traceroute-Ergebnisse. Auch beim Ping bitte genau hinschauen: Die TTL betrifft nur den Rückweg.



Client-aka-Source (0.0.0.0)		Server-aka-Destination (0.0.0.0)	
Host	Loss% Snt Last Avg Best Wrst StDev	Host	Loss% Snt Last Avg Best Wrst StDev
1. 192.168.0.1	0.0% 2227 8.4 5.6 0.6 32.5 3.2	1. 172.16.0.1	0.0% 2224 8.3 6.0 0.6 27.8 3.4
2. 10.0.0.1	0.0% 2227 29.7 19.1 10.6 48.0 5.7	2. 172.16.1.1	0.0% 2224 13.3 19.5 10.4 43.9 5.9
3. 203.0.113.1	0.0% 2226 26.3 32.5 21.0 65.0 7.9	3. 198.51.100.5	0.0% 2224 27.1 32.3 12.0 82.1 7.7
4. 203.0.113.5	0.0% 2226 50.2 46.3 25.9 83.7 9.6	4. 198.51.100.1	0.0% 2223 48.9 60.0 26.0 107.6 11.2
5. 203.0.113.9	0.0% 2226 53.1 60.2 38.0 119.4 11.8	5. 10.0.0.2	0.0% 2223 69.4 74.4 40.8 135.8 13.3
6. 203.0.113.13	0.0% 2226 54.6 60.6 32.5 115.1 11.6	6. 192.168.0.2	0.0% 2223 81.1 85.1 53.0 157.6 13.3
7. 172.16.1.2	0.0% 2226 57.0 74.4 43.4 128.8 13.2		
8. 172.16.0.10	0.0% 2226 91.0 86.2 52.5 906.6 31.7		

Client-aka-Source		Server-aka-Destination	
Ping	Statistics	Ping	Statistics
1. 192.168.0.1	64 bytes from 192.168.0.1: icmp_seq=1 ttl=59 time=88.6 ms	1. 172.16.0.1	64 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=1 ttl=57 time=77.6 ms
2. 192.168.0.2	64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=2 ttl=59 time=83.9 ms	2. 172.16.1.1	64 bytes from 172.16.1.1: icmp_seq=2 ttl=57 time=79.8 ms

lysieren, braucht man zwei Traceroutes: Einen vom Client zum Server und einen vom Server zum Client (Applikations-Pings können nicht aufdecken, ob der Hin- oder der Rückweg lahm). Dafür muss der Admin die Kontrolle über beide Enden haben, was im Heim- oder Firmennetz oft der Fall ist. Bei fremden Servern, die irgendwo im Internet stehen, ist das in der Regel nicht möglich. Zudem verhindert bei IPv4 die verbreitete Network Address Translation, die in Routern zwischen der öffentlichen IP-Adresse und dem privaten Netzwerk vermittelt, die Messung des Rückwegs zurück zum Client.

Dass sich zudem bei ICMP-Analysen Hinweg und Rückweg (für die Meldungen) ebenfalls unterscheiden können, sei

nur ergänzend gesagt; sie können somit ebenfalls irreführende Messwerte liefern. Am Fazit ändert das wenig: Ein Traceroute liefert nur Hinweise, aber keine Beweise.

Und noch ein Eintrag für das kleine Know-how-Heftchen: Router senden die Hop-Limit-Exceeded-Meldungen immer von dem Interface aus, an dem das ursprüngliche Paket eingetroffen ist. Deshalb erscheinen in den Traceroutes je nach Verkehrsrichtung – stromauf- oder stromabwärts – verschiedene Absender-IP-Adressen. Das erschwert die Identifikation einzelner Router immens. Deshalb gebührt jenen Providern Dank, die den IP-Adressen der Router-Interfaces konsistente Hostnamen geben (Reverse DNS mittels

PTR Records im weltweiten Domain Name System). Ohne die bleibt man auf Mutmaßungen zurückgeworfen.

Ping-Verwirrung

Ping hat den Vorteil, dass die ausgegebene Zeit den vollständigen Hin- und Rückweg abbildet. Dabei wird routingtechnisch genau derselbe Weg vermessen, den die Pakete von Applikationen entlang laufen, egal ob der aktuelle Pfad symmetrisch oder asymmetrisch ist. Vorsicht ist aber bei der Interpretation der TTL-Angabe geboten: Diese bezieht sich auf das vom Zielrouter neu verschickte Echo-Reply. Deshalb sagt dieser Wert nichts über den Hinweg aus. Aussagen wie „durch die TTL der Ping-Antwort wissen wir, dass der Ser-

Active Directory: Reale Angriffe verstehen und effektiv verhindern

7. Dezember 2022

Was war, was ist und was kommt auf uns zu?

Berichte zu Sicherheitsvorfällen zeigen, dass das Active Directory immer eine zentrale Rolle spielt und es den Angreifern oft fahrlässig einfach macht, die komplette IT zu übernehmen.

Das Active Directory ist das **Rückgrat der Unternehmens-IT** und enthält kritische Daten für deren Betrieb, oft auch im Zusammenspiel mit Azure AD. Eingerichtet ist es schnell, doch der sichere Betrieb stellt viele vor große Herausforderungen. Dieses **praxisrelevante Webinar** vermittelt Ihnen das nötige Wissen, um Ihr eigenes Active Directory angemessen abzusichern.

PROGRAMM

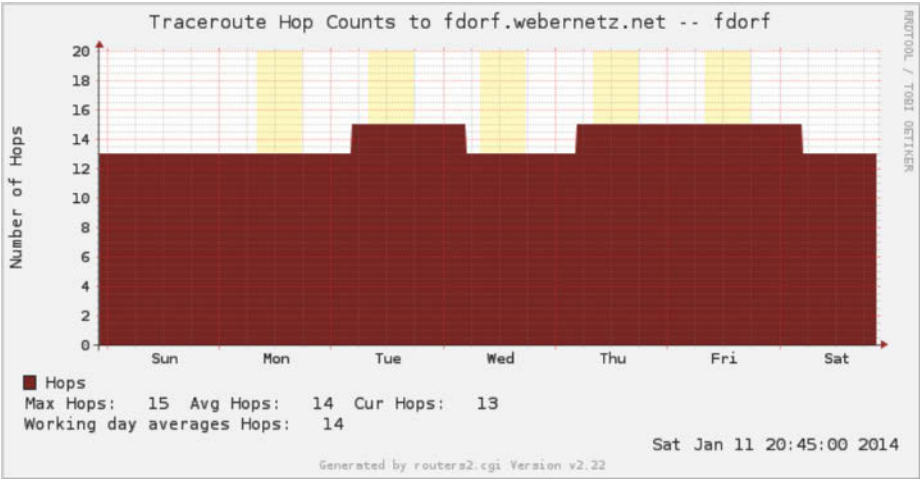
- Konzepte, Funktionsweise und Probleme des AD
- So wird das AD real angegriffen – mit Demos
- Härtung des AD – Konzepte, wie Sie Ihr AD sicherer machen

Jetzt
Tickets
sichern!

Jetzt Frühbucher-Tickets sichern!
webinare.heise.de/active-directory

© Copyright by Heise Medien.





Von einem Businessanschluss der Telekom mit fester öffentlicher IPv4-Adresse wurde über einen längeren Zeitraum der Hop-Count zu einem DSL-Anschluss gemessen. Nach den Neueinwahlen betrug die Anzahl der Router entweder 13 oder 15.

ver so und so viele Hops entfernt ist“ treffen nicht zu.

Routing-Entscheidungen

Wieso gibt es überhaupt asymmetrisches Routing? Hierzu muss man zunächst die Funktionsweise von Routern und deren Forwarding-Entscheidungen verstehen: Jeder Router pflegt eine eigene Routing-Tabelle. Darin stehen entweder statische Routen (selten, beziehungsweise nur in kleinen Netzen) oder Einträge, die Protokolle wie OSPF (Open Shortest Path First in internen Netzen) oder BGP liefern (Border Gateway Protocol im weltweiten Internet).

Die Entscheidung, über welchen Weg ein Zielnetzwerk erreicht wird, fällt jeder Router eigenständig anhand seiner Routing-Tabelle – unabhängig von allen anderen Routern um ihn herum. Deshalb gilt: Nur weil Router A ein bestimmtes Zielnetz kennt, heißt das noch nicht, dass Router B dieses ebenfalls kennt. Und nur weil ein Router den Hinweg zu einem Zielnetz kennt, heißt das noch nicht, dass der Rückweg über die gleichen Router läuft.

Ein Netzwerk-Admin kann die Entscheidungen der einzelnen Router anhand diverser Parameter und deren Routing-Protokolle anpassen. Solange alle relevanten Netze zum gleichen Autonomen System (AS) gehören, hat der Admin volle Kontrolle. Wenn es allerdings um das Routing im Internet geht, wird es schwierig.

Beispielsweise kann eine Firma, die Anschlüsse von zwei verschiedenen ISPs verwendet und daher ihre Präfixe per BGP bekannt gibt, bestimmen, dass ausgehender Verkehr bevorzugt über Router 1 von ISP

1 läuft – den Router kontrolliert schließlich der Admin. Was die Rückrouten betrifft, anhand derer alle möglichen Router dieser Welt ihre Routing-Entscheidungen treffen, wird es schwierig bis unmöglich – schließlich stehen diese Router unter der Kontrolle anderer Admins. Im Internet sind daher asymmetrische Pfade eher der Standard als die Ausnahme. Zwar kann man das Path Pretend von BGP nutzen, um draußen zum Beispiel mitzuteilen, dass externe Router für die Rückroute den Pfad über ISP 2 nicht bevorzugen sollen. – viele ISPs richten sich sogar danach –, aber man kann es nicht erzwingen. De facto kommt Traffic trotzdem immer über beide ISPs zurück.

My traceroute [v0.86]									
Fri Jun 17 11:31:42 2022									
Finger Help Display mode Restart statistics Order of fields quit									
Host	Packets	Loss%	Snt	Last	Avg	Best	Worst	StDev	
1. pa-dms.weberlab.de (2001:470:7250::1)	0.0%	1249	0.7	0.6	0.5	2.3	0.0		
2. router1-fa0-1.weberlab.de (2001:470:1f0b:319::1)	0.0%	1249	1.5	1.4	1.1	28.8	0.8		
3. tunnel1643592.tunnel.tserv6.fra1.ipv6.he.net (2001:470:1f0a:319::1)	2.1%	1249	23.6	27.9	12.8	217.0	28.6		
4. 10ge9-19-core1.fra1.he.net (2001:470:0:49::1)	2.7%	1249	13.8	30.3	9.9	239.9	39.0		
5. we950-core2.fra1.he.net (2001:470:0:512::2)	7.0%	1249	14.1	35.6	11.1	217.4	45.3		
6. ???									
7. ???									
8. 10ge8-1-core1.man1.he.net (2001:470:0:431::2)	95.8%	1249	90.1	46.6	24.7	171.1	39.3		
9. e0-33-core2.dub1.he.net (2001:470:0:410::2)	12.2%	1249	114.5	51.8	29.6	283.5	37.9		
10. ???									
11. ???									
12. e0-36-core1.nyc7.he.net (2001:470:0:545::2)	2.2%	1249	95.1	116.8	88.5	336.1	46.3		
13. att-internet4-as7018.port-channel18.switch3.nyc7.he.net (2001:470:0:398::2)	15.6%	1249	95.0	115.4	87.8	331.0	39.2		
14. n54ny22cra.ipv6.att.net (2001:1890:ff:ffff:12:122:130:170)	5.4%	1248	141.0	155.0	128.0	326.9	39.9		
15. wewdc22cra.ipv6.att.net (2001:1890:ff:ffff:12:122:20:42)	2.3%	1248	134.9	162.0	126.5	486.6	47.0		
16. wewdc21cra.ipv6.att.net (2001:1890:ff:ffff:12:122:21:33)	3.0%	1247	126.1	154.6	123.2	437.4	40.2		
17. attga21cra.ipv6.att.net (2001:1890:ff:ffff:12:122:2:29)									
18. sl9mc22cra.ipv6.att.net (2001:1890:ff:ffff:12:122:2:181)	2.3%	1247	136.7	158.6	127.0	338.7	41.8		
19. dlatx22cra.ipv6.att.net (2001:1890:ff:ffff:12:122:2:110)	13.9%	1246	189.0	151.2	123.7	322.4	37.5		
20. sl9mc21cra.ipv6.att.net (2001:1890:ff:ffff:12:122:2:217)									
21. dlatx40me9.ipv6.att.net (2001:1890:ff:ffff:12:122:118:121)	32.7%	1246	159.3	159.2	128.8	330.0	44.4		
22. 2001:1890:c02:c0b::1143:eb10	61.3%	1245	159.2	149.5	124.6	315.9	39.0		
23. dlatx40me9.ipv6.att.net (2001:1890:ff:ffff:12:122:118:121)	35.2%	1245	141.5	156.0	124.9	342.4	46.5		
24. 2001:1890:c02:c0b::1143:eb10									
25. 2001:420:1100:1d::1	55.4%	1244	130.0	150.8	125.0	355.9	39.2		
26. 2001:420:1100:1d::1	1.4%	1241	133.9	155.5	125.7	385.2	43.3		
27. 2001:420:1100:1d::1									
28. 2001:420:1100:1d::1									
29. 2001:420:1100:1d::1									
30. 2001:420:1100:1d::1									
31. 2001:420:1100:1d::1									
32. 2001:420:1100:1d::1									
33. 2001:420:1100:1d::1									
34. 2001:420:1100:1d::1									
35. 2001:420:1100:1d::1									
36. 2001:420:1100:1d::1									
37. 2001:420:1100:1d::1									
38. 2001:420:1100:1d::1									
39. 2001:420:1100:1d::1									
40. 2001:420:1100:1d::1									
41. 2001:420:1100:1d::1									
42. 2001:420:1100:1d::1									
43. 2001:420:1100:1d::1									
44. 2001:420:1100:1d::1									
45. 2001:420:1100:1d::1									
46. 2001:420:1100:1d::1									
47. 2001:420:1100:1d::1									
48. 2001:420:1100:1d::1									
49. 2001:420:1100:1d::1									
50. 2001:420:1100:1d::1									
51. 2001:420:1100:1d::1									
52. 2001:420:1100:1d::1									
53. 2001:420:1100:1d::1									
54. 2001:420:1100:1d::1									
55. 2001:420:1100:1d::1									
56. 2001:420:1100:1d::1									
57. 2001:420:1100:1d::1									
58. 2001:420:1100:1d::1									
59. 2001:420:1100:1d::1									
60. 2001:420:1100:1d::1									
61. 2001:420:1100:1d::1									
62. 2001:420:1100:1d::1									
63. 2001:420:1100:1d::1									
64. 2001:420:1100:1d::1									
65. 2001:420:1100:1d::1									
66. 2001:420:1100:1d::1									
67. 2001:420:1100:1d::1									
68. 2001:420:1100:1d::1									
69. 2001:420:1100:1d::1									
70. 2001:420:1100:1d::1									
71. 2001:420:1100:1d::1									
72. 2001:420:1100:1d::1									
73. 2001:420:1100:1d::1									
74. 2001:420:1100:1d::1									
75. 2001:420:1100:1d::1									
76. 2001:420:1100:1d::1									
77. 2001:420:1100:1d::1									
78. 2001:420:1100:1d::1									
79. 2001:420:1100:1d::1									
80. 2001:420:1100:1d::1									
81. 2001:420:1100:1d::1									
82. 2001:420:1100:1d::1									
83. 2001:420:1100:1d::1									
84. 2001:420:1100:1d::1									
85. 2001:420:1100:1d::1									
86. 2001:420:1100:1d::1									
87. 2001:420:1100:1d::1									
88. 2001:420:1100:1d::1									
89. 2001:420:1100:1d::1									
90. 2001:420:1100:1d::1									
91. 2001:420:1100:1d::1									
92. 2001:420:1100:1d::1									
93. 2001:420:1100:1d::1									
94. 2001:420:1100:1d::1									
95. 2001:420:1100:1d::1									
96. 2001:420:1100:1d::1									
97. 2001:420:1100:1d::1									
98. 2001:420:1100:1d::1									
99. 2001:420:1100:1d::1									
100. 2001:420:1100:1d::1									

Das Tool mtr kombiniert Ping und Traceroute. Die Messwerte gibt es in verschiedenen Spalten aus (1). Bei einer Lastverteilung über verschiedene Strecken zeigt es mehrere Zeilen pro Hop an, wie hier bei den Hops 16ff (2). Router, die keine ICMP-Meldungen senden, sind als Zeilen ohne weitere Informationen aufgeführt (3).

Möchten Sie wissen, über welche Autonomen Systeme Ihre IP-Verbindungen laufen? Lassen Sie Traceroute auf Unix mit der Option -A laufen, damit es die Nummern der AS (ASN) meldet. Technisch wird dabei die IP-Adresse des jeweiligen Routers per Whois-Befehl nachgeschlagen; die Adressen stecken in den Whois-Datenbanken von IP-Registaren wie dem RIPE. Häufig sind nur wenige Autonome Systeme beteiligt: Das AS Ihres ISP, ein bis zwei Transitnetzwerke sowie das AS des Ziels. Innerhalb eines AS-Netzwerks laufen die Pakete meist über mehrere, dem jeweiligen AS unterstellte Router.

Ping mit Traceroute

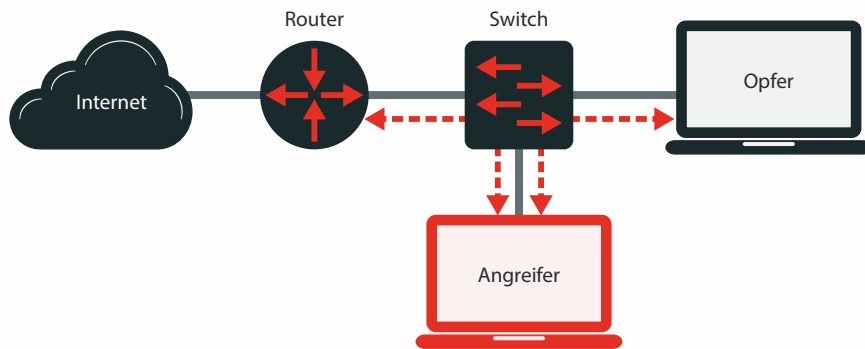
Ein hervorragendes Tool für das Netzwerk-Monitoring ist My traceroute, kurz mtr. Auf Linux installieren Sie es mit den Standard-Paketmanagern, auf macOS wahlweise via HomeBrew oder MacPorts. Windows Nutzer nehmen WinMTR (siehe ct.de/ywb9). Das einfachste Befehlsmuster sieht wie bei ping oder traceroute aus: mtr heise.de.

In der Voreinstellung sendet das Tool sekundlich je 30 Ping-Pakete mit Hop-Limits von 1 bis 30. Es misst also den gesamten Pfad kontinuierlich und gibt die Antwortzeiten der einzelnen Hops in mehreren Spalten aus: letzter Ping, bester Wert, schlechtester Wert, Durchschnitt (Avg) und Standardabweichung (StDev).

Damit lassen sich etwaige Ausfälle auf dem Routingpfad live feststellen. Wenn ein paar Hops plötzlich schweigen und stattdessen Zeilen neuer Router auftau-

Man-in-the-Middle: Router aufdecken

Ein Angreifer führt eine Man-in-the-Middle-Attacke aus, indem er sich als (Default-)Router ausgibt. Das fliegt beispielsweise auf, wenn in Traceroute-Tests plötzlich ein zusätzlicher Router (Hop) auftaucht.



angesprochen wird. Dann lesen Sie die MAC Ihres tatsächlichen Default-Routers aus und vergleichen diese mit der vom Client verwendeten. Wenn sich die beiden unterscheiden, verfolgen Sie das Kabel vom verdächtigen Switch-Port, um den überzähligen und vermutlich eingeschleusten Router zu finden.

Eine Beispielausgabe für ein Traceroute ohne zusätzlichem Router sieht so aus:

```
tracert 2001:db8:72ed:a9d7:
ba3f:57be:af5b:de2f
1 <1 ms 1 ms 1 ms 2001:db8:72ed:46::1
2 1 ms 1 ms 1 ms 2001:db8:72ed:a9d7:
ba3f:57be:af5b:de2f
```

Und so sieht die Ausgabe aus, wenn ein zusätzlicher Router im Segment steckt:

```
tracert 2001:db8:72ed:a9d7:ba3f:57be:
af5b:de2f
1 1 ms <1 ms <1 ms 2001:db8:72ed:
46:5d31:5dc1:315:13ef
2 1 ms 1 ms 1 ms 2001:db8:72ed:
46::1
3 1 ms 1 ms 1 ms 2001:db8:72ed:
a9d7:ba3f:57be:af5b:de2f
```

Wireshark und tcpdump

Ein letzter Tipp zum Abschluss: Wenn Sie den Verkehr mit Wireshark oder tcpdump mitschneiden, dann lohnt sich meistens die Angabe eines Capture-Filters, um nicht gleich alle, sondern nur die relevanten Pakete mitzuschneiden. Gängig sind Filter unter Angabe der Quell- und/oder Ziel-IP-Adressen sowie der TCP-/UDP-Ports, beispielsweise host 192.168.1.10 and host 8.8.8.8 and port 53.

Doch mit solchen Filtern fängt man leider gar keine ICMP-Fehlermeldungen ein. Dabei ist leicht vorstellbar, dass ein Router auf dem Pfad nützliche ICMP-Pakete sendet, die sogar beim mitschneidenden Gerät ankommen – ohne geeigneten Filter werden sie aber ignoriert. Lösung: Immer den Zusatz `or icmp or icmp6` an das Ende des Filters anhängen. So greift man alle ICMP- und ICMPv6-Pakete ab (im Filter ohne `v` geschrieben, also `icmp6`), egal von welcher Quell-IP-Adresse sie stammen. So kommen Sie bei Ihrer späteren Analyse in Wireshark versteckten Problemen außerhalb der eigentlichen IP-Sessions auf die Schliche. (dz@ct.de) **ct**

Infos zu Routern, MTR, NDP-Spoofing:
ct.de/ywb9

chen, dann ist das ein Beleg dafür, dass gerade ersatzweise eine neue Route eingeschlagen wurde.

Die zusätzliche Angabe des prozentualen Verlusts der Antwortpakete (Loss%) gibt einen Überblick über die empfangenen ICMP-Meldungen. Drücken Sie die Taste D zwei Mal, um die Anzeige des Display Mode so umzuschalten, dass er die letzten Ping-Laufzeiten farblich hervorhebt.

Der Doppel-Hop-Alarm

In der Ausgabe von Traceroute sollte für jedes Netzwerksegment genau ein Router stehen. Bei IPv6 ist das durch die festen /64er-Masken einfach zu erkennen, bei IPv4 haben Sie zumindest in Ihren eigenen Netzen die Möglichkeit herauszufinden, wie die Subnetzmasken lauten. Sollten mal in einem Segment zwei Router stehen, stimmt etwas nicht. Entweder haben Sie dort wirk-

lich mehrere Router – dann verfügen nicht alle über korrekte (statische) Routen – oder jemand hat einen Router als Man-in-the-Middle in Ihr Netz eingeschleust.

Dabei gibt sich ein Angreifer wahlweise via ARP-Spoof (IPv4) oder via NDP-Spoof (IPv6) als Default Router aus (siehe ct.de/ywb9), wodurch er jedweden Traffic empfängt (Hop 1) und diesen an den echten Router weiterleitet (Hop 2), um die IP-Verbindungen nicht zu unterbrechen. So liest er alles mit, ohne gleich aufzufallen.

Aber was genau vorliegt, das bringen nur weitere Analysen zutage. Ein guter Startpunkt ist die Suche nach dem Switch-Port, an dem der verdächtige Router angeschlossen ist. Lesen Sie dazu im Client die MAC-Adresse des Default-Routers aus dem ARP-Cache aus und schauen Sie am Switch nach, über welchen Port diese MAC

```
mb15-lx (::) My traceroute [v0.86] Fri Jun 17 11:31:11 2022
Key: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit

Last 105 pings
1. pe-dmz.weberlab.de .....
2. router1-fa0-1-weberlab.de .....
3. tunnel164592.tunnel.vse .....
4. 10ge3-16.core1.frai.be.net .....
5. ve950.core2.frai.be.net .....
6. ??? .....
7. ??? .....
8. 100ge8-1.core1.mani.be.net .....
9. e0-33.core2.dub1.be.net .....
10. ??? .....
11. ??? .....
12. e0-36.core1.nyc7.be.net .....
13. att-internet4-as7018.por .....
14. n54ny2crrs.ipv6.att.net .....
15. wewd2crrs.ipv6.att.net .....
16. wewd3crrs.ipv6.att.net .....
17. sl9mo2crrs.ipv6.att.net .....
18. sl9mo3crrs.ipv6.att.net .....
19. dista2crrs.ipv6.att.net .....
20. dista40me9.ipv6.att.net .....
21. 2001:1890:c02:c0b::1143 .....
22. rcdm9-cd2-dmzdoc-gw2-por .....
23. 2001:420:1100:1d::1 .....
24. rcdm9-cd2-dmzdoc-gw2-por .....
25. 2001:420:1100:11e::1 .....
26. 2001:420:1103:1 .....
27. 2001:420:1101:1:105 .....

Scaler: .5 ms 1.21 ms 2.47 ms 3.83 ms 4.130 ms 5.187 ms 6.254 ms
```

Ändert man bei mtr den Display Mode, zeigt das Programm die Antwortzeiten als Zeitachse und zudem farblich abgesetzt an. Nicht antwortende Router sind mit Fragezeichen (1) gekennzeichnet. Hier dauern ab Hop Nummer 12 alle nachfolgenden Antworten deutlich länger – ein Hinweis auf ein Unterseekabel (2). Dass einzelne Antworten fehlen, kommt oft vor und ist kein Beleg für Fehler (3).



Bild: Timo Lenzen

Rücksichtsloser Mitbewohner

Parallelinstallationen von Windows und Linux heilen

Linux verhält sich bei der Installation neben Windows-Systemen ziemlich rüpelhaft: Es quetscht sich ohne Rücksicht auf Verluste zwischen die Windows-System- und die Recovery-Partition, weshalb Windows letztere nicht mehr anpassen kann. Wir erklären, wie Sie das Problem bei bestehenden Parallelinstallationen beseitigen.

Von Mirko Dölle

Mit der Tür ins Haus zu fallen ist die gängige Methode, mit der Distributionen aller Couleur Linux neben bestehenden Windows-Systemen installieren. Dabei wird kurzerhand die Windows-Systempartition alias C: verkleinert und Linux macht sich dann auf dem freigeräumten Platz breit. Dabei nehmen die Installer keine Rücksicht auf die RE-Partition mit dem Wiederherstellungssystem – das kann Windows aber nur dann weiterhin verwalten und in der Größe anpassen, wenn die RE-Partition direkt auf die Systempartition folgt.

Frisch aus
c't Nerdistan

Die Problematik haben wir in [1] ausführlich beschrieben und dort auch erklärt, wie Sie Windows verkleinern und die Recovery-Partition direkt hinter Windows neu einrichten, um vor einer Linux-

Installation geordnet Platz zu schaffen. Sie verkleinern im ersten Schritt die Windows-Partition und deaktivieren dann das Recovery-System, woraufhin das Recovery-Image vorübergehend auf die Systempartition verschoben wird. Anschließend löscht man die alte RE-Partition, legt unmittelbar eine neue hinter der

Windows-Partition an und aktiviert das Recovery wieder, womit das Wiederherstellungs-Image wie zuvor auf der RE-Partition landet. Bei Rechnern mit vorinstalliertem Windows gibt es mitunter weitere Partitionen, etwa mit Treibern oder zusätzlicher Software des Herstellers. Diese lassen Sie unangetastet, für den einwandfreien Betrieb ist nur wichtig, dass die RE-Partition direkt an die Windows-Systempartition anschließt.

Um Linux und Windows wieder miteinander auszusöhnen, gehen Sie fast auf die gleiche Weise vor: Zunächst schalten Sie das bestehende Recovery-System gemäß der Anleitung in [1] ab und löschen die alte RE-Partition. Damit entsteht etwas Platz hinter dem Linux-System – Sie benötigen ihn jedoch davor. Die einfachste Lösung ist, die Windows-Partition wie in [1] beschrieben um 1 GByte zu verkleinern und den gewonnenen Platz für die neue Recovery-Partition zu verwenden. Damit erhalten Sie wieder eine voll funktionsfähige Windows-Wiederherstellung, deren Größe Windows bei Updates automatisch anpasst.

Den Freiraum hinter Linux können Sie brach liegen lassen, Linux zuschlagen oder, indem Sie Linux verkleinern, bei dieser Gelegenheit eine gemeinsame Datenpartition für Windows und Linux einrichten. Letzteres beschreibt der Kasten. Egal ob Sie Linux verschlüsselt, mit oder ohne LVM (Logical Volume Manager) installiert haben, die Vorgehensweise ist in allen Fällen gleich: Den Platz der alten RE-Partition schlagen Sie zunächst der oder den Linux-Partitionen zu. Anschließend kümmern Sie sich bei Bedarf um Verschlüsselung und LVM, bevor Sie im letzten Schritt das Linux-Dateisystem auf die neue Größe bringen.

Am Anfang steht jedoch ein Backup Ihrer Daten an. Ignorieren Sie diesen Hinweis bitte nicht leichtfertig, denn Sie müssen mindestens die Partitionierung verändern und Dateisysteme anpassen, möglicherweise auch LVM und die Verschlüsselung. Geht dabei etwas schief, kommen Sie schlimmstenfalls nicht mehr an Ihre Daten heran. Es muss ja kein vollständiges Abbild Ihrer Festplatte sein, Ihre persönlichen Daten sollten Sie aber sichern.

Schiebung

Um die Festplatte neu zu partitionieren, darf Ihr Linux-System nicht in Betrieb sein. Wir empfehlen, für die anstehenden Arbeiten Ubuntu 22.04 LTS vom USB-Stick zu booten. Prinzipiell können Sie

auch andere Live-Linuxe verwenden, die genannten binden praktischerweise verschlüsselte Partitionen via Mausclick ein.

Wenn Sie Linux ohne Verschlüsselung installiert haben, besteht Ihr Linux-System üblicherweise aus drei Partitionen: Boot, dem Root-Dateisystem und Swap als Speicherauslagerung unmittelbar vor dem, durch die RE-Partition freigegebenen Platz. Sie können dann einfach mit dem grafischen Partitionierungsprogramm GParted die Swap-Partition so weit wie möglich ans Ende des freien Bereichs verschieben (rechte Maustaste, „Größe ändern/Verschieben“), sodass der freie Bereich direkt hinter dem Root-Dateisystem liegt. Anschließend nutzen Sie den gleichen Kontextmenüeintrag, um Ihre Root-Partition zu vergrößern und ihr den freien Bereich zuzuschlagen. Schließlich führen Sie alle Operationen aus, indem Sie auf den grünen Haken in der Werkzeugleiste klicken.

Bei verschlüsselten Installationen mit oder ohne LVM ist es komplizierter: Zwar erkennt GParted verschlüsselte Partitionen und kann sie auch öffnen und schließen, scheitert aber daran, die Größe des verschlüsselten Bereichs und der darin befindlichen Volumes und Dateisysteme anzupassen. Konkret funktioniert der Aufruf von `cryptsetup -v resize` nicht, weil GParted das erforderliche Passwort nicht mitliefert. Aber Sie können GParted nutzen, um die Partitionsgröße anzupassen und die dann noch erforderlichen Arbeiten im Terminal vornehmen.

Stellen Sie zunächst sicher, dass die Partition nicht entschlüsselt ist. GParted zeigt in diesem Fall in der Spalte „Datei-

c't kompakt

- Bei Standard-Linux-Parallelinstallationen kann Windows die Wiederherstellungspartition nicht länger verwalten.
- Indem Sie die Windows- und Linux-Partitionen nachträglich verschieben und in der Größe anpassen, heilen Sie den Schaden ohne Neuinstallation.
- Die Gelegenheit ist günstig, zusätzlich Platz für eine gemeinsame Partition für den Datenaustausch zwischen Windows und Linux zu schaffen.

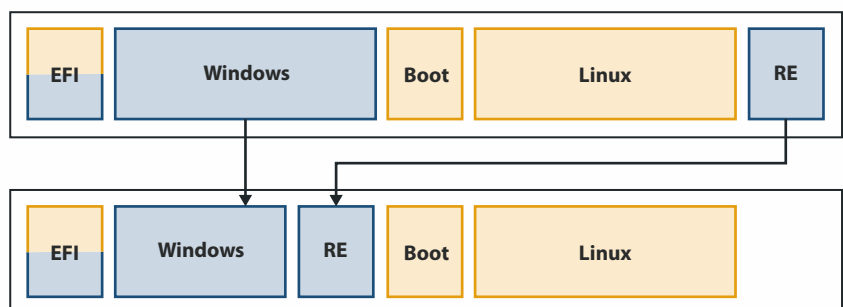
system“ lediglich „[Verschlüsselt]“ an. Ist die Partition bereits geöffnet, so steht dahinter das Dateisystem, etwa „ext4“. Schließen Sie die Verschlüsselung, indem Sie mit der rechten Maustaste auf die Partition klicken und „Verschlüsselung schließen“ auswählen.

Aufgeschlüsselt

Zeigt GParted „[Verschlüsselt] lvm2 pv“ als Dateisystem an, so enthält die Partition ein LVM und der Menüpunkt „Verschlüsselung schließen“ ist ausgegraut, weil die enthaltenen Volumes aktiv sind. Kontrollieren Sie dann etwa mit dem Dateimanager, ob ein Dateisystem aus dem LVM gerade eingebunden ist. Wenn ja, dann hängen Sie es aus. Anschließend schalten Sie mit dem Befehl `sudo vgchange -an` im Terminal alle aktuell nicht genutzten

Dazwischengefunkt

Bei der typischen Parallelinstallation verkleinert der Linux-Installer kurzerhand die Windows-Partition und pflöpft Linux zwischen Windows und die Windows-Wiederherstellung. Indem man Windows mit Bordmitteln noch etwas weiter verkleinert und eine neue, minimalistische RE-Partition anlegt, behebt man den Schaden.



Volume	Layout	Typ	Dateisystem	Status	Kapazität	Freier S...	% frei
(Datenträger 0 Par...	Einfach	Basis		Fehlerfrei ...	260 MB	260 MB	100 %
(Datenträger 0 Par...	Einfach	Basis		Fehlerfrei ...	200 MB	200 MB	100 %
(Datenträger 0 Par...	Einfach	Basis		Fehlerfrei ...	1,86 GB	1,86 GB	100 %
(Datenträger 0 Par...	Einfach	Basis		Fehlerfrei ...	471,48 GB	471,48 GB	100 %
(Datenträger 0 Par...	Einfach	Basis		Fehlerfrei ...	960 MB	960 MB	100 %
OS (C:)	Einfach	Basis	NTFS	Fehlerfrei ...	457,09 GB	218,00 GB	48 %
RESTORE (D:)	Einfach	Basis	NTFS	Fehlerfrei ...	22,00 GB	4,73 GB	22 %

Datenträger 0							
Basis		OS (C:)				RESTORE (D:)	
953,85 GB	260 MB Fehlerfrei	457,09 GB NTFS Fehlerfrei (Startpartition,	1,86 GB Fehlerfrei (Pr	471,48 GB Fehlerfrei (Primäre Partiti	960 MB Fehlerfrei (V	22,00 GB NTFS Fehlerfrei (Basisda	200 MB Fehlerfrei

Die Installer aller gängigen Linux-Distributionen drängeln sich zwischen die Windows-Systempartition und die RE-Partition. Rechner mit vorinstalliertem Windows haben mitunter weitere Partitionen mit Treibern und Anwendungen, diese bleiben unverändert.

Volumes des LVMS ab. Zurück in GParted wählen Sie im gleichnamigen Menü „Laufwerke aktualisieren“, woraufhin im Kon-

textmenü „Verschlüsselung schließen“ nicht länger ausgegraut ist – wählen Sie diesen Punkt.

Nun können Sie die über das Kontextmenü „Größe ändern/Verschieben“ die verschlüsselte Partition vergrößern. Wichtig: Lassen Sie die Operation sofort durchführen, indem Sie auf den grünen Haken klicken. Der verschlüsselte Bereich bleibt dabei unverändert. Öffnen Sie ihn über das Kontextmenü, woraufhin GParted Sie nach dem Passwort fragt. Im Kontextmenü „Information“ finden Sie unter „Verschlüsselung“ den Pfad des verschlüsselten Laufwerks – zum Beispiel `/dev/mapper/sdb4_crypt`. Diesen Pfad benötigen Sie, um den verschlüsselten Bereich mit folgendem Befehl im Terminal zu maximieren:

```
sudo cryptsetup -v resize \
/dev/mapper/sdb4_crypt
```

Enthält der verschlüsselte Bereich kein LVM, sondern ein herkömmliches Ext-Dateisystem, so müssen Sie nun noch das

Gemeinsame Datenpartition für Windows und Linux

Um leicht zwischen Windows und Linux wechseln zu können, ist eine gemeinsame Partition für den Datenaustausch hilfreich, die Sie wie in [2] beschrieben unter Windows und Linux einbinden. Auf verschlüsselten Systemen empfehlen wir dazu VeraCrypt. Die Reparatur der Linux-Windows-Parallelinstallation ist eine gute Gelegenheit, um den Platz der früheren RE-Partition dafür zu verwenden und zusätzlich die Linux-Partition zu verkleinern.

Bei unverschlüsselten Linux-Installationen ist diese Aufgabe einfach, hier können Sie leicht in GParted die Root-Partition Ihres Linux-Systems verkleinern, die Swap-Partition verschieben und dann den freien Platz für eine neue Datenpartition verwenden. Auf verschlüsselten Systemen mit LVM nutzen Sie GParted zunächst, um die Verschlüsselung zu öffnen. Das Root-Dateisystem verkleinern Sie im Terminal zunächst auf das Minimum, hier der Befehl für eine Ubuntu-Standardinstallation:

```
sudo resize2fs -M \
/dev/mapper/vgubuntu-root
```

Heißt das Logical Volume anders, finden Sie den richtigen Namen im Verzeichnis `/dev/mapper`. Da GParted aktuell noch daran scheitert, verschlüsselte Laufwerke zu ver-

kleinern, müssen Sie das von Hand erledigen. Beginnen Sie damit, das Logical Volume auf rund 80 Prozent der gewünschte neue Größe zu verkleinern, im folgenden Beispiel auf 200 GByte für eine spätere Gesamtgröße von 250 GByte, und verkleinern Sie dabei gleichzeitig das Dateisystem:

```
sudo lvresize -L 200G -r \
/dev/mapper/vgubuntu-root
```

Damit ergibt sich eine Lücke zwischen dem Volume des Root-Dateisystems und dem Volume für Swap, das standardmäßig am Ende des Physical Volume sitzt. Mit folgendem Befehl verlegen Sie das Logical Volume von Swap, bei Ubuntu- und Debian-Systemen standardmäßig `swap_1` genannt, direkt hinter das Volume des Root-Dateisystems auf dem entschlüsselten Physical Volume `/dev/mapper/sdb4_crypt`:

```
sudo pvmove --alloc anywhere \
-n swap_1 /dev/mapper/sdb4_crypt
```

Sollte Ihr Swap-Volume anders heißen, so finden Sie den richtigen Namen im Verzeichnis `/dev/mapper` als letzten Bestandteil des Gerätenamens.

Indem Sie das Logical Volume des Root-Dateisystems zunächst auf einen

Wert unterhalb der Zielgröße verkleinern und ganz zum Schluss auf die Partitionsgröße vergrößern, ersparen Sie sich einige Rechnerei: So müssen Sie nicht erst mittels `pvs` die exakte Größe der Volumes ermitteln und mit unterschiedlichen Block- und Sektorgrößen hantieren, um schließlich die Partition anzupassen.

Ist `pvmove` nach einigen Minuten fertig, verkleinern Sie das Physical Volume auf etwas weniger als die spätere Zielgröße – 90 Prozent sind ein sicherer Wert. Bei 250 GByte im Beispiel sind das 225 GByte:

```
sudo pvresize --setphysicalvolumej
size 225G /dev/mapper/sdb4_crypt
```

Auch das verschlüsselte Laufwerk verkleinern Sie auf diesen Wert – allerdings erwartet `cryptsetup` die Größenangabe in Sektoren à 512 Bytes:

```
sudo cryptsetup resize \
--size $((225*1024*1024*2)) \
/dev/mapper/sdb4_crypt
```

Bevor Sie die Partitionsgröße auf den gewünschten Wert anpassen können, deaktivieren Sie vorübergehend die

Dateisystem mit folgendem Befehl an die Größe des verschlüsselten Bereichs anpassen:

```
sudo resize2fs /dev/mapper/sdb4_crypt
```

Zu Befehl

Gibt es ein LVM, wie es unter Ubuntu, Debian und anderen Distributionen üblich ist, sind die Feinarbeiten im Terminal etwas umfangreicher: Zunächst öffnen Sie in GParted die Verschlüsselung, woraufhin Ihnen das Programm das LVM anzeigt – und zwar mit einem grauen, noch keinem Physical Volume zugeordneten Bereich, am Ende. Folgender Befehl dehnt das Physical Volume `/dev/mapper/sdb4_crypt` auf die Größe der Partition aus:

```
sudo pvresize /dev/mapper/sdb4_crypt
```

Den Erfolg sehen Sie, indem Sie in GParted erneut die Laufwerke aktualisieren – der vormals graue Bereich ist nun weiß und damit als frei gekennzeichnet. Diesen freien Bereich schlagen Sie dem gewünschten Logical Volume zu, das ist üblicherweise das Root-Volume. Die Gerätenamen Ihrer Volumes finden Sie im Verzeichnis `/dev/mapper`. Bei Ubuntu heißt das Root-Dateisystem standardmäßig `vgubuntu-root`, bei Debian ist es der Hostname, gefolgt von `--vg-root`, also `debian--vg-root`. Der Befehl bei Ubuntu lautet demzufolge:

```
sudo lvextend -l +100%FREE -r \
/dev/mapper/vgubuntu-root
```

Der Parameter `-l +100%FREE` erweitert (+) das angegebene Logical Volume um den gesamten noch freien Platz (`100%FREE`); der Parameter `-r` passt außerdem die Größe des Dateisystems automatisch an das Vo-

lume an – das erspart Ihnen den manuellen Aufruf von `resize2fs`.

Fazit

Der ziemlich ungehobelte Einzug von Linux auf Dual-Boot-Systemen lässt sich ohne eine Neuinstallation nachträglich beheben, sodass Windows wieder die volle Kontrolle über die Wiederherstellungspartition hat und nicht mit Linux ins Gehege kommt. Ganz ohne Kommandozeilenbefehle geht es auf voll verschlüsselten Systemen noch nicht. Es ist aber absehbar, dass dies dank immer besserer LVM-Unterstützung von GParted in Zukunft nicht mehr nötig sein wird. (mid@ct.de) 

Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Platz da!, Tipps zum Verkleinern der Windows-Partition, c't 18/2022, S. 16
- [2] Mirko Dölle, Das Beste beider Welten, Praxis: Gemeinsame verschlüsselte Datenpartition optimal nutzen, c't 18/2022, S. 28

Logical Volumes und schließen dann die verschlüsselte Partition:

```
sudo vgchange -an
sudo cryptsetup close \
/dev/mapper/sdb4_crypt
```

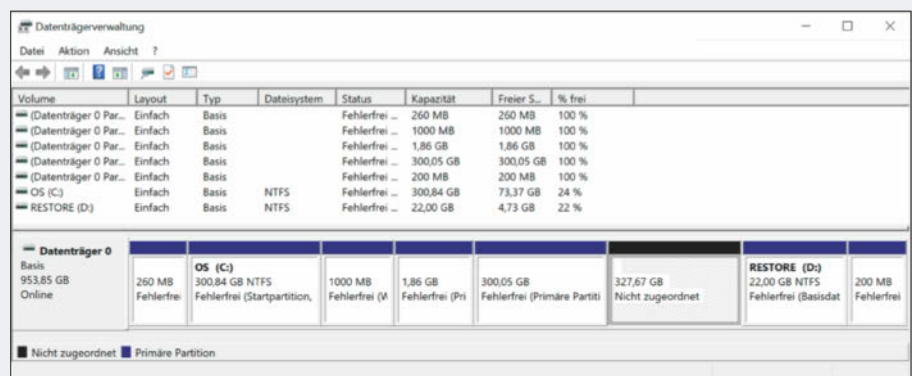
Nun starten Sie im Terminal den Partitionseditor `gdisk` mit dem Gerätenamen Ihrer Festplatte als Parameter, etwa mittels `sudo gdisk /dev/sdb`. Dort rufen Sie mit dem Kommando `p` die aktuellen Partitionierungsdaten ab. Notieren Sie sich den Startsektor der verschlüsselten Partition. Anschließend löschen Sie die Partition mit dem Kommando `d` und legen sie mit `n` neu an. Als Startsektor tragen Sie den gerade notierten Wert ein, als Endwert die gewünschte Größe, etwa „+250G“ für 250 GByte. Den vorgeschlagenen Dateisystem-Typen übernehmen Sie und lassen auch keine Signaturen entfernen, falls `gdisk` danach fragt – schließlich wollen Sie die Daten behalten. Mit `w` speichern Sie die geänderte Partitionstabelle und verlassen `gdisk`.

Damit befinden Sie sich auf der Zieleraden. Die letzten Schritte bestehen darin, die verschlüsselte Partition und dann das darin enthaltene Physical Volume auf die finale Partitionsgröße zu bringen, den verfügbaren freien Platz dem

Logical Volume des Root-Dateisystems zuzuschlagen und schließlich das Root-Dateisystem zu maximieren. GParted können Sie lediglich dazu verwenden, die Verschlüsselung zu öffnen – alle weiteren Schritte müssen wiederum im Terminal erfolgen:

```
sudo cryptsetup resize \
/dev/mapper/sdb4_crypt
sudo pvresize /dev/mapper/sdb4_crypt
sudo lvextend -l +100%FREE -r \
/dev/mapper/vgubuntu-root
```

Durch die fehlenden Größenangaben verwenden `cryptsetup` und `pvresize` den maximal zur Verfügung stehenden Platz. Das Ergebnis können Sie wiederum mit GParted betrachten, indem Sie die Laufwerke aktualisieren: Der nicht zugeordnete Speicherplatz befindet sich nun hinter Ihrem Linux-System. Dort legen Sie die neue Partition für den Datenaustausch an. Das sollten Sie allerdings mit der Datenträgerverwaltung und dem Vera-Crypt-Setup unter Windows erledigen wie in [2] beschrieben.



Volume	Layout	Typ	Dateisystem	Status	Kapazität	Freier S...	% frei
(Datenträger 0 Par...	Einfach	Basis	Fehlerfrei	...	260 MB	260 MB	100 %
(Datenträger 0 Par...	Einfach	Basis	Fehlerfrei	...	1000 MB	1000 MB	100 %
(Datenträger 0 Par...	Einfach	Basis	Fehlerfrei	...	1,86 GB	1,86 GB	100 %
(Datenträger 0 Par...	Einfach	Basis	Fehlerfrei	...	300,05 GB	300,05 GB	100 %
(Datenträger 0 Par...	Einfach	Basis	Fehlerfrei	...	200 MB	200 MB	100 %
OS (C:)	Einfach	Basis	NTFS	Fehlerfrei	300,84 GB	73,37 GB	24 %
RESTORE (D:)	Einfach	Basis	NTFS	Fehlerfrei	22,00 GB	4,73 GB	22 %

Datenträger 0	OS (C:)	RESTORE (D:)
Basis 953,85 GB Online	260 MB Fehlerfrei 300,84 GB NTFS Fehlerfrei (Startpartition, Fehlerfrei (V... Fehlerfrei (Pri... Fehlerfrei (Primäre Partiti...)	22,00 GB NTFS Fehlerfrei (Basisdat... Fehlerfrei

■ Nicht zugeordnet ■ Primäre Partition

Indem Sie Windows und Linux verkleinern, bevor Sie die RE-Partition neu anlegen, können Sie leicht Platz für eine gemeinsame Datenaustauschpartition schaffen.



Sie fragen – wir antworten!

Heizung schaltet sich ungewollt ab

? Der smarte Heizkörperthermostat in meinem Wohnzimmer, ein Comet DECT, verbunden mit meiner Fritzbox, ist hinter einer Blende montiert und nur sehr schlecht zugänglich. Bei hoher Vorlauftemperatur wird es dort sehr warm und der Thermostat fährt die Heizung dann herunter, obwohl es im Raum noch zu kalt ist. Den Offset für die Raumtemperatur anzupassen hilft nicht, weil dieser mit der Vorlauftemperatur schwankt. Ich würde die Temperatur deshalb gerne an einer anderen Stelle im Raum messen, der Menüpunkt für die Einbindung externer Temperaturfühler ist im Menü der Fritzbox aber ausgegraut. Welchen Fühler kann ich dafür einsetzen?

! Die preisgünstigen Comet-DECT-Thermostaten koppeln nicht mit einem externen Temperaturfühler. Im Zusammenspiel mit der Fritzbox kämen dafür die deutlich teureren Modelle Fritz-DECT 301 und 302 infrage. Als externer Temperaturfühler für diese Modelle lässt sich jedes mit Ihrem Router verbundene Fritz-Gerät mit Temperatursensor einsetzen, also andere Thermostate, Schalter

oder der Taster FritzDECT 440. Der Taster hat den Vorteil, dass er keine Abwärme produziert, also die reale Temperatur anzeigt, und sich fern von Wärmequellen aufstellen oder aufhängen lässt.

Derzeit ist es schwierig, an neue Thermostate zu kommen. Durch die stark gestiegenen Energiepreise und die Empfehlungen von Fachleuten, mit solchen Thermostaten Energie zu sparen, ist die Nachfrage sehr stark gestiegen und einige Hersteller kommen offenbar mit der Produktion nicht nach. Falls Sie an anderer Stelle im Haus die neueren Thermostate bereits einsetzen, können Sie diese tauschen, damit Sie die in Ihrem Wohnzimmer wichtige Funktion zur Kopplung mit einem externen Fühler nutzen können.

(uma@ct.de)

Alte Glasfaser

? Warum kam eigentlich nicht schon vor 20 bis 25 Jahren das High-Speed-Internet über Glasfaser statt Kupferlitze? Zu dieser Zeit wohnte ich in Görlitz und nach der Wende hatte die Telekom ISDN per Glasfaser in die neuen Länder gebracht. Mit der Einführung von DSL gab es die schnellen Verbindungen aber nur per Kup-

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.

ferkabel. Was war damals das Problem? Warum hat man die Glasfaser nicht fürs Internet verwendet?

! Als man in den Neunzigern HYTAS-Anschlüsse (Hybrides Teilnehmer-Anschlusssystem) baute, konnte man den Internetboom mit hohen Datenraten noch nicht absehen. Die Technik nutzt zwar Glasfaser, die aktiven Komponenten sind jedoch nur darauf ausgelegt, Analog- und ISDN-Anschlüsse zu schaffen. HYTAS-Netze waren insgesamt nicht in der Lage, schnelle Datenanschlüsse für eine große Anzahl von Endkunden bereitzustellen.

Das lag aber nicht an den verwendeten Glasfasern, sondern an der eingesetzten aktiven Technik. In den frühen 2000ern fehlte günstige Hardware, um HYTAS-Glasfaser-Anschlüsse auf Breitbandanschlüsse in der damals gängigen ATM- oder heute üblichen IP-Technik umzurüsten. Es gab zwar ab 2007 einige erfolgreiche Versuche, bei denen nicht genutzte Fasern aus der HYTAS-Verkabelung für damals noch neue Keller- und Outdoor-DSLAMs, also zur Bereitstellung schneller DSL-Anschlüsse genutzt wurden, aber noch keinen Ausbau von Endkundenanschlüssen.

Erst ab 2009 hat die Telekom das heute verbreitete eingesetzte GPON (Gigabit Passive Optical Network) auf den vorhandenen Fasern getestet und dort, wo sie bis ins Haus gehen – und nicht nur bis in

Temperaturabweichung (Offset)

Da die Temperatur am Heizkörper gemessen wird, kann es an anderen Stellen im Raum wärmer oder kälter sein. Hier können Sie die tatsächliche Raumtemperatur angeben oder ein anderes Gerät zur Messung wählen.

☐ Temperatursensor des Heizkörperreglers 'Wohnzimmer' nutzen

Am Heizkörper gemessen 21,0 °C

Tatsächliche Raumtemperatur

☒ Automatische Offset-Anpassung mittels externem Temperatursensor

Temperatursensor wählen Thermostat

Die Heizkörperthermostate Fritz-DECT 301 und 302 lassen sich mit einem externen Temperatursensor koppeln.

den Unterflurbehälter auf der Straße – auch auf modernere Technik umgerüstet. Kollege Ernst Ahlers hat in c't 3/2009 auf Seite 80 über die ersten Versuche berichtet. (amo@ct.de)

FritzDECT-Update dauert sehr lang

? Ich habe mir kürzlich zwei neue Smart-Home-Taster FritzDECT 400 zugelegt und meine Fritzbox meldete, dass beide aktualisiert werden müssen. Das habe ich im Webinterface der Fritzbox genehmigt, aber obwohl die Adapter nur wenige Meter von der Fritzbox entfernt gelegen haben, zogen sich beide Updates viele Minuten lang hin. Weshalb ist das so? Liegt bei mir eventuell eine Funkstörung im DECT-Bereich vor, die die Firmware-Übertragung behindert?

! Die Schnurlostechnik DECT belegt in Europa das Funkband von 1880 bis 1900 MHz exklusiv, weshalb Funkstörungen als Ursache kaum infrage kommen. Die lange Update-Dauer dürfte eher den Pausen geschuldet sein, die viele Smart-Home-Geräte nach dem Standard DECT-ULE (Ultra Low Energy) zwecks Strom-

ersparnis einlegen, so auch die Smart-Home-Taster FritzDECT 400.

Wenn die Fritzbox ein Update startet, muss sie warten, bis sich der betreffende Taster bei ihr meldet, was bis zu 15 Minuten dauern kann. Um den Vorgang umgehend anzustoßen, genügt es, die Taste des FritzDECT 400 kurz zu drücken. Dann meldet er sich sofort bei der Fritzbox und diese startet das Update anschließend. Der Vorgang dauert nur wenige Sekunden und der Taster signalisiert ihn mit blinkender LED. (dz@ct.de)

Telefonate verschlüsseln im Router

? Ich habe gelesen, dass man bei manchen Routern mit einem Klick in den Telefonie-Einstellungen die Gespräche verschlüsseln kann. Ist das wirklich sicher?

! Die für den Verbindungsaufbau und die Sprachübertragung genutzten Protokolle SIP und RTP können Sie beispielsweise bei AVMs Fritzboxen und den Speedport-Routern der Telekom auf die sicheren Varianten SIPS und SRTP umstellen. Unterstützt Ihr Provider das nicht, können Sie für die Festnetztelefonie auf

SIP-Anbieter wie Sipgate oder dus.net wechseln. Dann ist immerhin der Weg zwischen Ihrem Router und dem Providerverser geschützt.

Der Anbieter muss aber von Gesetzes wegen eine Abhörschnittstelle bereithalten und deshalb Ihre Gespräche entschlüsseln. Wenn Sie Ende-zu-Ende kryptografisch geschützt sprechen möchten, bleibt nur, auf Messenger mit Telefoniefunktion auszuweichen (c't 8/2021, S. 14). Mindestens bei Signal kann man Prüfsummen vergleichen und so sicherstellen, dass man tatsächlich direkt und verschlüsselt mit dem Gegenüber kommuniziert. (ea@ct.de)

IP-Adressbereiche einschränken

? Ich möchte eingehende Verbindungen in unserer lokalen Hardwarefirewall (zu unserem lokalen Webserver) aus Sicherheitsgründen nur zulassen, wenn diese aus dem LTE-Netz der Telekom stammen. Wie finde ich heraus, welche IP-Bereiche dafür verwendet werden?

! Sie können bei whois-Diensten nachschauen, welche Netze die Telekom hat und dann erforschen, welche zum LTE-Netz gehören. Das wird aber sehr mühsam. Welche Adressen die Telekom ihren LTE-Kunden zuweist, kann letztlich nur die Telekom sagen – das ändert sich möglicherweise ohne Vorankündigung. Die Gefahr ist also hoch, dass Sie sich damit selbst aussperren. Auf den Webseiten der Telekom findet man dazu zwar Informationen (siehe ct.de/yg6q), die Information von 2012 dürfte aber nicht mehr aktuell sein, schon weil die Telekom mittlerweile auch sehr viel mit IPv6 arbeitet, was Sie bei solchen Regeln ebenfalls berücksichtigen müssten. Sicher wäre es, wenn Sie sich feste IPv6-Adressen für die Berechtigten besorgten und die abzusichernden Zugänge nur für diese freigäben. (ju@ct.de)

Infos der Telekom zu IP-Adressen:
[ct.de/yg6q](https://www.telekom.de/yg6q)

Alternative zu andOTP

? In der Ausgabe 9/2022 haben Sie auf Seite 30 diverse Methoden zur Absicherung von Online-Konten vorgestellt.

Heimnetz > Mesh			
Mesh Übersicht		Mesh Einstellungen	
Gerät / Name	Verbindung	Eigenschaften	Update
FRITZ!Fon C3 / Fritz!Fon 1	Telefonie DECT	Version: 3.47	Version aktuell
Comet DECT / Badezimmer	Smart Home DECT	Version: 03.54 Batterie: 100 %, Soll: 18,0 °C	Version aktuell
Comet DECT / Schlafzimmer	Smart Home DECT	Version: 03.54 Batterie: 60 %, Soll: 14,0 °C	Version aktuell
FRITZ!DECT 301 / Wohnzimmer	Smart Home DECT	Version: 05.02 Batterie: 70 %, Soll: 19,0 °C	Version aktuell
FRITZ!DECT 301 / Esszimmer	Smart Home DECT	Version: 05.02 Batterie: 70 %, Soll: 19,0 °C	Version aktuell
Comet DECT / Küche	Smart Home DECT	Version: 03.54 Batterie: 20 %, Soll: 14,0 °C	Version aktuell
FRITZ!DECT 200 / Zähler1	Smart Home DECT	Version: 04.25 AN, 21,0 °C	Version aktuell
FRITZ!DECT 200 / Regal	Smart Home DECT	Version: 04.25 AUS, 22,5 °C	Version aktuell

Die Fritzbox prüft den Firmware-Stand angeschlossener Geräte und hält ihn aktuell. Batteriebetriebene Geräte wie Thermostate starten ein manuell ausgelöstes Update aber oft mit großer Verzögerung.

Ich habe mir daraufhin die Android-App „andOTP“ installiert, die Sie auch in den Artikeln erwähnt hatten. Vor Kurzem habe ich aber auf der GitHub-Seite von andOTP gesehen, dass der Entwickler die Weiterentwicklung eingestellt hat. Können Sie eine Alternative zu andOTP empfehlen, vorzugsweise eine Open-Source-App?

! Dass andOTP nicht weiterentwickelt wird, ist kein Grund zur Panik. Da die App offline arbeitet, ist das Risiko überschaubar. Wechseln Sie lieber in Ruhe und mit Bedacht, bevor Sie sich schlimmstenfalls aussperren. Es gibt diverse Alternativen.

Der Google Authenticator und Authy erfüllen ihren Zweck, sind aber nicht Open Source. Gleiches gilt für den Microsoft Authenticator, der neben TOTP auch Microsofts eigenes proprietäres Verfahren nutzt.

Der Linux-Distributor Red Hat hat einst die Open-Source-App FreeOTP angeschoben, aber für dessen Android-App sind schon seit Jahren keine Updates mehr veröffentlicht worden. Es gibt aber einen vitalen Fork namens FreeOTP+. Sehr mo-

dern und dennoch datensparsam ist der Aegis Authenticator, der zudem die Einträge aus einem andOTP-Backup anstandslos importiert. Diese drei Open-Source-Apps sind sowohl über den Play-Store als auch via F-Droid installierbar.

(ktn@ct.de)

Tools zur Kontenabsicherung: ct.de/yg6q

Komplexe Rufnummernmitnahme

? Ich möchte gerne den Festnetzvertrag meiner kürzlich verstorbenen Mutter kündigen. Die Rufnummer ist mir wichtig, diese möchte ich deshalb gerne in einen eigenen Vertrag übernehmen. Was muss ich dabei beachten?

! Als Erbe können Sie den Festnetzvertrag und damit die Rufnummer übernehmen. Sie sollten aber auf keinen Fall versuchen, Kündigung und Portierung in einem Schritt zu erledigen. Bei einer Portierung müssen die Kundendaten beim alten und neuen Unternehmen identisch sein, und der neue Vertrag soll ja auf Sie lauten. Als Erstes sollten Sie deshalb den bestehenden Vertrag übernehmen, wozu Sie in der Regel einige Dokumente vorlegen müssen. Bei der Telekom läuft das unter dem Stichwort „Änderung der Vertragspartnerdaten“.

Erst wenn das erfolgreich verlaufen ist und der Vertrag mit der Rufnummer auf Ihren Namen lautet, sollten Sie die Kündigung und Portierung anstoßen. Achten Sie dabei darauf, dass bei einer Portierung nicht nur der Name und das Geburtsdatum, sondern auch die Anschrift beim alten und neuen Anbieter genau übereinstimmen müssen. Bei Abweichungen wird der Auftrag abgelehnt. (uma@ct.de)

Transparente Zeichenebene

? Ich suche eine Softwarelösung dafür, über alle Anwendungen hinweg eine transparente Zeichenebene zu haben, auf der ich zeichnen und schreiben kann. Gibt es eine solche Lösung für Windows 10 und 11? Brauche ich dafür einen Touchscreen?

! Es kommt darauf an, was Sie mit dieser Ebene vorhaben. Wenn es Ihnen darum geht, etwa während einer Präsentation bestimmte auf dem Bildschirm an-

gezeigte Elemente temporär hervorzuheben, hat sich das kostenlose Microsoft-Utility ZoomIt bewährt. Einen damit bemalten Bildschirm können Sie auch per Hotkey als PNG-Datei speichern oder in die Zwischenablage kopieren.

Wenn das Speichern von annotierten Bildschirmen Ihr Hauptanliegen ist, sollten Sie sich dieses Snipping-Tool aus dem Windows-Lieferumfang ansehen: Nachdem Sie es gestartet haben, erzeugt ein Klick auf „Neu“ je nach eingestelltem Modus eine Kopie des gesamten Bildschirms, eines Fensters oder Ausschnitts und stellt diese dann zum Hinzufügen von gezeichneten Elementen und anschließendem Speichern oder Kopieren zur Verfügung.

Sie können das Snipping-Tool auch mit der Tastenkombination Umschalt+Windows+S auf den Plan rufen, ohne es vorher gestartet zu haben. Dann erzeugt es einen Screenshot und kopiert ihn in die Zwischenablage, von wo aus Sie ihn mit Ihrem Lieblings-Bildbearbeitungsprogramm verzieren und speichern können.

Ein Touchscreen ist für keine der Methoden erforderlich, aber beide unterstützen ihn. Das Snipping-Tool kennt sogar einen Modus, in dem es per Touchscreen eingegebene Handschrift erkennt, wir haben allerdings noch nicht getestet, wie gut das in der Praxis funktioniert.

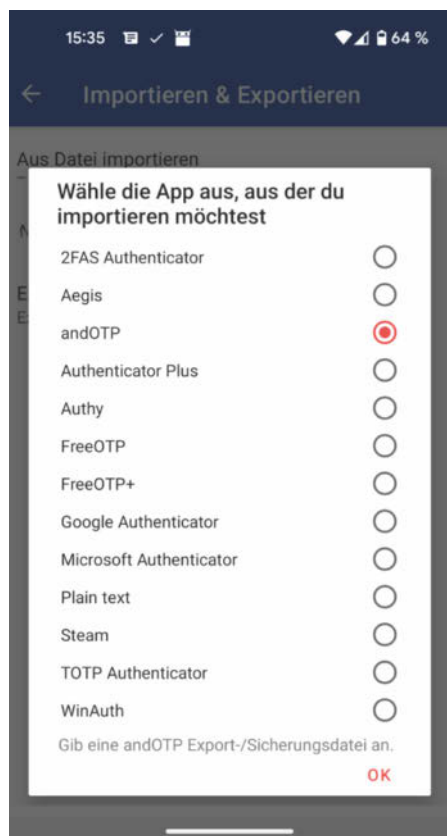
(hos@ct.de)

Microsoft ZoomIt: ct.de/yg6q

Automatische Priorisierung bei FritzOS 7.50

? In Ausgabe 23/2022 haben Sie eine automatische Priorisierung des Netzwerkverkehrs in FritzOS 7.50 erwähnt. Wie funktioniert das und wie spielt es mit dem manuellen Priorisieren einzelner (W)LAN-Hosts zusammen?

! Die bekannte manuelle Priorisierung wirkt laut AVM nur im Upstream, die neue automatische Priorisierung in Fritz OS 7.50 hingegen im Downstream. Beide sollen sich ergänzen und nur aktiv werden, wenn die verfügbare Internet-Bandbreite nahezu ausgeschöpft ist. Bei aktiver Automatik entfällt die manuelle Bandbreitenverteilung zwischen Gast- und Heimnetz, die Fritzbox verteilt die Bandbreite dann gleichmäßig auf alle Geräte beider Netze. (ea@ct.de)



Der Aegis Authenticator kann die Einträge aus diversen anderen Zwei-Faktor-Apps importieren.

Ihr Erste-Hilfe-Set:

Das Notfall-System für den Ernstfall



**Auch als Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**

**Komplett auf
32 GByte USB-Stick.**
Desinfec't startet
direkt vom Stick.

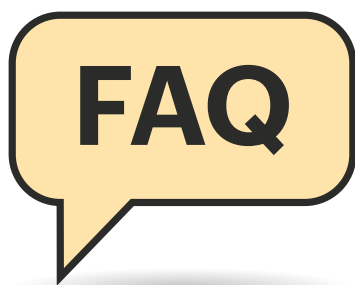
Mit der neuen Version **c't Desinfec't 2022/23** sind Sie für den Ernstfall bestens gerüstet:

- Windows-PCs untersuchen und säubern sowie Trojaner und Viren beseitigen
- Für Profis: Open Threat Scanner (Yara), Thor Lite Scanner
- Daten retten und sofort wiederherstellen
- Viren-Scanner von ClamAV, Eset und WithSecure

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 € • Bundle Heft + PDF 19,90 € • Desinfec't-Stick 19,90 €



shop.heise.de/desinfect22



NVMe für SSDs

Das Kürzel NVMe steht für Non-Volatile Memory Express und bezeichnet das Protokoll, über das CPU und Laufwerke Daten miteinander austauschen. Es ist zwar für besonders schnelle SSDs ausgelegt, aber auch der Einsatz bei Festplatten ist möglich.

Von Lutz Labs

NVMe versus AHCI

? Was unterscheidet das NVMe-Protokoll von dem bei SATA-SSDs verwendeten AHCI-Protokoll?

! Das Advanced Host Configuration Interface wurde für Festplatten entwickelt. Das im AHCI enthaltene Native Command Queing (NCQ) kann lediglich 32 Befehle in einer Kommandoschlange aufnehmen, welche die Festplatte in beliebiger Reihenfolge abarbeiten kann. Damit sollten die mechanischen Laufwerke zeitraubende Kopfbewegungen vermeiden, weil die Firmware so quasi auf dem Weg liegende Daten vorziehen kann.

NVMe ist hingegen ein speziell für die Eigenschaften von SSDs entwickeltes Protokoll. Es setzt auf PCI Express auf, ein Protokollwandel ist damit unnötig – das spart Zeit, die Latenz für eine Anfrage sinkt von 6 µs bei AHCI auf etwa 2,8 µs bei NVMe. Zudem entfallen SATA-Wandler und zugehöriger Software-Stack, die Komplexität des Gesamtsystems sinkt. NVMe nutzt nicht nur eine Warteschlange, sondern gleich 65.535, wobei jede dieser Schlangen bis zu 65.535 Befehle aufnimmt.

NVMe-Versionen und Erweiterungen

? Meine NVMe-SSD arbeitet nach der Version 1.4. Inzwischen gibt es auch eine Version 2.0. Welche Vorteile hat diese?

! Für den Einsatz in einem Desktop-PC oder einem Notebook bringt die Version 2.0 keinerlei Vorteile. Sie führt vor allem die bislang getrennt geführten Versionen für die NVMe-Basispezifikation (NVMe 1.4) und die Erweiterung für die Anbindung über ein Netzwerk (NVMe-of 1.1, NVMe over Fabrics) zusammen.

Version 2.0 definiert in einer Basispezifikation sowohl lokal als auch über das Netz eingebundene SSDs; sie beziehen sich damit auf mindestens eine Spezifikation aus den Unterbereichen Transport und Befehlssatz, welche jeweils weiter aufgeteilt sind. So enthält die Transport Specification weitere Details zu NVMe over PCIe, NVMe over RDMA und NVMe over TCP, also dem Zugang zur SSD. Die Command Set Specification definiert die klassischen NVMe-Befehle sowie Befehle für Zoned Namespaces (dazu gleich mehr) und die neuen Key Value Commands; beides ist nur für Serverinstallationen relevant.

Bislang ist uns nur eine SSD bekannt, die mit der NVMe-Version 2.0 arbeitet: die Samsung SSD 990 Pro. Bei unseren Tests unter Windows 11 stießen wir nicht auf Probleme, auch der gleichzeitige Einsatz von SSDs mit unterschiedlichen NVMe-Versionen funktioniert.

NVMe für Festplatten

? PCIe-SSDs sind sauschnell, Festplatten sehr langsam. Was bringt der Einsatz von NVMe bei lahmen Laufwerken?

! Noch ist nicht sicher, ob es jemals Festplatten mit PCIe-Anschluss geben wird. Wenn, dann werden sie höchstwahrscheinlich zuerst in großen Rechenzentren zum Einsatz kommen – nur für die hochkapazitiven Server-Festplatten haben die Festplattenhersteller noch Entwicklungsbudgets.

Die Idee für den möglichen Wechsel stammt aus dem Umfeld des Open Computer Projects (OCP). Dort ist man bemüht, das Design des Gesamtsystems möglichst weit zu vereinfachen – und der Fortfall von SATA-Schnittstelle und AHCI-Treiber sind ein Teil davon. Die höhere Geschwindigkeit des Protokolls spielt keine Rolle, denn Festplatten werden die

SATA-Grenze von 550 MByte/s in den nächsten Jahren kaum überwinden.

PCIe-SSD oder NVMe-SSD

? Wie nennt man denn eine SSD korrekt, die mit dem NVMe-Protokoll arbeitet? NVMe-SSD oder PCIe-SSD? Oder sind noch ganz andere Bezeichnungen geläufig?

! Jede aktuelle PCIe-SSD nutzt das NVMe-Protokoll, sodass die Bezeichnungen PCIe-SSD und NVMe-SSD mittlerweile gleichwertig sind. Es gibt sie allerdings in verschiedenen Bauformen: Am häufigsten trifft man auf M.2, meistens mit 22 Millimeter Breite und 80 Millimeter Länge (M.2 2280 genannt) und gelegentlich auf eine PCIe-Steckkarte (AIC, Add-In Card). Im Serverbereich verbreiten sich immer mehr Einschubkarten nach dem EDSFF-Standard (Enterprise & Data Center SSD Form Factor), noch herrschen dort aber SSDs im 2,5-Zoll-Gehäuse mit U.2- oder U.3-Anschluss vor. All diese SSDs nutzen PCIe als Schnittstelle und NVMe als Protokoll.

Vor einigen Jahren gab es ein paar PCIe-SSDs, die mit dem AHCI-Protokoll von SATA-SSDs arbeiteten. Diese brauchten einen herstellereigenen Treiber, das Konzept hat sich aber nicht durchgesetzt.

Spezielle NVMe-Treiber

? Bei der Suche nach Software für meine Samsung-SSD bin ich über einen speziellen Windows-Treiber für Samsung-SSDs gestolpert. Welche Vor- oder Nachteile hat dieser?

! Der Treiber wurde ursprünglich für Samsungs erste PCIe-SSD, die 950 Pro, geschrieben. Er war schon damals nicht zwingend notwendig, auch die 950

Pro funktioniert mit dem Standard-Windows-Treiber. Die letzte Aktualisierung des Samsung-Treibers fand vor mehr als zwei Jahren statt, selbst die 980 Pro wird von dem Treiber nicht mehr unterstützt. Wir empfehlen, den Standard-NVMe-Treiber von Microsoft zu benutzen.

Unter Umständen kann die Installation eines speziellen Treibers jedoch sinnvoll sein. So stellt Solidigm für seine SSD P41 Plus einen speziellen Treiber bereit, der die Zugriffe auf zufällige Adressen im Vergleich zum Standardtreiber beschleunigt. Steckt zusätzlich eine PCIe-SSD eines anderen Herstellers im System, sollte man dagegen von der Installation hersteller- oder modellspezifischer Treiber absehen.

Unterstützte Betriebssysteme

? Windows erkennt ja eine NVMe-SSD automatisch. Wie ist das bei anderen Betriebssystemen?

! Die meisten Betriebssystemhersteller liefern Treiber für NVMe-SSDs mit. Der Einsatz unter Windows und Linux ist völlig problemlos, auch für FreeBSD, Solaris und VMware gibt es Treiber. Apple nutzt selbst bei seinen iPhones NVMe, verhindert aber den Einbau von Standard-PCIe-SSDs in seinen älteren MacBooks durch eine veränderte Pinbelegung.

PCIe-SSD löschen

? Ich habe mir eine neue PCIe-SSD zugelegt, weil meine alte zu klein geworden ist. Die alte möchte ich nun weitergeben. Wie kann ich die Daten sicher löschen?

! Moderne Mainboards enthalten eine Löschfunktion im UEFI-BIOS. Rufen Sie dazu beim Start des PCs mittels der Tasten F2 oder Entfernen das UEFI-BIOS auf, wechseln Sie in den Modus für Fortgeschrittene und suchen Sie nach den BIOS-Tools. Dort finden Sie häufig einen Punkt namens Secure Erase.

Achtung: Mit dieser Funktion können Sie jede SSD im PC löschen. Achten Sie genau darauf, welche Sie auswählen.

Bei einigen SSDs lässt das Tool die Wahl zwischen einer Blockgröße von 512 Byte und 4 KByte. Wir empfehlen, hier 512 Byte zu nutzen.

Zoned Namespaces

? Was sind Zoned Namespaces und wozu kann man diese benutzen?

! Zoned Namespaces sind eine spezielle Art, eine SSD anzusprechen; dabei wandert ein Teil der Verwaltungsfunktionen von der SSD zum Betriebssystem oder dem Speichercontroller. Solche ZNS-SSDs sind in einzelne Zonen unterteilt, die von separaten Anwendungen oder verschiedenen virtuellen Maschinen getrennt ansprechbar sind; diese Zonen wirken für die Anwendungen wie eine eigene SSD. Die Anwendungen müssen sich selbst etwa um die Aufräumarbeiten, die sogenannten Garbage Collection, kümmern und auch das Defektmanagement übernehmen – das bei SSDs sonst übliche Overprovisioning entfällt.

Daraus ergeben sich einige Vorteile. So steht praktisch der gesamte Flash-Speicher zur Verfügung, zudem sinkt die Abnutzung durch das ausschließlich sequenzielle Schreiben und die Latenz sinkt [1]. Der Einsatz lohnt sich jedoch nur in größeren Speichersystemen.

NVMe-MI

? Das NVMe-Konsortium führt noch eine weitere Spezifikation auf, und zwar NVMe-MI. Worum geht es dort?

! MI steht für Memory Interface. Die Spezifikation beschreibt Kommandos zur Verwaltung von NVMe-Geräten, dazu gehören zum Beispiel Funktionen zum Aktualisieren der SSD-Firmware.

Das Memory Interface lässt sich über zwei Wege nutzen, die beide in der Spezifikation beschrieben sind: zum einen über das auf dem Host laufende Betriebssystem, zum anderen über den auf einigen Mainboards vorhandenen Baseboard Management Controller (BMC).

Entwicklungsgemeinschaft

? Wer ist für die Weiterentwicklung des NVMe-Protokolls zuständig?

! Bereits von 15 Jahren hatte eine Arbeitsgruppe um Intel einen ersten Entwurf für das Protokoll veröffentlicht, aus ihr entstand das NVM-Express-Konsortium. Mittlerweile gehören ihm über 100 Unternehmen an, praktisch alle bekannten Namen aus der Speicherindustrie sind dabei.

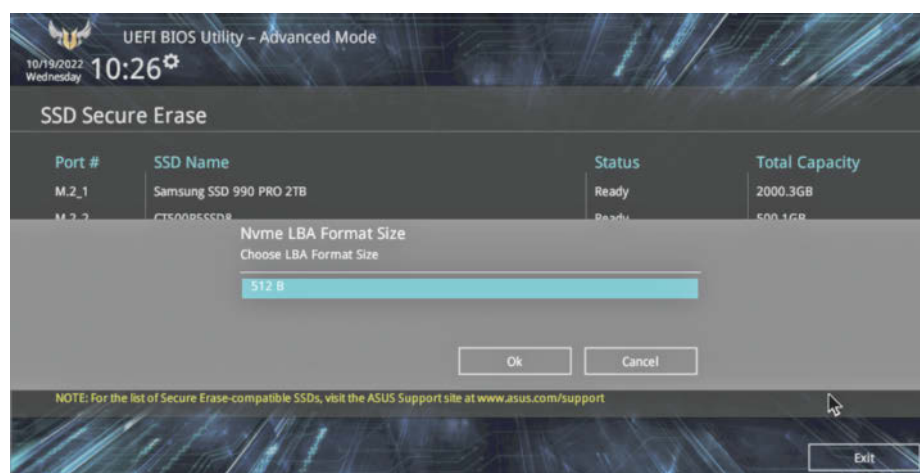
Das Konsortium wird durch eine Gruppe von 13 Unternehmen vertreten, die aus dem Kreis der Mitglieder bestimmt werden. Das sind derzeit Dell-EMC, Google, HPE, Intel, Kioxia, Marvell, Meta, Micron, Microsoft, Netapp, Samsung, Seagate und Western Digital.

Zudem gibt es noch zwei Klassen der Mitgliedschaft, Contributor und Adopter. Contributor zahlen 4000 US-\$ pro Jahr, Adopter nur 500. Unternehmen der günstigsten Mitgliedsstufe bleibt beispielsweise die Teilnahme an NVMe-Arbeitsgruppen verwehrt und sie erhalten auch keine Vorabversionen neuer Spezifikationen.

(ll@ct.de)

Literatur

- [1] Johannes Thumshirn, SSDs neu gedacht, Mehr Flexibilität, Ausdauer und Speicherplatz für SSDs durch Zoned Namespaces, c't 6/2021, S. 134



Viele moderne UEFI-BIOSe unterstützen das Löschen einer NVMe-SSD.



Thomas Joos

Microsoft Windows Server 2022 – Das Handbuch

Von der Planung und Migration bis zur Konfiguration und Verwaltung

O'Reilly, Heidelberg 2022
(der Buchverlag gehört wie c't zu Heise Medien)
ISBN 978-3960091820
1168 Seiten, 70 €
(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 63 €)

Im Systemcockpit

Server zu konfigurieren ist nicht immer eine ausnehmend spaßige Arbeit, aber eine für den Betrieb von IT-Netzen essenzielle. Admins finden Hilfe im dicken Wälzer von Thomas Joos, der praktisch alle Facetten von Microsofts aktuellem Server-Betriebssystem abdeckt.

Thomas Joos begleitet Windows Server bereits seit der Version 2003 R2 mit Handbüchern der Tausend-Seiten-Klasse. Wie seine Vorgänger ist auch das aktuelle Buch dazu gedacht und geeignet, am IT-Arbeitsplatz im direkten Zugriff zu stehen. Es widmet sich der seit August des vergangenen Jahres verfügbaren 2022er-Inkarnation der Software. Diese bringt gegenüber ihrer ebenfalls auf Windows 10 beruhenden Vorgängerin, Server 2019, nützliche Ergänzungen unter anderem in puncto Sicherheit und Containerisierung mit.

Das für manchen Verwickelteste behandelt Joos gleich zu Beginn: die unterschiedlichen Editionen und das Lizenzmodell. Danach tritt das Windows Admin Center auf, also die browserorientierte Schnittstelle. Unter anderem weist man damit Servern verschiedene Rollen und Features zu, sodass sie etwa als Datei-Server oder als Domänen-Controller fungieren. All das beschreibt Joos im Detail. Dabei berücksichtigt er Neuerungen wie DNS über HTTPS bei den Netzwerkdiensten. Im Blickpunkt steht bei allem der professionelle Einsatz, zu dem etwa die Bildung von Storage-Clustern oder das Zusammenfassen von Netzwerkkarten (NIC-Teaming) gehört.

Der Virtualisierung mittels Hyper-V widmet der Autor gleich mehrere Kapitel, obwohl Microsofts Zug diesbezüglich langsam in Richtung Azure Stack HCI fährt. Ebenso ausführlich kommt die Verwaltung von Containern mittels Docker zur Sprache.

Das Thema Active Directory belegt einen großen Teil des Buches – angefangen bei der ersten Konfiguration bis hin zur Replikation. Ähnlich umfangreich behandelt Joos Sicherheit und Hochverfügbarkeit. Querschnitthaft erörtert er die wichtigsten Herausforderungen, die in typischen Umgebungen auftreten.

Wer grundlegende Kenntnisse der Windows-Server-Administration mitbringt, findet in dem Buch alles, was er für einen sicheren und effizienten Systembetrieb wissen muss. Die Ausführungen beschränken sich nicht aufs Arbeiten per Mausklick, sondern begleiten den Leser auch, wenn es darum geht, Aufgaben mit der PowerShell zu automatisieren. (Maik Schmidt/psz@ct.de)

R für Nichtprogrammierer

Wer Daten analysieren und flexibel darstellen will, braucht dazu keine teure Software. Die quelloffene Programmiersprache R taugt als mächtiges kostenloses Statistikwerkzeug – darauf konzentriert sich Björn Walthers Buch.

Auf seinem YouTube-Kanal richtet der Wirtschaftswissenschaftler Björn Walther seit Jahren nützliche Tipps rund um R an ein vornehmlich wirtschaftsmathematisch geprägtes Publikum. In seinem Buch führt er nicht formal in die Sprache R ein, sondern nutzt sie wie eine Statistiksoftware à la SPSS: Er löst typische Statistikaufgaben mit ein paar Zeilen R-Code und stellt die Ergebnisse ansprechend dar.

Walther hält sich nicht lange mit der Erklärung von Syntax und Datentypen auf. Kurz demonstriert er, wie R Daten in gängigen Dateiformaten (etwa aus Excel) laden kann, und steigt dann flott in die deskriptive Statistik ein. Los geht es damit, Diagramme verschiedener Art anzufertigen, etwa Histogramme oder Säulengrafiken. Dazu verwendet Walther nicht nur R-Bordmittel, sondern auch die leistungsfähigere Bibliothek ggplot2. In kurzen Kapiteln peppt er die Darstellung auf und führt vor, wie man Zusammenhänge in den Daten am besten visualisiert.

In der zweiten Hälfte des Buchs geht es um Analyse und statistische Methoden, wobei Walther sehr darauf achtet, wissenschaftliche Standards einzuhalten. Ein Thema sind etwa Einstichproben-t-Tests. Was man braucht, um diese zu verarbeiten, bringt R bereits weitestgehend mit. Was nicht schon eingebaut ist, steuern ergänzende Pakete bei. Der Autor konzentriert sich darauf, die Anwendung zu erklären – auf technische Details geht er nicht näher ein. Am Schluss steht ein kurzer Ausflug in Regressionsanalysen.

Die Gruppe derer, die an dem Buch Freude haben, dürfte nicht allzu groß sein: Die Lektüre setzt beachtliche Statistikkenntnisse voraus. Nur ein sehr kleiner Teil des Sprachumfangs von R kommt vor. Wer die vielen kleinen Beispiele abtippt und ausführt, kann sie anschließend leicht modifizieren und an eigene Bedürfnisse anpassen. Praktiker können damit brauchbare Ergebnisse erzielen. Wirkliches Verständnis entsteht so aber nicht. Da die Sprache R nicht einfach zu lernen ist, fallen Programmierwillige möglicherweise auf das lockende Versprechen des Buchuntertitels herein. Tatsächlich bringt diese Lektüre aber niemanden dazu, R in 14 Tagen zu beherrschen. (Maik Schmidt/psz@ct.de)



Björn Walther

Statistik mit R – Schnelleinstieg

R einfach lernen in 14 Tagen

mitp, Frechen 2022
ISBN 978-3747504949
320 Seiten, 20 €
(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: gleicher Preis)

AGILE LEADERSHIP CONFERENCE

So werden agile Teams besser

Online-Konferenz – 29. November 2022

Kaum ein Unternehmen kommt heute noch ohne **agile Arbeitsweisen** aus. Scrum, Kanban und andere Ansätze stellen Führung und Management vor neue Herausforderungen:

- ✓ Wie führt man selbstorganisierte Teams im Gegensatz zu Einzelpersonen?
- ✓ Wie kann man Mitarbeitende beurteilen, wenn die Teamleistung im Fokus steht?
- ✓ Braucht es überhaupt noch disziplinarische Führungskräfte? Wenn ja, in welcher Menge und mit welchen Aufgaben?

Die **Agile Leadership Conference** bietet einen fundierten, praxisorientierten Überblick, was agiles Arbeiten für die Führung in Unternehmen bedeutet.

Die Konferenz richtet sich an **Gruppen-/Team-/Abteilungsleiterinnen und -leiter** sowie erfahrene **Scrum Master/Agile Coaches**. Wer teilnimmt, sollte ein agiles Grundverständnis mitbringen.

+++ Außerdem Online-Workshops am 28.11., 30.11./1.12. und 6.12.2022 +++

alc.inside-agile.de

in Kooperation mit



Jetzt
Frühbucher-
rabatt
sichern!

Konferenzen von 

Veranstalter

 heise Developer

 dpunkt.verlag

5. PRODUCT OWNER DAY

So geht agiles Produktmanagement besser

Online-Konferenz – 7. Dezember 2022

So geht agiles Produktmanagement besser

Der fünfte Product Owner Day rückt Themen wie OKRs, Floating Teams und Platform Management in den Mittelpunkt.

- ✓ Erfolgreich mit OKRs – aber wie?
- ✓ Floating Teams
- ✓ Platform Management und Product Ownership
- ✓ Wege zu frugaler Innovation
- ✓ Was nützt die Zertifizierung als Product Owner:in?

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

+++ Außerdem Online-Workshop am 5.12.2022 +++

pod.inside-agile.de

in Kooperation mit



 Agile Academy

Jetzt
Frühbucher-
rabatt
sichern!



DIGITALES DRACHENFEUER

VON CHRISTIAN ENDRES

Unten an der Klippe brandet das Meer mit Wucht gegen die steile Felswand. Oben auf der Anhöhe brennt ein Drache.

Zwei Dutzend Gestalten in weiten Roben, die Gesichter von Kapuzen verhüllt, haben sich um den Scheiterhaufen des schuppigen roten Giganten versammelt.

Die Flammen lodern hoch und heiß, fressen sich jedoch nur langsam durch den Leib des Drachen.

Über ihnen, über allem, kreisen mehrere Artgenossen der Kreatur und halten auf diese Weise ihre eigene Totenwache ab.

Es ist die erste für alle hier auf der Insel.

★ ★ ★

Ich mag keine Mütter.

Versteht mich nicht falsch, Mütter sind prinzipiell natürlich ganz toll – aber kein Privatdetektiv will eine als Klientin.

Zu viele Emotionen, und zwar bei allen Beteiligten.

Mit einem Mal schäme ich mich ja sogar für die Unordnung auf meinem Schreibtisch, vor allem für den ranzigen Pizzakarton, der da seit Tagen liegt und mit zwei Aktenordnern schwer daran arbeitet, eine moderne Kunstinstallation zu werden.

Charlotte Jacobs, 46 und ausgesprochen attraktiv, wenn gleich heftig von Trauer gezeichnet, hat *zum Glück* andere Sorgen als meine komplexen psychischen Altlasten hinsichtlich meiner Mutter. Auch das ebenso komplexe bakterielle Biotop meines Büros, in dem ich seit anderthalb Jahren oben-drein wohne, ist nicht ihr Problem.

„Ich weiß, dass Michael seine Fehler hatte“, sagt Charlotte mit bebender Stimme. Ja, in diesen Worten stecken viel Kummer und Trauer, doch da ist auch jede Menge Wut – und einiges an Kraft.

Ihre sehnigen Hände umkrampfen das Taschentuch, als müsste sie Antworten daraus hervorquetschen. „Er war kein Engel. In den Augen vieler sicher nicht mal ein guter Mensch. Trotzdem war er mein Sohn und was die Polizei macht, das ist eine Unverschämtheit. Dann war er eben ein Dieb – na und? Heißt das, dass man ihn deshalb einfach so ermorden darf, ohne dafür zur Rechenschaft gezogen zu werden? Er und seine Freunde sind bei lebendigem Leib verbrannt. *Verbrannt*. Bei lebendigem Leib. Können Sie sich das vorstellen?“

Nein, und das will ich auch gar nicht, sonst schmeckt mir der Burger vom Imbisswagen später noch weniger als sonst.

Natürliche und virtuelle Realität sind, wie jeder zu wissen glaubt, zwei völlig unterschiedliche Paar Schuhe. Wenn jemand jedoch in einer digitalen Welt etwas zerstört, das einem realen Menschen viel bedeutet – verdient er dann nicht eine ganz reale Strafe?

Aber ich habe natürlich von der Sache gehört.

Die Story hat letzte Woche viel Aufregung in den News-Blogs und Nachrichten-Streams verursacht. Ein Haus, von einer kriminellen Gang bewohnt, das aus noch immer ungeklärten Gründen von einer Explosion und einem Feuer verschlungen worden ist. Pures Timeline-Clickbait-Gold, für ein paar Tage zumindest.

„Die Polizei behandelt es als Unfall“, zitiere ich aus dem Gedächtnis einen der Beiträge. „Wie kommen Sie darauf, dass Ihr Sohn und seine Freunde ermordet wurden?“

„Denken Sie doch mal nach“, sagt Charlotte Jacobs und – jep, da sind sie sofort wieder, die Schuldgefühle eines jeden undankbaren, untauglichen Sohnes. „Das Haus ist praktisch in die Luft geflogen. Nachbarn sprachen von einem Feuerball, der aus dem Dach schoss. Das war garantiert Brandstiftung. Ein Molotowcocktail oder eine Bombe. Irgendeine andere Gang. Ein Machtkampf. Ich weiß es nicht. Deshalb möchte ich Sie engagieren. Ich will Gerechtigkeit für meinen Sohn und Gewissheit für mich. Auch ohne Polizei.“

MÜTTER SIND PRINZIPIELL GANZ TOLL – ABER KEIN PRIVATDETEKTIV WILL EINE ALS KLIENTIN.

„Ich bin kein Experte für Brandermittlungen“, sage ich in einem halbherzigen Versuch, Charlotte die Sache auszu-reden. Halbherzig, weil ich erstens das Geld brauche, und zweitens bin ich mir natürlich darüber im Klaren, dass ich die Frau auf keinen Fall mit dieser Sache allein lassen kann. Seufz.

Versteht ihr jetzt, wieso Privatdetektive keine Mütter mögen?

★ ★ ★

Am nächsten Tag schaue ich bei der Gedenkfeier für Michael Jacobs im Haus seiner Mutter vorbei. Wo sonst? Der Bungalow, in dem er und seine Kumpels gewohnt haben, ist bloß noch ein kalter Berg Asche, wie ich heute Morgen bei

einem Spaziergang gesehen habe. Die Story selbst ist ebenfalls schon wieder kalt. Das Absperrband ist noch da, aber es schwirren keine Pressedrohnen mehr durch die Gegend. Nur die üblichen Lieferdrohnen. Das Leben der Nachbarn geht weiter, obwohl eine Familie bei Verwandten untergebracht werden musste, da die Explosion die Statik ihres Hauses beschädigt hat.

Ich halte mich während der Reden von Michaels Freunden und Verwandten im Hintergrund und bleibe bei dieser Taktik, als Sandwiches, Kuchen und Kaffee auf dem Programm stehen und sich im Erdgeschoss überall kleine Grüppchen bilden.

Doch sobald ich Charlotte Jacobs an der Haustür fauchend in den Angriffsmodus schalten höre, bleibt mir keine Wahl mehr: Ich schiebe mich durch die mampfenden, gaffenden, murmelnden Gäste der Gedenkfeier, um Charlotte beizustehen.

Fünf junge Menschen drängen sich als Neuankömmlinge im engen Eingangsbereich.

„Wir wollen keinen Stress“, sagt eine Frau mit kurzen Haaren aus der Gruppe. Die anderen nicken. „Wir möchten nur unser Beileid bekunden und unseren Respekt erweisen.“

„Um davon abzulenken, dass ihr ihn umgebracht habt?“, giftet Charlotte.

„Woah!“ Die Gesichter der Neuankömmlinge zeigen Bestürzung, Paranoia und mehr. „Wir und Michaels Jungs hatten nie Stress, okay? Wir kamen uns nicht ins Gehege. Gab genug Gigs für alle. Wir haben die Karte unter uns aufgeteilt. Ich und meine Leute hängen meistens bei den Minen der Zwerge ab, da sind Michael und seine Crew nie hingekommen.“

„Vielleicht solltet ihr trotzdem besser gehen“, sagt Charlottes Cousin, der wie ein Rausschmeißer gebaut ist. „Aber danke für euren Besuch.“

Sie gehen. Der Aufreger gibt den Anwesenden neuen Gesprächsstoff.

„Zwerge und Minen?“, frage ich Charlotte, die bloß mit den Schultern zuckt.

„Straßenslang“, vermutet sie. „Jugendsprech. Keine Ahnung.“ Damit rauscht sie in die Küche, wo sie wahrscheinlich nach der Kaffee-Pipeline schaut.

Ich hasse es, mir alt vorzukommen. Also trete ich durch die Terrassentür in den Garten, um eine zu rauchen.

„Ich weiß, was die gemeint haben“, ertönt plötzlich eine Mädchenstimme hinter mir.

Ich drehe mich um. Die Schwester des Verstorbenen, höchstens zehn Jahre alt, ist mir nach draußen gefolgt. „Ach ja?“

„Ja.“ Sie sieht mich durchdringend an. „Kennen Sie *Realms of Velamoja*?“

Kennen wäre zu viel gesagt. „Das ist dieses Online-Fantasy-Rollenspiel, oder? Wo alte Leute die Nonplayer-Charaktere spielen und so ihre Rente aufbessern?“

Die Kleine nickt, halb mitleidig, halb zufrieden. „Michael und seine Freunde haben da gearbeitet.“

Gearbeitet. Fast muss ich lachen. Ich verberge es hinter einem Zug an der Fluppe, die ich mir eigentlich kaum noch leisten kann. „Was haben sie denn da ... gearbeitet?“

„Sie waren Abenteurer. Haben Artefakte und Schätze gesucht und die dann online an andere Spieler vertickt.“

Kurzum, sie waren in der Tat Diebe, wie Michaels Mutter bereits feststellte, jedoch nicht in der Nachbarschaft oder sonst wo in der Stadt, sondern in einer virtuellen Fantasy-Spielewelt.

„STRASSENSLANG“, VERMUTET CHARLOTTE. „JUGENDSPRECH. KEINE AHNUNG.“

Interessant.

Ich trete die Zigarette auf den von Flechten befallenen Betonfliesen aus und sehe mich suchend nach einem Aschenbecher oder wenigstens einem Blumenkübel um.

„Die Vogeltränke?“, schlägt das Mädchen vor, und ich nicke dankbar.

„Weißt du, wo Michael und seine Crew sich rumgetrieben haben? In Velamoja, meine ich?“

„Nee. Aber ich hab mal gehört, wie er zu jemanden am Handy sagte, dass sie sich gleich im *Wilden Greiftreffen*. Das ist eine Taverne in Rarmos. Einer Stadt in Velamoja. Da war ich auch schon mal. Ich bin eine Nachtelfen-Zauberin. Level 42.“

Sie muss stolz grinsen; leider holt die Realität sie schnell wieder ein und sie macht ein trauriges, geradezu schuldbehaftetes Gesicht.

Ich lege ihr tröstend eine Hand auf die Schulter und wünsche, ich müsste die nächste Frage nicht stellen.

„Sagst du mir, wie ich diese Kneipe im Spiel finde?“

★ ★ ★

Michaels Hehler in der Taverne eines Multiplayer-Online-Rollenspiels ausfindig zu machen, ist keine Zauberei – nur mein Job. Zwischen echt-verkommenen Spelunken und virtuell-verklärten Kaschemmen besteht im Grunde kein großer Unterschied. Allerdings bin ich hier keineswegs so unauffällig unterwegs wie geplant: Weil ich das mit dem Charakter-Erschaffen offenbar falsch verstanden habe, steuere ich eine halbnackte Ork-Amazone. Meiner Figur sieht man die Unerfahrenheit ihres Spielers wohl am Kettenhemd-Bikini an, denn ich werde im *Wilden Greif* ständig von anderen Spielern angemacht und klicke in einer Tour schmierige bis eklige Privatnachrichten weg.

Das ist echt ätzend – ich glaube, ich werde nie wieder eine Frau von der Seite anquatschen, weil ich der Meinung bin, dass ich ein Geschenk des Flirt-Gottes bin.

Michaels Hehler hält sich für ein ebensolches. Er redet gern mit mir über die Toten – wie auch Charlottes Nachbar es getan hat, der es kaum erwarten konnte, sich vor laufenden Drohnenkameras wichtig zu tun.

„Ich dachte schon, dass niemand mehr kommt und fragt, Mann“, sagt der Hehler. Sein Avatar ist ein humanoides Wildschwein mit stattlichen Hauern, das einen pinkfarbenen Bademantel trägt: ironisch gemeint oder seine Auffassung von sexy? Besser, es bleibt sein Geheimnis.

„Eine Idee, wieso es jemand auf Michaels Crew abgesehen hatte?“ Ich lasse die Amazone vage gestikulieren. Der Blick der Schweinsäuglein folgt nicht meiner Hand. „Haben sie in letzter Zeit eine besondere Nummer abgezogen?“

Das Wildschwein schaut nachdenklich drein, was einem Schielen gleichkommt. „Bei ihrem letzten Abenteuer ging es um einen Drachen. Lukrative Sache. Du weißt schon.“

„Tun wir mal so, als hätte ich keine Ahnung.“

Das Schwein erklärt es der ahnungslosen Ork-Schönheit liebend gern. „Die Zähne und Hörner der Biester sind wie Tigerknochen. Das reinste magische Viagra. Treibt den Power-Level ordentlich nach oben. Gibt gutes Gold dafür, weil Drachen so schwer zu erlegen sind. Ich war auch überrascht, als Michael und seine Leute einen Drachenkopf zum Verkauf anschleppten. Wegen ihres Feuers und ihrer Magie spielen die Viecher eigentlich in einer anderen Liga. Wenn du kein legendärer Held wie Corloz bist, kannst du es eigentlich knicken, dich mit einem Drachen anzulegen. Der röstet dich sofort. Da bleibt nix mehr von dir übrig außer Asche. – Was?“ Der Fehler sieht mich irritiert an. „Habe ich was Falsches gesagt?“

„Nein“, erwidere ich. „Ganz und gar nicht.“

★ ★ ★

Im Austausch gegen eine Fake-Telefonnummer verrät mir das Plauderschwein, wo die Truppe von Charlottes Sohn auf Drachenjagd gegangen ist. Anscheinend gibt es seit anderthalb Jahren eine Erweiterung zu *Realms of Velamoja*: die von Sturm und Wasser gepeitschte Insel Leguinur, was in einer der fiktiven Sprachen des Games schlicht *Die Insel der Drachen* heißt.

Die Leute, die hier ihren fantastischen Sehnsüchten nachgeben, haben null Interesse an Abenteuern, Kämpfen, Schatzjagden, epischen Schlachten oder Tavernenschlägereien. Stattdessen wollen sie wie Farmer einen Drachen großziehen. Das ist, habe ich in einem Forum gelesen, eine langwierige Aufgabe, die mit einer mehrwöchigen Brutphase für das Drachenei beginnt und sich nach dem Schlüpfen noch Monate hinzieht.

Wieso man an so etwas Gefallen finden sollte? Ich habe keinen Schimmer. Allerdings fand ich ein Posting, in dem ein begeisterter Drachenfarmer sagte, dass ein auf Leguinur von Hand großgezogener Drache ein Gefühl vermittelt, das man nirgends sonst fände, weder in der echten noch der virtuellen Welt.

Viele scheinen einfach die Gemeinschaft und die ruhigen Gespräche mit anderen Drachenhütern auf der Insel zu schätzen. Oder mit ihrem Drachen. Die KI der Kreaturen soll sich bei entsprechend hingebungsvoller Versorgung und intensiver Interaktion beachtlich entwickeln. Überhaupt strotzen die Drachen irgendwann wohl vor Magie und Macht und sind unfassbar wertvoll – was ihre Hüterinnen und Hüter aber nicht weiter schert. Angeblich hat keiner von denen, die ihre reale Lebenszeit in die digitale Drachenaufzucht investieren, monetäre Ambitionen.

Dafür geht das Gerücht, dass es einigen um eine sexuelle Komponente geht. Ich bin jedoch davor zurückgeschreckt, auf das im Board verlinkte Video zu klicken – immerhin hätte es ja sein können, dass Charlotte mich nach Details meiner Ermittlungen fragen würde. Würdet ihr einer trauernden

Mutter erklären wollen, dass ihr euch Drachenpornos reingezogen habt? Eben.

★ ★ ★

Jedenfalls: Hier bin ich nun – und ich sage euch, die Überfahrt war sterbenslangweilig. Sieben Stunden und nur ein einziger Krakenangriff. Fast hätte ich mich auf den Quickie mit dem Kapitän eingelassen, der sich mir anbot. Aber anthropomorphisierte Fischotter sind mir suspekt. Stattdessen habe ich nebenher meine Steuererklärung gemacht.

Die an einen Vulkan erinnernde Insel hat lediglich einen einzigen ins Meer ragenden Holzsteg als Anlegestelle. Dieser Zugang wird von menschengesteuerten Nonplayer-Wächtercharakteren mit Hellebarden bewacht. Solche Feinheiten gehören zu den Gründen dafür, dass *Realms of Velamoja* so beliebt ist: Die zahlenden Spieler fühlen sich dadurch, dass ihre Bewacher nicht bloß seelenlos und automatisch agieren, ganz besonders.

An Land spreche ich einen der Wächter an. „Ich hätte gedacht, dass es hier von euch nur so wimmelt – so wertvoll, wie die Drachen sein sollen.“

Das bringt mir einen misstrauischen Blick ein. „Es gab vor einer Weile einen Angriff“, erklärt der Wächter, der einen stilisierten Drachen auf dem Überwurf hat. „Wir befinden uns im Rekrutierungsprozess, um die Lücken aufzufüllen. Was ist Euer Begehr, Amazone? Wollt Ihr uns Ärger machen?“

Ich stutze kurz. „Ähm. Nein. Will mich nur mal umsehen“, sage ich wahrheitsgemäß. Einem spontanen Einfall folgend ergänze ich: „Mein Beileid bekunden und meinen Respekt erweisen.“

Der Wächter nickt, als hätte ich eine Prüfung bestanden. „Das wird willkommen sein. Ihr müsst dennoch Eure Waffen ablegen.“

DIE ZAHLENDEN SPIELER FÜHLEN SICH DADURCH, DASS IHRE BEWACHER NICHT BLOSS SELENLOS UND AUTOMATISCH AGIEREN, GANZ BESONDERS.

Anschließend erklimme ich mit amazonenhafter Geschmeidigkeit und Ausdauer, die mein eigener Körper nie hergeben würde, die unebenen Stufen, die in die steile Bergflanke gehauen sind.

Nachdem ich oben angekommen bin, fällt mir als Erstes ein brennender Drache ins Auge. Das Vieh ist riesig. Bei genauerem Hinsehen bemerke ich, dass die Kreatur keinen Kopf hat.

Neben dem Scheiterhaufen, auf dem er liegt, steht eine Frau in einer gelben Robe. Langes dunkles Haar lugt unter ihrer Kapuze hervor.

Über den Autor

Christian Endres bereichert seit seinem Debüt im Frühjahr 2017 nun bereits zum zehnten Mal eine c't-Ausgabe um eine Story. Sein fiktives Online-Fantasy-Rollenspiel „Realms of Velamoja“, von dem aus das „digitale Drachenfeuer“ jetzt herüber in die reale Welt gesprungen ist, taucht bereits in seiner Geschichte „Altes Eisen“ auf, die in c't 14/2020 erschien. Der 1986 geborene Würzburger arbeitet als freier Redakteur unter anderem für den Tagesspiegel, den Tip Berlin und Panini Comics. Sein Fantasy-Roman „Die Prinzessinnen – Fünf gegen die Finsternis“ über knallharte Söldnerinnen, die sich Monstern, Mistkerlen und diplomatischen Drachen stellen, wird im Frühjahr 2023 bei Cross Cult erscheinen.



Bild: Christian Endres

Sie dreht sich nicht zu mir um, als sie unvermittelt zu sprechen beginnt. „Es dauert Tage, bis ein Drache verbrannt ist. Wegen der Feuerfestigkeit ihrer Haut und ihrer Organe.“

Die Flammen zischen und knistern. Ich reiße meinen Blick los und richte ihn auf die Frau. „Mussten die Typen deshalb sterben? Aus Rache für den Drachen?“

Jetzt wendet sie sich mir zu und schlägt in einer angeberischen Geste die Kapuze zurück. „Wer bist du?“, fragt sie. „Ein Polizist? Ein Freund dieser Mörder? Ein Reporter?“

„Ich suche nur nach der Wahrheit.“

„Wahrheit.“ Sie lacht bitter. „Die Wahrheit ist, dass es den Menschen nicht genügt, die Natur in der echten Welt zu zerstören. Nein, selbst hier, an diesem wunderbaren Ort, müssen sie rauben und kaputtmachen. Eines Morgens loggte ich mich ein und erblickte das Gemetzel. Die haben ihr den Kopf abgeschlagen. Sie war so ein sanftes Wesen. Hat sich vermutlich nicht mal gewehrt. Sie fraß hauptsächlich Fisch.“

„Aber hätte es nicht gereicht, die Bande dafür anzuzeigen?“

„Ich beschwerte mich bei der Entwicklerfirma. Dort sagte man mir, dass das kriminelle Element nun mal zum Konzept der grenzenlosen Freiheit von *Realms of Velamoja* dazugehört. Und nein, man kann kein Backup eines toten Drachen einspielen.“

Ich schweige, weil ich spüre, dass sie mir den Rest erzählen will. Eine bewährte Ermittlungstaktik von Detektiven und Müttern, wie ich an dieser Stelle hinzufügen möchte.

„Die anderen Drachenbesitzer waren bestürzt. Alle hatten Sorge, dass die Tat der Anfang vom Ende des Friedens für unsere Insel sein könnte. Darum entschieden wir, ein Exempel zu statuieren. Zur Abschreckung.“

„Wie habt ihr es gemacht?“, frage ich. „Brandstiftung?“

„Magie“, antwortet sie mit einem hintersinnigen Lächeln. „Wir taten uns zusammen und verbanden die Magie aller Drachen auf der Insel zu einem mächtigen Zauber. Alles, was hier im Spiel geschieht, hat auch irgendwelche – meist kaum wahrnehmbare – Auswirkungen auf die reale Welt. Die Rechnerleistung, die unser Zauber fraß, hätte genügt, um Bitcoin-Minern ein Vermögen einzubringen. Die Terawatt an elektrischer Leistung, die weltweit dafür flossen,

hätten das Polarmeer in einen warmen Swimmingpool verwandeln können. Stattdessen erschufen wir so eine Art Geist, der digital zwischen den Welten reisen konnte, indem er sich in elektromagnetischen Impulsen innerhalb leitender Infrastrukturen bewegte.

Alles Weitere war im Grunde einfach. Ich stöberte die Scheißkerle auf, indem ich mich in einer Taverne auf dem Festland als Magierin ausgab, die für einen Zauber ein Drachenei brauchte. Ich verlangte einen Beweis für ihre Qualifikation – und sie zeigten mir eine rote Schuppe, die ich jederzeit erkannt hätte. Sie erhielten den Auftrag, das Drachenei zu suchen, und als sie zum zweiten Mal auf die Insel kamen, traf sie unser Zorn.“

Jetzt hätte ich sie nicht mal für eine Zigarette unterbrochen.

„Unser Drachenzauber infizierte ihre Rechner. In Sekundenschnelle sprang er wie ein Virus auf alle Geräte in ihrem smarten Heimnetzwerk und überlastete sie. Rechner. Fernseher. Küchengeräte. Das Auto an der Ladestation in der Garage. Bevor die Arschlöcher wussten, wie ihnen geschah, flog ihnen ihr elendes Leben bereits in einem Feuersturm um die Ohren.“

Daraufhin schweigen wir beide.

„Wir sprechen hier von Mord“, sage ich schließlich und wundere mich selbst, wie gelassen ich klinge. Muss an diesem Ort liegen.

„Nein“, widerspricht die Hüterin und ich frage mich, wer hinter diesem Avatar steckt, wer vor dem anderen Bildschirm sitzt. Illusionen wirken schnell in dieser digitalen Fantasy-Welt. „Das ist die Rache der Drachen. Die Gerechtigkeit von Leguinur. Schon vergessen? In den Reichen von Velamoja gilt das Konzept der grenzenlosen Freiheit. Für solche Nebenwirkungen wird keine Haftung übernommen. Eine andere Hüterin ist Anwältin, sie erklärt es dir sicher gerne.“

Ich glaube es auch so.

Aber was soll ich Charlotte Jacobs erzählen? Dass ihr Sohn und seine Gang wegen ihrer Raubzüge in einem Online-Game von ein paar anderen Rollenspielern mit einem Drachenziegen-Virus getötet worden sind? Am besten sage ich, dass es Vergeltung für eines seiner Verbrechen war. Leider habe ich die Täter bloß nicht aufspüren können. Was bedeutet schon eine Mutter mehr, die ich enttäusche?

„Es wird noch ein paar Tage dauern, bis sie verbrannt ist“, sagt die Drachenhüterin und dreht sich wieder zur Klippe um. „So lange halte ich Wache. Du solltest jetzt gehen.“

„Ja“, antworte ich, bleibe allerdings stehen und folge ihrem Blick.

Am grauen Himmel über dem Meer fliegen zwei Drachen.

Es sieht aus, als würden sie tanzen. (psz@ct.de)

Die c't-Stories als Hörversion

Unter heise.de/-4491527 können Sie einige c't-Stories als Audiofassung kostenlos herunterladen oder streamen. Die c't-Stories zum Zuhören gibt es auch als RSS-Feed und auf den bekannten Plattformen wie Spotify, Player FM und Apple podcasts (ct.de/yz13).



Nerdistan dt ↑

Neuland

dt magazin für computer technik

Fernstudium IT-Security

staatlich geprüft und zugelassen

Aus- und Weiterbildung zur Fachkraft für IT-Sicherheit. Vorbereitung auf das **SSCP- und CISSP-Zertifikat**. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

NEU: Roboter-Techniker, Netzwerk-Techniker, Qualitätsbeauftragter / -manager TÜV, Linux-Administrator LPI, PC-Techniker

Teststudium ohne Risiko.
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERNSCHULE WEBER - seit 1959
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. C14
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

www.fernschule-weber.de



AGB VERSTEHER

dt magazin für computer technik



LC-POWER™

www.lc-power.com

LC-NB-14-N5095-12GB

14,1" NOTEBOOK

- Intel® Celeron® N5095
- Intel® UHD Graphics
- 12 GB LPDDR4x SDRAM
- 256 GB m.2-SSD
- USB-C, USB-A
- Micro-SD-Kartenleser

LC-Power-Produkte u.a. erhältlich bei: Amazon.de - Bora-Computer.de - Cyberport.de | .at - ebay.de - KMComputer.de - Mindfactory.de - Brack.ch - Steg-Electronics.ch

Copyright by Heise Medien
Microsoft und Windows sind eingetragene Warenzeichen der Microsoft Corporation. Alle anderen Warenzeichen sind rechtmäßiges Eigentum ihrer Urheber.

ORACLE Feuerwehr www.oraservices.de 

xxs-kurze Daten- & Netzkabel: kurze-kabel.de 

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen, Website Boosting, Online-Pressemitteilungen, Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach anrufen, Faxen oder eine E-Mail schicken. Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024, Telefax: 0511/3884512, E-Mail: service@softaktiv.de, Internet: www.softaktiv.de 

Alternativer Breitbandatlas - Breitbandatlas.eu 

EDELSTAHL LED SCHILDER: www.3D-buchstabe.com
HAUSNUMMERN nobel 230V~: www.3D-hausnummer.de 

nginx-Webhosting: timmehosting.de 

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) insbesondere Texte aus den Bereichen Telekommunikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. + Fax: 05130/37085 

wp-up.de WordPress Security & Wartungsservice 

www.patchkabel.de - LWL und Netzwerk Kabel 

Unterstützung bei Ihrer **WordPress Webseite**: Installation/Änderungen/Updates/Bildanpassungen ...und vieles mehr: pixel-tech-solutions.de 

Anzeigenschluss für die nächsten erreichbaren Ausgaben:

26/2022: 15.11.2022

01/2023: 29.11.2022

02/2023: 08.12.2022



c't – Kleinanzeigen

Private Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 10,- ; jede weitere Zeile € 8,-

Gewerbliche Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 20,- ; jede weitere Zeile € 16,-

Chiffre-Anzeige: € 5,- Gebühr

Hinweis: Die Rechnungsstellung erfolgt nach Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.

PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.
Sparkasse Hannover,
IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im Fließsatz ☐ privat ☐ gewerblich* (werden in c't mit  gekennzeichnet) ☐ Chiffre

€ 10,- (20,-)

€ 18,- (36,-)

€ 26,- (52,-)

€ 34,- (68,-)

€ 42,- (84,-)

€ 50,- (100,-)

€ 58,- (116,-)

€ 66,- (132,-)

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die **fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. * Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Gebühr.

Ausfüllen und einsenden an:  Heise Medien GmbH & Co. KG
c't-Magazin, Anzeigenabteilung
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

Faxnummer: 05 11 / 53 52-200

➔ Weiterlesen, wo andere aufhören.



Werde Teil unseres Teams.
Wir freuen uns auf Deine Bewerbung.

cyber|
agentur

© Adobe Stock/Blue Planet Studio

Für unsere Agentur sind zufriedene, motivierte und leistungsbereite Mitarbeitende die wichtigste Ressource. Unser Ziel ist es, ein inspirierendes und kreatives Umfeld in einem tollen Team zu bieten. Die Cyberagentur bearbeitet die Themen von morgen für die Cybersicherheit der Zukunft. Wir sind ein agiles und innovatives Unternehmen des Bundes und arbeiten an Projekten z. B. in der Kryptologie, an der Mensch-Maschine-Interaktion und an der sicheren Kommunikation von der Tiefsee bis in den Weltraum.

Unsere Agentur wurde vom Bundesministerium der Verteidigung und dem Bundesministerium des Innern und für Heimat gemeinsam als die Agentur für Innovation in der Cybersicherheit GmbH gegründet.

Unsere Aufgabe ist die Identifikation von Zukunftsthemen im Gebiet der Cybersicherheit und den dazugehörigen Schlüsseltechnologien. Wir finanzieren und begleiten spannende und herausragende Forschungsvorhaben. Damit leisten wir einen Beitrag zur Sicherstellung der Technologieführerschaft und zur digitalen Souveränität Deutschlands. Bei uns arbeiten neben Informatikern auch Physiker, Ingenieure, Juristen und Philosophen. Die Cyberagentur sieht Cyber-Sicherheit als überfachliche Aufgabe.

Wir suchen zum nächstmöglichen Zeitpunkt vorerst befristet für 4 Jahre in der Mitte Deutschlands:

Spezialistinnen / Spezialisten Sicherheit in KRITIS (m/w/d)

Qualifikation: sehr gute Kenntnisse in einem oder mehreren Gebieten der IT-Sicherheit

Spezialistinnen / Spezialisten Sichere Systeme, Sichere (Funk-)Netze, Sichere Hardware, Sichere Software (m/w/d)

Qualifikation: sehr gute Kenntnisse in einem oder mehreren Gebieten der IT-Sicherheit

Spezialistin / Spezialist Sichere Open Source Systeme (m/w/d)

Qualifikation: hervorragende Kenntnisse von modernen Betriebssystemen und deren technischen Konzepten, Kenntnisse sicherer Hardware und Software und der zugehörigen Konzepte, Kenntnisse kryptographischer Verfahren und deren Konzepte

Die Vergütung orientiert sich jeweils am TVöD | Vollzeit oder Teilzeit.

Ihre Aufgaben:

Im Rahmen ihrer Strategie untersucht die Cyberagentur sichere IT für die öffentliche Verwaltung. Dazu gehört auch die Frage, ob und wie in Zukunft sichere IT-Systeme herstellerunabhängig, plattformneutral und nachhaltig gestaltet werden können, um so die digitale Souveränität und IT-Sicherheit in Deutschland, insbesondere auch in kritischen Infrastrukturen zu befördern. Hierzu sollen Sie relevante Forschungsfragen und -projekte identifizieren, deren Ausschreibungen vorbereiten und betreuen, und anschließend die Qualität der Ergebnisse überprüfen und einordnen.

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Haben Sie noch Fragen?
Dann nehmen Sie gerne Kontakt zu uns auf!

bewerbung@cyberagentur.de

© Copyright by Heise Medien.

<https://cyberagentur.connectoor.de/>



Inserenten*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur	19
1blu AG, Berlin	39
Airbus Defence and Space GmbH, München	35
AMD International Sales & Service Ltd., USA-Sunnyvale	4, 5
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen	57
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	49
DZ BANK AG, Frankfurt	47
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen	51
Fernschule Weber, Großenkneten	189
Hetzner Online GmbH, Gunzenhausen	196
Informationstechnikzentrum Bund, Bonn	69
mitp Verlags GmbH & Co. KG, Frechen	45
netfiles GmbH, Burghausen	11
Perinet GmbH, Berlin	71
Save the Children Deutschland e.V., Berlin	37
Secomba GmbH, Augsburg	59
Silent Power Electronics GmbH, Willich	189
Structr GmbH, Frankfurt	21
Thomas Krenn.com, Freyung	2, 77
UXMA GmbH & Co. KG, Kiel	9
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	41
Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal	55

Stellenanzeigen

Agentur für Innovation in der Cybersicherheit GmbH, Halle (Salle)	191
---	-----

Veranstaltungen

c't workshop	c't, heise Events	12
heise Academy	heise Academy	85
betterCode	heise developer, dpunkt.verlag	111
Opitz - Moderne IT-Integrationen	heise Academy, Opitz Consulting	115
Webinar Archivierung	heise Security	147
enter JS	iX, heise developer, dpunkt.verlag	161
Active Directory sichern	heise Security	169
AGILE LEADERSHIP CONFERENCE / 5. PRODUCT OWNER DAY	heise developer, dpunkt.verlag	183

Teile dieser Ausgabe enthalten Beilagen der Clark Germany GmbH, Berlin und DIMABAY GmbH, Berlin.

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.



Make:

DAS KANNST DU AUCH!

2× Make testen und über 9 € sparen!

Ihre Vorteile:

- ✓ **GRATIS dazu:** Make: Tasse
- ✓ Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv*
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

Für nur 16,10 € statt 25,80 €

* Für die Laufzeit des Angebotes.

Jetzt bestellen:

make-magazin.de/miniabo

GRATIS!



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: „Sicher trotz Windows“: Axel Vahldiek (axv@ct.de), „Schnelle TVs für Sport, Gaming & Video“: Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de)

Chefredakteur: Dr. Jürgen Rink (jr@ct.de) (verantwortlich für den Textteil)

Stellv. Chefredakteur: Axel Kossel (ad@ct.de)

Chef vom Dienst: Georg Schnurer (gs@ct.de)

Leser & Qualität

Leitung: Achim Barczok (acb@ct.de)

Textredaktion & Qualitätssicherung: Oliver Lau (ola@ct.de)

Koordination Leserkommunikation: Martin Triadan (mat@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 Leonie Friedrich (gref@ct.de), Tim Gerber (tig@ct.de), Arne Grävemeyer (agr@ct.de), Immo Junghärtchen (imj@ct.de), Markus Montz (mon@ct.de), Peter Schmitz (psz@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), Pina Merkert (pmk@ct.de), Dennis Schirmacher (des@ct.de), Hajo Schulz (hos@ct.de), Jan Schüßler (jss@ct.de), Kathrin Stoll (kst@ct.de), Keywan Tonekaboni (ktm@ct.de), Axel Vahldiek (axv@ct.de)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (cw@ct.de), Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de), Dušan Živadinović (dz@ct.de)

Redaktion: Ernst Ahlers (ea@ct.de), Christian Hirsch (chh@ct.de), Benjamin Kraft (bkr@ct.de), Lutz Labs (ll@ct.de), Andrijan Möcker (amo@ct.de), Florian Müssig (mue@ct.de), Rudolf Opitz (rop@ct.de), Carsten Spille (csp@ct.de)

Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

Leitende Redakteure: Jörg Wirtgen (jow@ct.de), Jan-Keno Janssen (jkj@ct.de)

Redaktion: Robin Brand (rbr@ct.de), Sven Hansen (sha@ct.de), Steffen Herget (sh@ct.de), Nico Jurrán (nij@ct.de), André Kramer (akr@ct.de), Michael Link (mil@ct.de), Urs Mansmann (uma@ct.de), Stefan Porteck (spo@ct.de), Christian Wölbert (cwo@ct.de)

c't online: Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de)

Social Media: Jil Martha Baas (jmb@ct.de)

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Christian Wölbert (cwo@ct.de)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (mat@ct.de)

Redaktionsassistent: Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbach (kaw@ct.de)

Technische Assistenz: Ralf Schneider (Lt., rs@ct.de), Denis Fröhlich (dfr@ct.de), Christoph Hoppe (cho@ct.de), Stefan Labusga (sla@ct.de), Arne Mertins (ame@ct.de), Jens Nohl (jno@ct.de), Wolfram Tege (te@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: Leo Becker (lbe@ct.de), Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempl, Ben Schwan (bsc@ct.de), Christiane Schulzki-Haddouti

DTP-Produktion: Mike Bunjes, Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Dieter Wahner, Ulrike Weis

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Videoproduktion: Johannes Börnsen

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, Schulp, Thomas Kühlenbeck, Münster, Timo Lenzen, Berlin, Andreas Martini, Wettin, Moritz Reichartz, Viersen, Michael Vogt, Berlin

Editorial: Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, Schlagseite: Ritsch & Renn, Wien, c't-Logo: Gerold Kalter, Rheine

c't-Krypto-Kampagne: Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: 5C1C1DC58EED033A
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@heise.de>
D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 8EED 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: ayznmmonmewb2tjvgf7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbzydm7oad.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. 39 vom 1. Januar 2022.

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 139,05 €;

Österreich 149,85 €, Europa 159,30 €, restl. Ausland 184,95 € (Schweiz 228,15 CHF);

ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer

entsprechenden Bescheinigung): Inland 79,65 €, Österreich 87,75 €, Europa 93,15 €, restl.

Ausland 108,00 € (Schweiz 133,65 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-

Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 24,30 € (Schweiz 29,70 CHF)

Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGE, bdvb e.V., BvDw e.V., /ch/open,

GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen

Mitgliedsausweis): Inland 104,29 €, Österreich 112,39 €, Europa 119,48 €, restl. Ausland 138,71

€ (Schweiz 171,11 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 2022 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA  (gs@ct.de)

Vorschau **ct** 25/2022

Ab 19. November im Handel und auf ct.de



Smartphones: Kaufberatung und Test

Display, Kamera, Größe, Preis: Beim Smartphonekauf beeinflussen viele Kriterien die Wahl. Im Sinne der Nachhaltigkeit kann auch der Kaufverzicht die passende Lösung sein. Wir helfen Ihnen, sich richtig zu entscheiden. Und im Vergleichstest müssen sechs Outdoor-Smartphones zeigen, was sie draufhaben.



Mobile WLAN-Router

Flottes WLAN im Hotelzimmer ist keine Selbstverständlichkeit. Reise-router für den Koffer verstärken signalschwache Gastnetze und schützen alle verbundenen Mobilgeräte per VPN. Wir haben GL.iNets neueste Modelle getestet – darunter auch eines mit Wi-Fi 6.

KI-Bildgeneratoren

Foren und Newsseiten sind voll von beeindruckenden Bildern, die künstliche Intelligenz erschaffen hat. Doch ganz so simpel, wie es auf Reddit & Co. scheint, funktionieren die KI-Bildgeneratoren nicht. Welche Dienste liefern die besten Bilder? Welche Eingabe führt zum gewünschten Ergebnis? Und wie arbeitet die KI überhaupt?

Linux auf M1-Macs

Apples M1-Chips punkten mit guter Performance bei niedrigem Stromverbrauch. Das Projekt Asahi Linux entwickelt eine Linux-Distribution, die auf den ARM-Macs läuft. Wir zeigen, wie Sie Asahi Linux auf einem Mac mit Apple Silicon parallel zu macOS installieren.

E-Nase für alle Luftschadstoffe

Mit einer elektronischen Nase können Ärzte künftig Krankheiten erschnüffeln und Feuerwehrleute Brandgeruch analysieren. Tüftler stellen in c't exklusiv einen Detektor für flüchtige Stoffe vor, günstig, nicht größer als eine Streichholzschachtel, aber mit breitem Erkennungsspektrum.

Noch mehr
Heise-Know-how



ix 11/2022 jetzt im Handel
und auf heise-shop.de



Mac & i Extra Workshops
jetzt im Handel und auf
heise-shop.de



c't Fotografie 06/22 jetzt
im Handel und auf heise-shop.de

Die volle Ladung



**Auch als Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**

Dieses c't-Sonderheft räumt auf mit Mythen rund ums E-Auto und schafft einen realen Überblick zu Vor- und Nachteilen der E-Mobilität

- ▶ Leitfaden zum Kauf eines E-Autos
- ▶ Kostenvergleich: Strom vs. Sprit
- ▶ Fahrberichte und Tests
- ▶ Den Akku richtig nutzen und laden
- ▶ Überschussladen – Strom aus Photovoltaik nutzen
- ▶ Auch als Bundle mit Buch „E-Autos einfach erklärt“ vom dpunkt-Verlag erhältlich!

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



shop.heise.de/ct-eautos22

HETZNER

DEDICATED SERVER RX-LINE

ARM64-
ARCHITEKTUR

AMPERE®
ALTRA®
Q80-30

Dedicated Server RX170

- ✓ Ampere® Altra® Q80-30
80 Cores Single-Threading
Arm64-Architektur
- ✓ 128 GB DDR4 ECC RAM
- ✓ 2 x 960 GB (Gen4) NVMe SSD
- ✓ 100 GB Backup Space
- ✓ Unbegrenzter Traffic
- ✓ Keine Mindestvertragslaufzeit
- ✓ Standort Finnland und Deutschland
- ✓ Setupgebühr 213,01 €

monatlich ab **201**,11 €

Dedicated Server RX220

- ✓ Ampere® Altra® Q80-30
80 Cores Single-Threading
Arm64-Architektur
- ✓ 256 GB DDR4 ECC RAM
- ✓ 2 x 3,84 TB (Gen4) NVMe SSD
- ✓ 100 GB Backup Space
- ✓ Unbegrenzter Traffic
- ✓ Keine Mindestvertragslaufzeit
- ✓ Standort Finnland und Deutschland
- ✓ Setupgebühr 272,51 €

monatlich ab **260**,61 €

Alle Preise inkl. 19% USt. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.
Alle Rechte bei den jeweiligen Herstellern.

www.hetzner.com/rx

© Copyright by Heise Medien.