



**magazin für
computer
technik**

4.12.2021 **26**



**Test: Saugbots mit
Objekterkennung**

Windows 11: So klappt der Umstieg doch

**Upgrade-Praxis • Privatsphäre schützen •
Hardware-Anforderungen umgehen**

**IM
TEST**

- Apple MacBook Pro 14" und 16"
- Microsoft Surface Pro 8 mit Windows 11
- Smarter Wasseraufbereiter mit App
- DSL-Router Keenetic Hero

Minimale Druckkosten, max. 18.000 Seiten

Test: Tintentankdrucker

Der 1-Euro-Mikrocontroller

Raspi Pico statt Arduino

Windows: Gesperrte Dateien löschen

Chat-Server aufsetzen mit Matrix

Intels Core i-12000-CPU optimal einsetzen

eHealth: Gefährlicher Digitalisierungsturbo

Superrechner simulieren die Klimazukunft

Der c't-Geschenke-Guide

Getestet und lieferbar: 36 Ideen aus der Redaktion



€ 5,50

AT € 6,10 | LUX, BEL € 6,50

NL € 6,70 | IT, ES € 6,90

CHF 8.10 | DKK 60,00





VIEL DRIN. VIEL DRAUF!

Deine FRITZ!Box



WLAN Mesh !OS
Gigabit-LAN DSL
Cable 5G LTE
Telefon **DECT**
Smart Home
Glasfaser **VPN**
Streaming Apps
NAS Fiber
Mediaserver

avm.de/fritzbox



Patientenservice: Elfen und Irrlichter

Kennen Sie "die Nummer mit den Elfen"? Die 116 117 wurde eingerichtet, damit man auch dann ärztliche Hilfe bekommt, wenn der Hausarzt längst im Feierabend ist. Eigentlich eine gute Sache, gerade während einer Pandemie. Doch die Umsetzung ist so retro wie der Stil der Werbekampagne: Da versuchen zwei Damen im 50er-Jahre-Look, die Elfen "Sechs" und "Sieben", die Nummer bekannter zu machen.

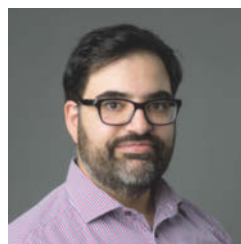
Um herauszufinden, ob und wo ich samstags in einer fremden Stadt einen kostenlosen PCR-Test machen kann, rief ich die 116 117 an. Das Auswahlmenü der Hotline hat den gehobenen Schwierigkeitsgrad eines 90er-Jahre-Adventure-Spiels. Mehrfach führt meine Wahl zum Game Over, sprich in eine Sackgasse in Form einer wenig hilfreichen Bandansage. Beim Anruf mit dem Handy musste ich meine Postleitzahl angeben. Denn unsere 17 regionalen kassenärztlichen Vereinigungen – je Bundesland eine plus eine Extrawurst in NRW – sind anscheinend außerstande, eine gemeinsame Hotline zu betreiben.

Die 116 117 bietet mittlerweile auch eine Webseite an. Dort stand unter "Patienten-Navi" aber lediglich, wann ich die Hotline, wann den Notruf 112 anrufen soll. Die auf der Seite ebenfalls erwähnte "Patienten-Navi online" blieb unfindbar. Später erfuhr ich bei der Pressestelle: Der Service ist noch nicht freigeschaltet und soll zunächst nur in vier Bundesländern verfügbar sein. Dafür aber mit "KI". Aha.

Ein etwas versteckter Chatbot (ohne KI) brachte mich auch nicht ans Ziel, da die in dessen Ant-

wort verlinkte Seite alles Mögliche zu Corona enthielt, nur keine Angaben zu Covid-Testzentren. Immerhin die Adressen von Notfallpraxen findet man über die "116 117"-Webseite recht zügig. Und dann gibt es noch die "116 117"-App. Bei mir keimte kurz Hoffnung auf. Denn in der App kann man nach Testzentren und Praxen suchen und sogar nach jenen filtern, die auch bei Symptomen testen. Aber als ich meine PLZ und E-Mail-Adresse eintrug, bekam ich nur die lapidare Meldung, dass in meiner Region online keine Termine gebucht werden können.

Die Idee der 116 117 ist es, die Notaufnahmen zu entlasten. Würden "Digital Natives" die benötigten Informationen im Neuland bekommen, wären die Leitungen frei für Menschen, die aufs Telefon angewiesen sind, und allen wäre geholfen. Und schnelle, unkomplizierte Hilfe brauchen wir in der Pandemie dringend.



K. Tonekaboni

Keywan Tonekaboni

P.S.: Die Corona-Warn-App verlinkt die Webseite map.schnelltestportal.de, über die man rasch Testzentren in der Nähe findet.

Visualisieren, was als nächstes kommt

„Warum AMD Ryzen™ Threadripper™ PRO Prozessoren weiterhin neue Regeln für Visualisierung schaffen“ (Zusammenfassung)

Eine neue Generation leistungsstarker Visualisierungs- und Rendering-Tools hilft Profis und Träumern dabei, Grenzen zu sprengen und Ideen in wertvolle neue Produkte und Erlebnisse zu verwandeln. In Gemeinschaften wie CG Architect können Branchenexperten gemeinsam die sich ständig weiterentwickelnde Schnittstelle von Technologie und Kreativität erkunden.

Dazu gehört, gemeinsam zu arbeiten und Erfahrungen darüber auszutauschen, wie man arbeitet. Die mitverantwortlichen Personen verstehen dadurch neue technologische Möglichkeiten besser. AMD und CG Architect haben gemeinsam mit VoxlVision aus Baltimore besprochen, wie man dem Kunden mit Threadripper PRO das Beste an immersiven Medien, digitaler Illustration und Animation bietet. Dabei spielen kritische Investitionen in Workstations eine große Rolle.

Vorstellungen besser umsetzen: Visualisierungs-Workstations

Für Unternehmen wie VoxlVision erfordert dieser neue Maßstab für Visualisierungs-Computing einen ähnlich dramatischen Schritt nach vorn bei der Workstation-Performance im gesamten Unternehmen. Allerdings gibt es da bei den verschiedenen rechenintensiven Workloads Unterschiede. Die Performance bei Rendering und realitätsabbildender Software stützt sich auf eine hohe Anzahl von CPU-Kernen. Konstruktionsanwendungen wie CAD und BIM profitieren von hohen CPU-Taktraten, die in der Vergangenheit mit zunehmender Anzahl an Prozessorkernen abnahmen.

Performance ohne Kompromisse: AMD Ryzen™ Threadripper™ PRO

Dieser computertechnische Zielkonflikt hat den Einkauf für Workstation-Workloads unnötig erschwert. Die IT war gezwungen, entweder im Hinblick auf eine hohe Kernanzahl oder auf höhere Taktraten zu optimieren. Für wachsende Unternehmen ist es damit fast unmöglich, sich auf eine einzige Workstation-Konfiguration zu standardisieren, die effizient die unterschiedlichen professionellen Anwendungsengpässe angeht.

Doch AMD Ryzen™ Threadripper™ PRO Prozessoren wurden entwickelt, um genau diese Art schwieriger Entscheidungen zu vermeiden. Sie liefern rechenintensive Performance, die von einer beispiellosen Kombination aus mehr Kernen und höheren Taktraten bestimmt ist. Das Ergebnis ist überlegene Anwendungsgeschwindigkeit auf Basis einer vollumfänglichen

Performance, die die aktuelle Aufgabe meistern kann. So wird jede Art von Konstruktions- und Visualisierungs-Workload schneller.

Das richtige Arbeitswerkzeug

Egal, welche Visualisierungs-Workloads Sie unterstützen, es gibt einen Ryzen™ Threadripper™ PRO Prozessor, der die Leistung für Ihren nächsten Schritt mitbringt. Dazu gehört der 3945WX, der erste Zwölf-Kern-Prozessor für Workstations mit einer Basistaktrate von bis zu 4,0 GHz; und der 3995WX, der erste Prozessor, der 64 Kerne in einer einzigen CPU bietet.

AMD THREADRIPPER™ PRO	CORES/ THREADS	FREQUENCY (BOOST) (BASE)	TOTAL CACHE (L2+L3)	PCIe 4.0 LANES	TDP	MEMORY
AMD Ryzen™ Threadripper™ PRO 3945WX	64/128	UP TO 4.2 / 2.7 GHz	288 MB	128	280 W	8 X ECC DDR4 REMARK: L3000
AMD Ryzen™ Threadripper™ PRO 3955WX	32/64	UP TO 4.2 / 3.5 GHz	144 MB	128	280 W	8 X ECC DDR4 REMARK: L3000
AMD Ryzen™ Threadripper™ PRO 3965WX	16/32	UP TO 4.3 / 3.9 GHz	72 MB	128	280 W	8 X ECC DDR4 REMARK: L3000
AMD Ryzen™ Threadripper™ PRO 3975WX	12/24	UP TO 4.3 / 4.0 GHz	70 MB	128	280 W	8 X ECC DDR4 REMARK: L3000

Besseres Engineering bedeutet größere Fortschritte

Zwar war die AMD Threadripper™ Plattform ein vertrauenswürdiger Favorit für Branchenprofis und Enthusiasten seit seiner Einführung 2017. Die aktualisierte Threadripper™ PRO Prozessorgeneration bietet allerdings deutliche Performance-Zuwächse auf Basis fundamentaler Konstruktionsverbesserungen bei der CPU und darüber hinaus.

- Als erste CPU der Workstation-Klasse, die auf Grundlage des 7nm-Herstellungsprozesses entwickelt wurde, verdoppelt Threadripper™ PRO die Transistordichte der früheren Architektur
- Statt mehr Kerne auf einen einzigen CPU-Chip zu packen, werden Threadripper™ PRO Kerne als Multicore-Chiplets verwaltet, wodurch eine höhere Reaktionsgeschwindigkeit und Energieeffizienz entsteht.
- Jenseits der CPU sorgt die Unterstützung für ultraschnelle PCI Express 4.0-Konnektivität mit wichtigen Komponenten wie Speicher und zusätzlichen GPUs für mehr Geschwindigkeit.

Threadripper™ PRO verschafft Unternehmen und der IT die Möglichkeit, spezifischen Workload-Anforderungen

gen mit einer speziell optimierten Workstation-Performance zu begegnen.

Die Performance-Wahl, die anspruchsvolle Visualisierung möglich macht

Die zunehmende Hybrid-Normalität bedeutet für Unternehmen, dass sie innovative neue Lösungen herausbilden können, mit denen Architekten, Konstrukteure, Künstler und andere Visualisierungsspezialisten zuverlässig in Verbindung bleiben sowie produktiv und sicher arbeiten können. Mehr und mehr führende Unternehmen für Design und Engineering wie VoxlVision aus Baltimore entscheiden sich für AMD als die Plattform, auf der sie ihre Zukunft entwickeln und umsetzen. Weil Workloads sowohl mengenmäßig als auch in ihrer Vielfältigkeit zunehmen, kann die richtige Technologie dabei helfen, wettbewerbsfähig zu bleiben und schnell auf die Computing-Anforderungen neuer Visualisierungstrends zu reagieren.

Virtualisierte Kapazitäten verlässlich aufbauen

Virtualisierung war schon immer eine effiziente Möglichkeit, Computing-Ressourcen gemeinsam zu nutzen. Allerdings waren dabei CPU-intensive Workloads wie Virtualisierung traditionell ausgeschlossen. Doch Performance-Fortschritte wie die beim AMD Threadripper™ PRO beflügeln manche Unternehmen, den Workstation-Bedarf zu virtualisieren. So lassen sich die Kosten von Kreativität und Zusammenarbeit senken, denn ein virtualisierter Rechner ersetzt fünf oder sechs physische Workstations.

Studios wie VoxlVision und andere erreichen mit AMD mehr mit weniger und können damit Ressourcen im Hinblick auf maximale Performance und hohe Nutzung optimieren. „Für ein Studio wie das unsere ist Skalierbarkeit entscheidend“, sagt VoxlVision-Gründer Ted Vitale. „Das Tolle an einer hohen Kernanzahl ist, dass man nicht so viele Computer kaufen muss. Ein einziger Threadripper™ PRO Prozessor kann den Bedarf für fünf oder sechs [physische Rechner] eliminieren.“

„Das Beste, was ich je gesehen habe.“

Die Auswahl von Workstations muss von einer klaren und ständigen Messung der CPU-Performance bei sehr spezifischen Workload-Aufgaben und -Einschränkungen bestimmt werden. Auf Visualisierung ausgerichtete Kennzahlen sind deshalb absolut entscheidend. Als die Chaos Group, Hersteller der beliebten V-Ray Rendering Benchmark, die Performance des neuen Threadripper™ PRO anhand der selbst entwickelten Kennzahl prüfte, war Chaos Group Labs Chris Nichols begeistert von den Verbesserungen im Vergleich zur Vorläufergeneration bei



AMD und dem Angebot von Wettbewerbern. „Die Rendering-Leistung des AMD Ryzen™ Threadripper™ PRO 3995WX ist das Beste, was ich je gesehen habe“, sagte Nichols nach dem Test der CPU mithilfe der von der Chaos Group entwickelten V-Ray Benchmark.

Wie wäre es, Veränderungen immer eine Nasenlänge voraus zu sein?

Auch wenn die Technologie die Tools und Methoden verändert – das Kernziel der Visualisierungsarbeit bleibt unverändert: Neue Ideen lebendig werden zu lassen. Die Möglichkeit, noch größer zu träumen und schneller umzusetzen, verleiht führender Visualisierung für Künstler und Experten bei VoxlVision Flügel. Sie sprengen Grenzen des Möglichen und können für ihr Unternehmen schneller und effektiver die besseren Produkte und Erlebnisse liefern, die Kunden erwarten.

Das neue AMD Ryzen™ Threadripper™ PRO Portfolio wurde entwickelt, damit Visualisierungsteams ihre beste Arbeit abliefern können, unabhängig von Zeit oder Aufgabe. Sei es robustes Multicore-Rendering oder eine ultraschnelle Single-Thread-Konstruktions-Workload – AMD hilft Unternehmen, die Rendite zu maximieren. Das gilt nicht nur für die Technologie, sondern auch für die unglaublichen Visualisierungstalente, die damit ebenfalls gefördert werden.



- Wenn Sie mehr darüber erfahren möchten, wie AMD Ryzen™ Threadripper™ PRO das Unlösbare löst, lesen Sie die vollständige Reportage in CG Architect hier:
<https://www.cgarchitect.com/features/articles/996cf095-why-amd-ryzen-threadripper-pro-processors-continue-to-rewrite-the-rules-of-visualization>
- Wenn Sie mehr über AMD Ryzen™ Threadripper™ PRO erfahren möchten, besuchen Sie
<https://www.amd.com/en/processors/workstation>

¹ Quelle: „Why AMD Ryzen™ Threadripper™ PRO Processors continue to rewrite the rules of visualization“, Jeff Mottile, CGarchitect; 5. August 2021.

Titelthemen

Windows 11: So klappt der Umstieg doch

- 16 **Von 10 auf 11** Wissenswertes für Wechselwillige
- 20 **Privatsphäre** Schluss mit der Datenplauderei
- 24 **Setup** Upgrade oder Neuinstallation?
- 28 **Installation** auf nicht unterstützter Hardware

Der c't-Geschenke-Guide

- 68 **Getestet, für gut befunden** 36 Geschenketipps
- 70 **Büro to go** Nützliches für unterwegs
- 72 **Geile Gadgets** Zauberwürfel, Raspi Pico ...
- 74 **Kamera läuft!** Video, Licht und Ton
- 76 **Safety first** Schlösser, Datensafe, Authenticator
- 78 **Smart Home** Beleuchten, Belüften, Bewässern
- 80 **Körperkontakt** Kopfhörer, Uhren, Brillen

Test: Tintentankdrucker

- 100 **Günstiger als mit Patronen** Drucker mit Tank

Raspi Pico statt Arduino

- 106 **1-Euro-Mikrocontroller** Raspberry Pi RP2040

Aktuell

- 14 **Cyber-Angriffswelle** auf Behörden und Shops
- 32 **IT-Politik** Für Bürgerrechte und Open Source
- 34 **Internet** Aus für Vorratsdatenspeicherung
- 35 **IT-Projekte** Staatliche Geldvernichtung
- 36 **Netze** Mobiler LTE-Router, QHora mit IPv6
- 37 **Mobilfunk-Router** Fritzbox 6850 5G
- 38 **Quantencomputing** Q-Exa mit 20 Qubit
- 39 **Forschung** Kamera schaut um die Ecke
- 40 **Bit-Rauschen** Exaflops, Rowhammer und Phi
- 42 **Hardware** i-12000-Kühler, PC-Gehäuse
- 43 **Embedded Systems** Schlankere Firmware
- 44 **Mobilprozessoren** mit KI von Qualcomm
- 46 **Server & Storage** PCIe-Festplatten, Zen 4c
- 47 **Apple** erlaubt bald Selbstreparatur
- 48 **Windows** Zwang zu Edge, Windows 11 SE
- 49 **KI-Textgenerator** GPT3-API freigegeben
- 50 **Open Source** Pop!_OS-Linux, systemd in WSL
- 52 **Anwendungen** Boxcryptor für MS Teams
- 53 **IT-Arbeitsmarkt** Gute Chancen für Freelancer
- 54 **c't I/O** Nachhaltigkeit, Neue Pins und Logos
- 56 **IMAX Enhanced** Disney+ mit neuem Format
- 58 **Web-Tipps** Parlaments-TV, Sprache, Mixtapes

Test & Beratung

- 82 **Microsoft Surface Pro 8 mit Windows 11**
- 84 **Schachtrainer** Fritz 18 motiviert
- 86 **DSL-Router Keenetic Hero**
- 88 **Desktop-CPU** Intel Core i7-12700K
- 88 **Retro-Funkmaus** 8BitDo N30 wireless
- 89 **Kopfhörer** Beyerdynamic 700/900 Pro X
- 90 **3D-Sound-Anlage** Sony HT-A9
- 92 **Smarter Wasseraufbereiter mit App**
- 94 **Schach-Rätsel** Elometer
- 94 **Hacker-Spiel** XSS-Game
- 95 **Co-Working-Spaces** everyworks
- 95 **Ambiente-Leuchte** Govee Glide Wall
- 96 **Apple MacBook Pro 14" und 16"**
- 110 **Test: Saugbots mit Objekterkennung**
- 114 **Programmieren lernen** ohne Bildschirm
- 120 **Post-it-Programme** für Windows
- 168 **Ego-Shooter** Call of Duty: Vanguard
- 177 **Bücher** Der eigene Interpret, Büro 4.0

16 Windows 11: So klappt der Umstieg doch



Im Idealfall gelingt der Umstieg von Windows 10 auf 11 mit wenigen Mausklicks. Wir helfen Ihnen aber auch über die höheren Hürden. Außerdem: Tipps für mehr Privatsphäre und die ersten Handgriffe nach der Installation.

Wissen

- 62 eHealth: gefährlicher Digitalisierungsturbo**
- 126 Zahlen, Daten, Fakten** US-Tech-Giganten
- 128 Google** 16 US-Staaten klagen gegen Monopol
- 136 Superrechner simulieren die Klimazukunft**
- 140 Time-Server** Manipulationssicher durch NTS
- 144 Linien in 3D** Algorithmus für Voxelgitter
- 148 Python** Unittests für Jupyter-Code
- 150 Supercomputer** Die 58. Top500-Liste
- 172 Datenschutzgesetz** Neue Cookie-Regelungen

Praxis

- 132 Windows: Gesperrte Dateien löschen**
- 152 Intels Core i-12000-CPU optimal einsetzen**
- 156 Debian 11** auf aktueller Hardware installieren
- 158 Chat-Server aufsetzen mit Matrix**
- 164 Monitoring** von Diensten mit Uptime Kuma

Immer in c't

- 3 Standpunkt** Patientenservice: Elfen und Irrlichter
- 8 Leserforum**
- 13 Schlagseite**
- 60 Vorsicht, Kunde** O2 vergeigt Aktivierung
- 174 Tipps & Tricks**
- 178 FAQ** IoT-Netze mit LoRaWAN
- 182 Story** Das seltene Kunststück
- 191 Stellenmarkt**
- 192 Inserentenverzeichnis**
- 193 Impressum**
- 194 Vorschau 1/2022**

68 Der c't-Geschenke-Guide



Da leuchten die Augen: Die c't-Redaktion hat jede Menge tolle Geschenkideen für Sie und Ihre Lieben gesammelt – sorgfältig ausgewählt, selbst getestet, für gut befunden und lieferbar. Weihnachten kann kommen!

Frisch aus
c't Nerdistan

- 92 Smarter Wasseraufbereiter** mit Filter und App
- 158 Messaging** Einen eigenen Dienst mit Matrix betreiben
- 164 Monitoring** Webdienste mit Uptime Kuma überwachen

c't Hardcore

- 106 Mikrocontroller** Raspberry Pi RP2040
- 140 Time-Server** Manipulationssicher durch NTS
- 144 Linienalgorithmus** Bresenham in 3D
- 156 Debian 11** auf aktueller Hardware installieren

Zu wenig Innovationen

Standpunkt: Windows 11, c't 25/2021, S. 3

Ihre Begeisterung für die neue Windows-Version kann ich nicht teilen. Es wurden sicherlich einige Dinge verbessert. Aber wir kommen von einem System mit einer nicht mehr zeitgemäßen Usability und fehlendem Responsive Design, oft nicht schlüssiger Bedienerführung und einem Update-Konzept, dessen regelmäßige Lahmlegung von PCs betriebswirtschaftlich relevant sein dürfte, wenn das mal erfasst würde.

Die Änderungen in Windows 11 erscheinen mir aufgrund der Ausgangslage viel zu gering. Den erhöhten Hardware-Bedarf und den Ausschluss von mehr als hinreichend leistungsfähiger Alt-Hardware finde ich nicht nur ökologisch gesehen als Verschlechterung. Eine marktbeherrschende Stellung und Innovationen gehen selten einher.

Michael Carstens-Behrens

Verschlimmbessert

Vielleicht kann uns die Redaktion oder der Verfasser des Editorials mitteilen, woher wir das „coole“ Windows 11 beziehen können. Wir haben jedenfalls ein völlig anderes Windows 11 kennengelernt, das eher an seine Metapher zu früheren Windows-Versionen erinnert („ein verwinkeltes Gebäude, das ein Innenarchitekt mit Vorliebe

für seltsame Witze eingerichtet hatte“). Das chaotische Einstellungschaos (viele findet man ohne Suchfunktion gar nicht mehr, und noch häufiger als bisher muss man in die kryptische Registry eingreifen) wurde überwiegend verschlimmbessert, alte Fehler konserviert und neue Bugs implementiert.

Selbst mit der von c't so gelobten Abwärtskompatibilität ist es nicht weit her – vom Handling der Bildschirmereignisse (insbesondere im duplizierten Mehrschirmbetrieb) bis zur Sprachausgabe wurden zahlreiche Basisfunktionen völlig ohne nachvollziehbaren Grund so verändert, dass sie jede Menge Ärger mit vorhandener Software produzieren (können).

Claus P. Baumeister

Nullsummenspiel

Was tun gegen stetig steigende Preise für Strom, Gas & Spirit?, c't 25/2021, S. 16

Es ist ja hübsch, wenn man bei jeder Leuchte und jedem Router Energie spart. Im Winter, sobald die Räume beheizt werden, lohnt sich das meistens nicht. Denn all diese Geräte verwandeln die Nutzenergie in Wärme, die in die Innenräume abgegeben wird. Eine mittels Thermostat regulierte Heizung muss entsprechend weniger Wärme produzieren.

Das kleinliche Energiesparen bei jedem Gerätchen verkommt da schnell zum Nullsummenspiel. Im Sommer mögen diese Spartipps ihre Berechtigung haben. Sogar doppelte Berechtigung, wenn die Räume noch mittels Klimaanlage gekühlt werden. In einer Novemberausgabe der c't eher nicht.

Hartwig Thomas

Nachtspeicher verdrängt

Mit Tarifvergleich und Wechselservice das günstigste Stromangebot finden, c't 25/2021, S. 22

Besitzer von Nachtspeicheröfen sind kaum oder nicht in der Lage, den Stromanbieter zu wechseln. Nachtstromtarife kennen die unzähligen Stromanbieter kaum oder nicht. Schade, dass dieses Thema „Nachtstrom“ nicht erwähnt wurde. Denn Nachtspeicheröfen sind gerade in der heutigen Zeit des Umdenkens ideal. Der Verbrenner soll von der Straße

Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

und gegen Elektrofahrzeuge ausgetauscht werden und zu Hause wird der fossile Brennstoff durch den Kamin gejagt.

Wer meint, dass man keine Zeit hätte und sofort Wärme haben möchte, während Nachtspeicher träge reagieren, sollte sich fragen: Aber eine Stunde Zeit, um sich mit dem Auto an eine Ladesäule zu stellen, hat man? Dann klappt es sicherlich auch mit dem Nachtspeicher. Zumal der Name ja auch „speichern“ sagt – also auch ein einfacher, warmer Energiespeicher für die Energiewende? Leider hat man den Nachtspeichern politisch vieles aufgedrückt und sie so quasi weitestgehend verdrängt und ihnen auch einen schlechten Ruf verpasst.

Daniel Bröxkes

Keine Thermosicherung

Warum das Stromsparkästchen Voltbox nutzloser Nepp ist, c't 25/2021, S. 32

Werden Varistoren an Netzspannung geklemmt, muss immer eine Thermosicherung thermisch an den Varistor angekoppelt werden. Varistoren altern mit der Zeit, Temperatur und durch Überspannungsimpulse und entwickeln dabei zunehmend Leckströme. Die Erwärmung durch die leckstrombedingte Verlustleistung beschleunigt die Alterung und irgendwann haut das Ding thermisch ab. Daher ist hier eine Temperatursicherung vorzusehen.

Früher waren Überspannungsfilter durchaus für den ein oder anderen Wohnungsbrand gut und das hier ist ein schöner Kandidat dafür.

Name ist der Redaktion bekannt

Sie haben recht. Eine Thermosicherung konnten wir nicht finden, laut Datenblatt hat der Varistor die auch nicht integriert.

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>



INKLUSIVE:

12 .de-Domains

**Webkonferenz-
Lösung**

**SSL-Certs für
alle Domains!**



Für Durchblicker: **Homepage Clever**

12 .de-Domains inklusive

Mit Webkonferenz-Lösung

- > Webbaukasten inklusive
- > SSL-Certs von Let's Encrypt für alle Domains per Mausklick
- > 100 GB SSD-Webpace
- > Zusätzlicher Onlinespeicher (30 GB)
- > 5 externe Domains
- > 1.000 E-Mail-Adressen
- > 100 GB E-Mail-Speicher
- > Viele aktuelle 1-Klick-Installationen
- > 100 SSD MySQL-Datenbanken

**Aktionsende
31.12.2021!**

Keine Bestellannahme
nach dem
31. Dezember
2021.

2,29
€/Monat*

Dauerpreis

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

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



Unser Leser Hans W. Kramer spielt Schach auf einem 30 Jahre alten Sensorbrett an einem 10 Jahre alten Notebook mit aktueller Software.

Bild: Hans W. Kramer

Alte Hardware, neue Software

Online- und Computerschach an echten Brettern, c't 25/2021, S. 114

Ich wollte mir zu Beginn des Jahres auch ein DGT- oder ein Millennium-Brett kaufen. Schließlich habe ich mich aber für das Konzept „alte Hardware und neue Software“ entschieden: Ein über 30 Jahre altes Saitek-Sensor-Brett habe ich mit einem fast 10 Jahre alten Notebook Dell Latitude E6320 verbunden.

Dazu benötigte ich lediglich ein FTDI-Kabel und einen 5-poligen DIN-Stecker. Auf dem Dell läuft Linux Fedora 35 und das Arena-GUI mit Stockfish 14. Das Treiberprogramm stammt von Achim Pietig. Weil es im Quelltext vorliegt, konnte ich es einfach für den Linux-Einsatz anpassen.

Die Saitek-Ingenieure haben in den 1980er-Jahren eine Computerschnittstelle ins Brett gebaut in der Absicht, einem Heimrechner eine starke Hardware-Schach-Engine zur Verfügung zu stellen. Heute läuft die starke Schach-Engine auf dem Linux-Heimrechner und die Schnittstelle dient noch zur Verbindung mit dem „dummen“ Sensor-Brett.

Hans W. Kramer ✓

Zeitdieb WSL

Entdeckungsreise durchs Windows Subsystem für Linux, c't 25/2021, S. 164

Noch mehr Chaos, noch mehr Ballast, noch ein Zeitdieb: WSL ist eine weitere Umgebung, welche ihre Maschinisten sucht. Das ist jemand, der die zahlreichen Eigenheiten einer Maschine kennt und erst mithilfe dieser Kenntnisse die Maschine zum Rundlaufen bringt. Als gäbe es nicht schon genug Linux-Distributionen,

jetzt werden wir auch noch bei einigen Distributionen mit ihrer WSL-Färbung beglückt. WSL ist der Versuch, Linux-Wasser auf die Mühlen von Microsoft zu lenken.

server4fun

Freier Markt vs. Verwaltung

Editorial: Digitalmuffel, c't 24/2021, S. 3

Wenn im freien Markt eine Firma das Faltsche oder zu teuer produziert, scheidet sie früher oder später aus dem Markt aus. Die öffentliche Verwaltung funktioniert anders, sie bestimmt weitgehend selbst, welche Dienste sie für die Bürger erbringt.

Peter Pielmeier ✓

Erfahrung mit dem Lüfter

Superleiser Mini-PC für 333 Euro, c't 24/2021, S. 26

Ich habe bereits an die hundert Desk-Minis mit den Boxed-Lüftern von Intel assembliert, wobei lediglich ein einziger die von euch erwähnten Geräusche gemacht hat. Alle anderen waren faktisch kaum bis nicht hörbar, vor allem in der Silent-Einstellung im BIOS.

Bernhard Giesriegel ✓

Zu schön, um wahr zu sein

Vorsicht Kunde: Samsung zerlegt Kunden-smartphone, c't 23/2021, S. 58

Aha, kurz vor Weihnachten letzten Jahres ein Gerät für 450 Euro gekauft, das um die Zeit bestenfalls um oder über 500 Euro kostete. Kein seriöser Shop hätte das für 450 Euro anbieten können. Also hätte klar sein müssen, dass das einen Wurm haben

muss – oder zwei. Merke: Wenn etwas aussieht wie „zu schön, um wahr zu sein“, dann ist es zu schön, um wahr zu sein.

Christoph Schmees ✓

Kernfusion und Abwärme

Erste Versuchsanlagen entfesseln die Kraft der Sonne, c't 21/2021, S. 130

Auch wenn es bis zum ersten kommerziellen Reaktor noch längere Zeit dauern dürfte, sei schon jetzt auf eine Gefahr bei einer Nutzung der Technologie in größerem Stil hingewiesen (deutlich mehr Fusionskraftwerke, als es heute Kohlekraftwerke gibt). Es würde zu einer direkten Erwärmung der Erdatmosphäre kommen – auch ganz ohne Treibhausgas.

Die aktuelle Erderhitzung könnte bereits früher zu dem lokalen Problem führen, dass aufgrund ausgetrockneter Flüsse die Abwärme nicht abgeführt werden kann. Deshalb musste schon die Leistung heutiger Kraftwerke gedrosselt werden. Hinzu kommt, dass Reaktormaterial durch die bei der Fusion freigesetzten Neutronen radioaktiv wird. Die Entsorgungsprobleme wären aber nicht mit denen von heutigen nuklearen Spaltungsreaktoren vergleichbar.

Daniel Gembris ✓

Ergänzungen & Berichtigungen

Schach-Treiber erweitert

Online- und Computerschach an echten Brettern, c't 25/2021, S. 114

Graham O'Neill hat seinen DLL-Treiber inzwischen erweitert. Alle Schach-GUIs, die ihn nutzen, können nun auch Stellungen von DGT-Brettern übernehmen. Lucas Chess R soll dies ab der kommenden Version 1.29 beherrschen.

Amazon Music Unlimited HD entfällt

Lohnen 3D-Audio und Lossless bei Musik-Streamingdiensten?, c't 24/2021, S. 64

Amazon bietet inzwischen nur noch den Streamingdienst „Amazon Music Unlimited“ an. Er enthält ohne Aufpreis sowohl 3D-Songs als auch Lossless- und Hi-Res-Streaming. Das bisher dazu nötige Zusatzangebot „Amazon Music Unlimited HD“ fällt weg.

**WERDE
SCHNELLER
ZUM**

฿€ST\$EL£ER

**GO BIG
GO UNZER**

**EINFACH VERKAUFEN MIT FLEXIBLEM
ALL-IN-ONE-PAYMENT.**



unzer.com/bestseller

unzer
euer payment

Feiern Sie Advent in Nerdistan



**Freuen Sie sich auf tolle
Deals und attraktive Gewinne
im heise-Adventskalender!**

Hinter den Türrchen warten täglich
vom 1. bis 24. Dezember
spannende Überraschungen auf Sie –
von faszinierenden Selbstbau-
Robotern mit Video-Tutorial bis zu
kostenlosen Retro Gamer-Abos oder
c't-Sonderheften.



Feiern Sie mit Heise die Adventszeit und
registrieren Sie sich für den heise-Adventskalender:

heise.de/adventskalender21



Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite



Schutzlos ausgeliefert?

Massive Cyber-Angriffswelle auf Behörden, Onlineshops & Co.

Cyberangriffe haben eine ganz neue Qualität erreicht, wie unter anderem der Hack von MediaMarkt und Saturn kurz vor dem wichtigen Weihnachtsgeschäft zeigt. Haben wir das Katz-und-Maus-Spiel gegen die Cyberbanden längst verloren? Nicht ganz, denn internationalen Fahndern sind jüngst hochkarätige Hintermänner ins Netz gegangen.

Von Ronald Eikenberg und Jürgen Schmidt

Wer die aktuelle Nachrichtenlage verfolgt, dem werden vor allem zwei Themenbereiche immer wieder begegnen: Corona und Cyber-Erpressungen. Manchmal sogar beides in Kombination, wie im Fall des grauen Flecks auf der Co-

rona-Landkarte des Robert-Koch-Instituts. Während allorts die vierte Welle bereits mit voller Wucht zugeschlagen hatte, wirkte der Landkreis Ludwigslust-Parchim im Südwesten Mecklenburg-Vorpommerns mit null Neuinfektionen wie eine Insel der Glückseligen.

Der Landkreis konnte die durchaus existenten Infektionen aufgrund eines Hackerangriffs auf den kommunalen IT-Dienstleister KSM/SI nicht an das RKI melden. Betroffen war unter anderem die SORMAS-Schnittstelle, die beim Fallmanagement und zur Kontaktnachverfolgung in der Coronakrise zum Einsatz kommt.

Dieser ist nur einer von vielen aktuellen Fällen, in denen Cyber-Erpresser Chaos verursachen, wobei der graue Fleck auf der Landkarte nur ein Kollateralschaden war. Neben Behörden und Verwaltungen trifft es immer wieder auch Krankenhäuser sowie kleine und große Konzerne wie die Ceconomy AG, zu der die rund 1000 Märkte der Ketten MediaMarkt und Saturn gehören. Im anlaufenden Weihnachtsgeschäft hatten Cyber-Erpresser

einen Kryptotrojaner von der Leine gelassen. Es traf Berichten zufolge über 3000 Server des Handelsriesen, der daraufhin seine Mitarbeiter aufgefordert haben soll, die Kassen vom Netz zu nehmen und Computer nicht zu benutzen.

Kritische Infrastruktur

Den Betroffenen bleibt in solchen Fällen meist erst mal nichts anderes übrig, als die Stecker zu ziehen. Die mittelständische Kisters AG aus Aachen war nach einem Cyberangriff in der Nacht vom 10. auf den 11. November nicht mal mehr telefonisch über ihre Festnetznummer erreichbar. Dieser Fall ist besonders brisant, da das Unternehmen im Bereich der kritischen Infrastruktur tätig ist, es versorgt die Energiewirtschaft mit Software – Energieerzeuger, Netzbetreiber, Messstellenbetreiber und so weiter müssen sich also darauf verlassen können, dass die Kisters-Programme ordnungsgemäß arbeiten.

Das Unternehmen erklärte, es gebe „nach den bisherigen forensischen Analysen [...] keine Anzeichen dafür, dass die ausgelieferten Softwareprodukte kompromittiert sind“. Glück im Unglück.

Bekannt, aber bewährt

In aller Regel steigen die Cybergangs über das schwächste Glied in der Kette in die Infrastruktur ein und breiten sich dann im Netz aus (siehe c't 22/2021, S. 136). Das sind vor allem unvorbereitete Mitarbeiter, die durch gut gemachte Phishing-Mails aufs Glatteis geführt werden. Aber auch Fernzugänge via RDP oder VPN, die nicht durch Zwei-Faktor-Authentifizierung geschützt werden, haben die Angreifer im Visier. Und schließlich sind Dienste mit bekannten, aber noch nicht gepatchten Sicherheitslücken ein beliebtes Einfallstor.

Dem initialen Einbruch ins Netz folgt eine Phase, in der das Opfer ausgekundschaftet wird und die Angreifer sich weiter im Netz vorarbeiten. Dann kopieren und verschlüsseln die Eindringlinge alles, was ihren Opfern lieb und insbesondere teuer ist, ehe sie ein möglichst hohes Lösegeld in einer Kryptowährung fordern.

Die Liste der Hacks ließe sich beliebig fortführen. Viele Vorfälle schlagen keine großen Wellen, etwa weil es das Unternehmen schafft, so lange wie möglich den Mantel des Schweigens darüberzulegen. Das geht dann so lange gut, bis die Erpresser die abgesaugten Daten ins Darknet stellen, um den Druck zu erhöhen.

Handel mit Zugängen

Die Cybercrime-Gangs entwickeln sich kontinuierlich weiter, sind untereinander gut vernetzt und spezialisieren sich immer weiter. Daraus entsteht dann ein Geflecht von kriminellen Banden, die sich gegenseitig ergänzen. Gerade hat sich ein neues Geschäftsfeld etabliert: Sogenannte Initial Access Broker (IAB) verkaufen Zugänge zu Firmennetzen. Das war früher eine Spezialität der berühmten Emotet-Bande. Doch nachdem im Januar Europol deren Infrastruktur komplett zerschlagen hatte, sprang eine Reihe von anderen Banden in die sich auftuende Marktlücke.

Mittlerweile gibt es einen florierenden Handel mit Zugängen zu lukrativen Opfern, teilweise halböffentlich über Untergrundforen beziehungsweise -Marktplätze, zum Teil aber auch direkt über persönliche Beziehungen. Bezahlt wird dabei je nach Qualität des Zugangs – Domain-Admin-Rechte, mit denen man die Hoheit übers Netzwerk gewinnt, bedeuten einen heftigen Preisaufschlag. Die eigentliche Erpressung, also das Stehlen von Daten und deren Verschlüsselung, übernehmen dann erst die Käufer.

Durch das Aufkommen von Ransomware-as-a-Service (RaaS) hat sich die Zahl der aktiven Gruppen vervielfacht und viele von denen haben selbst gar nicht die Expertise, einen erfolgreichen Einbruch durchzuführen. Diese Affiliates arbeiten dann lediglich vorgefertigte Listen ab, die etwa Schritt für Schritt beschreiben, wie man die Backup-Server findet oder Ransomware im Netz verbreitet. Sie kaufen beim IAB ihres Vertrauens Zugänge zu lukrativen Zielen und führen dann die eigentliche Erpressung durch. Das Waschen des Lösegelds übernimmt wieder der RaaS-Anbieter, der dann dem Affiliate seinen Anteil auszahlt.

Auch wenn sich der Eindruck aufdrängt, dass langfristig kein System den Machenschaften der professionellen Cybergangs standhalten kann, wäre es ein Trugschluss, die Flinte ins Korn zu werfen, weil ein erfolgreicher Angriff scheinbar unvermeidlich ist. Es mag sein, dass ein Angreifer mit unbegrenztem Budget früher oder später sämtliche Hürden überwinden kann. Dennoch muss der Anspruch stets sein, den Aufwand für den Angreifer so groß wie nur möglich zu gestalten.

Druck erhöhen

Darüber hinaus muss es auch Druck auf die Kriminellen geben. Lange Zeit sah es

so aus, als könnten sie Millionensummen abkassieren, ohne Konsequenzen befürchten zu müssen.

Die Ermittlungsbehörden sind allerdings keineswegs untätig, wie der wichtige Schlag gegen die berühmte Emotet-Gang zeigt. Einzelne Fahndungserfolge wie dieser bringen aber erst mal wenig – sie führen nur dazu, dass andere eine Chance sehen, die frei gewordene Position zu besetzen. Jedoch steigt der Druck auf die Cybercrime-Szene offenbar. Er hat bereits dazu geführt, dass sich zwei der großen RaaS-Banden zurückgezogen haben: DarkSide und REvil dominierten 2021 die Schlagzeilen unter anderem mit ihren Angriffen auf den wichtigen Pipeline-Betreiber Colonial und die Admin-Software Kaseya VSA. Insbesondere die Kaseya-Angriffswelle von REvil hatte weitreichende Konsequenzen. Bis zu 1500 Unternehmen wurden erpresst.

Doch mit dem Rückzug konnten sich die Täter nicht der Strafverfolgung entziehen: Wie Europol meldete, gelang es einem internationalen Ermittlerverbund gerade, zwei Verdächtige zu verhaften, die aus dem REvil-Umfeld stammen und für 5000 Infektionen verantwortlich sein sollen. Der Erfolg geht auf das Konto der Operation GoldDust, an der Ermittler aus 17 Ländern beteiligt waren sowie Europol, Eurojust und Interpol. Das lässt ahnen, wie aufwendig es ist, der Cybergangs habhaft zu werden.

Anfang Oktober konnte an der polnischen Grenze zudem ein Ukrainer aufgegriffen werden, nach dem die USA per internationalem Haftbefehl gesucht hatten. Er soll an der Kaseya-Angriffswelle beteiligt gewesen sein. Die Erfolge gegen solche hochrangigen Ransomware-as-a-Service-Anbieter sind sehr wertvoll, da diese Gangs Infrastruktur und Know-how

Kopfgeld gegen Lösegeld: Die US-Regierung hat 10 Millionen US-Dollar ausgeschrieben für Hinweise, die zur Identifizierung von Schlüsselfiguren der REvil-Bande führen.

heise Security Pro

Teile dieser Analyse stammen aus dem wöchentlichen Newsletter für heise Security Pro, in dem Senior Security Fellow Jürgen Schmidt regelmäßig über Hintergründe zum Thema Cybercrime berichtet:
<https://heise.de/heisec-projetzt>

bereitstellen. Letztlich gibt es da nur ein paar Handvoll aktiver RaaS-Banden auf hohem Niveau. Nach REvil und DarkSide wäre die Bande hinter der Conti-Ransomware der nächste große Akteur.

Insgesamt berichtet Europol von bislang sieben Verhaftungen im Kontext mit REvil und der mutmaßlichen Vorgängerbande GandCrab. Das US-Außenministerium hat unterdessen ein Kopfgeld von 10 Millionen US-Dollar für Hinweise ausgesetzt, die zur Identifizierung weiterer Schlüsselfiguren im Fall REvil führen – seit jeher ein bewährtes Mittel, um Schurken ins Kitchchen zu bringen.

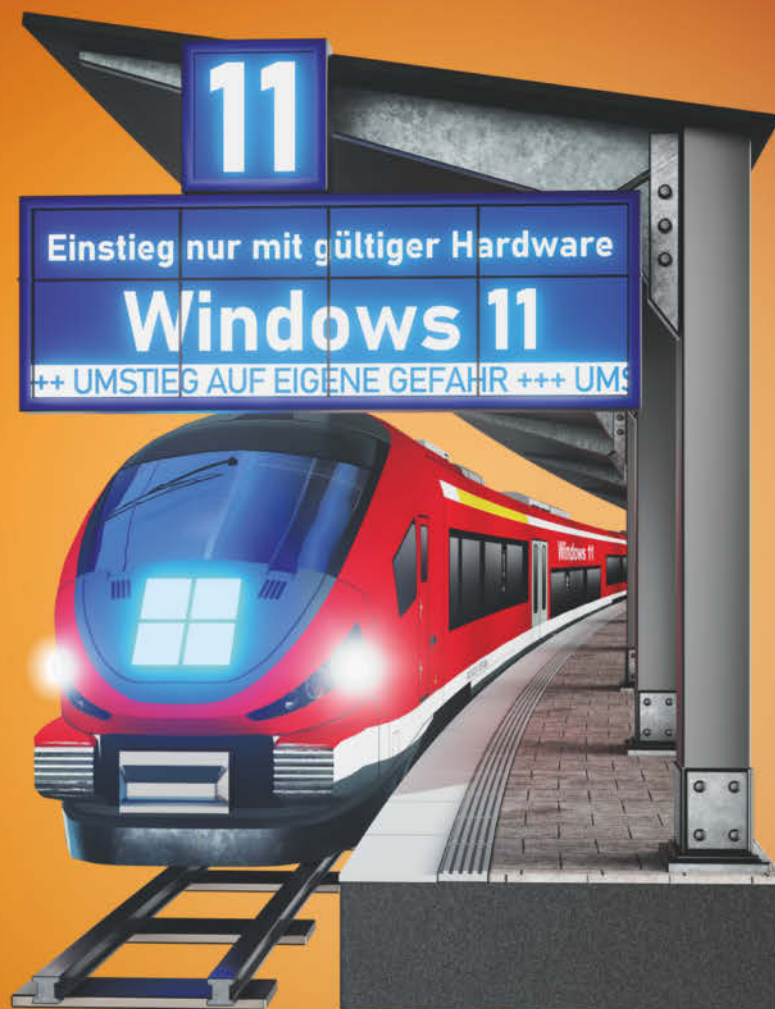
Fazit

Der Kampf gegen Cybercrime ist nicht so aussichtslos, wie er lange Zeit schien. Das organisierte Verbrechen hat keine magischen Superkräfte und ist auch nicht unangreifbar. Wichtig ist jetzt, dass die internationale Gemeinschaft den Druck auf Cybercrime-Akteure weiter erhöht. Aber das bedeutet nicht, dass Firmen und Verwaltung in ihrer Wachsamkeit nachlassen dürfen. Nur wenn die Anstrengungen auf beiden Ebenen weitergehen – sich also Firmen besser schützen und Erpresser reale Konsequenzen fürchten müssen – kann es gelingen, den Siegeszug der Cybercrime zu beenden. (rei@ct.de) **ct**



Einstieg auf Gleis 11

Windows 11: Wissenswertes für den Wechsel



Erste Handgriffe in Windows 11	Seite 16
Datenschutzeinstellungen setzen	Seite 20
Aktualisieren und sauber neu installieren	Seite 24
Installation auf älterer Hardware erzwingen	Seite 28

Mit dem Upgrade auf Windows 11 kann man sich richtig viel Zeit lassen – muss man aber nicht, und vielleicht hat man es auch ganz automatisch, weil es auf dem neuen PC schon vorinstalliert ist. Wie läuft der Umstieg im Detail ab – und welche Einstellungen sind danach sinnvoll und hilfreich?

Von Jan Schübler

Es gibt gute Gründe auf Windows 11 umzusteigen. Das kann etwa berufliches Interesse sein, persönliche Neugier oder schlicht der Kauf eines neuen Rechners, auf dem Windows 11 schon vorinstalliert ist. In diesem Artikel zeigen wir einige empfehlenswerte Handgriffe und Registry-Einstellungen, die sich auch schon für Windows 10 einer gewissen Beliebtheit erfreut haben. Im darauffolgenden Artikel ab Seite 20 lesen Sie, welche Datenschutzeinstellungen Sie setzen sollten, welche eher unkritisch sind und mit welchen Tricks Sie den Datenschutz weiter verbessern können.

Welche Wege es gibt, auf Windows 11 zu aktualisieren, und welcher sich wofür am besten eignet, erklären wir ab Seite 24. Der Artikel ab Seite 28 beschreibt, wie Sie Microsofts Systemvoraussetzungen auf eigene Gefahr außer Kraft setzen, wenn Ihr PC als inkompatibel gilt, Sie das aber nicht als Hindernis, sondern als Herausforderung verstehen.

Erste Handgriffe

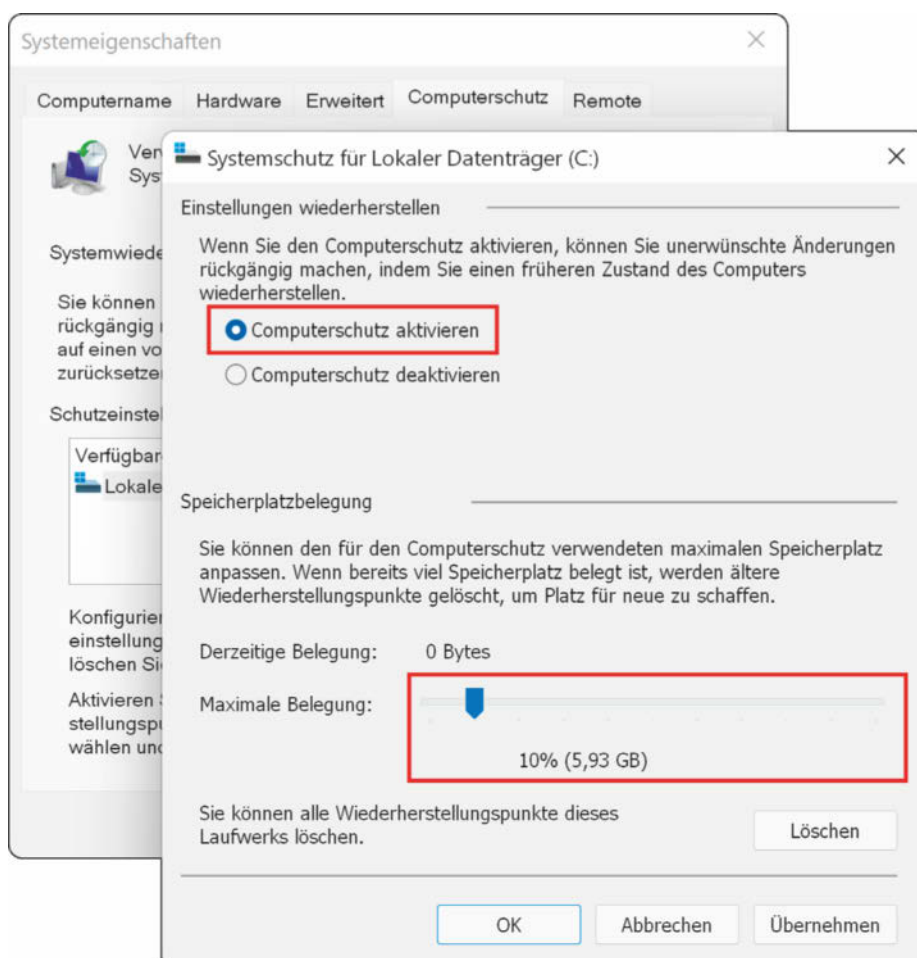
Wenn Sie einen neuen Rechner mit Windows 11 Home erworben haben, aber eigentlich die Pro-Edition nutzen möchten, weil Sie ohnehin noch eine gültige Lizenz samt Schlüssel für ein älteres Pro- oder Ultimate-Windows (ab Windows 7) herumliegen haben, müssen Sie nicht alles neu installieren (wenngleich Sie es natürlich tun könnten, um ein möglichst Bloatware-freies System zu bekommen). Sie können ein fertig installiertes Windows 11 Home durch Eingabe eines höherwertigen Einzelplatz-Lizenzschlüssels einfach auf Pro umstellen.

Öffnen Sie die Einstellungen-App und klicken Sie unter „System/Aktivierung“ unter „Windows-Edition aktualisieren“ auf „Ändern“. Tippen Sie Ihren Pro-Lizenzschlüssel ein und bestätigen Sie die Abfragen. Zum Abschluss will Windows einmal neu starten. Achtung: Hin und wieder erleben wir es, dass Windows statt einer Aufforderung zum Neustart nur

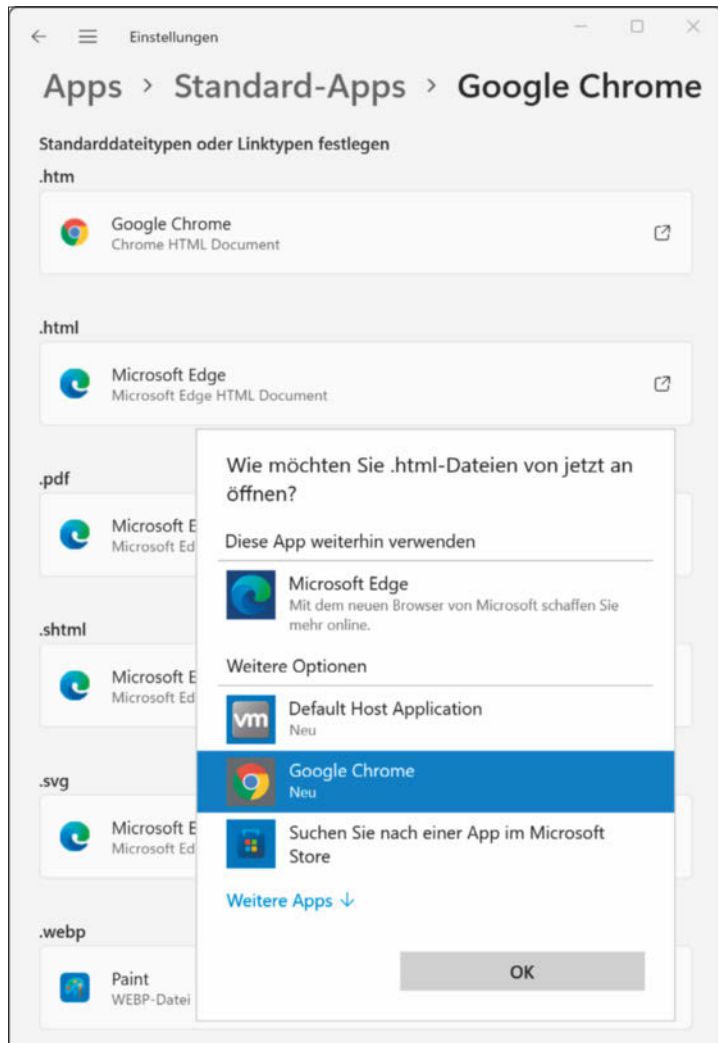
eine Fehlermeldung mit dem Code 0x80070490 anzeigt. Ignorieren Sie das und starten Sie den Rechner einfach neu – in allen von uns getesteten Fällen klappt das Upgrade auf Pro trotzdem. Sollte der Upgradevorgang hingegen während der Neustartphase einen Fehler melden und die Änderung rückgängig machen, installieren Sie die neuesten Windows-Updates und versuchen Sie es erneut. Auf dem Patch-Stand von Oktober hatte Windows 11 an dieser Stelle einen Bug, der inzwischen behoben ist.

Browser & Co.

Ist Windows 11 installiert, liegen die ersten Handgriffe der Hand: Nach Neuinstallation oder Neukauf erstmal in Windows Update oder im Store alle verfügbaren Updates einspielen und erforderliche Programme installieren, unnötig angepinntes von Startmenü und Taskleiste entfernen, dafür Ihre wichtigsten Programme per Rechtsklick ans Startmenü beziehungsweise an die Taskleiste anheften.



Der Systemschutz ist sinnvoll, serienmäßig aber nicht aktiv – das können Sie leicht ändern.



Den Standardbrowser zu wechseln wird in Windows 11 zur Klickorgie.

zen. Es bleibt zu hoffen, dass Microsoft irgendwann entweder freiwillig oder auf gerichtlichen Druck von dieser Frechheit abrückt.

Wenn der neue Browser Sie fragt, ob Sie ihn als Standardbrowser festlegen möchten, bestätigen Sie das. Daraufhin öffnet sich die Einstellungen-App mit dem Menü „Apps/Standard-Apps“. Suchen Sie in der App-Liste den Browser, also etwa „Google Chrome“, und klicken Sie ihn an. Wählen Sie nun jede Endung an, für die Edge als Standard gesetzt ist und ersetzen Sie ihn durch Chrome.

Sicherheitsnetz spannen

In Windows 11 steckt eine eigentlich uralte Systemfunktion, die im Falle von Problemen, etwa durch fehlgeschlagene Treiber- oder Update-Installationen, in einigen Fällen rasch wieder zu einem stabil laufenden System verhelfen kann: Die Wiederherstellungspunkte, in Windows selbst auch als „Systemschutz“ oder „Systemwiederherstellung“ bezeichnet. Ist diese Funktion aktiv, kann Windows vor Updates oder auch durch manuelles Anstoßen den Konfigurationszustand mithilfe des Systemdienstes für Volumeschattenkopien sichern. Microsoft hatte die Funktion schon in Windows 10 serienmäßig deaktiviert – sie belegt im Laufe der Zeit schlicht einige Gigabytes an Laufwerkspeicher.

Praktisch kann sie trotzdem sein, so dass auf PCs mit nicht allzu winziger SSD kaum etwas dagegen spricht, sie einzuschalten. Klicken Sie dazu in der Einstellungen-App unter „System/Info“ im Bereich „Gerätespezifikationen“ auf „Systemschutz“. Markieren Sie in der Liste „Schutzeinstellungen“ Ihr Laufwerk C: und klicken Sie auf „Konfigurieren“. Setzen Sie die Option „Computerschutz aktivieren“ und stellen Sie mit dem Schieberegler „Maximale Belegung“ ein, wie viel Platz die Wiederherstellungspunkte belegen dürfen. Ein paar Gigabytes sollten es sein – je nach Plattengröße ziehen Sie den Regler also auf 5 bis 10 Prozent. Bestätigen Sie alle Dialoge mit OK.

Um bei Problemen zu einem Wiederherstellungspunkt zurückzukehren, öffnen Sie wiederum in der Einstellungen-App unter „System/Info“ den „Systemschutz“ und klicken Sie dann auf „Systemwiederherstellung“ – der Assistent bietet Ihnen die vorhandenen Wiederherstellungspunkte zur Auswahl an. Bedenken Sie bitte, dass es sich beim Systemschutz

Die vier System-Icons auf der Taskleiste direkt neben dem Startknopf lassen sich nur in den Taskleisteneinstellungen deaktivieren (Rechtsklick auf die Taskleiste und „Taskleisteneinstellungen“). Das sind die Icons für Suche, Anwendungs- und Desktopumschalter, Widgets und Teams-Chat. Ob Sie das machen, ist eine Geschmacksfrage. Per Tastatur gelingt vieles schneller, etwa das Suchen: Windows-Taste, Suchbegriff, Eingabetaste; die Anwendungsumschaltung klappt schneller per Alt+Tab oder Windows+Tab. Und was Teams angeht: Die in Windows 11 mitgelieferte Teams-App mitsamt dem Taskleisten-Icon eignet sich bislang nur für private Microsoft-Konten – sprich: Für das gängige Szenario „Firmen-Teams im Homeoffice nutzen“ müssen Sie nach wie vor die vollwertige Teams-Software von Microsoft herunterladen und installieren [1].

Das Thema „Standardbrowser“ ist ein Reizthema, bei dem es Microsoft offenbar immer wieder in den Fingern juckt – der Konzern versucht mit mal mehr, mal we-

niger nervigen Methoden Anwender zum Einsatz des eigenen Browsers Edge zu bringen. Technisch ist der gar nicht schlecht: Es handelt sich um einen Chromium-artigen Browser, er nutzt also die gleiche quelloffene technische Basis wie Google Chrome.

Browser wechseln

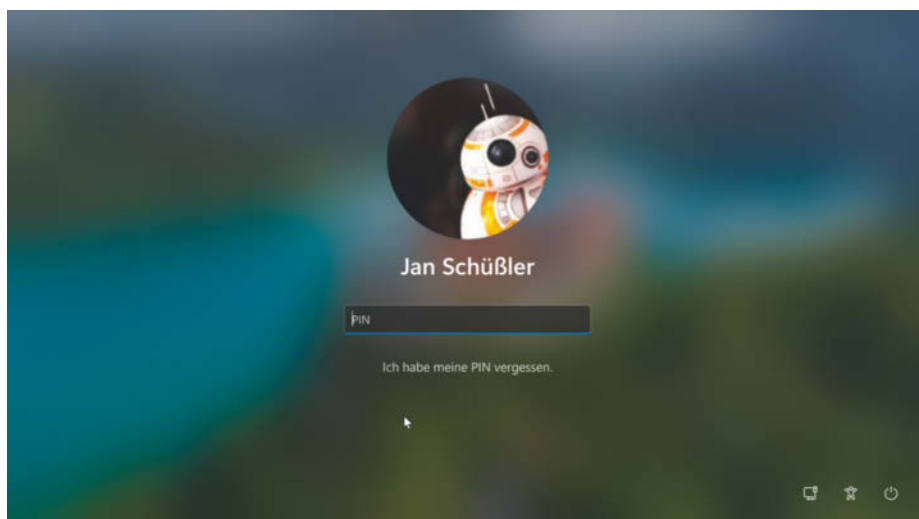
Wenn man Edge aber nicht nutzen will, wird es etwas hakelig. Schon Windows 10 akzeptierte die Umstellung des Standardbrowsers von Edge auf einen anderen erst nach einem separaten Klick auf eine kleine „Trotzdem wechseln“-Schaltfläche. Doch wenn Sie erst mal das Verhalten von Windows 11 erlebt haben, werden Sie sich Windows 10 zurückwünschen: Sie können den Standardbrowser nicht mehr mit einer einzigen Option ändern, sondern müssen die Standard-App für jede unterstützte Dateiendung von Hand umstellen. Derzeit sind das allen Ernstes zehn einzelne Handgriffe, um Edge für alle eingetragenen Endungen gegen Chrome zu erset-

um kein Backup handelt, sondern lediglich um eine Funktion, die den Zustand von Windows selbst sichern und wiederherstellen kann. Ihre persönlichen Dateien werden dabei weder gesichert noch wiederhergestellt. Beachten Sie zudem, dass der Systemschutz nach einem jährlichen Funktions-Upgrade möglicherweise wieder deaktiviert ist – sobald ab Ende 2022 eine neue Ausgabe von Windows 11 auf dem PC landet, sollten Sie die Einstellung daher kontrollieren – oder das Skript verwenden, das wir in [2] vorgestellt haben.

Sperrbildschirm weg

Wenn bei Windows 11 (und Windows 10) der Bildschirm gesperrt ist, etwa nach dem Hochfahren oder durch Windows+L, zeigt das System üblicherweise ein mehr oder weniger schickes Bild an („Sperrbildschirm“), das Sie zunächst wegeklicken müssen, um ans Eingabefeld für Passwort oder PIN zu kommen („Anmeldebildschirm“). Das kann nerven, und Sie können es ändern – in Windows 11 Pro und höher recht einfach per Gruppenrichtlinie. Öffnen Sie den Gruppenrichtlinieneditor per Windows-Taste, `gpedit.msc`, Eingabetaste und klicken Sie sich in den Ordner „Computerkonfiguration/Administrative Vorlagen/Systemsteuerung/Anpassung“. Doppelklicken Sie auf die Richtlinie „Sperrbildschirm nicht anzeigen“, setzen Sie sie auf „aktiviert“ und bestätigen Sie mit OK.

In der Home-Edition setzen Sie dafür einen Registry-Eintrag. Klicken Sie sich im Registry-Editor (Windows-Taste, `regedit`, Eingabetaste) durch zum Schlüssel `HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Policies\Microsoft\Windows`. Markieren Sie in der Baumansicht links den Schlüssel „Windows“ und legen Sie per Rechtsklick in den leeren Bereich der rechten Fensterhälfte einen neuen Schlüssel an, den Sie „Personalization“ nennen. Markieren Sie wiederum den neuen Schlüssel in der Baumansicht und legen Sie darin, ebenfalls per Rechtsklick in den leeren Bereich der rechten Fensterhälfte, ein neues DWORD an, das Sie „NoLockScreen“ nennen. Doppelklicken Sie auf den neuen Eintrag und geben Sie ihm den Wert 1 – danach sollte das Passwort-Eingabefeld bei gesperrtem Bildschirm sofort sichtbar sein. Hierbei gilt: Statt selber in der Registry herumzuhüpfen, können Sie einfach die REG-Datei per Doppelklick auf Ihr System anwenden, die wir unter [ct.de/y632](https://www.ct.de/y632) zum Download bereitgestellt haben.



Sie können Windows 11 so einstellen, dass es im gesperrten Zustand kein dekoratives Foto, sondern direkt die PIN- oder Passwortheingabe anzeigt.

Fotoanzeige

Ein für unseren Eindruck wenig bekannter Trick ermöglicht es, Bilddateien statt in der modernen „Fotos“-App in der klassischen „Windows-Fotoanzeige“ zu öffnen, die bis einschließlich Windows 8.1 das Standard-Tool zum Anzeigen von Fotos war. Zwar ist die App „Fotos“ inzwischen kaum langsamer als das ältere Tool, wird aber in Sachen Navigation nach wie vor oft als unkomfortabler empfunden.

Theoretisch können Sie per Rechtsklick auf eine Datei, „Öffnen mit...“ und „Andere App auswählen“ festlegen, dass die betreffende Dateieindung stets mit einem anderen Programm geöffnet wird. Zuvor müssen Sie Windows aber mitteilen, dass die klassische Fotoanzeige dafür überhaupt zur Verfügung steht. Öffnen Sie den Registry-Editor (Windows-Taste, `regedit`, Eingabetaste) und gehen Sie in den Schlüssel „`HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Microsoft\Windows Photo Viewer\Capabilities\FileAssociations`“. Legen Sie per Rechtsklick in den leeren Bereich der rechten Fensterhälfte eine neue Zeichenfolge an, der Sie als Namen die betreffende Dateieindung (inklusive Punkt) geben, also etwa „.jpg“. Doppelklicken Sie auf den neuen Eintrag und geben Sie als Wert „PhotoViewer.FileAssoc.Tiff“ ein. Wiederholen Sie das nach Wunsch für die Endungen .jpeg, .png und .bmp. Nun können Sie Bilddateien per Rechtsklick auch mit der Windows-Fotoanzeige öffnen. Wir haben die Änderung für die genannten vier Endungen in eine REG-Datei gegossen, die Sie via [ct.de/y632](https://www.ct.de/y632)

herunterladen und per Doppelklick auf Ihr System anwenden können.

Ausblick

Wenngleich viele Tricks aus früheren Windows-Versionen noch funktionieren, lässt sich die Taskleiste kaum so flexibel einstellen wie noch in Windows 10. Sie können etwa die Gruppierung offener Fenster auf ein Icon nicht mehr abschalten, keine Beschriftungen mehr einblenden und die Leiste nicht mehr funktionsfähig seitlich oder am oberen Bildrand anzeigen lassen. Allen, die die Größe der Taskleiste verändern möchten, sei das Open-Source-Tool `Taskbar11` empfohlen (siehe [ct.de/y632](https://www.ct.de/y632)). Die meisten Optionen, die es bietet, können Sie auch ganz normal über die Windows-11-Einstellungen verändern, doch zusätzlich kann man damit die Taskleiste auf kleinere oder größere Icons umstellen.

Mindestens genauso wichtig wie ein komfortabel eingerichtetes System ist es, sinnvolle Einstellungen für besseren Datenschutz zu setzen – was es dabei zu beachten gilt, lesen Sie auf den folgenden Seiten. (jss@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Stefan Wischner, Teams light, MS Teams in Windows 11: Was es kann und was nicht, c't 25/2021, S. 162
- [2] Axel Vahldiek, Pannenhilfe für Windows, Windows-Probleme lösen einfach per Mausclick, c't 10/2021, S. 12

Weitere Infos: [ct.de/y632](https://www.ct.de/y632)



Bild: Andreas Martini

Kontrolle erlangen

Für mehr Privatsphäre: Wie Sie Windows 11 die Datenplauderei austreiben

Ein neues Windows? Das bedeutet zwangsläufig, sich erneut mit den Datenschutzoptionen auseinanderzusetzen. Mit unseren Tipps für die richtigen Handgriffe schränken Sie den Datenabfluss zu Microsoft sogar stärker ein, als es die System-einstellungen vorsehen.

Von Jan Schübler

Es ist der Dauerbrenner in Sachen Windows: der Datenschutz, mit dem Microsoft schon beim Vorgängersystem Windows 10 kein allzu glückliches Händchen hatte. Als problematisch gilt dabei nicht unbedingt die Tatsache, dass Windows in der Lage ist, recht umfassende Telemetrie-, Analyse, und sonstige Statistikdaten zu erfassen, sondern dass etliche Optionen standardmäßig aktiv sind – und nicht alle werden während der Ersteinrichtung eines Benutzerkontos abgefragt.

Nach einem Upgrade von Windows 10 auf 11 sollte der Installer die Datenschutzeinstellungen unverändert übernehmen. Die Betonung liegt hier auf „sollte“, denn hin und wieder funktioniert das nicht verlässlich. Auch nach einem Upgrade schadet es also nicht, einmal alle Einstellungen abzugrasen. So machen Sie sich ganz ne-

benbei gleich mit der neuen Sortierung der Optionen vertraut.

Datenschutz-Einstellungen

Das Gros der Schalter, um den Datenabfluss in Windows 11 zu regeln, sitzt in der Einstellungen-App und dort naheliegenderweise in der Rubrik „Datenschutz & Sicherheit“. Die wichtigsten Optionen liegen dort im Abschnitt mit der Überschrift „Windows-Berechtigungen“. Unter „Allgemein“ können Sie die Werbe-ID abschalten, Websites den Zugriff auf Ihre installierten Sprachen verweigern und die Verwendung von App-Start-Statistiken zum Zwecke personalisierter Suchergebnisse sowie Vorschläge in der Einstellungen-App selbst unterbinden. Alle vier Optionen dienen dazu, Ihnen personalisierte Werbung, Suchergebnisse und sonstige Vorschläge zu

präsentieren – wir empfehlen, sie abzuschalten.

Unter „Spracherkennung“ stellen Sie ein, ob Windows cloudgestützte Spracherkennung verwenden darf. Auf die Funktion lokaler (Offline-)Spracherkennung hat diese Option keinen Einfluss. Die „Freihand- und Eingabeanpassung“ dient dazu, ein persönliches Wörterbuch anzulegen, inklusive Handschrift-Erkennungsdaten. Ob Sie das abschalten, ist ein Stück weit Geschmackssache: Wer viel auf einem 2-in-1-Gerät mit Touch- und Stifteingabe unterwegs ist oder gern mit der Sprachassistent Cortana quatscht, profitiert von besserer Erkennungsqualität, wenn Windows sich oft Gesprochenes oder Eingegebenes merkt.

In „Diagnose und Feedback“ finden Sie einen Schalter, mit dem Sie einstellen, ob Windows 11 nicht nur „erforderliche“, sondern auch optionale Diagnosedaten versendet. Ist das aktiv, wird Windows mehr Telemetriedaten zur Nutzung des PCs und bei Problemen ausführlichere Fehlerberichte verschicken, die dann auch Dokumentinhalte und Ähnliches enthalten können. Ebenso können Sie dort festlegen, ob solche optionalen Daten auch für Spracherkennungs- und Eingabefunktionen übertragen werden dürfen. Solche Daten können Microsoft dabei helfen, die Gerätenutzung und eventuelle Probleme genauer zu analysieren, um die Softwarequalität zu verbessern. Wenn Ihnen die Idee nicht schmeckt, private Daten zur allgemeinen Qualitätsverbesserung beizusteuern, schalten Sie beides ab.

Der Schalter für „Individuelle Benutzererfahrung“ erlaubt oder untersagt Microsoft außerdem, die Telemetriedaten zu Werbezwecken zu verarbeiten – auch das können Sie getrost deaktivieren. Um seltener bei der Arbeit gestört zu werden, empfiehlt es sich außerdem, die „Feedbackhäufigkeit“ von „Automatisch“ auf „Nie“ zu setzen. Zwar fragt Windows nach unserer Erfahrung ohnehin nur selten bis gar nicht nach Ihrer Meinung – es abzuschalten, kann dennoch nicht schaden.

Unter „Aktivitätsverlauf“ lässt sich einstellen, ob sich Windows kürzlich benutzte Apps, besuchte Webseiten und Ähnliches lokal merkt. Das ist in der Standardeinstellung aktiv, nicht aber die zusätzliche Komfortoption, diese Daten auch an Microsoft zu schicken, um den Verlauf auf anderen Geräten nutzen zu können, die mit dem gleichen Microsoft-Konto laufen. Auch die erste Option abzu-

schalten, verbessert daher nicht den Datenschutz gegenüber Microsoft, sondern führt zu etwas weniger Benutzungsspuren auf dem jeweiligen Gerät. Eine Überlegung wert ist das vor allem, wenn weitere Personen Ihren PC mit Ihrem Benutzerkonto verwenden – wobei wir generell empfehlen, für jeden Benutzer ein eigenes Konto einzurichten.

In „Suchberechtigungen“ sind die Schalter zum „Cloudinhalte durchsuchen“ nur relevant, wenn Sie Windows oder einzelne Apps mit einem Microsoft- oder einem Azure-AD-Konto verwenden. Außerdem können Sie einstellen, ob der Verlauf der Windows-eigenen Suchfunktion lokal gespeichert werden darf, und ob die Ergebnisse von Websuchen im Startmenü auf Jugendfreiheit geprüft werden sollen (aber: Die Websuche möchten Sie möglicherweise ohnehin abschalten – dazu unten mehr).

Die Optionen im Menü „Windows durchsuchen“ sind für den Datenschutz nur in Grenzen relevant: Sie können darin festlegen, welche Ordner der bordeigene Indexdienst für schnellere lokale Suchergebnisse scannen darf.

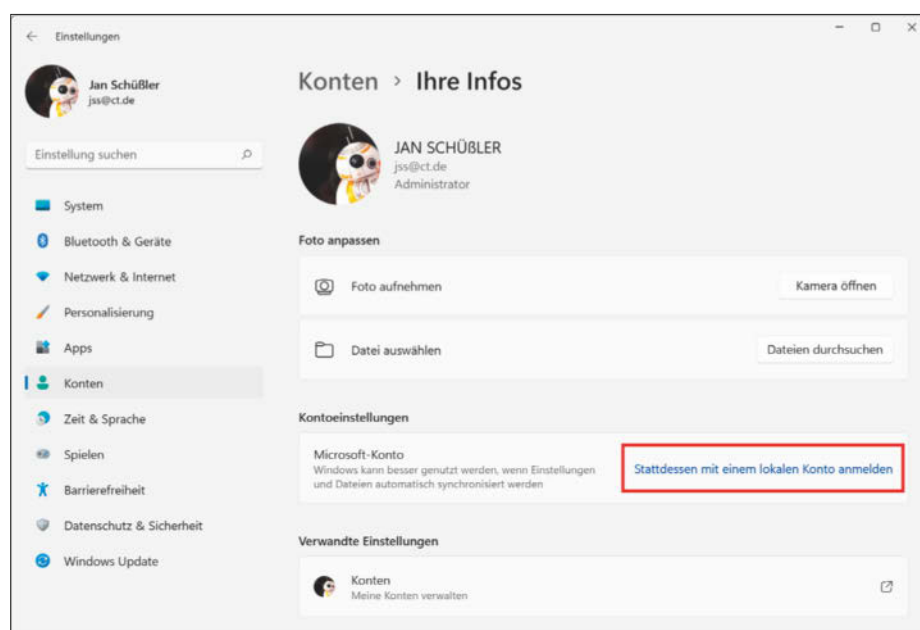
Im Abschnitt „App-Berechtigungen“ der Datenschutzeinstellungen finden Sie insgesamt 25 Menüs, in denen Sie festlegen können, ob und wenn ja welche Anwendungen auf Ressourcen zugreifen dürfen. So können Sie etwa unter „Position“ einstellen, ob Anwendungen auf den Or-

tungsdienst zugreifen dürfen, um Ihren geografischen Standort zu erfassen, oder dass außer Teams und Zoom keine Programme auf Webcam und Mikrofon zugreifen dürfen. Eine kritische Ausnahme bildet das Menü „App-Diagnose“. Darin legen Sie fest, ob Apps ihre Telemetriedaten untereinander austauschen dürfen.

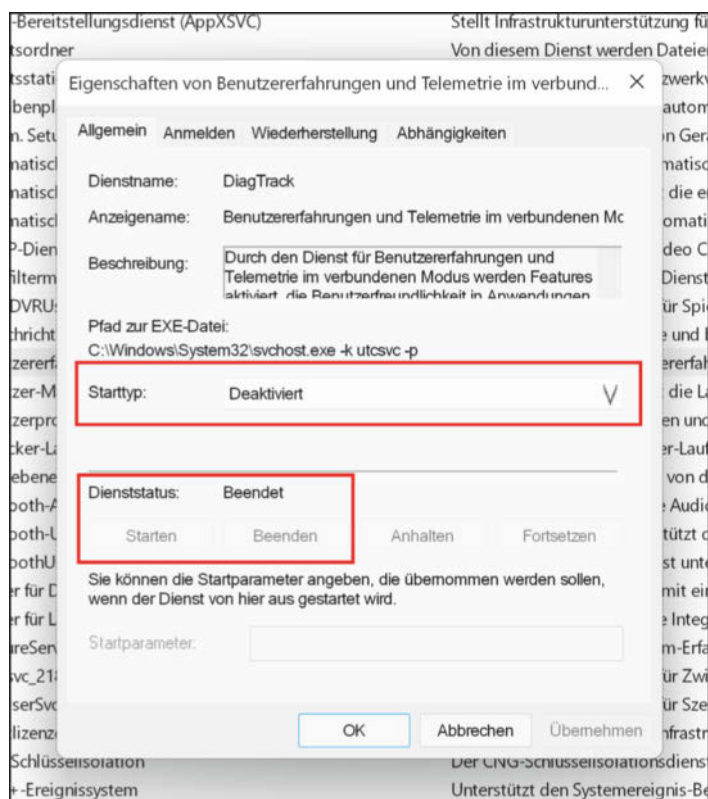
Was Sie ansonsten alles abschalten, ist Geschmackssache. Einerseits kann es kontraproduktiv sein, zu viel abzudrehen: So ist etwa Teams ohne Mikrofon und Kamera nicht sinnvoll zu benutzen, und Karten-Apps werden komfortabler, wenn sie Ihren Standort kennen. Andererseits spricht nicht viel dagegen, erst einmal pauschal alles abzudrehen, was Ihnen unnötig vorkommt. Braucht eine App Zugriff auf eine blockierte Ressource, wird sie Sie darauf hinweisen – dann können Sie die gewünschten Zugriffe gezielt erlauben.

Andere Einstellungen

Überraschung: Nicht nur in der Datenschutzbereich der Windows-11-Einstellungen finden sich Optionen, die mehr oder weniger mit Datenschutz zu tun haben oder Tipps und Vorschläge betreffen, wie Sie Ihre Windows-Installation verbessern könnten. So können Sie unter „System/Benachrichtigungen“ am Ende des Menüs festlegen, ob Windows Ihnen Einrichtungstipps und sonstige Vorschläge zur Nutzung unterbreitet. Schalten Sie das ab, es nervt im Alltag nur. Serien-



Windows 11 lässt sich problemlos von einem Microsoft- auf ein lokales Konto umstellen – auch in der Home-Edition.



Um den Versand von Telemetriedaten so weit wie möglich zu reduzieren, empfiehlt es sich, auch den Dienst „DiagTrack“ abzuschalten.

mäßig inaktiv hingegen ist immerhin eine Option für Tipps zur Kopplung eines Android-Handys mit der Windows-App „Ihr Smartphone“. Sie befindet sich unter „Bluetooth & Geräte/Ihr Smartphone“.

Unter „System/Zwischenablage“ bietet Windows 11 eine Komfortfunktion, die den Verlauf der Zwischenablage speichern kann. Auch sie ist serienmäßig abgeschaltet. Da der Verlauf lokal gespeichert wird, birgt es kein Datenschutzrisiko, sie zu aktivieren. Bedenken Sie aber, dass andere Personen, die Sie über Ihr Benutzerkonto an den PC lassen, den Verlauf einsehen könnten. Datenschutzrelevant gegenüber Microsoft wird der Zwischenablageverlauf allerdings, wenn Sie sich mit einem Microsoft-Konto am PC anmelden und dann zusätzlich die Option „Auf allen Geräten synchronisieren“ scharfschalten, um den Inhalt der Zwischenablage auf andere Geräte zu synchronisieren – denn das geschieht über die Microsoft-Cloud.

Noch eine Einstellung, die relevant sein kann, wenn weitere Menschen außer Ihnen den PC mit Ihrem Benutzerkonto verwenden, finden Sie in „Personalisierung/Start“. Wenn Sie „Zuletzt geöffnete Elemente in Start, Sprunglisten und im Datei-Explorer anzeigen“ ausschalten, sehen Sie nicht mehr, welche Dateien Sie zuletzt benutzt haben. Im Startmenü fällt

das sofort auf: Der untere Bereich („Empfohlen“) wird geleert.

Bleibt noch ein weiteres Menü, in dem es um personalisierte Tipps geht, die Windows Ihnen unterbreiten kann: Sind unter „Personalisierung/Geräteverwendung“ Schalter aktiviert, kann Windows Ihnen Werbung und Tipps für den jeweiligen Verwendungszweck anzeigen. Serienmäßig sind die Schalter alle aus – es sei denn, Sie haben während der Ersteinrichtung des Systems welche betätigt. Wer mag, kann nun auch noch unter „Zeit & Sprache/Eingabe“ die Eingabevorhersage abschalten – die allerdings ohne personalisierte Tastaturfunktionen ohnehin nicht mehr allzu viel bringt.

Lokales Konto

Eine weitere Möglichkeit, den Datenschutz-Level ein wenig anzuheben, ist es, sich an Windows nicht mit einem Microsoft-Konto, sondern mit einem rein lokalen Profil anzumelden. Bis einschließlich Windows 7 war das außerhalb von Firmenumgebungen die einzige Anmelde-möglichkeit. Seit Windows 8 versucht Microsoft allerdings mal mehr, mal weniger nachdrücklich, Anwender zur Nutzung eines Microsoft-Kontos zu animieren oder gar zu nötigen. Besonders davon betroffen sind in Windows 11 Nutzer der Home-Edition, für die es während der Neuinstalla-

tion eines Tricks bedarf, am Microsoft-Konto vorbeizukommen (mehr dazu auf Seite 26).

Um die Anmeldung auf ein lokales Konto umzustellen, klicken Sie in den Einstellungen unter „Konten/Ihre Infos“ auf „Stattdessen mit einem lokalen Konto anmelden“. Vor dem Umstellen verlangt Windows von Ihnen die Eingabe von PIN oder Microsoft-Konto-Passwort und fordert Sie dann auf, dem lokalen Konto ein neues Passwort zu geben. Das Feld „Kennworthinweis“ darf nicht leer bleiben – wenn Sie das unsinnig finden, tragen Sie einfach irgendwas ein.

Wenn Sie auf Windows 10 Home die Anmeldung auf ein lokales Konto umstellen wollen und die „Geräteverschlüsselung“ aktiv ist (eine funktionsreduzierte Variante der Laufwerksverschlüsselung BitLocker), werden Sie aufgefordert, zuvor den BitLocker-Wiederherstellungsschlüssel zu sichern. Üblicherweise wird der bei der Ersteinrichtung des Gerätes automatisch im Microsoft-Konto hinterlegt. Dieser Aufforderung sollten Sie unbedingt nachkommen! Denn wenn Ihr System einmal ein Startproblem hat und Sie es zum Beispiel mit dem c't-Notfall-Windows reparieren möchten, ist der Wiederherstellungsschlüssel der einzige Weg, das verschlüsselte Laufwerk zu öffnen. Um ihn zu sichern, klicken Sie in den Einstellungen unter „Datenschutz & Sicherheit/Geräteverschlüsselung“ auf „BitLocker-Laufwerkverschlüsselung“ und dann auf „Wiederherstellungsschlüssel sichern“.

Ob das lokale Benutzerkonto immer die bessere Wahl ist, ist auch eine Geschmacksfrage. Das Microsoft-Konto hat durchaus Vorteile: Synchronisierung von Einstellungen, Nutzung des Store, Ortungsfunktion für vermisste Geräte und Ähnliches. Zudem sorgt ein lokales Konto als solches nicht automatisch dafür, dass weniger Daten an Microsoft fließen – es wird aber schwieriger, sie Ihnen zuzuordnen. Ein sinnvoller Weg kann es sein, zur Anmeldung an Windows ein lokales Konto zu verwenden, und sich für Funktionen, die ein Microsoft-Konto erfordern, damit nur an der jeweiligen App anzumelden. Dafür klicken sie im Anmeldedialog nach Eingabe von Benutzername und Passwort im Schritt „Dieses Konto überall auf Ihrem Gerät verwenden“ nicht auf „Weiter“, sondern auf „Nur Microsoft-Apps“. Auf diese Weise lassen sich sogar verschiedene Apps oder Systemfunktionen mit verschiedenen Microsoft-Konten verwenden.

Ganz abdrehen

Sie können die Übertragung von Daten an Microsoft noch weiter einschränken. Einen gängigen Tipp von Windows 10 empfehlen wir auch bei Windows 11 anzuwenden: Um den Versand von Telemetriedaten wirklich auf null herunterzudrehen, braucht man eine Windows-Enterprise-Edition, die per firmeninternem WSUS mit Updates versorgt wird – eigentlich, denn man kann auch einfach den Windows-Dienst „DiagTrack“ abschalten. Dazu öffnen Sie die Dienstverwaltung, etwa per Windows-Taste, `services.msc`, Eingabetaste, suchen den Eintrag „Benutzererfahrungen und Telemetrie im verbundenen Modus“ und doppelklicken darauf. Setzen Sie den Starttyp auf „Deaktiviert“, klicken Sie auf „Beenden“ und dann auf OK.

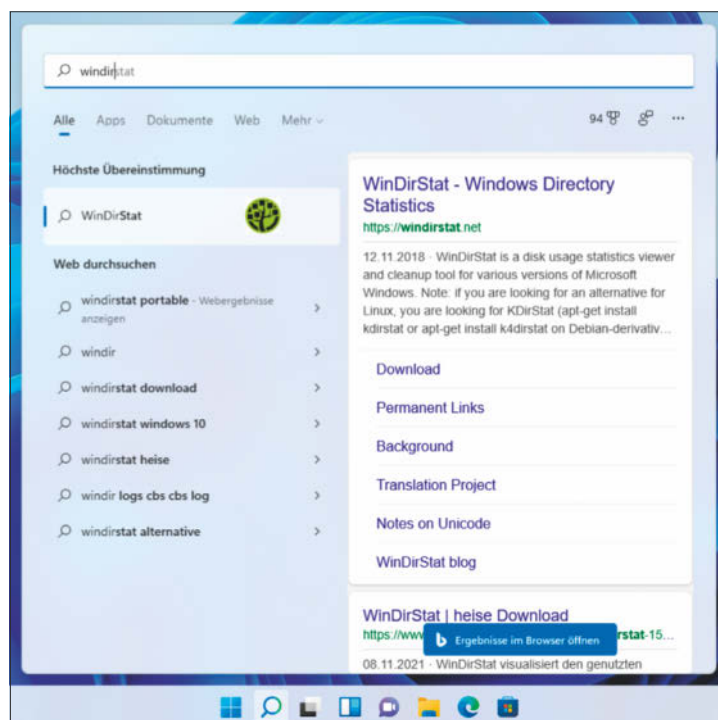
Nachteile durch die Abschaltung des Dienstes sind uns in mehrjähriger Erfahrung mit Windows 10 und inzwischen auch ein paar Monaten Windows 11 nicht aufgefallen; Updates kommen wie geplant und auch ansonsten verhält sich das System unauffällig. Auch konnten wir bislang nicht beobachten, dass Windows den Dienst früher oder später ohne Zutun wieder aktivieren würde. Dennoch empfehlen wir, hin und wieder nachzuschauen, ob der Dienst in der Übersicht noch als „Deaktiviert“ gelistet ist – in jedem Fall nach den großen Funktions-Upgrades, am besten aber auch nach den regulären monatlichen Updates.

Suche nur lokal

Eine beliebte Funktion in Windows, die sich zum Öffnen von Programmen, Einstellungen und Dokumenten eignet, ist die Startmenü-Suche. Auch wir empfehlen sie immer wieder, zum Beispiel im vorigen Tipp: Windows-Taste drücken und drauflos tippen. Aber: In der Standardeinstellung landen alle Sucheingaben automatisch auch bei Microsofts Suchdienst Bing. Dass sich das selbst dann komisch anfühlt, wenn man nichts hochgradig Geheimen auf dem PC anstellt, ist verständlich.

Abschalten lässt sich das wie schon in Windows 10 nur mit einem Registry-Eingriff. Öffnen Sie den Registry-Editor (Windows-Taste, `regedit`, Eingabetaste) und klicken Sie sich zum Schlüssel `HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Policies\Microsoft\Windows` durch. Ist in der Baumansicht in der linken Fensterhälfte der Schlüssel „Windows“ markiert, klicken Sie in der rechten Fensterhälfte mit

Die Web-Suchergebnisse im Startmenü nerven? Keine Sorge, das lässt sich abschalten.



der rechten Maustaste in den leeren Bereich und legen einen neuen Schlüssel an, dem Sie den Namen „Explorer“ geben. Markieren Sie den neuen Schlüssel wiederum in der Baumansicht und legen Sie darin ein neues DWORD an, das den Namen `DisableSearchBoxSuggestions` bekommt. Doppelklicken Sie auf den neuen Eintrag und ändern Sie seinen Wert auf 1. Nach einem Neustart des Rechners sollte die Windows-Suche keine Webergebnisse mehr anzeigen.

Der Registry-Eintrag schaltet die Startmenü-Websuche systemweit ab. Wenn Ihnen das zu weit geht, können Sie die Änderung stattdessen nur für das gerade angemeldete Benutzerkonto vornehmen – ersetzen Sie dafür das `HKEY_LOCAL_MACHINE` im Schlüsselpfad einfach durch `HKEY_CURRENT_USER`. Unter `ct.de/ybpp` finden Sie REG-Dateien zum Download, mit denen Sie die Änderung einfach per Doppelklick auf Ihr System anwenden können. Die Dateien funktionieren auch mit Windows 10.

Viren-Samples

Noch eine Datenschutzeinstellung gefällig? Der bordeigene Virenwächter Defender ist serienmäßig so eingestellt, dass er verdächtige, aber bislang unbekannte Dateien automatisch zur Analyse an die Microsoft-Cloud schickt. Laut Microsoft warnt der Defender, falls die Datei persönliche Daten enthalten könnte – erlebt

haben wir so einen Fall noch nicht. Im laufenden Betrieb mit gängigen Anwendungen dürfte man mit dieser Funktion kaum in Kontakt kommen, doch ein wenig anders sieht es für Softwareentwickler aus. Schaltet man den Sample-Versand nicht ab, kann mitunter jede neu kompilierte Version eines Programms bei Microsoft landen – das gilt übrigens nicht nur für den Defender, sondern im Prinzip für jeden halbwegs modernen Virenwächter mit cloudgestützter Schutzfunktion.

Wer Programme entwickelt und vermeiden will, dass frischer Code automatisiert in fremde Hände gelangt, sollte die Funktion „Automatische Übermittlung von Beispielen“ daher ausschalten. Das geht in der App „Windows-Sicherheit“ unter „Viren- & Bedrohungsschutz/Einstellungen verwalten“. Für alle anderen empfiehlt es sich, die Funktion aktiv zu lassen.

Fazit

Auch bei Windows 11 erfordern viele wünschenswerte Einstellungen ein manuelles Eingreifen nach der Installation oder sogar Registry- und ähnliche Tricks. Erfreulicherweise funktionieren die von Windows 10 bekannten Handgriffe nach wie vor, sodass man sich als frischgebackener Windows-11-User nicht umstellen muss. (js@ct.de) **ct**

REG-Dateien: ct.de/ybpp



Bild: Andreas Martini

Bitte einsteigen!

Windows 11 installieren

Wenn Sie auf Ihrem PC Windows 11 nutzen wollen, haben Sie die Wahl, eine vorhandene Windows-10-Installation auf das neue Windows zu aktualisieren (Upgrade) oder Windows 11 neu zu installieren. Doch egal für welchen Weg Sie sich entscheiden: Microsoft hat für den Umstieg völlig neue Hürden aufgestellt, die Sie mit unserer Hilfe aus dem Weg räumen können.

Von Axel Vahldiek

Der einfachste Weg, Windows 11 zu nutzen, ist der Kauf eines Computers, auf dem Microsofts neues Betriebssystem bereits vorinstalliert ist. Jedoch empfiehlt sich dieser Weg schon aus finanziellen Gründen nur, wenn der alte PC ohnehin reif für den Austausch ist. Billiger kommen Sie an Windows 11, wenn Sie bereits einen PC besitzen, auf dem Windows 7, 8.1 oder 10 läuft, oder Sie zumindest eine entsprechende Lizenz in der Schublade haben. Denn dann können Sie den PC mit Windows 11 ausstatten, und das in vielen Fällen sogar kostenlos. Falls Sie keine Lizenz besitzen, können Sie eine erwerben, eine FAQ zum Thema Windows kaufen finden Sie in [1].

Für den erfolgreichen Umstieg muss ein PC einige Voraussetzungen erfüllen.

Die Mindestanforderungen: Windows 11 verlangt nach einer 64-Bit-CPU mit zwei Kernen und 1 GHz Takt, 4 GByte RAM, 64 GByte Plattenplatz und einer Displayauflösung von mindestens 1280 × 720 Pixel. Obendrein nennt Microsoft als weitere Voraussetzungen Secure Boot, TPM 2.0 und eine kompatible CPU.

Sofern auf dem fraglichen PC bereits Windows 10 läuft, können Sie mit einem kostenlosen Programm von Microsoft prüfen, ob er die Anforderungen erfüllt (unter Windows 7 und 8.1 läuft das Programm nicht). Die „App zur PC-Integritätsprüfung“ finden Sie wie alle in diesem Artikel genannten Programme via ct.de/ykx6. Im Downloadordner landet eine Datei namens „WindowsPCHHealthCheckSetup.msi“. Nach Installation und Start des Programms klicken Sie oben auf „Jetzt überprüfen“. Sofern Ihnen die Anwendung bescheinigt, dass der PC die Anforderungen erfüllt, steht dem Umstieg nichts im Weg. Sie können Windows 11 wahlweise sauber neuinstallieren oder die vorhandene Windows-10-Installation auf Windows 11 aktualisieren. Letzteres klappt nur, wenn eine 64-Bit-Variante installiert ist.

Eine 32-Bit-Variante von Windows 11 gibt es nicht, und ein Upgrade von 32-Bit- auf 64-Bit-Windows hat Microsoft nicht vorgesehen. Ihnen bleibt in diesem Fall nur die komplette Neuinstallation.

Voraussichtlich wird Microsoft die Prüf-App demnächst automatisch per Windows Update auf allen Windows-10-Home- und -Pro-PCs installieren, der Knowledge-Base-Eintrag dazu existiert bereits (KB5005463).

Hardwarevoraussetzungen nicht erfüllt?

Wenn die PC-Integritätsprüfung nichts zu meckern hat außer: „Dieser PC muss den sicheren Start unterstützen“, dürfte Ihr PC ansich Windows-11-tauglich sein. Das Prüfprogramm ist bloß mit der Konfiguration unzufrieden, genauer: Windows nutzt zum Booten Legacy-BIOS- statt UEFI-Mechanismen. Und damit gibt es halt kein Secure Boot, und genau das ist hier gemeint. Um das Problem zu lösen, können Sie die Boot-Methode im BIOS-Setup umstellen, doch Achtung: Zusätzlich müssen Sie das Partitionsschema jenes internen Datenträgers, auf dem der Windows-Bootloader liegt, umstellen von MBR auf GPT. Ohne diesen Schritt startet Ihre Windows-Installation nicht mehr! Die Beschreibung der nötigen Handgriffe füllt einen eigenen Artikel [2]. Alternative: Sichern Sie Windows 10 mit unserem Sicherungsskript c't-WIMage. Prüfen Sie, dass das Sichern auch wirklich geklappt hat. Anschließend stellen Sie die Boot-Methode im BIOS-Setup um und spielen die Sicherung zurück. Alle dazu nötigen Anleitungen finden Sie unter [ct.de/wimage](https://www.ct.de/wimage).

Falls die PC-Integritätsprüfung noch mehr zu maulen hat, erfüllt Ihr PC vermutlich nicht die Systemvoraussetzungen. Dann bleiben Ihnen zwei Optionen: Entweder rüsten Sie den PC auf. Dazu finden Sie via [ct.de/ykx6](https://www.ct.de/ykx6) diverse c't-Artikel mit passenden Tipps. Oder Sie überlisten das Windows-Setup-Programm, mehr dazu lesen Sie im nachfolgenden Beitrag in dieser Ausgabe.

Neuinstallation 1: Media Creation Tool (MCT)

Um Windows 11 neu zu installieren, benötigen Sie zweierlei: Erstens ein Setup-Medium, also üblicherweise einen bootfähigen USB-Stick, der alles für die Installation Nötige enthält, und zweitens einen passenden Installationsschlüssel.

Zuerst zum Setup-Stick. Den richten Sie mit dem „Media Creation Tool“ (MCT)

ein. Das ist ein kostenloses Programm von Microsoft, welches ohne Installation auskommt. Es lädt alles Notwendige herunter und befüllt anschließend einen USB-Stick. Dieser ist bootfähig und Sie können davon Windows installieren. Auch ein ISO-Abbild kann das MCT erzeugen. Enthalten sind jeweils die Installationsdatensätze für Windows 11 Home, Education und Pro sowie deren N-Pendants (mehr zu den Windows-11-Editionen in [3]).

Für den Download klicken Sie auf der Microsoft-Website (siehe [ct.de/ykx6](https://www.ct.de/ykx6)) unterhalb von „Erstellen von Installationsmedien für Windows 11“ auf „Jetzt herunterladen“. In Ihrem Download-Ordner landet das Programm „MediaCreationToolW11.exe“. Nach dem Start akzeptieren Sie die Lizenzbedingungen. Der nachfolgende Dialog „Sprache und Edition auswählen“ ist falsch benannt, denn Sie können lediglich die vorausgewählte Sprache ändern. Wählen Sie als nächstes, ob Sie einen USB-Stick befüllen oder ein ISO-Abbild erzeugen wollen.

Der USB-Stick muss mindestens 8 GByte Platz bieten. Obacht, er wird nachfolgend vollständig gelöscht und anschließend neu partitioniert und formatiert. Stellen Sie also sicher, dass nichts Wichtiges darauf ist. Ziehen Sie zudem besser alle anderen USB-Laufwerke ab, um Verwechslungen zu vermeiden. Nach der Auswahl des Sticks lädt Windows alles erforderliche herunter und befüllt den Stick, der anschließend einsatzbereit ist.

Sie können statt eines Sticks auch eine USB-SSD oder -Festplatte verwenden. In den meisten Fällen spielt der Unterschied keine Rolle, in Einzelfällen aber doch: Alle USB-Komponenten müssen zusammenspielen, damit das Booten klappt. Während bei einem Stick nur Stick und An-

schluss miteinander klarkommen müssen, kommen bei einer Platte noch das Gehäuse beziehungsweise dessen Controller sowie das Kabel hinzu – und an allen kann das Booten scheitern. Nach unseren Erfahrungen gelingt es mit Sticks daher etwas zuverlässiger.

Neuinstallation 2: Installationsschlüssel

Wie von den Vorgängerversionen gewohnt, verlangt auch das Setup-Programm von Windows 11 nach einem Installationsschlüssel. Er muss zur Edition passen, für Pro benötigen Sie also einen anderen Schlüssel als für Home, und für Home einen anderen als für Home N. Je nach Ausgangslage brauchen Sie sich aber nicht selbst um den Schlüssel zu kümmern.

Das Setup-Programm sucht in der Firmware des Mainboards in der ACPI-Tabelle „MSDM“ nach einem dort hinterlegten Installationsschlüssel, und falls es fündig wird, verwendet es diesen. Fündig wird es ausschließlich dann, wenn der PC-Hersteller den Schlüssel dort gespeichert hat. Das klappt also nur bei PCs, auf denen bei der Auslieferung Windows 8, 8.1 oder 10 vorinstalliert war. Das Windows-11-Setup-Programm wird Sie bei so einem Fund gar nicht erst nach einem Schlüssel fragen. Stattdessen bietet es direkt die zum Schlüssel passende Edition zur Installation an (falls sie eine andere installieren wollen, hilft unverändert [4] weiter).

Falls das Setup-Programm in der Firmware nicht fündig wird, bleibt Ihnen das Eingeben des Schlüssels womöglich trotzdem erspart. Voraussetzung ist, dass auf dem PC schon mal Windows 10 installiert und aktiviert wurde. Denn dabei wurde ein Hash über die gesamte Hardware gebildet und zusammen mit dem



Wenn auf einem PC schon mal Windows 10 installiert und aktiviert wurde, können Sie wegen der „digitalen Lizenz“ auf diesem PC Windows 11 sauber neu installieren, ohne dabei einen Installationsschlüssel eingeben zu müssen – das Aktivieren erledigt Windows 11 dann automatisch.

Schlüssel auf Microsofts Aktivierungsserver hochgeladen. Dort fand die Prüfung der Gültigkeit des eingegebenen Schlüssels statt, und bei Erfolg war Windows aktiviert. Zudem speichert der Aktivierungsserver das Ergebnis als „Digitale Lizenz“. Wenn Sie Windows 10 nun erneut installieren würden, würde wieder ein Hardware-Hash gebildet. Da auf dem Aktivierungsserver eine dazu passende digitale Lizenz existiert, würde er Windows 10 aktivieren, und zwar ohne erneute Eingabe des Installationsschlüssels. Der Cloud: Windows 11 bildet bei identischer Hardware denselben Hash. Mit anderen Worten: Wenn Sie Windows 11 auf einem PC installieren, auf dem dieselbe Edition von Windows 10 schon mal installiert und aktiviert war, klappt das Aktivieren automatisch und ohne Eingabe eines Installationsschlüssels, sobald eine Netzwerkverbindung hergestellt wurde.

Wenn die beiden in den vorigen Absätzen beschriebenen Szenarien bei Ihrem PC nicht zutreffen, brauchen Sie doch einen zur Edition passenden Installationsschlüssel. Es muss aber kein Windows-11-Schlüssel sein. Denn das neue Windows akzeptiert welche von Windows 7, 8, 8.1 und 10. Falls Sie dazu Fragen haben: In [5] finden Sie eine umfassende und unverändert gültige FAQ zur Aktivierung beim Gratis-Upgrade. Falls Sie Windows besonders günstig erworben haben, drohen jedoch zusätzliche Aktivierungshürden [6].

Neuinstallation 3: Setup

Eine Neuinstallation von Windows 11 läuft im Wesentlichen genauso ab wie bei den Vorgängern. Haben Sie also schon mal Windows Vista, 7, 8, 8.1 oder 10 installiert, wird Ihnen das Procedere bekannt vorkommen – auch wenn es an manchen Stellen anders aussieht.

Stöpseln Sie den vom MCT erstellten Stick an und booten Sie den PC davon (Hilfe dabei liefert bei Bedarf eine weitere FAQ [7]). Bestätigen Sie den Sprachauswahl-dialog mit Klick auf „Weiter“. Die Eingabe des Installationsschlüssels können Sie überspringen durch Klick auf den Link „Ich habe keinen Product Key“.

Die nächste Frage gilt der Edition; Wählen Sie die, die Sie besitzen. Setzen Sie das „Ich akzeptiere...“-Häkchen bei den Lizenzbestimmungen. Wählen Sie als Installationsart „Benutzerdefiniert“ aus, die andere funktioniert beim Booten vom Stick ohnehin nicht. Der nächste Dialog zeigt die vorhandenen Partitionen an. So-

fern sich auf dem PC nichts Wichtiges befindet, ist es am einfachsten, einfach alle vorhandenen Partitionen zu löschen und Windows anschließend auf dem „Nicht zugewiesenen Speicherplatz“ installieren zu lassen. Das Setup-Programm partitioniert und formatiert dann alles selbst. Dann heißt es warten, nach zwei Neustarts geht es weiter mit der Ersteinrichtung („Out Of Box Experience“, OOBE).

Neuinstallation 4: OOBE

Die Ersteinrichtung beginnt mit den Fragen nach Region, Tastaturlayout und so weiter. Sofern Lautsprecher angeschlossen sind, erklärt eine weibliche Stimme zudem, wie die Hilfsmittel zur Barrierefreiheit zu aktivieren sind. Bei aktiver Internetverbindung können Sie einen Namen für die Installation vergeben („Benennen wir Ihr Gerät“).

Anschließend will das Setup-Programm, dass Sie ein neues Microsoft-Konto einrichten oder ein bereits vorhandenes angeben, mit dem Sie sich künftig an Windows anmelden. Für diesen Schritt ist eine Internetverbindung notwendig. Der einfachste Weg, statt eines Microsoft-Kontos ein herkömmliches lokales Benutzerkonto zu verwenden: Tippen Sie als Name des Microsoft-Kontos „Microsoft“ ein, als Kennwort irgendwelchen Unfug (ein Zeichen reicht) und bestätigen Sie. Dann erfahren Sie, dass dieses Konto gesperrt ist und dürfen doch noch ein lokales Konto einrichten. Falls Sie sich nicht sicher sind, welche Art von Konto Sie verwenden wollen, finden Sie in [8] ein Pro & Contra.

Das mit der angeblich nötigen Internetverbindung ist übrigens gelogen. Wenn Sie vor der Installation den Netzwerkstecker ziehen, kann das Setup-Programm die Netzwerkverbindung nicht automatisch herstellen. Bei allen Editionen außer Home können Sie den dann erscheinenden Netzwerkverbindungsdialog durch Klicks auf „Ich habe kein Internet“ und „Mit eingeschränkter Einrichtung fortfahren“ abbrechen. „Eingeschränkt“ sind später bloß jene Funktio-

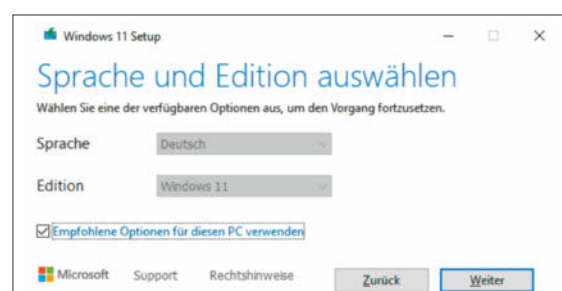
nen, die zwingend ein Microsoft-Konto erfordern (OneDrive, Synchronisation über mehrere PCs und so weiter), sonst aber nichts. Das einzige, was tatsächlich kurz mal eine Online-Verbindung erfordert, ist das Aktivieren. Ist das erledigt, läuft Windows 11 dauerhaft auch ohne Netz.

Nutzer von Windows 11 Home werden noch hartnäckiger zum Microsoft-Konto gedrängt: Der Link „Ich habe kein Internet“ fehlt hier, und zwar selbst dann, wenn der PC tatsächlich weder über LAN noch über WLAN verfügt. Die Installation lässt sich in diesem Fall an dieser Stelle nicht fortsetzen. Abhilfe: Laden Sie sich via ct.de/ykx6 die Datei „Autounattend.xml“ herunter und speichern Sie sie im Wurzelverzeichnis des Setup-Sticks. Die Datei beantwortet dann während des Setups alle Fragen an Ihrer Stelle. Zudem richtet es ein lokales Konto namens „ct“ ein, Beschreibung, Anzeigename und Organisation bekommen denselben Namen. Falls Sie andere Namen wollen: Die XML-Datei können Sie im Texteditor bearbeiten, das Anpassen erledigen Sie in den Zeilen 20, 21 sowie 44 bis 46. Die XML-Datei funktioniert mit allen Windows-11-Editionen.

Weiter geht es für Sie in diesem Artikel im Abschnitt „Der Abschluss“.

Upgrade 1: Backup!

Eine bestehende Windows-8.1- oder -10-Installation können Sie so auf Windows 11 aktualisieren, dass dabei Ihre Dateien, Anwendungen und Einstellungen erhalten bleiben. Doch Obacht, bevor Sie das Upgrade angehen, sollten Sie unbedingt eine Sicherungskopie Ihrer Windows-Installation anfertigen. Das liegt am technischen Ablauf des Upgrades: Das Setup-Programm verschiebt die Windows-Installation zuerst in einen neuen Ordner namens „Windows.old“. Danach installiert es Windows 11 frisch daneben und versucht schließlich, alle Daten, Einstellungen und Anwendungen aus der alten in die neue Installation zu übernehmen. Und dieser Versuch klappt zwar meistens, aber eben nicht immer.



Mit dem „Media Creation Tool“ (MCT) präparieren Sie einen Stick so, dass er bootfähig ist und Sie damit Windows 11 installieren können.

Zum Anfertigen der Sicherungskopie können Sie unser Sicherungsskript c't-WIMage verwenden, alle Anleitungen, Downloads und ein Forum zu finden Sie unter ct.de/wimage.

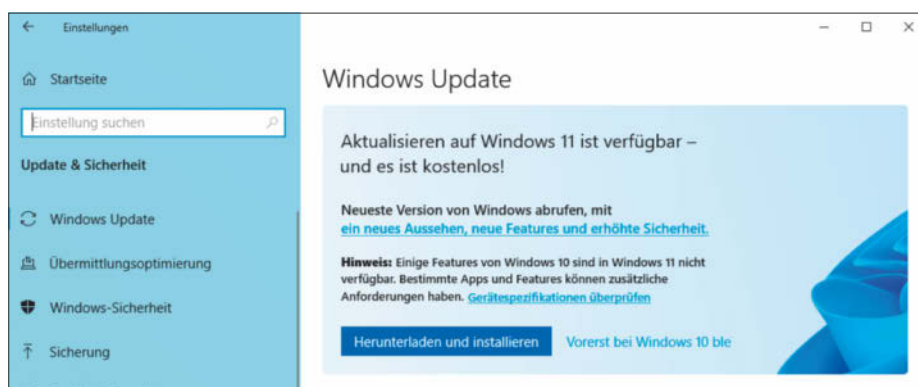
Upgrade 2: Der empfehlenswerte Weg

Sofern Ihr Windows-10-PC zu jenen gehört, die Microsoft für besonders kompatibel hält, können Sie das Upgrade einfach bei laufendem Windows in den Einstellungen unter „Update und Sicherheit“ anstoßen: Einfach auf Schaltfläche „Herunterladen und installieren“ klicken. Um es deutlich zu sagen: Das ist derzeit der einzig wirklich empfehlenswerte Weg. Denn das Vorhandensein dieser Schaltfläche ist der einzig sichere Hinweis darauf, dass Microsoft Ihren PC für hinreichend kompatibel hält. Nach einem Klick darauf wird alles Nötige heruntergeladen und installiert, weiter geht es dann in diesem Artikel im Abschnitt „Der Abschluss“.

Fehlt die Schaltfläche, kann das bedeuten, dass Sie entweder schlicht noch nicht an der Reihe sind. Denn Microsoft verteilt das Upgrade nicht an alle auf einmal, sondern nach und nach. Oder Microsoft weiß von Problemen mit der Hard- oder Software Ihres PC. Da Sie von Microsoft aber nicht erfahren werden, was in Ihrem Fall zutrifft, bleibt ein Unsicherheitsfaktor. Falls Sie ein Upgrade in diesem Fall auf anderem Weg anstoßen, geschieht das also auf eigene Gefahr. Daher lautet unsere Empfehlung: Fehlt die Schaltfläche auf Ihrem PC, üben Sie sich in Geduld. Windows 10 bekommt noch bis 2025 Sicherheitsupdates, lässt sich bis dahin also noch weinternutzen.

Upgrade 3: Erzwingen

Falls Sie das Upgrade partout bereits wollen, obwohl Microsoft es auf Ihrem PC nicht anbietet, gibt es zwei Wege dazu. Der erste ist für jene gedacht, die das Upgrade nur einmalig erledigen wollen. Klicken Sie auf der Website microsoft.com/software-download/windows11 unter „Installationsassistent für Windows 11“ auf „Jetzt herunterladen“. Im Download-Ordner landet ein Programm namens „Windows11InstallationAssistant.exe“. Nach seinem Start benötigt es Sie gegebenenfalls, die oben erwähnte „App zur PC-Integritätsprüfung“ zu installieren und laufen zu lassen. Danach können Sie im Installationsassistenten die Lizenzbestimmungen abnicken und sich zurücklehnen. Das Programm lädt alles herunter und startet das Upgrade.



Das Upgrade von Windows 10 auf Windows 11 können Sie im einfachsten Fall in den Einstellungen unter „Update und Sicherheit“ per Mausklick starten. Das ist zudem der einzig empfehlenswerte Weg.

Der zweite Weg ist für jene gedacht, die mehr als einen PC aktualisieren wollen: Erzeugen Sie wie oben im Abschnitt „Neuinstallation 1: MCT“ einen USB-Stick. Damit können Sie mehrere PCs aktualisieren, ohne jedes Mal alles erneut herunterladen zu müssen. Für ein Upgrade dürfen Sie aber nicht vom Stick booten. Starten Sie stattdessen bei laufendem Windows 10 das Programm „Setup.exe“ aus dem Wurzelverzeichnis des Sticks und nicken Sie nach dem Wegklicken des Willkommen-Bildschirms die Lizenzbestimmungen ab. Es erscheint die Frage, was Sie behalten wollen. Die Vorauswahl bedeutet „alles“, auch wenn anderes als beim MCT für Windows 10 das 11er-MCT nur noch zwei statt drei Auswahlmöglichkeiten anbietet. Haben Sie bislang ein lokales Benutzerkonto genutzt, bleibt es beim Upgrade erhalten, es wird also nicht auf ein Microsoft-Konto umgestellt.

Der Abschluss

Ob Neuinstallation oder Upgrade: Am Ende des Setups folgen Fragen nach Region, Tastaturlayout weiter. Zudem können Sie einige Datenschutzeinstellungen festlegen (Standort, Telemetriedaten und so weiter), bei denen die untere Option stets die datensparsamere ist. Danach brauchen Sie nur noch kurz zu warten, bis der Desktop erscheint.

Was nun noch fehlt: ein prüfender Blick auf Updates, Treiber und Aktivierung. Drücken Sie die Tastenkombination Windows+i, dann öffnen sich die Einstellungen. Links finden Sie ganz unten „Windows Update“. Klicken Sie dort auf „Nach Updates suchen“.

Nach dem Einspielen der Updates klicken Sie in den Einstellungen links auf „System“, dann unten auf „Info“. Scrollen Sie

etwas nach unten, dann finden Sie unter „Verwandte Einstellungen“ die Schaltfläche „Product Key und Aktivierung“. Hier kontrollieren Sie den Status der Aktivierung und können bei Bedarf die Eingabe Ihres Installationsschlüssels nachholen. Nach einem Klick auf den Zurück-Pfeil oben links öffnen Sie den Gerätemanager. Für Geräte mit Frage- oder Ausrufezeichen installieren Sie die nötigen Treiber nach (via Kontextmenü: „Treiber aktualisieren“). Lassen Sie Windows automatisch nach Treibern suchen. Auf diese Weise findet es so manchen Treiber, den Windows-Update nicht herbeischafft. Sollten danach im Gerätemanager noch unerkannte Geräte verbleiben, besorgen Sie sich die nötigen Treiber von Website des Herstellers. Alles installiert und aktiviert? Glückwunsch, auf Ihrem PC läuft Windows 11! (axv@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Axel Vahldiek, FAQ: Windows kaufen, c't 22/2020, S. 174, auch kostenlos online lesbar unter ct.de/-4920043
- [2] Axel Vahldiek, Anders hochfahren, Windows 10 von klassischem Start auf UEFI-Boot umstellen, c't 14/2019, S. 162
- [3] Axel Vahldiek, Versionsparade, Windows 11: Editionen, Lizenzen, Gratis-Upgrade, c't 22/2021, S. 30
- [4] Axel Vahldiek, Hotline-Tipp: Windows 10 Home lässt sich nicht durch Pro ersetzen, c't 3/2016, S. 148, auch kostenlos online lesbar unter ct.de/-3072055
- [5] Axel Vahldiek, FAQ: Aktivierung beim Gratis-Upgrade, c't 4/2018, S. 114, auch kostenlos online lesbar unter ct.de/-3953069
- [6] Axel Vahldiek, Lauter Freischalter, Was die Windows-Aktivierungsverfahren für Schnäppchenjäger bedeuten, c't 24/2019, S. 138
- [7] Axel Vahldiek, FAQ: Booten von USB-Laufwerken, c't 24/2018, S. 172, auch kostenlos online lesbar unter ct.de/-4209809
- [8] Axel Vahldiek, Hajo Schulz, Engelchen oder Teufelchen?, Microsoft-Konto: Pro & Contra, c't 13/2021, S. 18

Literatur, Downloads: ct.de/ykx6



Bild: Andreas Martini

Dann halt so ...

Windows-11-Setup ohne Hardware-Prüfung

Sie können das Setup-Programm von Windows 11 anweisen, bei der Installation die Hardwareanforderungen größtenteils zu ignorieren. Wir zeigen, wie das je nach Art der Installation geht – und dann gibt es noch einen wichtigen Haken.

Von Axel Vahldiek

Die offiziellen Hardwareanforderungen von Windows 11 sind überzogen, weil dieses Betriebssystem ohne Murren auch auf älterer Hardware läuft, genauer: auf fast jedem Rechner, der auch Windows 7, 8(.1) oder 10 ausführen kann. Das Setup-Programm für Windows 11 prüft trotzdem, ob der PC die vorgegebenen Anforderungen erfüllt – falls nicht, verweigert es die Arbeit. Microsoft hat aber selbst Auswege vorgesehen: Sind bestimmte Registry-Schlüssel vorhanden, ignoriert das Setup-Programm manche Prüfergebnisse und versucht, je nach Installationsmethode Windows 11 sogar auf steinalte Hardware zu bringen. Wohlge-

merkt: Dass das Setup-Programm diese Schlüssel beachtet, hat Microsoft ihm extra beigebracht, es handelt sich hier also keineswegs um irgendeinen dubiosen Hack. Das Setzen der Schlüssel ist rein technisch keine Herausforderung, wohl aber etwas anderes: Sie sollten sich darüber im Klaren sein, welche Folgen das haben kann.

Die meisten PCs heute dürften folgende Anforderungen erfüllen: 4 GByte RAM, 64 GByte Plattenplatz sowie eine CPU mit mindestens zwei Kernen und 1 GHz Takt. Auf einem PC, der nicht mal diese Anforderungen erfüllt, macht Windows 11 ohnehin keinen Spaß. Anders sieht es mit den

weiteren Anforderungen aus: Ein TPM 2.0 soll vorhanden sein, und der PC soll Secure Boot beherrschen. Letzteres setzt voraus, dass Windows per UEFI und nicht per Legacy BIOS bootet. Damit ist ausdrücklich die Boot-Methode gemeint und nicht die Firmware. Eine UEFI-Firmware kann (sofern der Hersteller das vorgesehen hat) das Booten per Legacy BIOS emulieren, und zwar mithilfe eines CSM (Compatibility Support Module). Falls so eines vorhanden ist, muss es also deaktiviert sein. Zudem muss der Prozessor ein „kompatibler“ sein. Was genau das im Detail bedeutet, konnte Microsoft bis Redaktionsschluss nicht erklären und verweist stattdessen auf Listen, in denen die „kompatiblen“ stehen (siehe ct.de/ysk5). Grob zusammengefasst ist alles, was älter als vier Jahre ist, zu alt für Windows 11. Weitere Details finden Sie in [1].

Des Weiteren existieren zwei verschiedene Wege zum Umstieg von Windows 10 auf 11. Erstens die frische Neuinstallation und zweitens das Aktualisieren einer vorhandenen Windows-10-Installation auf Windows 11 („Upgrade“). Jeder Weg erfordert eigene Registry-Schlüssel zum Ignorieren von Hardwareanforderungen. Das führt dazu, dass mit den Schlüsseln eine Neuinstallation sogar auf einem per Legacy BIOS bootenden PC ohne Secure Boot und TPM gelingt. Ein Upgrade hingegen setzt zwingend ein beliebiges TPM und vor allem Secure Boot voraus (es muss vorhanden sein, braucht aber nicht aktiviert zu sein). Das wiederum bedeutet, dass das zu aktualisierende Windows per UEFI booten muss.

Es geht noch weiter: Von Windows 11 sollen wie von Windows 10 regelmäßig neue Versionen erscheinen. Sie einzuspielen ist auf Dauer unerlässlich, denn jede Windows-11-Version bekommt nur für einen begrenzten Zeitraum Support. Spätestens nach zwei Jahren (Home und Pro) oder drei Jahren (Enterprise und Education) erhalten Sie sonst keine neuen Sicherheitsupdates mehr. Erst nach dem (kostenlosen) Umstieg auf eine neuere Version gibt es wieder welche. Wie Windows-11-Rechner neue Versionen erhalten, ist noch unklar, aber bei Windows 10 nutzte Microsoft zwei Methoden zum Verteilen: Als Updates, bei denen nur die geänderten Dateien ausgetauscht werden, sowie als Upgrades, bei denen das Setup-Programm die neue Version neben die alte installiert und anschließend versucht, alle Anwendungen, Dateien und Einstellungen aus der

Hardwareanforderungen für Windows 11 – je nach Installationsmethode

Komponente	Neuinstallation mit Originalanforderungen	Upgrade mit Originalanforderungen	Neuinstallation mit Registry-Hack	Upgrade mit Registry-Hack
RAM	4 GByte	4 GByte	2 GByte	4 GByte
Platz auf HDD/SSD	ca. 20 GByte	ca. 20 GByte	ca. 20 GByte	ca. 20 GByte
CPU	2 Kerne, 1 GHz Takt	„kompatibel“, 2 Kerne, 1 GHz Takt	2 Kerne, 1 GHz Takt	2 Kerne, 1 GHz Takt
TPM	TPM 2.0	TPM 2.0	nicht erforderlich	TPM 1.2 oder 2.0
Secure Boot	Option muss vorhanden, aber nicht aktiviert sein	Option muss vorhanden, aber nicht aktiviert sein	nicht erforderlich	Option muss vorhanden, aber nicht aktiviert sein
Booten per UEFI	erforderlich	erforderlich	nicht erforderlich	erforderlich

alten in die neue zu übernehmen.

Sie ahnen nun vermutlich, wo der Haken liegt: Falls eine künftig erscheinende Windows-11-Version als Upgrade statt als Update verteilt wird, spielt dabei ein weiteres Mal das Setup-Programm eine entscheidende Rolle. Anders formuliert: Ja, bei einer Neuinstallation können Sie mehr Prüfungen der Hardware überspringen als bei einem Upgrade, aber langfristig droht die Gefahr, dass Ihnen das Setup-Programm beim nächsten Upgrade doch noch Steine in den Weg legt. Möglicherweise baut Microsoft aus späteren Versionen des Setup-Programms die Kenntnis der Registry-Schlüssel sogar wieder aus, um Upgrades nur noch auf kompatibler Hardware zu erlauben. Und Upgrades erfordern zwingend das dazugehörige Setup-Programm, andere Wege zum Einspielen sind uns jedenfalls nicht bekannt.

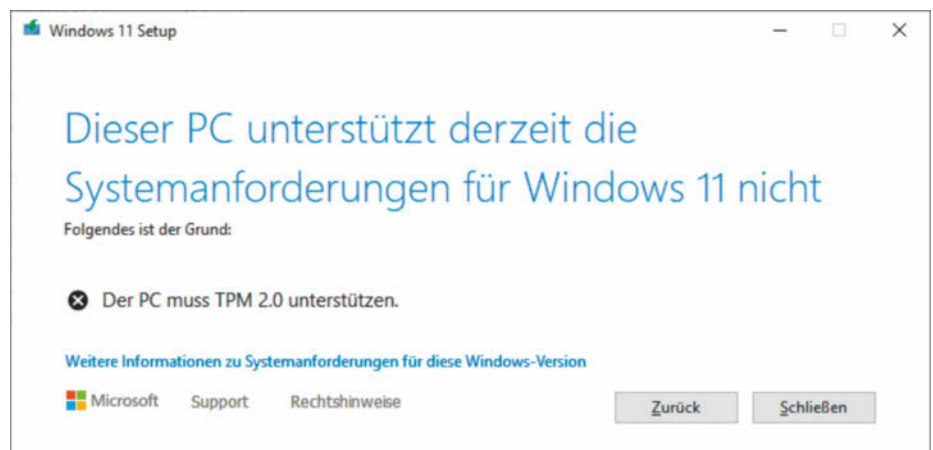
Was Hoffnung machen mag: Es ist durchaus denkbar, dass Microsoft bei späteren Windows-11-Versionen die Hardwareanforderungen aus Sicherheitsgründen nach unten korrigiert. Denn wenn 2025 der Support für Windows 10 ausläuft und dann trotzdem noch massenhaft Windows-

11-inkompatible Rechner mit Windows 10 betrieben werden, besteht sonst die Gefahr, dass die Oldies ohne Support weiterlaufen. Werden sie dann reihenweise von Schädlingen befallen und beispielsweise zu Virenschleudern umfunktioniert, bedroht das potenziell auch Windows-11-Rechner. Um das zu verhindern, könnte Microsoft den Umstieg auf Windows 11 später doch noch auch auf älterer Hardware erlauben. Das große Aber an dieser Überlegung: Eine Garantie dafür gibt es nicht.

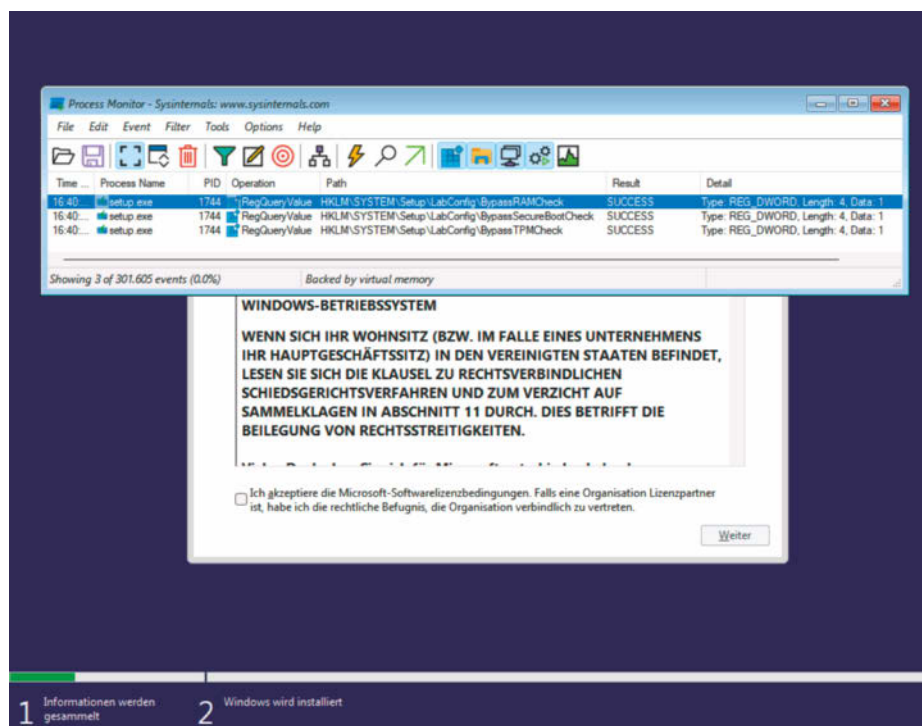
Kurzum: Sie sollten genau überlegen, ob Sie Windows 11 auf Hardware installieren, die die Anforderungen nicht erfüllt. Für zeitlich nur befristet benötigte Rechner dürfte die Entscheidung dabei anders ausfallen als für dauerhaft eingesetzte – bei letzteren besteht irgendwann die Gefahr, dass sie keine Upgrades mehr bekommen.

Upgrade

Zuerst zur Upgrade-Installation, denn hier ist das Verfahren besonders simpel: Microsoft hat es sogar dokumentiert (siehe ct.de/ysk5). Es reicht aus, in der Registry des laufenden Systems unter HKLM\SYSTEM\Setup\MoSetup ein DWORD namens AllowUpgrade



Mit einem Trick lässt sich Windows 11 auf einem PC ohne TPM sauber neu installieren. Das Aktualisieren von Windows 10 auf 11 hingegen gelingt nur, wenn ein TPM im Rechner steckt und Windows per UEFI bootet.



Der Process Monitor beweist, dass Windows-Setup während einer Neuinstallation andere Schlüssel berücksichtigt als bei einer Upgrade-Installation.

swithUnsupportedTPMOrCPU mit dem Wert 1 zu erzeugen. Anschließend stöpseln Sie einen mit dem Media Creation Tool (MCT) erzeugten USB-Setup-Stick an den PC und starten bei laufendem Windows 10 das Programm Setup.exe aus dem Wurzelverzeichnis des Sticks. Wie Sie den Stick mit dem MCT erstellen und wie die Upgrade-Installation nach dem Start von Setup.exe durchläuft, steht im Beitrag auf Seite 24.

Auf diese Weise gelingt das Aktualisieren einer Windows-10-Installation auf einem PC mit einer beliebigen CPU, die zwei Kerne und 1 GHz Takt hat, sowie mit einem beliebigen TPM. Der PC muss jedoch per UEFI booten und Secure Boot zumindest als Option verfügbar sein.

Neuinstallation

Wenn Sie Windows 11 nur einmalig neu installieren wollen, laden Sie via ct.de/ysk5 die Datei „Bypass.reg“ herunter. Kopieren Sie die Datei auf den Setup-Stick, den das MCT erstellt hat. Nach dem Booten vom Stick drücken Sie, sobald „Jetzt installieren“ erscheint, die Tastenkombination Umschalt+F10, woraufhin eine Eingabeaufforderung erscheint. Tippen Sie Regedit zum Starten des Registry-Editors ein. In der Menüleiste unter „Datei“ klicken Sie auf „Importieren“ und hangeln sich im Durchsuchen-Dialog zur Reg-Da-

tei durch. Öffnen Sie sie, nicken Sie die Sicherheitsnachfrage ab, fertig. Schließen Sie den Registry-Editor und fahren Sie mit der Installation fort.

Windows 11 können Sie auf diesem Weg auf einem quasi beliebigen x86-PC frisch installieren, egal ob per UEFI oder Legacy BIOS bootet, wie viel RAM und welche CPU drinsteckt und ob er ein TPM besitzt.

Schlüsselfragen

Noch ein Wort zur Datei Bypass.reg-Datei. Darin stecken drei Registry-Schlüssel, die Sie nach dem Booten vom Stick im Prinzip auch von Hand in der Registry erstellen können (unsere Datei dient nur Ihrer Bequemlichkeit). Sie gehören alle drei unter

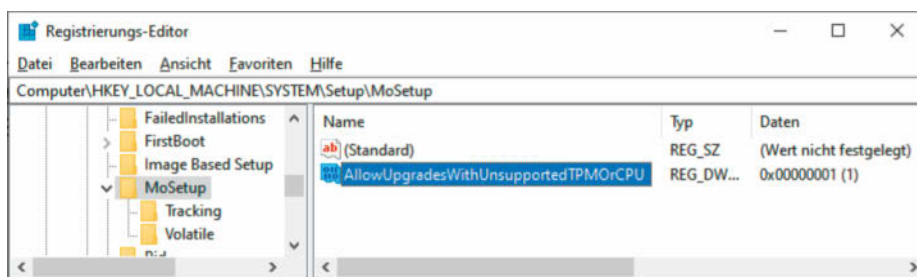
HKLM\system\Setup\LabConfig. Es sind die Zeichenfolgen BypassRAMCheck, BypassSecureBootCheck und BypassTPMCheck, alle jeweils mit Wert 1. Weitere Schlüssel kennt Setup.exe nicht – als wir in [1] berichtet haben, dass es zwei weitere gäbe, haben wir uns geirrt. Behauptet hatten wir, dass es einen Schlüssel zum Umgehen der Prüfung der CPU gäbe, doch die findet bei einer Neuinstallation anders als bei einem Upgrade ohnehin nicht statt. Auch der angebliche Schlüssel zum Umgehen der Platzprüfung auf dem internen Datenträger war nutzlos, die Beschwerde über zu wenig Platz können Sie auch ohne problemlos durch Klick auf „Weiter“ ignorieren.

Herausgefunden haben wir das, weil wir dem Setup-Programm mit dem Process Monitor von Sysinternals [2, 3, 4] bei allen Zugriffen auf Registry und Datenträger zugeschaut haben [2, 3, 4]. Auch das Upgrade haben wir mit dem Process Monitor beobachtet. Auf diesem Wege stellen wir auch fest, dass bei einer Neuinstallation Setup.exe, bei einem Upgrade hingegen SetupHost.exe die eigentliche Arbeit erledigt. Und während Setup.exe prüft, ob die Schlüssel für eine Neuinstallation vorhanden sind, sucht SetupHost.exe nur nach dem fürs Upgrade. Die jeweils anderen Schlüssel ignorieren beide Programme. (axv@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Hier will ich nicht, Windows 11: Hardwarevoraussetzungen erstmals überprüfbar, c't 20/2021, S. 30
- [2] Axel Vahldiek, Unter dem Mikroskop, Windows analysieren mit dem Process Monitor – Teil 1, c't 16/2017, S. 148
- [3] Axel Vahldiek, Schärfer stellen, Windows analysieren mit dem Process Monitor – Teil 2, c't 17/2017, S. 154
- [4] Hajo Schulz, Noch mehr Durchblick, Windows analysieren mit dem Process Monitor – Teil 3, c't 18/2017, S. 162

Bypass.reg, CPU-Listen,



Für das Herabsetzen der Hardwareanforderungen bei einer Upgrade-Installation von Windows 10 auf 11 reicht ein einziger Registry-Schlüssel. Bei einer Neuinstallation sind stattdessen drei andere nötig.



EUROPEAN CLOUD HOSTING

Frankfurt · München · Zürich · Genf · Wien · Sofia

Unsere Infrastruktur für Ihre Applikationen

Exoscale ist Ihr verlässlicher Partner für Cloud Hosting in Europa. Sicherheit, Skalierbarkeit und Datenschutz bilden die Basis unserer Cloud-Lösung. Starten Sie Ihre **DSGVO-konforme Cloud** innerhalb von Sekunden bei Exoscale und skalieren Sie jederzeit. Deployen Sie Ihre Infrastruktur über unser **simples Webinterface, CLI, OpenAPI** oder **IaC**. Engineers und Unternehmen in ganz Europa vertrauen bereits auf die Exoscale Cloud.

Werden Sie Teil der Exoscale Community!

www.exoscale.com



Compute



SKS (Kubernetes)



DBaaS



GPU Server



DNS



Object Storage



Vorwärts nach irgendwo

Ampel-Digitalpolitik: Bürgerrechte werden gestärkt, Digitalisierungsziele bleiben schwammig

Die Ampelparteien stellen die Digitalisierung des Staates in ihrem Koalitionsvertrag ganz nach vorn, bleiben inhaltlich aber im Ungefähren. Immerhin werden sie bei Bürgerrechten und IT-Sicherheit konkret.

Von Christian Wölbert

Was in Deutschland digitalpolitisch schief läuft, demonstrierte die alte Bundesregierung noch kurz vor der Wahl: Da veröffentlichte das Bundeskanzleramt eine App für digitale Ausweise namens ID-Wallet und fuhr damit dem eigentlich für das Thema zuständigen Innenministerium in die Parade. Obendrein ignorierte Kanzleramtschef Helge Braun (CDU) eine Warnung des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik, das die App für unsicher erklärt hatte.

Es kam, wie es kommen musste: Wenige Tage nach dem Start zerpfückten Sicherheitsexperten die App in aller Öffentlichkeit, Brauns Projektteam zog sie kleinlaut zurück. Doch das Vertrauen der Bürger in den Staat war da bereits beschädigt – weil Eitelkeiten und Kompetenzgerangel ganz offensichtlich mehr zählten als ein durchdachtes Konzept.

Eine fundierte Digitalpolitik aus einem Guss, so lautet deshalb der Wunsch vieler Experten an die nächste Bundesregierung. Doch der Koalitionsvertrag zwischen SPD, Grünen und FDP bleibt bei diesem Thema vage: Die Digitalkompetenzen in der Bundesregierung sollen „neu geordnet und gebündelt“ werden, schreiben die Partner, lassen aber komplett offen, was sie damit meinen.

Schwammige Strukturen

Klar ist, dass die Ampel kein neues Digitalministerium einrichtet. Stattdessen will sie das bisherige Ministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur zu „Verkehr und Digitales“ aufwerten. Das künftig FDP-geführte Haus wird aber kein Superdigitalressort. Es könnte einige Kompetenzen zum Beispiel des Wirtschaftsministeriums übernehmen, doch die wichtige Digitalisierung der Verwaltung bleibt laut SPD im Innenministerium. Auch andere Ressorts dürfen weiterhin Digitalthemen beackern.

Der Wirtschaftsverband Bitkom hofft, dass das Verkehrsministerium zumindest übergreifend steuert: „Nun muss sich zeigen, dass es auch in der Praxis mit allen Rechten und Ressourcen ausgestattet wird, um die Digitalisierung zu konzentrieren und voranzutreiben.“ Die Ampel selbst verliert dazu im Vertrag aber kein Wort. Auch sonst deutet sie das Thema Steuerung nur an: Die Föderale IT-Kooperation (Fitko), eine Schaltstelle zwischen Bund

und Ländern, soll mehr Geld bekommen. Der Bundes-CIO, der im Innenministerium arbeitet und der aus der Sicht mancher Experten gestärkt werden sollte, wird im Vertrag nicht einmal erwähnt.

Das bislang ohnehin eher repräsentative Amt der Digital-Staatsministerin (bislang Dorothee Bär, CSU) fehlt in der Liste der Staatsminister, fällt also anscheinend weg. Ansonsten gibt es aber keine Anzeichen dafür, dass die Ampel Strukturen straffen will, zum Beispiel durch Zusammenlegung von Behörden wie der Bundesnetzagentur und der Mobilfunkinfrastrukturgesellschaft, die sich gegenseitig auf die Füße treten. Dabei wäre das nach Ansicht vieler Experten dringend nötig. „Es gibt zu viele Behörden, zu viele Gremien, zu viele Arbeitskreise“, klagt ein hoher Bundesbeamter hinter vorgehaltener Hand.

Keine Summen, kein Zeitrahmen

Auch was die Finanzierung angeht, bleibt die Ampel schwammig. Sie will „ein zentrales zusätzliches Digitalbudget“, nennt aber keine Summe und keinen Verantwortlichen. Zeitliche Ziele sucht man ebenfalls vergeblich. Weder bei der Digitalisierung der Verwaltung noch beim Breitbandausbau sagen die künftigen Koalitionäre, was bis wann passieren soll.

Auch beim Thema Föderalismusreform formulieren sie vorsichtig: Sie wollen zwar mit den Bundesländern darüber sprechen, nennen aber keinen Zeitrahmen. Im Bereich Bildung wollen sie den Ländern mit einem „Digitalpakt 2.0“ Mittel für Hardware, Wartung und Administration zur Verfügung stellen.

Immerhin: Einige Ziele klingen auch ohne Zeitrahmen ehrgeizig. Die Ampel will alle Gesetze auf Digitaltauglichkeit prüfen, Schriftformerfordernisse mit einem Federstrich abschaffen und Begriffe wie „Einkommen“ vereinheitlichen, wodurch Anträge – etwa auf Kindergeld – einfacher werden sollen. Langfristig sollen staatliche Leistungen sogar „automatisch ausgezahlt werden“. Vorbild sind E-Government-Vorreiter wie Dänemark.



Ampel-Chefs Christian Lindner (FDP), Olaf Scholz (SPD), Annalena Baerbock (Grüne) und Robert Habeck (Grüne): Wer die Digitalisierung steuert, bleibt offen.

Insgesamt wirkt das Digitalkapitel aber dünn, vor allem, wenn man bedenkt, dass es im Vertrag ganz vorne steht – noch vor dem Klimaschutz.

Gegen Hintertüren

Während die Ampelpartner bei der Digitalisierung des Staates vage bleiben, machen sie in puncto Bürgerrechte und IT-Sicherheit klare Ansagen und kommen Forderungen aus der Zivilgesellschaft entgegen. Die Handschrift von Grünen und FDP ist hier klar erkennbar.

Anders als CDU und CSU will die Ampel zum Beispiel keine Videoüberwachung mit Gesichtserkennung, keine Klarnamenpflicht in sozialen Netzen und keine staatlichen Gegenangriffe auf Hacker („Hackbacks“).

Auch beim Thema Verschlüsselung setzen die Drei sich von der Union ab: Statt Hintertüren für Ermittler wollen sie ein „Recht auf Verschlüsselung“. Um dieses mit Leben zu füllen, sollen Behörden „die Möglichkeit echter verschlüsselter Kommunikation“ anbieten – also ein System mit Ende-zu-Ende-Verschlüsselung anstelle der für Ermittler mitlesbaren De-Mail. „Maßnahmen zum Scannen privater Kommunikation“, wie die EU-Kommission sie plant, lehnt die Ampel ab (siehe c't 25/2021, S. 14).

Auch beim Thema Sicherheitslücken folgt die Ampel den Forderungen von Organisationen wie dem Chaos Computer Club: Ermittler und Nachrichtendienste sollen keine Lücken mehr zurückhalten dürfen, sondern diese dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik melden. Dieses soll sich „immer um die schnellstmögliche Schließung bemühen“. Der Gesellschaft für Freiheitsrechte geht das nicht weit genug: Es müsse auch verboten werden, dass Behörden private Unternehmen als Hacker beauftragen – wie beim Pegasus-Trojaner.

Anders als die alte Bundesregierung will die Ampel der Bundespolizei nicht erlauben, Smartphones und Computer mit Staatstrojanern zu infiltrieren – zumindest „solange der Schutz des Kernbereichs privater Lebensgestaltung nicht sichergestellt ist“. Das Trio geht aber nicht so weit, BND und Verfassungsschutz die Staatstrojaner wieder aus der Hand zu nehmen.

Entschärfte Speicherpflicht

Auch von der umstrittenen und derzeit ausgesetzten Vorratsdatenspeicherung verabschiedet sich die Ampel nicht komplett. Sie will sie aber so entschärfen, „dass Daten rechtssicher anlassbezogen und durch richterlichen Beschluss gespeichert werden können“. Provider könnten also künftig vermutlich die Masse an Verbindungsdaten wieder löschen, sobald sie diese nicht mehr für Abrechnungszwecke benötigen, und müssten nur Daten Einzeler auf Zuruf von Ermittlern länger speichern („Quick Freeze“-Konzept).

Kombinieren will die Ampel dieses System mit einer neuen „Login-Falle“, die vom SPD-nahen Verein D64 vorgeschlagen wurde. Dabei sollen Betreiber sozialer Netzwerke auf Wunsch der Polizei die IP-Adresse von Verdächtigen übermitteln, sobald diese sich erneut einloggen. Ermittler könnten dann mithilfe der Provider an Namen und Anschrift kommen.

Ein Erfolg vor allem der Grünen ist die Aussage im Koalitionsvertrag, dass der Bund künftig Software „in der Regel“ als Open Source in Auftrag geben soll – ein Bekenntnis, das Schlupflöcher offen lässt, aber ein großer Fortschritt ist im Vergleich zum letzten Koalitionsvertrag von Union und SPD, wo das Thema Open Source nicht einmal erwähnt wurde. (cwo@ct.de)

Wenn Daten und Programme

mehr wert sind als ein Leben



Arno Endler


Im Visier

Datenlieferung im schwarzen Dreieck

Die Überwachung aller Datenströme in Deutschland ist Realität geworden. Um eigene Inhalte ungesehen zu verschicken, werden andere Lösungen benötigt. Wer es sich leisten kann, übergibt seine Dateien einem Kurier, der sie persönlich zum Empfänger transportiert – anonym und vertraulich.

Sofia ist eine Datenkurierin. Doch als sich ein fremdes Programm beim nächsten Auftrag auf ihrem Datengürtel installiert und unerlaubt weitere Pakete vom Server herunterlädt, wird ihr erstmals bewusst, wie gefährlich Bits und Bytes sein können. Neben dem Eigentümer der Dateien setzt auch der Verfassungsschutz alles daran, Sofia zu schnappen. Begehren sie nur die sensiblen Informationen oder steckt mehr dahinter?

2021 · 396 Seiten · Broschur · 12,95 €
ISBN 978-3-947619-85-6

 www.polarise.de  @polarise_verlag

Vorratsdatenspeicherung: Mangel nicht geheilt

Die Vorratsdatenspeicherung der GroKo steht in Deutschland vor dem Aus – wieder einmal.

Die aktuellen deutschen Vorschriften zur Vorratsspeicherung von Telefon- und Internetdaten sind mit EU-Recht nicht vereinbar. Dies zumindest ist die Auffassung von Manuel Campos Sánchez-Bordona, dem Generalanwalt des Europäischen Gerichtshofs (EuGH). Campos Sánchez-Bordona hatte sich unter anderem mit einer Vorlage des deutschen Bundesverwaltungsgerichts befasst, das über eine Revision der Bundesnetzagentur gegen die Anfang 2017 vom Oberverwaltungsgericht NRW verfügte Aussetzung der Vorratsspeicherung zu entscheiden hat.

Konkret geht es um die Frage, ob das von der damaligen großen Koalition 2015 verabschiedete Gesetz zur zehnwöchigen, verdachtsunabhängigen Vorratsspeicherung mit Unionsrecht, insbesondere der EU-Grundrechte-Charta, im Einklang steht. Ein ebenfalls von der GroKo verab-

schiedenes Gesetz zur halbjährigen Vorratsspeicherung war damals bereits vom Bundesverfassungsgericht für grundrechtswidrig erklärt worden. 2014 hatte außerdem der EuGH eine EU-Richtlinie zur Vorratsspeicherung gekippt.

Auf diese Umstände wies nun der EU-Generalanwalt ausdrücklich hin. Er habe zwar „Fortschritte“ erkannt, die 2015 bei der Neuauflage gemacht wurden. Nach wie vor gehe damit aber eine Pflicht für Provider „zu einer allgemeinen und unterschiedslosen Vorratsspeicherung“ einher, die sich „auf eine große Vielzahl von Verkehrs- und Standortdaten“ beziehe. Die kürzere Frist, die für die Datenspeicherung gelte, heile diesen Mangel nicht. Regelmäßig genervt vom deutschen Gesetzgeber merkte Sánchez-Bordona an, „dass die Antworten auf alle vorgelegten Fragen bereits in der Rechtsprechung des Gerichtshofs zu finden sind oder unschwer aus ihr abgeleitet werden können“.

Die gutachterliche Stellungnahme des Generalanwalts deutet oft, aber nicht

immer, auf eine Tendenz des EuGH bei der Entscheidungsfindung hin. In diesem Fall wählte er ungewohnt deutliche Worte. Mit einem Urteil ist frühestens Februar 2022 zu rechnen. (hob@ct.de)



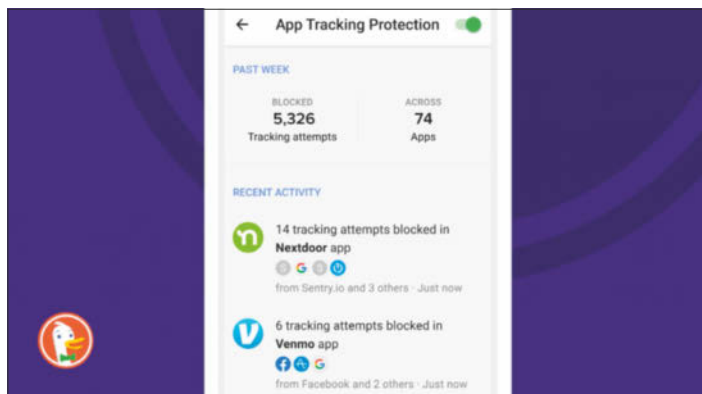
Bild: EuGH

EuGH-Generalanwalt Campos Sánchez-Bordona: „Antworten auf alle vorgelegten Fragen sind bereits in der Rechtsprechung des Gerichtshofs zu finden.“

DuckDuckGo verhindert Tracking

Die Android-App der Suchmaschine DuckDuckGo soll mit einer neuen, kostenlosen Funktion **Tracker in anderen Apps blockieren**. Hat ein Nutzer die „Tracking Protection“ aktiviert, erkennt sie laut eines Blogposts des Unternehmens, dass eine App Daten an Drittunternehmen wie Google oder Facebook sendet und verhindert diesen Abfluss. Die Kommunikation von Apps mit ihrem eigenen Anbieter bleibt hingegen unberührt. Dazu hat DuckDuckGo eine Datenbank mit entsprechenden Trackern angelegt, die es laufend aktualisieren und erweitern will.

Die Nutzer selbst sollen keine Auswirkungen durch die im Hintergrund aktive „Tracking Protection“ spüren. Technisch gibt sich das Tool wie beispielsweise die App Blockada, die Ähnliches tut, als VPN-Verbindung aus, über die Android dann die Daten aller Apps leitet; diese Umleitung und eine eventuelle Blockade der Datenströme spielen sich aber lokal auf dem jeweiligen Smartphone ab. Derzeit läuft ein Beta-Test; Interessenten können sich bei DuckDuckGo auf eine Warteliste setzen lassen. (mon@ct.de)



Die „Tracking Protection“ von DuckDuckGo unterbindet auf Android-Handys unerwünschte Datenweitergaben im Hintergrund.

Kurz & knapp: Internet

Die Microsoft-Tochter GitHub, Betreiberin des JavaScript-Paketregisters NPM, hat eben dafür eine gravierende Sicherheitslücke gemeldet. Aufgrund fehlerhafter Checks bei der Autorisierung war es jedermann jahrelang möglich, fremde **JavaScript-Pakete durch eigene Versionen zu überschreiben**. Die Verantwortlichen bei GitHub schreiben in einem Blogpost, die Lücke sei „mit hoher Wahrscheinlichkeit“ nicht ausgenutzt worden. Allerdings reicht das Monitoring von NPM, mit dem sich ein Missbrauch nachweisen lässt, nur bis September 2020 zurück – und die Lücke existierte zu diesem Zeitpunkt bereits.

Im Streit um das Leistungsschutzrecht hat sich **Google** mit den ersten großen deutschen Presseverlagen, darunter *Spiegel* und *Zeit*, sowie der französischen Nachrichtenagentur AFP auf Vergütungen für deren Inhalte geeinigt.

Digitaldesaster für Steuerzahler

Jahr für Jahr schildert der Bund der Steuerzahler in seinem Schwarzbuch skurrile bis drastische Beispiele für die Verschwendung öffentlicher Gelder. Dieses Mal liegt ein Schwerpunkt auf der Digitalisierung.

Der Rückstand der Verwaltung bei der Digitalisierung ruft den Bund der Steuerzahler (BdSt) auf den Plan. Der Verein fordert in der neuesten Ausgabe seines Schwarzbuches über die Verschwendung öffentlicher Gelder eine „konsequente digitale Modernisierung der öffentlichen Verwaltung“. Bürger, Unternehmen und die Verwaltung selbst könnten dadurch „viel Zeit und damit mehrere Milliarden Euro jährlich sparen“.

Bislang gelinge dem Staat das allerdings nicht, mahnt der BdSt. Viele öffentliche IT-Projekte scheiterten an schlechter Planung und den komplexen internen Strukturen. Das Anfang November erschienene Schwarzbuch nennt ein Dutzend konkrete Beispiele aus diversen Bereichen, darunter:

Windows-Support: Obwohl Microsoft im Jahr 2012 bekannt gab, dass der Support für Windows 7 im Januar 2020 eingestellt wird, verwenden viele Behörden das veraltete Betriebssystem weiter. Allein Hamburg zahlt deshalb für zusätzliche Sicherheitsupdates in den Jahren 2020 und 2021 rund 880.000 Euro an Microsoft, wie eine Anfrage des BdSt an das Bundesland ergab.

Breitbandausbau: Der BdSt rügt Planungsfehler beim staatlich geförderten Breitbandausbau, zum Beispiel in Sach-

sen. So habe der Landkreis Bautzen „veraltetes und ungenaues Kartenmaterial“ für ein 105 Millionen Euro teures Förderprojekt verwendet. Deshalb seien Adressen übersehen worden, für die nun ein zweites Förderprojekt mit geplanten Ausgaben von rund 80 Millionen Euro laufe.

Pandemiebekämpfung I: Am Beispiel Sachsen-Anhalts beleuchtet der BdSt die Beschaffung der Luca-App. Das Bundesland habe für das umstrittene System fast eine Million Euro für eine Laufzeit von einem Jahr ausgegeben, es werde von den Gesundheitsämtern aber „nur wenig genutzt“. Als „besonders gravierend“ wertet der BdSt die Tatsache, dass das Land die Kosten für Rechenzentrenkapazitäten im Voraus bezahlte, unabhängig von der tatsächlichen Nutzung. Für den Anbieter könne der finanzielle Vorteil daher „umso höher sein, je weniger die App genutzt wird“.

Pandemiebekämpfung II: Der BdSt kritisiert die Tatsache, dass die Bundesregierung zu Beginn der Impfungen noch kein System zur digitalen Erfassung der Impfdaten parat hatte, obwohl schon seit rund 20 Jahren an einer elektronischen Patientenakte gearbeitet wird. Deshalb mussten Ärzte und Apotheker die Impfdaten nachträglich in die später fertiggestellte CovPass-App übertragen – und kassierten dafür 18 Euro pro Zertifikat, später 6 Euro. Die Gesamtkosten könne der Bund noch nicht beziffern, schreibt der BdSt.

Autobahn-App: Der BdSt reibt sich auch an der für rund 1,2 Millionen Euro entwickelten „Autobahn-App“ der staatlichen Autobahn GmbH. Die Zahl der aktiven Nutzer sei zwischen Ende Juli bis



Bild: Christoph Soeder/dpa

Kontaktverfolgungs-App Luca: Der Bund der Steuerzahler kritisiert, dass Sachsen-Anhalt die Kosten für Rechenzentrenkapazitäten im Voraus überwiesen hat.

Anfang September von etwa 130.000 auf rund 14.000 geschrumpft. Die App biete also offenbar wenig Mehrwert. Alle darin einsehbaren Informationen stünden laut der Autobahn GmbH auch den Entwicklern anderer Apps zur Verfügung. „Eine zusätzliche staatliche Autobahn-App braucht es also nicht.“

Um die Potenziale der Digitalisierung auszunutzen, schlägt der BdSt eine Reihe von Reformen vor. So müsse das „Once Only“-Prinzip umgesetzt werden, damit die Verwaltung bereits vorliegende Daten mit Zustimmung der Betroffenen wiederverwenden kann, ohne sie erneut zu erheben. Der Nachweis der elektronischen Identität müsse nutzerfreundlicher werden. Gesetzesvorhaben müssten von einem „Digital-TÜV“ geprüft werden. Obendrein solle die Politik den Föderalismus reformieren, „um Bund, Länder und Kommunen digitaltauglich zu entflechten“.

(cwo@ct.de)



RATEN SIE MAL, WER NOCH VOR DEM BRAND GEWARNT WURDE?



Ben Weber
Grumpy of IT Security

X

Thomas Schneider
IT Monitoring Engineer
und Kentix Kunde

Mit Kentix SmartMonitoring schützen Sie Ihre IT vor teuren Ausfällen. Dank MultiSensor® Technologie überwachen Sie bis zu 37 physische Gefahren wie Übertemperatur, Einbruch oder Feuer – vorausschauend und mit nur einem System. Verzichteten Sie doch einfach auf böse Überraschungen: [kentix.com](https://www.kentix.com)

KENTIX
Innovative Security

LTE-Mobilrouter für Firmeneinsatz

Kompakte LTE-Router mit professionellen Funktionen wie Multi-WAN, dynamischen Paketfiltern und VPN sind rar. Hier hakt Cradlepoints neueste Schöpfung ein.

Die meisten günstigen LTE-Router zum Mitnehmen bieten nur einen grundlegenden Funktionsumfang, der für Internetzugang und einfachen Schutz vor Angriffen genügt. Was Privatanutzern reichen mag, ist vielen Unternehmen zu wenig. Der neue Enterprise-LTE-Router E102 des US-amerikanischen Herstellers Cradlepoint soll diese Lücke stopfen.

Der E102 misst 13,5 × 27 × 3,2 Zentimeter und wiegt rund 620 Gramm. An Bord ist ein LTE-Modem der Kategorie 7 (600 Mbit/s Downlink, 100 Mbit/s Uplink, 2-Stream-MIMO), an dessen SMA-Buchsen man wahlweise die mitgeliefer-

ten Stabantennen oder beliebige externe Strahler anschließen kann. Alternativ oder als Fallback kann die Internetverbindung auch über den Gigabit-Ethernet-WAN-Port hergestellt werden. Lokale Geräte finden per Dual-Band-WLAN gemäß Wi-Fi 5 (IEEE 802.11ac) mit Multi-User-MIMO (ebenfalls zwei Streams) oder über einen der vier Gigabit-Ethernet-Ports Zugang zum Netz.

Softwareseitig besitzt der E102 alles, was man von einem professionellen Router erwartet: Er lässt sich komplett über Cradlepoints NetCloud provisionieren und verwalten. Einstellungen oder auch neue IPsec-VPN-Verbindungen sollen so in wenigen Schritten einzurichten sein. Umfangreiche Diagnosefunktionen sollen Administratoren dabei helfen, Fehler zu finden. Über das im Router steckende GNSS-Modul kann das Gerät zudem jederzeit geortet werden. Die Systemsoftware hat außerdem eine Firewall mit Stateful-Packet-Inspection und Intrusion-Prevention-System sowie anwendungsbezogenen Zugangsregeln. Bis zu 20 gleichzeitige IPsec-Tunnel geben Zugang zu anderen Netzen und verschlüsseln gleichzeitig jeden Netzwerkverkehr.

Der Cradlepoint E102 ist ab rund 700 Euro erhältlich. Zum Lieferumfang gehören neben dem Router die Mobilfunkantennen und das Netzteil. Die Leistungsaufnahme liegt laut Hersteller zwischen 6 und 12 Watt. (amo@ct.de)



Mobilfunkrouter mit Firewall, LTE-Modem und Fernverwaltung: Der Cradlepoint E102 soll die Bedürfnisse anspruchsvoller Nutzer erfüllen.

Kurz & knapp: Netze

AMD und MediaTek kooperieren für WLAN-Module. Der Wi-Fi-6E-fähige Filogic-330P-Chip soll ab 2022 Ryzen-Notebooks und Desktop-PCs in WLANs einbinden. Die damit bestückten Module im M.2-Format (1216 und 2230) will AMD unter dem Seriennamen RZ600 auf den Markt bringen. Sie sollen mit zwei MIMO-Streams 1,2 beziehungsweise 2,4 Gbit/s brutto erreichen und auch eine Bluetooth-5.2-Funktion mitbringen.

Die Vector Informatik GmbH kündigt für Fahrzeugsoftware-Entwickler einen **Adapter für Automotive Ethernet bis 1 Gbit/s** an: Der ab nächstem Jahr erhältliche VN5611 hat zwei 100/1000Base-T1-Ports an einer ix-Buchse. Er arbeitet mit dem Broadcom-Chip BCM89883 und nimmt per USB 3.0 Verbindung zum PC auf.

QNAP hat sein **NAS-Betriebssystem QuTS hero in Version 5.0** veröffentlicht: Diese ZFS-basierte Variante des üblichen QTS soll auf kompatiblen Netzwerkspeichern höhere Zuverlässigkeit garantieren und mit Inline-Datenduplizierung, Komprimierung und Verdichtung den bestückten Plattenplatz besser ausnutzen.

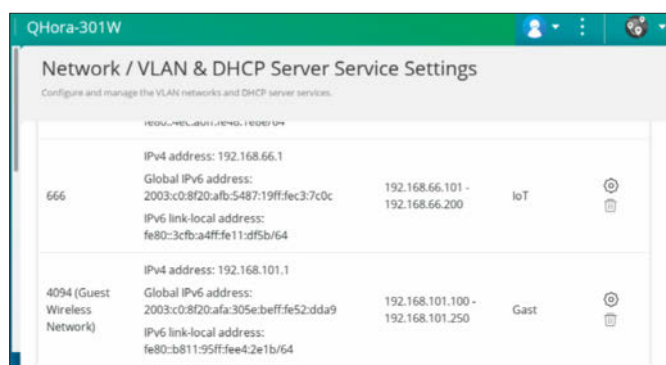
IPv6 für QNAPs QHora-Router verfügbar

Seit unserem Test in c't 10/2021 hat QNAP die Firmware seines 10-Gigabit/s-fähigen WLAN-Routers QHora 301W kontinuierlich verbessert. In der aktuellen Version 1.7.8.0001 steht das seinerzeit vermisste IPv6-Protokoll im internen Netz zur Verfügung. Es lässt sich auch im vordefinierten Gastnetz und weiteren selbst angelegten Netzwerkzonen (VLANs) aktivieren, falls der Internetprovider ein hinreichend großes IPv6-Präfix delegiert hat.

Das Zuordnen des Subnets bei dynamischer Zuteilung hat QNAP clever gelöst: Man gibt in der VLAN-Konfiguration den Offset als Zahl an. Stehen beispielsweise bei einer /56-Delegation 256 Subnetze zur

Verfügung, zählt man von 1 bis 255 hoch. Doch es gibt noch mehr zu verbessern: Nach Aktivieren der ab Werk ausgeschalteten Firewall ging IPv6 zwischen den

Netzwerkzonen bei uns weiterhin durch. Solange man keine Default-Drop-Regel anlegt, müssen sich die Hosts also selbst schützen. (ea@ct.de)



QNAPs WLAN-Router QHora 301W kann nun unterschiedliche IPv6-Präfixe in seinen Netzwerkzonen (VLANs) anbieten.

Fritzbox 6850 5G und der Standalone-Modus

Der WLAN-Router AVM Fritzbox 6850 5G koppelt kleine Arbeitsgruppen per 5G-Mobilfunk ans Internet. In ersten Tests kamen keine schnellen 5G-SA-Verbindungen zustande. Nun ist klar, woran es lag.

Mit der Fritzbox 6850 5G brachte AVM kürzlich seinen ersten WLAN-Router in den Handel, der Internetverbindungen mit einem Mobilfunkmodem der fünften Generation aufbaut (5G). Er liefert laut Hersteller Download-Raten bis 1,3 GBit/s. Damit lässt die 5G-Box die LTE-Modelle (4G) weit hinter sich (siehe Test in c't 25/2021, S. 74).

In unseren Prüfungen hinterließ sie zwar einen guten Eindruck, aber es kamen nur LTE- und 5G-NSA-Verbindungen zustande (Non-Standalone). Wünschenswert sind aber auch 5G-SA-Verbindungen, weil sie für Nutzer höhere Kapazitäten bereithalten.

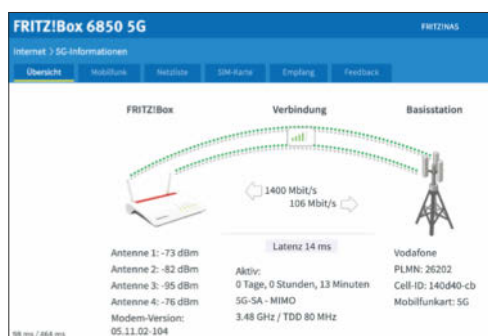
Nach dem Drucktermin des c't-Tests fand Vodafone heraus, dass die speziell für

Prüfzwecke zur Verfügung gestellte SIM-Karte unzureichend konfiguriert war. Mit korrekter Konfiguration klappten schließlich auch 5G-SA-Verbindungen mit 1406/100 Mbit/s auf (Downlink/Uplink).

Während sie zuvor in Messungen im 5G-NSA-Modus im Mittel 400 Mbit/s lieferte, waren **im 5G-SA-Modus am gleichen Standort 600 bis 700 Mbit/s zu verzeichnen**. Der Spitzenwert betrug 750 Mbit/s.

Vertragskunden von Vodafone, die die 5G-SA-Funktion mit einem geeigneten

Gerät nutzen wollen (z. B. Samsung-Smartphones der Reihe S21 oder das Oppo Find X3 Pro), können die Option mit der obligatorischen Vodafone-App kostenfrei aktivieren. Nutzer von 5G-SA-fähigen Routern stoßen die Umschaltung über die Vodafone-Hotline an. Für Prepaid-Tarife sind bisher nur 5G-NSA-Verbindungen vorgesehen. Die Deutsche Telekom und O2 haben 5G-SA noch nicht aktiviert, sodass die Box in deren Netzen bestenfalls 5G-NSA-Verbindungen aufbaut. (dz@ct.de)



Schneller mit 5G-SA: Die Fritzbox 6850 5G lieferte in Durchsatzmessungen mit der zweiten 5G-Ausbau-stufe rund doppelt so hohe Werte wie mit der ersten Stufe, 5G-NSA.

~~VPN~~ → ZTNA!

Der smarte Zero-Trust Network Access für alle Bereiche!



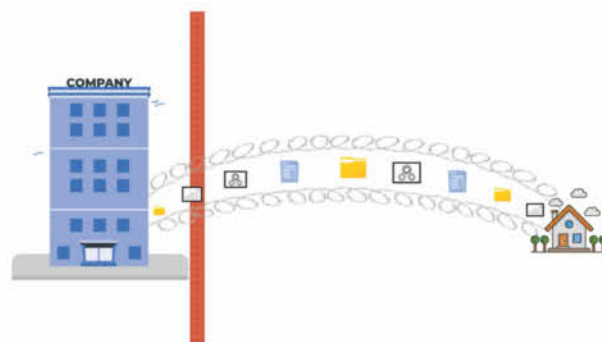
Testen Sie jetzt!



- ✓ Sichere Remote-Arbeit unabhängig vom eigenen Standort (Homeoffice / mobil)
- ✓ Zero-Firewall-Config - Keine offenen eingehenden Ports
- ✓ Unkomplizierte Bereitstellung interner Services für externe Benutzer

Was Sie nicht benötigen!!

- ✗ Kostenintensive VPN Soft- und Hardware
- ✗ Hacking-anfälliges RDP durch offene Ports
- ✗ Keine aufwändige Firewall-Verwaltung



+ 49 (0) 8441 - 85 93 200

info@cordaware.com

www.cordaware.com

Superrechner mit Qubits

Leibniz-Rechenzentrum in Garching baut Quantencomputer ein

Das Projekt Q-Exa erweitert den zweitschnellsten Höchstleistungsrechner Deutschlands bis Ende 2023 um einen 20-Qubit-Quantencomputer. Damit soll neues Rechenpotenzial entstehen.

Von Arne Grävemeyer

Von einem wichtigen Schritt zum „Munich Quantum Valley“ sprach Dieter Kranzlmüller als Leiter des Leibniz-Rechenzentrums in Garching bei München. Die geplante Erweiterung des nationalen Höchstleistungsrechners um eine Schnittstelle zu einem eigenen Quantencomputer mit zunächst 20 Qubits werde die Rechenleistung von derzeit 19,5 Petaflops (Billiarden Gleitkommaoperationen pro Sekunde) zwar sicher nicht in den Bereich der Exaflops führen, aber stattdessen neuartiges Rechenpotenzial eröffnen. Die Quantentechnik biete Wissenschaft und Forschung, aber auch industriellen Anwendungen neue, andere Möglichkeiten.

Europäische Technik

Konsortialführer des Projektes Q-Exa ist die deutsch-finnische IQM Quantum

Computers mit Sitz in Espoo und München. IQM ist eine Ausgründung der Aalto-Universität in Helsinki und des Technischen Forschungszentrums VTT in Espoo. Ihr Geschäftszweck ist der Aufbau von gatterbasierten Quantencomputern mit supraleitenden Schaltkreisen [1]. Auf der Roadmap steht nach dem 20-Qubit-Rechner ein 54-Qubit-System. Ein Upgrade der Installation in Garching sei dann leicht möglich. Projektpartner sind neben dem LRZ der Superrechneranbieter Atos sowie das Karlsruher Startup HQS Quantum Simulations. Atos bringt in das Projekt seine Quantum Learning Machine ein, eine Programmierumgebung, die zugleich die Simulation von bis zu 41 Qubits erlaubt. Derartige Simulationen beanspruchen zwar hohe Rechenkapazitäten, können aber den Betrieb eines realen Quantencomputers ergänzen. HQS entwickelt quantenoptimierte Software etwa für die Simulation chemischer Verbindungen.


Einen gatterbasierten Quantencomputer in ein Rechenzentrum zu integrieren und im Dauerbetrieb einzusetzen, bezeichnete IQM-Geschäftsführer Jan Goetz als eine Pionierarbeit, mit der das LRZ international vorangehen werde. Ob das aber noch 2023 gilt, wenn der 20-Qubit-Quantencomputer am Standort Garching installiert wird, ist fraglich. Laut einer Studie der Analysten von IDC planen etwa

drei Viertel von über 100 befragten Höchstleistungsrechenzentren weltweit, bis 2023 Quantencomputing einzusetzen.

„Wir wollen nicht kleckern, sondern klotzen“, sagte die geschäftsführende Bundesforschungsministerin Anja Karliczek und verwies auf verschiedene Fördermaßnahmen. In der Summe erhalten Projekte für Quantencomputing und Quantentechnologien in Deutschland von 2018 bis 2025 etwa zwei Milliarden Euro. Für das Projekt Q-Exa nahm Goetz einen Förderbescheid über 40,1 Millionen Euro entgegen.

Quantentechnik verbessert chemische Formeln

Industrievertreter unterstützen den ganzheitlichen Ansatz des Q-Exa-Projekts, bei dem die Partner nicht nur technische Rechnerkapazitäten einrichten, sondern auch Programmiererfahrung aufbauen und Anwendungslösungen umsetzen wollen. „Dadurch kann es schon in drei bis fünf Jahren erste Anwendungen geben, die sonst nicht möglich gewesen wären“, schätzt etwa der BASF-Vorstandsvorsitzende Martin Brudermüller in seiner Stellungnahme zur Q-Exa-Präsentation. Quantenalgorithmen optimieren chemische Formeln und die Zusammensetzung chemischer Produkte und könnten dem Konzern so zeitaufwendige Laborversuche ersparen. Quantensimulationen erhellen Reaktionsmechanismen und katalytische Vorgänge.

Wichtig ist Brudermüller auch, bei industriellen Entwicklungsprojekten in der Zukunft nicht wie bisher auf US-Plattformen wie etwa IBMs Quantencomputer in der Cloud angewiesen zu sein. Der frühe Einstieg in die neue Technologie schaffe europäischen Unternehmen einen barrierefreien Zugang. (agr@ct.de) 

Literatur

- [1] Sabine Hossenfelder, Rechnen mit Qubits im Jahr 2021, Sechs technische Konzepte für Quantencomputer, c't 17/2021, S. 124



Der SuperMUC NG des Leibniz-Rechenzentrums in Garching bei München, der zweitschnellste Höchstleistungsrechner in Deutschland, wird bis 2023 um einen Quantencomputer erweitert.

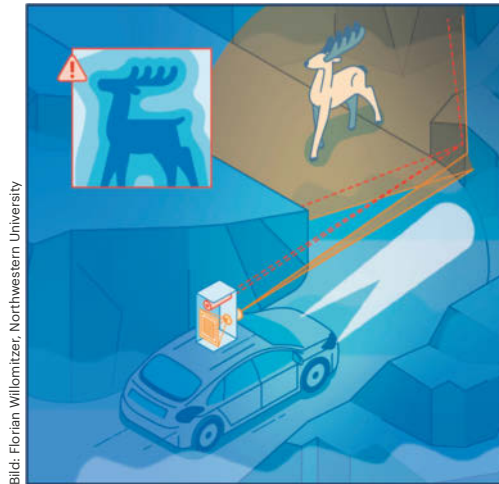
Holo-Kamera sieht um die Ecke

Mit reflektiertem Laserlicht und einem Algorithmus, der Lichtstreuungen zurückrechnet, können US-Forscher verdeckte Objekte erkennen. Ihre Technik durchdringt auch Nebel und kann den Körper medizinisch durchleuchten.

Jede lichtundurchlässige Wand lässt sich mit einer neuen Technik namens Synthetic Wavelength Holography als Spiegel nutzen, um beispielsweise hinter Kurven oder Ecken zu schauen. Das Team um Florian Willomitzer an der Northwestern University in Evanston, Illinois setzt in seiner Entwicklung auf Lichtwellen, die aus der Überlagerung zweier Laserstrahlen entstehen. Diese Lichtwellen streuen bei Reflexionen an Wänden und Objekten nicht so stark wie andere. Das anschließend von einem Objekt zurückgeworfene und auf dem Rückweg erneut gespiegelte Abbild fängt eine holografische Kamera in Form eines Wellenfelds auf. Ein Algorithmus rekonstruiert die Ansicht des Objekts trotz der mehrfachen Lichtstreuungen.

Die Forscher sprechen von non-line-of-sight imaging (Bildgebung ohne Sichtkontakt). In ihrer jüngsten Veröffentlichung (siehe ct.de/ya6u) konnten sie belegen, dass ihre Technik mit jeder lichtundurchlässigen Fläche als Reflektor funktioniert. Dabei leuchten sie in der Regel einen weiten Blickwinkel aus und gewinnen durch die holografische Aufnahmetechnik sogar räumliche Informationen über das verdeckte Objekt.

Durch ihren Algorithmus sind die Forscher prinzipiell auch in der Lage, andere Formen von



Mit Laserbox und Kamera auf dem Dach könnten Autofahrer in der Zukunft einen kurzen Blick auf Hindernisse hinter Kurven werfen.

Lichtstreuung zurückzuberechnen und beispielsweise Nebel zu durchdringen. Das gilt sogar für Streuung durch menschliches Körpergewebe, womit sich Bildinformationen aus dem Körperinneren mit der Kamera erfassen ließen. Mit dem Blick in verborgene Winkel hoffen sie in Zukunft auch, verdeckte Maschinenteile während des Maschinenlaufs beobachten und gegebenenfalls Schäden frühzeitig erkennen zu können. (agr@ct.de)

Studie von Florian Willomitzer: ct.de/ya6u

Besser nicht einfach wegschmeißen

Elektronische Geräte sind heute so kurzlebig, dass es sich oft nicht lohnt, sie reparieren zu lassen. Obendrein ist es auch nur selten möglich, weil **Ersatzteile bereits nach wenigen Jahren**



Das 20 Jahre alte IBM-Notebook vom Typ R40 läuft heute unter Debian und ist noch produktiv im Einsatz.

Bild: IZM

kaum zu bekommen sind. Kein Wunder, dass 86 Prozent der Anwender ihr Smartphone noch nie zur Reparatur gebracht haben, wie eine Umfrage des Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM) zeigt.

Um ein Statement für Nachhaltigkeit und gegen Obsoleszenz zu setzen, hat das IZM nun gemeinsam mit der TU Berlin sowie den Verbraucherzentralen Hamburg und Nordrhein-Westfalen die Mitmach-Aktion „Lang lebe Technik!“ ausgerufen. Teilnehmer können seit dem 20. November und bis zum 23. Dezember Fotos ihrer langjährigen elektronischen Begleiter auf langlebetechnik.de/Aktion.html teilen und dort auch ihre Erfahrungen schildern. Das dürfte interessante Anregungen zum Umgang mit Technik und zum Thema Kreislaufwirtschaft ergeben. (agr@ct.de)

USB für den Schaltschrank



USB-Server

Verlagert USB in das Netzwerk

Funktioniert bei:
- mehreren Usern
- virtuellen Maschinen
- Windows & Linux



transfer.box

USB-Speicher mit Netzwerkzugriff

An einem Hostsystem (z.B. CNC-Fräse, Plotter) angeschlossen, verhält sich die Box wie ein USB-Massenspeicher.



USB-Hub

4-Port-Ergänzung

- 500 mA pro USB-Port
- Betrieb bis 70°C



USB-Interface

Serielle Umsetzer für RS232/422/485



Isolator

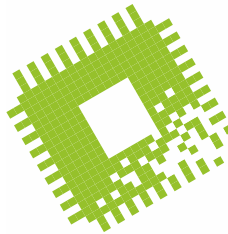
Galvanische Trennung bis 4 kV

Das komplette USB-Sortiment unter:
www.WuT.de



Wiesemann & Theis GmbH
0202 / 2680 - 110

Bit-Rauschen



Exaflops-Enttäuschung, Comebacks von Rowhammer und Phi

Ein AMD-Prestigeprojekt verpasst die Top500-Liste. Sicherheitsexperten warnen vor altbekannten DRAM-Schwächen. Intel holt im Zettascale-Höhenrausch die Marke „Phi“ zurück.

Von Christof Windeck

Schade, das hat nicht geklappt: Der Supercomputer Frontier, der über 1 Exaflops erreichen soll, steht nicht auf der 58. Top500-Liste, siehe Seite 150. Dabei hatte AMD noch kurz vor der Supercomputerkonferenz SC'21 die Werbetrommel gerührt für den 560-Watt-Rechenbeschleuniger Instinct MI250X, der Frontier ebenso auf Trab bringen soll wie den europäischen LUMI-G. Doch keiner von beiden tauchte in der Novemberausgabe der Top500 auf. Nun heißt es warten bis zum Juni 2022, wenn die 59. Top500-Liste erscheint. Läuft es dumm für AMD, thront dann Intels mehrfach verzögerter Aurora an der Spitze. Dass Frontier trotz aller Vorkündigungen im November noch nicht richtig lief, ist einer der seltenen Misserfolge für AMD unter Chefin Lisa Su.

Eigentlich hätte man in diesem Herbst die neue Generation „Chagall“ des Ryzen Threadripper mit Zen-3-Kernen erwartet. Doch auch davon ist nichts zu sehen. Die Fertigungskapazitäten sind knapp und AMD konzentriert die Kontingente offenbar auf profitable Produkte wie die Epyc-Serverprozessoren. Bei diesen hat man sich Ärger mit Sicherheitsforschern eingehandelt: Gleich 22 Lücken verzeichnet das AMD Security Bulletin SB-1021, davon vier der Risikoklasse „hoch“. Angreifer brauchen allerdings lokalen Zugriff auf das physische System, um die Fehler in der Firmware für Platform Security Processor (PSP) und System Management Unit (SMU) auszunutzen. Volodymyr Pikhur

hat eine der Sicherheitslücken mitentdeckt und beklagte, AMD habe sich fast zwei Jahre Zeit gelassen, um sie zu schließen – und das, obwohl das Problem der seit 2015 bekannten „Speed Racer“-Schwachstelle in alten Intel-Systemen ähnele. Für zahlreiche Intel-Systeme sind ebenfalls BIOS-Updates empfehlenswert, um lokale Angriffe abzuwehren (Intel-SA-00528).

Eine altbekannte Sicherheitslücke wurde neu als kritisch bewertet, nämlich die „Rowhammer“-Angriffe auf Speichermodule. Dabei „hämmer“ man mit speziellen Lesezugriffen auf die DRAM-Bausteine ein, bis einzelne Bits in benachbarten Zeilen (Rows) umkippen. Durch diesen Seitenkanal lassen sich Schutzmaßnahmen des Betriebssystems aushebeln, etwa die Trennung von Kernel- und User-Adressraum. Sicherheitsforscher wiesen nun mit dem „Blacksmith“-Angriff nach, dass die Hersteller von Speicherchips und Prozessoren zu wenig gegen Rowhammer tun. Linux-Mastermind Linus Torvalds nimmt das wieder einmal zum Anlass, um auf die Vorteile der RAM-Fehlerkorrektur Error Correction Code (ECC) hinzuweisen: Die



Bild: Intel/Raja Koduri


Intel will die Marke „Phi“ für Rechenbeschleuniger neu auflegen: Grafikchef Raja Koduri lud dazu bei Twitter eine Animation hoch, in der der goldene griechische Buchstabe „Φ“ aus dem (Intel-)blauen Meer aufsteigt.

könne Rowhammer zwar nicht sicher unterbinden, wäre aber eine große Hilfe, um ungewöhnliche RAM-Zugriffe zu erkennen. Auch Torvalds ist der Meinung, dass Hardwarefirmen Rowhammer leichtfertig unterschätzen.

Phi-Revival

Ungewohnt offen gab sich Intel in den vergangenen Wochen. So lud man etwa den CNET-Journalisten Stephen Shankland zu einer Fotosafari ins Fertigungswerk Fab 42 nach Arizona ein. Er durfte dort Vorserienmuster kommender „Meteor Lake“- und „Ponte Vecchio“-Prozessoren fotografieren, die Intel mit aufwändigen Packaging-Verfahren aus jeweils mehreren Silizium-„Kacheln“ (Tiles) zusammensetzt, siehe [ct.de/yur4](https://www.ct.de/yur4). Und Intels Grafikchef Raja Koduri erläuterte, wie man innerhalb von etwa fünf Jahren von Exa- zu Zettascale-Superrechnern kommen will. Ausgehend von 2 Exaflops – der theoretischen Maximalleistung des oben erwähnten Aurora – ist dazu eine Steigerung um den Faktor 500 nötig, die sich auf fünf Schritte verteilt. Den größten Beitrag leisten demnach neue Mikroarchitekturen, die den Top500-Benchmark Linpack – der mit doppelt genauen (FP64-) Gleitkommawerten rechnet – um den Faktor 16 beschleunigen sollen. Aber auch KI-Algorithmen sollen von dieser Vervielfachung profitieren. Hinzu kommen die Verdopplung der energetischen Effizienz, der Umstieg auf optische Datenübertragung (Faktor 3) sowie auf feinere Fertigungstechnik (Faktor 5): $16 \times 2 \times 3 \times 5$ ergibt 480, also fast Faktor 500. Auch der Name „Phi“ für Rechenbeschleuniger soll bei Intel zurückkommen.

IBM-CLOPSe

IBM kündigt den bisher leistungsstärksten Quantencomputer an: „Eagle“ hat 127 Qubits und kann dadurch mehr Zustände verkörpern, als Atome in allen Menschen auf der Erde stecken (siehe Seite 38). Als nächster Schritt soll schon 2022 „Osprey“ mit 300 Qubits folgen, was für mehr Zustände reicht, als es Atome im Universum gibt. Etwas misstrauisch stimmt dabei, dass IBM eigens die Messeinheit „Circuit Layer Operations per Second“ mit der Abkürzung CLOPS erfunden hat. Sie soll das „Quantenvolumen“ beschreiben und hat – aus IBM-Sicht – den Vorteil, dass supraleitende Qubits höhere CLOPS-Werte liefern als Ionenfallen-Qubits. (ciw@ct.de) 

Audio-Podcast Bit-Rauschen: [ct.de/yur4](https://www.ct.de/yur4)

An iceberg floating in the ocean. The visible tip of the iceberg is covered in a red and white striped pattern, resembling the Danish flag. The much larger, submerged part of the iceberg is dark and textured. The background shows a calm sea and distant cliffs under a cloudy sky.

Shift happens.

Sie müssen nicht auf alles
vorbereitet sein, Ihre IT schon.



www.cronon.net

**Und wie zukunftsfähig ist Ihre IT?
Sie haben es in der Hand. Wir machen es möglich.**

- flexible Cloud Infrastrukturen mit individuellem Service
- jederzeit verfügbare Anwendungen und Daten
- Lösungen für vereinfachte digitale Prozesse
- Entlastung durch Automatisierung und Managed Services

Machen Sie mehr aus Ihrer IT: cronon.net/shift-happens | shift@cronon.net

 **Cronon**

Kühlerkits für Intels Core i-12000

Intels neue Prozessorfassung LGA1700 erfordert auch neue CPU-Kühler, aber auf einige Boards und mit zum Teil kostenlosen Montagekits passen auch vorhandene Kühler.

Für die Core-i-12000-Prozessoren hat Intel die Abstände der Befestigungslöcher im Vergleich zu LGA1200-Mainboards geändert, sodass man für neue Systeme in der Regel auch neue Kühler braucht. Denn die bisher vorgestellten drei K-Modelle i5-12600K, i7-12700K und i9-12900K samt ihrer grafiklosen F-Varianten kommen auch in der Boxed-Version ohne passende Kühler. Wer bereits einen leistungsfähigen Prozessorkühler besitzt, für den besteht aber die Chance, diesen weiterzunutzen.

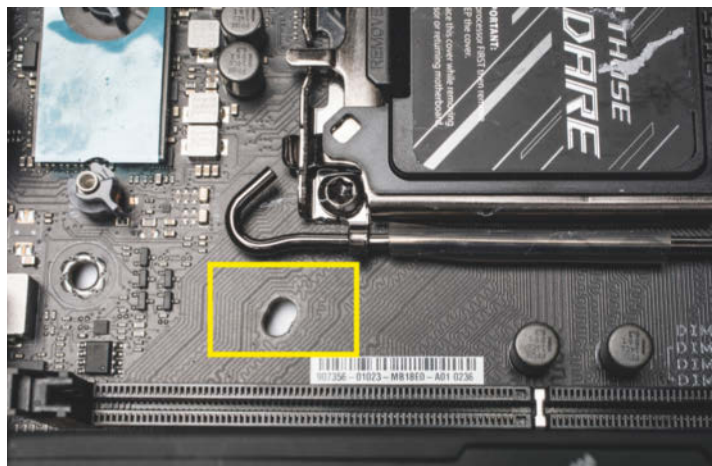
Mainboardhersteller Asus hat für seine bisherigen LGA1700-Platinen Doppelbohrungen, sogenannte Langlöcher, vorgesehen, so passen auch ältere Kühler für die Fassungen LGA1151v2 oder LGA1200. Manche Kühlerhersteller wie zum Beispiel be quiet!, Noctua oder Alpenföhn bieten für einige ihrer Produkte Montagekits für

LGA1700 kostenfrei an – verlangen aber Kaufnachweise sowohl für den Kühler als auch für entweder LGA1700-Prozessor oder -Mainboard. Andere wie etwa Silverstone haben kostenpflichtige Umrüstkits für 10 bis 20 Euro im Programm, was immer noch wesentlich günstiger und nachhaltiger als ein komplett neuer Kühler ist. Denn für die stromdurstigen Core

i-12000 braucht es recht leistungsfähige Kühlerhardware, die auch mit einer Abwärme von 150 bis 240 Watt klarkommt.

Eine Übersicht über die LGA1700-Mounting-Kits haben wir unter ct.de/yw97 zusammengestellt. (csp@ct.de)

Kühlerkompatibilität und Umrüstkite:
Liste: ct.de/yw97



Die Bohrungen für die Kühlerhalterung liegen bei LGA1700-Platinen etwas weiter auseinander als zuvor. Asus umgeht das mit Langlöchern.

Modulares Doppelkammergehäuse

Lian Li hat das **PC-Gehäuse O11 Air Mini** auf maximalen Luftdurchsatz hin optimiert. Die Außenwände bestehen zum großen Teil aus Lochgitter, um den Luftstrom nicht zu behindern. Für Mainboard und Grafikkarte gibt es ein eigenes Abteil, in dessen Front zwei 14-Zentimeter-Lüfter sitzen. Auf der Rückseite befindet sich

ein 12-Zentimeter-Ventilator. Auf der Rückseite des Mainboard-Trägers gibt es Raum fürs Netzteil sowie für vier 3,5"-Festplatten und zwei 2,5"-SSDs.

Das modulare Gehäuse lässt sich von einer E-ATX-Variante mit sieben Erweiterungsslots zu einer Mini-ITX-/Micro-ATX-Version mit fünf Slots umbauen. Mit einer optional für 80 Euro erhältlichen Riser-Card O11DMINI-1 steht die Grafikkarte aufrecht. So hat man 3D-Beschleuniger mit RGB-Lüftern durch die Temperglasscheibe immer im Blick. Maximal passen vier Doppellüfterradiatoren von Wasserkühlungen in das Gehäuse hinein.

Anders als es der Name vermuten lässt, ist das O11 Air Mini eher Maxi als Mini: Bei einer Höhe von 38,4 Zentimeter und einer Tiefe von 40 Zentimetern geht es mit 28,8 Zentimetern weiter in die Breite als gängige Tower. Zur Ausstattung gehören Frontanschlüsse für 2×USB-A und 1×USB-C sowie eine vierpolige 3,5-mm-Klinkenbuchse für Headsets. Erhältlich ist das Gehäuse in Schwarz oder Weiß für 115 beziehungsweise 125 Euro – allerdings erst ab Ende Dezember. (chh@ct.de)



Das Lian Li O11 Air lässt sich an die Mainboardgröße anpassen. Bei Micro-ATX- und Mini-ITX-Platinen steht somit mehr Platz für Wasserkühlungen bereit.

Kurz & knapp: Hardware

Der Benchmark-Spezialist UL erweitert den 3DMark um einen **Storage-Benchmark, der die Geschwindigkeit von SSDs** bewertet. Er ist als kostenpflichtiges Add-on zum 3DMark Advanced Edition für 2,39 Euro etwa via Steam erhältlich.

Gigabyte hat ein DRM-Fix-Tool für seine Mainboards veröffentlicht, welches die **Inkompatibilität zwischen Intels Core-i-12000-CPU und dem Kopierschutz einiger Spiele** ohne den üblichen Neustart umgeht. Bei einigen Mainboards ist zunächst ein BIOS-Update nötig, das Tool finden Sie via ct.de/yw97.

DDR5-Speicher für Intels Core-i-12000-CPUs ist derzeit nahezu ausverkauft. Grund dafür sind wohl Lieferschwierigkeiten bei den PMICs (siehe Seite 152). Wann DDR5-RAM wieder lieferbar ist, lässt sich schwer sagen.

Schlankere (PC-)Firmware

Das Intel-Projekt „Universal Scalable Firmware“ (USF) soll die Programmierung von Firmware für ganz unterschiedliche Geräte vereinfachen, vom IoT-Gerät bis zum Server.

Die Spezifikation für Universal Scalable Firmware definiert unterschiedliche Ebenen und Schnittstellen (API) dazwischen. Das soll die Entwicklung von Firmware-Modulen einfacher machen und dadurch auch die Sicherheit verbessern. USF kann bei unterschiedlichen Geräten und Komponenten zum Einsatz kommen, von Mainboards für PCs und Notebooks über

Server und IoT-Geräte bis hin zu künftigen Intel-Grafikkarten.

USF nutzt bestehende Spezifikationen wie das UEFI-BIOS, ACPI und Intels haus-eigenes Firmware Support Package (FSP 2.0). Das FSP umfasst wie AMDs AGESA proprietären Code, den BIOS-Entwickler in ihre Firmware einbauen, um Prozessoren zu initialisieren. Im FSP steckt beispielsweise Code, mit dem das System eingesteckte Speichermodule erkennt und in Betrieb nimmt (Memory Training). Das FSP bildet bei Intel-USF-Systemen den wesentlichen Teil der Abstraktionsschicht für das System-on-Chip (SoC Abstraction Layer).

Eine Schicht höher liegt ein Plattform Orchestration Layer zur Konfiguration der verschiedenen Systemkomponenten. Diese Ebene stellt schließlich ein API zur sogenannten Nutzlast (Payload) bereit. Das kann beispielsweise ein UEFI-BIOS sein, aber etwa auch LinuxHypervisor Project ACRN. (ciw@ct.de)

Die Spezifikation für Universal Scalable Firmware legt mehrere Ebenen (Layer) fest sowie Schnittstellen zur Kommunikation zwischen diesen Ebenen.

Hochpräzise Auto-Navigation

STMicroelectronics hat den **Satelliten-navigations-Empfängerchip Teseo V STA8135GA angekündigt**, der Fahrzeugen eine besonders präzise Positionsbestimmung ermöglichen soll. Dazu enthält er unter anderem einen Triple-Band-Empfänger (L1, L2, L5) für die Systeme GPS, Galileo, Glonass, Beidou und weitere.

Der STA8135GA vereint den Empfänger STA8100GA mit dem Multifrequenz-Frontend STA5635A. Im STA8100GA ist ein ARM-Kern vom Typ Cortex-M7 mit 314 MHz eingebaut. Der kann zusammen mit Informationen von einem Trägheitssensor sowie vom Fahrzeug die Position schätzen, auch wenn (im Tunnel oder im Parkhaus) kein Satellitenempfang möglich ist (Dead Reckoning). Derart genaue Positionsdaten sind für künftige Fahrerassistenzsysteme nötig. Die Serienfertigung des STA8135GA soll Mitte 2022 laufen, dann wird er auch nach AEC-Q100 für den Einsatz in Fahrzeugen qualifiziert sein. Laut STMicro eignet er sich aber auch für den Einsatz in Drohnen, auf Schiffen und in der Landwirtschaft.

Ein Teseo V steckt auch im Navigationsmodul OpenRTK330LI der US-Firma Aceinna. Mit OpenRTK-Software lassen sich Apps für Echtzeitkinematik (Real Time Kinematic, RTK) entwickeln, die GNSS-Korrekturdaten etwa von Ntrip-Servern verarbeiten. Laut Aceinna lässt sich die Position damit auf 2 Zentimeter genau bestimmen. (ciw@ct.de)

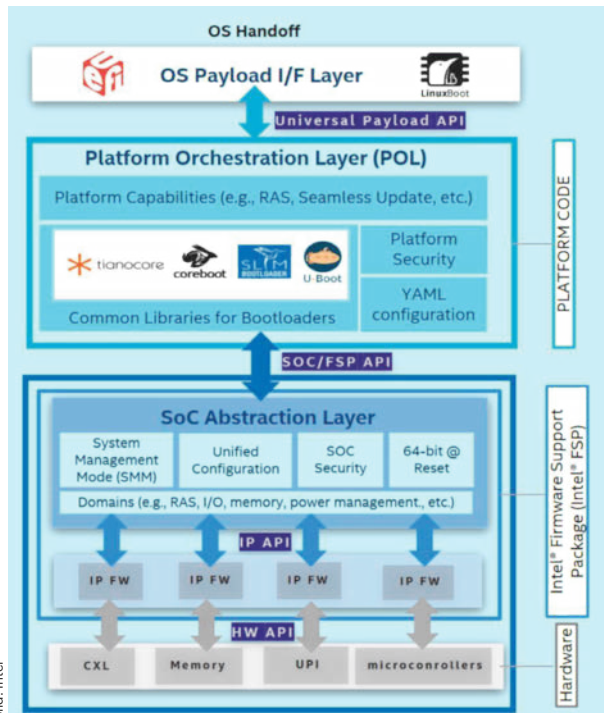


Bild: Intel



kurze-kabel.de

weniger ist mehr!

- weniger Kabelsalat
- weniger Platzbedarf
- weniger Gewicht
- mehr Ordnung
- mehr Ästhetik
- mehr Hygiene

Allen c't-Lesern ein frohes Fest mit unserem

10 Euro-XMAS-Gutschein

Einfach Code **ctXMAS21** im Warenkorb eingeben!

Mindesteinkaufswert: 30 Euro
gültig bis 31. Jan 2022

xxs-kurze Daten- und Netzkabel ab 10cm

Kliniken, Labore & Arztpraxen ■ Schulen & Behörden ■ Büros & Besprechungsräume
Homeoffice ■ im Auto & auf Reisen ■ Geräte- & Modellbau ■ Serverschränke ■ ...

Frische Chips zum Mitnehmen



Snapdragon

Bild: Qualcomm

Qualcomms neue Prozessoren für Smartphones, Laptops und Gaming

Chiphersteller Qualcomm will mit Apple konkurrieren und holt sich den Gamingspezialisten Razer als Mitspieler hinzu. Was sich mit dem Snapdragon 8 Gen 1 außer einem neuen Namensschema noch alles ändert und was Sie davon haben.

Von Steffen Herget

Qualcomm stellt seine nächste Chipgeneration vor und baut dabei nicht nur die Technik, sondern auch das Namensschema um. Die Snapdragon-SoCs (System on a Chip) tragen keine dreistelligen Modellnummern mehr, sondern nur noch eine Ziffer plus Generationenangabe. Der Nachfolger des Snapdragon 888 heißt Snapdragon 8 Gen 1 und ist der leistungstärkste Qualcomm-Chip. Darunter folgen in den nächsten Monaten der Snapdragon 7, 6 und 4. Wie Qualcomm künftig verschiedene Chips der gleichen Serie benennen möchte, um Verwechslungen zu vermeiden, verriet das Unternehmen bisher nicht. Andere Bestandteile der SoCs, allen voran der Hexagon-Prozessor, die Kryo-Kerne und die Adreno-GPU, sollen künftig komplett ohne bezeichnende Modellnummern kommen.

Der Snapdragon 8 Gen 1 wird in 4-Nanometer-Technik gefertigt und besitzt acht Rechenkerne: einen 3 GHz schnellen ARM Cortex-X2, drei Cortex-A710 und vier Cortex-A510. Der X2-Core hat laut Hersteller eine um 30 Prozent im Vergleich zum Vorgänger höhere Rechenleistung. Die Lücke zwischen dem leistungsstarken X2 und den stromsparenden Rechenkernen dürfte größer ausfallen als zwischen X1 und A78 sowie A55, die im Snapdragon 888 ein Gespann bildeten.

Der neue SoC kann mehr Kameradaten verarbeiten als seine Vorgänger. Qualcomm hat den Bildsignalprozessor (Image Signal Processor, ISP) von 14 auf 18 Bit aufgeböhrt. Damit kann der Chip mit einer 4096-mal größeren Datenmenge in gleicher Zeit umgehen als der ISP des Snapdragon 888. Mit 12 Megapixeln Auflösung sind bis zu 240 Frames pro Sekunde möglich, beim Vorgänger war bei 120 fps Schluss. Um aus den Rohdaten, die auf Wunsch auch als 18-Bit-Raw gespeichert werden können, ein ansehnliches Foto zu machen, greift Qualcomm auf die Unterstützung von Softwarefiltern von Leica zurück. Videos unterstützt der neue Snapdragon in 8K HDR.

Mehr Grafik, mehr KI, mehr Daten

Die Gesichtserkennung mit der Frontkamera will Qualcomm ebenfalls verbessert haben. Dabei sollen Smartphones, die den neuen Chip im Bauch haben, erkennen können, ob dem Anwender beim Face Unlock jemand über die Schulter schaut – dann wird nicht entsperrt, um fremden Augen keinen Blick auf möglicherweise sensible Inhalte zu gestatten. Bei der Gesichtserkennung soll der Snapdragon 8 Gen 1 bis zu 300 Messpunkte erkennen und verarbeiten können.

Fürs mobile Gaming wird die Grafikleistung der Adreno-GPU laut Hersteller um 30 Prozent erhöht. Die KI-Leistung will Qualcomm durch verdoppelte Performance der Tensoreinheit im Hexagon-Prozessor sowie doppelten Speicher vervierfachen. Das X65-Modem des Snapdragon 8 Gen 1 schafft mit 5G Datenraten von bis zu 10 Gbit/s.

Allzu lange dürfte es nicht mehr dauern, bis die ersten Hardwareproduzenten Smartphones mit dem Snapdragon 8 Gen 1 vorstellen. Spätestens die High-End-Smartphones des ersten Quartals 2022

dürften die neue Nummer 8 ins Spiel bringen.

Konkurrenz zu Apple, Kooperation mit Razer

Um Apples M1-Chips langfristig Paroli bieten zu können, aktualisiert Qualcomm zudem den für Notebooks mit Windows on ARM gedachten Snapdragon 8cx. Erste Geräte mit dem SoC, der mit einem der drei 5G-Modems X55, X62 und X65 kombinierbar ist, werden in der ersten Jahreshälfte 2022 erwartet. Für den 5-Nanometer-Chip verspricht Qualcomm unter anderem eine um den Faktor 3 gesteigerte KI-Performance von nun 29+ TOPS (Tera operations per second). Der 8cx Gen 3 kann die Signale von bis zu vier 4K-Kameras gleichzeitig verarbeiten, um etwa Streaming mit mehreren Eingabegeräten zu ermöglichen. Für Einstiegsgeräte bringt Qualcomm zudem den Snapdragon 7c+ Gen 3 auf den Markt. Der 6-Nanometer-Prozessor kann mit einem 5G-Modem mit maximal 3,6 Gbit/s Datendurchsatz gekoppelt werden.

Ein weiterer neuer Chip bricht bereits mit Teilen der veränderten Nomenklatur, indem der Hersteller auf die führende Zahl verzichtet: der Snapdragon G3x Gen 1. Der SoC soll ausschließlich in Gamingkonsolen und -Handhelds eingebaut werden. Während Qualcomm bis Redaktionsschluss noch kaum etwas zu den Details des G3x verriet, kündigte der Chiphersteller schon das erste Endgerät mit dem SoC an. Zusammen mit Razer hat Qualcomm ein Developer Kit auf Basis eines Gaming-Handhelds mit Android-Betriebssystem angekündigt. Das rund 500 Gramm schwere Gerät, dessen Preis die Firmen bis Redaktionsschluss noch für sich behalten haben, soll zudem Gamestreaming von PC, Konsole oder aus der Cloud unterstützen. Pläne, die mobile Konsole für alle anzubieten, verfolgen Qualcomm und Razer derzeit nicht. (sht@ct.de)

MACH, WAS WIRKLICH ZÄHLT.



IST DEIN TALENT AUF IT PROGRAMMIERT?

Finde deine Berufung.

bundeswehrkarriere.de



BUNDESWEHR

PCIe-Festplatten und Ethernet-SSDs

Die Anschlussvielfalt wird größer: Seagate stellt Festplatten mit PCIe-Schnittstelle vor und Kioxia baut einen Netzwerkanschluss in seine SSDs ein.

Kioxias 2,5-Zoll-SSD EM6 ist anders: Statt PCIe, SAS oder SATA nutzt sie Ethernet zur Verbindung mit einem Server. Die SSD soll mit Kapazitäten von 3,84 und 7,68 TByte erhältlich sein, zu Preisen und Verfügbarkeit gibt es noch keine Angaben.

Die EM6 nutzt den SSD-Controller Marvell 88SN2400, der die Netzwerkseite mit einer Geschwindigkeit von 25 Gbit/s bedient, eine Dualport-Version ist optional erhältlich. Der Controller spricht das Protokoll NVMe over Fabrics (NVMe-oF), mit dem Hostsysteme via Ethernet auf die SSD zugreifen können; die Speichermenge in einem Netzwerk lässt sich so sehr flexibel erweitern. 24 solcher SSDs lassen sich etwa in dem zwei Einheiten hohen Rack ES2000 der Foxconn-Tochter Ingrasys unterbringen.

Der Festplattenhersteller Seagate hat einen Prototyp einer Magnetfestplatte mit PCIe-Schnittstelle und NVMe-Protokoll gezeigt. Das Einbinden von Festplatten in das eigentlich für SSDs entwickelte Umfeld soll die Komplexität vor allem bei Servern verringern, da Konverter auf SATA oder SAS mitsamt der zugehörigen Treiber entfallen können. Zudem kann ein üblicher Laufwerksschacht dadurch mit beliebigen Laufwerken bestückt werden und die Anbindung von Multi-Aktuator-Festplatten lässt sich einfacher realisieren.

Seagate will die ersten NVMe-Festplatten im Herbst nächsten Jahres an Pilotkunden ausliefern, allgemein verfügbar sollen sie laut Hersteller erst Mitte 2024 sein. Festplatten sind seit der Version 2.0 im NVMe-Standard eingebunden.

Der chinesische SSD-Hersteller Memblaze bringt seine neue SSD-Serie PBlaze6 in Form einer PCIe-Steckkarte und als 2,5-Zoll-Version mit U.2-Anschluss heraus. Zudem gibt es zwei Versionen, die sich vor allem in Kapazität und Haltbarkeit



Kioxias Ethernet-SSD EM6 sieht nur auf den ersten Blick aus wie eine gewöhnliche SSD im 2,5-Zoll-Gehäuse.

unterscheiden: Während die PBlaze6 6530 mit bis zu 7,68 TByte Kapazität pro Tag mit dem 1,4-Fachen ihrer eigenen Kapazität beschrieben werden darf (1,4 Drive Writes Per Day, DWPD), erlaubt die PBlaze6 6536 mit maximal 6,4 TByte bis zu 3,2 DWPD. (ll@ct.de)

Serverprozessoren: AMD Zen 4 als c-Version mit bis zu 128 Kernen

AMD bestätigt die schon länger existierenden Spekulationen zu zwei kommenden Zen-Generationen, die wohl der Epyc-7004-Reihe angehören werden. Sie haben neue Kerne mit Zen-4-Architektur, werden von DDR5-Speicher versorgt und binden Peripherie per PCIe 5.0 an. Zudem können sie mit Compute Express Link umgehen und dadurch den Arbeitsspeicher enorm erweitern. Schon 2022 sollen diese „Genoa“-CPUs kommen. Sie haben bis zu 96 Zen-4-Kerne in 12+1 Chipllets und werden bei TSMC in 5-Nanometer-Technik hergestellt.

Laut AMD-Chefin Lisa Su sorgt der Prozess für eine verdoppelte Energieeffizienz, verdoppelte Transistordichte und ein Viertel mehr Performance im Vergleich zur heutigen 7-Nanometer-Fertigung – üblicherweise muss man als CPU-Hersteller eine Balance dieser Parameter wählen. Der zweite Zen 4 „Bergamo“, geplant für die erste Hälfte 2023, gilt als AMDs Antwort auf die ARM-Serverchips, die mit enorm vielen Kernen pro Fassung in Cloudanwendungen brillieren, ohne dabei Topleistung pro Kern abliefern zu müssen. Die Zen-4c-Cores sind sehr energieeffizient und haben

einen besonders dicht gepackten Cache, damit bis zu 128 Kerne in eine Fassung passen. Da AMD zugleich von maximaler Thread-Zahl pro Fassung spricht, dürften sie entgegen mancher Gerüchte auch weiterhin SMT haben, denn 128 Threads inklusive SMT gibt es bereits.

(csp@ct.de)



Ein angedeutetes Schema (rechts) zeigt, wohin es mit „Genoa“ geht: zwölf Compute-Chipllets um einen zentralen I/O-Die.

Kurz & knapp

Die südbayrische Firma Thomas-Krenn verkauft **lüfterlose Mini-PCs** mit 2, 4 oder 6 Gigabit-Ethernet-Ports als Basis für Software-Router oder Firewalls mit offener Software. Der ab 438 Euro erhältliche „Low Energy Server“ LES compact 4L entspricht dem in c't 22/2021 (S. 106) getesteten Yanling NUC-C3 mit vier Netzwerkanschlüssen; im Preis enthalten sind 2 GByte RAM und eine 32-GByte-SSD. Billiger ist der LES v3 mit nur zwei Ethernet-Ports, rund 130 Euro teurer ist der LES network 6L mit sechs Ports.

Samsung will bei der kommenden **Version 8 seines 3D-NANDs** zwei Versionen bauen: ein 512-Gbit-Die, das deutlich kleiner als das Pendant bei V7 ausfällt, und ein größeres 1-Tbit-Die. Die Anzahl der Lagen steigt auf mehr als 200, die IO-Datenrate auf 2,4 Gbit/s. Der Start der Serienproduktion ist noch nicht terminiert.

Apple erlaubt bald Selbstreparatur

Die Self-Service-Option umfasst Anleitung und den Bezug von Originalteilen, damit Kunden ihre Geräte selbst reparieren können.

Apple öffnet sein Reparaturprogramm, das bislang nur autorisierten Händlern und Werkstätten zugänglich war, in Kürze auch für „technikversierte“ Endkunden. Die hatten bislang keine Möglichkeit, Reparaturen mit Originalersatzteilen durchzuführen, sondern mussten auf Teile anderer Anbieter und Anleitungen aus dem Internet ausweichen.

Den Anfang machen die iPhones der Modellreihen 12 und 13, für die Apple in seinem neuen Online-Store für Self-Service-Reparaturen über 200 Einzelteile, Werkzeuge und Reparaturanleitungen für die häufigsten Defekte anbieten will, darunter Bildschirm, Batterie und Kamera. Später sollen auch Teile für Macs mit M1-SoC angeboten werden. Die Preise für die Ersatzteile sollen denen entsprechen, die auch autorisierte Werkstätten zahlen. Nach erfolgter Reparatur erhalten Kunden, die ihr gebrauchtes Teil zum Recyceln zurückgeben, eine Gutschrift auf ihren Einkauf.



Bild: iFixit

Zukünftig können Apple-Kunden einige ihrer Geräte selbst reparieren – mit Originalersatzteilen und Apples Segen.

Das Programm startet zu Jahresbeginn 2022 in den Vereinigten Staaten und soll im Laufe des Jahres auch in anderen Ländern eingeführt werden.

(bkr@ct.de)

Mauszeiger provoziert Speicherleck in macOS Monterey

Ein angepasster Mauszeiger ist offenbar einer der **Auslöser für Speicherlecks in macOS Monterey** (macOS 12). Einige Anwendungen belegten Nutzerberichten zufolge mitunter über 10 Gigabyte RAM und bremsen so nach und nach das Betriebssystem aus.

Das Problem betraf auch den Browser Firefox, der seit Version 94 derartige Speicherlecks reduzieren soll. Eine vorläufige Lösung findet sich im Mozilla-

Bugtracking-Tool Bugzilla: Man solle in den Systemeinstellungen unter Bedienungshilfen/Anzeige im Reiter „Zeiger“ alle Optionen zurücksetzen, also die normale Zeigergröße und -füllfarbe nutzen.

Möglicherweise ist der modifizierte Zeiger nicht der einzige Grund für Speicherlecks. Anwender, bei denen der beschriebene Workaround nicht hilft, müssen auf ein Bugfix von Apple warten. Derzeit arbeitet die Firma an macOS 12.1. (bkr@ct.de)

Kurz & knapp: Apple

WatchOS 8.1.1 behebt bei der Apple Watch 7 Probleme beim Laden. Manche Exemplare luden demnach nicht wie erwartet. Bei iPhones der Modellreihen 12 und 13 soll **iOS 15.1.1** Verbindungsabbrüche beim Telefonieren reduzieren.

Seit dem 23. November gibt es den **HomePod mini** in den Farben Gelb, Blau und Orange für 99 Euro zu kaufen.

Die Evolution smarten Heizens.

Technik und Design smart vereint

Überlassen Sie das Heizen einem Profi. Der intelligente Heizkörperthermostat – Evo von Homematic IP sorgt immer für die perfekte Wohlfühltemperatur – vollautomatisch und ganz nach Ihren Wünschen. Und weil er nur heizt, wenn auch wirklich Wärme benötigt wird, kann bis zu 30% Energie und CO2 gespart werden.



red dot winner 2021

homematic-ip.com/evo



homematic IP

Microsoft torpediert Browser-Wahlfreiheit

Windows 11 will sich zugunsten von Edge weitergehend über die Entscheidung des Nutzers für einen bestimmten Browser hinwegsetzen.

In aktuellen Insider Previews von Windows 11 hat Microsoft einen ohnehin fragwürdigen Mechanismus in Windows verschärft: Schon seit Windows 10 spucken viele der mitgelieferten Apps und Suchfunktionen Verweise auf Web-Inhalte aus, die über ein spezielles Schema nicht den vom Benutzer gewählten Browser, sondern Edge öffnen. Microsoft erreicht das durch Voranstellen von „microsoft-edge:“ vor die URL.

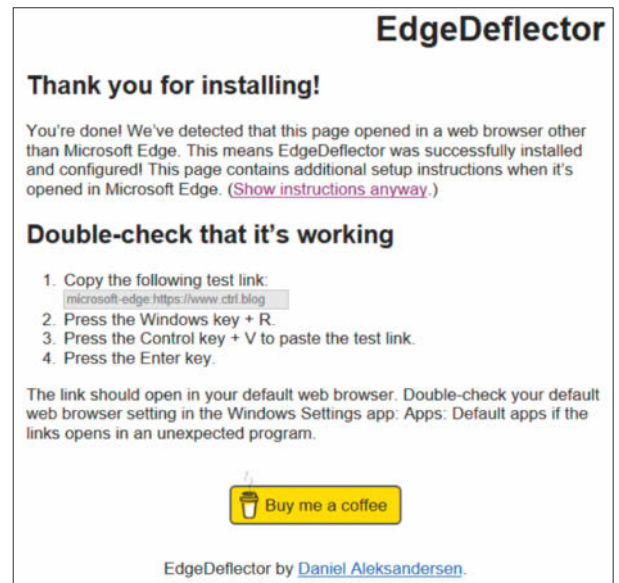
Nutzer, die das nervte, konnten mit spezieller Software diesen Mechanismus aushebeln, etwa mit dem EdgeDeflector von Daniel Aleksandersen. Seit den Vorabversionen von Windows 11 (ab 22000.346) funktioniert das nicht mehr – jedenfalls auf den bisher dafür vorgesehenen wohl-bekannten Wegen. Die Windows-Entwickler gaben mit einem Statement in ihrem Blog sogar zu, die Änderung bewusst herbeigeführt zu haben.

Ob Nutzer auch in kommenden Windows-Versionen wieder zu Edge gedrängt werden, ist offen. All das erinnert an die Winkelzüge Microsofts im Browserkrieg – sie mündeten in Kartellverfahren in den USA und Europa und zwang das Unternehmen, Platz für anderen Browser in Windows zu schaffen. Wer Edge weiterhin

nicht nutzen will, kann sich mit MSEdgeRedirect helfen (siehe ct.de/yee3); Ihm genügt, anders als beim beliebten EdgeDeflector, ein Eingriff. Es wacht ständig im Hintergrund und schreibt „microsoft-edge:“-URLs live um. (wid@ct.de)

MSEdgeRedirect: ct.de/yee3

Die Freeware EdgeDeflector hindert Microsoft-Software daran, Links grundsätzlich in Edge statt im Standardbrowser zu öffnen. Künftige Windows-Versionen sabotieren die Freeware.



Windows-10-Updates nur jährlich

Microsoft will für **Windows 10 nur noch jährlich ein Funktions-Update** liefern. Das 21H2 Update vom 16. November markiert das Ende des halbjährigen Zyklus. Das nächste Update bekommt Windows 10 im Herbst 2022, der Support läuft dann 2025 aus.

Beinahe gleichzeitig mit der Ankündigung erschien das Funktionsupdate auf Version 21H2. Dieses steht allen Nutzern zur Verfügung, die mindestens Version 2004 installiert haben. Die Änderungen fielen recht gering aus: Windows 10 fügte unter anderem den WPA3-H2E-Standard seinem Repertoire hinzu und unterstützt künftig GPU-Computing für das Windows Subsystem für Linux (WSL). Download einer ISO und Neuinstallation funktioniert wie üblich über das Media Creation Tool (siehe ct.de/yee3). (wid@ct.de)

MediaCreationTool21H2.exe: ct.de/yee3

Windows 11 SE vorgestellt

Microsoft hat Windows 11 SE angekündigt: Eine speziell für **Bildungseinrichtungen** vorgesehene und nur zentral verwaltbare Ausgabe von Windows 11. Sie soll in den kommenden Wochen auf diversen Geräten – in erster Linie Notebooks – vorinstalliert erhältlich sein. Möglichkeiten zur individuellen Lizenzierung soll es ebenso wenig geben wie frei verfügbare Installationsmedien.

Wenngleich der Name an die Edition „Windows 10 S“ erinnert, die mittlerweile als „S-Modus“ in allen Windows-10-Editionen steckt, dürften Geräte mit Windows 11 SE kaum im Einzelhandel für Endkunden auftauchen, denn für den regulären Einsatz ist das System nicht geeignet. Während das auf günstigen Geräten oft anzutreffende Windows 10 im S-Modus immerhin Apps aus dem Store zulässt und sich kostenfrei auf ein vollwertiges Windows 10 umstellen lässt, hat Microsoft Windows 11 SE wesentlich restriktiver gestaltet.

Im Detail heißt das: Eine Umstellung auf ein reguläres Windows 11 erfordert eine entsprechende Lizenz und ist nur per Neuinstallation möglich. Außerdem sind bei SE die Installationsmöglichkeiten für Programme aus Benutzersicht fast vollständig vernagelt und es gibt keinen Store. Erlaubt sind lediglich wenige essenzielle Programme wie Zoom und andere Browser sowie Microsoft-eigene Software à la Office, Teams und grundlegende Verwaltungswerkzeuge. Zudem pflegt Microsoft eine Liste mit bildungsspezifischen Tools für Klausuren, Klassenkommunikation und Ähnliches. Verwaltet werden die Geräte via Intune for Education.

Weitere Unterschiede zwischen Windows 10 im S-Modus und Windows 11 SE hat Microsoft in einem länglichen FAQ-Dokument zusammengestellt (siehe ct.de/yee3). (jss@ct.de)

FAQ zu Windows 11 SE: ct.de/yee3

OpenAI gewährt API-Zugriff auf GPT-3

Die gigantische Sprach-KI GPT-3 ist ab sofort über ein öffentliches API verfügbar. Das neuronale Netz schreibt angefangene Texte stil-sicher weiter. Entwickler können dies nun in eigene Anwendungen einbauen, ohne sich aufwendig bei OpenAI bewerben zu müssen.

Das KI-Unternehmen OpenAI hat bereits 2020 ein unglaublich großes neuronales Netz namens „Generative Pre-trained Transformer 3“ (GPT-3) vorgestellt. Das Netz nutzt 175 Milliarden Parameter und hat beim Training terabyteweise Texte aus dem gesamten Internet gelesen. GPT-3 verblüfft seitdem Experten mit stilsicheren und fehlerfreien Texten in mehreren Sprachen, einschließlich Programmiersprachen. Jetzt ist der Zugriff auf GPT-3 für die Allgemeinheit freigegeben.

Transformer sind neuronale Netze, die Sequenzen als Eingabe lesen und neue Sequenzen ausgeben können. Beim Berechnen der Ausgabe können sie ihre Aufmerksamkeit auf bestimmte Teile der Eingabe richten und dabei lernen, eine interne Vektor-Repräsentation der Bedeutung der Eingabe gezielt an den Kontext anzupassen. Sie ähneln den älteren Long-Short-Term-Memory-Netzen (LSTM), lassen sich aber parallel berechnen und besser skalieren.

Der nächstliegende Anwendungsfall einer solchen KI ist Sprache: Sätze sind Sequenzen aus Wörtern, die die Transformer lesen. Die Ausgabe ist Wort für Wort ein neuer Satz. Ein solches Sprachmodell wird darauf trainiert, einen angefangenen Text weiterzuschreiben, indem es stets das beste nächste Wort berechnet.

Externen Programmierern gewährte OpenAI bislang nur selten Zugriff auf das Sprachmodell. Die Zurückhaltung begründete das Unternehmen damit, dass ein so gutes Sprachmodell leicht für Fehlinfor-

mationskampagnen, Spam oder Betrug missbraucht werden kann.

OpenAI hat nun intern genügend Sicherheitsmaßnahmen eingebaut, dass das Risiko für Missbrauch der KI nach Meinung des Unternehmens akzeptabel gering ist. Die Registrierung für das API ist nun öffentlich und ohne Warteliste freigegeben. Programmierer, die GPT-3 in ihren Anwendungen nutzen möchten, müssen Richtlinien zustimmen, die zum Beispiel Betrug und politische Einflussnahme untersagen sowie die erlaubten Anwendungsgebiete beschränken. Für viele Diktaturen ist der Zugriff ganz gesperrt. Ein Content-Filter stuft Texte als „safe“, „sensitive“ oder „unsafe“ ein. Bezahl wird der API-Zugriff pro 1000 Wörter oder Satzzeichen (Tokens) mit Preisen zwischen 0,08 und 6 US-Cent, je nachdem welche Variante der KI man nutzt.

Ein Sprachmodell gegen unethische Verwendung abzusichern ist so schwierig, dass trotzdem mit Missbrauch zu rechnen ist. Anfang dieses Jahres haben Forscher bereits nachgewiesen, dass GPT-3 aus seinen Trainingsdaten Vorurteile über Muslime gelernt hat, die es auch in eigenen Texten wiedergibt. Das Replizieren von Vorurteilen aus dem Datensatz ist ein Problem, mit dem fast alle Sprach-KIs zu kämpfen haben. Da GPT-3 aber eloquenter schreibt als viele kleine neuronale Netze, sind seine Texte nur sehr schwer als das Werk einer Maschine erkennbar. Eine Quellenprüfung für Texte im Internet wird also immer wichtiger, auch weil GPT-3 nicht alleine bleiben wird. Das Start-up AlephAlpha arbeitet bereits an einem ähnlich großen Sprachmodell, genauso wie Microsoft und Nvidia, die ihrem Netz den einschüchternden Namen „Megatron-Turing Natural Language Generation Model“ (MT-NLG) gegeben haben – Megatron ist ein Bösewicht aus dem Transformers-Franchise. (pmk@ct.de)

Unsere Server-Buddies sind #NäherDran

Ihre persönlichen IT-Experten

Keine halben Sachen: Bei der Betreuung und Beratung unserer Kunden setzen wir von Thomas-Krenn auf doppelte Kompetenz und Erfahrung. Deshalb kümmern sich Key Account Managerin Monika und Vertriebsberaterin Jasmin gemeinsam um unsere Kunden im Südwesten Deutschlands.

Diese schlagkräftige Teamarbeit hat für Sie viele Vorteile, denn Ihnen steht jederzeit ein persönlicher Ansprechpartner zur Verfügung – in unserer Zentrale oder auf Wunsch vor Ort bei Ihnen!

Ihre Buddies in Süd-West-Deutschland: #NäherDran



Monika & Jasmin

Buddy-Beratung unter:
thomas-krenn.com/sued-west

**THOMAS
KRENN®**

Per-model prices			
Ada Fastest \$0.0008 / 1K tokens	Babbage \$0.0012 / 1K tokens	Curie \$0.0060 / 1K tokens	Davinci Most powerful \$0.0600 / 1K tokens
Multiple models, each with different capabilities and price points. Ada is the fastest model, while Davinci is the most powerful.			
Prices are per 1,000 tokens. You can think of tokens as pieces of words, where 1,000 tokens is about 750 words. This paragraph is 35 tokens.			

Für den Zugriff auf GPT-3 zahlt man pro Wort. Die hohen Preise ergeben sich aus der immensen Rechenleistung, die GPT-3 verschlingt.

Pop!_OS entwickelt eigene Desktopumgebung

Die Entwickler der Linux-Distribution Pop!_OS wollen den Gnome-Desktop durch eine Eigenentwicklung ersetzen. Die neue Bedienoberfläche soll in der Programmiersprache Rust geschrieben werden.

Der US-amerikanische Hersteller von Linux-Komplettsystemen System76 entwickelt eine neue Desktopumgebung für seine hauseigene Linux-Distribution Pop!_OS. Die neue Bedienoberfläche soll in der Programmiersprache Rust geschrieben werden und soll nicht mehr wie bislang auf Gnome aufbauen. Seit Version 21.04 liefert Pop!_OS die Desktopumgebung „Cosmic“ aus. Dabei handelt es sich um ein durch Gnome-Extensions modifiziertes Gnome 3.38, das eigene Akzente beim Bedienkonzept setzt.

Der Pop!_OS-Entwickler und -Maintainer Michael Murphy kündigte die Neuentwicklung in einem Diskussionsbeitrag in der Pop!_OS-Community auf Reddit an. Als eine Motivation nennt er, dass die Entwickler des Desktop-Teams immer wieder an die Grenzen von Gnome-Shell-Extensions stoßen. Die Pop!_OS-Entwickler könnten nicht alle gewünschten Änderungen für Cosmic mittels Exten-

sions realisieren. Außerdem komme es bei neuen Gnome-Shell-Releases oft zu Problemen mit bereits bestehenden Erweiterungen. Die geplante Desktopumgebung soll zwar Komponenten wie die Compositor und Windowmanager Mutter oder KWin nutzen, die umgebende Shell soll aber von Grund auf neu entwickelt werden.

Zwischen Gnome-Entwicklern und System76 war es zuletzt zu Spannungen gekommen. In einem Blogbeitrag, den wir unter ct.de/y1gg verlinkt haben, warf der

Gnome-Entwickler Christopher Davis System76 vor, nicht mit dem Gnome-Projekt zu kooperieren und beispielsweise Patches in Pop!_OS nicht an Upstream-Entwickler weiterzureichen. Ein Release-Termin für die neue Desktopumgebung ist noch nicht abzusehen. Laut Michael Murphy konzentriert sich das Entwicklerteam zunächst auf das bevorstehende Release von Pop!_OS 21.10. (ndi@ct.de)

Blogbeitrag von Gnome-Entwickler Christopher Davis: ct.de/y1gg

Mit dem Cosmic-Desktop beschreibt Pop!_OS bereits eigene Wege beim Bedienkonzept.



Ubuntu experimentiert mit systemd in WSL

Canonical arbeitet daran, das **Init-System systemd** in die Ubuntu-Abbilder des Windows Subsystem for Linux (WSL) zu integrieren. Systemd war bislang in der Architektur des WSL nicht vorgesehen und fehlt deswegen in den WSL-Abbildern von Distributionen wie Ubuntu, Debian oder openSUSE. Stattdessen kommt ein eigenes rudimentäres Init-System zum Einsatz, das jedoch hinter dem Funktionsumfang von systemd zurückbleibt.

Nutzer müssen sich aus diesem Grund aktuell mit Workarounds behelfen, wenn sie die Dienstverwaltung `systemctl` oder andere Software nutzen wollen, die `systemd` voraussetzt. Microsoft zeigt in der offiziellen Dokumentation von WSL (siehe ct.de/y1gg) einige Lösungswege auf. So stellt das Unternehmen beispielsweise ein Skript zur Verfügung, um die Datenbank

MongoDB mit den üblichen Dienstbefehlen zu betreiben.

Laut den wöchentlichen Entwicklungsberichten des Desktop-Teams im Ubuntu-Forum (ct.de/y1gg) sind solche Verrenkungen wohl bald nicht mehr notwendig. Der Entwickler Didier Roche spricht in seinem Bericht vom „Proof of Concept“ eines Systemstarts mit `systemd`. Durch die Integration von `systemd` würde WSL Kompatibilitätsschranken abbauen und näher an die etablierten Linux-Distributionen heranrücken, wo sich `systemd` bis auf wenige Ausnahmen durchgesetzt hat. Wann mit Ubuntu-Abbildern für das WSL zu rechnen ist, die `systemd` enthalten, steht aktuell noch nicht fest. (ndi@ct.de)

Weitere Infos: ct.de/y1gg

Kurz & knapp

Das neue Proxmox VE 7.1 baut auf Debian „Bullseye“ 11.1 auf und nutzt den Linux-Kernel 5.13. Proxmox kann jetzt **virtuellen Maschinen ein Trusted Platform Module 2.0 hinzufügen**. Das ermöglicht die Virtualisierung von Windows 11. Mit Fedora 35, Ubuntu 21.10 sowie AlmaLinux und Rocky Linux stehen neue Container-Templates zur Verfügung.

AlmaLinux 8.5 und Rocky Linux 8.5 folgen auf Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.5. Die Distributionen übernehmen in Version 8.5 die Neuerungen aus RHEL 8.5 wie neue Systemrollen, NTP mit Network Time Security (NTS) sowie aktuellere Software. **Rocky Linux 8.5 unterstützt erstmals Secure Boot.**



**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.**

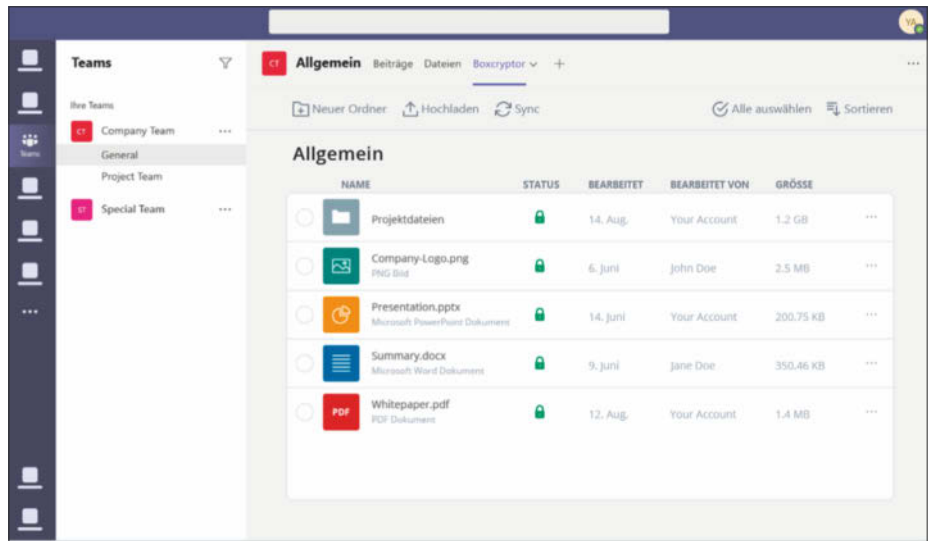


Boxcryptor verschlüsselt Teams-Nachrichten

Dateien und Nachrichten, die Kollegen sich auf der Teams-Plattform senden, werden nicht durchgehend verschlüsselt. Boxcryptor für Microsoft Teams rüstet eine Verschlüsselung nach. Jetzt lassen sich damit auch Chat-Nachrichten Ende-zu-Ende-verschlüsseln.

Das Augsburger Unternehmen Secomba verspricht Nutzern von Microsoft Teams einen verbesserten Datenschutz durch Ende-zu-Ende-Verschlüsselung von Dateien, Ordnern und nun auch Nachrichten. Während Teams geteilte Dateien und Nachrichten grundsätzlich unverschlüsselt auf den beteiligten Servern lagert, soll Boxcryptor diese Inhalte bereits auf dem Rechner des Anwenders, also vor dem Upload, verschlüsseln und erst beim Empfänger wieder entschlüsseln. Dadurch erhalten weder Secomba noch Microsoft Zugriff auf den Inhalt.

Durch die Unterstützung von Microsoft SharePoint und OneDrive kann Boxcryptor hochgeladene Dateien bereits seit Jahresfrist Ende-zu-Ende-verschlüsseln; nach dem jüngsten Update sollen



Die Boxcryptor-Erweiterung zum Verschlüsseln von Dateien und Nachrichten ergänzt einen Menü-Eintrag in Microsoft Teams.

sich nun auch Nachrichten in der gleichen Weise schützen lassen. Dafür müssen alle Gesprächspartner eine kostenpflichtige Company- oder Enterprise-Lizenz für Boxcryptor besitzen und außerdem die zugehörige Erweiterung

für MS Teams installiert haben. Diese ist kostenlos für Windows, macOS, Android und iOS verfügbar. Darüber hinaus funktioniert Boxcryptor laut Hersteller auch zusammen mit der Browser-Version von Teams. (hps@ct.de)

App checkt Immunitätsstatus von Mitarbeitern

Das Kölner Unternehmen mobivention hat für Arbeitgeber eine App für die Überwachung der 3G-Regeln im Betrieb



Mit der 3G-Regel App für Mobilgeräte sollen Arbeitgeber ihrer Corona-Testpflicht im Betrieb nachkommen können.

entwickelt. Die **3G-Regel App** soll die üblichen Impf- und Immunitätszertifikate scannen können und das Prüfergebnis für den Fall einer behördlichen Kontrolle dokumentieren. Dazu wird die App auf einem Mobilgerät eingerichtet, das eine Kamera zum Scannen sowie eine Internetverbindung hat. mobivention bietet alternativ auch vorkonfigurierte Tablets sowie spezielle Handscanner an.

Die Scannerdaten werden direkt an einen Server übertragen, der laut Anbieter bei Hetzner Online in Deutschland gehostet wird. Sie sind nur für Administratoren des zur Verfügung gestellten Web-Bereiches einsehbar, die sie von dort als PDF oder CSV-Datei exportieren können. Zusätzlich zur einmaligen Einrichtungsgebühr von 237 Euro entstehen laufende Kosten, beispielsweise 118 Euro pro Monat für maximal 25 zu testende Personen.

(dwi@ct.de)

Kurz & knapp

Das Mindmapping-Programm **Mindmanager** wird künftig kontinuierlich statt in diskreten Versionen aktualisiert. Die jüngsten Neuerungen umfassen den Support für Chromebooks und das plattformübergreifende Co-Editing in der Cloud gespeicherter Mindmaps.

Version 11.2 des PDF-Editors **Foxit PDF Editor** integriert sich in den Signierdienst **Foxit eSign**, sodass Nutzer aus dem Editor heraus Unterschriften von mehreren Parteien einholen und den gesamten Signier-Workflow aus der Anwendung heraus steuern können.

Die kostenlose Bildbearbeitung **paint.NET** wird ab der kommenden Version 4.4 nur noch für Windows 10 und 11 zur Verfügung stehen.

IT-Freelancer: Vermittler sind optimistisch

Die führenden Vermittler von IT-Fachleuten schauen positiv in die Zukunft. Für das laufende Geschäftsjahr rechnen sie mit einem kräftigen Umsatzwachstum. Allerdings hatte die Branche zu Beginn der Coronapandemie auch deutliche Umsatzeinbußen.

In sogenannten Marktsegmentstudien beleuchtet die Unternehmensberatung Lünendonk & Hossenfelder die Entwicklung in diversen Servicebranchen. „Der Markt für Rekrutierung, Vermittlung und Steuerung von IT-Freelancern in Deutschland“ lautet der etwas sperrige Titel einer Studie, die einmal pro Jahr das Geschäftsfeld der Vermittler von IT-Fachpersonal betrachtet.

Im Jahr 2020 erwirtschafteten die zehn umsatzstärksten Anbieter in diesem Bereich laut der Studie zusammen einen Umsatz von 2,1 Milliarden Euro. Die Umsätze liegen damit 147 Millionen unter denen von 2019 – das entspricht einem Rückgang von 6,5 Prozent. Für das laufende Jahr sind die Vermittler dennoch optimistisch: Die Top Ten der Branche rechnen laut Studie für 2021 mit einem Umsatzwachstum von knapp 12 Prozent.

Zu wenig IT-Experten

2019 berichtete der Digitalverband Bitkom die bis dahin höchste Zahl an offenen Stellen für IT-Fachkräfte: 124.000 Experten fehlten demnach gegen Ende des Jahres. Aufgrund der Coronapandemie ging die Zahl anschließend zwar zurück, ist aber immer noch hoch. So ermittelte der Bitkom Ende 2020 quer durch alle Branchen 86.000 offene Stellen für IT-Fachleute; das ist der zweithöchste Wert seit der ersten Bitkom-Umfrage dieser Art im Jahr 2011.

Bis eine offene Stelle mit einer IT-Fachkraft besetzt werden kann, dauert es im Schnitt 180 Tage. Als Alternative zur Festanstellung ziehen Arbeitgeber daher häufig die Beschäftigung von IT-Freelancern in Betracht. Neun Monate dauern Projekte im Schnitt, so die aktuelle Lünendonk-Studie. Das durchschnittliche Projektvolumen liegt bei 94.000 Euro.

Deutlich gestiegen ist auch bei Freelancern der Anteil an remote, also aus der Ferne geleisteter Arbeit. So lag 2018 der Anteil der Projekte, bei denen der Arbeitgeber eine Remote-Tätigkeit erlaubt, bei 31 Prozent. 2019 stieg dieser Wert auf 51 Prozent und 2020 lag er bei 73 Prozent.

Gefragt: Softwareentwickler

Auf Platz eins der besonders gefragten Kenntnisse steht laut Studie die Softwareentwicklung, gefolgt von Cloudtechnik und IT-Sicherheit. Die nächsten Plätze belegen: SAP-Kenntnisse (unter anderem S/4HANA), Frontend und UX-Design, Qualitätsmanagement und Testing, Projektmanagement, Organisationsberatung. Unter den Softwareentwicklern sind laut Studie insbesondere IT-Freelancer mit Java-, JavaScript-, Python-, C#-, PHP- und C++-Kenntnissen stark gefragt.

Bei der Vergütung lagen Tätigkeiten in den Bereichen SAP-Beratung und Business Consulting ganz vorn: Für Fachkräfte mit Kenntnissen in diesen Bereichen erzielten die Vermittler durchweg Stundensätze über 90 Euro. Knapp dahinter folgen spezialisierte Tätigkeiten in den Bereichen IT-Sicherheit, KI, Big Data und Cloud-Services. Gegenüber den Stundensätzen aus dem Jahr 2018 sind vor allem die für Experten in Künstlicher Intelligenz, Organisationsberatung und Projektmanagement gestiegen.

(dwi@ct.de)



Fast drei Viertel der IT-Freelancer arbeiteten 2020 nicht im Unternehmen, sondern von daheim oder mobil an Projekten.



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/0298



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/0386



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/0395

c't-Tests jetzt mit Nachhaltigkeit

Bislang haben wir das Thema Nachhaltigkeit meist in eigenen Beiträgen aufgegriffen. Jetzt wird Nachhaltigkeit Bestandteil von Tests. Der c't-Leserbeirat hat dazu eine deutliche Meinung.

Wie lange gibt es Ersatzakku für Notebooks? Bleiben die Preise für Ersatzteile konstant? Wie einfach ist das Gerät zu reparieren? Die Antworten auf diese Fragen werden wir zukünftig so weit wie möglich in unseren c't-Tests geben, mal im Text, mal in der Tabelle. Vor allem Vergleichstests werden wir mit diesen Kriterien aufwerten, bei einigen haben wir das bereits getan.

Wie hoch die Leser Nachhaltigkeit in einem Technikmagazin wie der c't priori-

sieren, hat uns der Leserbeirat beantwortet. Eine Umfrage an die rund 300 Mitglieder des Beirats hat gezeigt, dass etwa 75 Prozent das Thema Nachhaltigkeit für wichtig halten, bei IT- und EDV-Themen rund 70 Prozent. Etwa 75 Prozent wünschen sich, dass das Thema Nachhaltigkeit in Tests und Marktübersichten stärker integriert wird. Sogar 80 Prozent finden, dass Reparierbarkeit in die Tabellen der c't-Tests gehört.

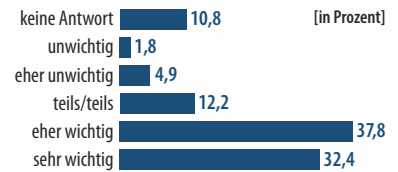
Bei dedizierten Artikeln zu Nachhaltigkeit gehen die Meinungen dagegen stärker auseinander. Nur rund 60 Prozent wünschen sich mehr Artikel dazu, etwas mehr als die Hälfte findet eine Nachhaltigkeitsseite im Aktuell-Teil sehr schön.

(jr@ct.de)

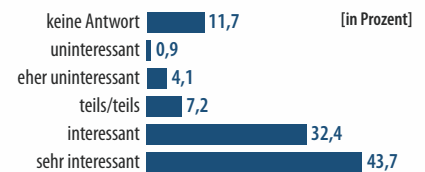
Leser-Feedback

Wir haben den Leserbeirat zum Thema Nachhaltigkeit in c't-Artikeln gefragt.

Wie wichtig ist Dir Nachhaltigkeit bei IT- und EDV-Themen?



Soll in „Test und Kaufberatung“ die Rubrik „Nachhaltigkeit“ in die Übersichtstabellen mit hinein?



Titelmotive zum Anheften

Für diejenigen, die beim **Sheriffstern** zum Anheften leer ausgingen: Wir haben ein paar Hundert nachbestellt. Das Titelmotiv der Ausgabe 20/2021 vom September kostet nach wie vor inklusive Porto 7,90 Euro und kommt in einer Jewel-Box zu Ihnen. Die Sterne sind echt vergoldet (ja, wirklich!), 4,5 Zentimeter groß und klemmen mithilfe von Sicherungspins auf der Rückseite an Stoff. Bitte mailen Sie die Anzahl der gewünschten Sterne und die Adresse an sheriffstern@ct.de, wir kümmern uns um den Rest.



Der Pin ist etwa 2,5 Zentimeter klein und zeigt das Titelmotiv der Ausgabe 23 vom Oktober 2021 zusammen mit dem c't-Logo.



Der Sheriffstern misst 4,5 Zentimeter, zwei Clips auf der Rückseite befestigen ihn an der Kleidung. Die Oberfläche ist glänzend vergoldet.

Motiviert durch den beliebten Sheriffstern haben wir ein weiteres Motiv vom c't-Titel in ein reales Produkt gießen lassen. Die gefährlichen und gleichzeitig nützlichen **Hacking-Tools** hatten wir mit einer guten und einer bösen Figur Rücken an Rücken illustriert. Diese gibt es nun als Pin mit c't-Logo zum Anheften für 4,50 Euro inklusive Versand (5 Pins für 20 Euro, 10 Pins für 39 Euro). Der Pin misst etwa 2,5 Zentimeter und hat ein 3D-Relief. Dieselbe Prozedur: Bitte die Anzahl der gewünschten Hacking-Pins und die Adresse an hackingpin@ct.de schicken, wir melden uns.

(jr@ct.de)

c't Magazin weiterentwickelt

In den letzten Monaten haben wir im c't Magazin einiges geändert. Bestimmt haben Sie das an der ein oder anderen Stelle bemerkt. Hier ist ein kurzer Überblick:

c't Hardcore: Damit verzierte Artikel sind besonders anspruchsvoll. Zum einen erspart dieses Logo Frust, wenn man im Artikel nicht alles versteht, zum anderen kann sich jemand, der vom Inhalt profitiert, auf die Schulter klopfen.

c't Nerdistan: In jeder Ausgabe haben wir überraschende Inhalte, die aber unter den dominanten, c't-typischen Themen zu wenig wahrgenommen werden. Das haben wir mit diesem Logo geändert. Damit die Hardcore- und Nerdistan-Artikel besser gefunden werden, haben sie eigene Kästen auf der Inhaltsseite.

c't kompakt: Längere Praxis- und Wissensartikel haben seit Kurzem den kleinen Kasten c't kompakt. Er enthält wichtige Aussagen des Artikels übersichtlich präsentiert. Damit können Sie besser entscheiden, ob der Artikel Sie interessiert, denn Zeit ist kostbar. Wir sind gespannt, ob dieser kleine Kasten eher vom Lesen des Beitrags abhält oder im Gegenteil dazu motiviert, doch reinzulesen. (jr@ct.de)





Die Konferenz für Enterprise-JavaScript

22. und 23. Juni 2022 – Darmstadt

Call for Proposals
noch bis
17.1.2022
Jetzt
einreichen!

www.enterjs.de

Veranstalter



 heise **Developer**

 dpunkt.verlag

Mehr Bild fürs Geld

Disney+ mit neuem Format IMAX Enhanced

Bei Disneys Abo-Videostreamingdienst sind Marvel-Filme nun in „IMAX Enhanced“ abrufbar. Wer die Vorteile – etwa mehr Bildinhalt – nutzen kann und was mit dem neuen Format noch auf uns zukommt, klärt der Text.

Von Nico Juran und Timo Wolters

Als Disney am 12. November den zweiten Geburtstag seines Streamingdienstes Disney+ beging, bewegten sich die Ankündigungen zunächst im üblichen Rahmen: Hier eine neue Marvel-Serie, dort das nächste Star-Wars-Abenteuer. Dann jedoch überraschte der Videostreamingdienst mit der Nachricht, ab sofort (je nach Region) bis zu dreizehn Filme in einem neuen Format namens „IMAX Enhanced“ zu streamen.

Alle Titel stammen von Disneys Marvel Studios. Neben dem aktuellen Streifen „Shang-Chi and the Legend of the Ten Rings“ handelt es sich um „Iron Man“, „Guardians of the Galaxy“, „Guardians of the Galaxy Vol. 2“, „Captain America: Civil War“, „Doctor Strange“, „Thor: Ragnarok“, „Black Panther“, „Avengers: Infinity War“, „Ant-Man and The Wasp“, „Captain Marvel“, „Avengers: Endgame“ und „Black Widow“.

Zwar gibt es IMAX-Enhanced-zertifizierte Audio/Video-Receiver und Fernseher – die IMAX-Enhanced-Filme von Disney+ lassen sich in der aktuellen Fassung aber auf Anlagen ohne das Gütesiegel abspielen. Einen Unterschied sieht oder hört man dabei nicht.

Neue Verhältnisse

Auffälligstes Merkmal der IMAX-Enhanced-Versionen ist ein Seitenverhältnis von 1,90:1, durch das die Filme schmalere Balken oben und unten haben als in den (UHD-)Blu-ray-Versionen, bei denen das Seitenverhältnis bei 2,39:1 liegt, entsprechend den Cinemascope-Kinofassungen.

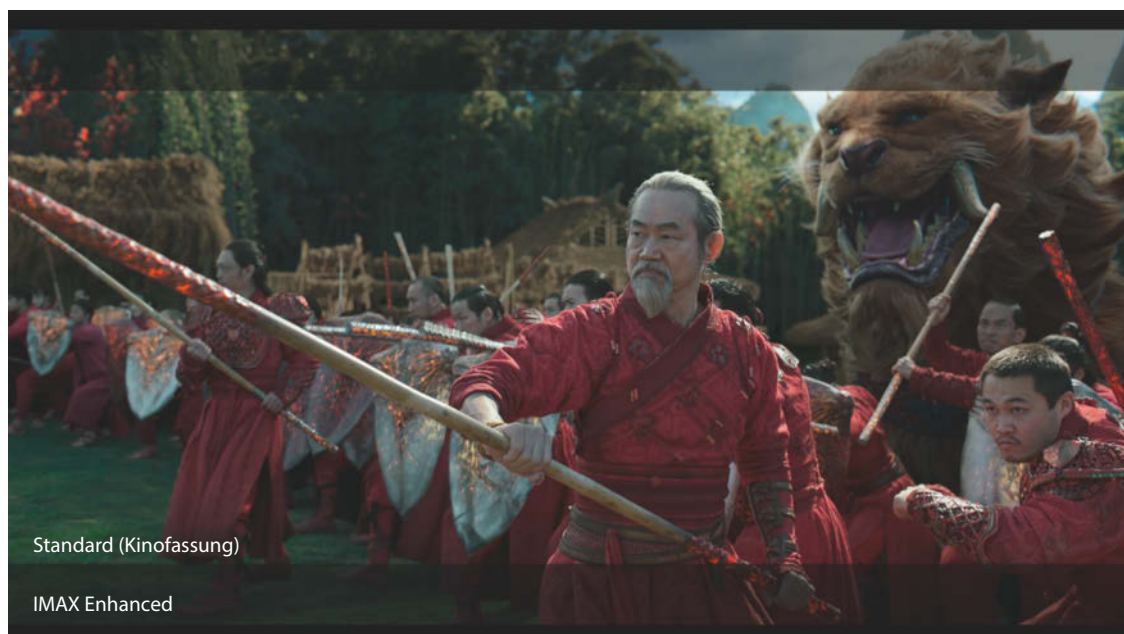
Die Bilder wurden aber nicht einfach aufgezo- gen, sondern zeigen tatsächlich bis zu 26 Prozent mehr Inhalt (siehe Screenshot). Möglich ist dies, weil die Filme für die Auf- führung in IMAX-Kinos in 1,90:1 gedreht und für gewöhnliche Filmtheater mit schwarzen Balken versehen wurden.

Allerdings bieten nicht alle dreizehn Filme durchgängig mehr Bildinhalt. Nur „Avengers: Infinity War“, „Avengers: End- game“ und „Shang-Chi and the Legend of the Ten Rings“ profitieren über die volle Laufzeit davon, die übrigen Titel nutzen das IMAX-Bildformat nur sehr spärlich. Bei ihnen ändert sich das Format dann immer wieder mitten im Film.

Zwei weitere Punkte sind in diesem Zusammenhang wichtig: Zum einen füllen die IMAX-Enhanced-Filme mit einem Sei- tenverhältnis von 1,90:1 die Schirme der heute üblichen TVs immer noch nicht voll aus. Deren 16:9-Format entspricht dem Verhältnis 1,78:1. Zum anderen hat En- hanced nichts mit der ursprünglichen IMAX-Version zu tun, die ein Seitenver- hältnis von 1,43:1 aufwies, bei dem auf 16:9-TVs rechts und links schwarze Balken zu sehen sind – wie beim Zack Snyder Cut von „Justice League“. Wer lieber die Kino- versionen sehen möchte, hat dazu weiter- hin Gelegenheit: Sie lassen sich über den Reiter „ Fassungen“ in der jeweiligen Über- sicht zum Film anwählen.

Ohne Rauschen

IMAX Enhanced bietet aber mehr als ein Bild mit ungewöhnlichem Seitenverhält-



Legt man bei „Shang-Chi“ die beiden auf Disney+ verfügbaren Versionen übereinander, erkennt man, wie viel Bildinhalt in der Kinofassung fehlt: Vom Fabelwesen sieht man in dieser Szene nur in der IMAX-Enhanced-Version den ganzen Kopf, ebenso wie die untere Hand des Kriegers vorne. Die schwarzen Balken oben und unten zeigen, dass aber selbst die IMAX-Enhanced-Version das Panel eines 16:9-TVs nicht komplett ausfüllt.

nis. Dazu gehört noch ein eigens entwickeltes Bildverbesserungsverfahren mit digitaler Rauschunterdrückung. Allerdings wurden Marvels IMAX-Enhanced-Titel mit Ausnahme von „Iron Man“ durchweg digital gefilmt und sind von Haus aus bereits sehr rauscharm.

In dunkleren Szenen erkennt man gegenüber den Fassungen auf der jeweiligen 4K-Disc eine leichte Rauschminderung. Diese ist etwa auf dunklen Oberflächen im Hintergrund durchaus angenehm, an anderer Stelle sehen Gesichter bisweilen etwas wächsern aus. Allerdings rauschen bei Disney+ auch die Kinofassungen etwas weniger als die Scheibenversionen.

Der Feind im Bett

Auf geeigneten Heimkinoanlagen sind die IMAX-Enhanced- wie die Kinofassungen der Marvel-Filme in 4K-Auflösung mit HDR-Bild im Format Dolby Vision und mit englischem 3D-Sound im Format Dolby Atmos abrufbar. Das ist erstaunlich, weil IMAX Enhanced von IMAX gemeinsam mit Dolbys größtem Konkurrenten DTS entwickelt wurde.

Bei der Präsentation im Herbst 2018 hatten die Partner daher erklärt, dass Dolby Vision nur ein theoretisch nutzbares HDR-Format sei und stattdessen HDR10 oder HDR10+ verwendet werde. Als 3D-Soundformat erschuf man eine spezielle Variante von DTS:X, die den

IMAX-Sound aus den Kinos ins Wohnzimmer holen soll. Nach diesen Vorgaben wurden auch die UHD-Blu-rays produziert, die Sony Pictures zwischen Herbst 2019 und Sommer 2020 herausbrachte. Und daran hält sich auch Rakuten.tv als Miet-/Kaufdienst, der Sony-Pictures-Filme im IMAX-Enhanced-Format für Sony-TVs anbietet. Für Disney+ waren IMAX und DTS aber offenbar kompromissbereit.

Wo bleibt der 3D-Sound?

DTS erklärte zum Start von IMAX Enhanced bei Disney+, man werde „in Zukunft“ über den Dienst „immersiven IMAX-Sound“ bereitstellen. Das wäre die Antwort auf Dolby Atmos, das bei Disney+ & Co. mit Dolby Digital Plus als Basis-Codec abgespielt wird.

Doch das ist leichter gesagt als getan: Wie in c't 9/2021, Seite 144, beschrieben, mangelte es DTS an einem Grund-Codec mit einer für Streaming ausreichend niedrigen Datenrate. Daher erschienen bislang nur UHD-Blu-rays im IMAX-Enhanced-Format mit 3D-Sound, wo hohe Datenraten kein Problem sind. DTS wollte mittlerweile aber einen neuen Streaming-Codec fertig haben, der die IMAX-Variante von DTS:X transportieren kann. Bei Disney+ ist aber nicht einmal gewöhnlicher DTS-Ton abrufbar.

Doch auch der neue Codec wäre nur die halbe Miete: Da ihn kein Receiver

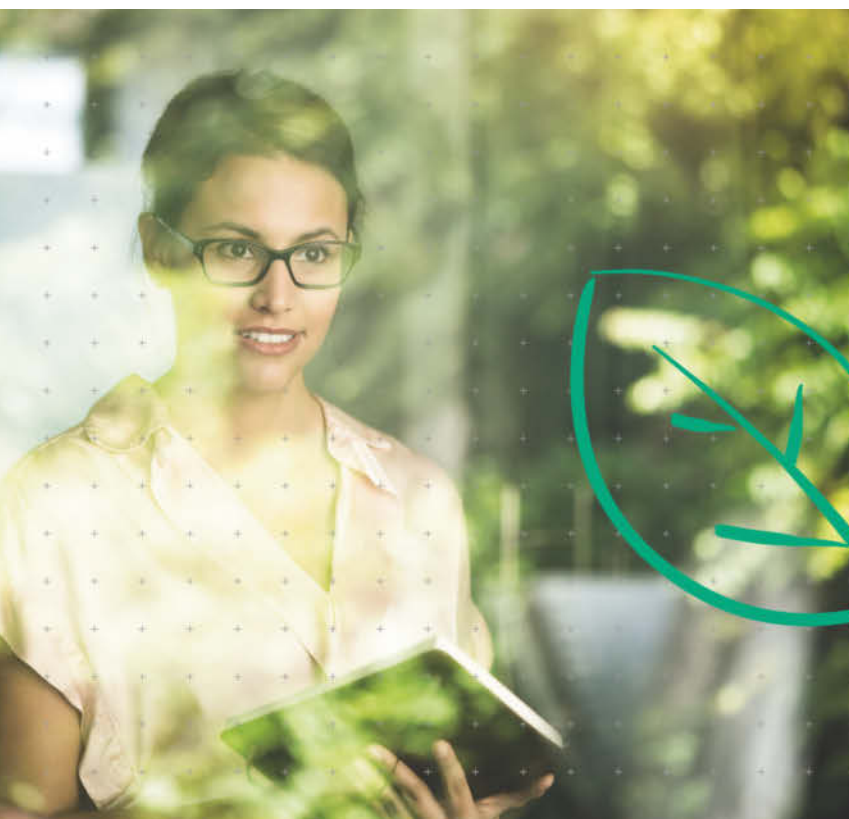
(auch nicht die IMAX-Enhanced-Geräte) verarbeiten kann, bräuhete man einen Transcoder, um ihn zu wandeln – in IMAX-Sound für Receiver mit Gütesiegel und in DTS:X für solche ohne Siegel, aber mit DTS:X-Decoder. Bislang haben jedoch nur Sonys neueste Bravia-TVs die notwendige Technik eingebaut. Aufgrund der nötigen Rechenleistung dürften bereits erhältliche Fernseher die Transkodierung nicht per Firmware-Update lernen können.

Fazit

Bedenkt man, was IMAX Enhanced auf UHD-Blu-ray alles enthält, ist es ernüchternd, dass es auf Disney+ bislang nur für ein neues Bildformat steht. Interessant wäre etwa, den Entrauscher bei Produktionen mit viel Filmkorn im Einsatz zu sehen. Wann über Disney+ auch der bei IMAX Enhanced vorgesehene 3D-Sound ausgeliefert wird und auf welchen Geräten abseits neuer Sony-TVs sich dieser dann ausgeben lässt, ist noch gar nicht absehbar.

Dennoch hat Disney+ mit IMAX Enhanced ein interessantes Feature eingeführt, das bei einigen Filmen sichtbar mehr Bildinhalt liefert. Da die Kinofassungen der betreffenden Titel weiterhin abrufbar sind, stößt der Streamingdienst Puristen, die das Cinemascope-Format bevorzugen, dabei nicht vor den Kopf.

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



Kli·ma·be·wusst = Informationen nachhaltig managen

Ressourcen und Energie sparen.
Klimaneutral drucken und kopieren.

KYOCERA Document Solutions Deutschland GmbH
www.kyoceradocumentsolutions.de

KYOCERA Document Solutions Inc.
www.kyoceradocumentsolutions.com

Debatten-Suchmaschine

de.openparliament.tv

Mit der „Suchmaschine und interaktiven Videoplattform für Parlamentsdebatten“ **Open Parliament TV** lassen sich alle Bundestagsdebatten seit Oktober 2017 im Volltext durchsuchen. Die Suchmaschine liefert nicht nur die Namen der Redner und die Transkripte, sondern auch Videos der Reden. Ergibt die Suche mehrere Treffer, lässt sich die Liste nach Datum sortieren und nach der Fraktionszugehörigkeit der Redner filtern.

Direkt abrufbar sind außerdem weiterführende Dokumente, also beispielsweise Gesetzentwürfe und andere Reden im Rahmen der Debatte. Hinter dem Projekt steht der Eigenbeschreibung zufolge ein fünfköpfiges Team, das mit seiner Website ein Werkzeug für den zeitgemäßen Umgang mit den Aufzeichnungen aus dem Bundestag bereitstellen will. Man arbeitet daran, weitere Parlamente zu integrieren. (jo@ct.de)

Wie sprichst Du?

www.atlas-alltagssprache.de

Plätzchen, Plätzle, Keks, Kekserln, Kekslan ... oder vielleicht Krapferl: Wie benennen Sie selbstgebackenes Weihnachtsgebäck? Und heißt es bei Ihnen Gug(e)lhupf, Gug(e)lhupf, Napfkuchen, Topfkuchen – oder anders? Die Bezeichnungen für die Leckereien sind Inhalt der aktuellen, zwölften Befragungsrunde für den **Atlas der deutschen Alltagssprache**. Jeder Besucher der Site ist eingeladen, mitzumachen.



bereits seit Anfang der Nullerjahre. Sie wollen damit die Vielfalt der deutschen Sprache erfassen, anschaulich auf Karten darstellen sowie den Wandel des Sprachgebrauchs erkundbar machen. Die Ergebnisse der ersten elf Runden zeigen die Verbreitung von Synonymen für dutzende Begriffe von Pommes über T-Shirt bis Nudelholz. (jo@ct.de)

Mixtape, selbstgebastelt

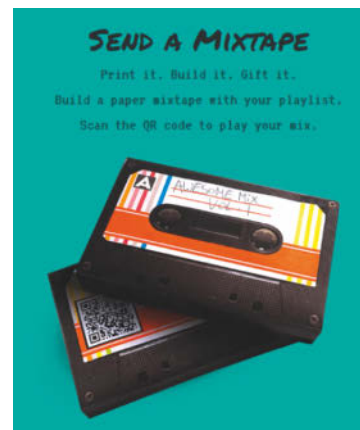
sendamixtape.com

Was ein Mixtape ist? Die haben Eure Vorfahren damals gebastelt, liebe Kinder und Jugendliche, als sie noch Musik auf diesen

„Kassetten“ gespeichert haben, deren Band sich gerne mal im „Rekorder“ verheddert hat.

Es war schon eine besondere Zuwendung, jemanden ein Mixtape mit Lieblingssongs zusammenzustellen, weil es mit einer ziemlichlichen Frickelei verbunden war. Man musste die Stücke von verschiedenen LPs (Langspielplatten aka Vinylscheiben) zusammensuchen und immer den richtigen Zeitpunkt treffen, um die Aufnahme zu starten. Und der Pegel der Stücke musste vorab auch noch ausgerechnet werden. Kein Vergleich zu heute, wo man eine Playlist in ein paar Sekunden zusammenklickt.

Eure Eltern würden sich bestimmt freuen, wenn Ihr ihnen mal eine Playlist als Mixtape zukommen lasst – ganz einfach, weil es ihnen einen warmen Retro-Moment beschert. Bei **sendamixtape.com** müsst Ihr dazu nur Eure E-Mail-Adresse und die URL der Playlist angeben. Das funktioniert zum Beispiel mit Playlists von Spotify, Apple Music und YouTube. sendamixtape erzeugt daraus eine Bastelvorlage für eine Kassette im Retro-Design, auf der die Playlist-URL als QR-Code prangt. Ihr müsst sie nur noch ausdrucken, ausschneiden und zusammenkleben. (jo@ct.de)



Gesichter der Open Source

facesofopensource.com

Peter Adams hat in seiner beruflichen Laufbahn schon seit 1991 mit Computern zu tun. Er ist dabei viel mit Open Source in Kontakt gekommen und hat auch



die eine oder andere Code-Zeile beigesteuert, wie er auf seiner Website berichtet. 2014 ist er auf die Idee zu seinem Fotografie-Projekt **Faces of Open Source** gekommen. Darin porträtiert er die Menschen hinter der „Open-Source-Revolution“ in eindrücklichen Schwarz-Weiß-Aufnahmen – Stars wie Linus Torvalds, aber auch weniger bekannte Programmierer und Programmiererinnen. Die Fotos stehen unter der Lizenz Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike (CC BY-NC-SA). Man darf sie also für nichtkommerzielle Zwecke bei Nennung der Quelle verwenden. (jo@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/ybks

Die Webinar-Serie von Heise

Microservices in der Praxis

In fünf Online-Trainings
zum Microservices-Experten

Erfahren Sie, wie Sie Ihre Microservices-Architekturen
in der Praxis richtig umsetzen.

DIE TERMINE:

13. Januar 2022

Design von Microservices mit
Domain-driven Design

20. Januar 2022

Microservices-Architekturen
und -Pattern

27. Januar 2022

Shared Data in verteilten
Architekturen

10. Februar 2022

Micro Frontends im
praktischen Einsatz

17. Februar 2022

Testen von Microservices
in der Praxis

**Exklusiver
Kombi-Preis: 549,-**

Einzelpreis: 169,-

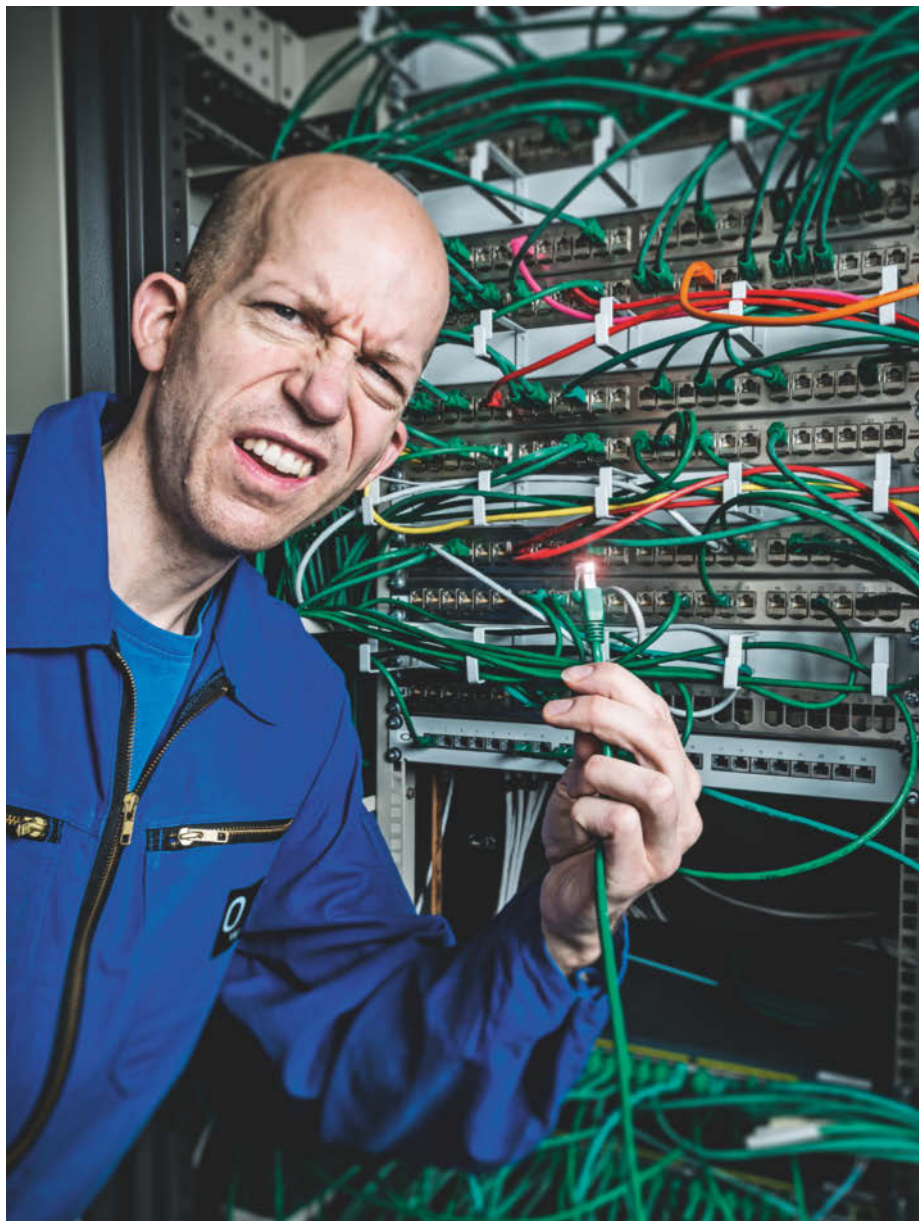
Jetzt Kombi-Rabatt sichern und 300,- sparen!

webinare.heise.de/microservices



Verwechselt

O2 vergeigt Vertragsaktivierung



Wer mit seinem Mobilfunkvertrag zu einem neuen Provider wechselt, erwartet zu Recht, dass er ohne Unterbrechung erreichbar bleibt. Bei O2 ist das aber keine Selbstverständlichkeit.

Von Tim Gerber

Bei einem samstäglichem Einkaufsbummel im örtlichen Mediamarkt schloss Martin W. am 11. September zwei neue Mobilfunkverträge für sich und seine Frau bei O2 ab. Die Verträge sollten ab sofort zu laufen beginnen und zunächst mit temporär vom Provider vergebenen Rufnummern betrieben werden. Gleichzeitig beauftragte Martin W. O2 mit der Übernahme seiner seit 20 Jahren genutzten Mobilfunknummer und der seit 17 Jahren

genutzten Nummer seiner Frau vom bisherigen Provider.

Doch die beiden erhaltenen SIM-Karten von O2 ließen sich nicht aktivieren. Vom darauffolgenden Montag an, dem 13. September, rief der Kunde nahezu täglich bei der Hotline von O2 an und fragte nach, was da los sei. Das konnte ihm niemand so recht beantworten. Die Hotline-Mitarbeiter konnten das Problem nicht lösen, erstellten mehrere Support-Tickets und stuften diese in der Priorität hoch, in der Sache aber passierte nichts. Auf seine Bitte, die Kommunikation doch per E-Mail zu führen, damit er sie besser nachvollziehen könne, hieß es, das sei aus Datenschutzgründen nicht möglich. Da seine Verträge nicht aktiviert seien, liege keine Einwilligung von ihm vor und O2 können ihn nicht per E-Mail kontaktieren.

Immerhin bestätigte O2 in einer E-Mail vom 21. September, dass die Rufnummernportierung vom alten Provider zum 1. Oktober erfolgen werde. Dies hatte ihm zuvor auch der bisherige Provider in Textform bestätigt. Also wiegte sich Familie W. in Sicherheit, dass zum Oktober alles funktionieren werde. Doch bei O2 tat sich reinweg gar nichts. Eine Folge der Portierung ihrer Rufnummern ins Netz von O2 war lediglich, dass die W.s ab dem 1. Oktober nicht mehr über ihre langjährigen Mobilfunknummern erreichbar waren. Die Rufnummer sei nicht bekannt, erfuhren ihre Anrufer.

Für die weit vernetzte Familie mit mehreren Schulkindern war dies der Kommunikationsgau schlechthin. Schließlich waren die Nummern der beiden Eltern nicht nur in verschiedenen Messenger-Gruppen aus dem Freundes- und Familienkreis eingetragen, sondern auch in diversen Listen aus dem schulischen Umfeld der Kinder verzeichnet und dienten auch den Lehrern ihrer Kinder als bevorzugter Kontaktweg. Dass sie von heute auf morgen auf diesem Weg nicht mehr erreichbar waren, stellte sie vor einige Herausforderungen.

Im Spinnennetz

Doch auf ihre Beschwerden bei der Telefon-Hotline des Providers erfolgte nichts. Am 7. Oktober wandten sich die W.s. per E-Mail und Fax an O2 und forderten die vertraglich versprochenen Leistungen ein, insbesondere natürlich die Aktivierung ihrer Rufnummern. Am Telefon sagte man ihnen, dass die Rufnummern aufgrund technischer Probleme nicht aktiviert wer-

den könnten. Auch sei es unmöglich, sie wieder zu einem anderen Provider zu portieren. Und außerdem sollte Martin W. nicht mehr täglich bei O2 anrufen, sagten man ihm. Man könne ja ohnehin nichts tun als abzuwarten. O2 werde sich melden, wenn es etwas Neues gäbe, versprach man dem Kunden.

Am 7. Oktober sandte Martin W. eine schriftliche Beschwerde an O2 sowohl per Fax als auch per E-Mail. Darin schilderte er erneut den Ablauf und die technischen Schwierigkeiten des Providers bei der Aktivierung der SIM-Karten. Nachdem sich auch in den folgenden Tagen trotz regelmäßiger Nachfragen und Beschwerden bei O2 nichts getan hatte, beschwerte sich Martin W. nun bei der Bundesnetzagentur über den Provider. Der ist schließlich gesetzlich verpflichtet, von Kunden gewünschte Rufnummernportierungen beim Providerwechsel durchzuführen. Bereits am 22. Oktober bestätigte ihm die Aufsichtsbehörde, dass man seinen Fall geprüft und im Ergebnis „zur Eskalation an die beteiligten Anbieter weitergeleitet“ habe. Sobald von dort Antworten vorlägen, werde man ihn informieren.

Auch an den örtlichen Mediamarkt, der die Verträge als Vertriebspartner von O2 vermittelt hatte, wandet sich der Kunde immer wieder. Am 22. Oktober versuchte der Mediamarkt-Service bei O2 ein Ticket zu eröffnen, damit dem Kunden geholfen werde, scheiterte damit aber. Deshalb schaltete der Markt nun seinen Ansprechpartner für die Vertragsvermittlung bei O2 ein, einen fürs Großkundengeschäft zuständigen Regionalmanager bei Telefónica Deutschland, dem Mutterkonzern von O2. Der Mediamarkt-Mitarbeiter bat um rasche Bearbeitung. Bis zu einer endgültigen Lösung sollten nach Möglichkeit beide Rufnummern auf eine weitere SIM-Karte umgeleitet werden, die sich die W.s inzwischen besorgt hatten.

Mit E-Mail vom 23. Oktober sagte der Vertriebsmanager zu, dieses Anliegen prüfen zu lassen. Und auf Nachfrage schrieb der Manager am 26. Oktober an den Markt, dass die Aufarbeitung der Sache aufgrund der hohen Zahl von betroffenen Kunden wohl etwas länger in Anspruch nehmen werde. Dabei war von über 60 Kunden die Rede.

Unbeweglich

Auch in der folgenden Woche tat sich außer fruchtlosem Nachfragen nichts und so wandte sich Martin W. am 1. November

Hilfe suchend an c't. Wir fragten gleich am Morgen des 2. November bei der Pressestelle von Telefónica an und erkundigten uns nach den genauen Ursachen für das Scheitern der Portierung der beiden Rufnummern der Kunden. Bereits nach knapp zwei Stunden bestätigte uns eine Unternehmenssprecherin, dass man sich um die Anfrage kümmern und mit dem Kunden in Kontakt treten wolle. Und bereits gegen Mittag teilte uns Martin W. mit, mehrere E-Mails von O2 und den Anruf eines Mitarbeiters erhalten zu haben.

Am 4. November teilte uns die Pressesprecherin mit, dass die Portierung der beiden Rufnummern am 2. November erfolgreich abgeschlossen worden sei. Den Kunden habe man dennoch nicht erreichen können, da sein Handy vermutlich ausgeschaltet sei. Die angefallenen Kosten werde man ihm gutschreiben. Zu den Hintergründen schrieb uns Telefonica lediglich: „Es bestand kein Portierungsproblem. Bei der Vertragsaktivierung ist die Order im System in einen Fehler gelaufen, sodass keine Änderungen inklusive Rufnummernmitnahme bis zur Orderbereinigung möglich waren.“

Wir riefen Martin W. am 5. November auf seinem Handy an und erkundigten uns, ob nun alles in Ordnung sei. Er war zwar erleichtert, nun wieder telefonisch erreichbar zu sein und dass seine Freunde, Bekannte und Verwandte nicht

mehr durch die Ansage, dass seine Nummer nicht bekannt sei, verunsichert würden. Aber sonst gab es seinerseits nicht viel Gutes zu berichten. Vor allem könne er keine mobilen Daten nutzen und die

SIM-Kartenverwaltung in seinem Kundenaccount bei O2 sei blockiert. Dafür könne er dort alte Rechnungen von 2016 aus einem alten Vertrag einsehen.

Wir wandten uns deshalb am 5. November erneut an die Telefónica-Sprecherin, schilderten ihr die von Martin W. beschriebenen Einschränkungen, die

weiterhin bei seinem Mobilfunkvertrag bestünden, und fragten nach den technischen Hintergründen dafür. Da keine Reaktion erfolgte, haktten wir am 15. November noch einmal in der Pressestelle des Unternehmens nach. Ohne Erfolg. Bis zum Redaktionsschluss gab es keinerlei Reaktion mehr von dem Telekommunikationsunternehmen.

Zu allem Überfluss erhielt Martin W. statt der versprochenen Kostenübernahme am 11. November per E-Mail die Ankündigung, dass man seine Rechnungen in Höhe von 185 Euro demnächst von seinem Konto einziehen werde. Auf seine telefonische Beschwerde versprach man immerhin per E-Mail, das Lastschriftverfahren bis zur Klärung einzustellen – wir bleiben dran. (tig@ct.de) **ct**



Service im Visier

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

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

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

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

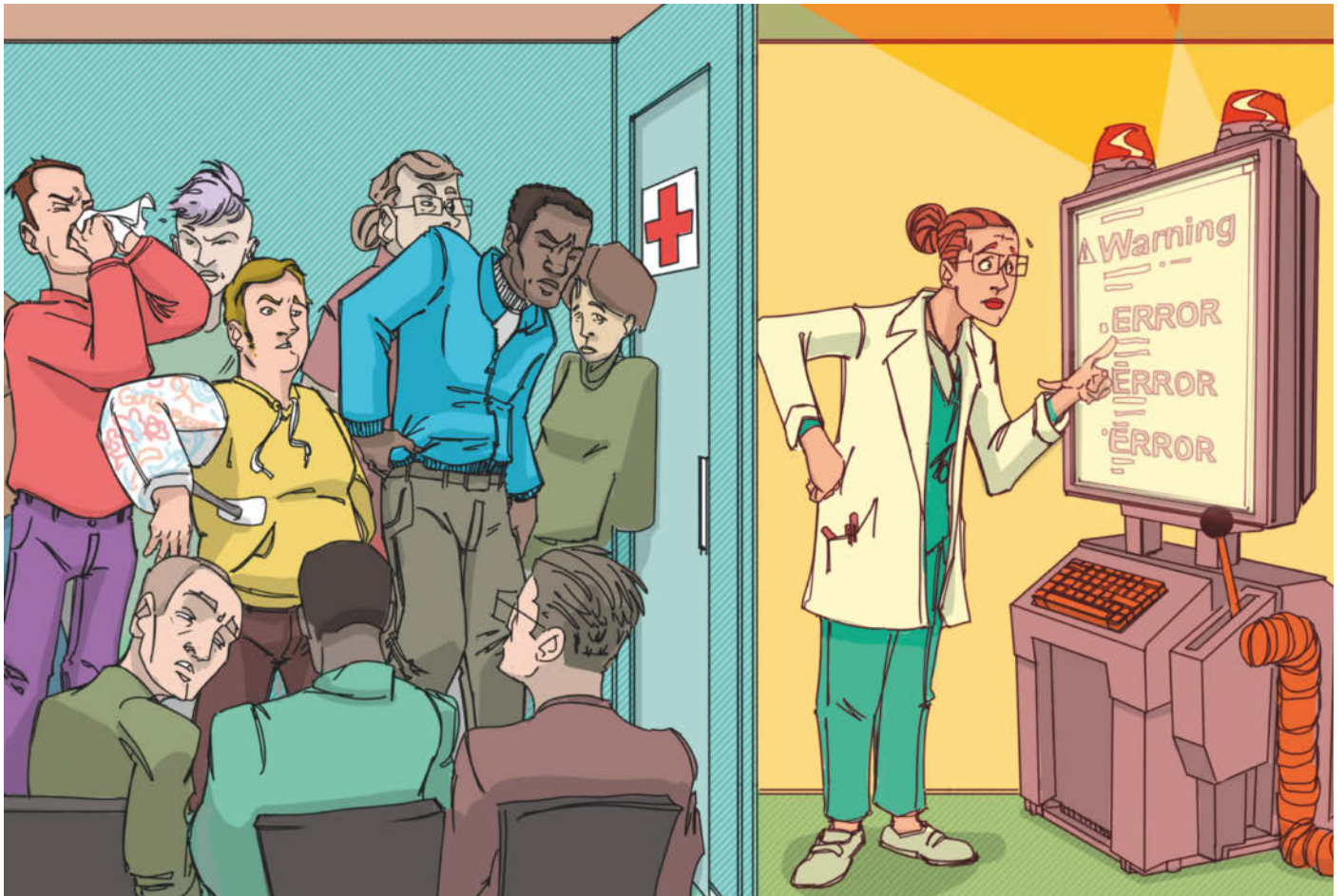


Bild: Thorsten Hübner

Besser ohne Termin

Überhastete Digitalisierung gefährdet das Gesundheitssystem

Statt das Gesundheitssystem zu entlasten, führt der Digitalisierungsturbo des scheidenden Gesundheitsministers Jens Spahn (CDU) zu Chaos und unsicheren Implementierungen. Der Überblick zeigt, wie Hacker den zweitgrößten PVS-Hersteller Medatixx lahmlegen und sich manche Ärzte mehr um Computerfehler kümmern müssen als um ihre Patienten.

Von Detlef Borchers

Die Digitalisierung im Gesundheitswesen sollte eigentlich Ärzte entlasten, Wartezeiten verkürzen und die Behandlung der Patienten erleichtern. Stattdessen klagen Mediziner und Entwickler von Praxisverwaltungssystemen (PVS) über massive Probleme und fordern einen Kurswechsel in der Politik.

Die Verhandler der kommenden Ampel-Koalition haben sich auf ein gemeinsames „Papier der Arbeitsgruppe Gesundheit und Pflege“ geeinigt. Auf sechs Seiten skizzieren SPD, Grüne und FDP, wie sie die nächsten vier Jahre das Gesundheitssystem in Deutschland ausbauen wollen. Die Digitalisierung wolle man künftig sogar noch schneller vorantreiben als unter Gesundheitsminister Jens Spahn (CDU). Dazu zählen neben dem Upgrade

der elektronischen Patientenakte und dem Start der elektronischen Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung (eAU) vor allem der beschleunigte Ausbau der Telematischen Infrastruktur (TI), die Praxen und Kliniken in Deutschland miteinander vernetzt.

Doch während andere Branchen die Digitalisierung zur Arbeitserleichterung und Effizienzsteigerung begrüßen, sind große Teile der Ärzte und ihrer Softwarelieferanten nicht begeistert. Das Gesundheitsministerium und die Krankenkassen zwingen sie dazu und ziehen denjenigen, die sich nicht an die TI anschließen, 2,5 Prozent vom Honorar ab.

Die Skepsis der Ärzte und Softwareentwickler begründet sich in vielen Problemen und konzeptionellen Fehlern der TI, die verschärft wurden durch den enor-

men Termindruck, den der vormalige Gesundheitsminister Jens Spahn auf das Digitalisierungsprojekt ausgeübt hat. Hinzu kam die Coronapandemie, die den Druck auf alle Beteiligten verschärfte. Ärzte, Installationstechniker und Softwareentwickler sind mittlerweile erschöpft und mit den Kräften am Ende. Das wirft die Frage auf, ob die kommende Regierung tatsächlich das Digitalisierungstempo noch weiter erhöhen oder besser einen Gang zurückschalten sollte.

Lückenhafte Zertifizierung

Verantwortlich für den Ausbau der TI ist die Projektgesellschaft Gematik. Sie bestimmt unter anderem die Standards und Zertifizierungen einzelner Komponenten. Im Verwaltungsrat der Gematik hat wiederum das Bundesgesundheitsministerium (BMG) das Sagen. Es hält 51 Prozent der Stimmenanteile und gestaltet die Gesetze, in denen die Terminvorgaben stehen, wann welche Beteiligten welche Komponenten fertigstellen müssen.

Die Vorgaben des BMG und der Gematik müssen die Softwarehersteller der Krankenhaus- und Praxisverwaltungssysteme (PVS) termingerecht umsetzen. Sie müssen etwa neue Komponenten wie die eAU implementieren und in der von der Gematik bereitgestellten TI Test- und Simulationsumgebung (TITuS) testen. Erst wenn darin alles funktioniert, werden Updates an die Kunden geschickt. Das klappt aber nur, wenn die PVS-Hersteller ungestört arbeiten können und genügend Zeit haben, die komplexen Systeme auf Fehler zu überprüfen. Rutscht ihnen etwas durch, dann hat das Auswirkungen auf hunderte

oder sogar tausende von Arztpraxen und Krankenhäusern, die dann ihre Patienten womöglich nicht mehr behandeln können.

Problemkinder sind vor allem die Hardwarekonnektoren – spezielle Router, über die sich die Praxen mit der TI verbinden. Jedes Mal, wenn eine neue Funktion der TI in Betrieb genommen werden soll, benötigen sie ein Update. Ende Juni kam beispielsweise die Möglichkeit hinzu, elektronische Patientenakten (ePA) anzulegen und auszulesen. Das zugehörige Konnektor-Update sorgte jedoch dafür, dass in manchen Praxen die Kommunikation im Medizinwesen (KIM), über das sich Ärzte austauschen, nicht mehr funktionierte.

Eigentlich sollten solche Fehler nicht passieren. Die Konnektoren – aktuell in den Geschmacksrichtungen CoCoBox von CGM, Secunet und RISE erhältlich – werden zwar nur in Teilen zertifiziert, aber in Gänze von der Gematik zugelassen. Der gesetzliche Auftrag der Gematik umfasst auch die Sicherstellung der Interoperabilität. Doch die Zulassungsverfahren sind offenbar lückenhaft, so dass es immer wieder zu Softwareproblemen und Inkompatibilitäten kommt.

Heiko Rügen und Uwe Streit, Geschäftsführer von Indamed, mit 5000 Installationen einer der größeren PVS-Softwareanbieter, erläuterten die Probleme in einem offenen Brief an die Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV) im Detail: „Es ist für uns sehr aufwendig und teils aufgrund der zeitlichen späten Verfügbarkeit der neuen Funktionen in den Konnektoren unmöglich, gegen jeden der drei derzeit verfügbaren Konnektoren zu testen.“ Genau dies sei jedoch nötig, da



Bild: Michael Kappeler/dpa

Der vormalige Gesundheitsminister Jens Spahn (CDU) nahm bei der Digitalisierung trotz anhaltender Probleme nicht den Fuß vom Gas und setzte Entwickler unter hohen Termindruck.

die verschiedenen Modelle individuelle Anpassungen benötigten – trotz Zulassung der Gematik.

Indamed-Kunden mit der Cocobox bekamen beispielsweise beim Versuch, Notfalldaten zu signieren, nur kryptische Fehlermeldungen. „Es dauerte mehrere Monate, bis wir das Problem eingrenzen und mit mehr oder weniger Unterstützung des Konnektor-Herstellers lösen konnten“, erklärte Streit. Doch nachdem der Fehler für die Cocobox behoben war, klagten plötzlich Kunden mit dem Rise-Konnektor, sie könnten keine elektronischen Gesundheitskarten mehr einlesen. Denn Cocobox und Rise-Konnektor reagieren unterschiedlich auf bestimmte Soap-Header-Einträge bei der Datenübertragung, was die Tests der PVS-Anbieter so schwierig mache. Eigentlich sollte eine Zertifizierung wie auch Zulassung derarti-

Wo kaufen
Sie die vielen
exotischen Programme
für Ihre Anwender
und Programmierer?



SienerSoft besorgt Ihnen
alle Arten von Software.



Einfach eine formlose
Email senden mit

- Menge
- Version
- Laufzeit



anfrage@sienersoft.de



Tempolimit bei der Digitalisierung

Von Hartmut Gieselmann

Man stelle sich vor, die Regierung würde heute eine Impfpflicht für einen neu entwickelten Impfstoff zum 1. Januar einführen, der bislang weder seine Wirksamkeit noch seine Unbedenklichkeit in klinischen Tests bewiesen hat und noch nicht zugelassen wurde. Geht nicht, denn Pharmakonzerne müssen solche Nachweise erst erbringen und dürfen erst dann mit ihren Pillen auf den Markt.

Bei neuen IT- und Software-Systemen in der Medizin ist es jedoch umgekehrt: Hier schreibt der Gesetzgeber Monate im Voraus fest, ab wann sie jeder Arzt und jede Klinik einsetzen muss – egal, ob sie dann noch Fehler haben oder

die Sicherheit der gesamten Klinik-EDV gefährden.

Solange Gesundheitspolitiker denken, sie könnten die Digitalisierung der Medizin durch möglichst enge Terminvorgaben beschleunigen, wird sich an der desolaten Situation nichts ändern. Sie sollten den Entwicklern vielmehr Zeit und Planungssicherheit geben, damit sie gute und sichere Software programmieren. Ihren Einsatz darf sie in den Praxen und Kliniken erst dann erzwingen, wenn alle Kinderkrankheiten beseitigt und ein reibungsloser Betrieb gesichert ist. Während einer Beta- oder Early-Access-Phase, in der sich die TI derzeit befindet, muss die Teilnahme jedoch freiwillig sein.

ge Unterschiede verhindern, in der Praxis ist das aber nicht der Fall.

Terminchaos

Als Hauptursache, warum die IT in Arztpraxen und Krankenhäusern immer wieder streikt, sehen die Indamed-Chefs die illusorischen Terminvorgaben, nach denen neue Funktionen in die PVS-Systeme integriert werden sollen. Als Beispiele nennen sie den elektronische Medikationsplan (eMP), das Notfalldatenmanagement (NFDm), die elektronische Patientenakte (ePA) und die elektronische Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung (eAU), aber auch neue Softwareschnittstellen wie die Verordnungsschnittstelle (VOSS) und die Archiv- und Wechselschnittstelle (AWS). „Allen genannten Fachanwendungen gemeinsam ist, dass sie konzeptionell nicht ausgereift und allein durch die Spezifikation nicht marktreif sind,“ urteilen Rügen und Streit in ihrem Brief.

Zwischendurch mussten die Entwickler von Mai bis Juli 2021 kurzfristig die Unterstützung des Impfzertifikats einschieben und auf anderen Baustellen pausieren. In ihrem Brief beschreiben die beiden Geschäftsführer im Detail, unter

welchem Zeitdruck gearbeitet wurde. Demnach erhielt der Hersteller ein zur Implementierung der eAU nötiges Stylesheet erst im Dezember 2020 – ein Monat vor dem ursprünglich gesetzlich vorgeschriebenen Starttermin, zu dem die eAU fertig werden sollte. Im Laufe des Jahres verschoben sich die Einföhrungstermine der ePA und des E-Rezeptes immer weiter nach hinten. „Aufgrund dieser Terminverschiebungen und Nacharbeiten für nicht funktionierende Fachanwendungen ist keine zuverlässige Entwicklungsplanung möglich,“ stellen Rügen und Streit klar.

Mangelhafter Support

Verantwortlich für die Fehlplanung macht Indamed die Gematik. Sie stellt den Softwareherstellern die Testumgebung TITuS bereit, mit der die Hersteller neue Funktionen und Updates prüfen sollen. „TITuS ist auf die Fachanwendungen E-Rezept und ePA nicht vorbereitet“, konstatiert Streit. „Die Umgebung ist nicht zuverlässig erreichbar und hat keine belastbaren Rückmeldungen gegeben.“ Den technischen Support der Gematik bezeichnen Rügen und Streit als „mangelhaft“. Ein Ticket mit „höchster Dringlichkeit“ zu

Problemen der eAU sei elf Tage ohne Reaktion geblieben.

Die Gematik bestätigte c't auf Nachfrage: „Eine spezifikationskonforme Umsetzung einzelner Systeme garantiert nicht 100 Prozent Interoperabilität.“ Die Gematik habe in den vergangenen zwei Jahren Maßnahmen entwickelt, die „zu einer Reduzierung der Qualitätsmängel beitragen“. Dazu gehörten etwa „von der Gematik organisierte Connectathons“ sowie „Ende-zu-Ende Interoperabilitätstests“ mit den Herstellern. Bei der Testumgebung TITuS räumte die Gematik ungeplante Wartungsfenster sowie Updates ein, die nicht erfolgreich waren. Hersteller sollten deshalb unbedingt „Tests gegen Echtkomponenten“ durchführen.

Obwohl der Gematik und dem BMG also bewusst war, dass Hersteller mit einer unfertigen Testumgebung entwickeln mussten, rückten sie vom TI-Zwang und dem Termindruck nicht ab. Das wirft die Frage auf, ob die Gematik ihre gesetzlichen Aufgaben (§ 311 SGB V) in vollem Umfang erfüllt. Als nächstes droht die Einführung des E-Rezeptes zum 3. Januar zu scheitern, dessen bundesweiten Testlauf die Gematik erst am 1. Dezember startet.

Angriff auf Medatixx

Wie abhängig das deutsche Gesundheitssystem inzwischen von reibungslos funktionierenden Praxisverwaltungsprogrammen ist, zeigt der Fall des Softwareherstellers Medatixx, der Anfang November Opfer einer Ransomware-Attacke wurde. Medatixx ist nach der Compugroup die Nummer zwei im PVS-Markt. Jeder vierte bis fünfte niedergelassene Arzt setzt Medatixx-Software ein, die es in verschiedenen Versionen unter verschiedenen Namen gibt. Aufgrund des Angriffs mit einem Erpressungstrojaner waren sowohl die Firma als auch der Support nicht mehr erreichbar. Die Öffentlichkeit informierte das Unternehmen erst eine Woche später: „Nach jetzigem Stand richtete sich der Angriff gegen Medatixx als Unternehmen, nicht gegen unsere Kunden“, teilte die Firma am 8. November auf ihrer Homepage mit.

Dennoch riet das Unternehmen den rund 25.000 Praxen, die Medatixx-Software einsetzen, vorsorglich die Passwörter der Windows-Rechner, der Firewall und des Konnektors zu ändern, mit denen die Praxen an die TI angeschlossen sind. „Ob und in welchem Umfang Daten auch verwendet wurden, ist zum heutigen Zeit-

punkt nicht bekannt. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass bei uns gespeicherte Daten entwendet wurden“, heißt es auf der Homepage nebst einer Kurzanleitung zur Passwortänderung. Eine Erklärung, ob man der Ransomware Herr geworden ist, stand bei Redaktionsschluss noch aus. Am 22. November, also über zwei Wochen nach der Attacke, war immerhin die Support-Hotline von Medatixx wieder erreichbar.

Lieferkettenattacke auf Kliniken

Die Ratschläge von Medatixx zum Ändern der Passwörter deuten darauf hin, dass der Hersteller nicht ausschließen kann, dass die Hacker womöglich Login-Informationen der Kunden abgegriffen haben. Damit könnten die Angreifer von Medatixx als Nächstes die Praxen attackieren, Gesundheitsdaten stehlen oder verschlüsseln sowie Ärzte und Patienten erpressen.

Das von Medizinern in Bayern gegründete „Bündnis für Datenschutz und Schweigepflicht“ (gesundheitsdaten-in-gefahr.de)

schlug deshalb Alarm. Mangels weiterer Informationen müsse man von einem Worst-Case-Szenario ausgehen und entsprechende Vorkehrungen treffen: „Einzig sinnvolle Maßnahme ist sofortige Systemabschaltung, Netzwerktrennung, selektiver Backup am abgeschalteten System, Neuaufbau.“ Letzterer müsste erfolgen, wenn Medatixx einen Lieferkettenangriff nicht verbindlich ausschließen kann.

Um zu prüfen, ob bereits Patientendaten abgefließen sind, rät ein vom Bündnis befragter Informatiker zu einer Inspektion und Archivierung der Netzwerkvolumenten-Protokolle in Firewall oder DSL-Router. Bis Medatixx endgültig geklärt hat, wie tief die Angreifer in das System eingedrungen sind und womöglich die Code-Basis infiltriert haben, sollten Kliniken und Praxen die PVS-Systeme von Medatixx zumindest vom Internet trennen, damit eine eventuell vorhandene Malware nicht nach außen kommunizieren kann.

In einem offenen Brief an die kassenärztlichen Vereinigungen kritisiert das

„Bündnis für Datenschutz und Schweigepflicht“ deren Verhalten auf Landes- und auf Bundesebene. Es vermisst vor allem offizielle Empfehlungen, wie Medatixx-Kunden reagieren sollen. Die Gematik erklärte lediglich, dass die aktuelle TI-Sicherheitsrichtlinie beachtet werden müsse.

Das Bündnis befürchtet, dass mit dem nächsten Update der Medatixx-Software weitere Erpressungstrojaner an die Praxen verschickt werden könnten. Eine ähnliche Lieferkettenattacke hatte die Hackergruppe REvil im Juli gegen Kunden der Softwarefirma Kaseya ausgeführt. Die Münchener Ärztin Alexandra Obermeier fordert als Sprecherin des Bündnisses daher, die Anschlusspflicht der Praxen und Kliniken an die TI auszusetzen, bis die offenen Sicherheitsfragen und möglichen Auswirkungen durch eine Datenschutzfolgeabschätzung geklärt sind.

Vertrauen verloren

Der Medatixx-Angriff ist bei weitem kein Einzelfall, der das Vertrauen vieler Ärzte



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

3. Im Fenster „Mitarbeiter bearbeiten“ klicken Sie auf die blaue Schrift „Kennwort ändern“.

Mitarbeiter "Service" bearbeiten

Alles aufklappen Alles zuklappen Die mit * gekennzeichneten Felder sind Pflichtfelder.

Allgemeine Benutzerdaten

Name * Service Vorname Titel Namenszusatz

Benutzertyp: Mitarbeiter Doktor-Kürzel * SE Farbcode Angelegt am 06.02.2020

Anmeldename * service **Kennwort ändern**

E-Mail Geburtsdatum Berechtigt von * 06.02.2020 Berechtigt bis

4. Geben Sie hier zuerst das aktuelle Kennwort ein und dann zweimal Ihr neues Kennwort. Danach klicken Sie auf „Speichern und schließen“.

Kennwort für "service" ändern

Die mit * gekennzeichneten Felder sind Pflichtfelder.

Aktuelles Kennwort *

Neues Kennwort *

Neues Kennwort bestätigen *

Speichern und schließen Abbrechen

Nach dem Hackerangriff fordert Medatixx Praxen und Kliniken eindringlich auf, Kennwörter für die Praxis-Software, Windows-PCs und Konnektoren zu ändern.

Infrastruktur nicht nur besonders enge Termine gesetzt, sondern auch Dinge vorangetrieben worden, die primär der Gesundheitswirtschaft nutzen.

Die kassenärztliche Vereinigung Bayern hat eine Petition gestartet, die eine einjährige Testphase für alle TI-Anwendungen fordert. Sie kann bis zum 16. Dezember von Ärzten unterzeichnet werden. Was bei der Patientenakte 2.0 passiert, die eigentlich zum 1. Januar 2022 starten soll, ist unklar. Hier mag die App bei den vier ePA-Anbietern der deutschen Krankenkassen fertig sein, die Konnektoren sind es nicht: Kein einziger hat bis Redaktionsschluss die für ePA 2.0 notwendige PTV5-Zulassung erhalten.

Schuldzuweisungen

Im Unterschied zur aktuellen Akte der ersten Generation kann der Versicherte bei der ePA 2.0 bestimmen, welche Daten ein Arzt sieht und welche nicht, wenn er seinen Ärzten den Zugriff gestattet. Wer seine Gesundheitsdaten künftig nicht in der ePA speichern will, muss dem aktiv widersprechen. Die kommende Ampel-Regierung plant hier lediglich ein Opt-out und kein Opt-in.

Für die erzwungene Zugriffskontrolle der Patienten hatte Jens Spahn noch im November den Bundesdatenschutz Ulrich Kelber heftig kritisiert, der genau diesen Punkt eines granulareren Datenschutzes bei der ePA immer wieder gefordert hatte. „Der Bundesbeauftragte für Datenschutz hat die Digitalisierung nicht einfacher gemacht. Da wünsche ich der neuen Koalition eine konstruktivere Zusammenarbeit“, sagte Spahn dem Handelsblatt im Abschiedsinterview.

Für Spahn sind also nicht die unrealistischen Terminvorgaben der Regierung sowie die unzureichenden Zulassungen und Support-Reaktionen der Gematik schuld an der stockenden Digitalisierung, sondern die in seinen Augen übertriebenen Forderungen der Datenschützer. Mit einer derartigen Ignoranz wird aber auch die nächste Ministerin oder der Minister aus den Reihen der SPD die anhaltenden Probleme bei der Digitalisierung des Gesundheitssystems nicht lösen, sondern eher verschlimmern. Statt einen Gang höher zu schalten und Helm und Sicherheitsgurte als „unnötigen Ballast“ über Bord zu werfen, sollte die Ampelkoalition auf Ärzte und Entwickler hören, die die Vorgaben letztlich umsetzen und Patienten besser versorgen sollen. Es geht nur mit ihnen und nicht gegen sie. (hag@ct.de)

in die Sicherheit der IT erschüttert hat. Zahlen des just von der Gematik veröffentlichten „TI-Atlas“ (TI-Atlas.de), zeigen einen desolaten Zustand. Demnach sind zwar 88 Prozent aller Kliniken in Deutschland an die TI angeschlossen, davon seien aber nur 5 Prozent „voll TI-ready“. Nur 13 Prozent der Krankenhäuser könnten den Notfalldatensatz (NFD) eines Versicherten von der eGK auslesen und nur 9 Prozent den elektronischen Medikationsplan (eMP) in ihre Systeme übernehmen.

Für den TI-Atlas wurden 3000 niedergelassene Ärzte und 500 Krankenhäuser per Stichprobe ausgewählt und befragt. Abseits der reinen Anschlusszahlen hegen sie große Vorbehalte: Nur 43 Prozent der befragten Mediziner vertrauen der TI und nur 30 Prozent sind der Meinung, dass die elektronische Patientenakte (ePA) über die nötige Datensicherheit verfügt.

Dass das Vertrauen in die TI bei den Leistungserbringern so niedrig ist, hat vor allem mit den Ausfällen zu tun, die den täglichen Arbeitsablauf in einer Praxis hemmen. Entsprechend mies ist die Stimmung unter den Ärzten. Exemplarisch klagte uns ein Diplom-Informatiker, dessen Frau als niedergelassene Hausärztin arbeitet: „Selbst für gestandene Profis ist die Komplexität des Gesamtsystems und Inbetriebnahme wie Integration neuer Komponenten nur durch intensives Literaturstudium und Internetrecherche nachzuvollziehen. Es kostet irre Zeit und ich frage mich wirklich, wie ein normaler Arzt in Coronazeiten das noch stemmen soll. Zumal die Hilfe durch die Dienstleister vor Ort häufig frei von jeder Sachkenntnis ist.“

Ein Bielefelder Arzt berichtete: „Die Anleitung zum Einrichten der KIM-Adresse in meiner Praxissoftware umfasst schlanke 14 DIN-A4-Seiten und beim Einrichten bin ich mehrfach auf obskure, nicht selbsterklärende Fehlermeldungen gestoßen.“ Ein Kollege untermauerte das: „Zentrale Komponenten der TI fallen aktuell so oft aus, dass man oft nicht eingrenzen kann, wo Fehler liegen.“ Ein Arzt aus der Region Osnabrück resignierte bereits: „Soll die TI gegen die Wand fahren. Ich wurde nie gefragt, was ich will, was sinnvoll wäre. Die Politik hat nur Mehraufwand und Mehrkosten bei mir abgeladen. Also mache ich bei der TI nur noch Dienst nach Vorschrift, gehe Fehlern nicht mehr nach und warte ab.“

Blick nach vorn

Von all diesen Problemen lässt sich Gematik-Chef Markus Leyck Dieken aber offenbar nicht aus der Ruhe bringen. Auf der Medizinmesse Medica in Düsseldorf stellte der oberste TI-Planer fest, dass die TI „deutlich nach vorne gerückt“ sei. Im Blick hat Leyck Dieken bereits die TI 2.0, in der der Hardware-Konnektor ab 2025 von einer Software abgelöst werden soll: „Der Zugang zur TI ist bislang nur für einen geschlossenen Kreis von Nutzern gedacht. Dazu vertrauen wir dem Konnektor. Wir wollen aber jetzt Lebendigkeit.“

Nach der bisherigen Vorgeschichte stellt sich jedoch die Frage, ob es der Gematik denn in den kommenden drei Jahren gelingen kann, eine lebendige digitale Infrastruktur aufzubauen, die Ärzte tatsächlich bei ihrer Arbeit unterstützt. Denn unter Jens Spahn sind in der telematischen

heise +

ct

ix

Mac&i

Make:

MIT
Technology
Review
Das Magazin für Innovation von Heise

ct **Fotografie**

c't-Abonnenten
lesen bis zu
75%
günstiger

Das digitale Abo für IT und Technik.

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

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

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

heise.de/plus-testen

✉ leserservice@heise.de ☎ 0541 80009 120

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

Familientreffen

36 Geschenketipps aus der c't-Redaktion

Weihnachten in der Pandemie klingt leider allzu bekannt. Damit dennoch ein wenig Festtagsstimmung aufkommt, haben wir 36 von der Redaktion handgetestete Geschenketipps (nicht nur) für Nerds zusammengestellt.

Von Robin Brand, Sven Hansen und Steffen Herget

Weihnachten ganz ohne Stress: Damit Sie einen Moment lang die Pandemie aussperren und so entspannt wie die Heile-Welt-c't-Familie feiern können, übernehmen wir dieses Mal die Geschenkesuche für Sie. Auf zwölf Seiten haben wir 36 ausgesuchte Gabentipps gesammelt, die Freunden und der Familie das Fest versüßen können – alle Tipps sind von c't-Redakteurinnen und -Redakteuren handgetestet und für gut befunden. Die Links zu den ursprünglichen Artikeln im Heft haben wir Ihnen unter ct.de/ync9 zusammengestellt.

Ach, und über von Pandemie und Chipmangel leergefegte Regale müssen Sie sich auch keine Gedanken machen: Alle Geräte, die wir Ihnen auf den folgenden Seiten vorstellen, sind auch tatsächlich noch erhältlich (zumindest waren sie das bei Redaktionsschluss, hust).

Wer sogar an Weihnachten die Gedanken nicht von der Arbeit lassen kann, wird am besten mit Geschenken aus der Rubrik Büro to go beschenkt. Sachen, die man sich in die Ohren stecken, auf die Nase setzen oder um den Arm und ums Handgelenk binden kann, finden sich auf einer eigenen Doppelseite. Wir haben sie Körperkontakt genannt. Allerlei Spielereien fürs gescheite Zuhause finden Sie in der Abteilung Smart Home. Unter dem Titel „Geile Gadgets“ haben wir, nun ja, Sie ahnen es, geile Gadgets zusammengestellt. Und auch an Kreative (Kamera läuft!) und Sicherheitsbewusste (Safety first) haben wir gedacht.

Eines haben alle Kategorien gemein: Es findet sich auch das eine oder andere Geschenk darin, das man sich wunderbar selbst unter den Baum legen kann. Aber genug der Worte: Viel Spaß beim Schmökern und eine erholsame und gesunde Weihnachtszeit wünscht Ihnen die c't-Redaktion! (rbr@ct.de) ct

Eine Liste mit Online-Verweisen zu den Produktvorstellungen, Tests und Praxisartikeln zu den Geschenkideen können Sie unter dem folgenden Link abrufen. Für c't-Plus-Abonnenten ist der Zugriff auf alle Artikel kostenlos.

Liste verlinkter Artikel: ct.de/ync9

Büro to go	Seite 70
Geile Gadgets	Seite 72
Kamera läuft!	Seite 74
Safety first	Seite 76
Smart Home	Seite 78
Körperkontakt	Seite 80



Bild: Albert Huim

Büro to go



Bild: Albert Hulm



Kritzelt Brett

reMarkable 2

Preis: 400 €, c't 4/2021, S. 90

Papierloses Büro gut und schön, aber ganz ohne Kritzeleien, Skizzen und handschriftliche Notizen geht es einfach nicht. Diese in die digitale Welt zu verlagern, ist die Spezialität des **reMarkable 2**. Dieses Tablet besitzt ein stromsparendes, monochromes E-Ink-Display und erfüllt genau zwei Funktionen: Notizblock und E-Reader. Handschriftliches wandelt es auf Wunsch in getippten Text um.

Mit einer Akkuladung sind wir fast zwei Wochen angekommen. Löblich unterwegs: Das Notiztablet gibt keinen Mucks von sich, es piepst nicht einmal und nervt nicht mit Benachrichtigungen. Auch wenn moderne E-Reader etwas schärfere Displays haben, ist das reMarkable 2 für 400 Euro ein verlässlicher Begleiter.



Kabelpeitsche

LogiLink USB-C 3-Port-Hub (UA0315)

Preis: 10 €, c't 22/2021, S. 96

Schließ! Mich! An! USB-Buchsen kann man einfach nicht genug haben, und wenn nur noch ein USB-C-Port frei ist, kommt die Kabelpeitsche **LogiLink USB-C 3-Port-Hub** genau richtig.

Das kleine Teil, das in jeder Tasche verschwinden und immer mit auf Reisen gehen kann, macht aus einem der neumodischen Anschlüsse gleich drei große USB-A-Buchsen. Zwei davon entsprechen dem USB-2.0-Standard, die dritte arbeitet dank USB 3.0 mit bis zu 10 GBit/s und eignet sich damit vor allem für die Verbindung mit externen Datenträgern. Die Kabelpeitsche ist für 10 Euro zu haben und auch mit dem USB-Anschluss vieler Smartphones und Tablets kompatibel.

Flotter Funker

Zyxel NR2101 5G Preis: 500 €, c't 16/2021, S. 78

Mobiles Arbeiten ohne Internet, das geht nicht. Wo Kabel rar sind, kommt der mobile **5G-Router NR2101 5G** von Zyxel ins Spiel. Das knapp ein halbes Pfund schwere Kästchen unterstützt mit seinem X55-Modem von Qualcomm alle derzeit wichtigen 5G-Bänder im SA- und NSA-Betrieb und funkt zuverlässig auch im LTE-Netz. Endgeräte verbinden sich über Wi-Fi 6 mit dem mobilen Router.

Bei der Konfiguration hat man die Wahl: Sie gelingt entweder über den Browser eines verbundenen Gerätes oder mithilfe des 2,4 Zoll großen Touchscreens auf dem Router. Mit dem integrierten Akku spannt der NR2101 sein Netz sieben Stunden lang ohne externe Stromzufuhr auf.



Schnellspeicher

Patriot Supersonic Rage Prime Preis: 160 €, c't 17/2021, S. 87

Der schnelle USB-Standard 3.2 Gen 2 bewirkt zusammen mit entsprechendem Controller und Speichermodul beim **Supersonic Rage Prime** von Patriot Bestwerte bei der Datenübertragung.

Bis zu 600 MByte pro Sekunde schaufelt der kleine USB-Stick hin und her, so der Hersteller. Wir haben sogar bis zu 1 GByte pro Sekunde gemessen. Zwar hält das Kästchen, das im High-Speed-Betrieb bis zu 76 Grad warm wird, diese Werte nicht über lange Zeit, schneller als so manche SSD bleibt es trotzdem – und es ist viel kleiner. Die kurze Temperaturspitze ist kein Problem.

Mit einer Kapazität von 1 TByte bietet der Rage Prime jede Menge Platz für Daten aller Art, deutlich günstiger ist zum Beispiel die 256-GByte-Variante (50 Euro). Wer einen besonders kompakten Datenspeicher für unterwegs sucht, hat ihn hiermit gefunden.



Hosentaschenrechner

Motorola Moto G100

Preis: 450 €, c't 11/2021, S. 84

Kleiner als das kompakteste Tablet und leichter als das schlankste Notebook ist das **Moto G100**, ein Android-Smartphone mit besonderer Beigabe. Motorola legt eine kompakte Dockingstation mit in den Karton, die das G100 zum Behelfsrechner für unterwegs macht. Noch Minimaus und Tastatur eingesteckt, und man ist an jedem Monitor mit HDMI-Anschluss arbeitsbereit.

Mit 8 GByte RAM und Snapdragon 870 hat das G100 für einfache Aufgaben mehr als genug Power, auch wenn es einen vollwertigen PC nicht ersetzen kann. Großes Display, Dreifachkamera und 5G sorgen für Alltagstauglichkeit.

Klar und deutlich

Jabra Evolve2 75

Preis: 240 €, c't 25/2021, S. 104

Kopfhörer, die sowohl zum Telefonieren als auch für Musik unterwegs taugen, sind gar nicht so leicht zu finden. Der Jabra **Evolve2 75** schafft den Spagat mit sattem Musiksound, alltagstauglicher aktiver Geräuschunterdrückung und ordentlicher Sprachqualität. Der Mikrofonarm sitzt rechts und lässt sich hochklappen.

Der On-Ear-Kopfhörer, den man wahlweise per USB-C-Kabel oder Bluetooth anschließt, ist zwar nicht für anspruchsvolle Audioprojekte wie Podcasts gedacht. Dafür sitzt er bequem und unterstützt Parallelbetrieb von zwei Bluetooth-Zuspielern. Mithilfe eines Näherungssensors stoppt die Musikwiedergabe automatisch, wenn man den Evolve2 75 abnimmt oder um den Hals trägt.



Geile Gadgets



Bild: Albert Huim



Lautbild

Ikea Symfonisk Preis: 180 €, c't 17/2021, S. 82

Lautsprecher können Blickfang sein, sie können aber auch optisch komplett in den Hintergrund rücken und nur die Ohren mit ihrem Klang verwöhnen. Letzteres ist der Ansatz des Ikea **Symfonisk**, einem Lautsprecher in Bilderrahmenoptik, der an die Wand gehängt wird. Dort wirkt er mit dem hellen, eleganten Design sehr dezent.

Drin steckt Sonos-Technik. Zwei Lautsprecher, ein 102 Millimeter großer Woofer und ein 25,5 Millimeter messender Treiber, produzieren satten, klaren Sound. Der Symfonisk erzeugt trotz des flachen Gehäuses einen Klang, der dem vieler Regallautsprecher überlegen ist. Das gut drei Kilogramm schwere Teil wird wahlweise via WLAN oder Netzkabel ins Heimnetz integriert.



Lass krachen!

FireFly Plus Preis: 250 €, c't 1/2021, S. 76

3, 2, 1 – Zündung! Mit der **FireFly Plus** verwandelt sich das Feuerwerk von der ungelenkten Zündelei in ein smartes Spektakel. Die Box, die mit acht dicken D-Batterien gefüttert werden will, kann bis zu 15 einzelne Feuerwerkskörper abfeuern, entweder manuell oder automatisch in festgelegter Reihenfolge.

Wer es etwas größer mag, koppelt mehrere Boxen per Mesh zu einem großen Feuerwerksnetz und orchestriert die Show per App: Musikstück auswählen, den Ablauf der Zündungen festlegen und genießen. So muss man um Mitternacht nur noch den Startbutton drücken – wenn man ihn noch findet.



Knabberknecht

Bastelprojekt

Preis: etwa 100 €, Make 4/2021, S. 51

Sie suchen ein Geschenk für echte Heimkino-Fans und schrecken nicht vor ein bisschen Basteln zurück? Dann ist dieses Projekt unserer Schwesterzeitschrift Make genau das Richtige für Sie! Aus einer handelsüblichen, dummen **Popcorn-Maschine** wird mit einem Arduino-Nano-Board, ein paar RFID-Tags und einigen weiteren Bauteilen ein richtig smartes Teil.

Die Maschine erkennt, wie groß die Schüssel ist, die befüllt werden soll, misst automatisch die passende Menge Mais ab und startet ohne weiteres Zutun die Zubereitung. Ist das Popcorn fertig, schaltet sich der Knabberknecht auch noch selbstständig ab. Mit unserer Anleitung ist der Umbau für alle, die fit mit Schraubendreher, Bohrmaschine und Lötkolben sind, in einigen Stunden erledigt.

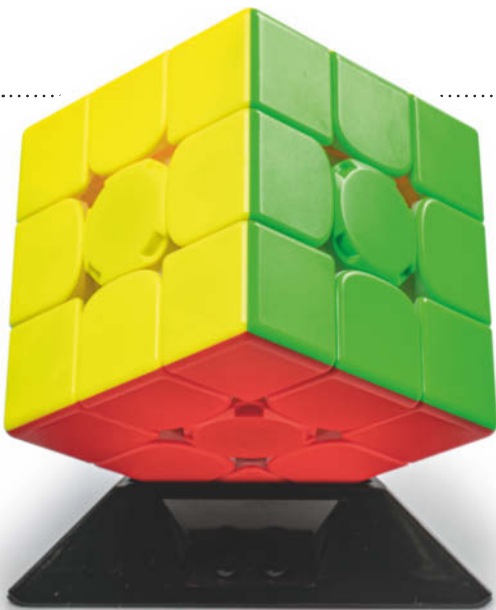


Kinderkiste

Tigerbox Preis: 80 €, c't 9/2021, S. 82

Papaaa, kannst du mir ein Hörspiel anmachen? Mamaaa, die Musik ist doof, ich will was anderes hören! Anstrengende Dialoge wie diese sind passé mit kindgerechten Musikspielen, die die lieben Kleinen ganz alleine handhaben können. Die **Tigerbox** ist robust, über den 4-Zoll-Touchscreen leicht zu bedienen und auch offline nutzbar.

Die Inhalte kommen über die sogenannten Tigercards, spezielle Speicherkarten mit je einem Hörspiel oder Musikalbum darauf, Streaming oder Download aufs Gerät. Wildcards sind Tigercards ohne Inhalt, sie lassen sich selbst befüllen. Wer auf die Mediathek des Anbieters zugreifen möchte, muss zahlen: Das Abo kostet 10 Euro im Monat oder 75 Euro jährlich. Im reinen Cards-Modus verschwindet die kostenpflichtige Mediathek komplett vor den Augen der Kinder, es funktionieren nur Tiger- und Wildcards. Wenn der Nachwuchs die eigenen vier Wände doch einmal zu intensiv beschallt, hilft der Kopfhörerausgang.



Zauberwürfel

GAN356 i Carry Preis: 40 €, c't 18/2021, S. 78

Folterinstrument oder genialer Zeitvertreib – die Meinungen zum Zauberwürfel gehen weit auseinander. Die bunten Würfel, die in ihre Grundstellung mit einfarbigen Flächen gedreht werden wollen, verzeichnen über die Jahrzehnte eine wachsende Fangemeinde. Mit dem **GAN356 i Carry** kommt ein smarter Zauberwürfel ins Spiel, der via Bluetooth mit Smartphone oder Tablet gekoppelt wird und neue Möglichkeiten bietet.

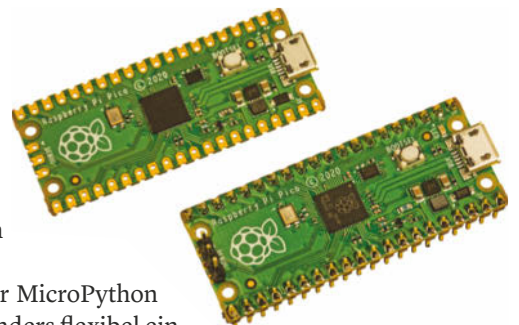
Anfänger freuen sich über Schritt-für-Schritt-Anleitungen, ambitionierte Speedcuber über eine Trainingsumgebung zur Verbesserung der eigenen Bestzeit. Der GAN356 i Carry ist zwar nicht zum Einsatz auf Turnieren zugelassen, aber deutlich günstiger als andere smarte Würfel. Den Smartphone-Akku sollte man beim Spielen aber im Blick behalten, die App zieht mächtig Strom.

Schlauer Winzling

Raspberry Pi Pic Preis: 4 €, c't 26/2021, S. 106

Klein und günstig: Nur 4 Euro kostet das „Pico“-Mikrocontrollerplatinchen der Raspberry Pi Foundation. Der **Raspberry Pi Pico** ist das offizielle RP2040-Entwicklerboard, darauf sitzt der selbst entwickelte Chip mit eben diesem Namen. Wer das Doppelte, also stolze 8 Euro ausgibt, bekommt das Board bereits mit aufgelöteten Pfostensteckerleisten statt der Lötlagen.

Der Chip lässt sich mit mehreren Programmiersprachen ansprechen, darunter MicroPython und C/C++, braucht wenig Strom und lässt sich wegen seiner geringen Größe besonders flexibel einsetzen. Ein paar spannende Bastelprojekte, etwa eine Pico-basierte Extra-Tastatur für Videokonferenzen oder einen Ultraschallabstandsmesser finden Sie als Anregung in den Ausgaben 1/21 und 3/21 der Make.



Kamera läuft!



Bild: Albert Huim

Augenschmeichlerin

Dell UltraSharp Webcam WB7022

Preis: 200 €, c't 18/2021, S. 74

Wer viel Zeit in Videokonferenzen verbringt oder YouTube-Videos dreht, darf ruhig ein wenig Aufwand betreiben, um sich ins rechte Licht zu rücken – oder überlässt das der passenden Hardware. Die edle **Dell UltraSharp Webcam WB7022** hat mehr zu bieten als ein scharfes 4K-Bild.

Die Kamera mit zuverlässigem Autofokus deckt wahlweise einen Sichtbereich von 65, 78 oder 90 Grad ab. Als Einzelperson wählt man den kleinsten Ausschnitt und lässt ihn bei Bedarf innerhalb des großen Sichtfelds digital nachführen. KI-Auto-Framing nennt Dell diese Funktion, die angenehm ruhig und gleichmäßig reagiert und deretwegen man stets in der Bildmitte zu sehen ist. Dank IR-Sensor beherrscht die Kamera auch Gesichtserkennung für Windows Hello zum Entsperren oder schaltet den Bildschirm ab, wenn man den Computer verlässt.



Präsentationshelferlein

mmhmm Preis: 10 €/Monat, c't 5/2021, S. 70

Zoom-Meetings sind laaaaangweilig. Und daran ändert liebloses Screensharing der Geschäftszahlen nichts. Die **Präsentationssoftware mmhmm** peppt jede Videokonferenz auf, indem sie Bilder und Präsentationsfolien mit einem freigestellten Webcam-Bild des Vortragenden verknüpft.

Mithilfe eines virtuellen Laserpointers lenkt man die Aufmerksamkeit des Publikums auf wichtige Inhalte. Die Software lässt sich in Videokonferenzsysteme wie Zoom, Teams oder Google Meet integrieren, taugt aber auch, um Erklärvideos zum Beispiel für YouTube aufzuzeichnen.



Interviewpartner

Rode Wireless Go II

Preis: 270 €, c't 11/2021, S. 83

Klassische Funkstrecken, die den Ton drahtlos zur Kamera transportieren, vertrauen in der Regel auf Sender so groß wie eine Kippenschachtel in Kombination mit einem Ansteckmikro. Nicht so das streichholzschachtelgroße **Rode Wireless Go**. Es vereint Sendemodul und Mikrofon und lässt sich direkt ans Hemd klemmen.

Die zweite Generation ist in vielerlei Hinsicht eine Verbesserung: Sie kommt mit zwei Sendern, die zugleich als Rekorder dienen, ist ein USB-Audiointerface und bietet deutlich mehr Reichweite. Das lässt den Aufpreis gegenüber der ersten Generation (Straßenpreis 270 € statt 170 €) fast moderat erscheinen.

Ausleuchter

Cyeczor LED-Videolicht

Preis: 40 €, c't 12/2021, S. 106

Nach mehr als einem Jahr Homeoffice geht es ans Feintuning: Gegen schlechtes Licht hilft die beste Kamera nichts. Da hilft nur ... Licht! Über- oder Unterbelichtung, Rot- oder Blau- stich oder tiefe Schatten unter den Augen – all das irritiert, weil es unnatürlich wirkt. Eine passende Leuchte kann da Wunder wirken.

Das **Cyeczor LED-Videolicht** hat sich in unserem Prüfstand als besonders praktisch erwiesen. Das kleine Ringlicht wird platzsparend direkt an den Bildschirm geklemmt. Trotz ihrer kompakten Abmessungen ist die Leuchte recht hell. Helligkeit und Farbtemperatur lassen sich einstellen. Brauchbare Alternativen zwischen 15 und 100 Euro finden Sie im verlinkten Prüfstand (ct.de/ync9).



Tonmeister

Shure MV5C

Preis: 100 €, c't 11/2021, S. 70

„Hallo? Könnt ihr mich hören?“ Die Kamera läuft, nur der Ton stimmt mal wieder nicht. Bei aller Routine hakt es immer mal wieder beim Setup für die Videoschleife. Und dabei braucht es dafür gar keinen großen Aufbau mit Mikrofonarm und Spinne: Das **Shure MV5C** ist eine kompakte Immer-dabei-Lösung.

Das kleine Mikro erinnert optisch an alte Mikrofone des Herstellers aus den 50er- und 60er-Jahren und wiegt gerade einmal 160 Gramm. Klanglich überzeugt das Shure-Mikro: Es übermittelt Stimmen voll und klar verständlich und ist taub für die meisten Nebengeräusche.



Bildmischer

Atem Mini Extreme

Preis: 900 €, c't 15/2021, S. 92

Hardware für Profis, erschwinglich auch für Amateure: Videospezialisten oder solche, die es werden wollen, können mit dem Mischpult **Atem Mini Extreme** ihre Produktivität auf ein neues Level heben. Es vereint gleich mehrere Geräte in einem kompakten Gehäuse: Bildmischer mit acht HDMI-Eingängen, digitales Audio-Mischpult, Rekorder und Streamingserver. Zusammen mit den neuen Media-Konvertern des Herstellers eignet sich der Mini Extreme sogar für professionelle Videostudios.

Für vergleichbare Bildmischer musste man in der Vergangenheit ein Vielfaches ausgeben. Mit seiner umfangreichen Ausstattung eignet er sich für größere Videostudios, aber auch für Game-Streams, Talkrunden, Webinare oder virtuelle Konferenzen.





Bild: Albert Hulm

Safety first



Kluge Haustür

Gerda Tedee Preis: ab 280 €, c't 7/2021, S. 82

Tadaa: Tedee! Das schicke Bluetooth Smartlock von Gerda stülpt man wahlweise über einen von innen gesteckten Schlüssel oder montiert es – dezenter – mit einem zusätzlich zu erwerbenden Schließzylinder an der Haustüre. Schlüssel zu verlieren ist damit Geschichte – die können sicher am Schlüsselbrett hängen bleiben.

Die mit **Tedee** ausgestattete, smarte Haustür öffnet man fortan mit dem Smartphone oder per Sprachbefehl an Google und Alexa – der alte Schlüssel dient nur noch als Backup-Medium. Von innen lässt sich die Tür über einen Tastendruck entriegeln und schließen. Und dem Weihnachtsmann kann man seine zeitlich limitierten Zugangsrechte per Mail zukommen lassen.

Daten-Safe

Datalocker DL4 1 TByte

Preis: 560 €, c't 17/2021, S. 78

Auf eine externe 1-TByte-Festplatte passt ein ganzes Leben. Kein schöner Gedanke, wenn einem solch ein persönlicher Datenträger abhanden kommt oder in falsche Hände gerät. Passiert so ein Unglück mit dem **Datalocker DL4**, kann man sich entspannt zurücklehnen, denn die externe Festplatte verschlüsselt alle Inhalte standardmäßig mit AES-256 im XTS-Modus.

Am PC angeschlossen, muss man auf dem Touchdisplay des Festplattengehäuses zunächst ein Passwort eingeben. Im Einstellungsmenü legt man fest, ob Daten nach mehrfachen Eingabeversuchen automatisch zerstört werden sollen. Wer Geld sparen will, greift anstatt zur getesteten SSD- zur HDD-Variante.



Doppelt genährt

Reiner SCT Authenticator Preis: 35 €, c't 8/2021, S. 82

„Ist das ein Taschenrechner?“ Der **SCT Authenticator** von Reiner dürfte Aufmerksamkeit auf sich ziehen, schließlich erinnert das quietschgelbe Gerät an Werbebeschenke längst vergangener Tage. Tatsächlich ist es ein äußerst praktisches Schreibzubegehör, da es temporäre Zugangsschlüssel für die Zwei-Faktor-Authentifizierung bereitstellt. So bleiben Onlinezugänge auch dann noch sicher, wenn das Passwort einmal gehackt wird.

Ob Google, Amazon, Microsoft, Paypal, Twitter oder Instagram: Der Authenticator generiert ein zeitlich limitiertes Einmalpasswort (TOTP), das viele Onlinedienste unterstützen. Das geht flott von der Hand und erschließt sich Ungeübten leichter, als mit USB-Sticks oder entsprechenden Smartphone-Apps hantieren zu müssen. Auf Wunsch lässt sich der Authenticator per PIN sichern und setzt sich nach mehrfacher Falscheingabe auf Werkeinstellungen zurück. Ein Gadget für einen neuzeitlichen James Bond.



Auto-Zyklop

Nextbase 622GW Preis: 300 €, c't 12/2021, S. 72

Wenn alles gut geht, zählt eine Dashcam zu den Geschenken, die man vergisst, sobald man sie ausgepackt und ins Auto eingebaut hat. Geht beim Fahren dann doch mal etwas schief, leistet einem die **622GW** von Nextbase gute Dienste.

Das Topmodell des britischen Dashcam-Spezialisten lieferte im Test eine saubere Bildqualität selbst bei widrigen Witterungsverhältnissen. Eine automatische Notruf-Funktion alarmiert bei einem Unfall über ein gekoppeltes Smartphone Rettungsdienste. Und der Parkwächtermodus hilft einem, den Urheber eines Parkrempers ausfindig zu machen.

Türsteher

Netatmo Smart Video Doorbell

Preis: 270 €, 15/21, S. 106

Schau, wer will von draußen rein? Mit einer Türklingelkamera ist man vor unangenehmen Visiten sicher und kann willkommenen Besuch über die Gegensprechfunktion gebührend in Empfang nehmen. Netatmos **Smart Video Doorbell** sieht nicht nur schick aus, sie sticht im Vergleichstest mit ihrem cloudfreien Ansatz hervor.

Statt monatlicher Abo-Kosten für die Video-Speicherung in der Cloud zu zahlen, lenkt man die Mitschnitte der smarten Türklingel einfach auf eine FTP-Freigabe des NAS oder einer dafür eingerichteten FritzBox mit angehängtem Massenspeicher. Den Strom zapft die Türklingel dabei einfach von der Versorgung für die vorhandene Klingelanlage ab.



Fahrradtrojaner

BikeTrax

Preis: 200 €, c't 6/2021, S. 82

Für ein gutes E-Bike wandern schnell ein paar tausend Euro über die Ladentheke. Ein Fahrradklau tut dann besonders weh, und daher beruhigt es, wenn man seinen fahrbaren Schatz elektronisch bewacht. PowUnitys **Bike-Trax** funkt per Mobilfunk Standortdaten in seine Cloud. Der Clou: Das unsichtbar im Motorgehäuse verstaute Platinchen zapft den Strom vom Fahrradakku ab. Ein Dieb, der den Tracker ausbauen wollte, müsste dafür aufwendig die Tretkurbeln demontieren.

Den Tracker gibt es für Motoren von Bosch, Shimano und Brose. Zur Kommunikation nutzt er eine fest einbaute SIM, für deren Betrieb und den des Clouddienstes 4 Euro monatlich anfallen. Bei Diebstahl schlägt der Tracker per Push-Meldung auf dem Handy Alarm, in der PowUnity-App kann man es orten sowie auf Wunsch einen PDF-Steckbrief erzeugen, der den Ermittlungsbehörden beim Identifizieren des Zweirades hilft.



Smart Home



Bild: Albert Hulm



Wetterzeit

Glance Clock Preis: 170 €, c't 22/2021, S. 101

Manche Uhren können mehr als nur die Zeit anzeigen. Die **Glance Clock** verwendet 72 kleine LEDs dafür, neben der Uhrzeit die Wettervorhersage anzuzeigen. Niederschlagsmenge und Temperaturverlauf werden als buntes LED-Band visualisiert. Signale empfängt die Glance Clock via Bluetooth vom Smartphone. Sind die LEDs aus, verschwinden sie hinter schickem grauen Stoff.

Eine günstige Alternative ist die Echo Wallclock von Amazon für 30 Euro. Mit einem Echo-Lautsprecher als Sparringspartner visualisiert sie per Sprachbefehl gesetzte Timer über einen Kranz aus roten LEDs. So hat man in der Küche auch mehrere Timer ständig im Blick, sodass Rotkohl, Braten und Kartoffeln am ersten Weihnachtstag punktgenau gegart auf dem Tisch landen.

Familien-Frame

Aura Carver Preis: 160 €, c't 21/2021, S. 77

Die digitalen Bilderrahmen von Auraframes sind ein tolles Geschenk für Leute, die eigentlich wenig mit Technik am Hut haben. Man richtet sie komplett für den Zugriff auf die Aura-Cloud ein, bevor sie unter den Weihnachtsbaum gelegt werden. Die Fotos schickt man über die nett gemachte Aura-App auf Display. Diese lässt sich auch mit mehreren Nutzern verwenden, sodass die aktuellen Fotos von unterschiedlichen Familienmitgliedern auf dem Bilderrahmen landen.

Das Freigeben der persönlichen Foto-Highlights über die App funktioniert so einfach, wie man es vom Messenger oder der Social-Media-App gewohnt ist. Der Beschenkte muss zum Start nur noch den Stecker einstecken und der Rahmen zeigt die Fotos der Liebsten. Der von uns getestete **Aura Carver** hat ein knackiges 10-Zoll-Display. Andere Designs und Größen sind ebenfalls verfügbar.



Bessere Luft

Vindriktning

Preis: 10 €, c't 17/2021, S. 80

Ikea hatte schon mal ein Bettgestell im Angebot, dessen Namen man sich leichter merken konnte: **Vindriktning** heißt der kleine Luftsensoren, der Schwebeteilchen der Kategorie PM 2.5 zählt und die aktuelle Luftbelastung über eine LED-Ampel im Gehäuse anzeigt. Netzteil und USB-C-Kabel liegen nicht bei – man muss sie ganz im Sinne der Nachhaltigkeit aus seiner Kramschublade beisteuern.

Wer einen ESP8266 und den verlinkten Artikel aus der Zeitschrift Make mit ins Geschenk legt, macht bastelfreudigen Zeitgenossen eine besondere Freude, denn damit wird aus dem Sensor ein vollwertiges IoT-Device. Danach funkt das gepimpte Vindriktning-Ding seine Messwerte per WLAN an die Steuerzentrale der Wahl und liefert so die nötigen Trigger für allerlei Smart-Home-Spielereien.



Gießhilfe

Royal Gardineer

Preis: 70 €, c't 18/2021, S. 126

Der Sommer ist fern, der Garten liegt brach. Genau die richtige Zeit also, um Pläne für den smarten Garten 2022 zu schmieden. Mit Pearls **Royal-Gardineer-Ventilen** sind Bewässerungsprojekte besonders leicht umzusetzen. Die Ventile werden zwischen Zapfhahn und Gartenschlauch geschraubt und lassen sich über die Elesion-App steuern.

Bis zu vier Ventile kann man parallel betreiben. Passend zum System gibt es auch Bodensensoren, die ein Bewässerungsprogramm pausieren, falls ohnehin schon genug Regen vom Himmel gefallen ist. Vorsicht, Suchtgefahr: Das Elesion-Portfolio umfasst zahlreiche weitere günstige Komponenten fürs smarte Heim.



Smarte Leuchteiste

Glide Wall Light

Preis: 100 €, c't 26/2021, S. 95

Govees Lichtbausatz Glide besteht aus RGB-LED-Stangen und einem oder mehreren 90-Grad-Winkeln. Man steckt sie nach Herzenslust zusammen – fertig ist die Lichtskulptur Marke Eigenbau. Zwei verschieden große Starter-Kits mit unterschiedlich vielen Bauteilen stehen zur Wahl, schon das kleinere mit einem Winkel und sechs Geraden lässt nicht nur die Herzen hell erleuchten.

Zum Leben erwacht das **Glide Wall Light** erst nach der Einrichtung mit der Govee-App. Zahlreiche kunterbunte Lichteffekte, eine mikrofongesteuerte Lichtorgel oder die Sprachsteuerung mit Alexa und Google wollen ausprobiert werden. Wer mag, kann über Alexa Smart-Home-Routinen erstellen, die die Lichtinstallation als Benachrichtigungslicht nutzen.



Brückenlos glücklich

WIZ

Preis: ab 15 €, c't 23/2020, S. 98

Viele smarte Komponenten benötigen ein zusätzliches Gateway zur Steuerung – nicht so die Lampen und Leuchten von **WIZ**. Sie nutzen das vorhandene WLAN zur Kommunikation und haben smarte Funktionen wie die Farbtemperaturänderung von Kalt- auf Warmweiß im Tagesverlauf schon eingebaut. Das System arbeitet mit zahlreichen Cloud-Services wie IFTTT, Alexa und Google, lässt sich aber auf Wunsch auch komplett lokal steuern.

WIZ hat eine besonders große Auswahl von Retrofit-Leuchtmitteln für alle gängigen Fassungen. Noch breiter wird das Angebot durch ein Lizenzprogramm, das Leuchtenherstellern die Integration eines WIZ-Moduls in ihre Lichtkreationen erlaubt. So lassen sich ohne weitere Hardware alte und neue Lichtquellen im Haus mit nur einer App steuern.



Körperkontakt



Ohrenbohnen

Samsung Galaxy Buds Live

Preis: 75 €, c't 4/2021, S. 62

Stöpsel, die die Welt bedeuten: Komplett kabellose In-Ears sind eine noch recht junge Gerätekategorie und dennoch schon ein fast allgegenwärtiges Gadget. Kein Wunder, die kabellosen Musikkpfpfen sorgen für Unterhaltung beim Sport, Fernsehen und zur Not als Headset in der Videoschalte. Gute Modelle gibt es schon für weniger als 100 Euro, zum Beispiel die **Samsung Galaxy Buds Live**.

Im Test haben uns die In-Ears mit ihrer ungewöhnlichen Passform überzeugt: Die bassfreudigen Buds Live haben keine Silikonmanschetten und verschließen den Gehörgang nicht komplett – das vermindert den Abschottungseffekt und erleichtert längeres Tragen.



Augenkonzert

Fauna Smart Glasses

Preis: 200 €, c't 19/2021, S. 90

Zwei Fliegen mit einer Klappe schlagen die **Fauna Smart Glasses**. Sie sind Headset und – wenn man das will – Sehhilfe in einem. Über den Begriff „smart“, den der Hersteller für die Brille wählt, lässt sich diskutieren. Doch das, was sie tun soll, beherrschte sie im Test vollauf.

In den Bügeln sitzen Lautsprecher, Mikrofon und eine Touchfläche zur Steuerung der verbundenen Geräte. Die Audiobrille schont – anders als Headsets – die Frisur, sie erzeugt kein unangenehmes Tragegefühl wie In-Ears und schirmt Stimmen und Geräusche in der Umgebung nicht ab. Die Klangqualität überzeugt für den Videocall, weniger fürs Musikhören. Gesprächspartner empfanden die Sprachqualität als gut.



Handgelenks-Dino

Amazfit T-Rex Pro Preis: 160 €, c't 17/2021, S. 86

Ein Dinosaurier fürs Handgelenk: Den Namen **T-Rex Pro** hat Amazfit für seine Sportuhr (unfreiwillig?) passend gewählt. Die bullige Sportuhr wirkt ein wenig aus der Zeit gefallen, ein Dino unter den Smartwatches eben.

Doch das, was sie nicht kann – bezahlen mit NFC, telefonieren mit Mikro und Lautsprecher –, werden viele nicht vermissen. Und das, was sie kann, macht sie gut. Navigation: check, viele Aktivitäten: check, lange Laufzeit: check, kontraststarkes Display: check. Für diesen Preis eine alles in allem beachtliche Ausstattung.

Musikalisches Fest

Audio Technica M50xBT2 Preis: 200 €, c't 23/2021, S. 86

Kabellose Kopfhörer sind eine tolle Sache, viele Hi-Fi-Fans werden dennoch nicht ganz warm mit ihnen. Denn allzu oft ist es ein Entweder-oder: Toller Klang oder kabellose Freiheit – zumindest, wenn man sich in der Preisklasse bis 200 Euro umhört. **Audio Technica** hat mit dem **M50xBT2** einen gelungenen Versuch präsentiert, mit diesem Vorurteil aufzuräumen.

Der M50xBT2 spielt den Bass druckvoll und bis tief hinab, die Höhen klar und transparent, die Mitten präsent auf einer relativ breiten Stereobühne. Aktive Geräuschunterdrückung bietet er zwar nicht, doch die Bluetooth-Fähigkeiten gefallen: Zwei Geräte lassen sich gleichzeitig gekoppelt halten, sodass einem kein Anruf entgeht, während man Musik am PC hört. Als Audiocodex verarbeitet der BT2 außer SBC auch AAC und LDAC. Mit dieser Kombination spielt der auch mit Kabel nutzbare Kopfhörer auf dem Niveau der 300-Euro-Klasse.



Stille Nacht

Bose Sleep Buds II Preis: 235 €, c't 5/2021, S. 70

Verschenken Sie doch mal etwas, was man fast nie unter dem Weihnachtsbaum findet. Spielen Sie Sandmann und legen Sie eine Portion Schlaf unter den Baum. Die **Bose Sleepbuds II** sehen zwar aus wie In-Ear-Kopfhörer, tatsächlich aber sind die kleinen Stöpsel als Hilfe zum Ein- und Durchschlafen gedacht.

Die Buds kaschieren Störgeräusche wie Schnarchen oder den Autoverkehr vorm Schlafzimmerfenster, indem sie eine dezente Geräuschkulisse einbinden. Diese Art von Gegenschall soll auch Tinnitus-geplagten Zeitgenossen das Einschlafen erleichtern. Die Winzlinge sitzen so bequem im Ohr, dass sie schon nach wenigen Minuten vergessen sind. Eine spezielle Oberflächenbeschichtung verhindert Knarzgeräusche, wenn Seitenschläfer die Stöpsel am Kopfkissen reiben.



Pulsabnehmer

Polar Verity Sense Preis: 90 €, c't 11/2021, S. 83

Der Jahreswechsel ist die Zeit der guten Vorsätze. Ein Puls-messer hilft beim Sport, die gesteckten Ziele zu erreichen und nicht auf der Stelle zu treten. Klassischerweise misst man den Herzschlag mit einem Brustgurt, etwas weniger genau am Handgelenk. Für Leute, die sich daran stören, hat Polar mit dem **Verity Sense** eine äußerst präzise Alternative im Programm.

Der Armgurt misst fast so exakt wie der Brustgurt Polar H10. Die Abweichung lag im Test bei maximal ein, zwei Schlägen. Der Verity Sense ist somit eine sehr gute Lösung für alle, die beim Sport keinen Brustgurt tragen können oder wollen.



Eckig-Erneuerung

Microsoft-Tablet Surface Pro 8 mit 120-Hertz-Panel und Windows 11

Microsoft hat sein Windows-Tablet Surface Pro in der achten Generation runderneuert: Es gibt erstmals Thunderbolt und der größer gewordene 3:2-Bildschirm läuft mit bis zu 120 Hertz. Eine zugehörige Windows-11-Neuerung fehlte uns aber im Test.

Von Florian Müssig

Die Surface-Pro-Baureihe gilt vielen als Vorzeigegerät, wenn es um Windows-Tablets geht. Mit einer Aktualisierung hatte es Microsoft jedoch nicht allzu eilig: Das

knapp zwei Jahre alte Surface Pro 7 wurde bis jetzt mit Prozessoren der betagten zehnten Core-i-Generation verkauft; der auch schon fast ein Jahr alte Zwischenschritt Surface Pro 7+ mit elfter Core-i-Generation war nur für Geschäftskunden gedacht [1].

Das nagelneue Surface Pro 8 nutzt nun zwar ebenfalls nur die elfte Core-i-Generation, wurde aber in vielen anderen Aspekten von Grund auf renoviert. So gibt es zwei USB-C-Buchsen, die erstmals bei einem Surface-Gerät Thunderbolt mitbringen und damit für Docking-Vorhaben sämtlicher Couleur bereit sind – das stand bei vielen Nutzern ganz oben auf der Wunschliste. Praktisch ist aber auch, dass man bestehende Surface-Peripherie wie das Surface Dock 2 [2] weiternutzen kann, denn der proprietäre, magnetische Surface-Konnektor ist zusätzlich weiterhin an

Bord. Das mitgelieferte Netzteil findet wie üblich ebenfalls daran Anschluss.

Verabschieden muss man sich allerdings nicht nur vom bislang üblichen microSD-Kartenleser, sondern auch von älteren Tastaturen (Type Cover), die mit Pro 3 bis Pro 7+ kompatibel waren. Das Surface Pro 8 übernimmt einen neuen, kompakteren Anschluss vom Nischengerät Surface Pro X [3]. Dort debütierte die überarbeitete Tastatur (Keyboard) mit seiner praktischen Garage für den damals ebenfalls neuen Slim Pen. Dieser ist deutlich platter und lässt sich zum Transport sicher in der Garage verstauen, wo er auch geladen wird. Zusammen mit dem Pro 8 ist der renovierte Slim Pen 2 erschienen, der als Neuerung haptisches Feedback ausgibt.

Bildzuwachs

Der Surface-typisch im tollen 3:2-Format gehaltene Bildschirm des Pro 8 ist von vormals 12,3 Zoll auf 13 Zoll angewachsen, ohne dass sich die Abmessungen des Tablets merklich geändert hätten. Stattdessen sind die Ränder auf wenige Millimeter geschrumpft. Das Arbeiten im Notebookmodus mit angesteckter Tastatur ist dadurch immersiver, während man sich im Tabletbetrieb umgewöhnen muss: Hält man das Gerät in einer Hand fest, verdeckt der Daumen jetzt immer einen Teil des Bildes.

Das Panel läuft ab Werk mit der klassischen Bildwiederholrate von 60 Hertz, lässt sich aber auch in einen Modus mit 120 Hertz schalten. Dann flutscht der Mauszeiger viel flüssiger über den Schirm; Gleiches gilt für das Scrollen auf Webseiten. Zu Windows 11, das auf dem Surface Pro 8 vorinstalliert ist, gehört die Neuerung Dynamic Refresh Rate (DRR), die die Bildwiederholrate dynamisch anpassen soll – also beim Scrollen hohe Wiederholraten und bei wenig Bildänderungen dann aus Stromspargründen wieder niedrigere Wiederholraten. Auf dem Pro 8 kann DRR aber nicht genutzt werden: Es sind WDDM-3.0-Treiber notwendig; Microsoft liefert jedoch Grafiktreiber im älteren WDDM-2.7-Format mit. Ob DRR beim Pro 8 mit einem Update kommen wird, hat Microsoft auf unsere Nachfrage hin bis Redaktionsschluss nicht beantwortet. Wünschenswert wäre es, denn mit fix eingestellten 120 Hz sinkt die maximale Laufzeit von knapp 15 auf nur noch 10 Stunden.

Apropos Windows 11 und Bildschirm: Das Panel im Surface Pro 8 hat wie eh und je rechtwinklige Ecken, obwohl die grafi-



Stift muss man weiterhin zu den sowieso schon hohen Gerätekosten addieren; mit der Garage im Cover besteht aber nun keine Gefahr mehr, dass der Stift unterwegs verloren geht. (mue@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Florian Müssig, Edles zum Mitnehmen, Premium-Notebooks mit hoher Rechenleistung, langer Laufzeit und arbeitsfreundlichen Bildschirmen, c't 5/2021, S. 74
- [2] Florian Müssig, Magnetdock, c't 5/2021, S. 65
- [3] Steffen Herget, Florian Müssig, Kleiner Schritt, Surface Pro X mit neuem ARM-Prozessor, c't 25/2020, S. 88
- [4] Florian Müssig, Oberflächlich abgespeckt, Microsofts Einsteiger-Notebook Surface Laptop Go, c't 26/2020, S. 72

Für Docking und flotte Peripherie stehen am Surface Pro 8 außer dem proprietären Surface-Konnektor erstmals Thunderbolt-fähige USB-C-Buchsen bereit.

sche Bedienoberfläche runder geworden ist. Von abgerundeten Panel-Ecken wie beim Surface Laptop Go [4] (oder aktuellen iPad-Pro-Modellen) hat sich Microsoft also offensichtlich schon wieder verabschiedet.

Kühlung für alle

Das Testgerät mit Intel Core i7-1185G7 lieferte eine hohe Rechenleistung. Ähnliches gilt mit dieser Gerätegeneration auch wieder für günstigere Ausstattungsvarianten mit Core i5-1135G7: Auch dort kommt ein Lüfter zum Einsatz. Beim Vorgänger Pro 7 hatten i5-Ausstattungsvarianten hingegen eine schwächere passiver Kühlung. Im Gegenzug gibt es jetzt keine Modelle mehr, die unter Dauerlast flüsterleise bleiben: Unser Testgerät rauschte dann mit bis zu 0,9 Sone.

Mit Core i5 kostet das in Schwarz oder Silber erhältliche Surface Pro 8 ab 1180 Euro (8 GByte, 128er-SSD); das 1680-Euro-Testgerät (16 GByte, 256er-SSD) ist das günstigste Modell mit Core i7. Für den Maximalausbau mit 32 GByte Arbeitsspeicher und einer 1-TByte-SSD verlangt Microsoft 2680 Euro; er kommt stets mit i7. Der Arbeitsspeicher ist immer aufgelötet, die M.2-2230-SSD steckt hingegen wechselbar hinter einer abschraubbaren Abdeckung unter dem Kickstand.

Wie üblich sind im Gerätepreis weder Tastatur noch Stift enthalten, die es in mehreren Farben und Ausprägungen gibt. Die Tastaturen kosten 150 Euro (ohne Stiftgarage, ohne Fingerabdruckleser), 180 Euro (mit Stiftgarage, ohne Fingerabdruckleser) oder 200 Euro (mit Stiftgarage, mit Fingerabdruckleser) und der Stift 130 Euro. Tastatur und Stift bekommt man gegenüber dem Einzelkauf auch etwas rabattiert als 280-Euro-Bundle; die Tastatur entspricht dabei dem 180-Euro-Modell. Wer nur den Stift kauft, benötigt zusätzlich noch eine 35-Euro-Ladeschale.

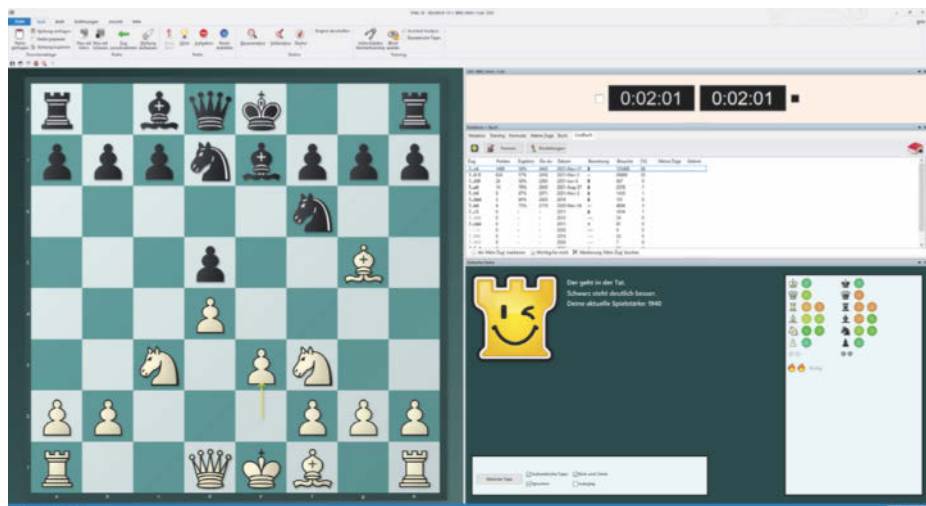
Fazit

Obwohl Microsoft beim Surface Pro 8 nicht alle Fähigkeiten von Windows 11 um-

gesetzt hat, ist es ein spürbarer Schritt nach vorn: Vom größeren und flotteren Bildschirm profitiert man im Alltag genauso wie von der erstmals implementierten Thunderbolt-Schnittstelle. Tastatur und

Microsoft Surface Pro 8: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	8PV-00019 + 8X6-00065
Lieferumfang	Windows 11 Home 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / – / – / ✓ (✓)
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / – / 2 × R (2 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / – / R
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	LG LP129WT212166: 13 Zoll / 32,9 cm, 2880 × 1920, 3:2, 267 dpi, 120 Hz, 2 ... 414 cd/m², spiegelnd
Prozessor	Intel Core i7-1185G7 (4 Kerne mit SMT), 3 GHz (Turbo bis 4,8 GHz), 4 × 1280 KByte L2-, 12 MByte L3-Cache
Hauptspeicher	16 GByte LPDDR4X-4267
Grafikchip (Speicher)	int.: Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)
Sound	HDA: Realtek ALC274
LAN / WLAN	– / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	USB: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Samsung PM991 (256 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	51 Wh Lithium-Ionen (–)
Netzteil	60 W, 297 g, 9 cm × 5 cm × 2,4 cm, Kleingerätestecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,18 kg / 28,9 cm × 21,5 cm / 1,4 ... 1,7 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	0,5 cm / 19 mm × 18,5 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,5 W / 0,4 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max.	1,7 W / 4,3 W / 7,4 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	53 W / 14,1 W / 37 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	63 W / 0,58
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max.)	14,9 h / 6 h / 2,3 h
Ladestand / Laufzeit nach 1 h Laden	79 % / 11,8 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 sone / 0,9 sone
Massenspeicher lesen / schreiben	1769 / 1005 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	81920 / 77312
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	288 / 194 Mbit/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 99,5 dBA
Cinebench R23 Rendering (1T / nT)	1301 / 5424
3DMark: Wild Life / Night Raid / Fire Strike / Time Spy	11563 / 17992 / 5075 / 1825
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	1960 €
Garantie	1 Jahr
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k.A. keine Angabe	



Einladung zum Matt

Fritz 18 als Motivationstrainer für Schach

Schachprogramme fegen inzwischen selbst Weltmeister vom Brett. Im Test gab das neue Fritz 18 Spielern hingegen das gute Gefühl, schlauer anzugreifen als die Maschine.

Von Hartmut Gieselmann

Schach gegen Computer ist meist eintönig: Entweder sind die Engines so stark, dass selbst Großmeister verzweifeln, oder sie machen auf niedrigen Spielstufen so dumme Fehler, dass die Herausforderung fehlt. Fritz 18 setzt einen neuen Spielmodus „Geführt – Berührt“ ein, bei dem die Engine auf offensive Stellungen zusteuert, die dem Spieler komplexe Angriffe erlauben. Mit ein paar indirekten Tipps vom Programm findet er dann beispielsweise ein geschicktes Figurenopfer, um die Engine zu besiegen.

In der Praxis klappte das recht gut. Unsere Probepartien waren sehr viel lebendiger und machten mehr Spaß, als wenn wir gegen die Konkurrenz von Hiarcs, Shredder oder Stockfish antraten.

Die Computerstimme von Fritz 18 drängt uns jedoch allzu schnell Zugvorschläge wie „ziehe einen Bauern am Damenflügel“ auf, die sie dann wenige Sekunden später in „ziehe einen Springer seitwärts“ revidierte.

Analysehilfen

Von seiner reinen Spielstärke her hat sich Fritz 18 nur marginal gegenüber Fritz 17 verbessert. In einem Engine-Turnier unterlagen beide deutlich den kostenlosen Engines Stockfish 14.1, Berserk 7 und Koivisto 7. Diese lassen sich über das Universal Chess Interface (UCI) in Fritz einklinken und beispielsweise zu Analysezwecken hinzuziehen.

Schaltet man eine Engine als Hilfe hinzu, zeigt Fritz 18 mögliche Varianten direkt als Stellung auf dem Brett an, wenn man mit der Maus über die Notation fährt. Dadurch lassen sich verschiedene Berechnungen einfacher nachvollziehen.

Die Brettdarstellung nutzt neuerdings die Direct2D-Engine von Windows. Diese kann jedoch zu Anzeige-Problemen führen, etwa wenn Fritz in einer virtuellen Maschine wie Parallels Desktop für Intel-Macs läuft. Wenn das Programmfenster manchmal schwarz bleibt, deaktivieren Sie im Brettmenü den Punkt „neues 2D Brett“.

Fensterschlacht

Abseits des spaßigen neuen Geführt-berührt-Modus bekommen Schachspieler mit Fritz 18 ein riesiges Angebot an Analyse-möglichkeiten, Eröffnungstrainings und Onlinepartien auf Playchess.com. So lassen sich beispielsweise Stellungen mit einem Live-Buch beurteilen, die die populärsten Züge der Onlinedatenbank auflisten. Oder man konsultiert mehrere Schach-Engines parallel, die ihre Berechnungen zum schnelleren Abruf in einer Onlinedatenbank ablegen. Clubspieler freuen sich, dass sie ein DGT-Brett mit Fritz verbinden [1] und Partien direkt mit der großen Chessbase-Datenbank austauschen können.

Der Bedienoberfläche von Fritz merkt man deutlich an, dass die Software 30 Jahre lang mit immer mehr Funktionen ausgebaut wurde. Ein separates Startmenü ruft getrennte Programmbereiche von Fritz auf, die je nach Modus unterschiedliche Menüs und Layouts mit skalierbaren Fenstern anzeigen.

Fritz-Neulinge verlieren dabei schnell die Übersicht, unter anderem, weil Optionen nicht an einer Stelle gesammelt, sondern über viele Fenster, Menüs und kleine Checkboxes verteilt wurden. Das Onlinehandbuch liefert unter help.chessbase.com/Fritz/18/Deu/Index.html zu allen Funktionen umfangreiche Informationen.

Fazit

Fritz ist ein wahres Monstrum von einem Schachprogramm. Keine andere Software bietet derartig viele Optionen und Analyse-möglichkeiten. Die Bedienoberfläche ist allerdings inkonsistent und ändert sich je nach Programmmodus. Eine Neusortierung und Vereinheitlichung würde die Steuerung sicherlich erleichtern. Fritz 18 ist zwar kein Weltmeister im Computerschach, dafür aber der unterhaltsamste künstliche Sparringspartner, den Sie abseits eines echten Menschen finden können. (hag@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Hartmut Gieselmann, Duell der Holzkönige, Online- und Computerschach an echten Brettern, c't 25/2021, S. 114

Fritz 18

Schach-Software für Windows	
Hersteller, URL	Chessbase, de.chessbase.com
Betriebssystem	Windows ab 7
Preis	80 €

Hybrides Arbeiten mit Microsoft Teams

In 4 Online-Trainings zum Teams-Experten

Unsere Experten erklären Ihnen Schritt für Schritt den Einsatz von Microsoft Teams in einer hybriden Arbeitswelt. Angefangen mit den wichtigsten Funktionen und Neuerungen der Plattform lernen Sie außerdem die Möglichkeiten bezüglich Telefonie, Meeting-Räume und Co. kennen.

DIE TERMINE:

19. Januar 2022

Microsoft Teams in der Praxis

26. Januar 2022

Hybrides Arbeiten mit Microsoft Teams: Telefonie, Meeting-Räume und Co.

9. Februar 2022

Microsoft Teams und Apps im praktischen Einsatz

16. Februar 2022

Bessere Zusammenarbeit mit Microsoft Viva und Microsoft Teams

Exklusiver Kombi-Preis: 499,-

Einzelpreis: 169,-

Jetzt Kombi-Rabatt sichern und über 150,- sparen!

webinare.heise.de/hybrides-arbeiten-mit-ms-teams/



Fast eine Fritzbox

DSL-Router Keenetic Hero mit Mesh-WLAN-Controller



In Osteuropa sind die preisgünstigen Netzwerkverteiler von Keenetic schon verbreitet. Nun tritt die Firma auch in Deutschland an. Im Test beeindruckte ihr Router Hero DSL für Supervectoring-DSL mit seiner Erweiterbarkeit, doch etwas Nachholbedarf gibts auch.

Von Ernst Ahlers

Die Ausgründung des Netzwerkherstellers Zyxel ist schon seit 2017 selbstständig, doch den Namen Keenetic kennt hierzulande kaum jemand. Das dürfte sich nun ändern: Seit Kurzem sind über Amazon sieben WLAN-Routermodelle zu teilweise sehr niedrigen Preisen erhältlich.

70 Euro für einen WLAN-Router mit Supervectoring-Modem können als Schnäppchen gelten. Der Hero DSL bringt das Internet über die Telefonleitung mit bis zu 300 Mbit/s ins Haus. Der nicht mal 40 Euro kostende Speedster arbeitet per Ethernet mit beliebigen externen Modems oder alternativ als WLAN-Mesh-Repeater. Wir haben beide Geräte ins c't-Labor geholt.

An einem Telekom-VDSL-Anschluss verhielt sich der per Browser bediente, automatisch auf Deutsch startende Setup-Assistent des Hero-Routers vorbildlich: In wenigen gut erläuterten Schritten bringt man das Internet an den Start, inklusive Multicast-IPTV (Telekom MagentaTV), das anschließend im LAN und WLAN – auf Wunsch ebenso im Gast-WLAN – verfügbar ist. Das galt leider nicht für das immer wichtigere IPv6-Protokoll. Hierfür mussten wir mit wenigen Klicks eine Erweiterung aus dem Hersteller-Repository nachladen und die Funktion aktivieren. Danach bekamen zwar die Hosts im internen Netz IPv6, nicht aber die im Gast-WLAN und

in weiteren Netzwerkzonen (dazu gleich mehr).

Der DSL-Durchsatz lag mit knapp 270 Mbit/s im Downstream und 43 Mbit/s in Gegenrichtung auf dem erwarteten Niveau. Dank über 70 für Deutschland vordefinierten Provider-Profilen sollte die Inbetriebnahme auch an anderen als Telekom-Anschlüssen leicht fallen. Ausfälle der Hauptleitung überbrückt der Hero DSL über parallele Zugänge an seinem fünften Ethernet-Port und per USB-Mobilfunkstick. Er schwenkte im Test nach 5 Sekunden auf die Reserve um und 30 Sekunden nach Neuverbindung auf den DSL-Anschluss zurück.

Das Funknetz brauchte ebenfalls etwas Nacharbeit: Dort mussten wir die Region Germany auswählen, damit der Router im 5-GHz-Band den hohen Bereich berücksichtigte (DFS für Kanal 52 bis 140). Laut Keenetic sollte das automatisch klappen. Wer die verbesserte WLAN-Verschlüsselung WPA3 im Mixed-Mode (WPA2+3) nutzen will, kann das im selben Schritt einschalten. WPA2/3-Enterprise mit individuellen Zugangsdaten (IEEE 802.1x/Radius) unterstützt der Hero-DSL ebenfalls. Das voreingestellte Gastnetz war deaktiviert, was mit wenigen Klicks behoben ist.

WLAN-seitig bekommt man Standardkost (Wi-Fi 5 mit zwei MIMO-Streams für maximal 867 Mbit/s brutto) mit Roaming-Extras (IEEE 802.11k/v/r, siehe c't 13/2017, S. 84) fürs Mesh-WLAN. Der Durchsatz gegen den WLAN-Client Intel AX200 (im Asus Vivobook 14) lag je nach Funkband im zufriedenstellenden bis sehr guten Bereich (siehe Tabelle).

USB-Massenspeicher und Drucker an den USB-Ports stellt der Hero im Netz bereit. Dateien liefert er per SMB bis Version 3.11 aus, Medien per MiniDLNA (UPnP). Mit den Dateisystemen FAT32, NTFS und EXT4 lag seine NAS-Performance mit maximal 49 MByte/s beim Schreiben und 73 MByte/s beim Lesen großer Dateien auf

einem für Router hohen Niveau. Ein echtes NAS liefert freilich mehr. Immerhin kann man mehrere Nutzerkonten anlegen.

Lästig beim Einrichten: Man muss eine 25 KByte lange Lizenzvereinbarung abnicken und eine knapp 6 KByte lange Datenschutzerklärung bestätigen. Als Goodie bietet Keenetic einen eigenen DynDNS-Dienst, immerhin mit automatisch erzeugtem Lets-Encrypt-Zertifikat, wenn auch nur für IPv4.

Lecker Erweiterungen

Außergewöhnlich für Geräte dieser Preisklasse: Die beiden vordefinierten Netze (internes und Gastnetz) sind unter „Meine Netzwerke und WLAN“ mit einem Klick auf den +-Knopf ganz simpel um weitere Zonen erweiterbar (c't 8/2017, S. 80). So kann man etwa Smarthome- oder Internet-of-Things-Geräte separieren, um sich keine trojanischen Pferde ins interne Netz zu holen.

Diese zusätzlichen Netze bieten die Router per Multi-SSID als Funknetze mit eigenem Namen und Verschlüsselung im WLAN an, zusätzlich auf Wunsch per VLAN-Tagging im Ethernet-LAN. Damit kann man die Zonen auch im Kabelnetzwerk innerhalb des Gebäudes nutzen. Bei jeder Zone lassen sich für Down- und Upstream getrennte Geschwindigkeitsgrenzen festlegen, damit Gäste oder IoT-Geräte nicht zu viel der Internetbandbreite belegen.

Mit der modularen Erweiterbarkeit, in den Systemeinstellungen die „Komponentenoptionen“, liefert Keenetic für seine Router, was keine Fritzbox kann: Flash (128 MByte) und Hauptspeicher (256 MByte) bieten Platz für viele per Download nachgerüstete Funktionen, auch der Prozessor (MediaTek/EcoNet EN7516GT: MIPS-Dual-Core mit SMT bei 900 MHz Takt) sollte mithalten. So findet beispielsweise das neue VPN-Protokoll WireGuard in den Router, das dann per Browser konfigurierbar ist: Den eigenen Schlüssel erzeugt der Router selbst, doch die Schlüssel der Gegenstellen (Peers) muss man im-

portieren. Bequemer wäre, wenn man diese erzeugen und in Konfigurationsdateien für die Peers exportieren könnte.

Abgesehen von WireGuard findet man im Hersteller-Repository weitere VPN-Server und -Clients (SSTP, OpenVPN, L2TP), Paket-Capturing für die Wireshark-Analyse oder ein Captive-Portal für öffentliche Hotspots. Sogar OpenWrt-Add-ons inklusive mehrerer Kernel-Erweiterungen, etwa für USB-over-IP, lassen sich installieren.

Clever Details

In seine Geräte hat Keenetic einen Soft-Controller für ein verteiltes Funknetz (Mesh-WLAN) integriert: So kann beispielsweise der Hero DSL als Mesh-Zentrale arbeiten und den Speedster als Repeater steuern. Die Geräte ließen sich ganz simpel mit einem gleichzeitigen Drücken ihrer WLAN-Tasten koppeln.

Zwar funkte der Backbone übers 5-GHz-Band zwischen zwei per LAN-Kabel an Mesh-Zentrale und Repeater angeschlossenen PCs in unserem Test-Setup mit rund

300 Mbit/s über 20 Meter durch Wände recht flott. Doch leider blieb davon im Client-Betrieb (Notebook hängt per WLAN am Repeater) recht wenig übrig. Da könnte der Hersteller noch etwas optimieren.

Insgesamt hinterließ die Konfiguration einen sehr runden Eindruck: Der Assistent nimmt Anfänger gut an die Hand, Experten finden alle gewünschten Schrauben. Schlau gemacht: Beim Sichern der Einstellungen bietet der Router auch an, die aktuelle Firmware zu speichern, und zwar inklusive der nachträglich installierten Erweiterungen. Das erleichtert das Wiederherstellen der Konfiguration nach einem Gerätetausch.

In Sachen IPv6 will Keenetic nächstes Jahr per Firmware-Update nachbessern: aktiviert ab Werk, verfügbar auch in den zusätzlichen Netzwerkzonen.

Fazit

Bei seinen preisgünstigen Routern bietet Keenetic spannende und nützliche Funktionen, etwa die modulare Erweiterbarkeit und zusätzliche Netzwerkzonen. Das fin-

Keenetic Hero DSL

DSL-Router	
Hersteller, URL	Keenetic, keenetic.de
WLAN	2 × Wi-Fi 5 = IEEE 802.11ac-400 / ac-867, simultan dualband, WPA3, WPS, DFS
Bedienelemente	Reset, 2 konfigurierbare Tasten, 5 Statusleuchten
Anschlüsse	5 × RJ45 (Gigabit-Ethernet), 1 × RJ11 (DSL), 1 × USB 3.2 Gen. 1 (5 Gbit/s), 1 × USB 2.0 (480 Mbit/s)
getestete Firmware	3.6.12
NAT-Perf. PPPoE (DS / US)	800 / 509 MBit/s
IP-zu-IP (DS / US)	950 / 951 MBit/s
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m ¹	228 / 90-180 MBit/s
5 GHz nah / 20 m ¹	615 / 84-120 MBit/s
Backbone-Durchsatz 20 m	291-393 MBit/s ³
Client-Durchsatz 26 m 2,4 / 5 GHz ¹	122 / 57 MBit/s
Leistungsaufnahme ²	6,4 W / 12,3 VA
jährliche Stromkosten ²	17 €
Preis	70 €

¹ gegen Intel AX200 ² Hero DSL mit Supervectoring-Link, idle, bei Dauerbetrieb, 30 Cent/kWh, gerundet ³ DS < US

det man in dieser Preisklasse sonst nirgends. Wer „nur Internet“ per Telefonleitung braucht, macht mit dem Hero DSL wenig falsch. (ea@ct.de) **ct**

PocketBook



NEU
mit 7,8" Farb-
Display

E-Reading - jetzt groß und in Farbe

- Blendfreier 7,8 Zoll E Ink Kaleido™ Plus Color-Touchscreen
- Beleuchteter Bildschirm für komfortables Lesen zu jeder Tageszeit
- Bluetooth zur kabellosen Nutzung der Audiofunktionen



JETZT EXKLUSIV! Beim Kauf eines **InkPad Color** Kombi-Angebotes in unserem Onlineshop erhältst du vom **04.12. bis 17.12.2021** einen Rabatt von **15 %**. Bitte nutze dafür den Gutscheincode **CT26-2021**. Dieses Angebot gilt, solange der Vorrat reicht.



Zwölfender

Der Core i7-12700K ist ein 8+4-Kernprozessor aus Intels aktueller Alder-Lake-Generation. Er war im Test nicht viel langsamer als das Spitzenmodell i9-12900K, kostet aber rund ein Drittel weniger und brauchte deutlich weniger Strom.

Will man einen extrem schnellen Desktop-PC bauen, führt kein Weg an entweder Intels Core i-12000 oder AMDs Ryzen 5000 vorbei. Für 450 Euro ist der Core i7-12700K meistens schneller als AMDs 70 Euro teurerer Ryzen 9 5900X und für die 220 Euro Preisunterschied zum Core i9-12900K bekommt man schon ein passendes Z690-Mainboard.

Intel kombiniert bei Alder Lake besonders leistungsstarke, aber stromhungrige P-Kerne mit besonders effizienten, aber etwas langsameren E-Kernen. AMD setzt lauter gleichartige CPU-Kerne dagegen und ist bei optimaler Auslastung etwas im Vorteil. Von den drei neuen Alder-Lake-Prozessoren für Mainboards mit einem Chipsatz der 600er-Serie ist der Core i7-12700K das mittlere Modell zwischen i9-12900K und i5-12600K (Test in c't 25/2021, S. 84). Der Core i7-12700K hat acht Performance- und vier Effizienz-Kerne, der i9-12900K hat 8+8, der i5-12600K 6+4. Im 12700K dürfen sie auf Z690-Mainboards zusammen mit Ringbus, System Agent und integrierter Xe-Grafik (die je nach Mainboard bis zu vier 4K-Bildschirme ansteuern kann) dauerhaft 190 Watt verheizen. Das sind 51 Watt weniger als im Topmodell und 40 Watt mehr als beim i5-12600K. Der „K“-Suffix zeigt an, dass man den Prozessor wegen eines freigeschalteten Multiplikators überaktiven kann – viel Spielraum nach oben

bieten die Core i-12000 allerdings nicht (siehe S. 152).

Die ebenfalls erhältliche „F“-Variante ist 20 Euro billiger, hat aber wie AMDs Ryzen 5000X keine integrierte Grafikeinheit, sodass man eine Grafikkarte hinzustecken muss, damit der PC ein Bild anzeigt. Je nach Mainboard kann man DDR4- oder DDR5-Speicher verwenden, eine Grafikkarte mit bis zu 16 PCI-Express-5.0-Lanes anbinden und dazu eine schnelle NVMe-SSD via PCIe-4.0-x4. Einen neuen Kühler braucht man für die Plattform ebenfalls, dem Prozessor liegt keiner bei.

Der Core i7-12700K war im Test durchweg schneller und sparsamer als der teurere Core i9-11900K aus Intels Vorgängergeneration. Auch den achtkernigen Ryzen 7 5800X lässt der neue Intel-Prozessor so gut wie immer stehen. Spannend wird es im Vergleich zu AMDs Zwölfkernern Ryzen 9 5900X. Bei Last auf wenigen Kernen, wie etwa in typischen Office-Anwendungen oder in den meisten Spielen, ist der Core i7-12700K rund 20 Prozent flotter unterwegs. Der Ryzen 9 5900X kann ihm aber etwa beim Videotranscoding mit Handbrake oder beim 3D-Rendering in Blender Paroli bieten und berechnet die Classroom-Szene in unserem Test knapp vier Prozent schneller. Im Vergleich zum teureren Core i9-12900K liegt der 12700K beim Multithreading vor allem aufgrund der geringeren Leistungsaufnahme von 190 zu 240 Watt bis zu 19 Prozent zurück. Bei Office-Programmen hingegen sind die Unterschiede mit einem Rückstand von 5 Prozent nur geringfügig oberhalb der Messgrenze. Im Test brauchte das System mit Core i7-12700K im Cinebench R23 maximal 235 Watt, mit dem 12900K waren es 301 Watt – PCs mit AMDs Ryzen-9-CPU blieben hier mit rund 190 Watt weitaus sparsamer.

Wer einen schnellen PC braucht, dessen CPU-Temperatur sich auch ohne Wasserkühlung noch im Zaum halten lässt, fährt mit dem Core i7-12700K gut. Bei Multithreading-Aufgaben zieht er mit dem teureren, aber sparsameren Ryzen 9 5900X gleich und bei Office und Spielen ist er dem 12900K dicht auf den Fersen. (csp@ct.de)

Intel Core i7-12700K

Desktop-Prozessor für LGA1700-Mainboards	
Hersteller, URL	Intel, intel.de
Kerne (Takt)	8 Performance-Cores (3,6–5,0 GHz), 4 Efficiency-Cores (2,7–3,8 GHz)
BAPCo SYSmark 25	1882 Punkte
3DMark Firestrike	2561 Punkte (mit int. Xe-Grafik)
Preis	450 €



Nintendo-Look

Die Funkmaus N30 von 8BitDo sieht mit ihren roten Tasten und dem Steuerkreuz aus wie ein zur Maus mutierter NES-Controller, war im Test aber wenig spieltauglich.

Mit ihrem Retro-Look ist die N30 erst auf den zweiten Blick ein Hingucker, denn nur die roten Maustasten fallen auf dem grauen Gehäuse auf. Für kleine Hände taugt die große, klobige Maus nicht. Besonders irritieren die Maustasten mit kleiner Auflagefläche und großem Hub von über einem Millimeter; übliche Mäuse haben 0,2 bis 0,4 Millimeter Tastenweg. Ein Mäusrad ist nicht sichtbar, doch funktioniert der schwarze Gehäuseteil zwischen den Tasten wie ein Touchpad. Im Test sprangen Webseiten beim Scrollen aber öfters ungewollt zurück, sodass man zum Surfen bald lieber das Steuerkreuz an der linken Seite nutzt, das sich aber nur von Rechtshändern bequem bedienen lässt.

Eine Mignonzelle liefert die Energie für die Funkmaus, der USB-Funkdongle parkt im Batteriefach. Die Auflösung von 1000 dpi und die Polling-Rate von 125 Hertz ist für Büromäuse okay, zum Spielen reicht es nicht. Die 8BitDo N30 ist ein netter Gag für Nintendo-Fans, zum Arbeiten wird man bald wieder zur herkömmlichen Maus greifen. (rop@ct.de)

N30 wireless mouse

Retro-Funkmaus mit seitlichem Steuerkreuz	
Hersteller, URL	8BitDo, 8bitdo.com
Abmessungen / Gewicht	5,4 cm × 11 cm × 3,5 cm / 93 g
Funkdongle	2,4 GHz proprietär
Preis	28 €



Edle Studiokopfhörer

Die Beyerdynamic Pro X sind verbesserte Versionen der klassischen Studiokopfhörer DT 700 und DT 900. Sie waren auch an unseren Smartphones viel lauter.

Beyerdynamics ohrmschließende Kopfhörer DT 770 Pro (geschlossen) und DT 990 Pro (offen) sind robuste Arbeitspferde für Musiker und Produzenten. Sie eignen sich durch ihren relativ neutralen Klang als Allrounder und sind mit rund 130 Euro vergleichsweise günstig. Ihr Wirkungsgrad ist jedoch nicht besonders hoch. An mobilen Zuspülern sind sie oft zu leise und ihre fest angeschlossenen Kabel mit drei Metern zu lang für unterwegs.

Die neuen Modelle DT 700 Pro X (geschlossen) und DT 900 Pro X (offen) für jeweils 250 Euro beheben diese Mängel. Ihre Wandler mit 48 Ohm Nennimpedanz sind nach unseren Messungen rund 10 Dezibel lauter als die der Pro-Modelle und damit auch laut genug für mobile Zuspüler. Zwei glatte, einseitig geführte Kabel mit 1,8 und 3 Metern Länge lassen sich über eine Mini-XLR-Buchse tauschen.

Beide Modelle sind hochwertig und robust verarbeitet und sitzen mit weichen Velourspolstern bequem um die Ohren.

Die neuen Wandler der Pro-X-Modelle kitzeln mehr Details aus der Musik als die der günstigeren Pro-Modelle. Das fällt vor allem beim offenen DT 900 Pro X auf: Im Vergleich zum neutralen Sennheiser HD 600 ist der Bass kräftiger, aber immer noch straff und konturiert. Die Mitten klingen voll und rund. Die Höhen geben Details sauber wieder und sorgen für ein breites, luftiges Stereopanorama. Die Klangabstimmung passt sehr gut für alle Musikgenres von Trap bis Klassik.

Das geschlossene 700er-Modell betont hingegen den Bass bei 100 Hz stärker und senkt die unteren Mitten bei etwa 300 Hz ab. Das führt zu einer leicht wulstigen Basswiedergabe und schränkt die räumliche Staffellung der Instrumente sowie das Stereopanorama etwas ein. Das offene Modell wirkt im Vergleich klanglich ausgewogener. Wer die Kopfhörer hauptsächlich in ruhigen Umgebungen einsetzt, wo er niemanden stört, sollte daher zu einem offenen Modell greifen.

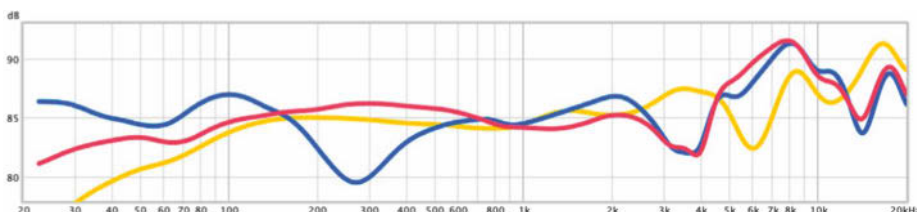
Im Vergleich gewinnen die teureren Modelle DT 1770 Pro und DT 1990 Pro (je etwa 400 Euro) gegenüber den Pro-X-Modellen mit einer etwas klareren Basswiedergabe und natürlicheren Höhen. Die Unterschiede sind aber fein und machen sich erst im A/B-Vergleich bemerkbar.

Summa summarum bieten die Pro-X-Modelle sehr guten Klang und eine tolle Verarbeitung fürs Geld und sind daher nicht nur Profis, sondern allen Hörern zu empfehlen. Wegen seiner stark verbesserten Detailauflösung ist der offene DT 900 Pro-X eine hervorragende Wahl, um Musikmixe zu beurteilen oder einfach nur, um zu genießen. (hag@ct.de)

Beyerdynamic DT 700 Pro X / DT 900 Pro X

Studiokopfhörer mit Kabelanschluss

Hersteller, URL	Beyerdynamic, beyerdynamic.de
Anschluss	Kabel (1,8 und 3,0 Meter), 3,5/6,3 mm Stereoklinke
Preise	jeweils 250 €



Der offene DT 900 Pro X (rot) spielt mit einem etwas kräftigeren Bass auf als der neutrale Sennheiser HD 600 (gelb). Der geschlossene DT 700 Pro X (blau) betont insbesondere den Bereich um 100 Hz stärker.

**FLEXIBEL
WIE DEIN LEBEN
WIR SCHÜTZEN,
WAS DIR WICHTIG IST**



**IT-SECURITY:
EINFACH. SICHER. FÜR JEDEN.**

Die ESET Family Edition schützt große und kleine Surfer – ob bei Homeschooling, Shoppen oder Online-Banking.



Jetzt kostenfrei testen: [ESET.DE/TESTEN](https://www.eset.de/testen)

MADE IN EU



Rundumklang hoch vier

Sony HT-A9: Erste 3D-Sound-Anlage mit 360 Reality Audio im Test

Mit „360 Reality Audio“ bietet Sony seit einiger Zeit eine Alternative zum 3D-Soundformat „Dolby Atmos Music“. Abspielen ließ es sich bislang aber nur über Kompaktlautsprecher. Mit der HT-A9 hat der Hersteller nun die erste 3D-Sound-Anlage damit fürs Wohnzimmer im Sortiment. Doch deren vier Boxen reichen alleine nicht für den optimalen Klang.

Von Nico Jurrán

Vor zwei Ausgaben berichtete c't ausführlich über Musikstreamingdienste, die Kunden mit den 3D-Sound-Formaten Dolby Atmos Music und 360 Reality Audio (360RA) von Sony zu locken ver-

suchen [1]. Die Formate können Musikstücke um Höheninformationen anreichern und ihnen so mehr Räumlichkeit verleihen – und sie bieten Tonmeistern ein Feld für Experimente, indem etwa Stimmen oder Instrumente an der Zimmerdecke erschallen.

Zum damaligen Test trat 360RA jedoch mit einem Handicap an: Während sich das Dolby-Format bereits über Audio/Video-Anlage abspielen ließ, konnte man das Sony-Pendant nur über Kompaktlautsprecher wie Amazons Echo Studio wiedergeben. Die meisten klingen im Vergleich zu einer ausgewachsenen Anlage dünn und schaffen es nicht, die Höheneffekte in größeren Räumen gleichmäßig zu verteilen, sodass man an einigen Plätzen von der Räumlichkeit nicht viel hat.

Mit dem HT-A9 bekommt man von Sony für knapp 1800 Euro nun die erste richtige 3D-Sound-Anlage. Außer dem hauseigenen 3D-Sound-Format be-

herrscht sie alle wichtigen Codecs der Konkurrenten DTS und Dolby bis hin zu deren 3D-Varianten DTS:X und Dolby Atmos (schließt Dolby Atmos Music ein). Somit ist das Set für die Wiedergabe von Musik und Soundtracks gut ausgerüstet. Nur das in der Scheibenwelt ebenfalls anzutreffende 3D-Format Auro-3D bleibt außen vor.

Suche nach dem Center

Beim HT-A9 handelt es sich um ein „4.0.4“-Set, bestehend aus vier 31 cm hohen Aktivboxen und einer „Control Box“, in der die Heimkino-Elektronik steckt, aber keine Endstufen. Die letzte Vier bei 4.0.4 bedeutet, dass alle Boxen nicht nur nach vorne abstrahlen, sondern über zusätzliche Lautsprecher Höheninformationen über die Decke an die Zuhörer schicken können. Da die Boxen in allen vier Ecken des Raums platziert werden, kann somit akustisch etwa ein Hubschrauber über den Zuhörern kreisen.

Die Tonübertragung von der Control Box zu den Boxen läuft über proprietären 5-GHz-Funk. Ganz drahtlos funktioniert die Nummer dennoch nicht, schließlich benötigt jeder Aktivlautsprecher noch Strom. Aber immerhin spart man sich das Ziehen von Lautsprecherkabeln quer durchs Zimmer.

Wer schon einmal eine Heimkinoanlage gehört hat, fragt sich sofort, warum das Set keinen Center-Lautsprecher enthält. Bei Musik mag man für diesen Verzicht vielleicht noch Argumente finden, bei Filmen sorgt ein guter Center aber zweifellos für eine ordentliche Sprachverständlichkeit.

Tatsächlich findet sich auf der Rückseite der Control Box ein Vorverstärker Ausgang mit der Aufschrift „S-Center Out“, wohinter sich aber kein Anschluss für eine weitere Aktivbox verbirgt. Vielmehr können bestimmte (höherpreisige) TV-Modelle des Herstellers darüber die dann separierten Center-Signale abgreifen und über ihre eigenen Lautsprecher ausgeben. Das HT-A9 dient so auch als Kaufargument für Sony-TVs.

In der Praxis bedeutet das, dass der Fernseher in diesem „Acoustic Center Sync“ genannten Modus nur die für die Mitte bestimmten Töne ausgibt, während sich die Frontlautsprecher auf die Wiedergabe des rechten und linken Kanals konzentrieren. Sony stellte uns für den Test das Fernsehmodell XR65A80JAEP (2600 Euro) zur Verfügung.

Das HT-A9 wird ohne Subwoofer geliefert, lässt sich aber um solch einen erweitern. Dafür stehen zwei Modelle bereit: Der SA-SW3 mit 200 Watt Leistung für 500 Euro und der SA-SW5 mit 300 Watt für 800 Euro. Auch sie verbinden sich drahtlos mit der Control Box.

Installieren und domptieren

Die Control Box nimmt über den HDMI-Rückkanal (in der Ausführung ARC und eARC) Audiodatenströme vom TV und dessen Apps entgegen und bietet darüber hinaus einen HDMI-Eingang für Zuspäler. Videobilder leitet das Steuergerät bis zur 4K-Auflösung an den Fernseher durch, inklusive der HDR-Formate HDR10, Dolby Vision und HLG.

Darüber hinaus spielt die Box auch Musik ab, die ihr über (W)LAN oder Bluetooth (etwa von einem Smartphone) angeliefert wird. Als Übertragungsprotokolle werden Chromecast und Apple AirPlay 2 unterstützt. Außerdem nimmt sie Musik per Spotify Connect entgegen. Nutzt man die Box als Player, zeigt sie auf dem verbundenen TV eine Oberfläche mit Cover des aktuellen Stückes und einfachen Bedienelementen an.

Die Anzeige auf dem Fernseher nutzt Sony auch beim Setup. Dabei fällt auf, dass die eingeblendete Grafik die Boxen in unterschiedlicher Höhe und in unterschiedlichen Abständen zum Sitzplatz dargestellt. Sony will damit nach eigenen Angaben nur ausdrücken, dass das System Abweichungen vom Ideal problemlos ausgleichen kann. Ein Kunde könnte das aber auch als Aufforderung versteht, die Boxen genauso zu platzieren.

Wie AV-Receiver pegelt die Control Box das komplette System mit unterschiedlichen Tönen einmal kurz ein. Die nötigen Messmikrofone sind in den Boxen eingebaut, sodass man nicht mit irgendwelchem Equipment hantieren muss.

Apropos hantieren: Dem Set liegt eine Fernbedienung bei. Wer möchte, kann es aber auch mit den Assistenzsystemen von Amazon oder Google verbinden und es darüber per Sprache steuern.

3D-Songs auftreiben

Unserem Set lag ein Gutschein für ein mehrmonatiges kostenloses Abo bei Amazon Music, Deezer oder Tidal bei, die Songs in Dolby Atmos Music und 360RA im Sortiment haben. Diese Musik-Streamingdienste sind derzeit auch der einzige Weg, überhaupt an Sonys 3D-Soundformat zu

Die Control Box des HT-A9-Sets nimmt über HDMI-In und den Rückkanal des HDMI-Out Audiodaten bis zu den 3D-Formaten Dolby Atmos und DTS:X entgegen.



kommen – Filme mit 360RA-Soundtracks gibt es nicht, ebenso wenig Musik in dem Format auf Scheiben. DTS:X gibt es indes auch von Blu-rays und Ultra HD Blu-rays, Dolby Atmos bekommt man zusätzlich bei Video- und Musikstreamingdiensten und sogar in (Xbox-)Videospiele.

Für Inhalte, die keine Höheninformationen in einem der 3D-Formate enthalten, kommt das HT-A9 mit einem eigenen Upmixer namens „Immersive Audio Enhancement“. Die 3D-Upmixer von Dolby und DTS sind aber nicht mit an Bord.

Ohne Subwoofer zu zahm

Schon nach den ersten Minuten Testhören war klar, dass man die von Sony angebotenen Subwoofer eher als Muss denn als Option betrachten sollte: Ohne zusätzlichen Tieftöner ist das Set viel zu zahm. Das gilt nicht nur für Filme mit ein wenig Action, denen es ohne Subwoofer an Wumms mangelt. Auch bei vielen Musikstücken vermisst man ein solides Bassfundament.

Ähnliches gilt für die „Acoustic Center Sync“-Funktion: Ohne TV als Center wirken die Stimmen selten so, als wären sie klar in der Mitte. Tatsächlich scheinen sie bei 360RA häufiger eher etwas auf der linken Seite zu sein. Zudem nahm mit dem Fernseher als Center die Sprachverständlichkeit wie erwartet deutlich zu.

Die 3D-Wiedergabe wusste von Beginn an zu gefallen: Die Höheneffekte sind sehr deutlich zu hören – etwa, wenn zu Beginn der ersten Folge der fünften Staffel von „Haus des Geldes“ die Stimme an der Decke entlang wandert. Wie bei allen 3D-

Sound-Lösungen mit Reflexionslautsprechern gilt aber auch hier, dass das Ergebnis von der Höhe und den Reflexionseigenschaften der Decke abhängt.

Dass 5.1-kanalige Aufnahmen mit „Immersive Audio Enhancement“ besser klingen, ist schon deshalb kein Wunder, weil Sony-Upmixer die Lautstärke hörbar aufdreht.

Fazit

Sonys HT-A9 kann mit einer ausgewachsenen Heimkinoanlage zwar nicht mithalten, holt aber zumindest mit zusätzlichem Subwoofer und einem passenden Sony-Fernseher als „Center-Lautsprecher“ noch klanglich auf – zumal der 3D-Effekt in einem Raum mit passender Decke wirklich klar rüberkommt. Folglich empfiehlt sich das Set vor allem Nutzern, die bereits einen Sony-Fernseher mit „Acoustic Center Sync“-Anschluss haben oder kaufen möchten.

Wer auf dem Set auch 360 Reality Audio nutzen möchte, kommt aktuell mangels alternativer Quellen nicht um ein Abo bei Amazon Music, Deezer oder Tidal herum. Dafür bekommt man im Unterschied zur Wiedergabe über Kompaktboxen bei der HT-A9 zumindest einen vernünftigen Eindruck, wo Sony mit seinem 3D-Musikformat überhaupt hin möchte. (nij@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Hartmut Gieselmann, 3D-Klang für die Massen, Wie die Musikindustrie Hörern den Kopf verdreht, c't 24/2021, S. 62

Sony HT-A9

3D-Sound-Anlage	
Hersteller, URL	Sony, sony.de
Anschlüsse Box	HDMI-In, HDMI-Out (mit (e)ARC), Ethernet, USB-A (nur Service)
Audiounterstützung	Dolby Digital, Dolby Digital Plus, Dolby TrueHD, Dolby Atmos, DTS, DTS 96/24, DTS ES, DTS-HD HR, DTS-HD MA, DTS:X, LCPM, 360 Reality Audio (nicht über HDMI)
Videodurchleitung	bis 4K/60/YUV4:4:4, inklusive HDR10, Dolby Vision und HLG
Konnektivität	Wi-Fi 5, Bluetooth, AirPlay 2, Chromecast, Spotify Connect
Abmessungen (H × B × T)	Lautsprecher: 313 mm × 160 mm × 147 mm, Control Box: 52 mm × 150 mm × 150 mm
Preis	1799 €, 499 / 799 € (Subwoofer SA-SW3 / SA-SW5)

Eine Flasche Wasser, Mitte!

Smarter Wasseraufbereiter mit Filter und Mineralisierer im Test

Das Gerät des Berliner Start-ups „Mitte“ mit App-Anbindung versetzt Leitungswasser nach Belieben mit Kohlensäure und reichert es mit Mineralien an.

Von Nico Juran

Wassersprudler, die Leitungswasser mit Kohlensäure versetzen, dürften die meisten kaufen, um sich Flaschenschleppen zu ersparen. Das Berliner Start-up will hingegen Wassergenießer ansprechen – mit dem Aufbereiter „Home“, in dem neben einem CO₂-Zylinder eine vom Hersteller „Mitte“ selbst entwickelte „Mineral-Cartridge“ steckt. Sie filtert das Wasser mit Aktivkohle, senkt seinen pH-Wert und reichert es mit Mineralien an. Dazu muss das Wasser in einen Tank am Gerät gefüllt werden, dessen Kapazität für jeweils eine 860-ml-Flasche reicht.

Zum Start ist nur die Geschmacksrichtung „Balance“ erhältlich, weitere Sorten sind aber geplant – auch solche, denen Vitamine oder die in ihrer Sinnhaftigkeit umstrittenen CBD (Cannabinoide) zugesetzt sein könnten. Auf die vom Sprudler-Marktführer Sodastream bekannten Limonaden-Sirups will Mitte verzichten; sie lassen sich aber natürlich auch in das vom Home aufbereitete Wasser schütten.

Premium ist beim Home nicht bloß der Anspruch, sondern auch der Preis: Im Webshop des Herstellers kostet das Gerät im Starterkit mit einer Mineralienkartusche, einem CO₂-Zylinder und einer PET-Flasche rund 350 Euro. Eine einzelne

Cartridge (reicht laut Hersteller für circa 250 Liter Wasser) kommt auf knapp 45 Euro, der CO₂-Zylinder (425 g) im Viererpack auf rund 40 Euro.

Preislich liegt Home damit deutlich über den Sets von Sodastream, die für 75 bis 130 Euro zu haben sind. Jedoch wird damit das Wasser eben nur aufgesprudelt und nicht mineralisiert. Und diese Modelle sind im Unterschied zum Home auch nicht „smart“.

Wie smart ist smart?

Smart bedeutet, dass der Home per WLAN mit einem iOS- oder Android-Mobilgerät (außer Huawei-Smartphones) verbunden werden kann. Wer hofft, über die zugehörige App den Sprudelgrad (ohne, mittel, stark) wählen oder die Wasseraufbereitung starten zu können, wird enttäuscht. Beides muss man weiterhin händisch am Gerät erledigen.

Tatsächlich gibt die App Hinweise zum Setup des Gerätes und zeigt im täglichen Betrieb den aktuellen Füllstand der mit einem NFC-Tag ausgestatteten Mineral-Cartridge und des CO₂-Zylinders sowie den Wasserkonsum an. Im Test passten die Angaben in der App zur tatsächlichen Nutzung.

Erwartungsgemäß lässt sich über die App im hauseigenen Onlineshop gleich Ersatz bestellen. Auf Wunsch geschieht dies mit einer „Smart Refill“-Funktion automatisch. CO₂-Zylinder anderer Hersteller sind allerdings kompatibel.

Die Vernetzung ist komplett optional, der Mitte Home kann offline benutzt werden. Sensible Nutzerdaten werden laut Hersteller nicht ausgewertet, das System sei DSGVO-konform.

Alle bei der Herstellung der Home Cartridges entstehenden Emissionen wer-



den laut Hersteller zu 100 Prozent ausgeglichen. Weiterhin spendet Mitte nach eigenen Angaben für jede genutzt Cartridge einen Betrag, der einer von Trinkwasserverschmutzung betroffenen Person für mindestens zwei Jahre den Zugang zu sauberem Wasser ermöglichen soll. Auf die Kritik, dass Mitte derzeit nur wenig umweltfreundliche PET-Flaschen anbietet, erklärte der Hersteller, dass man an Glasflaschen arbeite.

Fazit

Ob Mitte Home den beworbenen „perfekt ausbalancierten“ Wassergenuss bietet, ist natürlich Geschmackssache. Uns schmeckte das Wasser, die Kohlensäure war aber ebenso flüchtig wie bei gewöhnlichen Aufsprudlern. Keine Zweifel bestehen hingegen daran, dass das Gerät ein 5,5 Kiloschwerer Brocken ist, der wie die Cartridge erst einmal produziert und zum Kunden transportiert werden muss – und damit eine Umweltbelastung darstellt, die der Hersteller dann marketingwirksam auszugleichen versucht. Ebenso unbestreitbar ist, dass man für den Preis des Gerätes, der Cartridge und der Zylinder sehr viele Flaschen Premium-Mineralwasser bekommt.

Die Anbindung ans Smartphone ist nett, geht aber nicht sehr weit. Zwar schützt die Anzeige tatsächlich davor, von einem leeren CO₂-Zylinder überrascht zu werden. Sie hätte sich aber ebenso mit LEDs am Gerät realisieren lassen.

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

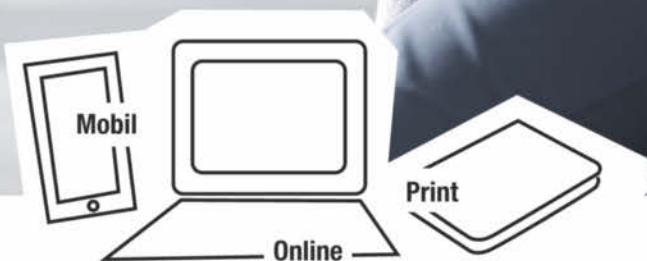
Mitte Home

Smarter Wasseraufbereiter	
Hersteller, URL	Mitte, mitte.co
Mobilanbindung	Android ab 6, iOS ab 12, WLAN
Maße, Gewicht	430 mm × 267 mm × 277 mm (H × T × B), 5,5 kg (netto)
Preis	350 € (Set mit Mitte, Mineral-Cartridge, CO ₂ -Zylinder, Flasche)

Ihr Erfolg liegt uns am Herzen

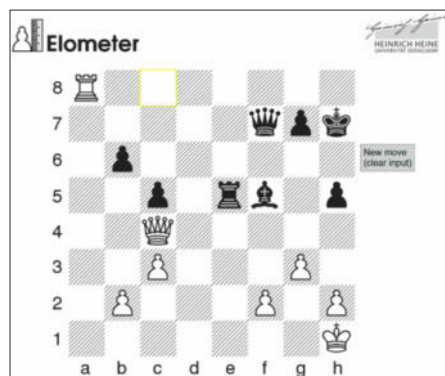
Wir sind Ihr Ansprechpartner, wenn es um erfolgreiches regionales Marketing geht. Umfassende Beratung und Full Service sind für uns selbstverständlich.

Mobil, Online oder Print –
wir übernehmen das für Sie.



Erfolgreiches
Marketing
vor Ort.





Schach-Test

Die Website Elometer prüft den Schachspieler in 76 Schachstellungen auf Herz und Nieren. Am Ende spuckt die Website eine Schätzung der Spielstärke in Form einer Elo-Zahl aus.

Um die Spielstärke eines Schachspielers zu beschreiben, gibt es ausgeklügelte Systeme wie die Elo-Zahl. Jeder Spieler besitzt eine Punktzahl, die mit Niederlagen sinkt und mit Siegen steigt. Um eine Elo-Zahl zu erlangen, muss man an Elo-gewerteten Turnieren teilnehmen. Das englischsprachige Website-Projekt [elometer.net](http://www.elometer.net) der Universität Düsseldorf verspricht, die Spielstärke ganz ohne Partien einzuschätzen. Elometer ist kostenlos, anmelde- und werbefrei. Am Ende des Tests sammelt die Seite anonym über Fragen Informationen für Statistiken.

In 76 Aufgaben löst man als Weiß Schachrätsel. Das sind komponierte Probleme, in denen nur bestimmte Züge die Position verbessern, eine Figur gewinnen oder zu einem Schachmatt führen. Für den Test sollte man zwei Stunden einplanen, vor allem, wenn man in Ruhe über die Züge nachdenken möchte. Eine frühere Version des Projekts hatte noch eine 30-Sekunden-Bedenzeit pro Aufgabe.

Die Bedienung ist übersichtlich und vergleichbar mit Onlineplattformen wie lichess.org oder chess.com. Die Website erwartet als Eingabe nur einen Zug, das könnte zum Beispiel der Start einer Kombination sein. Um eine Figur zu bewegen, wählt man sie mit Linksklick aus und klickt

anschließend auf das Zielfeld. Die Oberfläche schluckt jeden Zug, ohne zu kontrollieren, ob es sich um einen regelkonformen Zug gehandelt hat. So beschwert sich Elometer nicht, wenn der Läufer versucht, über die gegnerischen Bauern zu springen.

Die Problemstellungen lassen sich in drei Gruppen aufteilen. Zum einen gibt es Endspielaufgaben. Das sind spezielle Stellungen mit wenigen Figuren, in denen häufig der König aktiv mitspielt. Zum anderen gibt es taktische Aufgaben, in der eine Kombination von Zügen zu einem Vorteil führt, beispielsweise ein gewinnbringender Schlagabtausch von Figuren. Die schwersten Aufgaben stammen aus der Kategorie Positionsspiel: Hierbei liegt der Fokus langfristig darauf, möglichst viele Felder des Bretts zu kontrollieren.

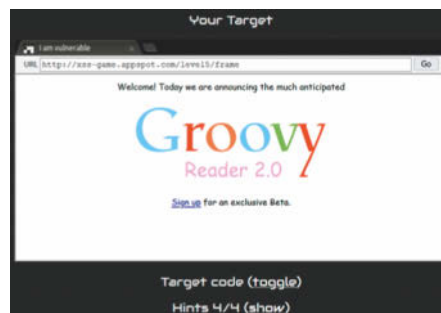
Bevor die Website das Ergebnis präsentiert, muss der Spieler ein paar Fragen beantworten. Unter anderem, wie intensiv er Schach übt, wie viele der Stellungen bekannt waren und ob er die Aufgaben nur durchgeklickt hat. Die Antworten beeinflussen nicht die Elo-Einstufung.

Als Grundlage für den Elometer dient ein Ausschnitt von 259 Schachproblemen, die aus der Studie „Amsterdam Chess Test“ von Maas & Wagenmakers stammen. Diese stellten 2005 auf dem Turnier „Dutch Open“ Aufgaben an Schachspieler, die eine Elo-Zahl zwischen 1169 und 2629 hatten. Elometer gleicht das Testergebnis mit dem von 2005 ab. Daraus berechnet die Seite ein 95-Prozent-Konfidenzintervall der möglichen Elo-Zahl des Spielers.

Nach der ersten Elo-Einstufung lädt die Seite zu einem weiteren Test mit 48 Endspielpositionen ein. Die Seite will diesmal wissen, ob Weiß bei diesen Positionen gewinnen kann. Zuzüglich soll man angeben, wie sicher man die Entscheidung getroffen hat. Dafür gibt es einen Regler, der sich zwischen 50 und 100 Prozent einstellen lässt – sprich, ob man rät oder sich absolut sicher ist.

Am Ende des zweiten Spiels wirft die Seite eine detaillierte Auswertung über jede getroffene Entscheidung aus. Außerdem verrät der zweite Test im Gegensatz zum Elometer, was die korrekten Züge für Weiß oder Schwarz gewesen wären.

Wie repräsentativ die Schätzungen wirklich sind, wurde auf Schachforen lang und breit diskutiert. Anfänger können die Aufgaben zum Knobeln verwenden. Geübte Schachspieler erfreuen sich wohl eher an den zum Teil sehr schweren Endspielaufgaben. (wid@ct.de)



Hackertraining

Im Browserspiel XSS-Game schleust man als Pentester Code in Websites.

Mit dem englischsprachigen XSS-Game will Google auf die Gefahr von Cross-Site-Scripting-Attacks (XSS) hinweisen. Überall, wo eine Website Eingaben ungefiltert wiedergibt, kann ein Angreifer Code in die Seite injizieren, der beim Opfer im Kontext des Browsers ausgeführt wird.

Der Spieler schlüpft dabei in die Rolle des Pentesters, der nacheinander sechs fiktive Seiten attackiert. Ziel des Spiels: Die Seite zwingen, eine Fehlermeldung in Form eines `alert()` auszugeben.

Die Stufen sind alle gleich aufgebaut, jede enthält ein virtuelles Browserfenster, mit dem der Spieler interagieren kann. Los gehts mit dem einfachsten Szenario, einer Suchseite, die jeden Suchbegriff ungeprüft ausführt. Die Angriffe bestehen meistens aus einer Zeile Javascript. Mit jeder Stufe steigt die Schwierigkeit. Die ersten Aufgaben lassen sich mit etwas Vorwissen leicht lösen, aber ab der dritten Stufe fangen auch Fortgeschrittene an zu knobeln.

Wer nicht vorankommt, erhält Tipps über den Knopf „Hints“ unter dem Browserfenster. Als weiteres Hilfsmittel steht der Quelltext der fiktiven Seite unter „Target code“. Im Netz tummeln sich viele Versionen des Spiels herum, daher empfehlen wir das unten verlinkte Original.

Das Browserspiel bietet Anfängern einen Einblick in Cross-Site-Scripting-Attacks. Für geübte Pentester ist das Spiel wohl nur von kurzer Dauer.

(wid@ct.de)

Elometer

Schachrätsel	
Hersteller, URL	Birk Diedenhofen und Jochen Musch, elometer.net
Kompatibilität	beliebiger Webbrowser, JavaScript nötig, keine mobile Version vorhanden
Preis	kostenlos

XSS-Game

Hacker-Spiel	
Hersteller, URL	Google, xss-game.appspot.com
Preis	kostenlos



Bild: Deutsche Bahn

Arbeitsplatz, zentral gelegen

An einigen Hauptbahnhöfen kann man per App minutengenau abgerechnete Arbeitsplätze mieten.

Mal schnell in einer fremden Stadt ein paar Mails bearbeiten, zentral gelegen in Arbeitsatmosphäre – das ist das Versprechen der Marke everyworks, unter der die Bahn seit Kurzem Co-Working-Spaces an den Hauptbahnhöfen von Berlin, Hannover, Nürnberg und Karlsruhe betreibt.

everyworks hat werktäglich von 8:30 bis 18 Uhr geöffnet, in Nürnberg und Karlsruhe gehts schon um 8 Uhr los. Für einen sogenannten Minute Seat rechnet die App 16 Cent pro Minute ab. WLAN, Kaffee, Tee und Wasser sind inklusive.

Besprechungsräume vermietet everyworks derzeit nur in Berlin und Hannover, der Preis richtet sich nach der Anzahl der Plätze. Auf Nachfrage gibt es auch feste Arbeitsplätze und Firmenaccounts.

Die hannoversche everyworks-Filiale zum Beispiel bietet acht Arbeitsplätze in einer hübschen, offenen Lounge, vier weitere, mit schallschluckenden Elementen abgetrennte Plätze, eine Telefonkabine und einen Besprechungsraum für vier Personen (29 Euro pro Stunde). Einen Drucker gibt es nicht.

Alles in allem sind die everyworks-Minutenarbeitsplätze im Vergleich recht teuer. Je nach Situation machen die Ad-hoc-Buchbarkeit per App und die Lage das aber mehr als wett. (jo@ct.de)

everyworks

Co-Working-Spaces	
Hersteller, URL	DB Station&Service AG, everyworks.de
Systemanf.	Android- oder iOS-Smartphone für die Buchungs-App
Preis	Minute Seat: 0,16 €/Minute; Besprechungsraum: Stundentarif je nach Anzahl der Plätze



Lichtstange

Eigene Lichtskulpturen im Steckverfahren zusammenbauen und bestaunen. Das geht mit Govees Glide-Wall-Light-System.

Das kleine Starter-Kit von Govees Glide Wall Light besteht aus sechs 30 Zentimeter langen LED-Modulen, einem 90-Grad-Winkel und dem Einspeisemodul mit Netzteil. Die Module lassen sich mit kräftigem Druck zu einer Lichtleiste zusammenstecken. Die Verbindung ist fest, allerdings sind die rückseitigen Klebepads schwach – anschrauben kann man die Lichtleiste nicht.

In jedem Modul stecken 27 RGB-LEDs, die in Dreiergruppen von einem WS2811-Chip angesteuert werden. Die Controller-Box am Einspeisemodul versteht sich auf WLAN (2,4 GHz) und Bluetooth. Mit der für iOS und Android kostenlos erhältlichen Govee-App bindet man das Wall Light ins Netz ein. In der App sind Animationen vorkonfiguriert, mit denen die Lichtskulptur zum Leben erwacht. Die Effekte sind alles andere als subtil, sondern bunt und machen beim Zuschauen richtig Laune. Dank eines Mikrofons kann Glide auch live zur Musik zappeln.

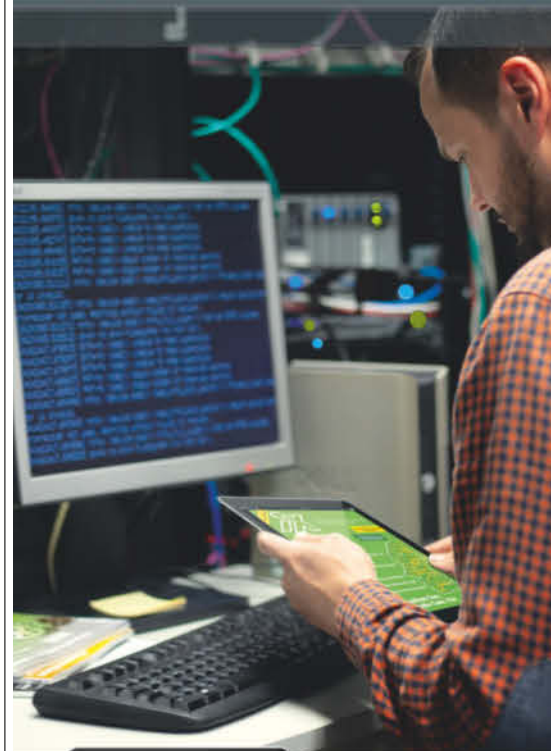
Im „Effektlabor“ stellt man im Handumdrehen eigene Animationen zusammen. Das Wall Light lässt sich zudem auch bei Google Home oder Alexa einbinden. So kann man die bunte Leiste auch per Sprache einfärben oder als Benachrichtigungslicht im Smart Home nutzen. Wers bunt mag, wird bei Govee Glide voll auf seine Kosten kommen. (sha@ct.de)

Govee Glide Wall Light

Ambiente-Leuchte	
Hersteller, URL	Govee, govee.com
Kommunikation	Wi-Fi 4, Bluetooth
Standby	0,8 Watt
Preis	100 €

Es gibt **10** Arten von Menschen.

iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:

3 digitale Ausgaben +
Bluetooth-Tastatur
nur **16,50 €**

www.iX.de/digital-testen



www.iX.de/digital-testen

leserservice@heise.de

49 (0)541 800 09 120



Apfel-Konsolisierung

Die 2021er MacBook Pro 14" und 16" mit den Apple-Prozessoren M1 Pro und M1 Max

Mit den 2021er-Generation der MacBook Pro hat Apple seine Workstation-Notebooks auf hauseigene ARM-Prozessoren umgestellt: M1 Pro und M1 Max. Diese haben es in sich, doch im Test gefiel uns auch der Feinschliff an vielen anderen Ecken.

Von Florian Müssig

Seit rund einem Jahr verkauft Apple die ersten Macs, in denen keine Intel-x86-Prozessoren mehr stecken, sondern der hauseigene ARM-Chip M1: MacBook Air, MacBook Pro 13" und Mac Mini – und seit diesem Frühjahr auch den bunten 24-Zoll-iMac [1, 2]. Nun folgen die stärkeren MacBook Pro, die es wie gehabt in zwei Größen

gibt. Wegen schmalere Ränder um die Displays heißen sie trotz ähnlicher Gehäuseabmessungen jetzt MacBook Pro 14" und MacBook Pro 16". Darin kommt nicht nur ein neuer ARM-Prozessor von Apple zum Einsatz, sondern gleich zwei: M1 Pro und M1 Max.

Wie die Namen suggerieren, handelt es um aufgebohrte Versionen des „kleinen“ M1. Apple nutzt dabei die Modularität seines Chipdesigns aus: Im M1 wurden vier Effizienzkerne, vier Performancekerne und acht Grafikkerne kombiniert. Diese Module findet man nun in anderer Zusammenstellung im M1 Pro und Max wieder: Es gibt nur noch zwei Effizienzkerne – aber gleich acht Performancekerne – und damit mehr Rechenleistung. Bei der integrierten Grafikeinheit fallen die Zuwächse noch gewaltiger aus: Der M1 Pro hat sechzehn Grafikkerne, beim M1 Max wurde die Anzahl nochmal auf 32 verdoppelt.

Auffällig ist in diesem Zusammenhang, dass Apple M1 Pro und M1 Max als monolithische Chips entworfen hat. In der PC-Welt sind Prozessoren und Grafikeinheiten dieser Leistungsklasse als getrennte Chips ausgeführt, die häufig sogar von verschiedenen Herstellern stammen. Die Kombination von potenten x86-Kernen und spieleauglicher Grafikeinheit in einem SoC gibt es nur in einer anderen Geräteklasse, nämlich bei Spielekonsolen wie Playstation 5 und Xbox Series S/X [3].

Wie diese verfügen auch die neuen MacBook Pro über einen gemeinsamen, großen Speicherbereich (Unified Memory) für CPU und GPU, sodass sie ohne Kopieraktionen auf dieselben Daten zugreifen können. Unified Memory ist keine Besonderheit, sondern auch bei x86-Notebook-Prozessoren mit integrierten Grafikeinheiten gang und gäbe. Dennoch ist es in der hier gebotenen Ausbaustufe und mit der daran gekoppelten Performance be-

merkwürdig, denn die Kombination eröffnet neue Möglichkeiten, etwa für riesige 3D-Modelle: Die stärksten mobilen GPUs haben 16 GByte Grafikspeicher, während MacBook Pro mit M1 Pro bis zu 32 GByte bieten und M1-Max-Versionen sogar bis zu 64 GByte.

Außer der Kapazität ist auch die Datentransferrate beachtlich: Apple nutzt als erster Großserienhersteller LPDDR5-Speicher für Notebooks, der schon per se höhere Durchsatzraten als (LP)DDR4 schafft. Am M1 Pro werden die aufgelöteten RAM-Chips über vier Speicherkanäle à 32 Bit angesteuert und am M1 Max über acht – und damit verdoppelter Bandbreite gegenüber dem M1 Pro. Zum Vergleich: Bei LPDDR4(x) sind in der x86-Notebook-Welt vier 32-Bit-Speicherkanäle üblich, bei klassischem DDR4 zwei 64-Bit-Speicherkanäle. Mehr als zwei 64-Bit-Kanäle gibt es bei Desktop-Prozessoren erst in der Xeon- und Threadripper-Klasse, aber nicht bei x86-Notebooks. LPDDR5 wird darin wohl Anfang 2022 Einzug halten, und zwar auf M1-Pro-Niveau mit vier 32-Bit-Kanälen.

Die hohe Bandbreite der M1 Max ist keine Angeberei, sondern schlicht notwendig: Bei Apple muss der Speichercontroller schließlich auch für die im SoC integrierte leistungsfähige GPU herhalten, während die separaten GPUs bei x86-Notebooks eigenen Speicher (GDDR5, GDDR6) anbindet. Dieser und seine Bandbreite stehen ausschließlich der GPU zur Verfügung, während beim M1 Max auch die CPU-Kerne die volle Achtkanal-Bandbreite ausnutzen können – was im Alltag eher Sonder- denn Regelfall ist.

Geheimniskrämerei

Weitere gängige Kenngrößen für Prozessoren wie Taktfrequenzen, Cache-Größen oder Abwärme nennt Apple nicht. Letztere lässt sich wegen des hochdynamischen Gesamtsystems aus unzähligen SoC-Einheiten mit Turbo-Taktraten plus zusätzlichen Verbrauchern wie Bildschirm oder WLAN auch nicht exakt messen. Der M1 Pro dürfte aber irgendwo in der Größenordnung von 45 Watt angesiedelt sein und der M1 Max bei etwa 65 Watt – wobei in Turbospitzen auch mal 60 Watt beziehungsweise 90 Watt drin sein dürften. Wegen der großen integrierten GPUs entfällt der Großteil des TDP-Budgets in gemischten Lastsituation natürlich auf die Grafikeinheit, doch auch sonst dürfen die 8+2 CPU-Kerne allein wohl bestenfalls gut 20 Watt schlucken.



Der magnetische Stromanschluss MagSafe ist zurück (ganz links).

Im Cinebench R23 erzielen M1 Pro und M1 Max Werte, die nur knapp unter denen liegen, die die schnellsten x86-Mobilprozessoren AMD Ryzen 9 5900HX und Intel Core i9-11900H schaffen. Während bei solchen Notebooks dann aber die Lüfter ordentlich Lärm machen, bleiben die MacBooks weiterhin meist geräuschlos. Zum Rauschen bekommt man sie erst, wenn gleichzeitig noch in Spielen oder beim Rendern die 3D-Einheiten gefordert werden – und auch dann sind sie bei weitem keine Radaubruder.

Compiler ist Trumpf

Erklären lässt sich Apples tolles Abschneiden mit einem Aspekt, der ebenfalls eher aus der Welt der Spielekonsolen bekannt ist: massive Code-Optimierung auf eine spezifische Hardware hin. Durch den Wechsel vom x86- auf den ARM-Befehlssatz muss jedwede Anwendung neu kompiliert werden – und Apples Compiler ist von Tag eins an darauf ausgelegt gewesen, die hauseigenen Chips mit all ihren Besonderheiten und Zusatzeinheiten (Matrix-Multiplizierer für neuronale Netze, diverse DSP ...) bestmöglich auszulasten.

Das steht in krassm Gegensatz zur Windows-Welt, wo neue Befehlssatzerweiterungen oder Architekturoptimierungen oft erst mehrere Jahre nach ihrer Einführung auf breiter Front von Anwendungen genutzt werden. Apples Profianwendungen Final Cut Pro (samt Apple-eigenem Videoformat ProRes) und Logic Pro sind analog zu Spielkonsolen sogar als Exklusivtitel zu betrachten, die besonders gut laufen.

Das Performanceplus durch einen optimierenden Compiler kommt bei Apple genau zum richtigen Zeitpunkt, nämlich zum Befehlssatzwechsel – besser kann man

diesen sowohl Kunden als auch Entwicklern kaum schmackhaft machen. Die MacBook Pro mit M1 Pro und M1 Max können sich zudem bereits ins gemachte Bettchen legen, das die schwächeren M1-Geräte ein Jahr lang angewärmt haben. Umgekehrt kann Apple die Compiler-Karte bei künftigen Generationen seiner Prozessoren aber nicht nochmal ziehen: Die müssen Performancezuwächse auf andere Art generieren.

Magnetladen

Bei den beiden neuen MacBook Pro hat Apple weitaus mehr Dinge verändert als nur den Prozessor. So gibt es nicht mehr nur Thunderbolt-fähige USB-C-Buchsen, sondern auch einen HDMI-Ausgang und einen SD-Kartenleser – man muss also wieder weniger mit Adaptern hantieren. Der sehr gute Audioausgang treibt hochohmige Studiokopfhörer mit 3 Volt, sodass man keinen Vorverstärker benötigt.

Der von vielen MacBook-Nutzern vermisste MagSafe-Anschluss ist ebenfalls zurückgekehrt; beim Stolpern übers Netzkabel trennt sich die Verbindung also wieder magnetisch, statt das Notebook vom Tisch zu reißen. Der neue MagSafe-Port hat nichts mit dem gleichnamigen iPhone-Zubehör zu tun und auch eine andere Bauform als der an früheren MacBooks. Apple hat ihn für bis zu 140 Watt ausgelegt; das entsprechende USB-C-Netzteil liegt aber nur dem 16-Zoll-Modell ab Werk bei.

Moment mal: Mehr als 100 Watt über USB-C? Ja, Apple verwendet den nagelneuen EPR-Modus (Extended Power Range), der den Power-Delivery-Standard (USB-PD) auf bis zu 240 Watt aufboht [4]. Er ist aber nur beim USB-C-auf-MagSafe-Kabel implementiert – die seitlichen USB-



Dank normal großem SD-Kartenleser und HDMI-Buchse muss man nicht mehr so viele USB-C-Adapter mitschleppen.



Die Einbuchtung oben im Bildschirm erinnert an iPhones; biometrisches Einloggen mittels Face ID ist bei den MacBooks aber nicht vorgesehen.

C-Buchsen nehmen wie gehabt bestenfalls 100 Watt entgegen. Anders als Microsofts ebenfalls magnetischer Surface-Konnektor ist MagSafe eine reine Stromschnittstelle und nicht für Docking vorgesehen.

Leistenabkehr

Jahrelange Kritikpunkte der Tastatur wurden bei den neuen MacBook Pro endlich vollständig beseitigt. Die unsägliche Butterfly-Tastenmechanik wurde zwar schon bei den direkten Intel-befeuerten Vorgängern durch eine klassische, bessere Scherenmechanik ersetzt, doch an der OLED-Eingabeleiste Touch Bar statt physischer F-Tasten hielt Apple weiterhin stoisch fest, obwohl sie weder bei Kunden noch Entwicklern großen Anklang fand.

Mit einem Blick über den Tellerrand hätte Apple den Misserfolg schon vor der Einführung anno 2016 erahnen können: Lenovo hatte eine konzeptionell ähnliche Eingabeleiste (mit E-Ink statt OLED) schon vor Apple beim 2014er-Modell des ThinkPad X1 Carbon eingebaut [5], aber bereits bei der Folgegeneration wieder weggelassen.

Mit der aktuellen Gerätegeneration ist die Touch Bar nun Geschichte; nur der praktische Touch-ID-Fingerabdruckleser im Einschalter blieb erhalten. Ungewöhnlich: Die F-Tasten haben dieselbe Größe wie das Buchstabenfeld – bei anderen Herstellern fallen sie oft schmaler aus. Die Enter-Taste ist zweizeilig ausgeführt, der Cursor-Block hingegen nur einzeilig. Einen Ziffernblock sieht Apple nicht vor.

Bildschirm mit Zahnücke

Der Bildschirm der neuen MacBook Pro übernimmt ein Designmerkmal der

iPhones: Am oberen Rand gibt es eine mittige Einbuchtung, in der kein Bildinhalt dargestellt werden kann, den „Notch“. Doch während iPhones den Einschnitt mit einer hochauflösenden Selfie-Linse und der Gesichtserkennung Face ID rechtfertigen, gibt es bei den MacBooks nichts dergleichen. Die 2D-Webcam wurde lediglich von arg betagten 720p auf 1080p aufgeböhrt – also kaum mehr als nötiges Minimum im pandemiegetriebenen Videokonferenzalltag.

Die Einbuchtung überdeckt die Menüleiste, sodass das Betriebssystem dafür sorgen muss, dass dort keine Menüpunkte verdeckt werden – was im Auslieferungszustand mit macOS 12.0.1 nicht immer klappt. Auch Anwendungen müssen angepasst werden; ansonsten bleiben die Bereiche links und rechts der Kerbe schlicht schwarz. Sie sind gewissermaßen als Bonus für mehr Bildhöhe zu verstehen, was man auch daran sieht, dass bereits die Fläche unter der Kerbe das Apple-typische Seitenverhältnis von 16:10 hat. Und auch nur oben sind die Bildschirmecken rund.

Apple begründet den Verzicht auf Face ID damit, dass es ja Touch ID gäbe und man die Hände sowieso auf die Tastatur legen würde. Das ist nicht falsch, verkennet aber die Tatsache, dass biometrisches Einloggen mit Windows-Hello-Kameras schon seit 2015 bei teureren Windows-Notebooks zum Standard gehört. In letzter Zeit gibt es dort sogar noch mehr Komfort, etwa bei Dell und Lenovo: Näherungssensoren legen das Notebook zum Stromsparen schlafen, wenn man weggeht, und wecken es auf, wenn man sich wieder davorsetzt. In Kombinationen mit einer Hello-Kamera ist man dann schon wieder eingeloggt, bevor man die Hände

auf der Tastatur abgelegt hat. Und Windows-Notebooks schaffen das übrigens auch ohne Einbuchtung und dennoch schmalen Bildschirmrändern.

So ein Plus an Komfort stünde auch den MacBook Pro gut zu Gesicht, zumal Apple bei den iPhones bereits mehrere Sensoren ähnlich geschickt kombiniert: Die Face-ID-Erkennung legt automatisch los, wenn das Smartphone per Bewegungssensor erkennt, dass es angehoben wird.

Abgesehen von der Einbuchtung gehören die Bildschirme der neuen MacBooks zu den besten ihrer Art: Es gibt zwar auch bei der Windows-Konkurrenz Panels, die den DCI-P3-Farbraum abdecken, aber (noch) keine mit Mini-LEDs für die Hintergrundbeleuchtung. Die Beleuchtung besteht aus mehreren getrennt ansteuerbaren Kacheln, wodurch eine Darstellung mit besonders hohem Kontrast (HDR) überhaupt erst möglich wird. Und auch die maximale Helligkeit von über 880 cd/m² ist außergewöhnlich hoch. Letztere gibt es aber nur punktuell bei HDR-Wiedergabe; im Regelbetrieb sind vollflächig rund 450 cd/m² drin.

Der Bildschirm schafft dynamisch bis zu 120 Hertz Bildwiederholrate; sowas soll Windows 11 bald auch bieten (siehe auch S. 82). Scrollen in Safari sieht damit allerdings noch nicht flüssiger aus. Das wird wohl ein künftiges Update richten (müssen) – und auch Abhilfe gegen die harten Abstürze beim Angucken von 8K-HDR-Videos auf YouTube wäre toll. Bei Redaktionsschluss war weiterhin die mitgelieferte macOS-Version 12.0.1 aktuell.

Zum Stromsparen reduziert macOS die Wiederholrate auf minimal 24 Hertz. Dadurch schaffen die MacBook Pro im Optimalfall über 20 Stunden Laufzeit. Wer eine fixe Rate benötigt, kann in fünf Stufen zwischen 48 Hz und 60 Hz wählen.

Bildschirmeingabe ist bei MacBooks weiterhin nicht in Sicht: Wer Anwendungen



Die Eingabeleiste Touch Bar ist Geschichte: Es gibt wieder physische F-Tasten beim MacBook Pro.

per Finger oder Stift bedienen will, der muss in der Apple-Welt zum iPad Pro greifen. Das gibt es auch mit M1-Prozessor und 120-Hz-Mini-LED-Bildschirm, es hat mit iPadOS jedoch ein anderes Betriebssystem [6]. Auf integriertes LTE/5G muss man bei den MacBook ebenfalls wie gehabt verzichten.

Höchstpreisgeräte

Wer angesichts der gelungenen Zusammenstellung von Hardwareeigenschaften und Alleinstellungsmerkmalen einen Haken an den neuen MacBook Pro sucht, findet ihn womöglich auf dem Preisschild. Das MacBook Pro 14" startet bei 2250 Euro mit 16 GByte Arbeitsspeicher und 512er-SSD, aber einem auf 6+2 CPU- und 14 GPU-Kerne abgespeckten M1 Pro. Für den M1 Pro im Vollausbau ruft Apple fast 2500 Euro auf und für den M1 Max mehr als 3200 Euro. Auch den M1 Max gibt es in zwei Varianten (24 oder 32 GPU-Kerne). Das MacBook Pro 16" kostet ab 2750 Euro; hier ist dann bereits der M1-Pro-Vollausbau an Bord.

Wer große Datenmengen dabei haben muss, bekommt beide MacBook Pro auf Wunsch mit bis zu 8 TByte SSD-Kapazität. Apple verlangt dafür wie üblich satte Aufpreise von mehreren tausend Euro, sodass die beiden Notebooks in Maximalbestückung (M1-Max-Vollausbau, 64 GByte, 8 TByte) mehr als 6600 beziehungsweise 6800 Euro kosten. Alle Komponenten sind aufgelötet; nachträgliches Aufrüsten ist somit unmöglich. Alle Konfigurationen sind in Grau oder Silber erhältlich.

Obwohl hochpreisige Geräte in der anhaltenden Chipkrise im Allgemeinen besser verfügbar sind, heißt das nicht, dass man immer und alles sofort kaufen kann: Bei Redaktionsschluss Mitte November waren die neuen MacBook Pro bei Apple nur mit mehrwöchigen Wartezeiten bestellbar. Bei höheren M1-Max-Konfigurationen rutschte das prognostizierte Lieferdatum häufig ins Jahr 2022.

Fazit

M1 Pro und M1 Max sind leistungsfähige Prozessoren, die sich stark von anderen mobilen Hochleistungskomponenten von AMD, Intel und Nvidia beziehungsweise deren Kombination unterscheiden. Der gewählte Systementwurf treibt den Preis in die Höhe und ist nicht für jede x-beliebige Anwendung notwendig. Er hält für Profis mit hohem Grafikspeicher- oder Bandbreitenbedarf aber Alleinstellungsmerkmale bereit, die mitunter ein Wech-

selkriterium hin zu Apples mobilen Workstation-Notebooks sein können.

Wer bereits im Apple-Universum steckt, hat abgesehen von den (traditionell) hohen Gerätepreisen hingegen wenig Anlass, es zu verlassen, zumal die MacBook Pro rundherum nutzerfreundlich überarbeitet wurden: Es gab (teils lange überfälligen) Feinschliff an Schnittstellen und Tastatur. Beim Bildschirm ist Apple der Windows-Notebook-Welt mal wieder voraus: Mini-LED-beleuchtete HDR-Displays gibt es dort noch nicht. (mue@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Florian Müssig, Aus einer Hand, MacBook Air, MacBook Pro und Mac Mini mit Apples ARM-Prozessor M1, c't 1/2021, S. 96
- [2] Florian Müssig, Stationäres RiesenMacBook, Apple iMac 24" (2021) mit ARM-Prozessor M1, c't 14/2021, S. 74
- [3] Nico Ernst, Spielmechanik, Techn. Details zu PlayStation 5 und Xbox Series X/S, c't 25/2020, S. 102
- [4] Florian Müssig, Universelle Saft-Buchse, USB-C liefert künftig bis zu 240 Watt, c't 14/2021, S. 138
- [5] Jörg Wirtgen, Schwarzer Flachmann, Ultrabook Lenovo ThinkPad X1 Carbon mit hochauflösendem 14-Zoll-Display, c't 13/2014, S. 62
- [6] Nico Juran, Johannes Schuster, Angezogene Handbremse, Apple iPad Pro 12,9" mit M1-Chip und Mini-LED-Display, c't 14/2021, S. 72

Apple MacBook Pro (2021): Daten und Testergebnisse

Modell	Apple MacBook Pro 14" (2021)	Apple MacBook Pro 16" (2021)	Apple MacBook Pro 16" (2021)
getestete Konfiguration	MKGQ3D/A	C1Z14Y-0110	C2Z14Y-1130
Lieferumfang	macOS 12, Netzteil	macOS 12, Netzteil	macOS 12, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)			
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	— / — / R / — / ✓ (—)	— / — / R / — / ✓ (—)	— / — / R / — / ✓ (—)
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	— / — / 2 × L (2 × Typ C), 1 × R (1 × Typ C) / —	— / — / 2 × L (2 × Typ C), 1 × R (1 × Typ C) / —	— / — / 2 × L (2 × Typ C), 1 × R (1 × Typ C) / —
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (SD) / L / —	R (SD) / L / —	R (SD) / L / —
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung			
Display	14 Zoll / 35,7 cm, 3024 × 1964, 16:10, 254 dpi, 120 Hz, 3 ... 441 cd/m², spiegelnd	16 Zoll / 40,8 cm, 3456 × 2234, 16:10, 254 dpi, 120 Hz, 3 ... 453 cd/m², spiegelnd	16 Zoll / 40,8 cm, 3456 × 2234, 16:10, 254 dpi, 120 Hz, 3 ... 453 cd/m², spiegelnd
Prozessor	Apple M1 Pro (8+2 Kerne)	Apple M1 Pro (8+2 Kerne)	Apple M1 Max (8+2 Kerne)
Hauptspeicher	16 GByte LPDDR5-6400	32 GByte LPDDR5-6400	64 GByte LPDDR5-6400
Grafikchip (Speicher)	int.: M1 Pro (vom Hauptspeicher)	int.: M1 Pro (vom Hauptspeicher)	int.: M1 Max (vom Hauptspeicher)
Sound	int. Apple	int. Apple	int. Apple
LAN / WLAN	— / int. Apple (Wi-Fi 6, 2 Streams)	— / int. Apple (Wi-Fi 6, 2 Streams)	— / int. Apple (Wi-Fi 6, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	— / int. Apple (Apple)	— / int. Apple (Apple)	— / int. Apple (Apple)
Touchpad (Gesten) / Fingerabdruckleser	int. Apple (max. 4 Finger) / int.: Touch ID	int. Apple (max. 4 Finger) / int.: Touch ID	int. Apple (max. 4 Finger) / int.: Touch ID
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Apple (1024 GByte) / —	SSD: Apple (1024 GByte) / —	SSD: Apple (4096 GByte) / —
Stromversorgung, Maße, Gewicht			
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	70 Wh Lithium-Ionen (— ¹)	100 Wh Lithium-Ionen (— ¹)	100 Wh Lithium-Ionen (— ¹)
Netzteil	96 W, 363 g, 8 cm × 8 cm × 2,8 cm, Steckernetzteil	140 W, 350 g, 9,5 cm × 7,5 cm × 2,8 cm, Steckernetzteil	140 W, 350 g, 9,5 cm × 7,5 cm × 2,8 cm, Steckernetzteil
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,6 kg / 31,2 cm × 22,1 cm / 1,7 cm	2,15 kg / 35,6 cm × 24,7 cm / 1,8 ... 1,9 cm	2,16 kg / 35,6 cm × 24,7 cm / 1,8 ... 1,9 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,3 cm / 19 mm × 18,5 mm	1,4 cm / 19 mm × 18,5 mm	1,4 cm / 19 mm × 18,5 mm
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks			
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²)	19,5 h / 13,4 h	26,1 h / 15,5 h	21,9 h / 15,4 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 1,7 Sone	< 0,1 Sone / 0,6 Sone	< 0,1 Sone / 1,6 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	5300 / 5750 MByte/s	5300 / 5750 MByte/s	7300 / 5800 MByte/s
Leserate SD-Karte	248 MByte/s	248 MByte/s	248 MByte/s
Qualität Audioausgang / Dynamikumumfang	⊕⊕ / 118,7 dBA	⊕⊕ / 116,5 dBA	⊕⊕ / 117 dBA
Cinebench R23 Rendering (1T / nT)	1532 / 12359	1532 / 12382	1529 / 12401
GeekBench 5: 1T / nT / Metal	1770 / 12639 / 42008	1773 / 12668 / 41833	1790 / 12709 / 68220
Rise of the Tomb Raider (1080p)	92 fps	94 fps	111 fps
Preis und Garantie			
Straßenpreis Testkonfiguration	2750 €	3440 €	5460 €
Garantie	1 Jahr	1 Jahr	1 Jahr

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden k.A. keine Angabe
¹ Die macOS-Option „optimiertes Laden“ verhindert nicht, dass der Akku irgendwann voll geladen wird, was ihn bei häufigem Betrieb am Netzteil schneller altern lässt.



Drucken ohne Tintenstress

Kompakte Tintentank-Mufus fürs Homeoffice und die Familie

Tintendrucker mit nachfüllbaren Tanks sind mit extrem niedrigen Tintenkosten ideal für Vieldrucker. Sie kosten zwar drei- bis viermal so viel wie Drucker mit Patronen, dafür liegt Tinte für satte 6000 bis 18.000 Seiten bei. Unser Test zeigt aber Unterschiede bei Druckqualität, Ausstattung und Bedienung.

Von Rudolf Opitz

Multifunktionsdrucker mit fest eingebauten Tintentanks zum günstigen Nachfüllen aus der Flasche haben nicht erst seit dem Homeoffice-Boom Hochkonjunktur. Da ihre Tintenkosten pro Farb-

seite höchstens ein Zehntel der von Patronendruckern betragen, druckt es sich mit ihnen viel entspannter: Der innere Geizhals, der sonst misstrauisch jede Seite beäugt, die die Kinder für die Hausaufgaben drucken, gibt Ruhe und lächelt sogar. Tinte ist noch genug im Tank, da zählen die zusätzlichen Seiten nicht weiter. Ein Tintennachkauf fällt nur alle paar Jahre an und in der Zeit hat man Müll in Form Dutzender leerer Tintenpatronen vermieden.

Drei der vier großen Hersteller, die noch Tintendrucker für den Heimbedarf anbieten, haben inzwischen Tintentankmodelle im Portfolio. Wie haben von jedem ein aktuelles Multifunktionsgerät in unser Testlabor geholt: Canon Pixma G6050, Epson EcoTank ET-3850 und HP Smart Tank 7305. Alle drei Drucker gehören zu den 3-in-1-Modellen, die drucken, scannen und kopieren. Wer auch faxen will, greift zu den Geräten der Serien

mit den höheren Modellnummern: Canon G7050, Epson ET-4850 und HP 7605. Auch wenn unseren Testgeräten die Faxfunktion fehlt, haben die Drucker von Epson und HP Vorlageneinzüge auf der Scannerklappe; die sind zum Kopieren und Scannen mehrerer Einzelseiten in einem Rutsch praktisch. Bei Canon gibt es einen Einzug erst am G7050. Das HP-Modell Smart Tank 7605 soll erst Anfang 2022 in den Handel kommen.

Ausstattungskontrolle

Alle drei Drucker im Test brauchen wenig Stellfläche – ideal für Kleinstbüros und die EDV-Ecke im Haushalt. Allerdings fällt damit auch Komfort weg: So haben die Geräte von Epson und HP nur je eine Papierkassette für 250 Blatt Normalpapier. Lediglich der Canon G6050 nimmt Papier nicht nur aus seinem frontalen Fach, sondern wahlweise aus dem hinteren Multi-

funktionseinzug, der Fotopapier, Umschläge oder weitere 100 Blatt Normalpapier enthalten kann. Bei den anderen Kandidaten muss man etwa zum Umschlagbeschriften erst das Normalpapier aus dem einzigen Fach räumen.

Für die Verbindung zu einem Computer steht die obligatorische USB-Schnittstelle bereit, für Kontakt zu mehreren Rechnern im Heimnetz haben alle Testgeräte einen Ethernet-Port und WLAN. Der HP Smart Tank funkt außer im 2,4-GHz- auch im 5-GHz-Band. Im Test funktionierte Drucken und Scannen mit allen drei Geräten unter Linux Mint ohne Probleme und zusätzliche Treiber.

Um von Smartphones zu drucken, die keinen Zugang zum WLAN-Netzwerk haben, spannen die drei Drucker ein eigenes Funknetz auf (Wi-Fi Direct), an dem sich das Mobilgerät anmeldet. Beim Epson EcoTank muss die Funktion erst im Web-Frontend eingeschaltet werden – in Büros mit Publikumsverkehr gilt Wi-Fi Direct als Sicherheitsrisiko. Schnittstellen wie USB-Host oder SD-Card-Slots zum direkten Drucken von Speichersicks oder Karten hat keines der Geräte.

Tinte im Tank

Die Ersteinrichtung verläuft wegen der Tintentanks etwas komplizierter als bei Patronendruckern – aber nicht viel: Bei den Modellen von Canon und HP muss man zunächst die Druckköpfe einsetzen, was etwa so einfach ist wie Patronen einzusetzen. Tatsächlich gleichen die Köpfe Kombipatronen mit integrierten Druckköpfen. Bei HP kosten der Ersatzkopf für Schwarz und der für die drei Grundfarben je 14 Euro. Beim Smart Tank ist also nicht nur die Tinte günstig, auch ein defekter Druckkopf lässt sich einfach und preisgünstig ersetzen. Gleiches dürfte für den Pixma G6050 gelten, auch wenn Canon die Druckköpfe nicht als Verbrauchsmaterial gelistet hat.

Danach befüllt man die Tintentanks. Dazu reicht es, die Flaschen auf die Einfüllstutzen zu setzen und die Tinte läuft von selbst in den Tank. Die Finger bleiben dabei sauber. Beim Epson EcoTank entfällt das Einbauen der Druckköpfe, zum sicheren Befüllen sind Flaschenhalse und Einfüllstutzen mechanisch kodiert, sodass nur die richtige Tintenfarbe auf den jeweiligen Tank passen. Epson setzt anders als Canon und HP auf Piezo-Druckköpfe, die eine wesentlich höhere Lebenserwartung als die Bubblejet-Köpfe haben und nicht zum Verbrauchsmaterial zählen.

Auch wenn das Nachfüllen von Tintentankdruckern sehr leicht fällt, sind billigere Alternativtinten zweifelhafter Herkunft keine gute Idee. Der Pixma G6050 druckt beispielsweise mit über 1700 Einzeldüsen – alleine für Schwarz kommen 640 Düsen zum Einsatz. Enthält die Fremdtinte nur etwas zu große Pigmentteilchen, verstopfen die die feinen Düsen. Bei den geringen Kosten für Originaltinte ist es das Risiko nicht wert: Tinte vom Hersteller für mindestens 6000 Seiten kostet zwischen 9 und 15 Euro. Alle drei Testkandidaten liegen bei den Tintenpreisen pro ISO-Farbseite (nach ISO/IEC 24711) unter 0,7 Cent. Vergleichbare Patronengeräte drucken zu Tintenpreisen pro ISO-Seite von 10 bis 18 Cent!

Dazu kommt die große Menge an mitgelieferter Tinte, die für mindestens 6000 farbige Normseiten reicht. Epson legt zusätzlich eine zweite Flasche Schwarztinte für weitere 7500 Seiten bei, Canon liefert zum G6050 sogar drei Flaschen für insgesamt 18.000 Schwarz-Weiß-Seiten mit. Bei diesen Mengen kommt die Frage auf, wie lange es dauert, bis sie verbraucht sind – Tinten halten nicht ewig. HP garantiert für seine Tinten nur rund zwei Jahre Haltbarkeit, Epson gibt etwa fünf Jahre an, Canon macht dazu keine Angaben.

Allgemein sollte man Tintendrucker nicht gerade auf die warme Fensterbank stellen und auch Ersatztinten dunkel und

kühl lagern. Bei Canon und HP liegt das Problem in der allmählichen Austrocknung. Bei Epson ist es eher die in der Flüssigkeit gelöste Luft: Die Piezodruckköpfe haben große Probleme mit Luftbläschen in den Druckkammern, die das Herausschleudern der Tinte aus der Düse verhindern. Zum Reinigen bleibt nur die Tinte, die dazu bei Epson entgast ist, um bei Bedarf Luftbläschen aufzulösen. Als einziger Drucker im Test hat der EcoTank einen leicht wechselbaren Tintenauffangbehälter für die Reinigungstinte, ein Ersatzbehälter kostet 10 Euro.

Druckpraxis

Was die Kunden bei der Tinte sparen, haben die Hersteller an den Geräten gespart, und zwar bei der Bedienung. Auf einen Touchscreen müssen die Anwender verzichten, der Epson ET-3850 hat immerhin ein Farbdisplay. Der Canon G6050 zeigt Menüs wenig übersichtlich auf einem zweizeiligen Monochromdisplay an. Am geizigsten bei der Bedienung zeigte sich HP: Der Smart Tank lässt sich am Gerät kaum bedienen. Das gilt für die Papierverwaltung ebenso wie für Kopierfunktionen: Für alles braucht man die App oder besser gleich einen Browser zum Aufrufen des Web-Frontends. Nur darüber lassen sich Einstellungen wie die Kopierqualität ändern – also etwas, was man anderswo direkt am Gerät einstellen kann.

Verbrauchskosten Tinte

[Cent / ISO-Seite]	Tankfüllung/Flasche	
	Farbe	Schwarzanteil
	◀ besser	◀ besser
Canon Pixma G6050	0,62	0,23
Epson EcoTank ET-3850	0,65	0,2
HP Smart Tank 7305	0,68	0,23

Druckleistung (ISO-Seite Farbe)

[Seiten / Minute]	Entwurf	Normal	Normal Leisemodus	Hohe Qualität
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Canon Pixma G6050	9,4	9,4	3,7	1,3
Epson EcoTank ET-3850	16,2	12,2	5,9	1,5
HP Smart Tank 7305	14	11,5	5,2	5,6

Kopierzeiten

[Minuten: Sekunden]	SW 10 Kopien	Farbe 10 Kopien	10 ADF-Kopien	A4-Foto
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Canon Pixma G6050	0:54	1:17	–	4:33
Epson EcoTank ET-3850	0:52	1:24	2:21	3:53
HP Smart Tank 7305	0:58	2:22	2:42	2:56



Canon Pixma G6050

Der kompakte G6050 hat keinen Vorlageneinzug zum Scannen, aber zwei Papierzuführungen. Die Scannerklappe lässt sich in den Scharnieren um zwei Zentimeter anheben; das schafft Platz für Bücher. Das kleine Monochromdisplay auf dem anklipbaren Panel ist nur mäßig gut lesbar, zeigt aber alle wichtigen Einstellungen. Das einfache Web-Frontend lohnt nur für bestimmte Netzeinstellungen, fast alle Servicefunktionen finden sich auch im Gerätemenü. Der Canon-Clouddienst ist sinnlos, da Cloudfunktionen im Gerätemenü fehlen.

Mit knapp 10 Seiten pro Minute im Sparsam- und Standarddruck ist der Pixma G6050 der langsamste Drucker im Test, liefert aber eine gute Textqualität ab. Im Duplexbetrieb brauchte er nur im Standardmodus mehr als doppelt so lange wie bei einseitigem Druck. Feine Grafik druckte der Pixma sehr sauber. Mit Umschlägen kam er im Test gut klar. Fotos auf Normalpapier wiesen leichte Streifen auf, auf Fotopapier sahen sie bis auf wenig Details in dunklen Bereichen gut aus.

Im Tageslichtsimulator fielen die Canon-Tinten krachend durch: Nach 100 Stunden, was einem Jahr im Sonnenlicht entspricht, waren die Fotopapierproben stark ausgebleicht, auf Normalpapier blieben fast nur noch Blautöne. Beim Bearbeiten von Text mit einem Marker 30 Sekunden nach Druck verwischte die Tinte leicht, der Text blieb aber lesbar.

Schwarz-Weiß-Kopien erstellte der Multifunktionsdrucker flott, bei Farbe brauchte er länger. Die Kopienzahl muss man mit den Rechts-/Links-Tasten einstellen, die eingestellte Anzahl bleibt für den Folgeauftrag stehen. Zwischen den Buchstaben von kopiertem Text sahen wir einzelne Tintentröpfchen, Grafikkopien waren detailgenau, besonders gefielen uns die randlosen Kopien von Fotos, auf denen nur einige dunkle Details fehlten. Für Schwarz-Weiß-Kopien von Text auf Farbhintergrund sollte man bei rotem Papier die Helligkeit minimieren, für andere Farben ist die Helligkeitsautomatik die bessere Wahl.

Fotos und Grafiken digitalisierte der Scanner des G6050 detailreich, bei Fotoscans fielen nur die sehr roten Gesichter auf. Die im Scan Utility integrierte Texterkennung taugt bestenfalls für Briefe mit Standardschrift.

- ↑ zwei Papierquellen
- ↑ gute Druckqualität
- ↓ Tinten bleichen sehr stark aus



Epson EcoTank ET-3850

Der EcoTank braucht wenig Stellfläche. Für Papier gibt es nur das 250-Blatt-Fach, die Ablage nahm im Test problemlos 50 Blatt auf. Die Scharniere der Scannerklappe haben für Buchscans 1,3 Zentimeter Spiel. Dank der meist übersichtlichen Menüs fiel die Bedienung des ET-3850 am leichtesten. Epson hat die Mobildruck-App iPrint durch das optisch aufgefrischte „Epson Smart Panel“ ersetzt.

Im Entwurfsdruck arbeitet der Epson EcoTank sehr zügig, im Treiber kann man zwischen blassem, aber viel Tinte sparendem und sehr gut lesbarem Entwurfsdruck (Entwurf Vivid) wählen. Unser 50-Seiten-PDF mit Text, Bildern und Grafik druckte er am schnellsten. Auch der Duplexer geht beim beidseitigen Druck flott an die Arbeit. Um Umschläge zu beschriften, hätten wir uns zum Einlegen einen Hinweis im Papierfach gewünscht (Brieföffnung nach links). Im Treiber sollte man „Ränder minimieren“ aktivieren, im Test wurde der Absender sonst abgeschnitten.

Grafik druckte der EcoTank bis auf einen leichten Blaustich in Graufächern sehr sauber. Fotos bringt er randlos und in überraschend guter Qualität auf Normalpapier. Auf Fotopapier störte ein deutlich sichtbarer Blaustich. Bei 10x15-Fotopapier produzierten ältere Epson-Modelle oft Farbstreifen an den Bildrändern, nicht so der ET-3850. Hier hat Epson nachgebessert. Die Epson-Tinte erwies sich im Test als sehr wischfest, blieb im Tageslichtsimulator aber sichtbar aus, besonders stark auf Normalpapier.

Beim Kopieren lässt sich das Epson-Mufu außer bei Schwarz-Weiß-Kopien deutlich mehr Zeit. Wie beim Canon G6050 stellt man die Kopienzahl über die +/-Tasten ein, und die Vorgabe bleibt für den nächsten Kopiervorgang erhalten. Der Vorlageneinzug ist langsam, neigte aber bei geknickten Blättern zum Schrägeinzug. Text kopierte unser Testgerät in guter Qualität, bei Grafiken und Fotos – letztere kopiert er randlos – fiel wieder die Neigung zum Blaustich unangenehm auf.

Der Scanner brauchte für ein 600-dpi-Foto sehr lange, lieferte aber eine gute Qualität. Die unbrauchbare OCR machte selbst bei normalem Text Fehler und erkannte Text in Tabellen gar nicht.

- ↑ schneller und flexibler Druck
- ↑ wechselbarer Tintenauffangbehälter
- ↓ nur ein Papierfach



HP Smart Tank 7305

Der breite Smart Tank nimmt Druckpapier nur über sein 250-Blatt-Fach entgegen. Die Scannerklappe hat in den Scharnieren kein Spiel – schlecht für Buchscans. Die Bedienung am Gerät ist übel: Einstellmenüs und Statusmeldungen im Klartext fehlen. Der 7305 hat lediglich acht Funktionstasten und ein Monochromdisplay, das nur Symbole anzeigt. Für alle Einstellungen ist das übersichtliche Web-Frontend zuständig, sogar für die Kopierqualität. Daher braucht man fast immer einen Browser oder die HP-Smart-App, die für Einstellungen auch nur auf das Frontend zugreift. Immerhin bietet HP ein Offline-Paket mit Treibern und Scan-Programm zum Herunterladen an.

Der 7305 druckt im Vergleich flott, besonders in hoher Qualität (Optimal). Schon die Entwurfsqualität ist sehr gut lesbar. Leichte Unsauberkeiten fielen bei Text nur unter der Lupe, bei feinen Grafiken auch mit bloßem Auge auf. Der Smart Tank der zweiten Generation druckt nun auch automatisch beidseitig: Der schnelle Duplexer bremst das Druckwerk kaum aus. Auch Fotos druckt der 7305 recht schnell, aber zu dunkel und mit leichtem Grünstich. Mit der guten Tinte kann HP punkten: Sie erwies sich als sehr lichtresistent und blich im Simulator kaum aus. Auch beim Textmarkertest mussten wir Text mehrfach überstreichen, bevor sich Schlieren bildeten.

Für mehrere Kopien muss man mehrfach, aber langsam auf die Kopiertaste drücken: Bis sich der Zähler im Display erhöht, dauert es etwa eine Sekunde. Duplexkopien sind über das Web-Frontend aktivierbar, nur für Ausweiskopien gibt es eine separate Taste. Für Farbkopien nahm sich der Smart Tank Zeit, Buchstaben zeigten unter der Lupe einen Farbsaum. Graufächen von Grafikkopien gerieten streifig. Fotos kopiert der 7305 randlos, aber grünstichig, extrem nachgeschärft und detailarm. Der Vorlageneinzug arbeitete im Test langsam und kam mit geknickten Seiten nicht zurecht. Schwarz-Weiß-Kopien von Text auf Farbpapier wiesen nur bei Rot einen kräftigen Grauhintergrund auf.

Scans von Fotos waren so stark nachgeschärft, dass doppelte Kanten erschienen und Personen wie ausgeschnitten aus sahen. Bei Text auf Grauhintergrund entstanden weiße Säume. Vom Nachschärfen profitiert die brauchbare Texterkennung.

- 👉 günstig
- 👉 brauchbare Offline-OCR
- 👎 nur per App oder Browser konfigurierbar

MIT Technology Review

Das Magazin für Innovation von Heise



Die Welt verstehen,
wie sie morgen sein wird.



35 %
Rabatt



2 Ausgaben inklusive
Prämie nach Wahl:

mit-tr.de/testen



✉ leserservice@heise.de

☎ +49 541/80 009 120

🌐 mit-tr.de/testen

Beim Nachlegen von Papier fragen die Drucker von Canon und Epson über die Displays das Format und die Papierart ab. Bei HP gilt nur die Einstellung im Drucktreiber, zum Kopieren muss man die Papierart im Web-Frontend ändern. Die Treiber von Canon und HP bieten je drei

Qualitätsoptionen an: Entwurf/Sparsam, Normal/Standard und Optimal/Hoch. Wie bei allen Tintendruckern gilt auch für unser Testfeld: je höher die Qualitätseinstellung, desto langsamer der Druck. Speziell für Text bedeutet die höchste Einstellung aber nicht immer die beste Qualität.

Der Epson EcoTank druckt im Entwurfsmodus sehr blass – also sichtbar Tinte spendend. Mit „Entwurf Vivid“ gibt es nun auch einen stärkeren Entwurfsdruck, der mit den anderen Druckern im Test vergleichbar ist. Zusammen mit „Standard Vivid“, dem unidirektionalen

Multifunktionsdrucker mit Tintentanks

Gerät	Pixma G6050	EcoTank ET-3850	Smart Tank 7305
Hersteller	Canon, canon.de	Epson, epson.de	HP, hp.de
Druckverfahren, Tinten	Bubblejet, 4 Tinten	Piezo, 4 Tinten	Bubblejet, 4 Tinten
Auflösung (Fotodruck) ¹	4800 dpi × 1200 dpi	4800 dpi × 1200 dpi	4800 dpi × 1200 dpi
Papiergewicht ¹	64 g/m² ... 300 g/m²	64 g/m² ... 300 g/m²	60 g/m² ... 250 g/m²
Papierzufuhr	Papierfach 250 Blatt, MF-Einzug (100 Blatt Normalpapier)	Papierfach 250 Blatt	Papierfach 250 Blatt
Papierablage ¹	50 Blatt	30 Blatt	100 Blatt
Druck: Duplex / randlos	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Drucken von USB-Stick	–	–	–
Scannen			
Scannertyp / Farbtiefe Farbe, Graustufen ¹	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit
Auflösung physikalisch ¹	2400 dpi × 1200 dpi	2400 dpi × 1200 dpi	1200 dpi × 1200 dpi
Vorlageneinzug / Duplex	– / –	30 Blatt / –	35 Blatt / –
Twain / WIA / OCR-Software	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / ✓	✓ / ✓ / ✓
Netzwerk- / Cloud-Funktionen			
Scan to E-Mail / FTP / SMB-Freigabe	– / – / ✓	✓ / – / ✓	– / – / –
Scan to USB-Stick / Cloudspeicher	– / –	– / ✓	– / –
Druck-App	Canon Print (Android, iOS)	Epson Smart Panel (Android, iOS)	HP Smart (Android, iOS, Windows)
NFC / Wi-Fi Direct	– / ✓	– / ✓	– / ✓
AirPrint / Android Print / Mopria	✓ / Canon Print Service / ✓	✓ / Epson Print Enabler / ✓	✓ / HP Print Service / ✓
Cloud-Dienst des Herstellers	– (IJ Cloud Printing Center)	Epson Connect	HP Smart
Kopierskalierung	25 % ... 400 %	25 % ... 400 %	25 % ... 400 %
Sonstiges			
Schnittstellen	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE 802.11n, 2,4 GHz), Wi-Fi Direct	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE 802.11n, 2,4 GHz), Wi-Fi Direct	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE 802.11n/a, 2,4 und 5 GHz), Wi-Fi Direct
Betriebsabmessungen (B × T × H), Gewicht	41 cm × 68 cm × 29 cm, 8,1 kg	37,5 cm × 50 cm × 25,5 cm, 6,7 kg	43 cm × 44 cm × 25 cm, 6,4 kg
Display	monochromes Grafikdisplay (zweizeilig)	6,1-cm-Farbdisplay	monochromes Display (nur Symbole)
Treiber für Windows	ab Windows 7 SP1	ab Windows 7, ab Server 2008 R2	ab Windows 7
Treiber für Mac / Sonstige	macOS ab 10.12 / Linux (Cups, Sane)	macOS ab 10.6.8 / Linux (Cups, Sane)	macOS ab 10.14 / Linux (HPLip)
Software (Download)	IJ Printer Assistant, Network Scanner Selector, IJ Scan-Utility, Easy-Photo-Print-Editor	Epson Photo+, Epson Scan 2, ScanSmart, Printer-Connection-Checker, Software-Updater	HP Easy Start Printer Setup Software – Offline Use Only: HP Scan, HP Smart Tank 7300 Series, IRIScan OCR
Druckersprachen	GDI (host based)	GDI (host based), ESC/P	PCL 3
Tinten			
mitgeliefert	Canon GI-50: 3 × Schwarz (18.000 S.), je 1 × C,M,Y (7700 S.)	Epson 102: 2 × Schwarz (14.000 S.), je 1 × C,M,Y (5200 S.)	HP 31 / 32XL: ein Satz (vier Tinten) für 6000 SW- und 8000 Farbseiten
Schwarz (Reichweite ¹)	GI-50 BK (6000 S.)	102 BK (7500 S.)	HP 32XL (6000 S.)
Farbe (Reichweite ¹)	GI-50 C, M, Y (7700 S.)	102 C,M,Y (6000 S.)	HP 31 C,M,Y (8000 S.)
Tintenkosten pro ISO-Seite	0,62 ct, Schwarzanteil 0,23 ct	0,65 ct, Schwarzanteil 0,2 ct	0,68 ct, Schwarzanteil 0,23 ct
sonstiges Verbrauchsmaterial	Ersatzdruckköpfe je 30 €	Tintenauffangbehälter (10 €)	Ersatzdruckköpfe je 14 €
Messergebnisse und Bewertung			
Druckzeiten [Min:Sek]	Grafik (Beste): 1:11, 50 S. gem.: 16:10, Foto (Beste): 5:53 (A4), 2:21 (10 × 15)	Grafik (Beste): 0:57, 50 S. gem.: 8:19, Foto (Beste): 5:25 (A4), 2:32 (10 × 15)	Grafik (Beste): 0:34, 50 S. gem.: 9:46, Foto (Beste): 3:18 (A4), 1:17 (10 × 15)
Scanzzeiten [s]	Vorschau: 8 s, 300 dpi: 21 s, 600 dpi: 62 s	Vorschau: 11 s, 300 dpi: 27 s, 600 dpi: 115 s	Vorschau: 16 s, 300 dpi: 17 s, 600 dpi: 71 s
Leistungsaufnahme	Aus: 0,3 W, Sleep: 1 W, Bereit: 3 W, Drucken: 20,6 W (55 VA)	Aus: 0,2 W, Sleep: 1 W, Bereit: 5,2 W, Drucken: 17 W (36 VA)	Aus: 0,1 W, Sleep: 1,1 W, Bereit: 3,5 W, Drucken: 18 W (45 VA)
Geräuschentwicklung	Druck: 6 sone, Leise-Druck: 3,7 sone, Scan (Flachbett): 2,2 sone, Leise-Scan: 1,3 sone	Druck: 9,3 sone, Leise-Druck: 5 sone, ADF-Scan: 4,1 sone, Leise-Scan: 4,1 sone	Druck: 8,8 sone, Leise-Druck: 5,5 sone, ADF-Scan: 3 sone, Leise-Scan: 3 sone
Bedienung / Netzwerk	○ / ⊕	⊕ / ⊕	⊖ / ⊕
Qualität: Druck Text / Grafik / Foto	⊕ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ○	⊕ / ○ / ○
Kopien Text / Grafik / Foto	○ / ⊕ / ⊕	⊕ / ○ / ○	○ / ⊖ / ⊖
Scans Grafik / Foto / Text (OCR)	⊕ / ⊕ / ⊖	⊕ / ⊕ / ⊖⊖	○ / ⊖ / ⊕
Lichtbeständigkeit Normal- / Fotopapier	⊖⊖ / ⊖⊖	⊖ / ⊕	⊕ / ⊕⊕
Herstellergarantie	1 Jahr, 3 Jahre nach Registrierung	1 Jahr oder 50.000 Seiten	1 Jahr, 3 Jahre nach Registrierung
Gerätepreis (UVP / Straße)	430 € / 370 €	500 € / 450 €	360 € / 345 €

¹ Herstellerangabe ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k.A. keine Angabe

Modus und dem versteckten „extra fein“ hat der EcoTank sogar acht Qualitätsstufen. Wir haben Text in allen acht Stufen unter dem Mikroskop von zwei Testern unabhängig bewerten lassen. Fazit: Das noch recht flott gedruckte „Standard Vivid“ lieferte die beste Textqualität. Auch beim Canon Pixma gefiel uns der Standarddruck fast besser als die wesentlich langsamere Stufe „Hoch“. Etwa für Bewerbungsunterlagen kann Normaldruck also bessere Qualität liefern als die höchste Qualitätsstufe. Testen Sie es im Zweifel vorher mithilfe einer starken Lupe.

Alle drei Testgeräte drucken und kopieren Fotos randlos auf Fotopapier. Auf Normalpapier druckt nur der Epson EcoTank randlos und in guter Qualität. Canon beschränkt bei randlosem Druck und Normalpapier die Qualität des Pixma auf den blassen und streifigen Standarddruck, HPs 7305 bedruckt Normalpapier nicht randlos. Die Vorlageneinzüge der Geräte von Epson und HP sind praktisch zum Kopieren oder Scannen mehrerer Einzelblätter in einem Rutsch, doch sollten die gerade

im Einzug liegen und keine Knicke aufweisen. Sonst kann es zu Schrägeinzügen (Epson) oder sogar zum Verschlucken ganzer Textzeilen (HP) kommen. Mit hochwertigeren Einzugsclannern lassen sich diese Aufsätze nicht vergleichen.

Zum Scannen gibt es für alle Geräte ein Windows-Scanprogramm, das als Twain-Modul auch direkt aus Bildbearbeitungen und anderen Anwendungen heraus scannen kann. Mit allen Kandidaten lassen sich außerdem durchsuchbare PDFs erstellen, doch erwiesen sich die Texterkennungen von Canon und Epson als schlecht bis lausig. Nur die von HP mitgelieferte OCR (Optical Character Recognition) lieferte bei normalen Textgrößen alltagstaugliche Ergebnisse.

Fazit

Bei der Auswahl eines Tintentankdruckers spielen zurzeit nicht nur Funktion und Preis, sondern auch die Lieferbarkeit eine große Rolle – Tintentankgeräte sind in Zeiten des Homeoffice begehrt. Wer ein gutes Familiengerät zum Drucken von

Briefen und Fotos sucht, ist mit dem Canon Pixma G6050 am besten bedient, der zwei Einzüge etwa für Normal- und Fotopapier bietet und durchweg in guter Qualität druckt. Nur an die Wand hängen sollte man die sehr lichtempfindlichen Fotodrucke nicht.

Für das Homeoffice, in dem viel gedruckt wird, empfiehlt sich der Epson EcoTank ET-3850, der viele Funktionen in einem kompakten Gehäuse unterbringt und am Gerät gut bedienbar ist. In der Anschaffung am günstigsten ist der HP Smart Tank 7305. Wer sich nicht auf die Cloudgängelei von HP einlassen will, kann sich die Offline-Software beim Hersteller herunterladen (ct.de/yywb). Die Nachteile der mangelhaften Bedienbarkeit am Gerät muss man allerdings in Kauf nehmen. Sind die hohen Anschaffungskosten erst mal verschmerzt, braucht man sich mit allen Multifunktionsdruckern im Test um Tintenkosten keine Sorgen mehr zu machen. (rop@ct.de) **ct**

Software und Testergebnisse:

ct.de/yywb



Java lernen – von Anfang an wie ein Experte

Sie wollen endlich Programmieren lernen und Ihre ersten Projekte umsetzen? Dann sind Sie hier genau richtig: Java-Experte Michael Inden erklärt die Grundlagen der Java-Programmierung leicht und verständlich.

424 Seiten · 22,90 €
ISBN 978-3-86490-852-1

Oder mit Python & Co. durchstarten



352 Seiten · 22,90 €
ISBN 978-3-86490-875-0



316 Seiten · 29,90 €
ISBN 978-3-86490-856-9

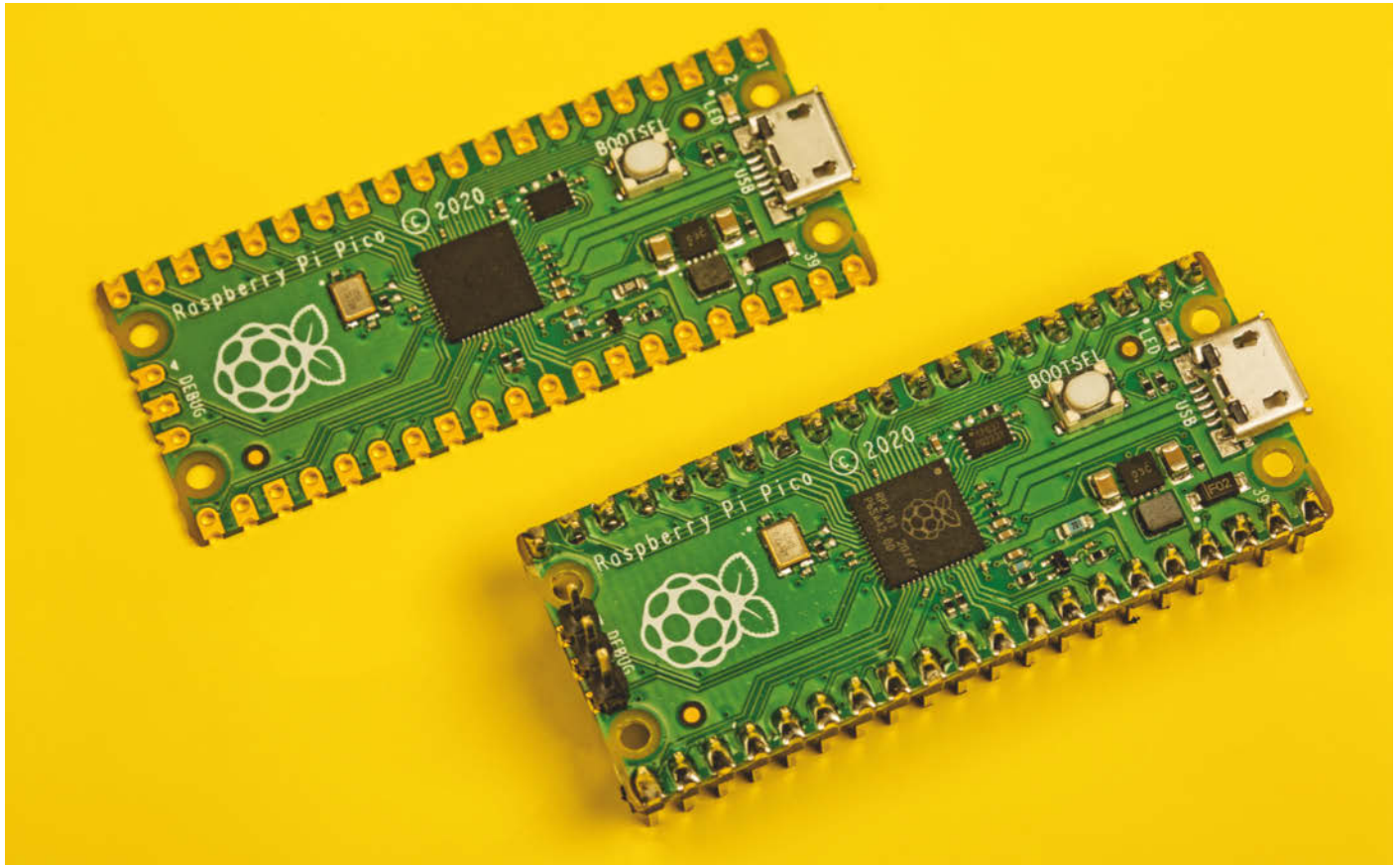


198 Seiten · 19,95 €
ISBN 978-3-86490-859-0

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



dpunkt.verlag



Pico-Beere

Der Mikrocontroller Raspberry Pi RP2040

Der RP2040 ist der erste selbst entwickelte Chip der Raspberry Pi Foundation. Der Mikrocontroller macht einiges anders als seine Konkurrenten und eignet sich damit für besondere Projekte.

Von Dr. Maik Merten und Christof Windeck

Mancher mag sich fragen, ob die Menschheit wirklich noch einen weiteren Mikrocontroller braucht. Schließlich gibt es bereits eine riesige Vielfalt, die vermeintlich jeden erdenklichen An-

wendungsbereich abdeckt [1]. Doch der RP2040 der Raspberry Pi Foundation hat einige attraktive Besonderheiten. Der neue Mikrocontroller und die damit bestückte Entwicklerplatine Raspberry Pi Pico erschienen Anfang 2021. Der RP2040 erschließt der Raspberry Pi Foundation andere, neue Einsatzbereiche und Geschäftsfelder.

Der mit 40-Nanometer-Technik von TSMC gefertigte Mikrocontroller RP2040 ist auch einzeln erhältlich und kostet weniger als 1 Euro. Kurz nach dem Start des etwa 4 Euro teuren Platinchens Raspi Pico, das an einen Arduino Nano erinnert, kamen zahlreiche andere Mikrocontrollerboards und Steuermodule mit RP2040 heraus, siehe Tabelle auf Seite 109.

RP2040-Besonderheiten

Der RP2040 hat vier wesentliche Besonderheiten: Zwei Rechenkerne statt nur einem, spezielle Ein-/Ausgabefunktionen namens Programmable I/O (PIO), offengelegter Boot-ROM-Code und kein eingebauter Flash-Speicher. Dazu kommt noch eine Kombination weiterer Eigenschaften, die in dieser Preisklasse nicht häufig sind.

Aber der Reihe nach: Die beiden 32-Bit-Rechenkerne des RP2040 sind vom ARM-Typ Cortex-M0+. Sie laufen mit bis zu 133 MHz Taktfrequenz, also schneller als in vielen anderen Mikrocontrollern. Dadurch steht relativ viel Rechenleistung bereit, allerdings keine Hardware-Einheiten für die Verarbeitung von Gleitkommazahlen (Floating Point, FP) und zur Division ganzer Zahlen (Integer). Die Raspi Foundation packt deshalb einerseits optimierte FP-Routinen ins Boot-ROM und hat andererseits eine Hardware-Einheit für Integer-Division in den RP2040 eingebaut.

Die beiden Rechenkerne lassen sich parallel nutzen, aber man kann den zwei-



ten auch für Spezialaufgaben verwenden, unter anderem fürs Debugging. Auch die Verknüpfung der beiden Rechenkerne untereinander und mit den Ein-/Ausgabekontakten (General Purpose I/O, GPIO) hat die Raspi Foundation sehr geschickt gelöst, dazu später mehr.

Die zweite Besonderheit des RP2040 sind die beiden PIO-Funktionseinheiten. Sie lassen sich dazu nutzen, vergleichsweise leistungsfähige Schnittstellen sozusagen „in Software“ nachzubilden, sogar einen VGA- oder HDMI-Ausgang für ein Display. Die PIOs taugen ferner zur Ansteuerung von LED-Streifen, Barcode-Scannern, I2S-Soundchips, (Micro-)SD-Karten oder als CAN-Bus-Interface. In manchen Fällen braucht man noch einen passenden Transceiver-Baustein, aber einer für den CAN-Bus kostet nur 1,50 Euro.

Der Verzicht auf eingebauten Flash-Speicher macht den RP2040 billiger und erspart es der Raspi Foundation, mehrere Chipvarianten mit unterschiedlicher Flash-Ausstattung zu verkaufen. Der Nachteil liegt auf der Hand: Anders als etwa beim Arduino muss zusätzlich ein separater NOR-Flash-Chip auf die Boards. Die kleinsten 16-MBit-Chips (2 MByte) kosten kaum 50 Cent, der RP2040 kann bis zu 128 MBit (16 MByte) anbinden.

Im RP2040 steckt auch ein USB-1.1-Controller; den haben zwar andere Mikrocontroller ebenfalls, aber der im RP2040 kann auch als Host arbeiten. Im Device-Modus wiederum lässt sich der RP2040 sehr leicht mit Software versorgen, indem er sich als Massenspeichergerät an einem PC anmeldet (der nötige Code steckt im Boot-ROM). Den Programmcode für sein Projekt kopiert man dann via USB in den Flash-Chip, nämlich als Image im Format „USB Firmware Flash“ (U2F).

Eine weitere Besonderheit ist die gute öffentliche Dokumentation des RP2040 und des Raspberry Pi Pico; es gibt auch viele Code-Beispiele bei GitHub, wo das Boot-ROM ebenfalls offengelegt ist (siehe ct.de/yqn5). Der Raspi Pico lässt sich mit MicroPython programmieren, wozu man etwa die IDE Thonny oder Microsoft Visual Studio Code einspannen kann. Zudem stellt die Raspi Foundation ein Software Development Kit (SDK) für C/C++ mit umfangreicher Dokumentation bereit (siehe ct.de/yqn5).

Speicherei

Die beiden Rechenkerne können insgesamt 264 KByte eingebautes SRAM als

Arbeitsspeicher nutzen; es verteilt sich auf sechs „Bänke“ (Banks), die mit kleinen Einschränkungen parallel arbeiten: vier mit je 64 KByte, zwei mit je 4 KByte. Ebenfalls eingebaut und bei der Herstellung unveränderlich programmiert sind 16 KByte ROM für den Bootcode.

Auf einen extern angeschlossenen Flash-Speicherchip, der typischerweise den Programmcode enthält – bei Mikrocontrollern spricht man oft auch von Firmware –, greift der RP2040 per Serial Peripheral Interface (SPI) zu, genauer per Quad-SPI (QSPI). QSPI hat im Vergleich zu SPI vier Datenleitungen statt nur eine und ist deshalb schneller.

Code aus dem Flash-Speicher kann der RP2040 direkt ausführen, ohne ihn zuvor in sein SRAM kopieren zu müssen: Für diese (gängige) Funktion namens Execute-in-Place (XIP) sind 16 KByte SRAM-Cache eingebaut. Schaltet man XIP ab, lässt sich dieser Cache als zusätzlicher Arbeitsspeicher verwenden. Weitere 4 KByte SRAM lassen sich „befreien“, wenn man den USB-Funktionsblock abschaltet.

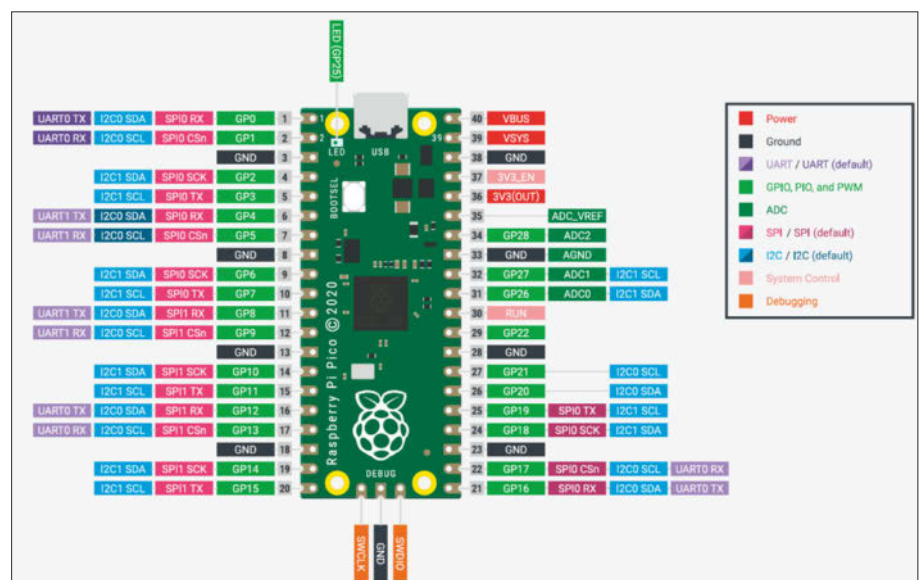
Schnittstellen

Für Steuerungen gedachte Mikrocontroller haben zahlreiche eingebaute Schnittstellen, so auch der RP2040. 30 Kontakte (für 1,8 oder 3,3 Volt Spannung, aber nicht 5-Volt-tolerant) dienen als „Allzweck-Ein- und Ausgänge“ (General Purpose I/O, GPIO), viele lassen sich mit Spezialfunktionen beschalten. Dazu gehören je zwei Funktionsblöcke für serielle Kommunika-

tion (UART), SPI und I2C. Ein Analog-Digital-Wandler (ADC) lässt sich mit bis zu vier GPIO-Pins verbinden und misst als fünften Kanal den eingebauten Temperatursensor (TS). Zum ADC-Funktionsblock gehört auch ein FIFO-Register, um Werte per Direct Memory Access (DMA) ins SRAM zu schreiben.

Zum Debugging ist die von ARM spezifizierte Schnittstelle Serial Wire Debug (SWD) eingebaut. Die beiden Prozessorkerne sind intern über einen sogenannten Single-Cycle-I/O-(SIO-)Block mit den GPIO-Pins verbunden, also sehr flink. Der SIO-Block hilft außerdem bei der Kommunikation der Rechenkerne untereinander sowie bei der Synchronisation von Threads, die auf beiden Kernen laufen, und zwar durch FIFO-Register und Spinlock-Hardware; letztere gewährleistet exklusiven Zugriff auf Ressourcen. Im SIO-Block ist zudem die oben erwähnte Divisionseinheit eingebaut sowie pro Kern zwei Interpolatoren, vor allem für Audio-Anwendungen.

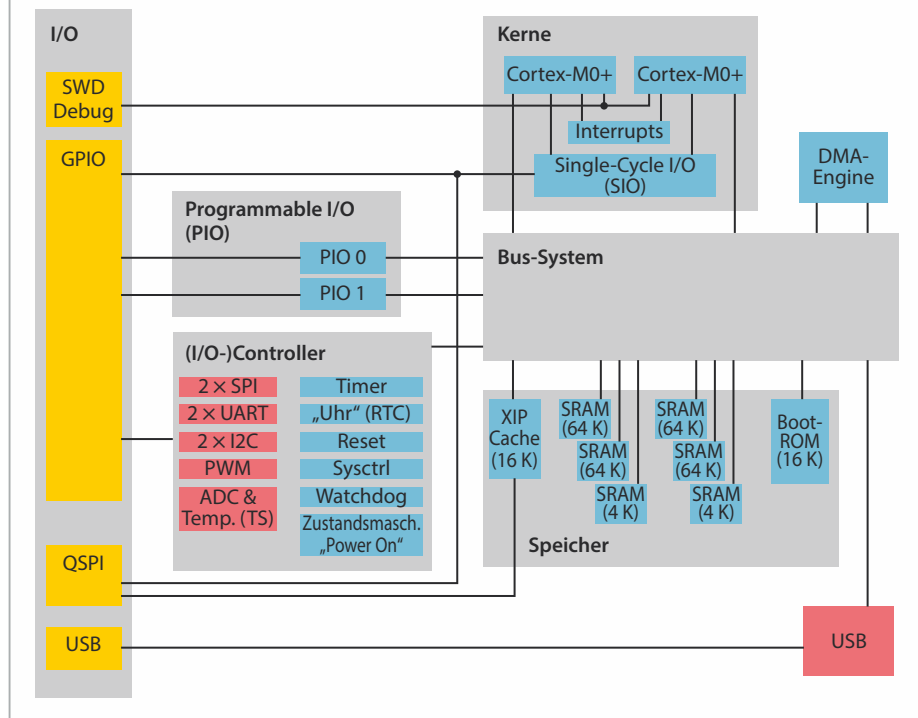
Für Steuerungsfunktionen sind außer den passenden I/O-Schnittstellen vor allem Timer-Funktionen nötig. Der RP2040 hat einen 64-bittigen und Interrupt-fähigen Haupttimer, der im Mikrosekundentakt läuft. Einstellbare Alarime beachten davon aber nur die unteren 32 Bit, weshalb es für Zeiträume von mehr als einigen Minuten noch eine „Echtzeituhr“ (RTC) gibt, die ebenfalls Interrupts auslösen kann. Für Pulsweitenmodulation (PWM) sind acht weitere 16-Bit-Timer vorhanden. Außer-



Der Raspberry Pi Pico mit dem Mikrocontroller RP2040 hat 2 MByte Flash-Speicher und 26 GPIO-Kontakte.

Blockschaltbild Raspberry Pi RP2040

Der von der Raspberry Pi Foundation entwickelte Mikrocontroller RP2040 hat als Besonderheit zwei Programmable-I/O-(PIO-)Blöcke, um schnelle Schnittstellen bereitzustellen. Außerdem hat er zwei 32-Bit-ARM-Kerne von Typ Cortex-M0+ und 264 KByte SRAM, aber keinen Flash-Speicher. Aus einem per QSPI angeschlossenen Flash-Chip kann er Daten direkt ausführen (Execute-in-Place, XIP). 16 KByte XIP-Cache puffern Flash-Zugriffe.



dem gibt es in der DMA-Einheit noch vier Timer sowie die „SysTick“-Timer mit je 24 Bit in den Rechenkernen. Falls das nicht reicht, lassen sich auch die PIO-Blöcke als 32-Bit-Timer programmieren.

PIO-„Prozessoren“

Diese beiden PIO-Blöcke sind in der Mikrocontroller-Welt bisher einzigartig. Man kann sie sich wie I/O-Spezialprozessoren vorstellen, die unabhängig von den Cortex-M0+-Kernen arbeiten.

Wie eingangs erklärt, sind die PIOs vor allem dazu gedacht, schnelle oder latenzkritische digitale Schnittstellen umzusetzen. Das kann man zwar im Prinzip auch mit Code für die normalen Mikrocontroller-Rechenkern erledigen, Stichwort „Bit-Banging“. Doch das erzeugt hohe Last auf den Kernen und stößt an Grenzen, wenn höhere Frequenzen nötig sind. Deshalb hat jeder PIO-Block vier programmierbare Zustandsmaschinen: Insgesamt gibt es also acht „I/O-Prozessoren“.

Zu Nachbildung einer digitalen Schnittstelle ist es typischerweise nötig, an einem oder mehreren Kontakten (also

GPIO-Pins) bestimmte Bitmuster mit präzisen Zeitbezügen (Frequenz, Jitter) auszugeben oder einzulesen. Jede PIO-Zustandsmaschine verfügt deshalb über zwei 32-bittige Schieberegister für Ein- und Ausgabe (In/Out Shift), deren Inhalte in beide Richtungen um beliebige Stellen verschoben werden können. Hinzu kommen zwei 32-bittige Hilfsregister X und Y (Scratch X/Y), die Daten mit den Schieberegistern austauschen oder etwa als Zähler dienen können. Ein Befehlszähler (Program Counter, PC) gibt an, welche Befehle aus dem Befehlsspeicher ausgeführt werden. Der Takt der Zustandsmaschine lässt sich über einen Taktteiler einstellen, um auch Protokolle zu „sprechen“, die nicht ins Taktraster des Mikrocontroller-Systems passen.

Jeder PIO-Block hat einen Befehlsspeicher für 32 Befehle und mit vier Ports, den alle vier Zustandsmaschinen dieses Blocks gemeinsam nutzen. Der Datenaustausch zwischen dem Mikrocontroller-System und der einzelnen Zustandsmaschine geschieht über zwei FIFO-Puffer mit Platz für vier 32-Bit-Werte. Üblicher-

weise verwendet man je einen dieser FIFOs für die Sende- und Empfangsrichtung, die Puffer lassen sich jedoch auch zusammenschalten, sodass ein Puffer mit Platz für acht Werte entsteht, entweder zum Senden oder Empfangen.

Die Ein- und Ausgaben einer Zustandsmaschine in Richtung Außenwelt lassen sich auf GPIO-Pins abbilden. Dabei gibt man einen GPIO-Pin an, den die Zustandsmaschine als „Pin 0“ auffasst. Möchte man mehrere Pins nutzen, zählt sie diese ab Pin 0 hoch. Zählt die PIO über den letzten GPIO-Pin hinaus, landet sie per Überlauf wieder beim ersten.

Pro Zustandsmaschine sind vier GPIO-Abbildungen definierbar: Input, Output, Set und Sideset. Per „Set“ weist man dem GPIO-Pin einen festen Wert zu (High oder Low, also 1 oder 0). „Sideset“ setzt einen Wert als Nebenfunktion zusätzlich zur Hauptfunktion. GPIO-Abbildungen dürfen überlappen, sowohl zwischen einzelnen Abbildungen als auch über mehrere Zustandsmaschinen hinweg. Falls mehrere davon den Wert derselben Ausgabe-Pins innerhalb eines Taktes verändern, so werden die Werte der höchstnummerierten Zustandsmaschine übernommen.

Zur Programmierung der PIOs dient eine spezielle Assembler-Sprache, die sich über Bibliotheken in den C- oder MicroPython-Code einbetten lässt. Bei MicroPython heißt die Bibliothek „rp2“; sie ermöglicht es, PIO-Assemblerprogramme aus Python-Funktionsaufrufen zusammenzusetzen. Für C/C++ gibt es das Programm „pioasm“ im RP2040-SDK, das beispielsweise C-Kopfdateien mit PIO-Assemblercode ausgibt. Diese Kopfdateien bindet man in ein C-Programm ein. Wie man die PIO-Einheiten nutzt, erklären wir mit einem Programmierbeispiel in einer späteren c’t-Ausgabe.

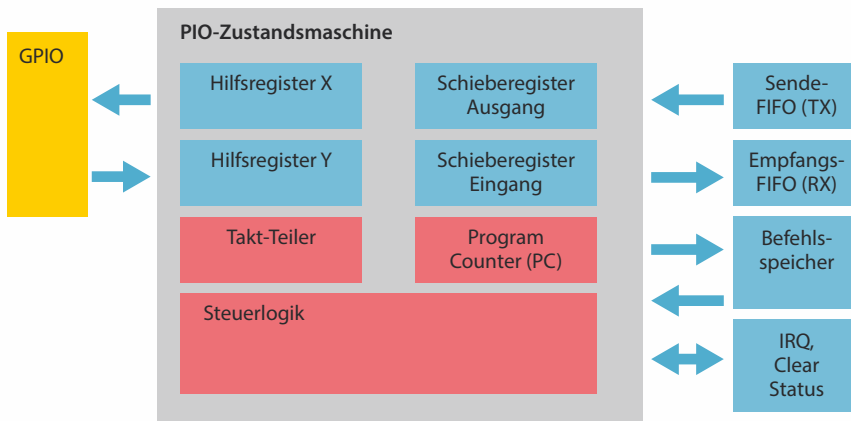
RP2040-Boards

Das für unter 4 Euro erhältliche Raspberry Pi Pico ist sozusagen das offizielle RP2040-Entwicklerboard, das aber auch in großen Stückzahlen für andere Systeme bestellbar ist. Eine doppelt so teure Version kommt mit bereits aufgelöteten Pfofensteckerleisten, die billigere nur mit Lötäugen. Noch billiger kommt man an den RP2040 als (SMD-)Einzelchip.

Teurer, aber entweder viel kleiner als das Pico oder besser ausgestattet sind RP2040-Boards etwa von Adafruit, Arduino, Seed Studio und Sparkfun. Manche

RP2040: Programmable I/O (PIO)

Jeder PIO-Block des Raspberry Pi RP2040 enthält vier programmierbare Zustandsmaschinen mit je zwei 32-Bit-Schieberegistern: Je eines für Ein- und Ausgang. Per PIO lassen sich auch schnelle Schnittstellen wie HDMI nachbilden, bei denen es auf hohen Takt und wenig Jitter ankommt.



lerdings sitzt die Foundation in Cambridge, quasi nebenan vom ARM-Hauptquartier.

Bei der Frage, ob auch zukünftige Systems-on-Chip für die „großen“ Raspberry Pis hausintern entwickelt werden, winkte Raspi-Chef Upton jedoch ab: Die Entwicklung solcher SoCs sei zu aufwendig, um sie alleine zu stemmen, weshalb man auch in Zukunft mit Partnern zusammenarbeiten. Aber man kann spekulieren, ob vielleicht der PIO-Block auch bei kommenden Raspis Einzug hält.

Fazit

Mit dem RP2040 liefert die Raspberry Pi Foundation einen 1-Euro-Mikrocontroller, der sich wegen seiner üppigen Ressourcen flexibel einsetzen lässt. Einzigartig sind die PIO-Blöcke, um viele Schnittstellen quasi „in Software“ umzusetzen. Der RP2040 eignet sich besonders gut für die komfortable Programmierung mit MicroPython, ist aber gleichzeitig offen für C/C++ und Echtzeitbetriebssysteme. Um den RP2040 wächst bereits ein Ökosystem aus Software und Hardware, mit dem sich Produktideen und Projekte effizient und schnell umsetzen lassen.

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

Literatur

- [1] Christof Windeck, Grundlagen Mikrocontroller, Was Mikrocontroller von Mikroprozessoren unterscheidet, c't 24/2021, S. 136

Datenblätter, Boot-ROM: ct.de/yqn5

haben Qwiic- beziehungsweise Stemma-QT-Steckverbinder zum lötfreien Anschluss von Sensoren per I2C.

Der RP2040 braucht nicht viel Strom, auch wenn es noch sparsamere Mikrocontroller gibt. Damit eignet sich der RP2040 auch für Projekte mit Akkustromversorgung. Einige RP2040-Boards enthalten dazu gleich die Ladeelektronik für einen Lithium-(Polymer-)Akku. Im Standby begnügt sich der RP2040 mit wenigen Milliwatt, unter Volllast bleibt er unter 0,5 Watt. Er kann mit einer einzigen Gleichspannung auskommen, weil ein eingebauter Wandler seinen Digitalkern versorgt. Die 3,3 Volt sind nur für den USB-Controller Pflicht und für ADC empfohlen, den GPIOs reichen auch 1,8 Volt. Braucht man kein USB, kann man also auf 3,3 Volt verzichten, um die Leistungsaufnahme zu senken.

Ausblick

Der RP2040 lässt sich nicht nur mit MicroPython und C/C++ programmieren, sondern längst auch mit CircuitPython oder der Arduino-IDE. PlatformIO kennt den Chip ebenfalls, ebenso wie die Visual-Studio-Code-Extension PicoGo. Mehrere Projekte passen ihre Echtzeitbetriebssysteme (Real Time Operating Systems, RTOS) für den RP2040 an, darunter Amazon FreeRTOS, NuttX und RT-Thread OS.

Eben Upton, Chef der Raspi Foundation, erwartet, dass der RP2040 in großen Stückzahlen Abnehmer findet. Firmen sollen ihn in ihre eigenen Produkte ein-

bauen. Dazu soll beitragen, dass der RP2040 bis mindestens 2028 lieferbar ist; voraussichtlich wird er aber so lange angeboten, wie TSMC 40-Nanometer-Chips produziert.

Vermutlich bleibt der RP2040 auch kein einmaliger Versuchsballon, sondern die Raspi Foundation – die vor einigen Monaten rund 45 Millionen Euro frisches Risikokapital einwerben konnte – dürfte die Mikrocontrollerfamilie künftig erweitern. In diesem Zusammenhang ist es interessant, dass sich die Raspi Foundation für ARM-Kerne entschieden hat und nicht etwa für 32-Bit-RISC-V-Kerne. Al-

Platinen und Geräte mit Raspberry Pi RP2040

Hersteller/Anbieter	Produkt	Eigenschaften
Raspberry Pi Foundation	Pico	2 MByte Flash, LED, Micro-USB, 4 €; mit Pfostenstecker 8 €
Adafruit	Feather RP2040	8 MByte Flash, RGB-LED, Qwiic, LiPo-Akkulader, USB-C, 11 €
Adafruit	QT Py RP2040	8 MByte Flash, winzig, RGB-LED, Qwiic, USB-C, 11 €
Arduino	Nano RP2040 Connect	16 MByte Flash, WLAN & BLE via ESP32 (µBlox Nina W102), Mikrofön, Gyrosensor, Micro-USB, 25 €
Cytron	Maker Pi RP2040	2 MByte Flash, 15 (RGB-)LED, Motorsteuerung, Summer, LiPo-Akkulader, Grove, Micro-USB, 13 €
Melopero	Shake RP2040	16 MByte Flash, RGB-LED, Qwiic, LiPo-Akkulader, USB-C, 25 €
Pimoroni	Tiny 2040	8 MByte Flash, winzig, RGB-LED, USB-C, 10 €
Pimoroni	Pico Lipo	4/16 MByte Flash, Qwiic, LiPo-Akkulader, USB-C, 10/14 €
Pimoroni	PicoSystem	akkubetriebene „Spielkonsole“ mit RP2040 und Display, Preis & Liefertermin unbekannt
Seedstudio	Seed XIAO RP2040	2 MByte Flash, winzig, LED, USB-C, 8 €
Sferalabs	Iono RP	Hutschienenmodul, 16 MByte Flash, 4 230-V-Relais, 190 €
Sparkfun	Pro Micro	16 MByte Flash, RGB-LED, Qwiic, USB-C, 11 €
Sparkfun	Things Plus	16 MByte Flash, RGB-LED, MicroSD-Leser, LiPo-Akkulader, USB-C, 11 €
Breakout-Boards		
Cytron	Maker Pi Pico Base	MicroSD-Leser, Taster, Klinikenbuchse, Grove, Pfostenstecker, 11 €
Pimoroni	Pico Explorer	Steckbrett, Display, Motortreiber und mehr, 25 €
an Qwiic-Anschluss (I2C, Sparkfun) passt auch Stemma-QT (Adafruit), für Grove (Seed/Cytron) gibt es Adapter		



Alles im Blick

Saugbots mit KI und Objekterkennung auf dem Test-Parcours

Bei kleinen Hindernissen wie Kabeln, Schnürsenkeln, Bauklötzen oder im Worst Case bei Haustierkot geraten die meisten Saugbots an ihre Grenzen. Die Reinigungshilfen dieses Tests nutzen Kameras und KI, um auch solche Hindernisse rechtzeitig zu bemerken.

Von Stefan Porteck

Wer einen Saugbot hat, weiß, dass eine gute Hinderniserkennung viele Wege zum Bot spart, die sonst nötig wären, um ihn aus eingewickelten Kabeln, Vorhängen und Socken zu befreien. Moderne Saugbots haben etliche Sensoren, um sich sicher zu orientieren. Ihre Lidar- und IR- oder Ultraschallsensoren erkennen große Hindernisse wie Wände, Möbel und Stuhlbeine zuverlässig.

Das bedeutet aber nicht, dass man sich gänzlich entspannt zurücklehnen kann. Denn Kleinkram auf dem Boden übersehen Bots meist, weshalb man vorm Saugen diesen erst wegräumen muss.

Haustiere zählen oft zu den Endgegnern für Staubsaugerroboter. Egal wie gründlich man vorher kontrolliert hat, tierische Hinterlassenschaften treten manchmal sehr plötzlich auf oder an Stellen, wo Herrchen oder Frauchen sie über-

sehen haben. Das ist vor allem ein Problem, wenn die Bots zeitgesteuert und unbeaufsichtigt reinigen.

In Webforen finden sich Dutzende Berichte, in denen Hunde und Katzen ein Malheur passierte und anschließend ein Saugroboter drüber fuhr. Die Bürstenwalzen verschmieren den Kot großflächig auf dem Boden oder massieren ihn in Teppiche ein. Das ist nicht nur eklig, sondern auch teuer.

Vor diesem Worst-Case-Szenario sollen die Saugbots unseres Tests gefeit sein. Zusätzlich zur oben genannten Sensorik haben sie Kameras, die während der Reinigung in Fahrtrichtung blicken. Mittels KI versuchen die Saugbots, solche Hindernisse zu erkennen und berührungsfrei zu umfahren.

Zum Testfeld gehören die brandneuen Deebot T9 AIVI von Ecovacs und Roomba j7+ von iRobot. Gerne hätten wir

auch den Jetbot AI von Samsung im Testfeld gehabt, doch leider stand bis Redaktionsschluss kein Testgerät zur Verfügung. Auch mit im Test ist der S6 MaxV von Roborock, der bereits in einem Einzeltest in c't 17/2020 gegen einen älteren Bot mit Objekterkennung von Ecovacs antrat. Da er immer noch angeboten wird und durch mehrere Updates dazugelernt hat, haben wir uns entschieden, ihn noch einmal ins Testfeld aufzunehmen – und auch weil das neuere Modell S7 noch nicht in der MaxV-Version angekündigt wurde.

KI im Wohnzimmer

Vor den Reinigungsfahrten haben wir unseren Testraum für jeden Bot mit haushaltsüblichen Gegenständen präpariert. Dazu zählen ein Feuerzeug, eine Sneaker-Socke, ein USB-Kabel und eine AAA-Batterie. Darüber hinaus platzierten wir einen Kothaufen aus Kunststoff.

Am strengsten bewerteten wir das Umfahren der Scherzartikel-Kacke: Alle Modelle erkannten den Haufen zuverlässig und umfuhren ihn mit ausreichendem Sicherheitsabstand. Die anderen Präparate wurden in den meisten Fällen ebenfalls zuverlässig erkannt. Der T9 AIVI von Ecovacs und der S6 MaxV von Roborock übersehen auf einigen Testfahrten die Batterie.

Nach der Reinigung zeigten alle Bots in ihren Apps im eingezeichneten Grundriss an, wo temporäre Hindernisse entdeckt und umfahren wurden. So hat man die Möglichkeit, sie gezielt wegzuräumen und die Bots mit einem Fingertipp zur Nachreinigung erneut an alle ausgelassenen Flächen zu schicken. Die Objekterkennung verhinderte im Test die schlimmsten Saugunfälle mehr als zufriedenstellend.

Strukturiertes Saugen

Für ein gutes Ergebnis müssen die Bots aber mehr können, als Hindernisse zu umkurven – schließlich soll es in der ganzen Wohnung bis in den letzten Winkel sauber werden.

Alle reinigen jedes Zimmer in parallelen Bahnen und fahren dann in den nächsten Raum. Die Unterschiede zeigen sich aber im Detail. So reinigen der T9 AIVI von Ecovacs und der S6 MaxV von Roborock bei jedem Raum erst entlang der Wände die Umrisse und kehren dann die Fläche. Die Idee dahinter: Die Seitenbürsten sollen zu Beginn allen in den Ecken gesammelten Staub in die Mitte des Raumes befördern, um ihn dann dort mit der Bürstenwalze aufzusaugen. Der j7+ von

iRobot verfolgt genau die gegenteilige Strategie: Er saugt erst in der Fläche und schließt den Raum mit einer Kantenreinigung ab.

Welches der Konzepte das bessere ist, hängt sehr vom Schnitt der Räume und vom Zufall ab: Es passierte in unseren Tests durchaus, dass die Bots mit ihrer Abluft losen Staub neben dem gerade eingeschlagenen Weg verwirbelten. Dieser landete dann mal in den Ecken und ein anderes Mal irgendwo mitten im Raum.

Größere Unterschiede zeigten sich in verwinkelten Ecken. Die Programmierer bei Roborock haben die Algorithmen des S6 MaxV so angelegt, dass er dem Muster „Wie hinein, so heraus“ folgt. Gut erkennen ließ sich das bei Küchenstühlen. Im Test fuhr der S6 MaxV drunter, stieß vorne an, worauf er direkt um 180 Grad drehte und auf direktem Wege wieder zurück fuhr. Ein ähnliches Verhalten konnten wir auch in anderen verwinkelten Ecken beobachten.

Der j7+ von iRobot und der T9 AIVI von Ecovacs schienen dagegen darauf programmiert, sich stärker auf ihren Tastsinn zu verlassen: Sie drehten unter Stühlen und in Nischen meist nur wenige Grad ein und bewegten sich dann langsam nach vorne, bis die Kontakte ihrer Stoßstangen auslösten. So tasteten sie sich unter ständigem leichten Eindrehen langsam wieder unter den Stühlen hervor und aus Nischen heraus.

Obwohl sie effektiv ist, wirkt diese Art der Programmierung für menschliche Zuschauer nicht sonderlich intelligent und erinnert eher an Blinde-Kuh. Trotzdem

bietet diese Herangehensweise den Vorteil, dass bei der Reinigung nur minimale Bereiche ausgespart bleiben und bis an jeden Rand gereinigt wird.

Bei der Raumabdeckung schnitt der S6 MaxV von Roborock – wenn auch mit knappem Vorsprung – am besten ab. Er erkannte Möbel zuverlässig, bremste ab und stupste sie meist nur leicht an, bevor er seinen Kurs änderte. Ihm gelang ein guter Kompromiss zwischen Anstoßen und sich in Ecken zu zwängen.

Der T9 AIVI von Ecovacs geht sehr behutsam vor: Sobald er ein Hindernis ausmacht, bremst er seine Fahrt stark ab und dreht meist schon einige Zentimeter vorm Hindernis bei. Dadurch erreichte er im Test zwar keine perfekte Raumabdeckung, kollidiert aber auch so gut wie nie mit Hindernissen. Wer stoß- oder kratzempfindliches Mobiliar besitzt, dem dürfte das wichtiger sein als eine Reinigung des letzten Zentimeters vor der antiken Truhe.

Der j7+ von iRobot versuchte ebenfalls jeden Winkel zu erreichen, war dabei aber nicht immer super behutsam. Zwar bremste er vor Möbeln meist ab, leichtes Anremplel beim Kurswechsel scheint aber in seiner DNA zu stecken: Gegen filigrane Hindernisse wie Tisch- und Stuhlbeine dongte er in unseren Tests häufiger und doller als die anderen Testkandidaten.

Datenschutz

Bots mit Objekterkennung nehmen während der Reinigung Fotos und/oder Videos auf. Es lohnt sich deshalb, bei ihnen noch mehr als sonst auf den Datenschutz und die Privatsphäre zu achten.

Die schlechte Nachricht zuerst: Alle Testkandidaten verlangen nach der Herstellercloud. Um die Bots in vollem Umfang nutzen zu können, muss man das Gerät beim Hersteller registrieren und den Bot in der App mit seinem Nutzer-Account verknüpfen. Wer die Bots ohne App und Cloud nutzen will, muss sie mittels Knopfdruck am Gerät auf Reinigungsfahrt schicken. Mehr geht dann auch nicht: Ohne App muss man auf Komfortfunktionen wie Sperrbereiche oder Zeitpläne verzichten und kann nicht mal die Saugstärke verstellen. Da die Bots sich so kaum sinnvoll nutzen lassen, empfiehlt es sich wenigstens, den Nutzer-Account mit einer anonymen E-Mail-Adresse anzulegen.

Die Aufnahme der Bilder und deren Verarbeitung nebst Objekterkennung findet lokal auf den Saugbots statt. Das heißt



Der Roomba j7+ von iRobot hat eine Basisstation mit Absaugeinheit. Sie ist kompakt und sieht schick aus.



Ecovacs Deebot T9 AIVI

Der T9 AIVI geht grundsätzlich sehr vorsichtig mit Möbeln um. Er erkannte sie mittels Lidar zuverlässig und bremste in den allermeisten Fällen rechtzeitig ab und umfuhr sie in der Regel berührungsfrei. Dadurch verblieb zwar ein wenig mehr ungereinigte Fläche als bei der Konkurrenz, doch wer sich vor Kratzern an empfindlichen Möbeln fürchtet, wird das nicht als Nachteil empfinden. Die umsichtige Reinigung hat jedoch den Nachteil, dass er häufig etwas langsamer unterwegs ist als andere Saugbots.

Wie alle Sauger von Ecovacs ist auch der T9 AIVI mit zwei Seitenbürsten ausgestattet. An engen Stellen und beim Umfahren von Hindernissen holt er somit etwas mehr Staub aus den Ecken als die Geräte von iRobot und Roborock. Die Saugleistung ist ordentlich und auf Hartböden dem Roomba j7+ ebenbürtig. Auf Teppich schnitt er geringfügig schlechter ab.

Wer Hartböden und Fliesen besonders gründlich reinigen möchte, installiert den mitgelieferten Wassertank. Genau wie der S6 MaxV von Roborock hat der T9 AIVI ein aktives Wischmodul, bei dem sich in der App die Durchflussmenge einstellen lässt. So lassen sich empfindliche Holzböden nebelfeucht säubern, während Fliesen nass gewischt werden. Anders als der S6 MaxV hat das Wischmodul zudem einen integrierten Vibrationsmotor, der das Wischtuch in hochfrequente Schwingungen versetzt. Das bewirkt zwar keine Wunder, löst angetrocknete Flecken aber etwas besser als einfaches Drüberwischen.

- ↑ motorisiertes Wischmodul
- ↑ Überwachungsfunktion
- ↓ langsamer

Preis: 720 Euro



iRobot Roomba j7+

Der Roomba j7+ dürfte der eleganteste Saugbot sein, der je gebaut wurde. Da iRobot keinen Lidar-Sensor verbaut, wirkt er mit seiner homogenen, minimalistischen Form wie aus einem Guss.

Als einziger Testkandidat hat er eine Basisstation mit Saugereinheit, deren Gebläse den Dreck aus dem Auffangbehälter des j7+ saugt und ihn in einen Staubbeutel befördert. Die Basis ist ebenfalls die hübscheste, die wir bislang gesehen haben. Ihren Deckel öffnet man über eine Lederschleife. Praktisch: Im Gehäuse ist auch ein Fach für einen Ersatzbeutel.

Gewöhnungsbedürftig fanden wir das Kameralicht mit vier Helligkeitsstufen: Während der Reinigung leuchtet an der Front des j7+ stets eine helle LED. So funktioniert seine Objekterkennung zwar auch nachts, doch beim Saugen in der dunklen Jahreszeit dürften viele Nutzer die grelle Beleuchtung während des Saugens als störend empfinden. Eine IR-LED, die für Menschen unsichtbares Licht abstrahlt, hätte dieselben Ergebnisse geliefert, ohne die Hausbewohner zu blitzdingen.

Die Saugleistung des Roomba j7+ kann sich sehen lassen: Sowohl auf Hartböden als auch auf Teppich schnitt er etwas besser ab als der S6 MaxV von Roborock. Er ist aber auch etwas lauter. In Sachen Raumabdeckung und Orientierung liegt er auf vergleichbarem Niveau, stößt aber Möbel häufiger und auch etwas härter an.

Mit rund 1000 Euro ist der j7+ von iRobot kein Schnäppchen. Immerhin bietet iRobot ihn auch mit einer Lade-Station ohne Absaugfunktion an. Dieser j7 ohne das Plus im Namen ist sonst baugleich mit unserem Testkandidaten und für 250 Euro weniger zu haben.

- ↑ hohe Saugleistung
- ↑ Absaugstation
- ↓ keine Wischfunktion

Preis: 1000 Euro



Roborock S6 MaxV

Der S6 MaxV von Roborock entfernte auf Hart- und Teppichböden den Schmutz etwa genauso gründlich wie die beiden anderen Testkandidaten.

Der Wassertank verbleibt dauerhaft im Gerät. Vorm Wischen muss man ihn mit frischem Wasser befüllen und den Wischmopp anbringen. Der S6 MaxV hat kein aktives Wischmodul und hebt den Mopp auf Läufern und nach der Reinigung nicht automatisch an. Damit Holzböden nicht von der Feuchtigkeit beschädigt werden, muss man den Mopp nach der Reinigung deshalb schnell wieder entfernen. Teppichböden und Läufer stellen aber kein grundsätzliches Problem dar, da sich fürs Wischen in der App gesonderte Sperrbereiche festlegen lassen.

Der S6 MaxV nutzt als einziger zwei Kameralinsen. Damit soll er in Echtzeit ein räumliches Bild seiner Umgebung errechnen und Hindernissen rechtzeitig ausweichen. Das klappte im Test zuverlässig – aber nicht besser als bei den beiden anderen Bots, die nur 2D-Aufnahmen anfertigen.

Wie auch andere Roborock-Modelle vorheriger Tests schnitt der S6 MaxV bei der Orientierung am besten ab. Er zeigte sich hartnäckiger und effizienter, wenn es darum ging, den letzten Winkel zu erreichen. Das äußerte sich unter anderem dadurch, dass er je nach Raumgeometrie seine Reinigungsbahnen von längs auf quer anlegte. Auch beim Umfahren von Hindernissen stellte er sich meist so geschickt an, dass der Kontakt mit Möbeln selten und nur sanft zustande kam, aber trotzdem die größtmöglich erreichbare Fläche abgedeckt wurde.

- ↑ gute Orientierung und Abdeckung
- ↑ günstig
- ↓ nur eine Hauptbürste

Preis 450 Euro

aber nicht, dass die Bilder dort verbleiben. So lassen sich beim j7+ von iRobot die Fotos der erkannten Hindernisse nach der Reinigung in der App einsehen. Sie müssen also vom Bot über die Cloud des Herstellers zum Handy geschickt werden. Der Hersteller verspricht, dass sie dafür für maximal 30 Tage verschlüsselt in der iRobot-Cloud zwischengespeichert und anschließend automatisch gelöscht werden. Niemand – auch nicht von iRobot – soll die Daten einsehen können. Da die Cloud von iRobot nach eigenen Angaben AWS-Server von Amazon nutzt, verbleiben die Daten nicht in Europa, was sie dem Zugriff von US-Behörden aussetzt.

Ecovacs belässt die Objekterkennung auf dem T9 AIVI. Die abschließende Begutachtung zur Nachreinigung zeigt auf dem Handy daher keine Fotos an, sondern nur Icons in der Grundrissansicht. Aber auch beim T9 AIVI wandern unter Umständen Bilder durch die Cloud. Er bietet eine eigentlich ziemlich praktische Zusatzfunktion: Das Feature Videomanager erlaubt es, den T9 als fahrende Überwachungskamera zu nutzen. Den Videomanager muss man in der App einschalten und dabei eine Sicherheits-PIN vergeben. Damit kann man den Bot aus der Ferne an einen gewünschten Ort in der Wohnung schicken und sich ein Live-Kamerabild nebst Ton aufs Smartphone streamen lassen. Klingt für viele Nutzer sicher gruselig, doch Ecovacs geht bei der Funktion behutsam mit dem Datenschutz um: Zusätzlich zum zwingendem Opt-in teilt der Bot bei jeder Überwachungsfahrt vorab über seinen eingebauten Lautsprecher mit, dass er nun zu filmen beginnt – heimliches Überwachen der Mitbewohner ist so ausgeschlossen. Wird die Videomanager-Funktion aktiv genutzt, läuft der Videostream laut Ecovacs ausschließlich über Server in Deutschland und wird nicht gespeichert.

Roborock ist sich über die Sensibilität von Kamerabildern der eigenen Wohnung ebenfalls bewusst. Der S6 MaxV nutzt Cloudfunktionen nur für die Steuerung des Bots und um den Grundriss in der App darzustellen. Die Bilder der Stereokamera des Bots verbleiben laut Hersteller ausschließlich auf dem Saugbot und werden dort laut Roborock nach der Reinigung gelöscht. Die No-Cloud-Policy für Bildaufnahmen hat sich das Unternehmen vom TÜV Rheinland bestätigen lassen. Sie gilt aber nicht mehr, wenn man in der App die Remote-Ansicht-Funktion aktiviert: Dann erlaubt auch der S6 MaxV ähnlich wie der

T9 AIVI eine Fernsteuerung mit Live-Bild der Kamera. Zusätzlich werden erkannte Hindernisse nicht mehr per Icon, sondern per Foto angezeigt. Zumindest für den Stream und die Fotos auf dem Smartphone der Nutzer laufen die Bilddaten dann doch durch die Cloud des Herstellers.

Fazit

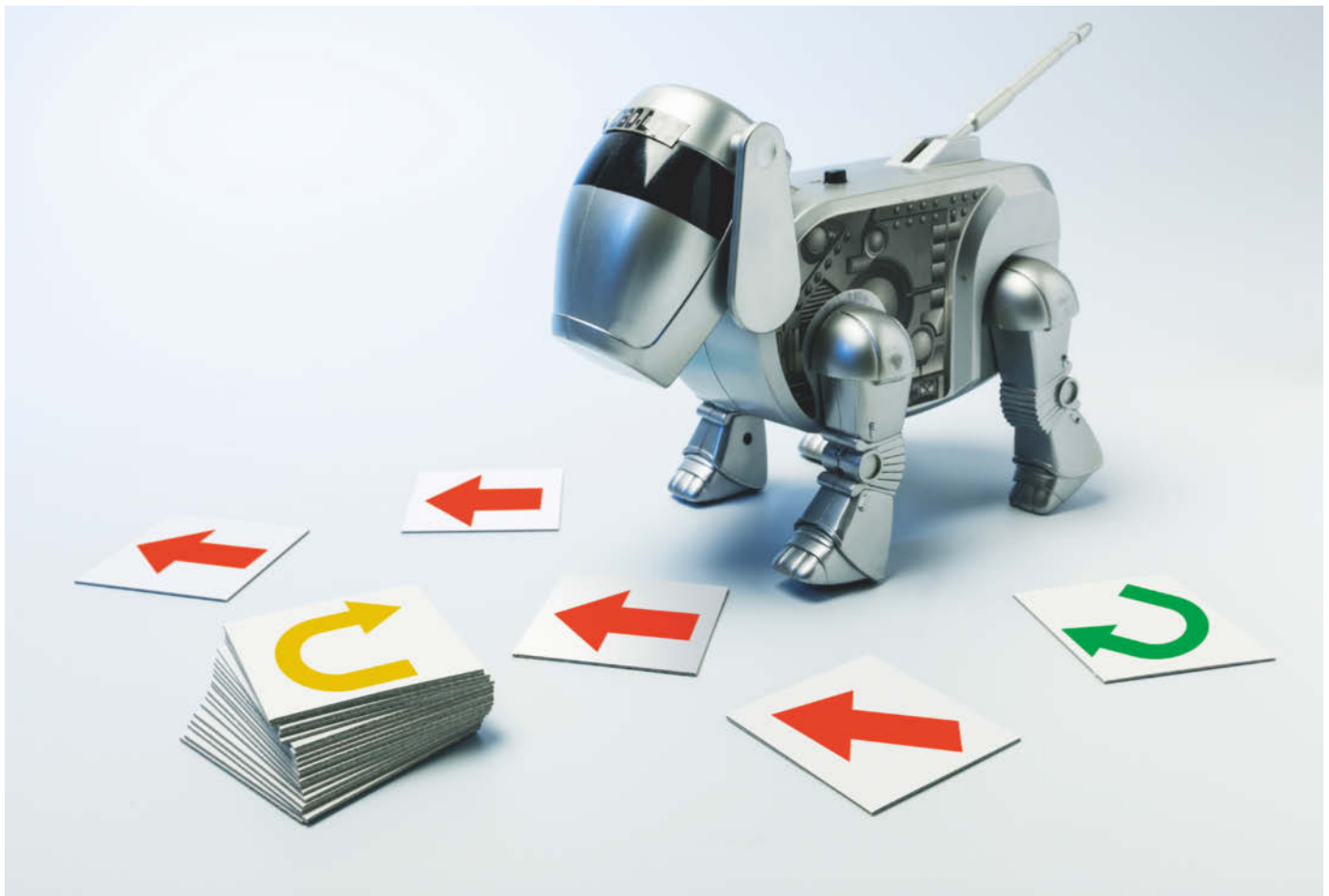
Das unbeaufsichtigte Saugen klappte mit unseren Testkandidaten besser als mit Saugbots ohne Kamera. Sie eignen sich deshalb vor allem für Haushalte, in denen

Haustiere oder Kinder leben, denn dort lässt sich nicht immer gewährleisten, dass alle Räume frei von kleinen Hindernissen oder bösen Überraschungen sind. Im Test erkannten alle Probanden gängigen Kleinkram auf dem Boden recht zuverlässig. Die Kot-Attrappe wurde stets sicher umfahren.

Sofern man die Bots mehrmals die Woche reinigen lässt, dürfte sich die Reinheit nur unwesentlich unterscheiden, sodass man den Kauf von der übrigen Ausstattung abhängig machen kann. (spo@ct.de) **ct**

Saugbots mit Kamera und KI

Modell	Deebot T9 AIVI	Roomba j7+	Roborock S6MaxV
Hersteller	Ecovacs	iRobot	Roborock
Lieferumfang			
doppelt mitgelieferte Verschleißteile	Filter, Wischtuch	Seitenbürste, Filter	Wischtuch, Filter
Sonstiges	Tank mit Vibrationsmotor, Reinigungswerkzeug	Staubbeutel	Reinigungswerkzeug, Staubtücher
Technische Daten			
Abmessungen (L × B × H)	35 cm × 35 cm × 9,4 cm	34 cm × 34 cm × 8,6 cm	35 cm × 35 cm × 9,7 cm
Gewicht	3,6 kg	3,4 kg	3,6 kg
Abmessungen Basisstation (L × B × H)	13,5 cm × 17 cm × 9 cm	39 cm × 31 cm × 34 cm	15 cm × 13 cm × 10 cm
Akku / Laufzeit	5200 mAh / ca. 150 Minuten	2220 mAh / ca. 90 Minuten	5200 mAh / ca. 150 Minuten
Bürstenbreite / Staubbehälter / Tank	17 cm / 300 ml / 180 ml	17,5 cm / 500 ml / entfällt	16,5 cm / 460 ml / 280 ml
Saugkraft	3000 Pa	k.A.	2500 Pa
Lautstärke	59,3 db(A)	59,8 db(A) / Basis: 81,3 db(A)	58,8 db(A)
Ausstattung			
Tragegriff	–	–	–
Raumerkennung	Lidar, Kamera	Kamera	Lidar, Kamera
Absturzsensoren	✓	✓	✓
Front- / Seitensensoren	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Teppich- / Schmutzerkennung	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –
Reinigungskarte / mehrere Grundrisse/Etagen	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Spot-Reinigung	–	–	✓
Reinigungsbereiche in der App wählbar / ausschließbar / Einzelraumreinigung	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Reinigungsmittel			
Seitenbürste	✓ (2)	✓	✓
Bodenbürste / Gummiwalze	0 / 2	0 / 2	1 (kombiniert)
Wischmopp / aktiv	✓ / ✓	– / entfällt	✓ / –
Konnektivität			
WLAN	2,4 GHz	2,4 GHz, 5 GHz	2,4 GHz
Cloud / ohne Cloud nutzbar	✓ / nur Grundfunktionen	✓ / nur Grundfunktionen	✓ / nur Grundfunktionen
virtuelle Fernbedienung	–	–	✓
Amazon Alexa / Google Assistant	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Bewertung			
Orientierung / Raumabdeckung	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Umgang mit Hindernissen	⊕⊕	○	⊕⊕
Reinigung mit Hartboden	⊕⊕	⊕⊕	⊕
Reinigung von Teppichen	⊕	⊕⊕	○
Geschwindigkeit / Laufzeit / Geräusch	○ / ⊕⊕ / ⊕	⊕ / ○ / ⊕	⊕ / ⊕⊕ / ⊕⊕
Bedienung (App / Gerät)	⊕ / ○	⊕ / ○	⊕ / ⊕
Preis	720 €	1000 €	450 €
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k.A. keine Angabe			



Nachwuchstüftler

Programmieren lernen ohne Bildschirm

Schon junge Kinder können grundlegende Konzepte aus der Informatik verstehen – eine gute Basis, um später programmieren zu lernen. Wir haben eine Spielzeugauswahl zusammengestellt, die Hemmschwellen abbaut.

Von Tanja Dieckmann

Erste Schritte in die Welt der Coder und Tüftler müssen Kinder nicht unbedingt am Computer oder Tablet unternehmen. Stattdessen gibt es eine Vielzahl bildschirmloser Spiele, bei denen der Spaß noch vor dem Lernertrag im Mittelpunkt steht. Möglicher Frust darüber, dass sich

das Spielzeug nicht mit dem Tablet koppeln will oder die App die Login-Daten vergessen hat, entfällt. Zudem ist die Lernerfahrung insbesondere für jüngere Kinder viel begreifbarer, als wenn sie zwischen Spielzeug und Tablet hin und her wechseln müssen: Zwei Mal auf die Vorwärtstaste des Robos patschen, führt dazu, dass eben dieser sich zwei Mal nach vorn bewegt.

Analoge Programmierspielzeuge legen einen wichtigen Grundstein, weil sie das logische und algorithmische Denken schulen, sowie die Problemlösungskompetenz fördern. Falls Ihr Kind mit einem Spiel überfordert ist, legen Sie das Spiel beiseite und holen es ein andermal wieder heraus. Unsere Marktübersicht reicht vom niedlichen Roboter, dessen Weg man mittels Richtungstasten programmiert, über Brett- und Bewegungsspiele bis zum murmeltrommelgetriebenen Rechner.

Roboter durch den Raum bewegen

Roboter, die variable Bewegungsabfolgen (geradeaus, nach rechts, nach links, rückwärts) abarbeiten, gibt es in verschiedenen Varianten, Komplexitätsgraden und mit unterschiedlichen Funktionen. Je nach Alter des Kindes kann es bereits eine spannende Erfahrung sein, den kleinen Roboter irgendwie wild durch den Raum zu schicken. Dabei entsteht spielerisch ein erstes Verständnis davon, wie Computer Befehle verarbeiten: Sie reagieren ganz genau auf die Eingaben und arbeiten dabei einen Befehl nach dem anderen ab.

Kniffliger wird es, wenn der Nachwuchs den Roboter über einen bestimmten Weg zu einem bestimmten Ziel manövrieren soll. Das Kind lernt, sein Vorgehen im Vorhinein zu planen: Welche einzelnen Schritte sind in welcher Reihenfolge notwendig? Ganz nebenbei übt es sich, große Probleme in kleine Teilprobleme zu zerlegen. Eine Herangehensweise, die sich auch außerhalb der Programmiererei als nützlich erweist.

Den Plan, den sich das Kind überlegt, muss es anschließend in die Sprache des Roboters übersetzen. Darüber lernt es, sich auf den vorgegebenen Befehlssatz zu beschränken. In einer Programmierspra-



Bild: TTS

Der Bee-Bot bekommt Bewegungs-befehle über Knöpfe an seinem Rücken.

che stehen immer nur bestimmte Befehle zur Verfügung, mit denen man auskommen muss. So kann das Kind nur die Richtungen vorgeben, die der Roboter auch versteht und ihn zum Beispiel nicht diagonal fahren lassen, wenn es einen solchen Befehl nicht gibt. Eine wichtige Erkenntnis, die auch später beim Programmieren zentral ist: Der Rechner macht genau das, was man ihm sagt – nicht das, was man meint. Ist etwa ein Hindernis auf dem Parcours und der Roboter soll es umfahren, muss das Kind das dem Roboter auch mitteilen – der hält sich strikt an die Befehle, nicht an Wünsche.

Kommt der Roboter nicht am Ziel an, macht der Nachwuchs erste Schritte im „analogen Debuggen“. Er muss analysieren, was schiefgegangen ist: An welcher Stelle ist der Roboter falsch abgelenkt und wie lässt sich der Kurs im nächsten Anlauf korrigieren? Dabei erweitert der Nachwuchs auch gleich seine Frustrationstoleranz – eine wichtige Eigenschaft insbesondere für Programmierer, kann sich die Suche nach Fehlern und deren Korrektur doch so manches Mal hinziehen. Am Ende ist bei Kindern und Erwachsenen gleichermaßen die Freude über funktionierenden Code groß.

Bee-Bot

Der kleine bienenförmige Lernroboter Bee-Bot von TTS (90 Euro) hat sieben Tasten auf seinem Rücken. Vier davon geben die Bewegungsanweisungen vor: vorwärts, rückwärts, rechts und links. Ein weiterer Knopf lässt den Robo kurz verharren. Das Kind drückt diese Tasten nacheinander und sobald es den Go-Knopf in der Mitte betätigt, fängt der Bee-Bot an, die vorgegebene Reihenfolge abzuarbeiten. Der siebte Knopf löscht die Programmierung.

Zum Bee-Bot gibt es vorgefertigte Matten mit Abbildungen zu kaufen (ab 30 Euro), auf denen man den Roboter navigieren kann. So sollen Kinder zum Beispiel auf einer Schatzkarte oder in einer Dino-

Ein enger Verwandter des Bee-Bots: der Blue-Bot. Ihn steuert man über eine Programmierleiste.



Bild: TTS

saurierwelt zu bestimmten Zielen finden. Solche Unterlagen lassen sich auch selbst gestalten.

Blue-Bot

Ähnlich aufgebaut wie der Bee-Bot ist der Blue-Bot (120 Euro), ebenfalls aus dem Hause TTS. Er sieht mit seinem durchsichtigen Gehäuse futuristischer aus als sein Kollege. Auch ihn steuert man über Knöpfe am Rücken. Alternativ verwenden Nachwuchsprogrammierer die separat erhältliche Leiste (130 Euro): Hier platzieren sie Chips mit Pfeilen, die Richtungsanweisungen symbolisieren. Blue-Bot und Programmierleiste verbindet man per Bluetooth. Ein Klick auf den Go-Button an der Leiste startet den Robo.

Die Programmierleiste ist ein großer Vorteil: Während das Kind nach der Eingabe über die Tasten die Reihenfolge vielleicht wieder vergisst oder sich schlicht vertippt, hat es hier die Abfolge der Anweisungen direkt vor Augen. Das erleichtert es auch, Fehler aufzuspüren.

Falls Sie später zum Programmieren mit Bildschirm wechseln wollen, kann das Kind den Blue-Bot auch per kostenloser App übers Tablet steuern.

Cubetto

Primo Toys wendet sich mit dem Lernroboter Cubetto (220 Euro) an Kinder ab drei

Jahren. Wie bei der Leiste des Blue-Bots bleiben die Richtungsanweisungen jederzeit sichtbar: Den Weg des freundlich dreinschauenden Roboters im Holzgehäuse gibt man über eine Tafel vor. Entlang einer Linie, die die Ausführungsreihenfolge markiert, platziert das Kind unterschiedlich farbige Blöcke, die für Bewegungsbefehle stehen. Sobald es den Startknopf drückt, fährt der kleine Holzkasten-Roboter die festgelegte Strecke ab.

Für eine Tour des Cubetto kann man maximal zwölf Blöcke einsetzen. Wenn die Kinder vertraut mit dem Würfelchen sind, können sie zusätzlich zu vorwärts, rückwärts, links und rechts noch weitere Blöcke verwenden: Mit dem „Negation“-Block macht der Cubetto von der folgenden Anweisung das Gegenteil und der „Zufall“-Block führt zu einer zufälligen Bewegung. Schließlich gibt es noch einen Block „Funktion“: In die unterste Zeile der Tafel legt das Kind maximal vier Richtungsblöcke und diese führt der Cubetto aus, wenn im Haupt-Code der Funktionsblock liegt. Diese zusätzlichen Blöcke sind für jüngere Kinder schon sehr anspruchsvoll, können aber für etwas ältere Kinder einen deutlichen Mehrwert mitbringen.

Der Cubetto kommt samt einem Spielteppich mit quadratischen Feldern, über die er sich bewegen kann, und einem englischsprachigen Geschichtenbuch. Dieses

Der Holzroboter Cubetto wird über Blöcke auf einer Tafel gesteuert.



Bild: Primo Toys



Bild: MatataLab

Der MatataLab-Roboter bietet mit Funktionen und Schleifen einen tieferen Einstieg in Programmierlogik.

und weitere Bücher stehen auf der Hersteller-Website in deutscher Sprache zum Download bereit. Im mitgelieferten Buch hat Cubetto seinen ersten Schultag. Damit er zum Beispiel rechtzeitig in der Schule eintrifft, muss der Nachwuchs dem Robo den richtigen Weg gemäß der Anweisungen im Buch auf der Spielmatte zeigen. Es gibt zahlreiche Erweiterungssets (ab 30 Euro) mit Geschichtenbüchern und Matten, etwa zum Thema Weltraum oder Ozeane.

MatataLab

Wie beim Cubetto und beim Blue-Bot legt man beim MatataLab (150 Euro) den Code in Form von Blöcken mit Richtungsanweisungen auf ein „Control Panel“. Der zugehörige „Control Tower“ liest diese Anweisungen ein und überträgt sie zum MatataLab-Roboter, der die vorgegebenen Anweisungen abfährt. Zusätzlich zu einer Spielmatte als Unterlage liefert der Hersteller ein paar Hindernisse mit, die man auf der Matte platziert und die das Kind dann bei der Programmierung berücksichtigen muss.

Zu den üblichen Bewegungsanweisungen vorwärts, rückwärts, links und rechts kommen beim MatataLab weitere Möglichkeiten hinzu. Statt zum Beispiel drei Vorwärtsbausteine zu legen, um den Robo drei Felder über die Spielmatte zu bewegen, kann man auch nur einen Vorwärtsbaustein legen und unter diesen einen Ziffernbaustein mit einer Drei anpuzzeln – so wird der Befehl ebenfalls dreimal ausgeführt. Diese Variante lässt gestandene Programmierer an Parameter denken, die an Funktionen übergeben werden. Schleifen lernt das Kind ebenfalls kennen: Coding-Blöcke mit einem kreisförmigen Pfeil um ein Playbeziehungsweise Stoppsymbol kennzeichnen Beginn und Ende einer Schleife. An das Playsymbol kann man nun genauso wie an die Richtungskarten einen Ziffernblock unten andocken. Die gesamte Schleife wird

dann so oft ausgeführt, wie es der Ziffernblock vorgibt.

Ähnlich wie beim Cubetto können Kinder Funktionen definieren. Ein gelber Baustein, der mit „fn“ beschriftet ist, markiert den Beginn der Funktionsdefinition. Die darauffolgenden Richtungsanweisungsblöcke entsprechen dem Inhalt der Funktion. Die Definition landet in der letzten Reihe des Panels. Der Haupt-Code beginnt oben. So bleiben beide Elemente auf den ersten Blick voneinander getrennt und auch junge Kinder behalten den Überblick. Um die Funktion im Haupt-Code aufzurufen, setzt man einen gelben Stein ein, der mit einem eingekreisten „fn“ beschriftet ist. Mit solchen Funktionsdefinitionen modularisieren Kinder ihren Code: Sie basteln einen wiederverwendbaren Code-Teil und rufen diesen an mehreren Stellen auf.

Mit der Kombination von Parametern, Schleifen und Funktionen ist schon einiges möglich, sodass Kinder komplexe Aufgaben lösen können. Zusätzlich zu den nützlichen Coding-Blöcken gibt es Spaßkarten: Tauchen diese im Code auf, spielt der Roboter ein Lied oder tanzt. MatataLab liefert eine Spielmatte und drei Aufgabenhefte samt Lösungen mit.

Botley

Den kleinen Botley (70 Euro) mit den großen Augen steuert man per Fernbedienung: Eine Reihenfolge von Befehlen für vor-

wärts, rückwärts, rechts, links gelangt per Knopfdruck zum Roboter, der diese dann ausführt. Der Clear-Button löscht die programmierte Bewegungsabfolge und man kann eine neue eingeben. Außerdem gibt es einen Loop-Button: Drückt man ihn einmal, gibt man eine Bewegungsabfolge ein und drückt man ihn erneut, wiederholt der Robo den Schritt oder die Schrittsequenz. Außerdem kann man dem Botley Arme verpassen, mit denen er auf seiner Route Dinge einsammeln und transportieren kann.

Über den eingebauten Objekterkennungssensor erkennt der Robo, wenn sich Hindernisse direkt vor ihm befinden. Der Nachwuchs kann eine Standardbewegungsabfolge über die Fernsteuerung eingeben, die Object-Detection-Taste drücken und anschließend eine weitere Bewegungsabfolge eingeben. Der Botley macht sich dann auf den Weg und arbeitet die Standardabfolge ab. Falls er unterwegs auf ein Hindernis trifft, führt er die alternative Bewegungsabfolge aus, bevor er die ursprüngliche zu Ende bringt. Mit dieser Funktion lernen Kinder das Grundprinzip bedingter Anweisungen, also if-then-Strukturen, kennen: Der Botley prüft beständig, ob eine Bedingung erfüllt ist. Wenn das der Fall ist, führt er bestimmten Code aus, wenn nicht, dann anderen.

Der Botley kommt mit einem Kartenset gedruckter Richtungsanweisungen. Das hilft dem Kind, den Überblick über die programmierte Route zu behalten: Es kann sich erstmal die Route überlegen und die Richtungskärtchen in die passende Reihenfolge legen. Die Karten kann es dann abtippen, also dem Botley die entsprechenden Befehle per Fernbedienung mitgeben. Läuft etwas nicht wie geplant, kann es anhand der Kartenreihenfolge debuggen.

Im Vergleich zu den Programmierleisten gibt es dabei aber eine zusätzliche Fehlerquelle: Es kann sein, dass die Karten in der richtigen Reihenfolge liegen, aber man die Informationen nicht korrekt überträgt. Der Roboter macht also nur wegen eines

Der Botley-Roboter kommt mit Objekterkennungssensor und schult in Wenn-dann-Logik.



Bild: learning resources



Bild: Ozobot

Der Linienverfolger Ozobot reagiert auf Farbcodes.

Tippfehlern nicht, was er soll – auch das ist ein Problem, das jedem erwachsenen Programmierer bekannt sein dürfte. Im Zweifelsfall sollte der Nachwuchs lieber die Richtungsreihenfolge noch einmal neu eingeben.

Ein weiteres Bonbon des Botley ist sein Linienmodus: Ist dieser aktiviert, folgt der Roboter einer Linie, die auf dem Untergrund eingezeichnet ist. Solche Li-

nien kann man selbst zeichnen oder die im Coding-Robot-Activity-Set enthaltenen zusammenpuzzelbaren Platten verwenden.

Ozobot Evo

Genau wie die bisher vorgestellten Roboter bewegt sich auch der Ozobot Evo (140 Euro) durch den Raum – allerdings zu Richtungsanweisungen, die er nicht über Tas-

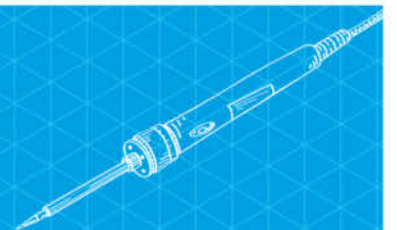
ten oder Blöcke erhält, sondern über auf den Untergrund gezeichnete Linien. Anders als beim Botley, ist die „Linien-Programmiersprache“ für den Ozobot weiter gefasst, denn er reagiert auch auf Farbcodes. Das erweitert seine Einsatzmöglichkeiten.

Der Ozobot verfolgt die auf dem Untergrund eingezeichnete Linie. Zusätzlich erfassen die Farbsensoren auf der Unterseite die Farbe. Ist die Linie rot oder grün, leuchtet während seiner Fahrt eine farbige LED. Unterbricht man beispielsweise eine schwarze Linie und zeichnet mit verschiedenen farbigen Filzstiften kurze Stücke anderer Farben in die Linie, erkennt der Ozobot diese Farbcodesequenzen und reagiert darauf mit seinen Bewegungen und leuchtenden LEDs. Je nach Farbcodesequenz erfolgt eine andere Reaktion, er wird etwa schneller oder langsamer, wendet oder dreht er sich auf der Stelle.

Genau wie auch bei Robotern, denen man Richtungsanweisungen über Tasten oder Blöcke übergibt, lernt das Kind hier

Make:

DAS KANNST DU AUCH!



2× Make testen und über 9 € sparen!

Ihre Vorteile:

- ✓ **GRATIS dazu:** Make: Tasse
- ✓ **Zugriff auf Online-Artikel-Archiv***
- ✓ Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

Für nur 16,10 € statt 25,80 €

* Für die Laufzeit des Angebotes.

Jetzt bestellen:

make-magazin.de/miniabo

GRATIS!



das EVA-Prinzip (Eingabe, Verarbeitung, Ausgabe) kennen: Als Eingabe bekommt der Roboter eine Linie, diese Eingabe verarbeitet er und reagiert mit seiner Ausgabe: Bewegung im Raum. Auch beim Ozobot lernt das Kind, Wege zu planen und in die Sprache des Roboters zu übersetzen, also exakte Befehle per Linie zu geben.

Den Ozobot kann man optional auch mit Bildschirm einsetzen: Er fährt auch Linien ab, die man in der App einzeichnet. Außerdem lässt er sich mit einer einfachen Blockprogrammiersprache bedienen.

„Ich lerne programmieren“-Lernspiel

Bisher ging es um Roboter, die man über Bewegungsanweisungen durch den Raum schickt. Es gibt jedoch auch Spiele, die ohne Robo auskommen. Einige verzichten sogar auf das Bewegungsprinzip und setzen stattdessen auf andere Formen der Informationsverarbeitung.

Das „Ich lerne programmieren“-Lernspiel (20 Euro) von Jumbo funktioniert ähnlich wie Roboter. Das Spiel ist ein kleiner Koffer, klappt man ihn auf, kann man in die obere Hälfte eine von 20 Rätselkarten einstecken. Aufgabe ist es, einen Spielzeugaffen zum Bananenziel zu lotsen. In der unteren Hälfte des Koffers liegen dafür Blöcke mit Richtungsanweisungen. Diese muss der Nachwuchs passend zur Rätselkarte auf eben dieser in der richtigen Reihenfolge platzieren. Das funktioniert immer nur mit dem jeweils passenden Codierungsblock – so merkt das Kind unmittelbar, wenn es eine falsche Anweisung legen will. Die Äffchen-Spielfigur klappert die gelegten Bewegungsinformationen nicht von selbst ab.



Bild: Jumbo Spiele

Ich lerne programmieren – ganze ohne Stromverbrauch: Wie kommt die Affen-Spielfigur zur Banane?

Das übernimmt der Nachwuchs, indem er die Figur gemäß der Anweisungen übers Spielbrett schiebt. Eine schöne Möglichkeit, gemeinsam zu spielen: Einer programmiert, einer setzt es um.

Spielset „Programmierteam“

Beim Spielset „Programmierteam“ (Let's Go Code Activity Set), 48 Euro, von Learning Resources übernimmt ein Kind die Rolle des Roboters und bewegt sich durch den Raum. Dafür braucht man etwas Platz: Zunächst legen die Kinder einen Parcours aus Matten auf dem Boden aus. Eine Matte markieren sie dabei als Startmatte, die letzte Ziel. Zwei Kinder spielen im Team: ein „Geher“ und ein „Programmierer“. Der Geher stellt sich zu Beginn auf den Startpunkt. Der Programmierer legt dann Programmierkarten mit Richtungsanweisungen (geradeaus, links, rechts) vor sich aus. Das Geher-Kind arbeitet diese Befehle ab und bewegt sich den Richtungsanweisungen entsprechend durch den Mattenparcours.

Fehler im Programm zeigen sich daran, dass der Geher vom Weg abkommt. Die Kinder überlegen sich gemeinsam, welche Programmierkarten richtig und welche falsch sind. Der Programmierer korrigiert seinen Code. Der Schwierigkeitsgrad lässt sich durch zusätzliche Aktionskarten erhöhen, sodass etwa das Geher-Kind bestimmte Matten nicht betreten darf.

Coding Pixel

Beim Coding-Pixel-Legespiel (99 Euro) von Wehrfritz aus der Digital-Starter-Reihe legt der Nachwuchs farbige Holzklötze in einen Rahmen. Die Anweisungen stehen auf verschiedenen Spielkarten und lauten etwa: „ein blauer Klotz, zwei rote, sechs gelbe“ und so weiter. Für jede Reihe im Rahmen gibt die Karte solche Anweisungen. Hat das Kind diese vollständig und richtig abgearbeitet, ergeben die farbigen Holzklötze zusammen ein Bild. Bei diesem Spiel lernen Kinder anschaulich, wie ein Computer Befehle für die grafische Darstellung auf dem Bildschirm arbeitet, um Bilder Pixel für Pixel aufzubauen.

Auf der Rückseite der Anweisungskärtchen ist das richtige Bild abgebildet. Wenn der Vergleich zeigt, dass das selbst gebaute Bild mit diesem übereinstimmt, hat der Nachwuchs alles richtig gemacht. Sonst geht es ans Debuggen: Wo weichen die Bilder voneinander ab, welche Anweisungen hat das Kind also fehlerhaft aus-



Bild: learning resources

Programmierteam (Let's Go Code): Ein Kind bewegt sich nach Anweisungen des Programmierers über das Spielfeld.

geführt? Je nach Schwierigkeitsgrad des Anweisungskärtchens sind die Bilder unterschiedlich komplex.

Turing Tumble

Der Turing Tumble (75 Euro) ist ein murmelbetriebener Computer: Wie bei einer Murmelbahn legt man oben auf ein fast senkrecht stehendes „Computer Board“ Murmeln, die ihren Weg über das Board zu einer Auffangleiste am unteren Ende finden. Dabei lässt das Board immer abwechselnd eine blaue und eine rote Murmel durchlaufen. Man platziert einzelne Steckteile auf dem Brett, die dann den Weg der Murmeln bestimmen. Rampen leiten die Kugel zum Beispiel nach rechts oder



Bild: Turing Tumble

Mit dem Turing Tumble lässt sich Computerlogik verstehen.



Bild: Wehrfritz

Pixel für Pixel Bilder aufbauen mit Coding Pixel.

nach links weiter. Crossovers lassen eine Kugel, die von rechts oben kommt, nach links unten weiterlaufen und Kugeln, die von links oben kommen nach rechts unten. Bits merken sich einen Zustand: Sie lassen eine Kugel je nach Zustand nach rechts oder nach links weiterlaufen. Jedes Mal, wenn eine Murmel passiert, ändert sich ihr Zustand. Interceptors brechen den Weg einer Murmel ab – sie kommt dann nicht unten am Board an. Außerdem können sich die Murmeln noch durch Geflechte von Zahnrädern bewegen. Sind alle Murmeln über das Board gelaufen, liegen sie in einer bestimmten Reihenfolge in der Auffangleiste.

Der Turing Tumble bringt ein Aufgabenheft mit Logikrätseln mit. Ein Rätsel zeigt jeweils eine Ausgangsanordnung von Steckteilen, die man auf dem eigenen Board nachbaut. Dazu gibt es einen vorgegebenen Satz weiterer Steckteile, die man für die Lösung eines Rätsels verwenden darf. Schließlich gibt die Aufgabe vor, wie die unten angekommenen Murmeln angeordnet sein sollen, zum Beispiel immer abwechselnd eine rote und eine blaue. Weicht die eigene Lösung von der Vorgabe ab, geht es wie üblich an die Fehlersuche.

Kinder lernen so, wie Rechner funktionieren: im Prinzip wie diese Murmelbahn, nur viel schneller und komplexer. Genauso wie elektronische Verschaltungen im Rechner miteinander verknüpft sind, sind es hier die verschiedenen Steckteile. Und genauso wie verknüpfte elektronische Schaltungen zu verschiedenen Ausgaben führen, ergeben auch Steckteilverknüpfungen verschiedene Ausgaben – eben die Murmel-Reihenfolgen.

Fazit

Lernspiele gibt es in einer ganzen Bandbreite von etwas knifflig bis sehr knifflig. Die Ausführungen sind vielfältig und für viele Geschmäcker passend: Egal, ob man lieber Robotern zuschaut, die vorgegebene Richtungsanweisungen ausführen, farbige Klötzchen in einen Holzrahmen puzzelt oder komplexe Logikrätsel am Murmelrechner löst.

Wie viele Befehle man auch immer umgesetzt haben mag, am Ende kommt kein fertiger Programmierer heraus. Das ist auch gar nicht der Anspruch der Spiele. Im Vordergrund steht der Spaß, Dinge selbst zu machen, anzufassen, zu beobachten und zu tüfteln. Eine kleine Anmerkung aus Erfahrung: Vergessen Sie nicht, die Kinder auch mal mitspielen zu lassen!

(abr@ct.de) **ct**

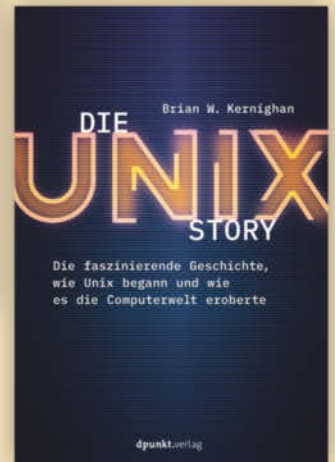
Dieser Artikel erschien ursprünglich auf Heise+.

Links zu den Hersteller-Websites: ct.de/y3mt

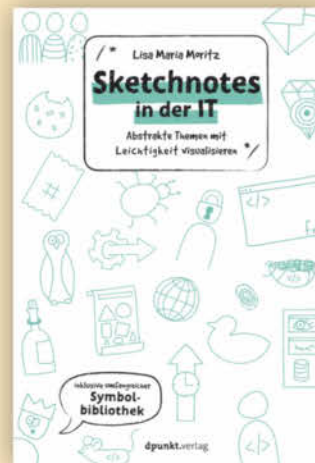
dpunkt.geschenkideen



124 Seiten · 16,95 €
ISBN 978-3-86490-869-9



254 Seiten · 24,90 €
ISBN 978-3-86490-778-4



176 Seiten · € 22,90 (D)
ISBN 978-3-86490-830-9



254 Seiten · 24,90 €
ISBN 978-3-86490-825-5



384 Seiten · 26,90 €
ISBN 978-3-86490-876-7





Ausgeklebt

Sieben Post-it-Programme für Windows im Test

Die bunten Klebezettelchen für die Schnell-mal-eben-Notizsterben nicht aus. Wir haben eine Reihe digitaler Nachbildungen geprüft, die teils deutliche Vorteile bieten. Eine steckt sogar schon in Windows.

Von Stefan Wischner

Ende der 1970er Jahre erfand der im US-Unternehmen 3M tätige Dr. Spencer Silver rückstandslos ablösbaren Klebstoff. Sein Kollege Art Fry kam auf die Idee, ihn für kanariengelbe Notizzettelchen zu verwenden. Beide ahnten sicher nicht, dass noch 40 Jahre später bunte Post-it-Haftnotizen die Monitor- und Tastaturgehäuse zahlloser Bürorechner verzieren sollten.

Dass das trotz leistungsfähiger Notizprogramme für PCs und Mobilrechner so ist, liegt nicht zuletzt daran, dass Evernote, OneNote, Joplin, Notion und wie sie alle heißen zwar tolle Informationsmanager sind, aber viel zu sperrig, um beim Telefonat mal eben einen Namen oder eine Telefonnummer festzuhalten.

Das dachten sich auch zahlreiche (oft Hobby-) Programmierer. Sie bemühten sich, eine möglichst akkurate digitale Klebezettelnachbildung zu entwickeln und ihr eine ordentliche Portion zusätzlichen Nutzwert einzupflanzen. Die Programme wollen dabei gar nicht mit ausgewachsenen Notizprogrammen der Evernote-Liga konkurrieren, sondern vor allem nah am Post-it-Vorbild bleiben. So ist es auch nicht tragisch, dass zum Beispiel auf Verschlüsselungsoptionen weniger Wert gelegt wird. Auf einen echten Klebezettel gehören ja auch keine Bankverbindungen, Kreditkarten-PINs oder Passwörter. Auch auf Mobilversionen mit Datensynchronisierung muss man bei

allen Testkandidaten verzichten außer bei einem.

Wir haben uns sieben Klebezettel-Apps näher angesehen: Das schon in Windows enthaltene „Kurznotizen“ von Microsoft, die uneingeschränkt kostenlosen 7 Sticky Notes, DesktopNoteOK, Hott Notes, Simple Sticky Notes sowie Stickies und das 30 US-Dollar teure Notezilla.

Um ihren papiernen Konkurrenten den Rang abzulaufen, sollten digitale Notizzettel dieselben Vorteile besitzen und gleichzeitig mehr können. Zuerst müssen sie genauso schnell und beiläufig zur Hand gehen wie der auf dem Schreibtisch liegende Post-it-Block mit dem griffbereiten Kugelschreiber daneben.

Dazu halten wir es für wichtig, dass sich eine neue Notiz mit einem einfachen Tastendruck anlegen lässt – am besten mit nur einer Hand, weil die andere vielleicht einen Telefonhörer hält. Die zugehörige Tastenkombination muss global gültig sein – also von jedem beliebigen Programm aus funktionieren und sich zudem konfigurieren lassen. So kann man Konflikte mit den Tastenkürzeln von Windows und den benutzten Anwendungsprogrammen verhindern. Diese Anforderung erfüllen nur zwei Testkandidaten nicht. Ausgerechnet das Windows-eigene Kurznotizen-Programm bietet zwar einen Shortcut (Strg+N) für neue Notizen, der lässt sich aber weder ändern noch wirkt er global. Er funktioniert nur, wenn ein Notizfenster oder die Kurznotizen-Liste den Fokus hat. Und DesktopNoteOK lässt sich ausschließlich per Maus steuern.

Ein Klick zu viel

Drei der Programme erfordern, dass man bestehende Notizen nur bearbeiten kann, wenn man sie zuerst in einen Edit-Mode versetzt und dann mit einem Speichern-Befehl abschließt. Bei 7 Sticky Notes muss man dazu einen Button anklicken – also doch wieder ein Griff zur Maus. Notezilla und Hott Notes akzeptieren auch ein Tastenkürzel; bei Notezilla ist das jedoch die Esc-Taste – ungewöhnlich und wenig intuitiv. Die anderen vier Kandidaten kommen ohne diese Umstände aus. Man klickt einfach in die Notiz und schreibt. Gespeichert wird automatisch. Das geht wesentlich leichter von der Hand.

Platzmangel

Prinzipbedingt sind Klebezettel aus Papier gegenüber ihren digitalen Pendanten in einer Hinsicht klar im Vorteil: Sie lassen

sich an den Rand des Monitors pappen, wenngleich dieser Vorteil durch die immer schmaler werdenden Bildschirmrahmen langsam verschwindet. Digitale Notizen müssen hingegen dahin, wo man einen Klebezettel sicher nicht haben will: auf die Arbeitsfläche.

Sollen die Notizfensterchen genau wie Papiernotizen immer im Blick bleiben, benötigen Sie ständig Platz, der anderen Anwendungen dann fehlt. Manche davon, etwa Textverarbeitung, Code-Editor oder Webbrowser, brauchen zwar nicht unbedingt die gesamte Breite üblicher Monitore im 16:9- oder 16:10-Format und könnten sich durchaus etwas schmal machen. Arbeitet man jedoch grundsätzlich lieber mit Vollbildfenstern oder braucht die gesamte Breite für eine Tabellenkalkulation oder ein Grafikprogramm, muss das Dilemma anders gelöst werden. Die Post-it-Programme bieten dazu mehrere Lösungen an:

Fast alle erlauben es, einzelne oder alle Notizen permanent im Vordergrund zu halten. So werden sie auch von darüber liegenden Anwendungsfenstern nicht verdeckt. Damit sie dann ein bisschen weniger stören, kann man sie teiltransparent machen. In den Einstellungen lässt sich zudem festlegen, dass auch neu angelegte Notizen automatisch im Vordergrund bleiben. Um vor allem bei sehr vielen Notizen Platz zu sparen und weniger störend zu wirken, lassen sich Notizfenster zudem einklappen, wobei das jeweilige Fenster auf die Titelzeile reduziert wird.

Die einzige unrühmliche Ausnahme ist wieder Microsofts Kurznotizen-App. Sie

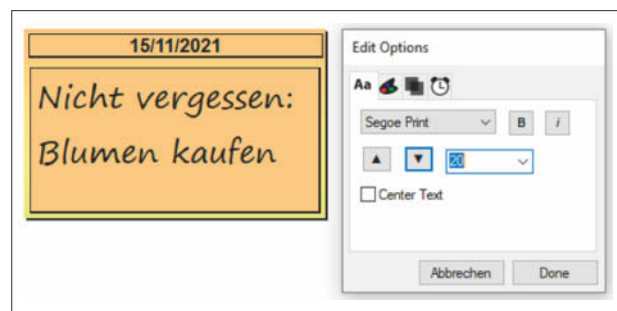
bietet weder Transparenz noch Einklapp- oder Immer-im-Vordergrund-Funktionen. Ein wenig wird das dadurch kompensiert, dass nur bei diesem Tool alle Notizzettel nebeneinander als Vorschau angezeigt werden, wenn man mit dem Mauszeiger über das Taskleistensymbol fährt.

Eine besonders kluge Idee steckt in Notezilla und Stickies: Einzelne Notizen lassen sich bestimmten Anwendungsfenstern zuordnen und werden nur dann sichtbar, wenn die zugehörige Anwendung im Vordergrund ist.

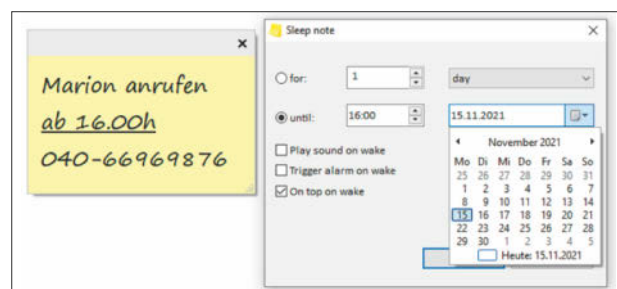
Post-it plus

Hat man sich an die doch etwas andere Handhabung gewöhnt und das Platzproblem umgangen, kann man sich an den zahlreichen Vorteilen der digitalen Klebezettel erfreuen. Einer davon ist die Größe der Notizen, die auch längere Inhalte ermöglicht, ohne unleserlich klein schreiben oder einen neuen Zettel anfangen zu müssen. Man zieht das Notizfenster entweder auf die gewünschte Größe oder man lässt es klein und nutzt die dann erscheinenden Scroll-Balken.

Dazu kommt, dass die Notizzettel bei den meisten Programmen außer reinem Text auch andere Inhalte wie Bilder oder anklickbare URLs enthalten können. Einzige Ausnahme ist DesktopNotesOK, das beides nicht kann. Hott Notes akzeptiert keine Bilder, aber immerhin URLs. Da sich bei allen auch Inhalte aus anderen Programmen per Zwischenablage übertragen lassen, kann man die Notizzettel auch als Multi-Clipboard nutzen, um zum Beispiel



Bei einigen Programmen (im Bild Hott Notes) lassen sich Notizen nur bearbeiten, wenn man sie zuerst in einen Edit-Modus versetzt. Abschließend müssen sie per Mausklick oder Tastendruck gespeichert werden.



Manche Programme (im Bild: Stickies) können Notizzetteln eine Erinnerungszeit zuweisen und damit als eine Art Mini-Terminplaner fungieren.

mehrere Textschnipsel zwischenzuspeichern.

Terminplaner light

Nicht selten notiert man auf einem Post-it-Zettelchen einen anstehenden Termin – zum Beispiel einen gerade per Telefon angemeldeten Friseurbesuch. Nicht jeder nutzt dazu ein Terminplanerprogramm wie Outlook oder den Google Kalender oder möchte private Termine mit beruflichen vermischen. Einige der Notizprogramme im Test erlauben terminierte Notizen, die zu einer angegebenen Zeit Alarm schlagen, die meisten akustisch. 7 Sticky Notes lässt das Notizfenster dazu auffällig auf dem Bildschirm herumzapeln. Es bietet zudem zusammen mit Notezilla und Stickies eine Abwandlung der Alarm-Notiz: Notizfenster lassen sich bis zu einem eingegebenen Zeitpunkt „schlafen legen“. Sie bleiben dann unsichtbar und werden erst bei Fälligkeit angezeigt. DesktopNoteOK und Microsoft Kurznotizen haben keine der beiden Optionen.

Kampf der Zettelflut

Manche Entwickler haben sich viele Gedanken darüber gemacht, wie man große Notizsammlungen organisiert und einen bestimmten Inhalt schnell wiederfindet, auch wenn der virtuelle Zettel gerade nicht sichtbar ist.

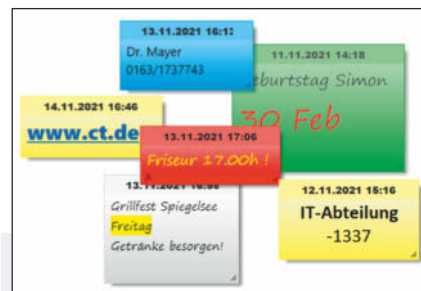
Die meisten Programme bieten dafür zumindest ein eigenes Fenster mit einer Liste aller existierenden Notizen (MS

Kurznotizen, Hott Notes). In manchen steckt ein umfassender Organizer mit Inhaltsvorschauen, Batch-Operationen und weitergehenden Organisationsmöglichkeiten. Die funktionsreichsten bieten Notezilla und 7 Sticky Notes.

Wer Klebezettel aus Papier organisieren und kategorisieren will, nutzt dazu normalerweise verschiedene Papierfarben. Das erlauben auch alle Programme im Test bei unterschiedlich großer Farbauswahl, teils auch mit Designspielereien wie Farbverläufen oder grafischen Hintergründen. Manche Tools fügen eine weitere Organisationsebene abseits der Farben hinzu, wenn auch mit leicht unterschiedlichen Ansätzen. Während Notezilla und Stickies auf klassische Schlagwörter (Tags) setzen, lassen sich Notizen in 7 Sticky Notes und Simple Sticky Notes in Ordner einsortieren.

Das Leben echter Klebenotizen ist endlich. Das Ende beginnt zumeist damit, dass das Zettelchen aufgrund der Umgebungsbedingungen beginnt, sich aufzurollen, dann seine Klebewirkung verliert und ständig herunterfällt. Die digitale Version kann auch vor einem unbedachten Wegwerfen geschützt werden – wenn es denn eine Backup- oder Exportfunktion gibt. Letztere überträgt die Notizsammlung auf den Zweitcomputer, was dem Umhängen von Papierzetteln entspricht, aber bei vielen Notizen mühsam wäre.

Auf eine Verschlüsselungs- und Passwortfunktion verzichten fast alle. Klar, die echten Post-it-Zettel kleben ja auch für



7 Sticky Notes

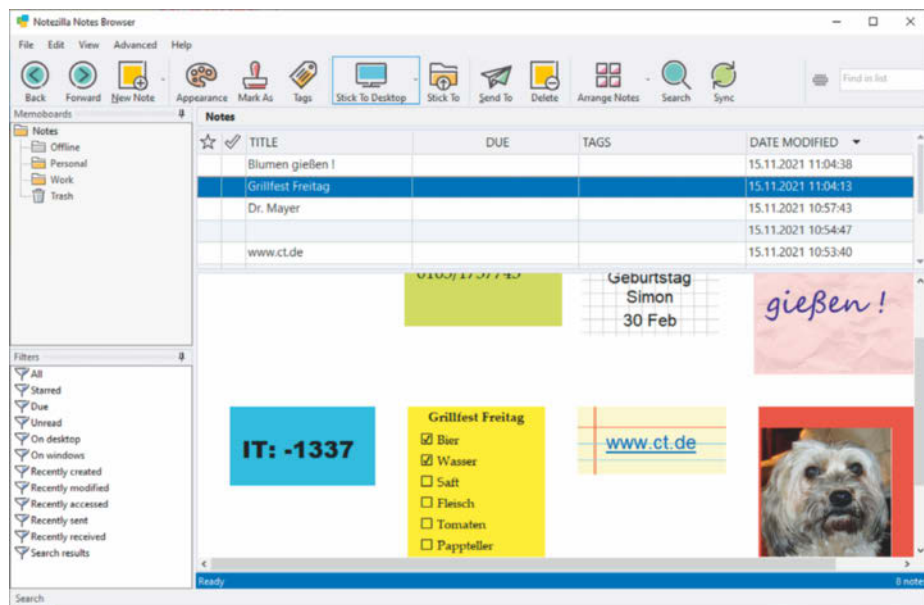
Das gut acht Jahre alte 7 Sticky Notes ist vollständig in Visual Basic geschrieben, was man den etwas altbackenen Menüs und Dialogen ansieht. Die Notizzettel selbst sehen mit ihrem milden Farbverlauf hingegen recht peppig aus. Die wichtigsten Funktionen lassen sich per Tastatur steuern und die global wirkenden Shortcuts mit bis zu zwei Umschalttasten frei konfigurieren.

Neben den sieben voreingestellten und individuell anpassbaren Hintergrundfarben bietet 7 Sticky Notes eine zusätzliche Form der Kategorisierung: Man kann Notizen in unterschiedliche Ordner verschieben, bei 7 Sticky Notes „Desktop“ genannt. Ein Tastendruck zeigt die einem bestimmten Desktop zugeordneten Notizen an, während der übrige Bildschirminhalt abgedunkelt wird.

Die umfangreichen Einstelloptionen erlauben zahllose Detailanpassungen und fördern manch interessante Funktion zutage, etwa die Möglichkeit mehrstufiger Passwortsicherungen. Nicht alles erschließt sich sofort, auf der Herstellerwebseite gibt es aber eine ausführliche Dokumentation. Gut gefällt uns der Notizmanager, der ähnlich einem Mailprogramm mit Navigationsbaum, Notizliste und Vorschaubereich aufgebaut ist. Etwas verzettelt hat sich der Entwickler nur mit der komplizierten Eingabemaske für die Suchfunktion.

Es gibt die Möglichkeit, Notizen mit anderen Rechnern über einen Cloudspeicher der Wahl zu synchronisieren. Das klappt auch mit eigenen Servern, involviert eine spezielle Kopie der Datenbankdatei und ist auf der Herstellerwebseite gut beschrieben.

- ↑ viele Funktionen
 - ↑ guter Notizmanager
 - ↓ etwas altbackene Oberfläche
- Preis: kostenlos



Ein integrierter Organizer hilft beim Umgang mit größeren Notizsammlungen. Den umfangreichsten bietet Notezilla.



DesktopNoteOK

DesktopNoteOK beschränkt sich auf wenig Funktionen, enthält aber ein paar gute Ideen. So besitzt jede Notiz einen ständig sichtbaren Anpinn-Button, mit dem sie sich immer im Vordergrund halten lässt. Auch die Transparenz kann man entweder global für alle Notizen oder für jedes Zettelchen individuell einstellen.

Es gibt keinen Organizer, sondern nur ein Hauptfenster, das als Setup-Dialog fungiert und ein paar Einstellungen für neu angelegte Notizzettel erlaubt. Letztere wählt das Programm optional zufällig aus. Den Zetteln lässt sich nachträglich eine beliebige Farbe zuweisen. Immerhin findet sich in diesem Fenster eine Liste aller Notizen, wengleich sehr versteckt in einem Pulldown-Menü. Diese Liste erreicht man auch über das Symbol in der Benachrichtigungsleiste. Such-, Organisations-, Backup- und Export-Funktionen fehlen. Das Programm speichert alle Notizen gesammelt in einer INI-Datei, die sich einfach sichern oder auf einen anderen Rechner kopieren lässt.

Dieser Minimalismus sorgt für ein schlankes, leicht bedienbares und schnelles Programm, das der Windows-eigenen Lösung immer noch einiges voraus hat. Leider hat der Entwickler auch an ein paar wichtigen Stellen gespart. So werden Notizen per Kontextbefehl ohne Sicherheitsabfrage und ohne Zwischenlagerung in einem Papierkorb geschreddert. Was wir aber am meisten vermissten, ist ein Tastenkürzel, um eine neue Notiz anzulegen. DesktopNoteOK ist konsequent auf Mausbedienung ausgelegt.

- 🟢 einfach und übersichtlich
- 🔴 wenige Funktionen
- 🔴 nur Mausbedienung

Preis: kostenlos



Hott Notes

Das schon etwas betagtere Freeware-Programm strotzt nicht gerade vor Funktionsvielfalt, lässt sich dafür aber einfach bedienen und anpassen. Die beiden wichtigsten Funktionen ruft man mit frei definierbaren und global wirksamen Hotkeys auf: eine neue Notiz anlegen und wahlweise alle verdeckten Zettel in den Vordergrund bringen oder den Note-Desktop aufrufen. Das ist eine besondere Darstellung, die den gesamten Bildschirminhalt verdunkelt und nur alle Notizen darauf deutlich hervorhebt. Etwas übertrieben wirken die Soundeffekte beim Anlegen und Löschen von Notizen. Sie lassen sich aber abstellen.

Hott Note bietet eine automatische Backup-Funktion mit Versionierung. Die dabei entstehenden XML-Dateien kann man an einem frei wählbaren Speicherort ablegen.

Hott Notes ist das richtige Programm, wenn man es bunt mag. Notizen können Hintergründe aus der gesamten Palette bekommen, sogar mit Verlauf zu einer beliebigen zweiten Farbe. Bis zu vier vordefinierte Farb- und Schriftkombinationen kann man als schnell abrufbare „Themes“ abspeichern. Zudem sind Notizen mit Checkboxes zum Ankreuzen möglich und welche mit einer einfachen Zeichenfunktion für Tablets mit Stift – das sind jedoch Spezialtypen, die man nur über das Kontextmenü des Programmsymbols im Windows-Benachrichtigungsbereich erzeugen kann. Das separate Organizerfenster ist nur eine Liste, in der sich Notizen markieren und gesammelt ein- und ausblenden oder löschen lassen. Eine Suchfunktion fehlt leider.

- 🟢 kompakt und einfach
- 🟢 hilfreiche Backup-Funktion
- 🔴 wenige Funktionen

Preis: kostenlos



Microsoft Kurznotizen

Microsoft hat seine „Kurznotizen“-App seit Windows 7 für Windows 10 und 11 etwas modernisiert. Ihr Funktionsumfang ist, nett ausgedrückt, überschaubar. Für die Notizzettel stehen sieben Hintergrundfarben zur Auswahl; Schriftart und -größe sind vorgegeben und lassen sich nicht verändern. Eine Schaltflächenleiste am unteren Rand der Notizfenster enthält ein paar Formatierungsoptionen (fett, unterstrichen, Punktliste), verschwindet aber, wenn der Zettel zu klein ist. Eine Transparenzfunktion oder eine Option, Notizen im Vordergrund zu halten, sucht man ebenso vergeblich wie Backup- oder Exportmöglichkeiten.

Es gibt zwar eine Art Organizer, das ist jedoch nur eine wenig übersichtliche und fest nach dem Erfassungsdatum sortierte Notizenliste, immerhin mit einer Suchfunktion. Ärgerlich: Die wichtigsten Programmfunktionen lassen sich zwar per Tastenkürzel aufrufen. Diese gelten aber nicht global, sondern sind nur aktiv, wenn entweder das Notizenlistenfenster oder ein digitaler Notizzettel den Fokus haben.

Verbindet man Kurznotizen mit einem Microsoft-Konto, werden die Notizen zwischen Windows-Rechnern mit demselben Account synchronisiert. Gleichzeitig landen sie auch im Outlook-Notizen-Bereich desselben Kontos und – falls vorhanden und ebenfalls mit dem Konto verbunden – in OneNote. Beides ist nicht abschaltbar. Das Angebot beim ersten Start des Programms, sich mit einem MS-Konto anzumelden, kann man aber durch Schließen des Fensters ablehnen.

- 🟢 in Windows vorinstalliert
- 🔴 keine anpassbaren Shortcuts
- 🔴 sehr wenige Funktionen

Preis: kostenlos



Notezilla

Notezilla ist vollgepackt mit Funktionen, die teils weit über ein einfaches Notizzettel-Tool hinausgehen. Das lässt sich der Hersteller bezahlen; als einziges Programm in diesem Test ist Notezilla nicht kostenlos. Für die synchrone Nutzung auf mehr als einem Rechner und die Versorgung mit neuen Versionen braucht man sogar ein Abo. Dafür hat das Programm alles, was man sich wünschen kann. Es gibt frei belegbare Hotkeys, Transparenz und Immer-im-Vordergrund-Funktionen, Einklappen und Verstecken, Bearbeitungssperre, Alarmer, Tags und sehr viel mehr.

Fürs Auge bietet Notezilla außer freier Farbwahl auch grafische Skins für die Notizen, etwa kariertes oder zerknittertes Papier. Notizen lassen an ein beliebiges Anwendungsfenster andocken. Sie werden dann nur angezeigt, wenn das jeweilige Fenster im Vordergrund ist.

Ein Highlight ist der potente Organizer. Er erlaubt die Verwaltung von Notizen mit Ordern und Filtern und dient auch als übersichtliche Pinnwand mit einer Kopie aller Notizzettel.

Einige Nicklichkeiten trüben den Spaß: Notizen werden nach der Bearbeitung wenig intuitiv per Esc-Taste gespeichert, der Schriftenauswahl fehlt eine Font-Vorschau, und eine pixelgenaue Positionierung der Notizfenster wird durch ein unsichtbares Raster verhindert.

Es gibt auch mobile Notezilla-Apps für Android und iOS, die sich mit der Windows-Version über einen vom indischen Hersteller betriebene Cloudspeicher synchronisieren. In der Datenschutzerklärung ist die Rede von einer Übertragung in die USA.

- ↑ großer Funktionsumfang
 - ↑ mobile Apps verfügbar
 - ↓ teuer
- Preis: 30 US-Dollar



Stickies

Stickies ist ein Programm in erfrischend modernem Design. Neben einer gefälligen Bedienung bietet es einige Besonderheiten, wie zum Beispiel eine Schnappschuss-Funktion, mit der sich Bildschirmbereiche abfotografieren und direkt in eine Notiz übertragen lassen. Interessant ist auch die Möglichkeit, Notizen zu Stapeln zusammenzufassen und diese zu benennen. Neben einer optionalen Synchronisation zwischen Geräten, auch über eigene Server, kann man Notizen wie mit einem Messenger über das LAN direkt zu anderen Rechnern schicken. Es gibt einen Passwortschutz mit Verschlüsselung, Notizen mit Erinnerungsfunktion und solche, die erst zu einem definierten Zeitpunkt sichtbar werden, eine Kategorisierung mit Tags, einen Organizer mit vielen Filteransichten und frei bestimmbare globale Hotkeys.

Arbeitet man sich durch die Einstellungsdialoge, findet man sehr viele Stell-schrauben. Zum Beispiel lassen sich acht Grund-Designs definieren, Startposition und bei Mehrmonitor-Betrieb derjenige für neue Notizen bestimmen und vieles mehr. Wenn man es verspielt mag, lädt man Skins von der Webseite, die den Notizfenstern zum Beispiel das Aussehen von macOS oder Windows Vista verleihen oder sie mit einer Büroklammer versehen. Auch an eine automatische und manuelle Backup-Funktion mit freier Wahl des Speicherziels wurde gedacht.

Die Entwickler haben es trotz der vielen Funktionen und Einstellmöglichkeiten geschafft, die Bedienung simpel und eingängig zu halten.

- ↑ Viele gute Funktionen
 - ↑ sehr weitgehend anpassbar
 - ↑ trotzdem einfach bedienbar
- Preis: kostenlos



Simple Sticky Notes

Anders als der Name vermuten lässt, ist Simple Sticky Notes kein minimalistisches Post-it-Tool, sondern hat einiges zu bieten. Es gibt globale anpassbare Shortcuts, Erinnerungsnotizen, Transparenz- und Immer-ganz-oben-Einstellungen und auch eine simple, aber brauchbare Backup- und Export-Funktion.

Auf die Synchronisation mit anderen Rechnern und einige Spezialfunktionen der großkalibrigen Konkurrenz wie Notezilla muss man bei Simply Sticky Notes verzichten, ebenso auf eine Verschlüsselung, ankreuzbare Checklisten und die Verknüpfung von Notizen mit Anwendungsfenstern. Die Fehlliste macht es aber mit seiner eingängigen Bedienung und seiner modernen Oberfläche im Windows-10-Stil wett.

Außer durch vorgegebene Hintergrundfarben und durch rund 50 downloadbare grafische Skins ermöglicht Simple Sticky Notes noch auf andere Weise, umfangreiche Zettelsammlungen zu organisieren. Sie lassen sich beliebig vielen frei benennbaren „Notizbüchern“ zuordnen und im einfachen, aber übersichtlichen Notizmanager gefiltert anzeigen, suchen, einzeln gegen Bearbeitung sperren oder umsortieren. Zudem kann man jede Notiz mit einem „Wichtig“-Tag kennzeichnen.

Simple Sticky Notes gefällt unterm Strich vor allem durch die gelungene Kombination aus sehr einfacher Bedienung, nicht übermäßig vielen, aber durchweg sinnvollen Funktionen und ausreichend Einstellmöglichkeiten, die niemals Rätsel aufgeben.

- ↑ sinnvoller Funktionsumfang
 - ↑ ansprechende Oberfläche
 - ↑ simpel und selbsterklärend
- Preis: kostenlos

jeden lesbar am Monitor. Allerdings nur für die, die auch an den Rechner herankommen. Bei der digitalen Version könnte Malware die Daten – die meisten Programme speichern unverschlüsselt in einer SQLite- oder Access-Datenbank – abgreifen. Also gilt noch mehr als bei der Papierversion: Passwörter, Bankverbindungen oder Kreditkarten-PINs gehören nicht auf eine Haftnotiz.

Alle Programme außer Microsofts Kurznotizen verfügen entweder über eine automatische oder manuelle Backup-Funktion oder zumindest einen Link auf die Datenbankdatei, um sie manuell zu sichern oder auf einen anderen Rechner zu übertragen.

Manchmal kann es sinnvoll sein, Notizen mit einem anderen Rechner synchronisieren zu können, zum Beispiel zwischen Desktoprechner und Notebook. Sehr komfortabel geht das beim Windows-Kurznotizenprogramm mit einem Microsoft-Account. Auch Notezilla synchronisiert über eigene Cloud-Server, sowohl mit Desktop-Rechnern als auch mit den separ-

rat angebotenen mobilen Notezilla-Apps. In beiden Fällen ist zu beachten, dass die Server in den USA stehen, bei Microsoft zumindest dann, wenn man einen privaten und keinen Business-Account nutzt.

Eine Sync-Funktion findet sich auch in 7 Sticky Notes und Stickies. Sie lässt sich sowohl über öffentliche Clouds wie Dropbox oder Google Drive nutzen als auch über selbst betriebene wie OwnCloud/NextCloud, ist aber etwas komplizierter einzurichten. In allen Fällen ist die Sync-Funktion optional und muss eingeschaltet und konfiguriert werden. Nur Microsoft drängt beim ersten Programmstart auf eine Anmeldung, was sich aber überspringen lässt.


Fazit

Das Windows-eigene Post-it Programm „Kurznotizen“ wirkt ein wenig wie die Freizeit-Fingerübung eines Microsoft-Programmierers, der irgendwann die Lust verloren hat. Nichts gegen Minimalismus zugunsten der Einfachheit, aber dem Windows-Notizprogramm fehlt einfach zu viel Essenzielles,

etwa eine global funktionierende Tastenkombination für neue Notizen.

Unsere Favoriten heißen „Stickies“ und „Simple Sticky Notes“. Sie bieten viele Funktionen, wobei Stickies die Nase vorne hat. Beide lassen sich dennoch einfach bedienen und konfigurieren. Zudem gefallen sie durch moderne Bedienoberflächen.

Den größten Funktionsumfang und einen ausgefeilten Organizer bietet zwar Notezilla. Leider hakelt die Bedienung an manchen Stellen. Außerdem ist es als einziges Programm im Testfeld kostenpflichtig und nicht gerade billig. Wie bei dem ansonsten ordentlichen 7 Sticky Notes und Hott Notes gefällt es uns auch nicht besonders, dass es je einen Extra-Klick oder Tastendruck braucht, um Notizen zu bearbeiten und zu speichern.

Wenn man sich darauf einlässt und etwas Zeit für die Umstellung zugesteht, lassen sich mit den meisten Programmen in diesem Test die Klebezettel problemlos vom Monitor verbannen. (swi@ct.de) 

Download der Post-It-Tools: ct.de/y22a

Post-It-Notizprogramme

	7 Sticky Notes	DesktopNote OK	Hott Notes	Kurznotizen	Notezilla	Simple Sticky Notes	Stickies
Hersteller	Fabio Martin	SoftwareOK	Joel Riley	Microsoft	Conceptworld Corporation	Simnet	Zhorn Software
URL	www.7stickynotes.com	www.softwareok.de	www.hottnotes.com	www.microsoft.com	www.conceptworld.com/Notezilla	www.simplestickynotes.com	www.zhornsoftware.co.uk
Systeme	Windows 2000/XP/7/8 ¹	Windows 7/8/10 ¹	Windows 2000/XP/7 ¹	Windows 7/8/10/11	Windows 7/8/10/11, macOS, Android, iOS, Web	Windows 7/8/10 ¹	Windows 7/8/10 ¹
portable Version optional	✓	✓	–	–	✓	–	–
Funktionen							
Hotkeys global/wählbar	✓/✓	–/–	✓/✓	–/–	✓/✓	✓/✓	✓/✓
immer oben/Transparenz	✓/✓	✓/✓	✓/✓	–/–	✓/✓	✓/✓	✓/✓
Einklappen	✓	✓	✓	–	✓	✓/✓	✓
Bild/URL	✓/✓	–/–	–/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓
Organizer/Suchfunktion	✓/✓	–/–	✓/–	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓
Tags/Farben	–/✓	–/✓	–/✓	–/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓
Erinnerung/Sleep	✓/✓	–/–	✓/–	–/–	✓/✓	✓/–	✓/✓
Checklisten	–	–	✓	–	✓	–	✓
Passwortschutz	✓	–	–	–	–	–	✓
Drucken	✓	–	✓	–	✓	✓	✓
Konnektivität							
Sync	✓	–	–	✓	✓	–	✓
Weiterleiten (z.B. Mail)	–	–	–	–	✓	✓	✓
Export/Backup	✓/–	✓/✓	✓/✓	–	✓/✓	✓/✓	✓/✓
Import	TXT, eigenes Format	–	eigenes Format	–	CSV	–	eigene INI-Datei
Wertung							
Funktionsumfang	⊕	⊖	○	⊖	⊕⊕	⊕	⊕⊕
Bedienung	○	⊖	○	⊖	○	⊕⊕	⊕⊕
Konnektivität	○	⊖	○	○	⊕⊕	○	⊕
Preis	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	30 US-\$ einmalig oder 20 US-\$/Jahr, 30-Tage Testversion frei	kostenlos	kostenlos

¹ keine Probleme im Test unter Windows 10 und 11 ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe

Zahlen, Daten, Fakten

GAFAM – die US-Tech-Giganten

Mal ist von den „Big Five“ die Rede, mal von „GAFAM“ – gemeint sind stets Google, Apple, Facebook, Amazon und Microsoft. Sie haben nämlich viele Gemeinsamkeiten: Sie betreiben Plattformen und profitieren von Netzwerkeffekten. Sie sammeln Daten von Nutzern, was ihnen hilft, Produkte zu ver-

bessern und Trends zu erkennen. Zuletzt spielte ihnen Corona in die Hände, wie an ihren Börsenkursen abzulesen ist. Allein Google ist mittlerweile fast so viel wert wie alle 40 DAX-Konzerne zusammen.

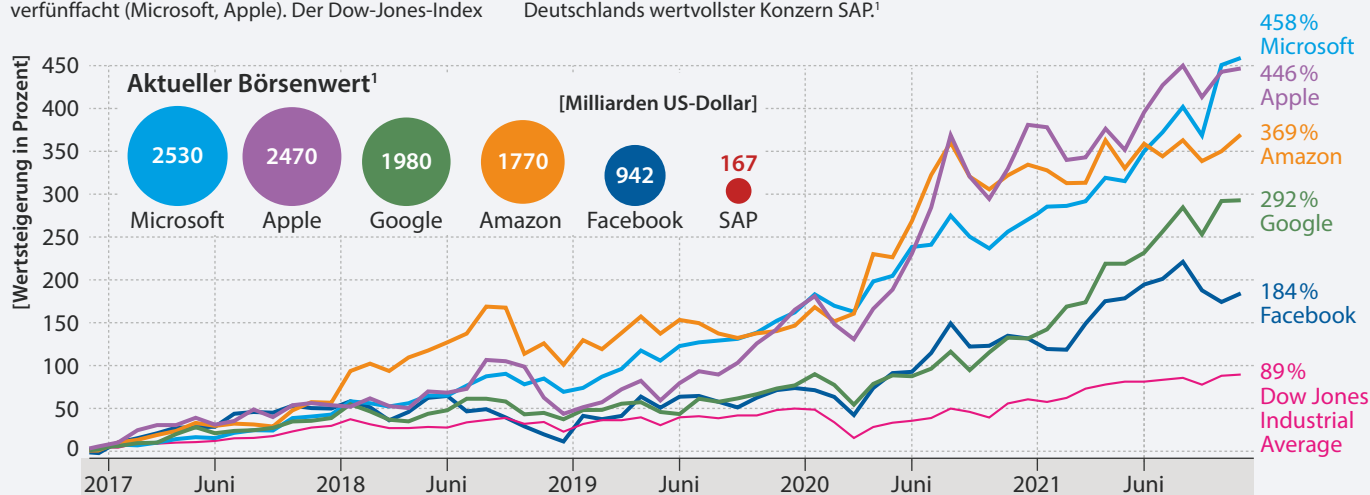
Wie andere mächtige Konzerne spielen auch GAFAM nicht immer fair. Sie ver-

schieben Profite und drücken dadurch ihre Steuerlast. Gegen Microsoft und Google verhängte die EU-Kommission mehrfach hohe Geldbußen wegen Wettbewerbsverstößen. Da solche Verfahren Jahre dauern, arbeitet die EU an einem „Digital Markets Act“ mit Auflagen speziell für Betreiber großer Plattformen. (cwo@ct.de) **ct**

► Börsenwert

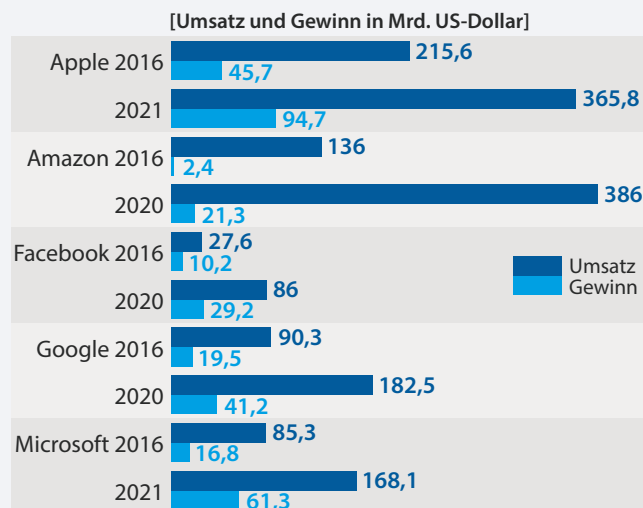
An der Börse haben die GAFAM-Konzerne den Rest der Wirtschaft abgehängt: Seit 2017 hat der Wert ihrer Aktien sich ungefähr verdreifacht (Facebook) bis vervielfacht (Microsoft, Apple). Der Dow-Jones-Index

mit den 30 größten US-Unternehmen schaffte im gleichen Zeitraum „nur“ eine Verdopplung. Amazon ist an der Börse rund zehn Mal so viel wert wie Deutschlands wertvollster Konzern SAP.¹



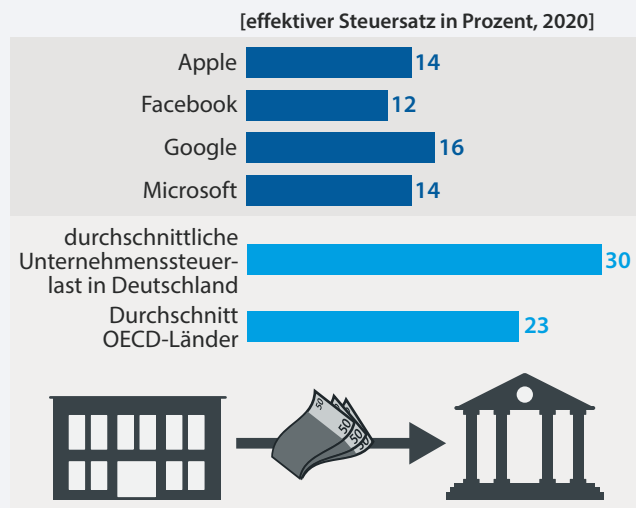
► Umsatz und Gewinn

Apple machte im jüngsten Geschäftsjahr fast 100 Milliarden US-Dollar Gewinn.²



► Steuerzahlungen

Laut einer Studie von Christoph Trautvetter zahlten die großen US-Digitalkonzerne 2020 nur rund 15 Prozent Steuern.³



► Kartell- und Datenschutzverfahren

Die Wettbewerbsbehörde der Europäischen Kommission hat bereits gegen alle GAFAM ermittelt. In einigen Verfahren wehren sich die Konzerne noch vor Gericht gegen Geldbußen. Zum Beispiel hat Google 2018 Einspruch gegen die Rekordstrafe von 4,3 Milliarden Euro eingelegt.⁴



ermittelt gegen

Big 5

G = Google
A = Amazon
F = Facebook
A = Apple
M = Microsoft

2004

Europäische
Kommission

vs. Microsoft

497 Mio. Euro Geldbuße gegen Microsoft

Microsoft muss Windows ohne Mediaplayer vertreiben und Windows-Schnittstellen offenlegen

2008

Europäische
Kommission

vs. Microsoft

899 Mio. Euro Zwangsgeld gegen Microsoft

wegen Nichteinhaltung der Entscheidung von 2004

2013

Europäische
Kommission

vs. Microsoft

561 Mio. Euro Geldbuße gegen Microsoft

wegen Nichteinhaltung der Verpflichtung zur freien Browserwahl

2017

Europäische
Kommission

vs. facebook

110 Mio. Euro Geldbuße gegen Facebook

wegen Falschangaben zum Datenschutz im Zuge der Übernahme von WhatsApp

Europäische
Kommission

vs. Google

2,4 Mrd. Euro Geldbuße gegen Google

wegen unrechtmäßiger Bevorzugung seines eigenen Preisvergleichsdienstes

2018

Europäische
Kommission

vs. Google

4,3 Mrd. Euro Geldbuße gegen Google

wegen rechtswidriger Vorgaben für Hersteller von Android-Geräten

2019



Frankreich

vs. Google

50 Mio. Euro Geldbuße gegen Google

wegen Verstößen gegen die DSGVO

Europäische
Kommission

vs. Google

1,49 Mrd. Euro Geldbuße gegen Google

wegen restriktiver Klauseln in Verträgen mit Website-Betreibern

2020

Europäische
Kommission

vs. Apple

kartellrechtliche Untersuchungen gegen Apple

wegen Apple Pay und App-Store-Regeln für Entwickler

Europäische
Kommission

vs. amazon

kartellrechtliche Untersuchungen gegen Amazon

wegen Verdacht der Verwendung von Geschäftsdaten unabhängiger Händler und Bevorzugung eigener Angebote

2021



Luxemburg

vs. amazon

746 Mio. Euro Geldbuße gegen Amazon

wegen Verstößen gegen die DSGVO



Irland

vs. facebook

225 Mio. Euro Geldbuße gegen Facebook

wegen DSGVO-Verstößen bei WhatsApp



Frankreich

vs. Google

220 Mio. Euro Geldbuße gegen Google

wegen Bevorzugung eigener Angebote im Online-Werbemarkt



Frankreich

vs. Google

500 Mio. Euro Geldbuße gegen Google

wegen Verstoß gegen Auflagen bei Verhandlungen mit Presseverlagen

Summe der Geldbußen



11,998 Milliarden Euro



Bild: Thomas Kühlenbeck

Die Akte Google

Kartellverfahren gegen den Werbe- und Suchmaschinen Giganten

Unter der Führung von Texas haben 16 US-Bundesstaaten Google verklagt. Sie werfen dem Unternehmen systematischen Missbrauch seiner Monopolstellung im Werbemarkt vor. Die Klageschrift leuchtet die Online-Werbebranche hell aus und zeichnet ein verheerendes Bild von Googles Geschäftspraktiken.

Von Torsten Klein

Google pflegt in der Öffentlichkeit das Bild eines innovativen, irgendwie nerdigen Unternehmens. Das US-Justizsystem, das sich in vielen Bereichen vom deutschen Gerichtswesen unterscheidet, ermöglichte Staatsanwälten, hinter die Kulissen zu schauen. Ein Unterschied ist die Discovery-Phase in Prozessen, die es Klägern erlaubt, auch ohne Durchsuchungsbefehl ausgiebig in den internen Unterlagen der Beklagten herumzustöbern. Eine andere ist die Tendenz, Anklagen nicht nur für Richter und Spezialisten zu schreiben, sondern die Fälle für jedermann begreifbar zu machen.

Deshalb sind die Anschuldigungen der 168 Seiten langen Klageschrift „Civil Action No.: 1:21-md-03010-PKC“ an vielen Stellen mit Zitaten und Zahlen aus internen Unterlagen Googles unterfüttert,

und daher liest sich der Schriftsatz deutlich flüssiger als ein Schriftsatz in einem deutschen Verfahren. Waren in der ursprünglichen Klageschrift viele Passagen unkenntlich gemacht, durften die Kläger im Oktober eine fast komplett ungeschwärzte Version veröffentlichen.

Um ihre Vorwürfe gegen Google allgemeinverständlich aufzubereiten, haben die Kläger zunächst das komplizierte Werbebusiness für Laien aufgedröselt. Sie erklären das Geschäft der Verlage und anderer Publisher, die Werbeplätze befüllen müssen, um mit ihren Inhalten genug Geld zu verdienen. Sie schildern, wie sich das Geschäft durch die Integration von Ad-Servern, Marktplätzen und Echtzeitauktionen immer weiter differenziert hat.

Wenn ein Nutzer eine Webseite aufruft, wird neben den Servern mit den ei-

gentlichen Inhalten auch der Ad-Server aktiviert. Dieser befüllt die Werbeplätze zunächst mit den Anzeigen, die der Website-Betreiber selbst verkauft hat, also zum Beispiel ein Verlag oder ein anderer Publisher. Hierbei handelt es sich meist nur um einen kleinen Teil des Werbevolumens.

Einen Werbeplatz, den der Verlag selbst nicht füllen kann, leitet er an einen Werbemarktplatz (Ad Exchange) wie Googles AdX weiter. Der bietet den Werbeplatz in einer automatisierten Auktion den Werbetreibenden zum Kauf an. Nur die größten Anzeigenkunden können ihre Angebote direkt beim Marktplatz einreichen, andere bedienen sich sogenannter „Demand Side Platforms“ (DSP) oder Werbenetzwerke.

Google als Spinne im Netz

An jeder Stufe dieses komplexen Geschäfts hat Google eine bedeutende, wenn nicht gar marktbeherrschende Stellung inne. Der Konzern betreibt mit Google Ad Manager oder „DFP“ (DoubleClick for Publishers) den wichtigsten Ad-Server-Dienst und mit AdX den größten Werbemarktplatz im Internet. Kleinere Publisher versuchen ihre offenen Werbeplätze über das Google Display Network zu füllen, größere Websites bekommen direkten Zugang zu AdX. Hier kaufen große Anzeigenkunden mithilfe von Googles DV360 ein, kleinere Anzeigenkunden werden über „Google Ads“ bedient. Hinzu kommen zahlreiche weitere Tools und Spezialanbieter wie Admob, der sich exklusiv den mobilen und App-Anzeigen widmet.

Bei einem Großteil der Werbeauspielungen im Internet kassiert Google also nicht nur ein- oder zweimal Provisionen, sondern häufiger, quer durch die immer komplexere Wertschöpfungskette. AdX zum Beispiel erhalte laut der Klageschrift mindestens 19 Prozent der Umsätze. Kleinere Publishern und Werbeunternehmen

knöpfe Google mit dem Display Network sogar 32 Prozent oder noch mehr ab. Laut der Klage entspreche das dem Doppelten des marktüblichen Tarifs und sei somit ein klarer Hinweis darauf, dass Google auf dem Markt der Werbenetze eine monopolartige Stellung habe.

Schaltzentrale AdX

Ein wesentliches Element für Googles Erfolg im Werbemarkt ist seine Auktionsplattform AdX. Dort kommen Käufer und Verkäufer von Werbung zusammen. AdX ist der laut Anklageschrift größte elektronische Marktplatz schlechthin. Google selbst betont, dass AdX mehr Transaktionen verwalte als die New Yorker Wertpapierbörse und die automatische Börse NASDAQ zusammen.

Doch im Unterschied zu den Börsen sei AdX alles andere als neutral, auch weil Google sowohl auf der Kauf- als auch der Verkaufsseite die größten Broker besitzt, so die Kläger. Die richtige Analogie zum Finanzmarkt wäre ihrer Ansicht nach, wenn ein Finanzriese wie Goldman oder die Citibank ein Monopol als Finanzmakler besäße und zugleich Eigentümer der New Yorker Börse wäre, die als Monopolbörse fungierte.

Google missbrauche Insiderwissen in seiner Börse AdX, um den eigenen Kaufs- und Verkaufsdiensten unrechtmäßige Vorteile zu verschaffen, so die Kläger. Der Schriftsatz dokumentiert mehrere solcher „Projekte“. Im Rahmen des „Project Bernanke“ zum Beispiel soll Google Daten über abgelaufene Gebote, die über Google Ads gemacht wurden, verwendet haben, um die Gebote seiner Kunden anzupassen. Damit habe Google die Chancen seiner Kunden erhöht, Auktionen zu gewinnen, die sonst von konkurrierenden Werbetoools gewonnen worden wären.

Im Rahmen des Projekts „Reserve Price Optimization“ (RPO) wiederum soll

c't kompakt

- Die Staatsanwälte mehrerer US-Bundesstaaten werfen Google in einem Kartellverfahren vor, seine Marktdominanz im Werbemarkt systematisch missbraucht zu haben, und legen das in einer Klageschrift ausführlich dar.
- Google widerspricht den Vorwürfen, sieht viele Fakten falsch dargestellt oder aus dem Zusammenhang gerissen.
- Die Klage zeigt: Um Missbrauch im Werbemarkt zu verhindern, sind substanzielle gesetzliche Neuregelungen nötig.

Google die Gebote auf der Plattform so manipuliert haben, dass Käufer den Betrag bezahlen mussten, den sie maximal bereit waren zu zahlen – und nicht einen wesentlich geringeren Preis, den die Auktionen sonst ergeben hätten. Die Manipulationen waren lukrativ. So soll Project Bernanke Google einen jährlichen Zusatzgewinn von 230 Millionen US-Dollar und Project RPO jährlich 250 Millionen US-Dollar eingebracht haben – auch wenn nicht klar wird, auf welches Jahr sich diese Angaben beziehen.

Teurer Google-Verzicht

Google habe alles dafür getan, dass ein Google-Produkt das andere bevorzugt, werfen die Kläger dem Konzern vor. So können Werbetreibende Anzeigen bei YouTube nur über Google-eigene Tools schalten. Wer diesen wesentlichen Auspielkanal für Werbung nutzen will, ist im Google-Universum zwar nicht gefangen,

Googles Werbebörse AdX ist die zentrale Schaltstelle des Konzerns im Online-Werbemarkt.

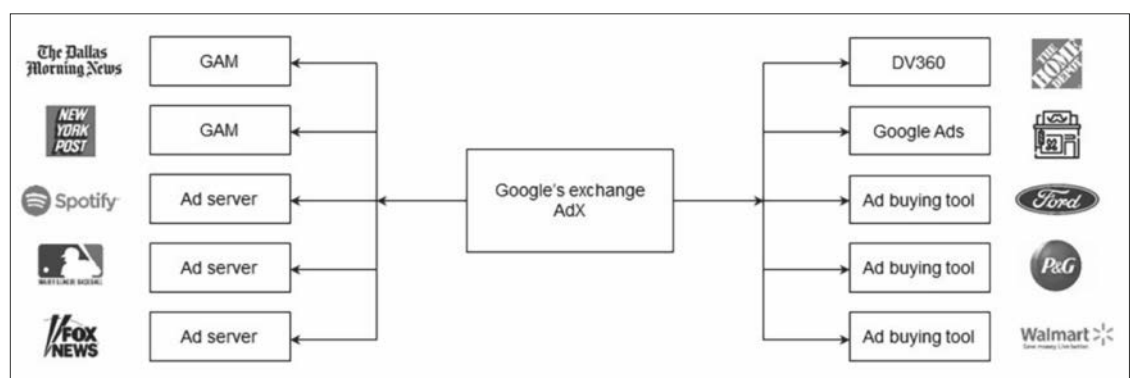


Bild: Anklageschrift

müsste aber eine teure Parallelinfrastruktur unterhalten, um auch andere Tools neben DV360 einzusetzen.

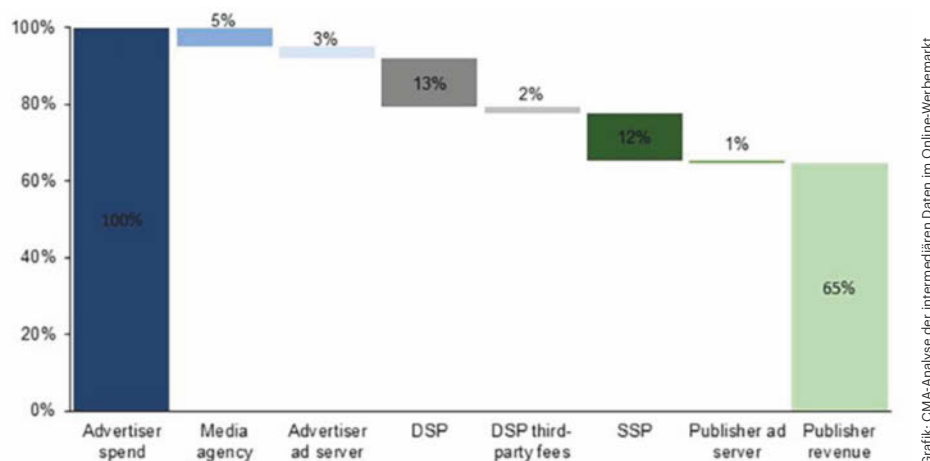
Auf ähnliche Weise habe Google Verlage, die Googles Ad-Server verwenden, dazu genötigt, ausschließlich den Ad Exchange AdX zu verwenden. In den Jahren 2009 bis 2016 galt dazu eine Regel, nach der Nutzer des Google-Ad-Servers nur einen einzigen Ad Exchange nutzen durften. Auf diese Weise sei der Konkurrenzkampf zwischen den Auktionsplätzen beschnitten worden, was zu schlechteren Bedingungen für die Verlage geführt habe. Da Googles Ad-Server anderen Ad Exchanges zudem Informationen über die Zielgruppen vorenthielten, standen bei der Konkurrenz wesentlich weniger Möglichkeiten zum Beispiel für die Erfolgsmessung und das Targeting zur Verfügung, also die zielgerichtete Ausspielung von Werbung anhand der Nutzerinteressen.

Not the deals you are looking for

Insbesondere große Publisher versuchten Googles Marktdominanz zu umgehen. Sie führten das „Header Bidding“ ein, um ihre Werbeplätze an Google vorbei zur Versteigerung freizugeben. Über ein JavaScript, das üblicherweise im Webseiten-Header integriert ist, werden die Werbeangebote dabei an mehrere angeschlossene Werbemarktplätze geschickt. Diese antworten dann mit Geboten. Der Ad-Server kommt dabei erst nachgeschaltet zum Zuge, wenn nicht eines der Gebote direkt den Zuschlag erhält. 2016 haben laut Klageschrift 70 Prozent der großen Publisher in den USA Header Bidding eingesetzt. Laut interner E-Mails, die die Klageschrift zitiert, wurde dies von Google als existenzielle Bedrohung gesehen.

Google fürchtete vor allem, Facebook könne sich diesen Markt mit seinem „Facebook Audience Network“ unter den Nagel reißen, weil der Social-Media-Konzern den Publishern wesentlich bessere Konditionen anbot und gleichsam Zugang zu vielen kleinen Anzeigenkunden hatte. Doch laut Klageschrift war dies nur eine Finte: Facebook hatte öffentlich seine Unterstützung für das Header Bidding nur erklärt, um vorteilhaftere Vertragsbedingungen mit Google zu erreichen.

Am Ende hätten die beiden Konzerne zum Nachteil der Publisher eine Kooperation namens Jedi Blue verabredet und sich gegenseitig Umsätze zugesichert. So bekam Facebook direkten Zugang zu Ad-Servern zu einem deutlich reduzierten



Grafik: CMA-Analyse der intermediären Daten im Online-Werbemarkt

Die britische Marktaufsicht Competition & Markets Authority hat bereits 2019 untersucht, wie viele Mittelsmänner sich an den Anzeigenumsätzen beteiligen. Google kassiert fast auf jeder Stufe mit.

Tarif und erhielt bei Auktionen deutlich mehr Zeit, die eigenen Angebote einzureichen. Zudem seien feste Kontingente vereinbart worden.

Druckmittel Suche

Zugleich habe Google mit verschiedenen Strategien versucht, das Header Bidding auszuhebeln. Dafür habe es seine Stellung als marktbeherrschender Suchmaschinenanbieter missbraucht. Google hat Mitte der 10er Jahre den Standard „Accelerated Mobile Pages“ (AMP) herausgebracht. Vordergründig handelt es sich dabei um eine schlanke, moderne Alternative zu überladenen Webseiten, wie sie in der Zeit üblich waren.

AMP sei aber „im Wesentlichen inkompatibel mit JavaScript und Header Bidding“ und zumindest bis 2018 völlig unter Google-Kontrolle gewesen, auch weil AMP-Seiten anfangs ausschließlich im Google-Cache gehostet wurden, so die Kläger. Dennoch hätten viele Verlage auf AMP gesetzt, weil Google die Ladezeit als wichtiges Kriterium im Ranking propagierte. Die Google-Suchmaschine habe Nicht-AMP-Seiten in den Suchergebnissen niedriger gerankt als AMP-Seiten und die Top-Platzierungen im sogenannten „Search AMP Carousel“-Herausgebern reserviert, die AMP verwenden.

Mitarbeiter des Google-Ad-Servers sollen sich mit AMP-Mitarbeitern getroffen haben, um eine Strategie zu entwickeln, wie man mit AMP das Header Bidding erschweren kann. Dabei sei es unter anderem darum gegangen, wie viel Druck Publisher und Werbetreibende tolerieren

würden. Google habe zudem noch mit vielen weiteren Mitteln versucht, das Header Bidding zu sabotieren.

Browser als Einfallstor

Weitere Ausführungen der Anklageschrift werfen ein neues Licht darauf, warum Googles Vorstoß zu einer Cookie-freien Targeting-Technik „Privacy Sandbox“ so wenig Unterstützung in der Industrie fand und findet. Google habe nämlich schon länger seine Rolle als Herausgeber des marktbeherrschenden Browsers Google missbraucht, um Verlage dazu zu drängen, Google Zugriff auf ihr Werbeinventar zu geben, also alle Anzeigenplätze. Dazu habe Google seinen Browser als Instrument eingesetzt, um ein lose/lose-Szenario für Publisher aufzubauen. Intern hieß das Projekt NERA.

Google hat zunächst die Möglichkeit geschaffen, dass Chrome-Nutzer sich beim Browser anmelden können. Dann hat es bewerkstelligt, dass das auch geschieht. So wurden Nutzer, die sich bei einem Google-Dienst angemeldet haben, automatisch beim Browser angemeldet. Wenn ein Nutzer daraufhin versuchte, sich bei Chrome abzumelden, bestrafte Google ihn, indem es ihn aus einem Google-Produkt warf, das er gerade nutzte. Auf ähnliche Weise habe Chrome die Nutzer gedrängt, Google die Erlaubnis zu erteilen, sie im offenen Web und auf Websites unabhängiger Herausgeber zu verfolgen.

Die derart gesammelten Daten über die Nutzer wollte Google mit den eigenen anreichern. Damit wollte sich Google an die Verlage wenden: Ihr gebt uns die Kon-

trolle über euer Werbeinventar und erhält dafür den Zugriff auf die detaillierteren Benutzerprofile. Die Verlage hatten also die Wahl: Entweder sie nutzen Googles Dienste nicht, können ihre Nutzer nicht so zielgenau ansprechen und erzielen nicht so hohe Werbeerlöse. Oder sie nutzen Googles Dienste.

Google sei vom Projekt NERA nur abgerückt und auf die Entwicklung der Privacy Sandbox umgeschwenkt, weil es sich zunehmend regulatorischen Druck ausgesetzt sah. Konkurrenten, Kunden und Regulatoren unterstellten dem Konzern, in erster Linie nicht für mehr Privatsphäre sorgen zu wollen, sondern die eigene Dominanz noch weiter auszubauen zu wollen.

Googles Gegenwehr

Google hat vielen Vorwürfen der Klageschrift widersprochen, zum Beispiel den Aussagen über das Header Bidding. Manager Adam Cohen verteidigt in einem Blog-Beitrag das Vorgehen des Konzerns gegen das Header Bidding: „Sie werden davon in der Klage von Justizminister Paxton nichts lesen, aber die Technologie hat klare Nachteile“, schreibt Cohen in einem Unternehmensblog.

Da die Technik im Browser ablaufe, nähmen die Ladezeiten zu, gerade auf Mobilgeräten könne dadurch die Akkulaufzeit verkürzt und die übertragene Datenmenge in die Höhe getrieben wer-

den. Als Alternative habe Google „Open Bidding“ entworfen, das den Prozess wieder auf den Werbeserver verlagert. Publisher könnten aber weiterhin konkurrierende Lösungen verwenden. Auch AMP sei kompatibel mit Header Bidding. In Bezug auf das Abkommen mit Facebook sagt Google, dass solche Deals zum üblichen Verhalten im internationalen Werbegeschäft gehören.

Fazit

Der Schriftsatz lässt kein gutes Haar an Google. So habe das „don't be evil“-Image einer im Grunde nerdigen Unternehmung eigentlich nie gestimmt. Bereits ab 2008 mit dem Kauf von Doubleclick habe der damalige Suchmaschinenkonzern systematisch am Ausschalten der Konkurrenz gearbeitet. Die Klageschrift macht den Werbemarkt und die Stellung Googles darin für die Allgemeinheit spannend und nachvollziehbar. Wer den Klägern aus Texas folgt, kann die Kritik vieler Google-Konkurrenten gut nachvollziehen.

Man darf davon ausgehen, dass sich das Verfahren ob der komplexen Materie über Jahre hinziehen und Google sich mit aller Kraft wehren wird – auch weil exorbitante Geldstrafen im Raum stehen und die Staatsanwälte „strukturelle Abhilfemaßnahmen zur Wiederherstellung der Wettbewerbsbedingungen“ fordern, was eine Zerschlagung von Google bedeuten könnte. Die Klageschrift zeigt allerdings,

dass selbst eine Zerschlagung Googles die einzelnen Bestandteile nicht abhalten würde, den Markt mit Deals aus dem Hinterzimmer zu manipulieren.

Würde beispielsweise YouTube vom Werbegeschäft des Konzerns abgetrennt, könnte die Videoplattform ihre Marktmacht weiterhin an den meistbietenden Werbekonzern mit einem Exklusiv-Deal abtreten – ob es nun eine Google-Tochter, Facebook, Amazon oder ein anderer Konzern ist. Denn die Kläger verweisen selbst darauf, wie prohibitiv teuer der Aufbau eines eigenen Werbeservers im Umfeld der Tracking-gestützten Werbung ist.

Das Ergebnis bliebe im Wesentlichen dasselbe wie heute: intransparente Geld- und Datenflüsse und eine Tendenz zu weiterer Machtkonzentration. Wer die meisten Nutzerdaten zusammenführen kann, sitzt am längsten Hebel. Um die Dynamik des Marktes zu ändern, müssten sich die Gesetzgeber beiderseitig des Atlantiks tief in die Regulierung des Werbemarktes begeben. Ansätze dazu gibt es: So sollen im europäischen Digitale-Dienste-Gesetz (DSA) die Transparenz gegenüber Endkunden und den Beteiligten im Werbemarkt wesentlich verbessert werden. Einige EU-Abgeordnete wollen sogar das Geschäftsmodell der Tracking-gestützten Werbung komplett verbieten. (jo@ct.de) **ct**

Klageschrift und weitere Infos:
ct.de/y67r

8. Zukunftskongress Bayern

Oans, Zwoa, Zack, OZG is!

Mit neuem Schwung in die digitale Verwaltung

17. Februar 2022, München

www.zukunftskongress.bayern

#zkonbayern22

Eine Veranstaltung des **Behörden Spiegel**



Graphic: BS Hoffmann unter Verwendung von patrimonius designs, stock.adobe.com



Bild: Henning Rathjen

Ab in die Tonne!

Windows: Dateien löschen trotz Sperre

Windows weigert sich manchmal beharrlich, bestimmte Dateien zu löschen. Mit den richtigen Tools und ein bisschen Know-how klappt es aber trotzdem. Wir zeigen, wie.

Von Hajo Schulz

Ob Platzmangel oder Ordnungsliebe: Gründe dafür, von Zeit zu Zeit nicht mehr benötigte Dateien von der Festplatte zu löschen, gibt es viele. Unter Windows ist das normalerweise auch keine große Sache: Einfach die gewünschten Dateien oder Ordner mit dem Explorer markieren und die Entf-Taste drücken oder im Kontextmenü oder dem „Start“-Ribbon den Befehl „Löschen“ wählen.

In der Praxis stellt sich das Ganze dann aber häufig doch nicht so einfach dar: Das Löschen von Dateisystemobjekten kann aus verschiedenen Gründen schief-

gehen. Woran es im konkreten Fall gescheitert ist, versucht der Explorer dann mit einer von mehreren möglichen Fehlermeldungen zu erklären. Die sind zwar nicht immer erschöpfend, aber wenn man sie zu lesen weiß, geben sie doch meistens einen wertvollen Hinweis auf die Ursache. Sie einfach ungelesen wegzuklicken ist also keine gute Idee.

Zu den häufigsten Ursachen, die das Löschen einer Datei scheitern lassen, gehören fehlende Benutzerrechte und Dateisperren. Letztere schlagen immer dann zu, wenn man eine Datei oder einen Ordner zu löschen versucht, den irgendein laufendes Programm oder das Betriebssystem selbst gerade in Benutzung haben. Übrigens: Wenn im Folgenden auch hauptsächlich davon die Rede sein wird, wie man sinnvollerweise mit Fehlern beim Löschen umgeht, sind implizit immer Operationen wie Umbenennen, Verschieben oder Bearbeiten mit gemeint – die Beschränkungen und die Strategien zu deren Überwindung sind weitgehend dieselben. Die weiter unten erklärten Techniken gegen Dateisperren helfen außerdem, wenn Windows behauptet, ein externer Datenträger ließe sich nicht auswerfen, weil er in Benutzung sei.

Rechtsmittel

Windows schützt fast alle Betriebssystemobjekte, darunter insbesondere sämtliche Dateien und Ordner auf NTFS-Laufwerken, mit einer ausgeklügelten Rechteverwaltung vor unberechtigten Zugriffen. Jede Datei und jeder Ordner trägt dazu in seinen erweiterten Eigenschaften eine Liste, die definiert, welche Benutzerkonten und -gruppen wie auf dieses Objekt zugreifen dürfen, also wer sie zum Beispiel lesen, überschreiben oder löschen darf. Genau beschrieben haben wir diese Mechanismen in [1]. Erkunden und ändern kann man diese Berechtigungen – entsprechende Privilegien vorausgesetzt – mit dem Explorer, indem man per Rechtsklick die Eigenschaften des betreffenden Objekts öffnet und auf die Seite „Sicherheit“ wechselt.

Dass eine Explorer-Aktion mit einer Datei oder einem Ordner an fehlenden Benutzerrechten scheitert, erkennt man in der Regel daran, dass eine Fehlermeldung mehr oder weniger verklausuliert die Aussage „Zugriff verweigert“ enthält. In den meisten Fällen weist sie zusätzlich darauf hin, dass man „Administratorberechtigungen angeben“ müsse, um die Operation erfolgreich abzuschließen. Ist

man bereits mit einem Konto angemeldet, das zur Gruppe der Administratoren gehört, reicht ein Klick auf „Fortsetzen“, anderenfalls löst dieser Klick die Frage nach Name und Kennwort eines Administratorkontos aus.

Allzu sorglos sollten Sie allerdings in beiden Fällen nicht auf „Fortsetzen“ klicken: Häufig denkt sich Windows etwas dabei, das Löschen einer Datei von einer expliziten Zustimmung abhängig zu machen. Fehlende Systemdateien können zu Instabilitäten führen, und auch installierte Programme reagieren häufig empfindlich, wenn man ihnen bestimmte Dateien wegnimmt. Dateien und Verzeichnisse im Programme-Ordner, die etwa ein nachlässiges Deinstallationsprogramm übriggelassen hat und die sicher nicht mehr benötigt werden, schaffen Sie sich aber auf diese Weise vom Hals.

Perfiderweise kennt Windows noch eine zweite, auf den ersten Blick recht ähnliche Fehlermeldung, die eine fehlende Berechtigung anmahnt, bei der ein Klick auf „Fortsetzen“ aber etwas gänzlich anderes bewirkt. Sie bekommen sie unter anderem zu sehen, wenn Sie versuchen, auf Dateien oder Ordner in einem anderen als Ihrem eigenen Benutzerprofil zuzugreifen, aber auch im Programme- oder im Windows-Ordner kann sie auftauchen. Zu erkennen ist sie an dem Hinweis, Sie verfügen „momentan“ nicht über die erforderliche Berechtigung; das Kleingedruckte erklärt: „Klicken Sie auf "Fortsetzen", um dauerhaft Zugriff auf diesen Ordner zu erhalten.“ Zumindest in Programm- und System-Ordern ist das fast immer eine schlechte Idee, denn der Explorer verschafft Ihnen dann den gewünschten Zugang, indem er den Zugriffsrechten des betroffenen Ordners Ihr Benutzerkonto hinzufügt, und zwar mit Vollzugriff. In der Folge können Sie in diesem Ordner nicht nur mit dem Explorer tun und lassen, was Sie wollen, sondern alle Prozesse, die unter Ihrem Konto laufen, können das auch. Sie hebeln auf diese Weise also dauerhaft Zugriffsbeschränkungen aus, die Sie davor schützen sollen, dass Viren und andere Malware Programm- oder Systemdateien manipulieren.

Am einfachsten halten Sie sich die bis hier beschriebenen Fehlermeldungen vom Leib, indem Sie sich angewöhnen, für größere Aufräumaktionen außerhalb Ihres Benutzerprofils etwas anderes als den Explorer zu benutzen. Eine mit Administratorrechten gestartete Eingabeaufforde-

rung oder PowerShell ist eine gute Wahl, wenn Sie lieber Befehle per Tastatur eingetippen, als sich mit der Maus durchs Dateisystem zu klicken. Anderenfalls sollten Sie sich vielleicht einen alternativen Dateimanager zulegen – einige Kandidaten haben wir in [2] vorgestellt. Sie alle haben gegenüber dem Explorer den Vorteil, dass man sie mit Administratorrechten starten kann und dann nicht jede Dateiaktion einzeln bestätigen muss. Weil das die Gefahr von Versehen erhöht, sollten Sie diese Betriebsart aber wirklich nur fürs Großreinemachen verwenden. Den täglichen Kleinkram im Dokumente-Ordner erledigt ja auch der Explorer klaglos.

Besetzt!

Den eingangs erwähnten Fehlermeldungen aufgrund von Dateisperren ist ein bisschen schwieriger beizukommen – Administratorrechte reichen dazu nicht aus. Um nachvollziehen zu können, warum das so ist, muss man zumindest grob verstehen, wie Dateioperationen unter Windows grundsätzlich ablaufen: Wenn ein Prozess Daten aus einer Datei lesen oder in sie hineinschreiben will, muss er sie zunächst öffnen und dabei angeben, was er mit der Datei vorhat – lesen, schreiben oder beides. Wenn alles nach Plan läuft, bekommt er als Antwort eine Nummer – ein sogenanntes Handle – geliefert, über die er die Datei für die kommenden Operationen eindeutig identifizieren kann. Wenn der Prozess die Datei nicht mehr braucht, schließt er die Datei; dadurch wird das Handle ungültig.

Wie man sich vorstellen kann, passieren beim Öffnen recht viele Dinge, die allesamt reichlich Zeit kosten: Das System muss prüfen, ob die Datei beziehungsweise der Ordner, in dem sie neu angelegt

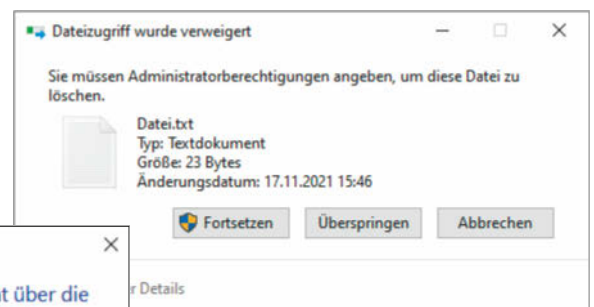
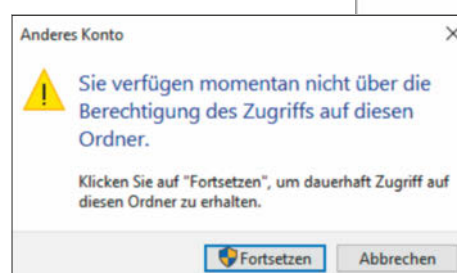
c't kompakt

- Das Löschen von Dateien und Ordnern in Windows kann an fehlenden Rechten oder Dateisperren scheitern.
- Administratorrechte sind nicht immer ausreichend, um eine Blockade zu umgehen.
- Spezielle Werkzeuge helfen weiter, sollten aber nicht allzu sorglos verwendet werden.

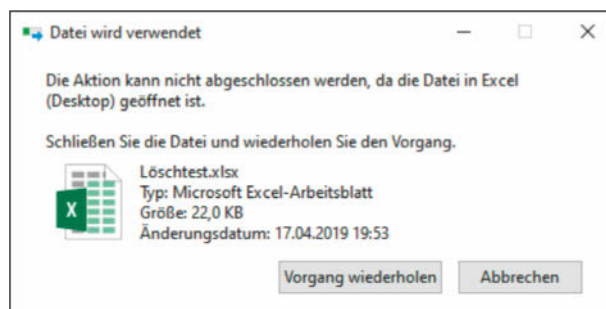
werden soll, überhaupt existiert und ob der Benutzer die passenden Rechte besitzt. Das Dateisystem muss die Frage beantworten, in welchen physischen Sektoren die Datei auf dem Datenträger liegt. Ein- oder Ausgabepuffer müssen im Hauptspeicher alloziert werden und einiges mehr – das will man etwa bei einer Datenbank nicht für jeden geschriebenen Datensatz wiederholen.

Ein Prozess, der eine Datei geöffnet hat, muss sich darauf verlassen können, dass mit ihr nichts passiert, was er nicht selbst veranlasst hat. Datendateien sind oft so aufgebaut, dass sie am Anfang eine Art Index enthalten, in dem steht, wo innerhalb der Datei bestimmte Informationen gespeichert sind. Wenn ein zweiter Prozess diese Struktur durcheinanderbringt, nachdem sie ausgelesen wurde, droht Chaos. Dasselbe gilt für ausführbare Dateien von Typ .exe oder .dll: Programme laden während der Ausführung häufig Code nach und verlassen sich dabei auf eine Tabelle im Header, die angibt, wo welche Funktion zu finden ist.

Bei Fehlermeldungen zu gescheiterten Ordner- oder Dateizugriffen lohnt es sich, genau hinzuschauen: Während ein Klick auf „Fortsetzen“ hier das Problem löst, ...



... fängt man sich hier mit demselben Klick womöglich eine Sicherheitslücke ein.



Leider ist der Explorer nicht immer so auskunftsfreudig. Häufig muss man selbst herausfinden, welches Programm eine Datei oder einen Ordner mit Beschlagnahme belegt.

Solange ein Programm eine Datei geöffnet hat, ist sie also für andere Prozesse gesperrt. Das gilt auch für den Explorer oder irgendwelche Dateimanager mit Administratorrechten. Denen bleibt nichts anderes, als das Ansinnen des Benutzers etwa auf Löschung einer gesperrten Datei mit einer Fehlermeldung à la „Die Datei wird verwendet“ abzulehnen.

Welches Programm schuld an der Sperre ist, verrät der Explorer leider nur manchmal. Dabei ist diese Information unerlässlich, um zu entscheiden, wie man weiter vorgehen will: Vielleicht stellt sich ja heraus, dass man statt einer älteren Datei die aktuelle Version des eben noch in Excel geöffneten Jahresberichts erwischte, und ist glücklich, sie nicht versehentlich gelöscht zu haben. War das Löschen wirklich beabsichtigt und handelt es sich bei der Datei um ein Dokument, eine Tabelle, ein Bild oder sonst etwas Dokumentenähnliches, das man explizit in einer Anwendung öffnet, kann man zu ebendiesem Programm wechseln und die Datei schließen. Sofern hinter dem betroffenen Prozess eine selbst gestartete Anwendung und kein Windows-Bestandteil, etwa ein Systemdienst, steckt, kann man das Programm auch einfach beenden. Gut zu wissen ist in diesem Zusammenhang vielleicht auch, dass die Eingabeaufforderung den Ordner, in dem man sich gerade befindet, gegen das Löschen und Umbenennen sperrt – ein beherztes `cd` in ein anderes Verzeichnis hilft dann weiter.

Schuldfrage

Wenn aus der Fehlermeldung über eine gesperrte Datei nicht hervorgeht, welcher Prozess im Weg ist, wird es knifflig. Mit Bordmitteln ist das nicht herauszufinden. Einzige Ausnahme: Wenn das Auswerfen eines externen Datenträgers an einer Sperre scheitert, zeichnet Windows das im Systemprotokoll auf. Sie finden die Meldung in der Ereignisanzeige unter „Windows-Protokolle/System“; sie trägt die Ereignis-ID 225.

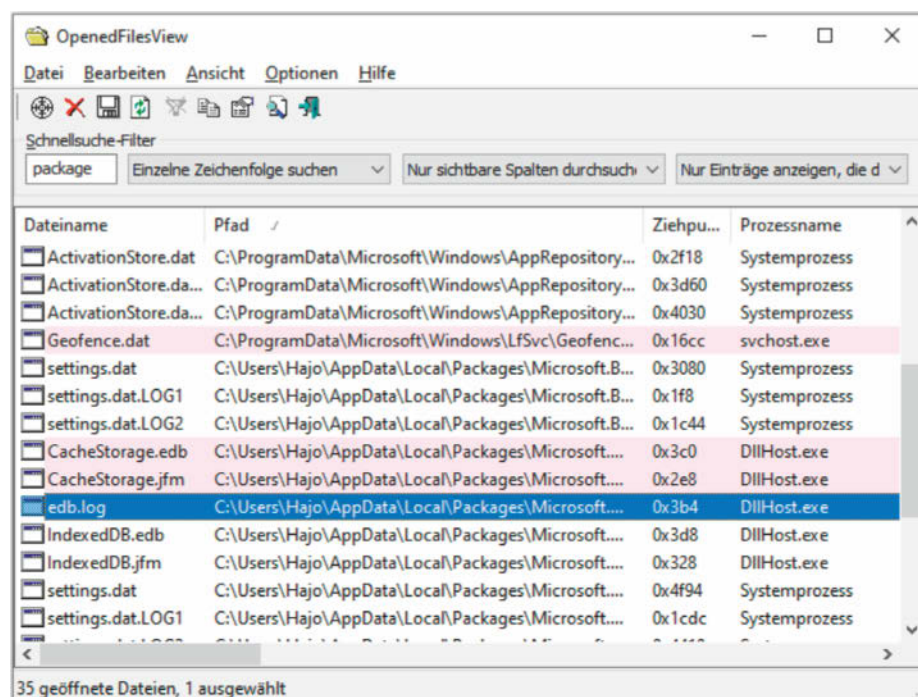
Zu den Werkzeugen, die sich bewährt haben, um Dateisperren nachzuspüren, gehört das Microsoft-Sysinternals-Tool Process Explorer, ein aufgemotzter Taskmanager-Ersatz (alle erwähnten Downloads über `ct.de/y13r`). In das Suchfenster hinter dem Menübefehl „Find/Find Handle or DLL“ kann man einen beliebigen Bestandteil des gesuchten Datei- oder Ordners eingeben, auf „Search“ klicken und bekommt dann eine Liste aller passenden, gerade geöffneten Dateien, Ordner, Registry-Schlüssel und anderer Systemobjekte angezeigt. Ein Klick in die Liste markiert den dazugehörigen Prozess-Eintrag im Hauptfenster sowie das Handle in der unteren Fensterhälfte. Über Rechtsklicks kommt man an weitere Informationen; das Suchfenster kann dabei geöffnet bleiben.

Wem der Process Explorer zu unübersichtlich ist, der sollte sich das NirSoft-Utility OpenedFilesView besorgen. Tipp: Auf

der Download-Seite finden sich außer dem Programm auch Sprachdateien, von denen man sich eine aussuchen und einfach zu dem Programm dazukopieren kann, um dessen Oberfläche beispielsweise auf Deutsch anzuzeigen. Wirklich gelungen ist die deutsche Übersetzung aber nicht, so werden Datei-Handles etwa als „Ziehpunkte“ titulierte.

Beim Start sammelt das Programm Informationen über alle gerade im System geöffneten Dateien und zeigt sie in einer sortierbaren Liste an. Eine bestimmte Datei findet man am schnellsten, indem man über den Menübefehl „View/Use Quick Filter“ („Ansicht/Schnellsuche-Filter verwenden“) oder das Tastenkürzel `Strg+Q` ein Suchfeld einblendet, in das sich ein beliebiges Namensfragment eintippen lässt. Name und Pfad des dazugehörigen Programms stehen ziemlich weit rechts in der Liste, die Reihenfolge der Spalten lässt sich aber durch Drag & Drop der Spaltenköpfe ändern.

Sowohl OpenedFilesView als auch der Process Explorer bieten im Kontextmenü von Handles beziehungsweise Prozessen Befehle, mit denen sich die jeweilige Datei zwangsschließen oder der dazugehörige Prozess abschließen lässt. Beide sorgen dafür, dass die Datei nicht mehr gesperrt ist und sich löschen oder verschieben lässt. Verwenden sollten Sie diese Befehle aber nur im äußersten Notfall, denn sie sind



Mit dem Schnellsuche-Filter von OpenedFilesView sind geöffnete Dateien und die Programme, die sie blockieren, im Nu gefunden.

gefährlich: Wenn man einem Prozess eine geöffnete Datei unter den Füßen wegzieht, kann von einer simplen Fehlermeldung bis zu einem Komplettabsturz so ziemlich alles passieren, auch Datenverlust. Auch einen Systemprozess zu killen ist nicht ganz ungefährlich und kann die Stabilität der Windows-Sitzung gefährden. Sollten Sie sich zu so einer rabiatischen Maßnahme gezwungen sehen, ist zumindest möglichst bald nach dem Löschen der Datei, um die es ging, ein Neustart angesagt, um Windows wieder in einen definierten Zustand zu bringen.

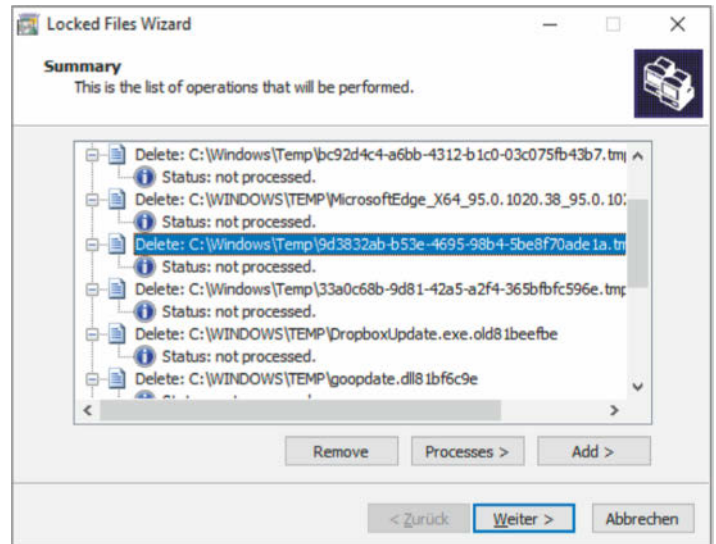
Leerplan

Wenn Ihr Rechner ohnehin neu booten muss, können Sie aber auch gleich zu einer anderen, weit schonenderen Löschmethode greifen. Die Idee: Man registriert die Datei vorerst nur in einer Liste, die Windows beim nächsten Systemstart abarbeitet. Die dort gesammelten Löscho- und Verschiebe-Aktionen finden sehr früh innerhalb des Startvorgangs statt, bevor die meisten Systemprozesse und -dienste starten, die die Dateien wieder sperren könnten. Diese Vorgehensweise benutzen beispielsweise auch Installationsprogramme, wenn sie Systemdateien überschreiben müssen, die gerade geöffnet sind. Zu erkennen ist das dann an der Aufforderung, Windows neu zu starten, um die Installation abzuschließen.

Die Liste der anstehenden Dateioperationen verwaltet Windows in der Registry, und zwar im Eintrag PendingFileRenameOperations des Schlüssels „HKEY_LOCAL_MACHINE\System\CurrentControlSet\Control\Session Manager“. Jeder Eintrag in dem „Wert der mehrteiligen Zeichenfolge“ (REG_MULTI_SZ) besteht aus zwei Zeilen, von denen die erste Name samt komplettem Pfad einer Datei oder eines Ordners angibt und die zweite, ebenfalls als Absolut-Pfad, wohin verschoben werden soll. Quelle und Ziel müssen auf demselben Laufwerk liegen, auch bei simplem Umbenennen ist das Ziel als vollständiger Pfad anzugeben, ein leeres Ziel steht für Löschen. Der Liste mit dem Registry Editor zu Leibe zu rücken, empfiehlt sich aber nicht: Die Namen der zu bearbeitenden Dateien sind in einem gewöhnungsbedürftigen Format anzugeben, nämlich etwa als „\??\C:\Ordner\LöschMich.dat“. Zudem muss man peinlich genau auf Zeilenumbrüche und Leerzeilen achten.

Allerdings gibt es nur wenige brauchbare Tools zum Bearbeiten der Liste. Wenn

Die Bedienung des Locked Files Wizard ist gewöhnungsbedürftig, aber einige seiner Funktionen sucht man in anderen Programmen vergeblich.



es nur darum geht, die bestehenden Einträge anzuzeigen und neue hinzuzufügen, leistet das Gespinn aus den beiden Programmen PendMoves und MoveFile aus der Sysinternals Suite gute Dienste. Es handelt sich um Kommandozeilenprogramme, die man zweckmäßigerweise aus einer mit Administratorrechten geöffneten Eingabeaufforderung heraus benutzt. PendMoves kennt keine weiteren Parameter und zeigt einfach die Liste der geplanten Dateioperationen an. MoveFile erwartet die Angabe von Quell- und Zieldatei oder -ordner; will man eine Datei zum Löschen vormerken, muss man als zweiten Parameter eine leere Zeichenkette, also zwei aufeinanderfolgende Anführungszeichen (") übergeben.

Als Alternative zu den Sysinternals-Tools sei noch der Locked Files Wizard von Noël Danjou erwähnt. Das Download-Paket enthält je zwei Kommandozeilen- und GUI-Programme für 32- und 64-bittige Windows-Versionen. Die Konsolen-Tools geben ihre Aufruf-Syntax preis, wenn man sie mit der Option /? aufruft. Die grafischen Wizards präsentieren sich wie Installationsprogramme. Die mit dem „Install“-Button aufrufbare Installation beschränkt sich aber darauf, das Programm ins Kontextmenü von Dateien und Ordnern aufzunehmen. Klickt man sich dagegen mit „Weiter“ durch den Assistenten, kann man Dateien und Ordner löschen oder zum Löschen vormerken – das Tool erkennt selbst, ob sie gesperrt sind. Der Wizard beherrscht sogar das Kunststück, einmal in die Registry eingetragene Dateien wieder aus der Liste zu löschen. Eindringlich warnen müssen wir aber vor der Option /reboot des Kommandozeilenpro-

gramms und davor, im Assistenten auf „Fertigstellen“ zu klicken, ohne dass der Schalter „Do not Restart now“ aktiviert wurde. Beide schießen laufende Prozesse so rabiatisch ab, dass akute Gefahr für Systemdateien droht! Einer unserer PCs war im Test nur noch durch eine Windows-Neuinstallation wieder zum Leben zu erwecken.

Sollten Sie weitere Programme kennen, mit denen Sie beim Löschen von Dateien über die PendingFileRenameOperations gute Erfahrungen gemacht haben, würden wir uns über ein Eintrag in das Forum zu diesem Artikel unter ct.de/y13r freuen.

Scharfes Schwert

Die in diesem Artikel vorgestellten Techniken mögen manchmal die letzte Rettung sein, um eine störrische Datei von der Platte zu putzen. Allerdings sollten Sie sich bewusst sein, dass Sie damit auch Barrieren umgehen, die meist nicht ohne Grund vorhanden sind. Wenn Ihnen Ihr Windows lieb ist, sollten Sie also nicht allzu leichtsinnig auf Systemdateien losgehen. Und auch wenn Sie es nicht mehr lesen mögen: Vor fatalen Nebenwirkungen solcher Experimente schützen am besten regelmäßige Backups mit einem zuverlässigen Imager. (hos@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Hajo Schulz, Einlasskontrolle, Das Rechte-System von Windows, c't 25/2019, S. 158
- [2] Stefan Wischner, Datenjongleure, Sechs alternative Dateimanager für Windows, c't 23/2019, S. 116

Download der erwähnten Tools:
ct.de/y13r

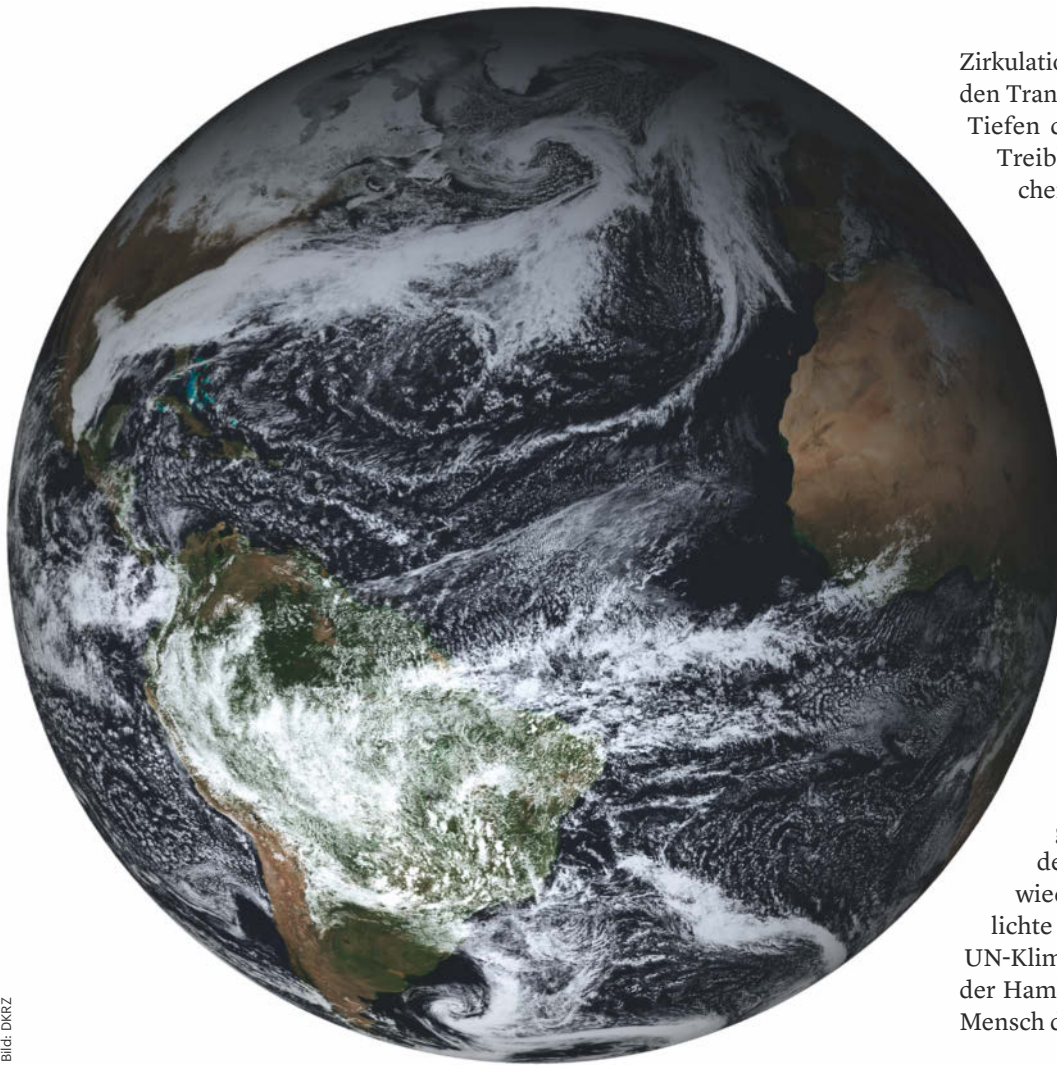


Bild: DKRZ

Wie heiß wirds?

Das Deutsche Klimarechenzentrum simuliert die Zukunft der Erde

Der diesjährige Physik-Nobelpreisträger Klaus Hasselmann baute schon in den 80ern das Deutsche Klimarechenzentrum auf. Dort wies er nach, dass die durch Menschen verursachte CO₂-Belastung die Erde aufheizt. Bis heute hat sich der Blick in die Klimazukunft weiter geschärft.

Von Arne Grävmeyer

Wir können mit unserem Klima nicht experimentieren, weil wir kein zweites haben. Ein schlichter Satz, mit dem der spätere Physik-Nobelpreisträger Klaus Hasselmann und sein Team aus dem Deutschen Klimarechenzentrum (DKRZ) bereits zur UN-Umweltkonferenz 1992 ihre Simulationsergebnisse präsentierten. Hasselmanns großer Schritt bestand darin, die modernsten Superrechner seiner Zeit zu nutzen, um Atmosphärensimulationen mit dreidimensionalen Ozeanmodellen zu koppeln. Ohne die

Zirkulation warmer Wasserschichten und den Transport von CO₂-Molekülen in die Tiefen der Weltmeere ließen sich die Treibhauseffekte zuvor nur unzureichend nachweisen.

Etwas später konnten die Wissenschaftler am Hamburger DKRZ mit ihren Simulationen nahezu auszuschließen, dass die bereits beobachtete Erderwärmung natürliche Ursachen wie etwa eine Steigerung der Sonnenaktivität haben könnte. Sie simulierten Klimaveränderungen aufgrund natürlicher Schwankungen und durch vom Menschen verursachte Emissionen vor allem von CO₂ und erkannten den „menschlichen Fingerabdruck“. Dieses Muster fanden sie dann mit 95-prozentiger Sicherheit in den historisch gemessenen Klimaänderungen der zurückliegenden 100 Jahre wieder. Dieses Ergebnis veröffentlichte das Team 1995 im Vorfeld der UN-Klimakonferenz in Berlin. Das Fazit der Hamburger: Offensichtlich heizt der Mensch den Planeten auf.

Superrechner für Klimaforschung

Das DKRZ entstand 1987 aus einer Kooperation des Meteorologischen Instituts der Universität Hamburg mit dem Max-Planck-Institut für Meteorologie. Dessen Direktor Hasselmann übernahm auch gleich die Leitung als wissenschaftlicher Direktor des DKRZ. Die Simulationen, die Anfang der 90er-Jahre die Rolle des CO₂-Anstiegs entlarvten und für kommende Jahrzehnte dramatische Klimaverschiebungen vorhersagten, gelangten auf einer Cray 2S mit vier Prozessoren, einem Giga-byte Hauptspeicher und sagenhaften zwei GigaFLOPS (Milliarden „Floating Point Operations“ pro Sekunde). In der 1993 erstmalig erstellten Top-500-Liste der leistungsfähigsten Supercomputer der Welt glänzte dieser Rechner, wenngleich damals schon fünf Jahre alt, auf dem 187. Platz. Aus heutiger Sicht könnte er sich ungefähr mit den Leistungsdaten eines iPhone 4 messen.

Immerhin hatte man damit bereits ein globales Atmosphärenmodell berechnet, das ein Raster über die Erdoberfläche legt, und diese so in Zellen mit 500 Kilometer

Kantenlänge aufteilt. Zwölf dieser Zellen überdecken Westeuropa, zwei genügen fast für Deutschland. Für jede Zelle lässt sich nach diesem Modell ein eigenes Klima errechnen. Zusätzlich zu diesen regionalen Entwicklungen beeinflusst jede Zelle durch Windströmungen ihre Nachbarn. Schrittweise simulieren die Klimaforscher so die Klimaentwicklung auf dem gesamten Planeten. Schon diese grobe Auflösung erforderte Ende der 80er- und Anfang der 90er-Jahre mehrere Wochen Laufzeit, um Modelle bis zum Ende des 21. Jahrhunderts durchzurechnen.

Neuland betrat das Team um Hasselmann vor allem bei der Simulation der Ozeane. Bis dahin bildeten Klimamodelle die Weltmeere schlicht als glatte Oberflächen mit einer Wasserschicht von 100 oder 200 Metern darunter ab. Hasselmann, der sich in den 70er-Jahren mit Seeangsforschung befasste, erkannte, dass die gewaltigen Ozeane mit mehreren Kilometern Tiefe eine viel bedeutendere Dynamik in die Klimaentwicklung einbringen. Beispielsweise ist der Golfstrom im Atlantik mit einer starken Strömung in die Tiefe verbunden, die erhebliche Wärmemengen abführt. Diese Effekte puffern die spürbare Erderwärmung für einige Jahrzehnte ab. CO₂-Moleküle, die das Meer aus der Atmosphäre aufnimmt, können die Tiefseeströmungen sogar bis zu 1000 Jahre umwälzen, bevor sie wieder an die Oberfläche gelangen und das CO₂ an die Atmosphäre zurückgeben.

Parallelrechner von Weltrang

Ein Rastermodell mit Zellen von 500 Kilometer Breite kann die Klimaeffekte der Alpen nicht wiedergeben und die unterschiedlichen Klimabedingungen von Nordsee und Nordatlantik verwerfen darin. Aber allein schon die verdoppelte Auflösung mit Zellen von 250 Kilometer Breite erfordert in der Simulation die zehnfache Rechenzeit. Zusätzlich muss der Algorithmus die Zeitspanne zwischen den Rechenschritten halbieren, da Windströmungen nun in der halben Zeit die Grenze von einer Zelle zur nächsten überschreiten.

Für das DKRZ als Dienstleister der Klimaforschung bedeutete das einen wachsenden Bedarf an Rechenkapazität und ein stetiges Aufrüsten. Mit jedem neu angeschafften Parallelrechnersystem errang das Rechenzentrum beachtliche Platzierungen in den Top 500 der Superrechner weltweit: 1994 erreichte die Cray

Als wissenschaftlicher Direktor des Deutschen Klimarechenzentrums wies Klaus Hasselmann (hier in einem Video von 1992, siehe [ct.de/ydtc](https://www.ct.de/ydtc)) die Bedeutung des von Menschen verursachten CO₂ für die Erderwärmung nach.



Bild: DKRZ

C-916 mit 16 Prozessoren Rang 54; mit 16 GigaFLOPS und 2 Gigabyte Hauptspeicher plus 4 Gigabyte RAM-Disk. 2002 kam „Hurrikan“ auf Rang 33, ein NEC-System SX-6 mit 192 Prozessoren, 1,5 TeraFLOPS und 1,5 Terabyte Hauptspeicher. 2009 belegte „Blizzard“ sogar Rang 27 mit 8448 IBM-Power6-Prozessoren, 158 TeraFLOPS und 20 Terabyte Hauptspeicher. „Mistral“ erreichte 2016 Rang 34 und schaffte im Endausbau mit etwa 100.000 Prozessorkernen mehr als 3 PetaFLOPS. Hier kamen erstmals Blade-Server mit integrierter direkter Flüssigkeitskühlung zum Einsatz.

Derzeit befindet sich parallel ein neuer Hochleistungsrechner im Aufbau, der HLRE-4 „Levante“ (Hochleistungsrechner für Erdsystemforschung). Auch bei dieser Investition setzt das DKRZ auf Bulls Blade-Technik mit integrierter Flüs-

sigkeitskühlung. Im Bull-Sequana-XH2000-Supercomputer von Atos fasst jedes Blade drei Knoten à zwei AMD-EPYC-Prozessoren „Milan“. So kommen etwa 3000 Rechnerknoten mit 350.000 Prozessorkernen zusammen. In einer zweiten Ausbaustufe ist eine Erweiterung um Blades mit GPUs (Graphics Processing Unit) geplant. Im Endausbau bis Januar 2022 soll etwa ein Fünftel der Rechenleistung auf die Grafikprozessoren entfallen. Die Gesamtrechenleistung erreicht dann voraussichtlich 16 PetaFLOPS.

An diesen Zahlen lässt sich allerdings auch ein Trend bei der Entwicklung der Rechengeschwindigkeit ablesen, auf den DKRZ-Geschäftsführer Thomas Ludwig im Gespräch mit c't hinweist: Die bezahlbaren Leistungssteigerungen von einer Rechnergeneration zur nächsten fallen von Mal zu Mal geringer aus. Während „Blizzard“ die Leistung seines Vorgängers „Hurrikan“ noch um das 100-Fache überstieg, konnte „Mistral“ dieses Niveau nur noch um Faktor 20 steigern. „Levante“ soll nun noch einmal etwa Faktor 5 bringen.

Damit ist auch klar, dass sich Rastermodelle nicht mehr beliebig verfeinern lassen, wenn jede Halbierung der Zellengröße eine Verzehnfachung der erforderlichen Rechenkapazität bedeutet. Für globale Modelle, die bis zum Ende des Jahrhunderts laufen, rechnet man heute mit Rasterweiten von 80 bis 100 Kilometern. Feinere Auflösungen nutzt man für die Simulation regionaler Effekte. Beispielsweise legt ein aktuelles Projekt ein Raster über Deutschland mit 150-Meter-Zellen und sucht nach Berechnungsmodellen für die Wolkenbildung und Wolken-eisentstehung.

ct kompakt

- Die drei Klimaforscher Klaus Hasselmann, Syukuro Manabe und Giorgio Parisi erhalten am 10. Dezember den Physik-Nobelpreis 2021.
- Hasselmann gründete 1987 das Deutsche Klimarechenzentrum, das seither mit modernsten Superrechnern globale Klimaszenarien simuliert.
- Komplexe Berechnungen bilden heute die Folgen der Erderwärmung auch auf lokaler Ebene ab und spielen politische Entscheidungen durch.



Bild: DKRZ

Der neue Superrechner Levante am Deutschen Klimarechenzentrum soll im Endausbau etwa 350.000 Prozessorkerne umfassen und 16 PetaFLOPS erreichen.

Düstere Prognosen

Mit zunehmender Rechengenauigkeit geben die Erdklimasimulationen detailliertere Einblicke in lokale Effekte der Erderwärmung, Entwarnung geben sie aber alle nicht. „Nach unseren Modellen wird der Gesamtanstieg der Temperaturen bis Ende des 21. Jahrhunderts wohl bei drei bis vier Grad liegen, das ist aber eigentlich schon lange bekannt“, sagt Michael Böttinger. Er folgte Hasselmann 1990 aus dem Max-Planck-Institut für Meteorologie ins DKRZ.

Entscheidend sei aber nicht allein der Temperaturanstieg, sondern außerdem die Temperaturverteilung. Es zeige sich in den Simulationen, dass der Anstieg über dem Meer geringer ausfällt, über Land hingegen stärker. Der große Kontrast zwischen Meer und Land führt wiederum zu heftigeren Winden und Stürmen. Einen weiteren verstärkenden Effekt lösen sterbende Wälder aus, die wiederum weiteres CO₂ freisetzen und damit den Treibhauseffekt weiter verstärken. Die steigende Konzentration von CO₂ im Meerwasser wiederum sorgt dort auch für eine zunehmende Säurebildung, die Kalzit (Kalziumkarbonat) angreift und so weltweit den Schalentieren zu schaffen macht.

Zuarbeit für den Weltklimarat

Doch mit ihren Berechnungsmodellen zeichnen die Klimaforscher auf den Rechnern des DKRZ nicht nur immer düstere Bilder. Sie rechnen auch denkbare Varianten aus, sogenannte Shared Socioeconomic Pathways (SSP). Die Simulationen dieser klimatischen Entwicklungspfade

berücksichtigen politische Entscheidungen und sozioökonomische Entwicklungen und berechnen die damit entstehende Konzentration von Treibhausgasen und ihrer CO₂-Äquivalente. Daraus lässt sich wiederum der sogenannte Strahlungsantrieb der Erde ableiten, die Änderung der Energiebilanz des Planeten durch zusätzliche Strahlungswärme von außen.

„Zwei Watt pro Quadratmeter haben wir uns durch Industrialisierung und Nutzung fossiler Brennstoffe schon bis heute eingehandelt“, erläutert Böttinger. Das bedeutet, selbst bei einer Stabilisierung der CO₂-Bilanz würde sich die Temperatur auf der Erde weiter erhöhen.

Fünf Szenarien sind für den sechsten Sachstandsbericht des IPCC (Intergovern-

mental Panel on Climate Change, der sogenannte Weltklimarat) am DKRZ durchgerechnet worden. Die Ergebnisse sind in den sechsten Sachstandsbericht des Weltklimarates eingeflossen, den dieser im August 2021 veröffentlichte. Die Unterschiede sind immens. Während das Szenario eines nachhaltigen Weges bis 2100 sogar geringere Treibhausgaskonzentrationen als heute verspricht, hält schon ein Weg mit mittelstarken Herausforderungen an die Weltgemeinschaft kaum das Zwei-Grad-Ziel der Pariser UN-Klimakonferenz 2015 ein.

Die durchaus realistischen Szenarien SSP3 bis SSP5, die Bilder rivalisierender Regionen und sogar von einer raschen wirtschaftlichen Entwicklung auf der Basis fossiler Brennstoffe zeichnen, lassen im Jahr 2100 einen Strahlungsantrieb von bis zu acht Watt pro Quadratmeter erwarten, mit entsprechend heftig ansteigender Erderwärmung. Dabei gehen die günstigen Modelle von einer globalen Energiewende 2021 aus. Tückisch ist, dass die simulierten Szenarien erst ab etwa 2040 deutlich auseinanderdriften.

Regionale Voraussagen

Über die globalpolitische Dimension hinaus liefern Simulationen am DKRZ auch ganz praktische Daten als regionale Entscheidungsgrundlagen. Konkret laufen im Rechenzentrum zum Beispiel Programme des Cordex-Projektes (Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment). Das Downscaling globaler Klimamodelle kann helfen, beispielsweise über den Bau künftiger Skilifte in den Alpen zu entschei-

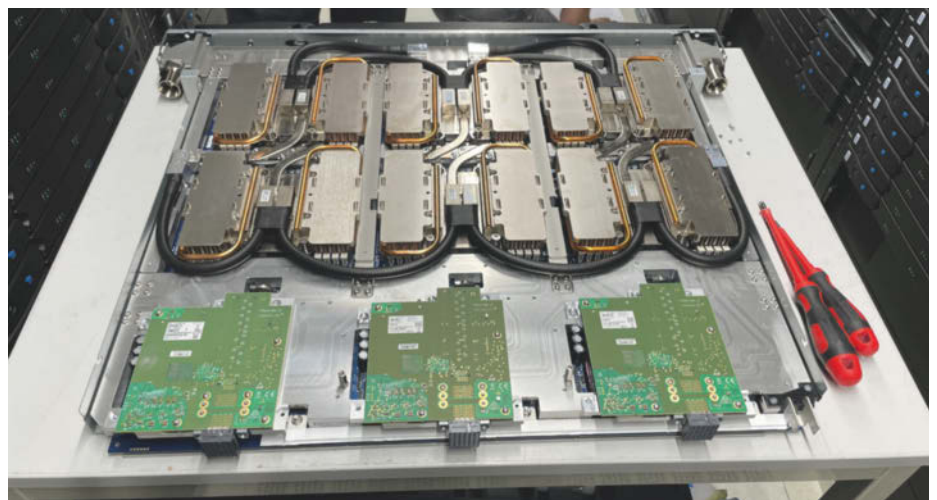
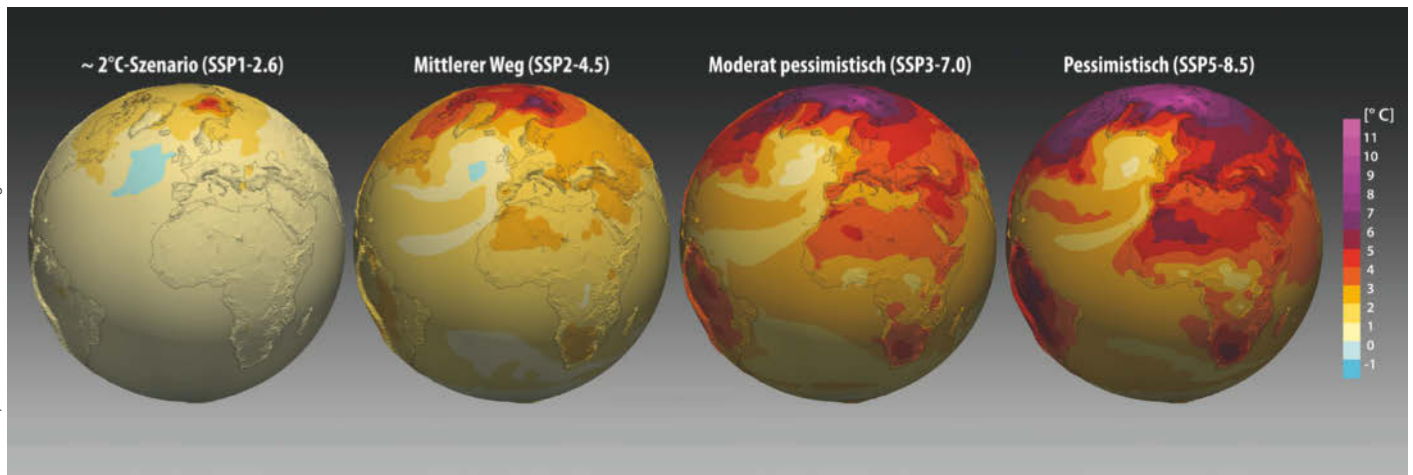


Bild: DKRZ

In einem aufgeschraubten Blade mit drei Rechnerknoten zeigt sich der Kühlmittelschlauch, der direkt an den Prozessoren und Speichereinheiten anliegt.



Vier Simulationsszenarien zeigen die zu erwartenden Temperaturveränderungen bis zum Ende des Jahrhunderts. Den Unterschied machen die politischen, gesellschaftlichen und ökonomischen Entscheidungen der Menschheit.

den oder über den Küstenschutz in den Niederlanden. „Vor 30 Jahren hat noch jeder seinen Datensatz für sich genutzt, heute ist die Wissenschaft wesentlich offener, kooperativer. So entsteht Mehrwert“, schildert Böttinger seine Beobachtung.

Regionalisierte Klimaprognosen stoßen mehr und mehr in neuen Anwendungsbereichen auf Interesse. Ein Beispiel sind Biologie und Medizin, die sich mit der Ausbreitung der asiatischen Tigermücke oder den Bedingungen für verschiedenste Krankheitserreger beschäftigen. Die Verschiebung von Klimazonen kann sich hier in den kommenden Jahrzehnten deutlich auswirken.

In den Bereich der Grundlagenforschung fällt hingegen das Projekt PalMod, mit dem verschiedene Forschergruppen versuchen, einen vollständigen Eiszeitzyklus zu modellieren. Hier geht es um eine Zeitspanne von immerhin etwa 100.000 Jahre. Letztlich können diese Arbeiten helfen, die Plausibilität der kurzfristigeren Klimamodelle zu überprüfen.

GPUs für Machine Learning

Im neuen Hochleistungscomputer „Levante“ sollen die Rechnerknoten mit GPUs jeweils einen eigenen Speicherbereich von etwa 80 Gigabyte haben. Sie sind damit gut für die Berechnung von Klimapunkten einsetzbar. DKRZ-Geschäftsführer Ludwig sieht nicht nur Visualisierungsaufgaben als Paradedisziplin für diese Prozessoren an. Auch beim maschinellen Lernen könnten sie ihre Stärken ausspielen.

„Bisher erfordern dynamisch gekoppelte Klimamodelle zumeist die Berechnung vieler partieller Differentialgleichungen“, berichtet Ludwig. Es gebe inzwischen aber erste Ansätze, derart rechenintensive Modelle durch Machine Learning eleganter und schneller zu lösen. Seit 2020 hat das DKRZ neue Mitarbeiter mit entsprechenden Kenntnissen eingestellt und kooperiert zudem mit der Initiative Helmholtz AI sowie der FU Berlin. Beide Partner bieten Expertise für Forscher, die Machine-Learning-Ansätze für spezielle Aufgabenstellungen suchen.

Derzeit sind Machine-Learning-Ansätze allerdings weniger in der Klimaforschung als in der Wetterberechnung verbreitet, etwa bei der automatisierten Extremwettererkennung oder beim Identifizieren von Wirbelstürmen. ML-Mustererkennung hilft auch dabei, Lücken in Beobachtungsdaten zu schließen, beispielsweise wenn im Netz des Regenradars einmal eine Station ausgefallen ist.

Ökologie ist Ehrensache

Das DKRZ hat einerseits den Vorzug seines Hochleistungsrechners, andererseits kann es auf umfangreiche Datenbestände aus den vergangenen Jahrzehnten zurückgreifen. Mittlerweile speichern sieben DKRZ-Magnetbandsilos in Hamburg insgesamt etwa 140 Petabyte; die Gesamtkapazität lässt sich auf bis zu 1000 Petabyte erweitern. Ein weiteres Silo steht am Leibniz-Rechenzentrum in Garching und dient als Back-up für Daten, die extra abgesichert werden sollen, beispielsweise die Daten für den aktuellen Weltklimabericht.

Dass die Erforscher des Klimawandels selbst so ökologisch wie möglich arbeiten, ist Ehrensache. Grundsätzlich ist der Betrieb eines Rechenzentrums nicht ökologisch. Heute hat das Rechenzentrum eine Leistungsaufnahme von 1,5 Megawatt. „Aber wir beziehen CO₂-neutralen Strom und arbeiten mit einer möglichst energieeffizienten Kühlanlage auf dem Dach“, berichtet Ludwig. Die Kühlflüssigkeit darf bis zu 40 Grad warm sein und muss nicht energieintensiv heruntergekühlt werden, bevor sie durch die Rechner-Blades läuft. Abwärme wird zudem an das benachbarte Chemieinstitut der Hamburger Universität als Heizenergie abgegeben.

Über die Klimaberechnungen hinaus trägt das DKRZ zur politischen Sichtbarkeit der Erderwärmung bei. So waren in den letzten Jahren zum Beispiel Olaf Scholz und Heiko Maas Besucher des Rechenzentrums und auch viele Teilnehmer des G20-Gipfels in Hamburg 2017 nahmen an einer Infoveranstaltung der Klimaforscher teil. Vor der Covid19-Pandemie besichtigten jährlich einige Besuchergruppen die Einrichtung und Schüler diskutieren mit den Forschern. „Mich freut, dass wir heute kaum noch auf Skeptiker treffen“, sagt Böttinger. Unter Wissenschaftlern gebe es die ohnehin längst nicht mehr. Die Beweislast der Klimasimulationen aus den vergangenen mehr als 30 Jahren lässt für Zweifel an der Bedeutung des durch Menschen verursachten CO₂-Eintrags für die Erderwärmung keinen Raum mehr.

(agr@ct.de) **ct**

DKRZ-Videos der 90er-Jahre: ct.de/ydtc

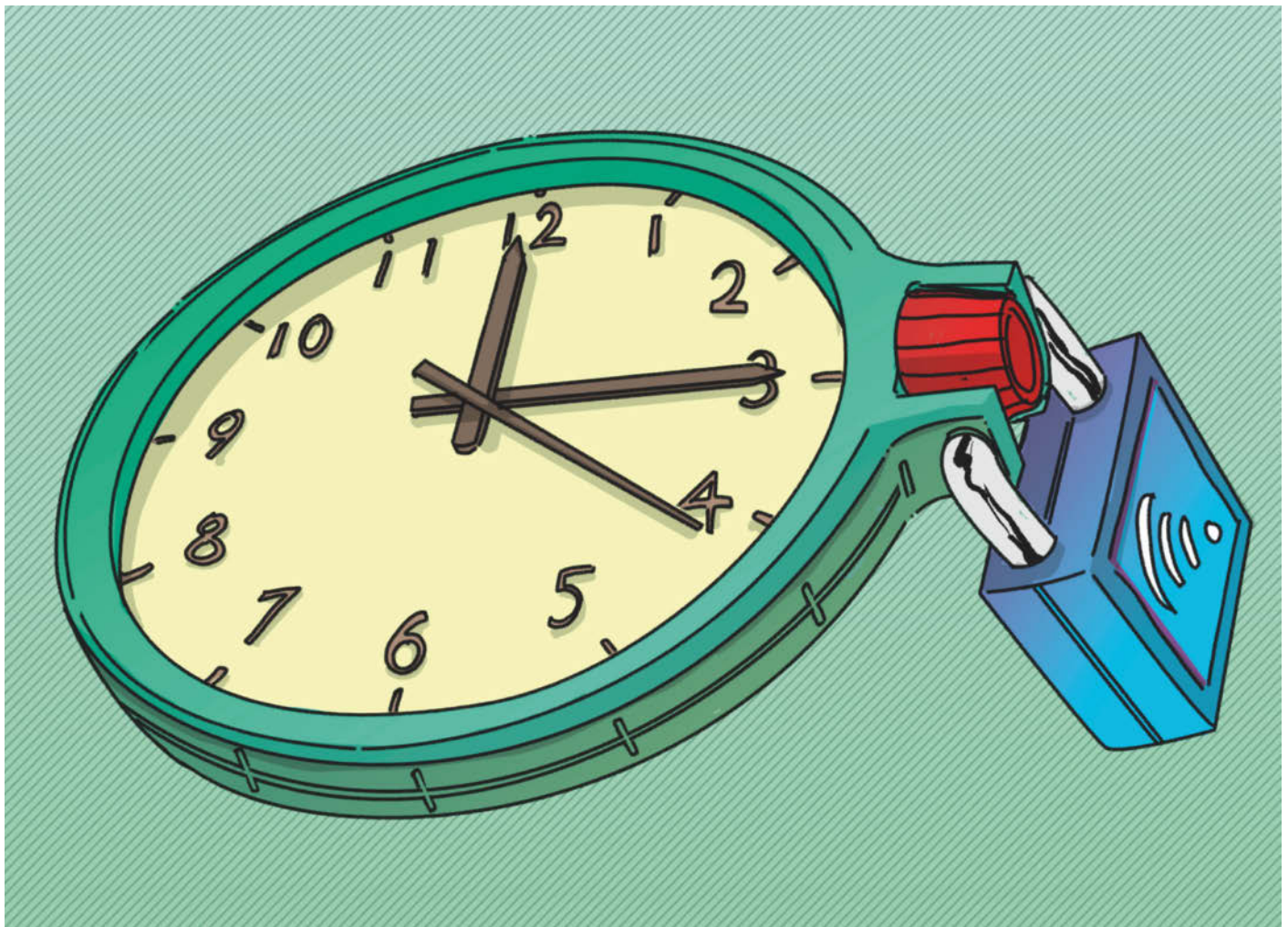


Bild: Thorsten Hübner

Sicher gestellt

Manipulationssichere Systemzeit dank NTS

PCs, Mobilgeräte, Router und Server stellen ihre Systemuhren mit dem Network Time Protocol, damit sich alle über die gültige Zeit einig sind. NTP hat bis jetzt keinen breitentauglichen Krypto-Schutz gehabt, der den Zeitabgleich gegen Eingriffe schützt. Das hat sich kürzlich geändert: Nun kann die NTS-Erweiterung Schlimmerem als billigem Zeitvandalismus vorbeugen.

Von Dieter Sibold und Kristof Teichel

Damit die Zwei-Faktor-Authentifizierung (2FA) per wechselndem Zahlencode beim Einloggen zum Onlinekauf funktioniert, müssen sich Smartphone und Webserver über die aktuelle Zeit einig sein. Weicht eine der Uhren nennenswert ab, scheitert der Login und damit die Bestellung.

Dass vernetzte Geräte die korrekte Zeit kennen, ist auch für viele weitere Anwendungen wichtig, beispielsweise Onlinebanking, E-Auto-Ladesäulen, vernetzte Produktionsanlagen in der Industrie oder den Hochfrequenzhandel an Börsen. Bei Letzterem gibt es sogar eine internationale Übereinkunft zur maximal zuläs-

sigen Abweichung (in MiFID II/MiFIR, dieser und alle weiteren Literaturhinweise siehe ct.de/y9bs).

In Deutschland legt die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) die gesetzlich verbindliche Zeit fest und verbreitet sie auf drei Wegen (ptb.de/zeit). Als Klassiker synchronisiert der Langwellensender DCF77 Funkuhren europaweit. Auch die telefonische Zeitansage gibt es nach wie vor, doch der heute wichtigste Pfad ist das Internet.

Alternativ kann man die Zeit auch aus den Signalen von Navigationssatelliten (GPS, Glonass etc.) und digitalen Rund-



funksystemen wie DAB+ oder DVB-T2 extrahieren. In Österreich kümmert sich das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) um die gesetzliche Zeit, in der Schweiz das Eidgenössische Institut für Metrologie (METAS).

Zeit im Netz

In der IT hat sich das standardisierte Network Time Protocol (NTPv4, RFC 5905) etabliert, um vernetzte Geräte jeglicher Art übers Internet und im LAN zeitlich zu synchronisieren. Die manchmal hohe Latenz langsamer Internetverbindungen von einigen Dutzend bis Hundert Millisekunden kompensiert NTP, sodass die Uhren zweier Hosts typischerweise nur um wenige Millisekunden voneinander abweichen. Wer es im LAN noch ein paar Größenordnungen genauer braucht, schaut sich das Precision Time Protocol an (PTPv2, IEEE 1588-2019).

NTP überträgt die Coordinated Universal Time (UTC), die auf die Greenwich-Zeitzone bezogen ist. UTC kennt keine Sommerzeitumstellung, bekommt aber gelegentlich Schaltsekunden eingeschoben, wenn die langsamer werdende Erdrotation das fordert. Die lokal geltende Zeitzone für die Darstellung zu berücksichtigen ist Aufgabe der Betriebssysteme. Ein Aufruf von uhr.ptb.de mit dem Browser und der Klick auf das Δt -Symbol deckt die Abweichung Ihres Gerätes auf.

Schon bei der NTP-Version 3 von 1992 wurde der Schutz der übertragenen Zeit-

information per Kryptografie vorgesehen. Wegen der umständlichen, vorab nötigen Verteilung von Pre-Shared Keys wird das aber nur in kleinen Umgebungen umgesetzt, für die öffentliche Zeitverteilung ist es schlicht unpraktikabel. Vom mit RFC 5906 anno 2010 in NTPv4 eingeführten Autokey-Verfahren rät das Standardisierungsgremium Internet Engineering Task Force (IETF) wegen architektonischer Schwachstellen inzwischen ab (RFC 8633).

Um böswilligen NTP-Manipulationen vorzubeugen, hat die IETF ein neues Verfahren unter dem Namen Network Time Security (NTS) spezifiziert. NTS entstand unter Mitwirkung der PTB und wurde im Oktober 2020 veröffentlicht (RFC 8915). Es ermöglicht den kryptografisch gesicherten Zeittransfer mit NTP über das Internet ohne nennenswerte Genauigkeitsverluste.

Bedrohungen für NTP

Das offene Internet stellt für NTP-Pakete genauso wie für die aller anderen über das Internet-Protokoll IP laufenden Dienste eine unsichere Umgebung dar. Die für NTP spezifischen Gefahren hat Tal Mizrahi im RFC 7384 betrachtet (ct.de/y9bs). Der fehlende Integritäts- und Authentizitätsschutz macht NTP anfällig für Manipulation, Verwerfung, Injektion und Replay von Paketen. Ferner kann ein Angreifer versuchen, einen Fake-NTP-Server etwa durch Vorspiegeln eines niedrigen

ct kompakt

- Die Uhrzeit spielt in vielen IT-Anwendungen eine Rolle.
- NTP synchronisiert die Systemzeit übers Internet.
- NTS schützt den Zeitabgleich gegen Angriffe.

Stratums (Angabe für die protokollinterne Nähe zur Echtzeit) in den Selektionsmechanismen des NTP-Protokolls nach vorn zu mogeln und so zur bevorzugten Zeitquelle zu machen.

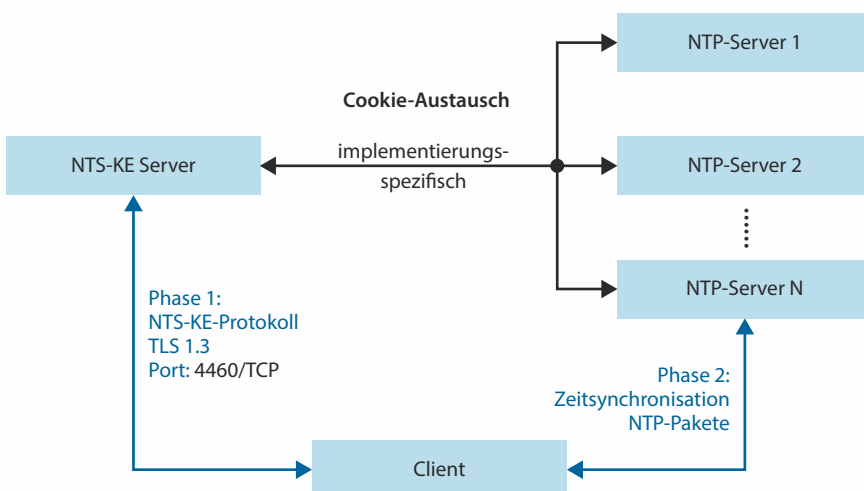
Das Vordrängeln klappt indirekt auch durchs Stören der Zeitquelle anderer NTP-Server, etwa mittels GPS-Jamming oder -Spoofing, wenn diese die Satellitenzeit als Quelle nehmen. Ein anderer indirekter Angriffsweg führt über die bei NTP implizite Zeitdifferenzmessung zwischen Server und Client. Indem man die Laufzeiten asymmetrisch verzögert, was keine Manipulation der Paketinhalte braucht, verschlechtert sich die Synchronisation. Wenn nicht weitere uneingeschränkte Server konfiguriert sind, wächst bei den Clients der Zeitfehler.

Der NTP-Dienst an sich fiel vor einigen Jahren bei Security-Experten auf, weil er für Distributed-Denial-of-Service-Angriffe (DDoS) missbraucht wurde: Angreifer veranlassten große, typischerweise gut angebundene NTP-Server dazu, riesige Datenmengen an Unbeteiligte zu schicken, um deren Netzwerkinfrastruktur zu überlasten (ct.de/-2087846). Das war unter anderem durch die fehlende Authentifizierung von NTP-Anfragen möglich.

NTP über das öffentliche Internet läuft heute noch weitgehend ungesichert, weil die bisherigen, vor NTS verfügbaren Sicherungsansätze zu unbequem und zu unzuverlässig für Betreiber und Nutzer sind. Das steht Anwendungen entgegen, für die ein sicherer Zeitbezug eine wichtige Voraussetzung für den ordnungsgemäßen Betrieb ist. Dazu gehören Abrechnungsverfahren bei Ladesäulen für E-Autos oder bei smarten Verbrauchszählern für Privathaushalte ebenso wie sehr Grundlegendes, etwa die Geltungsdauer von Zertifikaten, die die Kommunikation zwischen Servern und Clients schützen.

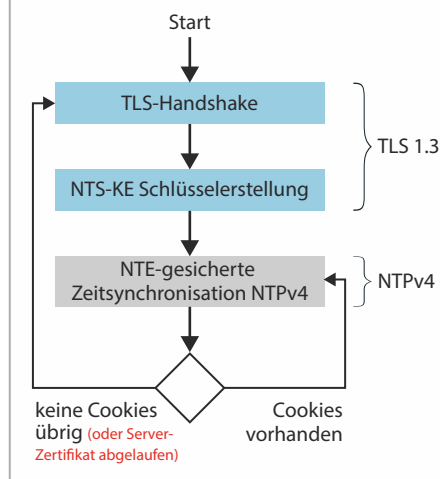
NTS-Architektur

Die beiden Funktionen Key Establishment und Zeitsynchronisation laufen typischerweise auf demselben Server. Bei hoher Last kann man die Zeitsynchronisation auf mehrere Maschinen verteilen.



Zweiphasen-Modell

NTS handelt in Phase 1 zunächst einen Satz Schlüssel aus, den der NTP-Client in Phase 2 mit dem oder den NTP-Servern für die sichere Zeitübermittlung verwenden soll. Sind die Schlüssel aufgebraucht, gehts zu Phase 1 zurück.



NTS-Ziele

NTP kennt drei Betriebsmodi mit dem Client-Server-Modus als wichtigstem. Hierbei sendet der NTP-Client (im folgenden Client) einen Time-Request an den NTP-Server, der diesen mit der Time-Response beantwortet. NTS wurde ausschließlich für diesen Betriebsmodus entwickelt. Für die anderen Modi, insbesondere Broadcast, sind andere Schutzmechanismen nötig. Die wichtigsten NTS-Ziele orientieren sich an den im RFC 7384 aufgeführten Sicherheitsanforderungen, unter anderem:

Identität: Der Client kann anhand von X.509-Zertifikaten prüfen, dass er mit dem richtigen Server kommuniziert.

Authentizität: Client und Server können prüfen, dass eine Nachricht vom vorgegebenen Kommunikationspartner stammt und unterwegs nicht modifiziert wurde.

Vertraulichkeit: Die ausgetauschten Zeitstempel sind im Allgemeinen nicht vertraulich und werden daher nicht verschlüsselt. NTS bietet das Verschlüsseln dennoch optional an.

Skalierbarkeit: NTS-geschützte NTP-Server können mit sehr vielen Anfragen umgehen, ohne wie Webserver einen Client-spezifischen Zustand speichern zu müssen.

Unlinkability: NTS gibt keine Informationen preis, anhand derer ein passiver

Angreifer zwei über verschiedene Netzwerke laufende NTP-Nachrichten einem Gerät zuordnen kann. Das verhindert das User-Tracking.

Performance: NTS soll die Genauigkeit der Zeitsynchronisation möglichst wenig beeinträchtigen.

Um das alles zu erreichen, ergänzt NTS den Client-Server-Modus um zwei Sub-Protokolle: Das „NTS Key Establishment“ (NTS-KE) definiert die Identität der Kommunikationspartner und erzeugt gemeinsame temporäre Schlüssel. Vier „NTS Extension Fields for NTPv4“ transportieren Informationen, die die Authentizität und Integrität der Zeitnachrichten sicherstellen.

Mehrfach verschlüsselt

Das Ganze läuft in zwei Phasen: Zuerst bezieht der Client vom NTS-KE-Server einen Satz temporärer Schlüssel. Mit diesen nimmt er anschließend Kontakt mit dem NTP-Server auf, der die Zeit liefert. Meist laufen die Funktionen NTS-KE und NTP auf demselben physischen Server, sie müssen es aber nicht. Der Client kann die von NTS-KE ausgegebenen Schlüssel auch mit anderen NTP-Servern nutzen, die zur selben Institution gehören.

Der NTS-KE-Server lauscht auf Port 4460/TCP. Er schützt seine Kommunikation kryptografisch mit TLS 1.3 (Transport Layer Security, RFC 8446) und identifiziert sich dabei über ein Zertifikat. Im NTS-KE-Protokoll handeln Client und Server den für Phase 2 zu verwendenden Kryptoalgorithmus aus. Ferner bekommt der Client die Adresse und den Port des zu nutzenden NTP-Servers zugewiesen.

Der Server erzeugt die temporären Schlüssel mit der in TLS 1.3 referenzierten Exporter-Funktion aus RFC 5705. Er bündelt sie mit weiteren Kommunikationsparametern in bis zu acht Cookies und übergibt diese an den Client. Der KE-Server chiffriert die Cookies mit einem regelmäßig erneuerten Masterschlüssel, den nur er und der NTP-Server kennen. Der Client wertet die Cookies nicht aus, sondern speichert sie zusammen mit den temporären Schlüsseln für Phase 2. Danach schließen beide Seiten die TLS-Verbindung.

Garantierte Zeit

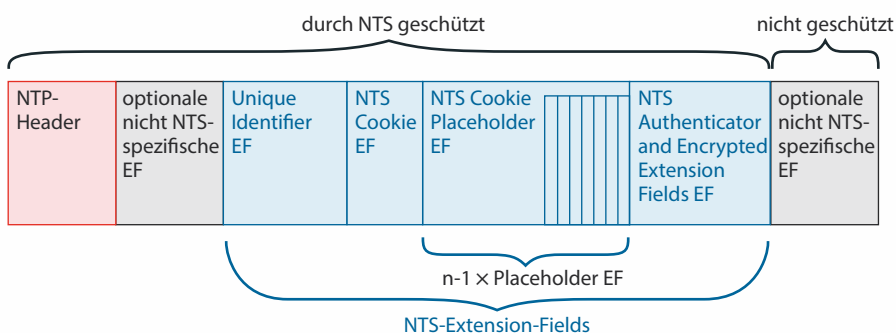
Anders als bei klassischem NTP kann ein NTS-gesicherter NTP-Server seinen Dienst auch über einen anderen als den etablierten Port 123/UDP anbieten. Bei frühen Interoperabilitätstests stellte sich nämlich heraus, dass viele Firewalls NTP-Pakete mit NTS-Erweiterungsfeldern auf Port 123 verwerfen. Die zurzeit verfügbaren NTS-Implementierungen verwenden ihn dennoch als Standard, wenn man keinen anderen konfiguriert.

In Phase 2 stellt NTS die Authentizität und Integrität der zwischen Client und NTP-Server ausgetauschten NTP-Pakete sicher. Dazu nutzt es die schon in NTPv4 vorgesehenen NTP Extension Fields (Erweiterungsfelder, EF), deren Aufbau in RFC 7822 genauer spezifiziert wurde. NTS deklariert vier Typen: Unique Identifier, NTS Cookie, NTS Cookie Placeholder, NTS Authenticator and Encrypted Extension Fields.

Der Unique Identifier sorgt für Replay-Schutz: In jeden Time-Request setzt der Client eine eindeutige Kennung und

NTS-Paket des Clients

In seine NTS-Zeit-anfrage bettet der Client ein in Phase 1 erhaltenes Cookie ein, damit der NTP-Server weiß, dass die Anfrage berechtigt ist. Im Placeholder-Block erbittet er ein oder mehr neue Cookies.



prüft diese bei jeder empfangenen Time-Response. So fallen simpel aus vorigen Paketen abgewandelte Antworten ebenso auf wie frei erwürfelte.

In das NTS-Cookie-Feld kopiert der Client beim Time-Request eines der Cookies aus seinem in Phase 1 erhaltenen Vorrat. Der Server dechiffriert es mit seinem Masterschlüssel, um die in Phase 1 erzeugten Schlüssel zu extrahieren, damit er die Integrität des Time-Request-Paketes prüfen kann.

Zugunsten der Unlinkability (Nichtverfolgbarkeit) sollen NTP-Clients ein Cookie immer nur einmal verwenden. Deshalb bekommen sie mit jedem Time-Response mindestens ein neues. Ihr Vorrat schrumpft so erst, falls mal eines der per UDP übertragenen und deshalb nicht verlustgeschützten Phase-2-Pakete unterwegs verschüttgeht. Braucht ein Client mehr Cookies, baut er in seinen Time-Request mehrere NTS-Cookie-Placeholder-Felder ein.

Die Placeholder-Felder sorgen dafür, dass Time-Requests und -Responses gleich groß sind. So entsteht erstens keine Laufzeiten-Asymmetrie, die die Synchronisationsgenauigkeit verschlechtern würde. Zweitens lässt sich dieses Merkmal nicht für einen sich verstärkenden DoS-Angriff verwenden (Amplification Attack).

Für jedes Placeholder-EF im Time-Request erzeugt der Server ein Cookie, das er im Response in den EF-Typ 4 packt (NTS Authenticator and Encrypted Extension Fields).

Keksdose leer

Ist der Cookie-Vorrat irgendwann wegen Paketverlusten doch erschöpft oder läuft alle paar Jahre mal das Serverzertifikat ab, dann fällt der Client in Phase 1 zurück und

lässt sich vom NTS-KE-Server seine Keksdose neu befüllen.

Authenticated Encryption with Associated Data (AEAD, RFC 5116) sichert in Phase 2 die Authentizität und Integrität des NTP-Paketes vom Header über alle folgenden EF bis zum Ende des Typ-4-Feldes. Dahinter folgende optionale Nicht-NTS-Erweiterungsfelder bleiben ungeschützt. Der NTP-Server verwendet AEAD außerdem zum Verschlüsseln des NTS-Cookie-Feldes.

AEAD läuft in Phase 2 ausschließlich mit symmetrischen Kryptografie-Algorithmen. Das hält den Einfluss von NTS auf die Genauigkeit der Zeitsynchronisation in einem vertretbaren Rahmen (ct.de/y9bs).

Einschränkungen

NTS kann den oben genannten Delay-Angriff weder verhindern noch unmittelbar erkennen, weil er die Nachrichten ja nicht verändert, sondern nur verzögert. Gegen eine solche Attacke kann sich ein Synchronisationsprotokoll für die Zeit ja inhärent nicht wehren. Ein Delay-Angriff geht aber mit einer Erhöhung der Round-Trip-Time (RTT) zwischen Client und NTP-Server einher. Daran kann der Client ihn über mehrere Pakete hinweg indirekt doch erkennen.

Als einfache Gegenmaßnahme kann man NTP-Clients vorgeben, keine Verbindungen mit Servern aufzubauen, bei denen die RTT über der im MAXDIST-Konfigurationsparameter festgelegten Schwelle liegt, üblicherweise 1 Sekunde. Das beschränkt den Fehler bei der Zeitdifferenzberechnung auf die Hälfte. Mit einem maximalen Gangfehler (Abweichung) zur Referenz von einer halben Se-

kunde sollten viele Anwendungen gut leben können.

Das Verwenden von Zertifikaten in Phase 1 führt zu einem Henne-Ei-Problem: Beim Verbindungsaufbau kann der NTP-Client mangels Echtzeit die Gültigkeit des Serverzertifikats nicht beurteilen. In der Praxis können viele Clients für die Gültigkeitsbewertung zwar auf alternative Zeitquellen (siehe oben) zurückgreifen.

Eine voll zufriedenstellende Lösung für dieses Problem gibt es aber nicht. Denn es sind Anwendungen denkbar, wo der Client beim Systemstart mangels batteriegestützter Onboard-Uhr (RTC) und alternativer Quellen zeitlich komplett orientierungslos ist, siehe auch die Betrachtungen in 8.5 des RFC 8915.

NTS-Praxis

Parallel zur Entwicklung des NTS-Standards hat die Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften an der Umsetzung in Software gearbeitet. So entstand die erste Proof-of-Concept-Implementierung (ct.de/y9bs). Produktionstauglich sind die aus anderen Quellen stammenden Softwarepakete NTPsec und Chrony.

Bei Fedoras Chrony kann man NTS schon konfigurieren, wogegen die im Serverbereich wichtigen Linux-Versionen Debian, Redhat, Suse Linux Enterprise und Ubuntu LTS noch eine nicht NTS-fähige Chrony-Version haben. Hier muss man NTPsec oder ein neueres Chrony von der jeweiligen Projektseite holen und installieren.

NTS-fähige NTP-Server sind in freier Wildbahn noch rar: Den ersten NTS-fähigen Zeitdienst hatte Cloudflare, Betreiber eines großen Content-Delivery-Networks, unter time.cloudflare.com bereitgestellt. Als erstes Metrologieinstitut weltweit erweiterte die PTB ihre öffentlich zugänglichen Zeitserver um NTS. Mit den folgenden Einträgen in der Konfigurationsdatei nutzen der NTPSEC-Daemon (/etc/ntp.conf) oder der Chrony-Client (/etc/chrony.conf) die PTB-Server:

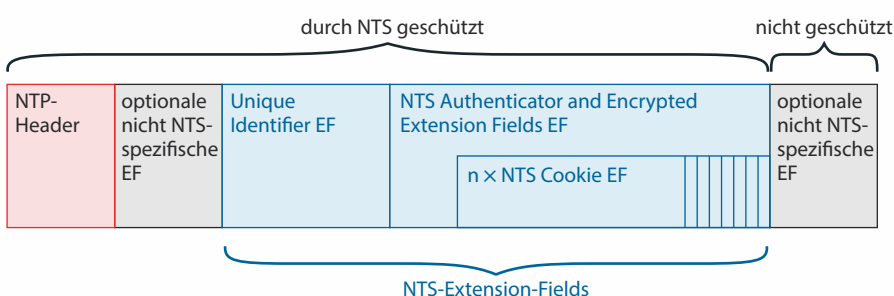
```
server ptbtime1.ptb.de nts
server ptbtime2.ptb.de nts
server ptbtime3.ptb.de nts
```

Weitere Einträge öffentlicher NTS-Zeitserver (ct.de/y9bs) steigern die Zuverlässigkeit, wenn der NTP-Server ein größeres LAN versorgen soll. (ea@ct.de) **ct**

Literatur und Konfigurationstipps:
ct.de/y9bs

NTS-Paket des Servers

Die NTS-Serverantwort enthält nicht nur die Zeitangabe, sondern auf Anfrage auch neue verschlüsselte Cookies. So können Client und Server länger in Phase 2 verweilen und die wegen asymmetrischer Kryptographie rechenaufwendige Phase 1 länger hinauszögern.



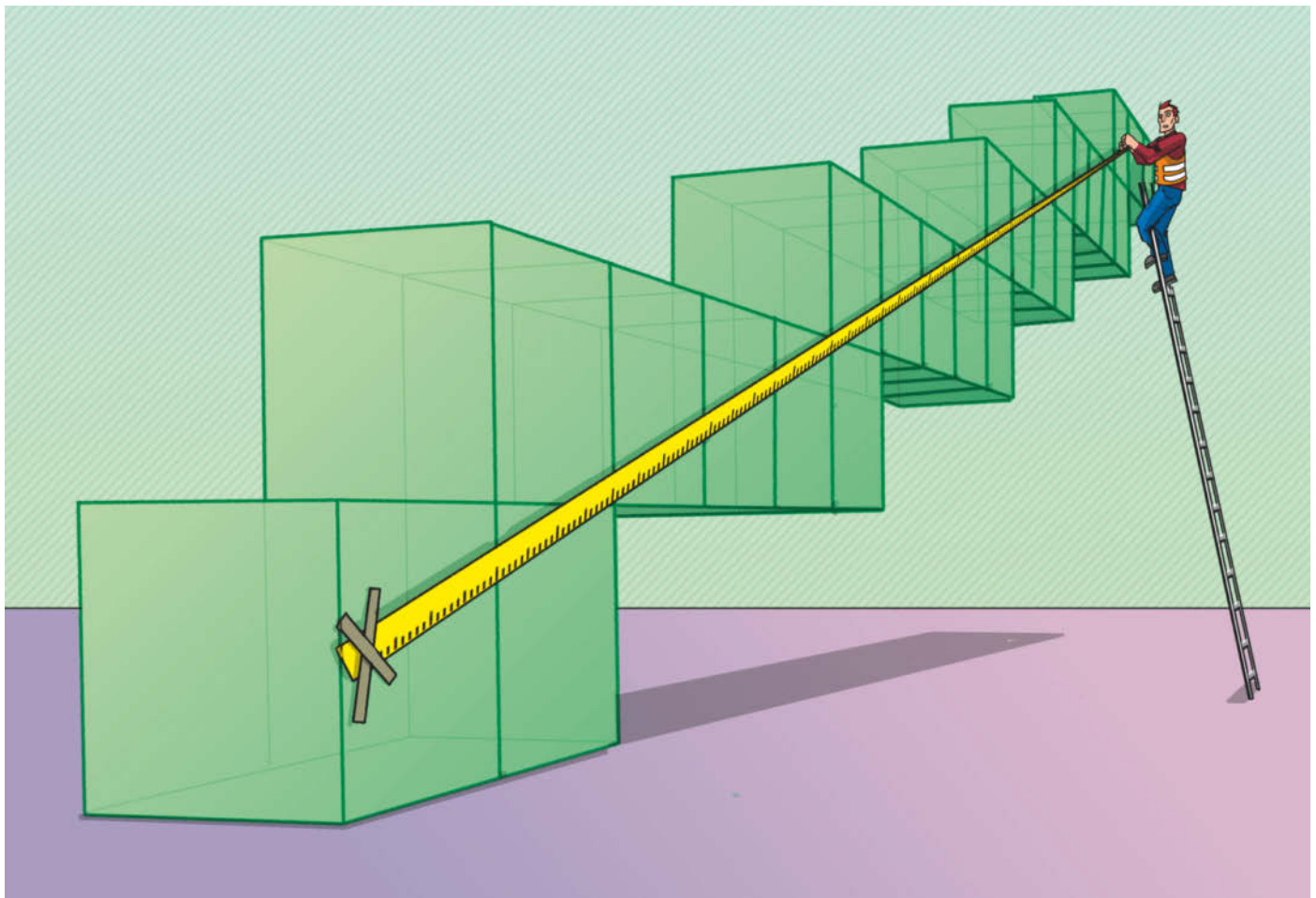


Bild: Thorsten Hübner

Bresenham 3D

Algorithmus für Linien in Voxelgittern

Computergeschichte für die Zukunft: Wir haben einen alten Algorithmus zum Zeichnen von 2D-Linien für 3D erweitert und ganz modern mit Numpy implementiert. Das ist ein Baustein, um aus Daten von Lidar-Sensoren 3D-Scans zu berechnen.

Von Pina Merkert

Digitale Scans der physischen Welt helfen beim Planen, Dokumentieren, Archivieren und taugen als Basis, um die Zukunft zu visualisieren. Ein Scan der eigenen Wohnung wäre ganz schön praktisch und die nötigen Sensoren kosten nur

noch knapp 100 Euro. Ein Roboter könnte die dafür nötigen Daten zusammentragen. Doch eine Software muss diese Daten zu einem Modell zusammenfügen, damit man sie sinnvoll nutzen kann.

Alle Photonen aus einem Laser haben die gleiche Wellenlänge, weshalb sie sich beim Überlagern auslöschen oder verstärken. Die dabei entstehenden Interferenzmuster kann man auswerten, um Time-of-Flight-Sensoren zu bauen, die Entfernungen entlang des Laserstrahls messen. Das geht in Millisekunden, weshalb nichts dagegen spricht, den Laser mit einem schnell rotierenden Spiegel durch die Gegend zu schwenken und systematisch die Entfernung zu Tausenden Punkten zu messen. Da eine Apparatur, die das macht, an ein Radar erinnert, wer-

den die Sensoren als „Licht-Radar“, kurz „Lidar“ bezeichnet.

Staubsaugerroboter nutzen das Prinzip, um 2D-Karten ihrer Wohnung zu erstellen; selbstfahrende Autos integrieren gleich mehrere solcher Sensoren, die Umgebung und Gegenverkehr sogar in 3D abbilden. Archäologen nutzen auf ein Stativ montierte Lidar-Sensoren, um Pharaonengräber und Steinzeithöhlen zu digitalisieren. Die Daten fallen nur leider in einem unpraktischen Datenformat aus dem Lidar: je ein Entfernungswert und zwei Winkel für Rotation und Nicken. Für Sensorfusion, das zusammenrechnen der Messwerte mehrerer Sensoren, und nutzbringende Weiterverarbeitung wäre es viel praktischer, die Daten auf Voxel umzurechnen. „Voxel“ steht für volumetrische Pixel, also Raumwürfel statt flacher Quadrate, aus denen sich die Darstellung zusammensetzt.

Zum Zusammenwerfen der Messungen an mehreren Positionen kann man für jedes Voxel die Wahrscheinlichkeit speichern, dass dort eine Wand ist. Für jede zusätzliche Messung multipliziert man die zuvor vermuteten Wahrscheinlichkeiten nach der Bayes-Regel. Die tatsächliche



Distanz variiert normalverteilt um den Messwert, wobei die Varianz mit der Distanz zunimmt. Für alle Voxel entlang des Laserstrahls kann der Computer also berechnen, mit welcher Wahrscheinlichkeit sie solide Wand oder durchsichtige Luft sind. Nur welche der vielen Voxel liegen auf dem Strahl?

Bresenham's Algorithmus

Die Antwort gibt ein Algorithmus, den der Entwickler Jack Elton Bresenham bereits 1962 für seine Arbeit bei IBM erfunden hat. Ihm ging es darum, 2D-Linien auf den Monitor zu zeichnen. Das musste effizient geschehen, denn Rechenleistung und Speicher waren damals noch ein knappes Gut. Mit Voxel statt Pixeln funktioniert sein Algorithmus praktischerweise auch. Man muss für 3D nur ein bisschen mehr lineare Algebra rechnen.

Um die Idee zu verstehen, stellen Sie sich beispielsweise eine Gerade mit Steigung 0,4 vor. Sie schneidet den Nullpunkt und erhebt sich nicht sonderlich steil über der x-Achse. Der Algorithmus fragt nun für jede x-Koordinate, welche y-Koordinate die Gerade am besten darstellt. Zunächst tut das das erste Voxel rechts neben dem Nullpunkt, der Fehler ist 0,4. Ein Voxel weiter entlang der x-Achse wäre der Fehler aber schon 0,8, während das Voxel darüber nur einen Fehler von 0,2 hätte. Also stellt das darüberliegende Voxel die Linie besser dar. Da gerade Linien ihre Steigung nicht ändern, reicht es Bresenham's Algorithmus, den Fehler zu protokollieren und bei Bedarf ein Pixel höher zu rutschen.

Je nach Steigung muss der Algorithmus in der 3D-Version eher der x-, y- oder z-Achse folgen und die Fehler für die beiden anderen Richtungen protokollieren. Die zu folgende Achse ist die mit dem größten Abstand zwischen Start- und Zielpunkt der Linie.

Numpy für Geschwindigkeit

Python-Code ist ungefähr hundertmal langsamer als das gleiche Programm in C. Deswegen nutzen fast alle Python-Programme in C geschriebene Bibliotheken. Solange der größte Teil der Berechnungen in den flotten Bibliotheksfunktionen passiert, spielt es keine Rolle, dass Python von sich aus schnarchlangsam ist. In Python stellt man nur die Weichen, was der Prozessor tun soll. Ein richtig schneller Zug für das Gleis ist Numpy. Die Bibliothek definiert effiziente Datentypen für Arrays und enthält alle Funktionen, um mit diesen Arrays zu rechnen. Dabei kann man typisch mit einem Befehl eine Berechnung gleichzeitig für alle Zahlen ausführen. Numpy spannt dafür die Vektoreinheiten moderner Prozessoren ein, wodurch die Programme meist sogar noch schneller laufen als unoptimiertes C. Auf Python-Seite setzt Numpy eine ziemlich raffinierte Syntax um, was schönen kurzen Code erlaubt.

Gegenüber purem Python verlangt Numpy-Code jedoch, dass man Datentypen definiert. Außerdem haben Numpy-Arrays eine feste Größe und man kann nicht einfach wie bei Python-Listen Elemente anhängen oder einfügen. Ein Voxel-Gitter mit 32-Bit-Gleitkommazahlen

ct kompakt

- Ein Algorithmus von 1962 zeichnet effizient zweidimensionale Linien.
- Die Idee funktioniert auch in 3D mit Voxel statt Pixeln.
- Das Python-Modul Numpy beschleunigt den Code.

len, vorbelegt mit Nullen, sieht beispielsweise so aus:

```
import numpy as np
array = np.zeros((10, 10, 10),
                 dtype=np.float32)
```

10×10×10 Voxel sind im Beispiel ein sehr grobes Raster, das sich in einem Diagramm noch gut darstellen lässt. Für detaillierte Scans der Wohnung würde man ein Raster aus einigen Millionen Voxeln wählen.

Statt eines 3D-Tensors kann man mit Numpy auch 1D-Vektoren für den Start- und Zielpunkt der Linie definieren:

```
start = np.array([5, 2, 0],
                 dtype=np.float32)
target = np.array([0, 4.5, 3],
                  dtype=np.float32)
```

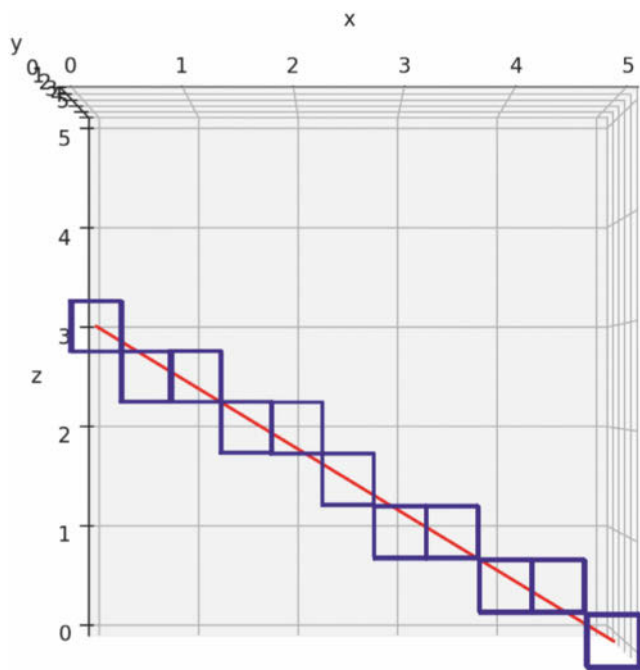
Um die Vektoren mit Werten vorzubefüllen, akzeptiert Numpy praktischerweise normale Python-Listen.

Mit den Vektoren kann man nun wie mit einfachen Zahlen rechnen:

```
start_to_target_vector = target - start
```

Wir haben Numpys Fähigkeiten für lineare Algebra genutzt, um den Punkt auszurechnen, an dem die Linie ins Voxelgitter eindringt, falls ihr Startpunkt außerhalb des Gitters definiert ist. Die genaue Berechnung ist für das Verständnis des Linien-Algorithmus nicht wichtig, weshalb wir sie nur im Jupyter-Notebook zu diesem Artikel erklärt haben (siehe ct.de/yhyx).

Jupyter ist eine Software, um Dokumente mit ausführbarem Code im Browser anzuzeigen. Wenn Sie den Algorithmus auf Ihrem eigenen Rechner laufen lassen möchten, laden Sie zunächst mit `git clone https://github.com/pinaebresenhamLidar.git` den Code auf Ihren Rechner. Unter Linux und macOS erzeugen Sie im



Der Algorithmus folgt hier der X-Achse und entscheidet bei jedem Schritt, ob das Voxel daneben oder in Y-Richtung verschoben die Linie besser wiedergibt.

von git angelegten Verzeichnis ein Virtualenv mit `python -m venv env` und aktivieren es mit `source env/bin/activate`. Unter Windows empfehlen wir Anaconda als Python-Umgebung für solche Experimente; in Anaconda können Sie grafisch über das Menü ein neues Virtualenv anlegen. Danach installieren Sie alle Abhängigkeiten mit `pip install -r requirements.txt` und starten Jupyter mit `jupyter notebook`. Im Browser finden Sie danach unter der URL `http://localhost:8888` eine Übersicht der „Notebooks“, bei der auch unser „Bresenham3D.ipynb“ dabei ist. Sobald Sie es mit Doppelklick geöffnet haben, sehen Sie den erklärenden Text; den Code führen Sie Zeile für Zeile mit Umschalt+Enter aus.

Falls Sie den Code nicht live ausführen und nur mitsamt der Erklärungen lesen wollen, können Sie auch auf Jupyter verzichten und das Notebook direkt im Internet bei GitHub anzeigen: <https://bit.ly/3059XFg>.

Marschrichtung

Für den 3D-Algorithmus geht es zunächst darum, die Richtung zu bestimmen, entlang der die Linie am flachsten ist. Die Tricks, die der Code dafür nutzt, zeigen recht gut, wie man in der Praxis mit Numpy programmiert.

Jedes Numpy-Array hat eine Eigenschaft `.shape`, die mit einem Tupel angibt, wie groß es ist. Das Array vom Anfang hat beispielsweise die Form `(10, 10, 10)`. Für die Richtungen spielt die genaue Größe aber keine Rolle, sondern nur die Anzahl an Dimensionen `len(array.shape)`. Mit `range()` erzeugt Python einen Iterator; eingepackt in ein `list()` gibt Python eine Liste mit den Nummern aller Dimensionen zurück. `list(range(len(array.shape)))` erzeugt also `[0, 1, 2]`.

Aus dieser Python-Liste entfernt der Algorithmus nun die Nummer der steilsten Dimension, sodass die Nummern der beiden Dimensionen übrig bleiben, für die er einen Fehler protokollieren muss. Die steilste Dimension ist die mit dem größten Wert im Vektor vom Start zum Zielpunkt, allerdings als Betrag (den berechnet `np.abs()`), da negative Abstände genauso zählen:

```
error_dimensions = list(range(
    len(array.shape)))
steepest_dimension = 2
error_dimensions.pop(
    np.argmax(np.abs(
        start_to_target_vector)))
```

Teilt man den gleichen Vektor elementweise durch seinen größten Wert, entsteht ein Vektor mit 1 oder -1 bei der größten Dimension. Die anderen beiden Werte geben an, wie weit und anhand des Vorzeichens auch in welche Richtung sich die Linie von der steilsten Achse pro Schritt von einem Voxel entfernt. Diesen ganzzahligen Fehler braucht Bresenham's Algorithmus, um ihn bei jedem Schritt zum bisher angesammelten Fehler zu addieren.

Um unabhängig von der Einheit der Messungen zu sein, multipliziert unser Algorithmus das Ergebnis noch mit `step_size`, einer Zahl, die angibt, wie groß ein Voxel ist:

```
error_per_step = (
    start_to_target_vector /
    start_to_target_vector[
        steepest_dimension]
    ) * step_size
```

Startpunkt

Bevor der Algorithmus Schritte macht, muss er wissen, von wo er loslaufen muss. Das Voxel, bei dem die Linie anfängt, berechnet `np.around()` mit null Dezimalstellen. Falls die Voxel bei `step_size != 1` nicht ohnehin normiert sind, reicht es, `step_size` zu teilen, um das nachzuholen:

```
start_voxel = np.around(
    start_point_in_voxel_grid
    / step_size,
    decimals=0)
```

Der Algorithmus erlaubt beliebige Gleitkomma-Koordinaten für den Startpunkt, sodass es durch das Runden direkt beim Startpunkt schon einen Fehler geben kann. Die Funktion `np.modf()` berechnet eine Division mit Rest, wobei sie zuerst den für den Fehler interessanten Rest zurückgibt. Der Index `[0]` extrahiert diesen Rest aus der Antwort der Funktion:

```
error = np.modf(
    start_point_in_voxel_grid
    / step_size)[0]
```

Die zur Linie gehörenden Voxel sammelt der Algorithmus in der Liste `voxels`, in welcher der gerade berechnete Startpunkt den ersten Eintrag darstellt.

Danach kommt eine Zeile, die Python-Programmierer verwirren könnte. Die Variable `start_voxel` speichert nämlich nicht das ganze Numpy-Array des Vektors,

sondern nur eine Referenz. Eine einfache Zuweisung `current_voxel = start_voxel` würde nur die Referenz kopieren, nicht aber den Inhalt des Arrays. Meistens ist das gut, weil die Referenz viel schneller verarbeitet werden kann und die Daten immer an der gleichen Stelle im Speicher liegen bleiben dürfen. Die Daten von `current_voxel` will der Algorithmus aber gleich bei jedem Schritt verändern. Dabei soll er das zuerst in die Liste gelegte `start_voxel` aber nicht verändern. Eine Kopie aller Daten geht mit Numpy natürlich auch – allerdings mit einer expliziten Kopierfunktion:

```
current_voxel = np.copy(start_voxel)
```

Schritte

Die Schritte berechnet der Algorithmus mit einer Schleife. Da Python kein `do ... while` kennt, fängt der Block mit `while True:` als Endlosschleife an. Eine `if`-Anweisung mit `break` springt am Ende des Blocks aus der Schleife, wenn alle Schritte getan sind.

Die erste Zeile addiert den Fehler pro Schritt zum bestehenden Fehler. Damit Numpy dabei nicht auf die Idee kommt, ein neues Array anzulegen und dessen Referenz in der gleichen Variable zu speichern, haben wir mit `out=error` angegeben, dass Numpy das Ergebnis in den Vektor `error` schreiben soll:

```
np.add(error,
    error_per_step / step_size,
    out=error)
```

Der folgende Code nutzt Masken, um bedingte Sprünge zu umgehen. Die meisten Numpy-Funktionen für parallele Berechnungen mit allen Werten in einem Array unterstützen Masken (`where`-Parameter) in Form von Arrays mit Booleans. So ein Array aus Wahrheitswerten erzeugt `step_dims = np.abs(error) >= 0.5`. Das Array ist überall dort `True`, wo der Betrag des Fehlers größer als 0,5 ist. Auf diesen Achsen ist ein Schritt nötig, überall sonst gehört das danebenliegende Voxel zur Linie.

Falls ein Schritt nötig ist, muss der aber auch in die richtige Richtung erfolgen. Die ist genau dann 1, wenn der Fehler größer als 0,5 ist und genau dann -1, wenn der Fehler kleiner als -0,5 ist. Der Bereich dazwischen interessiert nicht, da er von der Maske ausgeblendet wird. Da Numpy

Wahrheitswerte bei Bedarf in die Integer 0 und 1 konvertiert, reicht fürs Erzeugen des Arrays mit den Richtungen die folgende Zeile:

```
step_dir = ((error > 0) * 2.0 - 1.0)
```

Mit diesen beiden Arrays lassen sich nun alle für den Schritt nötigen Berechnungen ohne if umsetzen. Zuerst subtrahiert der Code 1 oder -1 dort vom Fehler, wo ein Schritt zur Seite erfolgt. Das passende Voxel berechnet er mit einer Addition von 1 oder -1 zum `current_voxel` und zwar ebenfalls nur dort, wo auch ein Schritt nötig ist:

```
np.subtract(error, step_dir,
            out=error, where=step_dims)
np.add(current_voxel, step_dir,
       out=current_voxel, where=step_dims)
```

Da die Arbeit nun schon getan ist, prüft die einzige if-Abfrage im Schleifenkörper, ob schon alle Schritte gemacht sind. Es ist Zeit, mit dem Laufen aufzuhören, wenn eine der Koordinaten von `current_voxel` kleiner 0 oder größer als das Voxelgitter geworden ist. `current_voxel < 0` berechnet einen Wahrheitswert für jede Dimension und `np.any()` bricht dieses Boolean-Array auf einen einzelnen Boolean herunter, der True wird, wenn mindestens einer der Werte True ist. Bei der Maximalkoordinate funktioniert es genauso; der Maximalwert für alle Achsen stammt aus `array.shape`. Nur falls das Voxel

nicht schon außerhalb des Gitters liegt, muss die letzte Zeile es noch zur Liste der Linien-Voxel hinzufügen:

```
if (np.any(current_voxel < 0) or
    np.any(current_voxel > voxel_max)):
    break
voxels.append(np.copy(current_voxel))
```

3D-Diagramm

Wie oft beim Rechnen mit drei Dimensionen sieht man den Koordinaten in `voxels` nicht gleich an, ob das Ergebnis stimmt. Man kann natürlich Unittests schreiben (siehe S. 148). Ein 3D-Diagramm ist aber wesentlich anschaulicher. Mit Matplotlib lässt sich so eins direkt ins Browserfenster des Jupyter-Notebooks zeichnen.

```
from mpl_toolkits import mplot3d
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib notebook
```

Dafür erzeugt man mit Pyplot zuerst eine Zeichenfläche `fig` und konfiguriert sie auf drei statt zwei Achsen mit `plt.axes(projection='3d')`:

```
fig = plt.figure(figsize=[9.5, 8])
ax = plt.axes(projection='3d',
              box_aspect=(1.0, 1.0, 1.0))
```

Achseneinstellungen mit Funktionen wie `set_xlim3d()` und `set_xlabel()` passieren

genauso mit `ax`, wie das Zeichnen von Linien mit `plot3D()`. Die folgende Zeile zeichnet beispielsweise die rote Linie, der die Voxel folgen sollen:

```
ax.plot3D(*np.column_stack([start,
                             target])), 'red')
```

Die Funktion erwartet Listen mit den x-, y- und z-Koordinaten der Linienpunkte. Numpy-Arrays implementieren zwar das nötige Iterator-Interface, Start- und Zielpunkt liegen aber als (x,y,z)-Vektoren vor. `np.column_stack()` ordnet die Koordinaten zu Arrays mit zwei Elementen um. Das Ergebnis ist eine Matrix mit drei Zeilen, während die Funktion aber drei separate Listen erwartet. Das Aufschneiden dieses Zeilenpakets übernimmt das vorangestellte Sternchen. Durch das `*` sieht es für die Funktion so aus, als bekäme sie jede Zeile der Matrix als eigenen Parameter übergeben.

In der Datei `plot_helpers.py` haben wir eine Funktion geschrieben, die mit den Linien-Funktionen von Pyplot ein Diagramm erzeugt. Die rote Linie zeigt an, was die Voxel annähern sollen. Die Voxel selbst sind im Diagramm als Würfel mit blauen Kanten dargestellt. Damit das Notebook übersichtlich bleibt, haben wir alles in `plot_voxel_line()` zusammengefasst.

Auf GitHub ist das 3D-Diagramm leider nur als statisches Bild sichtbar. Wenn Sie Numpy installiert und alle Zellen im Notebook ausgeführt haben, können Sie das Diagramm mit der linken Maustaste drehen.

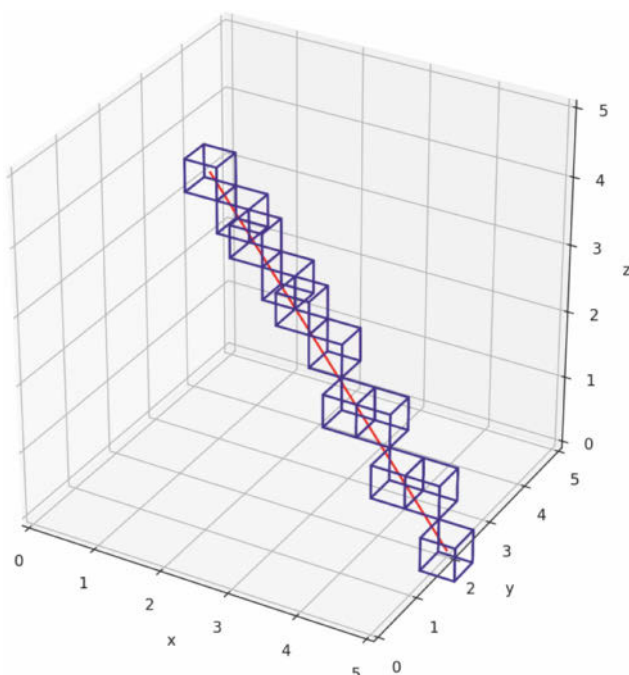
Ausblick

Mit der vom Algorithmus bestimmten Liste an Voxeln lässt sich nun ausrechnen, wie wahrscheinlich jeder der für eine Messung relevanten Voxel zur Luft oder zur Wand gehört. Das geht mit der Bayes-Regel, die Mathematik dafür ist aber so interessant, dass sie einen eigenen Artikel verdient hat.

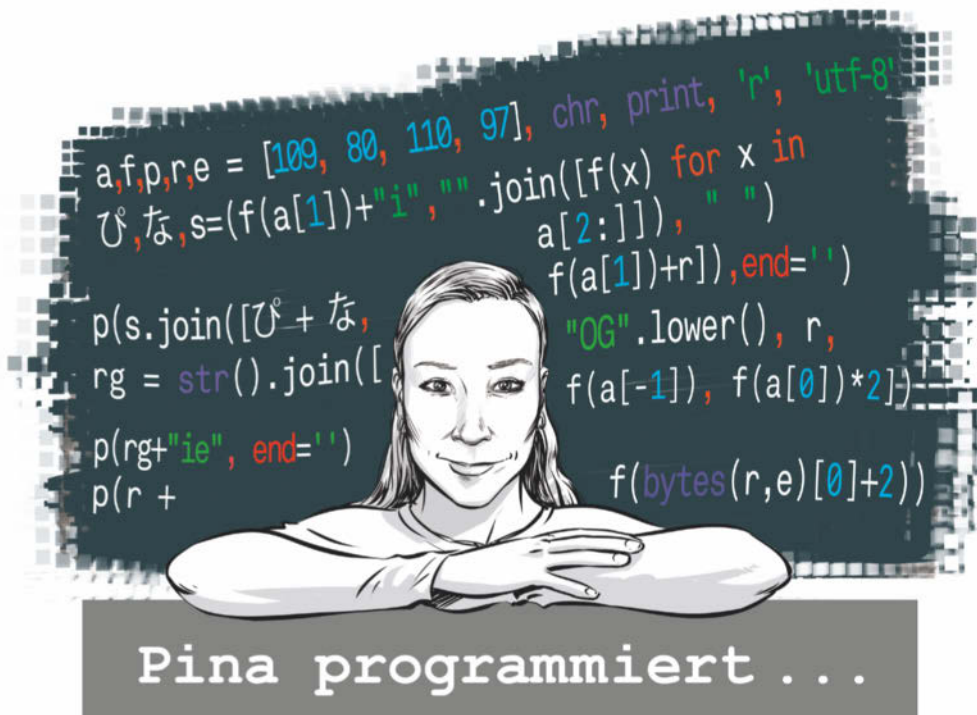
Schreiben Sie uns an pmk@ct.de, wenn Sie später mal einen Artikel zu einem Roboter lesen möchten, der mit Lidar die eigenen vier Wände vermisst. Wenn sich ausreichend Interessierte finden, wagen wir uns an das anspruchsvolle Projekt.

(pmk@ct.de) 

Quellcode-Repository bei GitHub:
[ct.de/yhxy](https://github.com/ct.de/yhxy)



Das 3D-Diagramm zeigt, welche Voxel der Algorithmus ausgewählt hat, um die rote Linie möglichst gut anzunähern. Im Jupyter-Notebook ist es mit der Maus drehbar.



Unittests für Jupyter-Code

Quellcode aus Jupyter-Notebooks auch im normalen Python-Interpreter nutzen

Jupyter-Notebooks kombinieren Erklärungen, Code und Diagramme als interaktive Anwendungen im Browser. Mit einem Trick kann auch der normale Python-Interpreter den Code aus so einer „Webseite“ ausführen, etwa um ihn automatisch zu testen.

Von Pina Merkert

Wer Algorithmen entwickelt, lernt Jupyter-Notebooks zu schätzen: Markdown-Zellen nehmen Notizen, Erklärungen und Formeln auf, Code wird schön häppchenweise ausgeführt und zum Visualisieren zeichnen Matplotlib und Altair Diagramme direkt ins Browserfenster.

So ging es mir beim Implementieren von Bresenham's Linienalgorithmus in 3D (siehe S. 147). Der Code reifte eine Weile im Notebook und nachdem die ersten Tests erfolgreich aussahen, wollte ich prüfen, ob mein Algorithmus wirklich richtig funktioniert. Das geht sehr gut mit Unittests [1], die nebenbei auch ärgerliche Rückschritte verhindern.

Unit-Tests möchte man aber nicht in einem Jupyter-Notebook implementieren. Sie gehören in eine eigene Datei, die sich flott und automatisch ausführen lässt. Wäre der Code in einer .py-Datei, könnte import ihn einfach laden. Eine .ipynb-Datei lässt Python aber standardmäßig links liegen.

Import Haken

Den Mechanismus, den Python anwirft, wenn der Interpreter einem import begegnet, kann man glücklicherweise erweitern. Python arbeitet auf der Suche nach dem Code aus einer anderen Datei nämlich eine Kette von Möglichkeiten ab und an diese Kette kann man eine eigene Klasse anhängen.

Die Jupyter-Dokumentation listet den nötigen Code auf (siehe ct.de/y3se), den man lediglich ins eigene Projekt kopieren muss. Er besteht aus einer Funktion, die im Dateisystem eine zum import passende .ipynb-Datei sucht, einer Klasse, die in dieser Datei alle Code-Zellen der Reihe nach ausführt, und einer NotebookFinder-Klasse, die das richtige Format hat, um an die Kette gehängt zu werden. Das eigentliche Anhängen geht mit:

```
sys.meta_path.append(NotebookFinder())
```

Ohne Diagramme

Für mein Notebook mit hübschem interaktiven Matplotlib-Diagramm funktioniert das so aber nicht. Es aktiviert nämlich gleich in der ersten Code-Zelle mit der Jupyter-spezifischen Zeile `%matplotlib notebook` Inline-Diagramme, was den browserlosen Interpreter völlig aus dem Konzept bringt. Für die Unit-Tests ist diese Zeile aber bedeutungslos.

Die NotebookLoader-Klasse geht alle Zellen eines Notebooks durch und führt den Code mit `self.shell.input_transformer_manager.transform_cell(cell.source)` aus. `self.shell` ist dabei eine Instanz von `InteractiveShell` aus dem `IPython.core.interactiveshell`-Modul. An dieser Stelle konnte ich reingrätchen und den Code mit einer kleinen Funktion filtern:

```
def filter_for_percent(code):
    lines = code.split("\n")
    for i, line in enumerate(lines):
        if line.startswith("%"):
            lines.pop(i)
    return "\n".join(lines)
```


Die Funktion habe ich als optionalen Parameter an die beiden Klassen weitergegeben und musste so nur noch die Ausführung leicht anpassen:

```
if self.cell_filter is None:
    source = cell.source
else:
    source = self.cell_filter(
        cell.source)
code = self.shell.
input_transformer_manager.
transform_cell(source)
```


Anschließend konnte ich beim Anhaken der Finder-Klasse einfach meine Funktion mitgeben:

```
sys.meta_path.append(
    NotebookFinder(
        cell_filter=filter_for_percent))
```

Zusätzlich muss der Interpreter dem Matplotlib-Modul mitteilen, dass er keine GUI aktivieren wird. Das geht mit einer

Lambda-Funktion im Konstruktor der NotebookLoader-Klasse in Zeile 35:

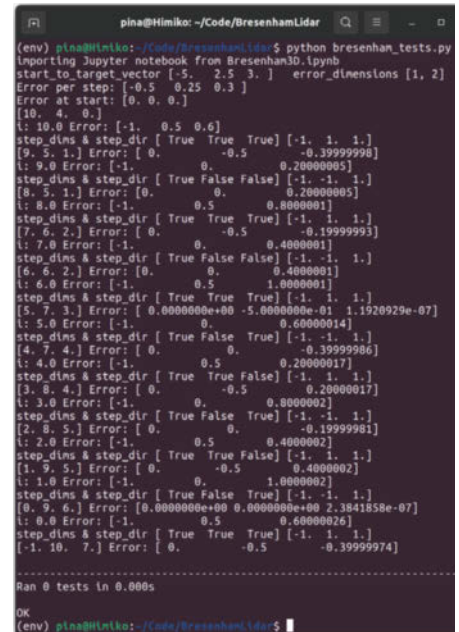
```
self.shell.enable_gui = lambda x: False
```

Im Jupyter-Notebook werden die Diagramme angezeigt, wenn sie die Rückgabe der letzten Zeile in der Zelle sind. Der normale Python-Interpreter macht einfach nichts mit diesen Rückgaben, was die Tests nicht behindert. Mit dieser kleinen Erweiterung testen meine Unit-Tests ganz zauberhaft den Code im Notebook. Und das zeichnet weiterhin 3D-Diagramme ins Browserfenster. Der Hack erfordert zwar 109 zusätzliche Zeilen Quellcode, die man aber fast 1:1 aus der Jupyter-Dokumentation kopieren kann. (pmk@ct.de) 

Literatur

- [1] Pina Merkert, Programmierte Prüfer, Eine Einführung ins automatische Testen mit Python, c't 1/2020, S. 152

Jupyter-Dokumentation, Pinax Repository mit dem Filter in Aktion: ct.de/y3se



Befindet sich `notebook_loader.py` im gleichen Verzeichnis, können die Unit-Tests den Code ohne Browser aus dem Jupyter-Notebook laden und testen.

Docker und Container in der Praxis

01. – 02. März 2022, je 9.00 bis 12.30 Uhr



Der **Online-Workshop** „Docker und Container in der Praxis“ richtet sich an Entwickler und Administratoren, die neu in das Thema einsteigen wollen oder sollen. Im Anschluss an die zwei Vormittage wissen Sie, wobei Container Sie in Ihrer Arbeit unterstützen können und sind in der Lage, eine eigene Infrastruktur in Betrieb zu nehmen oder eigene Docker-Abbilder zu verpacken.

Themenschwerpunkte

- Docker-Grundbegriffe
- Images finden und auswählen
- Eigene Software verpacken
- Dienste mit TLS veröffentlichen
- Fehler finden und Logs auswerten
- Hands-On in einer vorbereiteten Test-Umgebung

Referent:
Jan Mahn,

Heise Medien GmbH & Co. KG



heise-events.de/workshops/docker-und-container



Bild: Preferred Networks

Knapp daneben

Supercomputer: Effizienzrekord, aber keine Exaflops auf der 58. Top500-Liste

AMD ärgert sich über den verspäteten Exaflops-Superrechner Frontier, chinesische Institute deuten ihre Überlegenheit an und der japanische MN-3 verwandelt Strom besonders effizient in Rechenpower.

Von Andreas Stiller und
Christof Windeck

Mehrere große Supercomputerprojekte kämpfen mit Verzögerungen, darunter der erste Exaflops-Computer der USA namens Frontier und der stärkste europäische Rechner LUMI-G. Beide waren für 2021 angekündigt, schafften es aber nicht auf die 58. Top500-Liste der weltweit schnellsten Supercomputer. Als Trostpreis gibt es einen Rekord bei der energetischen Effizienz auf der Green500-Liste: Der japanische „MN-3“ der Firma Preferred Networks zaubert aus 1 Watt elektrischer Energie 39,4 GFlops – 16 Prozent mehr als der Zweitplatzierte mit 34 GFlops/W. Den Wirkungsgrad des MN-3 peilte man einst

für Exaflops-Systeme an, die rund 25 Megawatt aufnehmen sollten. Mittlerweile hofft man auf bessere Werte – aber dazu müssten Supercomputer mit Rechenleistungen von mehr als 1 Trillion doppelt genauen Gleitkommaoperationen pro Sekunde (FP64-EFlops) erst einmal laufen.

Bei zwei chinesischen Instituten ist das laut anonymen Quellen bereits seit Monaten der Fall, wie die US-Website „The Next Platform“ Anfang Oktober berichtet hatte (siehe c't 25/2021, S. 42). Es dürfte sich um den Tianhe-3 an der Universität für Wehrtechnik in Guangzhou (National University of Defense Technology, NUDT) sowie um eine neue Generation der „Sunway“-Supercomputer des National Research Center of Parallel Computer Engineering & Technology (NRPC) in Wuxi handeln. Das Sunway-System soll rund 42 Millionen Prozessorkerne haben, also 5,5-mal so viele wie der japanische Fugaku, der mit 442 PFlops (also 0,442 EFlops) seit einem Jahr die Top500-Liste anführt.

Chinesische Mauer

Doch die chinesischen Exascale-Projekte kommen nicht aus der Deckung, melden ihre Systeme also nicht für die Top500-Liste. Über die Gründe kann man nur spe-

kulieren – vermutlich liegt es an Spannungen mit den USA. Denn die Regierung von Joe Biden hält Handelsbeschränkungen gegen chinesische Firmen wie Huawei aufrecht und hat im April sämtliche chinesischen Institute, die an den genannten Exascale-Projekten beteiligt sind, auf Embargolisten gesetzt. Supercomputer sind unter anderem für die Atomwaffenforschung wichtig, genau dazu soll Frontier am Oak Ridge National Lab (ORNL) dienen, ebenso wie die aktuelle Nummer 3 auf der Top500-Liste, Sierra am Lawrence Livermore National Lab (LLNL). Und auch die Atommacht Frankreich hat mit dem CEA-HF einen neuen militärischen Supercomputer auf Top500-Rang 14.

Auf den Rängen 1 bis 9 der 58. Top500-Liste hat sich wenig getan; nur der „Perlmutter“ alias NERSC-9 in Berkeley wurde noch etwas weiter ausgebaut und erreicht nun 70,9 statt zuvor 64,6 PFlops. Schnellster deutscher und auch europäischer Computer bleibt JUWELS Booster Module am Forschungszentrum Jülich (44,1 PFlops), gefolgt vom HPC5 des italienischen Energiekonzerns Eni. Neu auf dem letzten Top-Ten-Platz ist ein Cloud-Supercomputer: Voyager-EUS2, den man bei Microsoft Azure mieten kann.

AMD-Frust

Damit arbeiten nun vier der zehn schnellsten Superrechner mit der Kombination aus AMD Epyc und Nvidia A100 (Ampere), wobei letztere als Beschleuniger den Löwenanteil der Rechenleistung liefern. Der wachsende Epyc-Anteil (77 der 500 Supercomputer) ist ein schöner Erfolg für AMD, aber noch toller wären Frontier und LUMI-G gewesen, in denen auch „Instinct“-Beschleuniger von AMD rechnen sollen. Nun heißt es warten bis Juni 2022, womit Intel überraschend im Rennen bleibt: Hat AMD Pech, startet dann der mehrfach verschobene „Aurora“ am Argonne National Lab (ANL) mit Intels „Ponte Vecchio“-Beschleunigern, der deutlich schneller als Frontier werden soll. Davon unbeeindruckt verlieh die „Association for Computing Machinery“ (ACM) den renommierten Gordon Bell Prize 2021 an chinesische Forscher, die einen Quantencomputer auf dem neuen Sunway-System simulierte.

Ein Trostplaster für AMD ist das „Polaris“-System mit 23,8 PFlops auf Top500-Rang 12, welches das ANL gekauft hat, um die Wartezeit auf Intels Aurora zu überbrücken. Und auch im erwähnten CEA-HF in Frankreich rechnen 12.960

Epycs, dabei ist er nur die erste Partition des kommenden EXA1. Immerhin hat sich die Zahl der AMD-Epyc-Superrechner binnen Jahresfrist verdreifacht, vor allem zulasten von Intel. Doch deren Xeon-Prozessoren bleiben mit 409 von 500 Systemen weit in Führung.

In 30 Prozent der Top500-Computer stecken Rechenbeschleuniger, die zu 95 Prozent Nvidia liefert: 143 Systeme sind mit Tesla- oder A100-Karten bestückt, nur eines mit AMD-Karten und zwei mit Intel Xeon Phi. Vier Systeme kombinieren Vektorprozessorkarten von NEC mit je einem AMD Epyc. Dazu kommen noch vier Exoten wie der chinesische Matrix-2000 sowie die japanischen Chips Pezy-SC3 (im Zettascaler 3.0) und MN-Core von Preferred Networks im erwähnten MN-3.

Letzterer steht seit Juni 2020 nun schon zum vierten Mal in der Top500-Liste und rückte immer weiter vor: Der Hersteller hat die Rechenleistung des Systems von 1,62 auf 2,18 PFlops um 34,5 Prozent aufgeböhrt und gleichzeitig die Leistungsaufnahme von 76,8 auf 55,39 Kilowatt (kW) um 26 Prozent gedrosselt. In der Top500-Liste rangiert MN-3 zwar nur auf Platz 201, auf der Green500-Liste (wie erwähnt) aber ganz oben. Allerdings nutzt bisher kein wirklich großer Superrechner die MN-Chips – sie sind eigentlich für KI-Anwendungen wie Deep Learning ausgelegt. Über den Top500-Rang entscheidet jedoch der Linpack-Benchmark, der mit doppelt genauen Gleitkommazahlen (FP64) rechnet.

x86-Alternativen

Abseits der x86-Prozessoren von AMD und Intel passiert wenig: Der IBM Power10 ist anders als sein Vorgänger nicht in der Top500 vertreten und ARM kommt nicht in Schwung. Außer im Spitzenreiter Fugaku steckt der ARM-Prozessor Fujitsu A64FX nur in vier weiteren japanischen Rechnern, einziges weiteres ARM-System ist der HPE Apollo 70 „Astra“ mit Marvell ThunderX2. Er sackt seit 2018 immer weiter nach unten, aktuell auf Platz 393. In einem der beiden heimlichen China-Boliden soll ebenfalls ARM-Technik stecken, nämlich Chips von Phytium alias FeiTeng.

Weder x86, noch ARM- oder Power-Kerne hat der chinesische ShenWei SW26010 im Sunway TaihuLight, dessen Nachfolger OceanLight angeblich bereits läuft. Eine weitere Alternative wäre der gigantische KI-Prozessor „Wafer Scale Engine“ WSE-2 der Firma Cerebras. Den empfiehlt Cerebras auch fürs High Per-

formance Computing (HPC), scheut aber anders als Preferred Networks mit dem MN-3 bisher den Top500-Vergleich.

China hat 173 Systeme auf der Top500-Liste, also deutlich mehr als die USA (149), mit großem Abstand gefolgt von Japan (32), Deutschland (26) und Frankreich (19). Je 11 haben die Niederlande, Großbritannien und Kanada, je 7 Russland und Südkorea.

Die Rechenleistung aller 500 Computer zusammen beträgt nun 3,04 EFlops, ein müdes Wachstum um bloß 9 Prozent. Bei der aggregierten Top500-Leistung liegen die USA mit einem Anteil von 33 Prozent weit vorne, es folgen Japan (21 Prozent), China (18 Prozent) und Deutschland (6 Prozent).

Ausblick

Die 58. Top500-Liste der Supercomputer enttäuschte: Viel war vollmundig versprochen worden, unter anderem wohl, weil Millionen an Steuergeldern in die Systeme fließen, aber wenig wurde gehalten. 2022 steht ein gewaltiger Schub bei der Supercomputer-Rechenleistung an, 2023 sollen weitere Systeme der 2-Exaflops-Klasse folgen – falls die Zeitpläne eingehalten werden. Sowohl AMD als auch Intel wollen mit Rechenbeschleunigern vorpreschen, die mehrfach schneller sind als Nvidias A100. Nvidia kontert mit der ARM-CPU „Grace“, die Anfang 2023 Systeme wie „Alps“ (Schweiz) und „Venado“ (Los Alamos) befeuern soll.

Um die Dimensionen der kommenden Neuheiten zu verdeutlichen, hier mal



Bild: AtoS

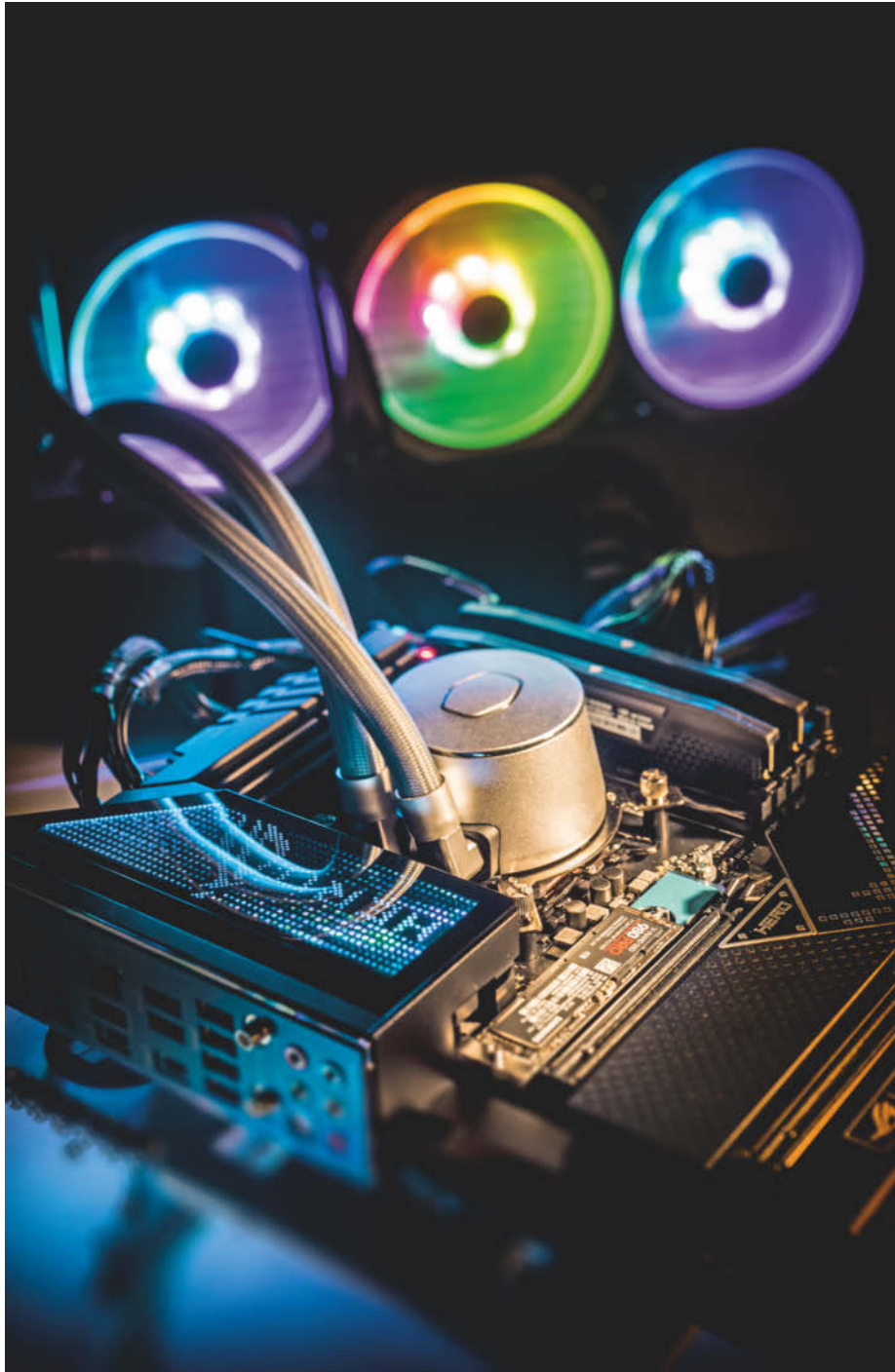
Der französische Supercomputer CEA-HF auf Top500-Rang 14 ist nur die erste Partition des im Aufbau befindlichen EXA1. Das Bild auf dem Rack verweist auf den militärischen Nutzungszweck.

ein Gedankenspiel: Wären die zwei chinesischen Exascale-Systeme gemeldet worden und hätte es Frontier auf die Liste geschafft, würde sich die aggregierte Top500-Rechenleistung auf rund 6 EFlops verdoppelt haben und China läge mit 2,5 EFlops deutlich vor den USA (2 EFlops). 2022 werden die Top500 also besonders spannend – wirklich.

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

58. Top500-Liste der Supercomputer: Top-10 und schnellste in Europa

Rang	Name	Land	CPU-Typ	Beschleuniger	RPeak	Effizienz
1	Fugaku	Japan	A64FX	—	442 PFlops	14,8 GFlops/W
2	Summit	USA	Power9	Tesla V100	149 PFlops	14,7 GFlops/W
3	Sierra	USA	Power9	Tesla V100	95 PFlops	12,7 GFlops/W
4	Sunway TaihuLight	China	Sunway SW	MPP	93 PFlops	6,1 GFlops/W
5	Perlmutter	USA	Epyc	A100	71 PFlops	27,4 GFlops/W
6	Selene	USA	Epyc	A100	63 PFlops	24,0 GFlops/W
7	Tianhe-2A	China	Xeon	Matrix-2000	61 PFlops	3,3 GFlops/W
8	Juwels Booster	Deutschland	Epyc	A100	44 PFlops	25,0 GFlops/W
9	HPC5	Italien	Xeon	Tesla V100	35 PFlops	17,7 GFlops/W
10	Voyager-EUS2	USA	Epyc	A100	30 PFlops	keine Angabe
weitere europäische Supercomputer						
14	CEA-HF (EXA1)	Frankreich	Epyc	—	23 PFlops	4,7 GFlops/W
18	Marconi-100	Italien	Power9	Tesla V100	22 PFlops	14,7 GFlops/W
20	Piz Daint	Schweiz	Xeon	Tesla P100	21 PFlops	8,9 GFlops/W
23	SuperMUC-NG	Deutschland	Xeon	—	19 PFlops	keine Angabe
24	Hawk	Deutschland	Epyc	—	19 PFlops	5,0 GFlops/W
29	Pangea III	Frankreich	Power9	Tesla V100	18 PFlops	13,1 GFlops/W



Voll auf die Zwölf

Core i-12000-Prozessoren ausreizen

Die Alder-Lake-CPU von Intel bringen viele Neuerungen mit, die sich nicht nur aufs Übertakten auswirken. Unsere Tipps helfen Ihnen, den optimalen Arbeitsspeicher auszuwählen sowie den Energiehunger des Topmodells Core i9-12900K zu zähmen.

Von Christian Hirsch

Mit den Desktop-Prozessoren der Baureihe Core i-12000 „Alder Lake“ hat Intel viel technischen Rückstand auf AMD Ryzen 5000 aufgeholt und beschreitet mit DDR5-RAM, Hybrid-Architektur und PCI Express 5.0 neues Terrain. Das wirkt sich nicht nur auf die Stellgrößen beim Overclocking aus. Wir beantworten, welcher Speichertyp die beste Performance bietet und wie man noch etwas mehr Performance oder höhere Effizienz aus Alder-Lake-Prozessoren herauskitzelt.

Nicht nur in unserem Test des Core i9-12900K wurde dessen sehr hohes Leistungsbudget von 241 Watt kritisiert [1]. Dabei wäre das gar nicht notwendig, weil die Effizienz der neuen 10-Nanometer-Prozessoren durchaus auf dem Niveau der AMD Ryzen 5000 liegt. Dies zeigt bereits der 6+4-Kerner Core i5-12600K mit einer Maximum Turbo Power (MTP) von 150 Watt. Dieser übertrumpfte im Test nicht nur bei der Performance pro Watt, sondern auch bei der absoluten Leistung den Achtkerner Ryzen 7 5800X [1]. Zugleich kostet er weniger.

Um den Effizienzverlauf und den Sweetspot aus Power-Budget und Rechenleistung zu ermitteln, haben wir die Power-Limits des Spitzenmodells Core i9-12900K mit acht Performance- und acht Effizienzkernen (P- und E-Cores) schrittweise reduziert. Dabei haben wir jeweils die Rechenleistung mit dem 3D-Rendering-Benchmark Cinebench R23 gemessen (siehe Grafik auf S. 153), der vor allem die energiehungrigen Gleitkommaeinheiten belastet.

Gedeckelte Power

Im Standardzustand schöpft der Core i9-12900K mit Cinebench 220 Watt der laut Spezifikation maximal erlaubten 241 Watt MTP aus. Reduziert man das Power-Limit

auf 200 Watt, also 10 Prozent weniger, rechnet die CPU jedoch nur um 2 Prozent langsamer (26.880 zu 27.411 Punkte). Die erreichten Taktfrequenzen für die P-Cores fallen lediglich von 4,9 auf 4,8 GHz. Die der E-Cores bleiben unverändert bei 3,7 GHz.

Hier zeigt sich, dass Intel auf Teufel komm raus die MTP aufgedreht hat, um in möglichst vielen Benchmarks vor der AMD-Konkurrenz zu liegen. Je größer das Power-Budget ist, desto mehr Spielraum gibt es auch für die Kernspannung, von der wiederum abhängt, mit welcher Taktfrequenz eine CPU noch stabil läuft.

Bei einem Power-Budget von 142 Watt, das dem des schnellsten Ryzen-Prozessors Ryzen 9 5950X entspricht, arbeitet der Core i9-12900K 39 Prozent effizienter als mit 241 Watt. Mit 24.617 Punkten im Cinebench muss sich die Alder-Lake-CPU dabei nur knapp dem 16-Kerner von AMD (25.757 Punkte) geschlagen geben. Die Fertigungsverfahren Intel 7 (10 Nanometer) und TSMC N7 (7 Nanometer) liegen also dicht beieinander.

Weiter eingebremst auf 35 oder 65 Watt unterschreitet der Core i9-12900K unter Last schließlich seine Nominaltaktfrequenzen (P-Cores: 3,2 GHz, E-Core: 2,4 GHz). Interessant ist dieses eher theoretische Szenario, denn unterhalb von 100 Watt steigt die Effizienz extrem an. Das zeigt, dass die Architektur der Core-i-Prozessoren wie viele andere moderne CPUs primär auf den Einsatz in Notebooks optimiert ist.

Wer mit einem Alder-Lake-System liebäugelt und dafür keine Wasserkühlung einbauen will, sollte lieber zu den günstigeren Core i5-12600K oder Core i7-12700K (siehe S. 88) mit geringerer MTP von 150 und 190 Watt greifen oder alternativ das Power-Limit des Core i9-12900K reduzieren. Das klappt im BIOS-Setup oder über das Intel Extreme Tuning Utility (XTU) (Download über [ct.de/ys7z](https://www.intel.de/content/www/de/de/download/54602/xtu)), wenn man die Werte für Turbo Boost Power Max und Turbo Boost Short Power Max von 241 Watt auf 150 bis 200 Watt reduziert, je nach Leistungsfähigkeit des Luftkühlers. Verändert man die Werte per XTU, muss man dort zugleich ein Profil anlegen, damit dieses bei jedem Windows-Start automatisch geladen wird.

Zusätzlich haben wir ausprobiert, wie viel Taktpotenzial im Core i9-12900K steckt. Das Problem war dabei weniger der eigentliche Takt als die hohe Leistungsaufnahme. Stabil lief ein All-Core-Turbo von 5,1 GHz statt 4,9 GHz auf den P-Kernen und 3,9 statt 3,7 GHz auf den E-Ker-

nen. Das brachte aber gerade einmal ein Performancezuwachs von 3 Prozent, weil die CPU trotz Wasserkühlung ihre Drosseltemperatur von 100 °C erreichte. An dieser Stelle haben wir aufgehört, weil allein schon der Prozessor ohne Wandlerverluste des Mainboards und Netzteil 292 Watt verheizte.

Hybrid-Spezialitäten

Im Unterschied zu allen bisherigen Desktop-Prozessoren bestehen die Alder-Lake-CPU aus CPU-Kernen mit unterschiedlicher Architektur. Testweise haben wir einmal die acht leistungsstarken P-Kerne gegen die acht effizienten, flächenmäßig viel kleineren E-Kerne antreten lassen, wobei letzteren unter anderem Simultaneous Multithreading (SMT) fehlt. 16 Threads auf den acht P-Kernen schaffen zusammen 20.153 Cinebench-Punkte. Die acht Threads auf den acht E-Kernen kommen auf 39 Prozent der P-Kern-Rechenleistung (7873 Punkte), beanspruchen dafür aber nur 29 Prozent der Halbleiter-Fläche.

Damit das Hybrid-Design funktioniert, müssen die Kerne nach außen hin einen identischen Befehlssatz verwenden, was auch für Befehlssatzerweiterung wie Advanced Vector Extension 2 (AVX2) oder die KI-Befehle der Vector Neural Network Instructions (VNNI) gilt. Weil die P-Kerne mit Golden-Cove-Architektur künftig auch in den Server-Prozessoren Sapphire Rapids zum Einsatz kommen, enthalten sie das für High Performance Computing wichtige AVX512.

ct kompakt

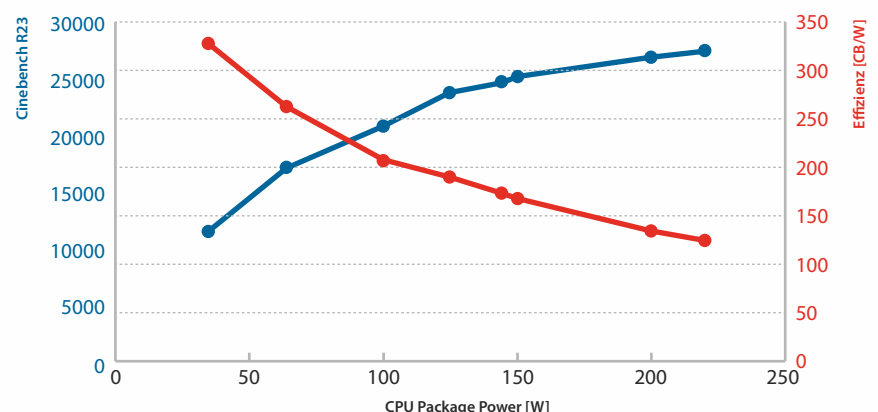
- Der hohe Energiebedarf des Core i9-12900K lässt sich bei geringem Performanceverlust bändigen.
- Alder-Lake-Prozessoren können AVX512, wenn man die Effizienzkerne abschaltet.
- DDR5-RAM ist derzeit noch teuer und bietet nur bei wenigen Anwendungen Vorteile.

Weil AVX512 den E-Kernen fehlt, ist diese Erweiterung bei den P-Kernen werkseitig abgeschaltet. Mit einem Trick kann man sie aber reaktivieren: Dazu muss man lediglich die E-Kerne im BIOS-Setup abschalten. Das klappt blockweise zu je 4 Kernen, weil die E-Kerne beim Core i9-12900K in zwei Vierer-Clustern mit je 2 MByte Level-2-Cache angeordnet sind. P-Kerne lassen sich hingegen einzeln deaktivieren, allerdings nur bis auf einen, selbst wenn die E-Kerne aktiv sind.

In der 8P+8E-Konfiguration erreicht der Core i9-12900K mit AVX2 eine Rohleistung von 847 GFlops bei doppelter Gleitkommagenauigkeit. Schaltet man die E-Kerne ab (8P+0E), damit AVX512 möglich ist, sind es 571 GFlops. Das ist auch nicht schneller als die P-Kerne mit AVX2 (612 GFlops). Laut Intel haben die Golden-

Effizienz versus CPU Package Power

Der Core i9-12900K tritt mit einer Maximum Turbo Power von 241 Watt an. Oberhalb von rund 150 Watt gewinnt der 8+8-Kerner aber kaum noch Performance (**blaue Kurve**), verheizt stattdessen übermäßig viel Energie. Die Effizienz der Alder-Lake-CPU legt dank geringerer Kernspannung bei unter 100 Watt nochmals deutlich zu (**rote Kurve**).





Overclocker-DIMMs wie die Corsair Vengeance DDR5-5200 CL38 erlauben Geschwindigkeiten oberhalb von DDR5-4800 sowie kürzere Latenzen, wovon unter anderem 3D-Spiele profitieren.

Cove-Kerne drei FMA-Gleitkommaeinheiten, eine davon ist 512 Bit breit. Nach unserer Einschätzung sind bei AVX2 lediglich die zwei 256-bittigen aktiv, weshalb die Leistung in beiden Fällen nahezu gleich ist. Deshalb lohnt es nicht, die E-Cores abzuschalten, außer man ist Softwareentwickler und will seine Anwendungen mit AVX512 testen.

Speicher-Tuning

Auf die Performance haben nicht nur Prozesseigenschaften wie Power-Limit, Takt und Befehlssatzerweiterungen Einfluss, sondern auch der Arbeitsspeicher. Mit Alder Lake hält erstmals DDR5-RAM Einzug [2]. Der Speichercontroller im Prozessor kann alternativ aber auch DDR4-RAM ansteuern. Die Entscheidung für eine der beiden Speichertechniken muss man beim Kauf des Mainboards treffen.

Eine der Neuerungen von DDR5-RAM ist das Xtreme Memory Profile 3.0 (XMP 3.0), das speziell für Overclocker-Module mit hohem Takt und kurzen Latenzen entwickelt wurde. Auf jedem DIMM gibt es einen kleinen Speicher, das SPD-EEPROM, in dem Parameter wie Spannung, Takt, Latenzen aber auch Informationen zum Typ und der Organisation der Module hinterlegt sind. Vorgesehen sind dort aber nur die Angaben für nach JEDEC-Norm spezifikationskonforme Geschwindigkeiten, zum Beispiel DDR5-4800 CL40-40-40. Profile für schnellere Geschwindigkeiten wie DDR5-5200 und deren zugehörige Latenzparameter CL38-38-38 sind in einem Extra-Bereich (XMP) untergebracht. Um den Speicher damit zu betreiben, muss man XMP im BIOS-Setup aktivieren.

Im Unterschied zum bei DDR4-RAM verwendeten XMP 2.0 bietet die dritte Version statt bisher zwei nun fünf Profileinträge. Zwei davon sind vom Anwender per Software editierbar, wenn der Speicherher-

steller dies erlaubt und eine passende Software bereitstellt. Die zahlreichen Subtimings muss man aber selbst austüfeln. Zudem ist es bei DDR5-RAM nun möglich die Namen der Profile zu verändern.

Bei der Spannungsversorgung hat sich ebenfalls etwas geändert: DDR5-Speicherchips bekommen ihre Betriebsspannung nicht mehr wie bisher direkt vom Mainboard geliefert. Stattdessen hat jedes DDR5-DIMM einen eigenen Spannungswandler, gesteuert von einem Power Management IC (PMIC). Dieser generiert aus den angelieferten 5 Volt mehrere unterschiedliche Spannungen, darunter auch die Speicherspannung V_{DD} von 1,1 Volt.

Die Hersteller der DIMMs können die PMICs unterschiedlich konfigurieren. Im Secure Mode, den die JEDEC-konformen Module verwenden, kann man die Spannung nicht per BIOS-Setup oder Overclocking-Software manipulieren. Übertaktermodule können das PMIC zusätzlich in den High-Voltage-Mode umschalten, sodass eine Erhöhung der Spannung über 1,1 Volt und somit auch höhere Taktfrequenzen möglich sind.

Teures Performanceplus

Von DDR5-RAM profitieren vor allem Anwendungen, die große Datenmengen im Arbeitsspeicher bewegen. Im Test mit einem Core i9-12900K mit zwei DDR4-3200-Modulen im Dual-Channel-Betrieb erreichten wir einen Durchsatz von 46 GByte/s. Mit dem laut Intel-Spezifikation bei Alder Lake maximal möglichen DDR5-4800 klettert der Durchsatz um satte 46 Prozent auf 67 GByte/s. Das bringt beim Komprimieren mit 7-Zip ein Leistungsplus von 43 Prozent. Bei 3D-Spielen fällt der Gewinn mit 0 bis 5 Prozent deutlich geringer aus, denn die Latenzen von DDR5 liegen momentan noch deutlich über denen von DDR4-RAM (siehe Tabelle). Für die meisten Anwendungen wie Office-Programme oder Rendering hat die Speichergeschwindigkeit aber keine messbaren Auswirkungen auf die Performance.

Erst mit Übertakterspeicher kann sich DDR5-RAM bei Spielen deutlich von DDR4 absetzen. Das von uns verwendete 32-GByte-Kit vom Typ Corsair Vengeance erlaubt per XMP 3.0 eine Geschwindigkeit von DDR5-5200 bei Latenzen von CL38-38-38 und einer erhöhten Spannung von 1,25 Volt. Damit legte der Durchsatz und das Komprimierungstempo bei 7-Zip nochmals um 8 Prozent zu. Beim 3D-Spiel Assassin's Creed: Odyssey verbessert sich die Bildrate in 1080p-Auflösung im Vergleich zu DDR5-4800 um 4 Prozent und zu DDR4-3200 um 8 Prozent.

Dem Speichertuning mit DDR5-RAM stehen momentan zwei Hindernisse im Weg: DDR5-Speicher ist schlecht lieferbar und teuer. 32 GByte DDR5-5200 kosten rund 350 Euro, mehr als das Doppelte von schnellem DDR4-3600-RAM.

Fazit

Die hohe Spitzenleistungsaufnahme des Core i9-12900K lässt sich dank frei einstellbarer Power-Limits leicht in den Griff bekommen, ohne dabei viel Rechenleistung einzubüßen. Damit lässt sich Intels schnellster Alder-Lake-Prozessor statt mit Wasserkühlung auch mit guten Luftkühlern betreiben. DDR5-RAM zeigt in unseren Messungen großes Potenzial, steht aber noch am Anfang. Die hohen Preise dürften durch bessere Verfügbarkeit ab Anfang 2022 deutlich fallen. Zudem hat das Speichergremium JEDEC kürzlich DDR-6400 verabschiedet, sodass mit künftigen, weiter optimierten BIOS-Versionen höhere Geschwindigkeiten als DDR5-5200 zu erwarten sind.

(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] Christof Windeck, RAM-Booster, DDR5-Arbeitsspeicher bringt höhere Datentransferraten, c't 25/2021, S. 90

Download XTU, Cinebench R23:
[ct.de/ys7z](https://www.ct.de/ys7z)

Benchmark: Speichergeschwindigkeit

Speichertyp	Durchsatz [GByte/s]	Latenz [ns]	7-Zip Komprimieren [MByte/s]	Assassin's Creed: Odyssey ⁴ [fps]
	besser ►	◄ besser	besser ►	besser ►
DDR4-3200 CL18	46,5	64	65	131
DDR5-4800 CL40	67,4	81	93	136
DDR5-5200 CL38	73,4	70	101	142

gemessen mit Core i9-12900K unter Windows 11

¹ 1080p, Hoch



building **IoT**

Die Konferenz zu IoT und Industrie 4.0

10. und 11. Mai 2022 – Karlsruhe

Mögliche Vortragsthemen:

- Protokolle und Standards
- Industrial IoT und Automatisierungstechnik
- Security und Safety
- Edge- und Fog-Computing
- Machine Learning und Datenanalyse
- Testing von IoT-Plattformen
- Datenschutz und rechtliche Aspekte



www.buildingiot.de

Veranstalter



 **heise Developer**

 **dpunkt.verlag**

Ausgewechselt

Debian 11 auf aktueller Hardware installieren

Bewährt, lang erprobt und bloß keine Experimente: Die Vorzüge der Debian-Distribution lesen sich wie die Eigenschaften einer Altherrenmannschaft. Brandneue Mainboards, GPUs und Notebooks benötigen jedoch mitunter die Treiber aus hochaktuellen Kernen – und der in Debian ist schon ein Jahr alt. Noch während der Installation können Sie den Altherren-Kernel gegen einen jugendlicheren auswechseln.

Von Mirko Dölle

Debian GNU/Linux ist dafür bekannt, die Stabilität der Distribution über die Aktualität der Software zu stellen. Das macht sich auch in der Softwareauswahl bemerkbar, die Programmversionen sind mitunter steinalt – aber dafür auch „rock stable“. Beim Kernel machen die Debianer meist eine Ausnahme, so war bei der Veröffentlichung von Debian 11 alias Bullseye im August der erst gut ein halbes Jahr alte Kernel 5.10 mit Langzeitunterstützung mit dabei – quasi ein Jungspund.

Doch damit spielt die Distribution keineswegs in der Junioren-Liga: Brandneue Mainboards, GPUs und Notebooks benötigen mitunter hochaktuelle Treiber und damit entsprechend neue Kernel-Versionen, die es im Stable Release von Debian nicht gibt. Mit einer ausgefuchsten Konfiguration der Paketverwaltung können Sie noch während der Installation den alten Kernel 5.10 durch eine neue Version auswechseln, sodass der erste Systemstart nicht mit einem schwarzen Bildschirm endet.

Als Ausgangspunkt für die Installation von Debian 11 auf brandaktueller oder wi-

derspenstiger Hardware genügt das nicht einmal 400 MByte große „netinst“-Installations-Image der Distribution, das Sie auf debian.org standardmäßig zum Download angeboten bekommen. Dieses schreiben

Sie zum Beispiel mit dem Balena Etcher von etcher.io auf einen USB-Stick und booten den Rechner damit.

Schon das Bootmenü des USB-Sticks ist spielentscheidend: Um den Kernel später leichter auswechseln zu können, wählen Sie unter „Advanced options“ entweder „Graphical expert install“ oder beim zweiten Versuch „Expert install“. Der Textmenü-Installer der „Expert install“ erlaubt es Ihnen, Debian auch auf Rechnern zu installieren, wenn der Kernel des Installationsmediums die Grafikkarte nicht ansprechen kann – ein Problem, das durch den neueren Kernel im installierten System hoffentlich behoben ist. Da die Installation mit dem Kernel des Stable Release erfolgt, kann es aber durchaus sein, dass man dafür etwa auf einen USB-Netzwerkadapter zurückgreifen muss, sollten WLAN und Netzwerkanschluss des Mainboards oder Notebooks nicht mitspielen.

Erkennt der Installer die interne Festplatte oder SSD nicht, kann man versuchen, sie für die Installation per USB-Adapter anzuschließen.

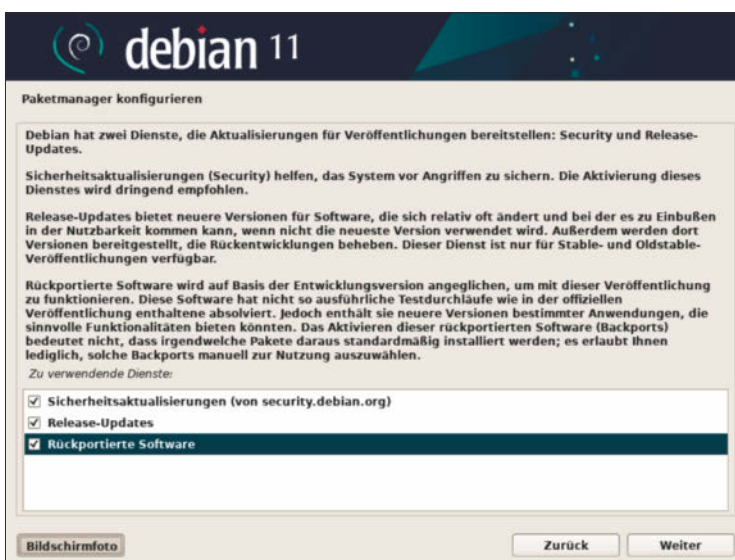
Gut aufgestellt

Die ersten Schritte in der Experten-Installation sind Sprach- und Tastaturauswahl, anschließend lassen Sie das „Installationsmedium erkennen und einbinden“. Bei „Installer-Komponenten vom Installationsmedium laden“ benötigen Sie keine zusätzlichen Module. Folgen Sie dem vorgezeichneten Installationspfad und wählen Sie bei „Paketmanager konfigurieren“ aus, dass „Non-free Software“ verwendet werden soll: Das eröffnet

Ihnen die Chance, zusätzliche Firmware für GPUs oder WLAN-Adapter zu installieren, die aufgrund ihrer Softwarelizenz nicht Teil der Debian-Distribution sind. Außerdem sollten Sie neben Sicherheitsaktualisierungen und Release-Updates auch „Rückportierte Software“ auswählen – darunter finden Sie aktuellere Kernel-Versionen.

Unmittelbar vor dem Schritt „Den GRUB-Bootloader installieren“ ist es an der Zeit, den Kernel auszuwechseln und etwaige Firmware-Pakete aus dem Non-Free-Repository einzuspielen – und zwar zu Fuß im Terminal. Dazu schalten Sie mit Strg+Alt+F2 auf die Textkonsole und aktivieren sie mit Enter. Anschließend wechseln Sie in das gerade neu installierte Debian-System, das noch unterhalb von /target eingebunden ist:

```
chroot /target /bin/bash -l
```



Indem Sie im Experten-Modus das Backports-Repository mit rückportierter Software aktivieren, können Sie leicht noch während der Installation einen aktuellen Kernel mit Unterstützung für aktuelle Hardware einspielen.

Ins Spiel gebracht

Indem Sie die Bash als Login-Shell aufrufen, wird das weitere Spielgeschehen in der History aufgezeichnet, sodass Sie Befehle bequem mehrfach aufrufen können, außerdem funktioniert so die Tab-Vervollständigung der Befehle, das erleichtert die Eingabe.

Während Sie Firmware-Pakete bei Bedarf etwa mit dem Befehl `apt install firmware-misc-nonfree` unmittelbar einwechseln können, benötigen Sie für einen neuen Kernel zunächst ein Aufwärmtraining – andernfalls handeln Sie sich im weiteren Verlauf Probleme ein.

Der Grund dafür liegt in der Priorität der verschiedenen Paketquellen, die Ihnen `apt policy` am Anfang jedes Quellen-Eintrags anzeigt: ein Wert von 500 für die Standard- und Security-Repositories, aber nur 100 für die Backports. Bei der Installation eines Pakets, etwa dem Meta-Paket `linux-image-amd64`, das den Standard-Kernel als Abhängigkeit enthält, benutzt Apt stets jene Quelle, die den Punkten nach an der Tabellenspitze steht. Deshalb wählt der Installationsschritt „Software auswählen und installieren“ den Kernel mit der Version 5.10 aus dem Standard-Repository, obwohl das Backports-Repository mit dem wesentlich neueren Kernel 5.14 bereits eingetragen war – aber mit 100 eine geringere Priorität besitzt.

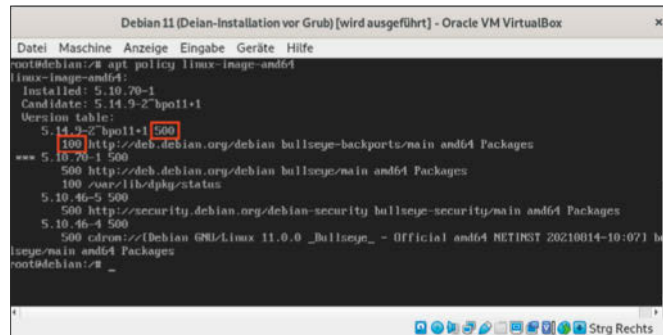
Aufgespielt

Die geringe Priorität von 100 der Quelle „Debian Backports“ hält Apt also davon ab, das Paket mit dem neueren Kernel zu bevorzugen. Die Lösung ist, per Apt-Pinning die Priorität des Pakets zu erhöhen. Dazu legen Sie die Datei `/etc/apt/preferences` mit folgendem Inhalt an:

```
Package: linux-image-amd64
↳ linux-headers-amd64
Pin: release n=*-backports
Pin-Priority: 500
```

Die drei Zeilen enthalten gleich mehrere Tricks: Die erste beschränkt die Gültigkeit der dann folgenden Regeln auf Pakete mit den Namen `linux-image-amd64` und `linux-headers-amd64`.

Wie Sie Platzhalter einsetzen können, zeigt die zweite Zeile. Sie beschränkt die Wirkung auf Pakete, die aus einem Debian-Release mit der Endung `-backports` stammen – also zum Beispiel aus `bullseye-backports`. Wie die Codenamen lauten,



finden Sie in der Tabelle von `apt policy`. Indem Sie `*-backports` anstelle von `bullseye-backports` eintragen, ist dieser Eintrag zukunftsicher und wird auch nach dem Upgrade auf das nächste Debian Stable Release dafür sorgen, dass Sie neuere Kernel-Versionen aus den Backports erhalten.

Punktetabelle

Die letzte Zeile der `preferences` gleicht die Priorität des Pakets an `linux-image-amd64` aus einem Backports-Repository bekommt so die gleiche Priorität von 500, wie sie das gleichnamige Paket aus dem Standard-Repository der Distribution besitzt. Damit macht es Apt von der Paketversion und damit Kernelversion abhängig, welches von beiden es bevorzugt – und entscheidet sich für die höhere Versionsnummer.

Mit dem Befehl `apt policy linux-image-amd64` überprüfen Sie, ob das Pinning erfolgreich war – dann steht hinter der Versionsnummer des Pakets aus dem Backports-Repository ein Wert von 500, obwohl das Repository selbst weiterhin nur einen Wert von 100 aufweist.

Die Pakete aus dem Backports-Repository sind aktueller als die des Stable Release, aber auch nicht der heißeste Scheiß. Bei Redaktionsschluss enthielt das Standard-Repository den Langzeit-Kernel 5.10 vom Dezember 2020, in den Backports gab es schon die da knapp zwei Monate alte Version 5.14.9. Gerade für aktuelle Hardware kann aber auch das zu alt sein, dann können Sie auf den Kernel des Unstable-Zweigs alias Sid zurückgreifen, dieser war keine zwei Wochen alt, als wir nachsahen.

Keine Torschusspanik

Um den Kernel 5.14 aus dem Unstable-Repository ins Team zu holen, müssen Sie zunächst das Repository nachnominieren. Dazu legen Sie im Verzeichnis `/etc/apt/`

`sources.list.d` die Datei `sid.list` an und tragen dort folgende Zeile ein:

```
deb http://deb.debian.org/debian/
↳ sid main non-free contrib
```

Ein `apt update` lädt die zusätzlichen Paketlisten herunter. Das Pinning in der Datei `/etc/apt/preferences` folgt dem Beispiel aus den Backports:

```
Package: *
Pin: release n=sid
Pin-Priority: 100
Package: linux-image-amd64
↳ linux-headers-amd64
Pin: release n=sid
Pin-Priority: 500
```

Der Unterschied: Der Unstable-Zweig wird auf diese Weise mit einer Priorität von 500 eingebunden. Damit Ihnen Apt nicht beim nächsten `upgrade` massenhaft Pakete aus Sid austauscht, müssen Sie die Priorität auf 100 senken. Ausnahmen gibt es nur für den Kernel. Egal ob aus Sid oder aus den Backports, das Upgrade auf den neuen Kernel erledigen Sie mit dem Befehl `apt upgrade`, anschließend verlassen mit `Strg+D` die Chroot-Umgebung.

Die Tastenkombination `Strg+Alt+F5` bringt Sie zurück zum grafischen Installer (Textmode-Installer: `Strg+Alt+F1`), wo Sie mit dem Schritt „Den GRUB-Bootloader installieren“ fortfahren und die Partie bis zum Ende weiterspielen.

Fazit

Ein aktueller Kernel bringt Debian 11 auch auf brandneue Rechner und solche mit widerspenstiger Hardware. Der Spagat zwischen stabiler, lange getesteter Software und einem aktuellen Kernel mit den erforderlichen Treibern gelingt dank ausgefeiltem Pinning und Experten-Installation sogar, ohne ein Live-System ins Spiel bringen zu müssen. (mid@ct.de) **ct**

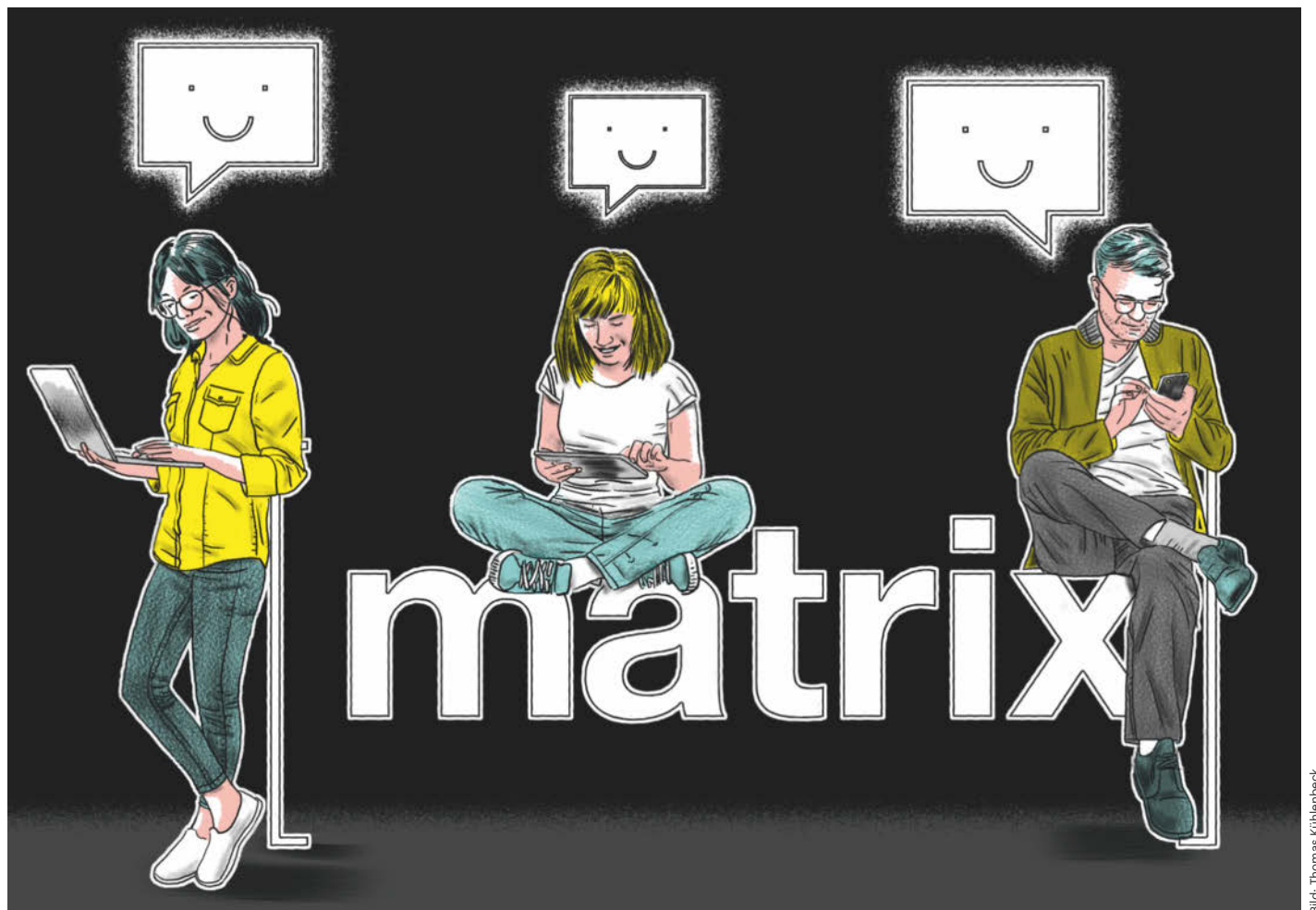


Bild: Thomas Kühnbeck

Freundesmatrix

Mit Matrix einen eigenen Messaging-Dienst betreiben

Ein eigener Chatserver bietet viele Vorteile, von schicken Benutzernamen mit der eigenen Domain bis zur Unabhängigkeit von Messenger-Anbietern und deren zweifelhaften Datenschutzversprechen. Das Matrix-System lässt kaum Wünsche offen und mit den richtigen Hilfsmitteln kommt man schnell zum voll einsatzbereiten Server.

Von Sylvester Tremmel

Das Messaging-Protokoll Matrix bietet den typischen Funktionsumfang von Instant Messengern wie WhatsApp, Signal oder Telegram. Dazu gehören Ende-zu-Ende-Verschlüsselung, Individual- und Gruppenchats sowie Sprach- und Videoanrufe. Anders als bei den meisten Alternativen kann man mit Matrix aber eigene Chatserver betreiben – und ist auf diesen keineswegs isoliert. Denn Matrix-Server fördern, das heißt, Nutzer beim Anbieter A können auch mit Nutzern vom Anbieter B sprechen, wie bei der guten alten E-Mail.

Frisch aus
c't Nerdistan

Wer Matrix einfach nur benutzen will, braucht lediglich eine Client-App (die am weitesten verbreitete heißt Element) und einen Account bei einem offenen Matrix-

Server wie matrix.org. Wer stattdessen einen eigenen Server haben will, kann sich an spezialisierte Hosts wenden, die alles von der kleinen Lösung für Familie und Freunde bis zum On-Premise-Hosting für große Unternehmen offerieren.

Günstiger, datenschutzfreundlicher und vor allem interessanter ist es aber, Matrix selbst auf einem Server zu instal-

lieren. Die Referenzimplementierung des Protokolls heißt Synapse, eine Python-Applikation.

Installationsvielfalt

Synapse findet sich in den Repositories zahlreicher Linux-Distributionen, für Debian und Ubuntu stellen die Entwickler auch ein Repo mit eigenen – aktuelleren – Paketen zur Verfügung. Alternativ dazu gibt es Docker-Images, und sogar als Python-Modul aus dem Python Package Index (PyPI) kann man die Software installieren.

Besonders gut gefallen hat uns aber ein vom Entwickler Slavi Pantaleev ins Leben gerufenes Ansible-Playbook, auf das auch die offizielle Synapse-Dokumentation verweist (alle Links unter ct.de/ynaw). Das Konfigurationsmanagement- und Softwareverteilungssystem Ansible haben wir in c't 7/2021 ausführlich erklärt [1, 2], aber um das Playbook zu benutzen, sind keine nennenswerten Kenntnisse darüber erforderlich. Pantaleevs Playbook nutzt Docker-Images, bietet gegenüber der manuellen Installation aber einen ganz entscheidenden Vorteil: Es kümmert sich um sämtliches Drumherum.

Damit ein Matrix-Server gut läuft, braucht man nämlich mehr als nur Synapse. Fast zwingend nötig ist zum Beispiel eine PostgreSQL-Datenbank, in der Synapse seine Daten verwaltet. Der ins Programm eingebaute Notnagel SQLite dient nur zum Testen. Ein Webserver als Reverse-Proxy wird ebenfalls empfohlen, wie auch ein STUN- und TURN-Server und einiges mehr.

All das lässt sich von Hand installieren, aber vor allem die Konfiguration der Komponenten wird schnell aufwendig. Das Ansible-Playbook bringt dagegen alle nötigen Dienste mit. Standardmäßig installiert das Playbook Folgendes:

- den eigentlichen Matrix-Server **Synapse**;
- **PostgreSQL** als Datenbank für Synapse;
- den TURN- und STUN-Server **coturn**, der hilft, die Tücken der Netzwerk-adressübersetzung (NAT) zu umgehen und so zuverlässige Audio- und Video-telefonate ermöglicht;
- die Web-Version des Matrix-Clients **Element**, damit man direkt im Browser drauflos chatten kann;
- **SSL/TLS-Zertifikate** von Let's Encrypt, um die Verbindungen zu Synapse und Element abzusichern;
- den Matrix Identity Server **ma1sd**, dazu später mehr;
- den Mailserver **Exim**, der sich um Bestätigungsmails und dergleichen kümmert;

– den Webserver **Nginx**, der als Reverse-Proxy anderen Services vorgelagert wird. Diese Dienste packt das Playbook in Docker-Container und konfiguriert sie passend. Daneben können Sie noch Dutzende weitere Services aus dem Matrix-Umfeld einrichten, eine Liste finden Sie im GitHub-Projekt des Playbooks. Wer so einen weiteren Service nutzen will, muss in der Regel nur ein paar Playbook-Optionen setzen, um ihn einzurichten. Genauso kann man die Standarddienste abschalten, zum Beispiel, weil man keinen Identity-Server will oder bereits einen Webserver hat, der als Reverse-Proxy fungieren soll.

Voraussetzungen

Um Synapse mit dem Playbook zu installieren, benötigen Sie einen Linux-Server mit installiertem Python 3. Auf den Server sollten Sie SSH-Zugriff haben, entweder mit dem Benutzer „root“ oder mit einem Benutzer, der per `sudo` Root-Rechte erlangen kann.

Um auch größere Chaträume zu bewältigen, raten die Playbook-Autoren zu mindestens zwei Gigabyte RAM, vier sind besser. Zur Not tut es aber sogar ein Raspberry Pi, der allerdings schnell an seine Grenzen kommen kann. Das Playbook kommt mit den Distributionen CentOS 7, Debian 10 oder neuer, Ubuntu 18.04 oder neuer sowie Arch Linux klar.

Ansible installieren Sie idealerweise auf dem eigenen PC. Dort führen Sie das Playbook aus, das sich dann per SSH mit dem Server verbindet und darauf Matrix einrichtet. Windows-Nutzer können entweder Ansible im Windows Subsystem for Linux (WSL) einrichten oder Ansible stattdessen direkt auf dem Server installieren, den es dann lokal konfiguriert. Letzteres ist eventuell auch eine Option, wenn man nicht per SSH an den Server kommt.

Außerdem brauchen Sie eine Domain, deren DNS-Einträge Sie konfigurieren können, damit der Server darüber erreichbar ist. Das bedarf etwas Vorüberlegung, denn die Domain können Sie später nicht einfach anpassen. Die Benutzernamen von Matrix-Accounts sind ganz ähnlich wie Mailadressen aufgebaut: Ein Teil identifiziert den Nutzer, der andere Teil den Server, zu dem der Account gehört. Nur das Format von Matrix-Namen unterscheidet sich von Mailadressen:

`@benutzername:example.com`

ct kompakt

- Das offene Matrix-Protokoll ermöglicht es, Chatserver aufzusetzen, die den Funktionsumfang moderner Messenger bieten.
- Auf Wunsch verbindet sich ein Matrix-Server mit anderen, sodass man über Servergrenzen hinweg chatten kann.
- Für die Einrichtung der diversen nötigen Komponenten eignen sich Docker und ein Ansible-Playbook.

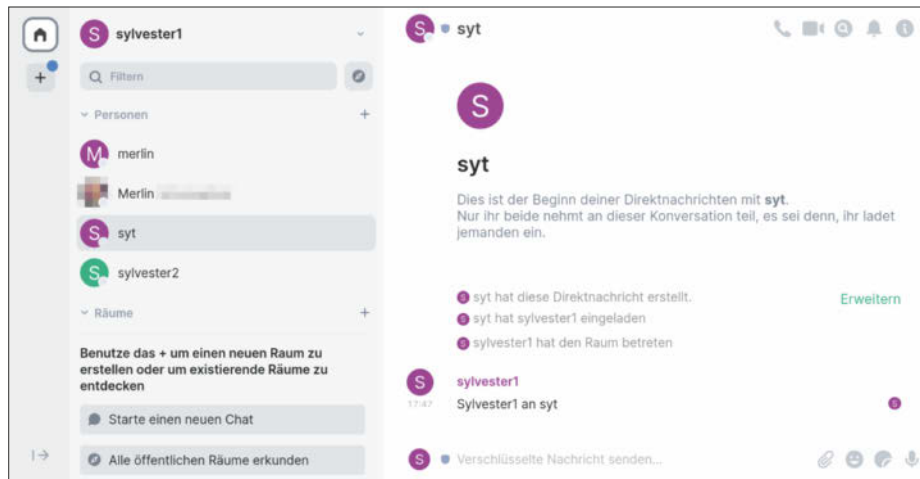
Die Benutzernamen vergeben Sie später nach Belieben, aber wie und unter welcher Domain Ihr Matrix-Server erreichbar sein soll, müssen Sie vorher festlegen. Unter Ihrer Domain ist häufig bereits ein anderer Dienst erreichbar – etwa ein klassischer Webserver, der die eigene Homepage ausliefert. Damit sich dieser Dienst und Matrix nichts ins Gehege kommen, weicht man dann in der Regel auf eine Subdomain wie `matrix.example.com` aus oder nutzt eine ganz andere Domain. Man kann trotzdem dafür sorgen, dass die Account-Namen auf die Hauptdomain enden. Damit das klappt, müssen Sie aber beide Domains und auch den Server hinter der Hauptdomain konfigurieren dürfen.

Alternativ dazu können Sie eine dedizierte Domain für Ihren Server und die Account-Namen nutzen (à la `example-matrix.org`) oder eben in Kauf nehmen, dass die Subdomain auch in den Account-Namen auftaucht (à la `@benutzername:matrix.example.com`).

In jedem Fall müssen Sie für die gewählte Domain einen A-Record setzen, sodass sie auf die IPv4-Adresse Ihres Servers auflöst; IPv6 unterstützt das Playbook noch nicht. Für manche optionalen Zusatzdienste müssen Sie außerdem eigene Subdomains mit CNAME-Records konfigurieren. Ein Beispiel dafür beschreiben wir weiter unten.

Buch herunterladen

Anschließend können Sie sich das Ansible-Playbook herunterladen und konfigurieren. Am besten erledigen Sie das über das Versionsverwaltungssystem Git mit folgendem Befehl:



Auf Wunsch installiert das Playbook auch einen Webclient für Matrix.

```
git clone https://github.com/
  ↳spantaleev/
  ↳matrix-docker-ansible-deploy.git
```

Diese Methode bietet den Vorteil, dass Sie sich dann über `git pull` immer die aktuellste Version des Playbooks besorgen können, was bei Updates hilft. Ohne Git können Sie das Playbook auch einfach als Zip-Datei herunterladen und entpacken.

Beide Wege führen zu einem neuen Verzeichnis, das Sie in einem Terminal öffnen. Alle folgenden Befehle werden aus diesem Verzeichnis heraus abgesetzt.

Wer sich ein wenig umschauen will: Im Unterverzeichnis `roles` befindet sich ein Ordner für jeden Service, den das Playbook konfigurieren kann. Innerhalb dieser Ordner befindet sich jeweils eine Datei `defaults/main.yml` mit einer kommentierten Standardkonfiguration für den jeweiligen Service. So lernt man schnell den Funktionsumfang des Playbooks kennen. Interessant ist zum Beispiel die Datei `matrix-base/defaults/main.yml`, die einige allgemeine Standardeinstellungen festlegt. Eine Einstiegshilfe für die diversen Services bietet die Dokumentation des Playbooks, die Sie als Markdown-Dateien im Ordner `docs` finden.

Die Einstellungen den `main.yml`-Dateien haben nur den einzelnen Service im Auge. Das Playbook selbst überschreibt sie daher teilweise mit Werten, die für das Zusammenspiel der Services geeigneter sind. Das geschieht in der Datei `group_vars/matrix_servers`. Die deaktiviert auch einen Großteil der Services, sodass sie standardmäßig nicht installiert werden.

In einem dritten Schritt wertet Ansible eine benutzerspezifische Konfigurations-

datei aus, sodass Sie die Vorgaben des Playbooks überschreiben können. Diese Konfigurationsdatei müssen Sie anlegen, indem Sie im Verzeichnis `inventory/host_vars` einen Ordner erstellen, den Sie nach Ihrer Domain benennen. Anschließend kopieren Sie eine Beispielkonfiguration als Startpunkt in den Ordner:

```
mkdir inventory/host_vars/
  ↳matrix.example.com
cp examples/vars.yml inventory/
  ↳host_vars/matrix.example.com/
```

Buch konfigurieren

Die Kopie von `vars.yml` können Sie jetzt in einem beliebigen Editor öffnen und anpassen. Sie enthält lediglich fünf ausführlich kommentierte Optionen:

```
matrix_domain:
matrix_ssl_lets_encrypt_support_email:
matrix_coturn_turn_static_auth_secret:
matrix_synapse_macaroon_secret_key:
matrix_postgres_connection_password:
```

Diese Optionen müssen Sie anpassen, alles Weitere hängt von Ihren Wünschen ab. Zentral ist die erste Einstellung, `matrix_domain`, mit der Sie den Domainnamen festlegen, der Ihre Matrix-Accounts identifiziert. Achtung, das Playbook leitet standardmäßig weitere Domainnamen daraus ab, indem es Subdomains ergänzt. Wenn Sie also beispielsweise „example.com“ angeben, weil Sie Benutzernamen wie „@benutzer:example.com“ haben möchten, dann geht das Playbook davon aus, dass der Matrix-Server unter „matrix.example.com“ erreichbar sein soll. Wenn das nicht stimmt (etwa weil Sie eine Domain exklu-

siv für Matrix nutzen oder weil Sie die volle Subdomain auch in den Benutzernamen haben möchten), dann müssen Sie lediglich die Server-Domain zusätzlich angeben, indem Sie eine Option ergänzen:

```
matrix_server_fqn_matrix: example.com
```

Solche Optionen mit „server_fqn“ (fully-qualified name) gibt es auch für andere Dienste, für die das Playbook standardmäßig Subdomains annimmt. Eine Liste dieser Optionen finden Sie in der erwähnten Datei `roles/matrix-base/defaults/main.yml`.

Die Option `matrix_ssl_lets_encrypt_support_email` benutzt das Playbook, wenn es SSL/TLS-Zertifikate von Let's Encrypt ausstellen lässt. Falls dabei (oder bei einer späteren Zertifikatsverlängerung) etwas schiefgeht, kann Let's Encrypt Sie über die angegebene Mailadresse informieren. Sie sollten also eine Adresse angeben, unter der Sie auch erreichbar sind, sie erscheint nicht öffentlich einsehbar im Zertifikat.

Wer Let's Encrypt nicht nutzen möchte, setzt die Option `matrix_ssl_retrieval_method` auf den Wert `manually-managed` und beschafft die Zertifikatsdateien anderweitig. Die Datei `docs/configuring-playbook-ssl-certificates.md` erklärt die Details. Diese Option gestattet außerdem den Wert `none`, damit sich das Playbook überhaupt nicht um SSL/TLS kümmert, und den Wert `self-signed`. Bei letzterem generiert das Playbook eigene Zertifikate, die mangels Signatur durch eine vertrauenswürdige Stammzertifizierungsstelle aber nur für den nicht-öffentlichen Gebrauch taugen.

Die verbleibenden drei Optionen enden auf „auth_secret“, „secret_key“ und „password“. Es handelt sich um Werte, die die Kommunikation zwischen den verschiedenen Services absichern. Die Werte können Sie frei festlegen, aber Sie sollten nicht irgendwas eintragen, sondern sichere Passwörter. Die können Sie zum Beispiel mit einem Passwortmanager generieren, das Playbook rät zu Werten, die aus 64 zufälligen Zeichen bestehen.

Alles kann, nichts muss

Damit haben Sie die notwendige Konfiguration abgeschlossen, alles Weitere ist optional. Wenn auf dem Server zum Beispiel Docker bereits installiert ist, verhindert `matrix_docker_installation_enabled: false`, dass das Playbook eine weitere Installation installiert.

Falls Sie keinen Wert auf den Element-Webclient legen, können Sie ihn per `matrix_client_element_enabled: false` abschalten. Wenn Sie das nicht tun, versucht das Playbook, den Client unter der Subdomain „element“ bereitzustellen. Damit das klappt, sollten Sie einen CNAME-Eintrag im DNS vornehmen, der diese Subdomain auf Ihren Matrix-Server umleitet, sodass zum Beispiel `element.example.com` auf `matrix.example.com` zeigt.

Falls Sie Element unter einer anderen Domain betreiben wollen, geben Sie die einfach in der Option `matrix_server_fqn_element` an. Zu so einer Domaintrennung raten die Synapse-Entwickler; sie hilft, Cross-Site-Scripting-Attacken zu verhindern.

Für Server mit mehr als einer Handvoll Accounts kann es sinnvoll sein, ein Web-UI zur Account-Verwaltung zu aktivieren. Setzen Sie dafür einfach die Option `matrix_synapse_admin_enabled` auf `true`.

Falls Sie Ihren Server nur für interne Chats verwenden wollen, schalten Sie die

Föderation per `matrix_synapse_federation_enabled: false` ab. Nutzer Ihres Servers können dann nicht mit Nutzern anderer Matrix-Server chatten.

Außerdem müssen Sie die Frage beantworten, ob Sie einen Identity-Server betreiben wollen. Das Playbook installiert dafür standardmäßig eine Anwendung namens `ma1sd`. Identity-Server dienen dazu, dass Matrix-Nutzer Mailadressen oder Telefonnummern in ihrem Account

hinterlegen können. Anhand dieser Information finden Freunde die Nutzer dann, ohne den Matrix-Accountnamen zu kennen. Wenn Sie daran keinen Bedarf haben, deaktivieren Sie `ma1sd` einfach per `matrix_ma1sd_enabled: false`.

Matrix starten

Wenn Sie das Playbook nach Gusto konfiguriert haben, ist es Zeit, die Einrichtung auf dem Server anzustoßen. Kopieren Sie

Avatar	User-ID	Displayname	Guest	Server Administrator	Deactivated
	@merlin:example.de	merlin	×	×	×
	@sylvester1:example.de	sylvester1	×	✓	×
	@sylvester2:example.de	sylvester2	×	×	×
	@sylvester3:example.de	sylvester3	×	×	×

Das optionale Web-UI macht die Account-Verwaltung leicht und liefert unter anderem auch Informationen zu Chaträumen.

So werden Sie zum DEV-TEAM- SUPERHELDEN!

Heft + PDF
mit 29 % Rabatt

iX und heise Developer wenden sich mit diesem Sonderheft an die Alltagshelden, die Software von Schwachstellen befreien. Dieses Heft setzt Ihre Superkräfte frei:

- OWASP Top Ten 2021
- Von den Grundlagen bis zu quantensicherer Kryptographie
- Sicheres Programmieren mit Rust
- DevSecOps: Grundlagen, Tools, Reifegradmodelle

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



shop.heise.de/ix-sichere-softwareentwicklung21



dafür die Datei `examples/hosts` nach `inventory/hosts` und öffnen Sie die Kopie in einem Editor. Über `inventory/hosts` teilen Sie dem Playbook mit, auf welchem Server es Matrix einrichten soll. Das geschieht in der letzten Zeile der Datei, der Rest ist erklärender Kommentar. Ersetzen Sie dort „matrix.<your-domain>“ durch die Domain Ihres Matrix-Servers und „<your-server's external IP address>“ durch die IP-Adresse des Servers:

```
matrix.example.com ansible_host=123.234.123.234 ansible_ssh_user=root
```

Falls Sie sich per SSH nicht direkt als root einloggen können, ersetzen Sie `ansible_ssh_user=root` durch `ansible_ssh_user=BENUTZER become=true become_user=root`. Statt BENUTZER müssen Sie einen Usernamen angeben, der per sudo Root-Rechte erlangen kann. Wenn Sie das Ansible-Playbook nicht auf einem PC, sondern auf dem Server selbst ausführen, sollten Sie noch die Option `ansible_connection=local` an die Zeile anhängen.

Anschließend können Sie das Playbook ausführen:

```
ansible-playbook -i inventory/hosts \
  setup.yml --tags=setup-all
```

Wenn Sie Ihre SSH-Verbindung per Passwort absichern, sollten Sie beim obigen Befehl noch die Option `--ask-pass` ergänzen. Und wenn Sie sich nicht direkt als root verbinden, die Option `--ask-become-pass`, um das Passwort für sudo abzufragen.

Das Playbook installiert und konfiguriert nun alles Gewünschte, ein Vorgang, der durchaus ein paar Minuten dauert. Am Ende steht hoffentlich eine Zeile, die diverse Tasks als „ok“ oder „changed“ ausweist und keine als „unreachable“ oder „failed“. Eine hohe Zahl an „skipped“-Tasks ist normal, schließlich sind viele Services standardmäßig abgeschaltet.

Falls etwas schiefgeht, generiert das Playbook in der Regel aussagekräftige Meldungen, die bei der Fehlersuche helfen. Wenn Sie den Fehler behoben haben, führen Sie den obigen Befehl einfach noch mal aus. Das können Sie ohnehin jederzeit tun, zum Beispiel, nachdem Sie die Konfiguration geändert haben. Mit einem neuen Durchlauf sorgt das Playbook dann dafür, dass die Server-Installation wieder mit der Konfiguration übereinstimmt. So können Sie auch leicht mit einem eher minimalen Matrix-Server anfangen und

nach und nach weitere Services hinzufügen.

Wenn die Installation (oder Umkonfiguration) erfolgreich verlief, starten Sie über Ansible alle Services:

```
ansible-playbook -i inventory/hosts \
  setup.yml --tags=start
```

Nacharbeiten

Im Grunde ist der Matrix-Server jetzt fertig. Um ihn zu benutzen, müssen sie aber zumindest einen (Admin-)Account einrichten. Auch das geht per Playbook:

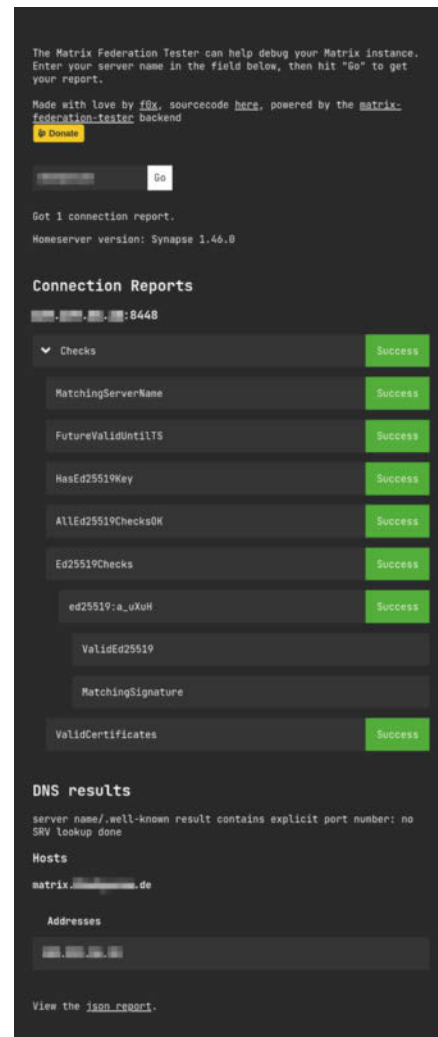
```
ansible-playbook -i inventory/hosts \
  setup.yml --extra-vars='username=BENUTZER password=PASSWORT \
  admin=yes' --tags=register-user
```

BENUTZER und PASSWORT müssen Sie natürlich gegen den gewünschten Benutzernamen und Passwort austauschen.

Mit obigem Befehl können Sie auch weitere Nutzer einrichten, per `admin=no` auch ohne Admin-Rechte. Wenn Sie das Web-UI zur Accountverwaltung eingerichtet haben, geht das allerdings bequemer im Browser über `https://matrix.example.com/synapse-admin/`. Dort können Sie sich mit Ihrem Admin-Account anmelden und alle weiteren Benutzer über die grafische Oberfläche anlegen.

Außerdem müssen Sie sich noch um eine Weiterleitung kümmern, falls die Domain Ihres Servers eine andere ist als die, die in den Accountnamen steht. Wenn also zum Beispiel der Server unter „matrix.example.com“ läuft, aber Benutzernamen aussehen wie „@benutzer:example.com“. Ohne so eine Weiterleitung kontaktieren Matrix-Clients und fördernde Server `example.com`, finden dort keinen Matrix-Server und wissen nicht, dass sie unter `matrix.example.com` nachsehen müssen. Wenn sich die Domains in Ihrem Fall nicht unterscheiden, können Sie die nächsten beiden Absätze ignorieren.

Am einfachsten erfolgt die Weiterleitung über zwei `.well-known`-Dateien, die unter der Account-Domain erreichbar sein müssen, im Beispiel also unter `https://example.com/.well-known/matrix/`. Die Dateien heißen `client` und `server` und enthalten die nötigen Informationen für Matrix-Clients und fördernde Server. Das Playbook generiert automatisch zwei passende Dateien im Verzeichnis `/matrix/static-files/.well-known/matrix`.



Alles grün: Der Federation-Tester ist mit dem Setup zufrieden und der `.well-known`-Verweis funktioniert auch.

Kopieren Sie die beiden Dateien auf den Webserver, der sich um die Domain in Ihren Accountnamen kümmert, sodass sie dort wie beschrieben erreichbar sind. Alternativ können Sie den dortigen Webserver auch als Reverse-Proxy konfigurieren, sodass er die Dateien automatisch vom Matrix-Server lädt und weiterleitet. Die Datei `docs/configuring-well-known.md` enthält Konfigurationsbeispiele für gängige Web- und Proxyserver. (Die Datei `docs/howto-server-delegation.md` beschreibt eine Alternative zu `.well-known`-Dateien, wenn es etwa keinen Server hinter der Accountnamen-Domain gibt.)

Systemcheck

Ob alles funktioniert können Sie unter anderem mit folgendem Befehl überprüfen:

```
ansible-playbook -i inventory/hosts \
  setup.yml --tags=self-check
```

Wenn alle Tasks „ok“ oder „skipped“ sind, ist alles in Ordnung. Andernfalls sollten Sie die angezeigten Fehler beheben, die Konfiguration neu einspielen und die Services wieder starten. Ob Ihr Server korrekt föderiert, können Sie außerdem über die Website <https://federationtester.matrix.org> prüfen. Geben Sie im Formular einfach die Domain aus Ihren Accountnamen an und klicken Sie auf „Go“.

Ausprobieren können Sie Ihren Matrix-Server über einen Client wie Element, dessen Webversion Sie eventuell ohnehin installiert haben. Melden Sie sich mit Ihrem Admin-Account an und chatten Sie los. Für einen ersten Test reicht ein zweiter Client mit einem zweiten Account, über den Sie mit sich selbst chatten und telefonieren. Oder Sie kennen bereits jemanden mit einem Matrix-Account auf einem anderen Server. Zur Not eignet sich zum Test auch ein Bot wie @mauping:t2bot.io. Wenn Sie diesen Account mit „!echo Was auch immer“ anschreiben, antwortet er umgehend mit „Was auch immer“.

Wenn Sie den Server dauerhaft betreiben wollen, müssen Sie sich regelmäßig um Updates kümmern. Mit dem Ansible-Playbook ist das ist zum Glück nicht weiter schwer. Im Grunde brauchen Sie nur die aktuelle Version des Playbooks, denn die Entwickler aktualisieren es, wenn es beispielsweise eine neue Version eines Matrix-Dienstes gibt.

Stellen Sie für ein Update also sicher, dass Sie die aktuelle Version des Playbooks haben. Führen Sie dafür `git pull` aus. Wenn Sie das Playbook als Zip-Datei heruntergeladen haben, müssen Sie es erneut herunterladen und die Dateien `inventory/host_vars/matrix.example.com/vars.yml` und `inventory/hosts` in die neue Version übertragen.

Anschließend öffnen Sie die Datei `CHANGELOG.md` und lesen sich durch, was die neuesten Änderungen beinhalten und ob Sie irgendwelche zusätzlichen Maßnahmen ergreifen müssen. Wenn alles passt, können Sie einfach über die bekannten Befehle Ihren Matrix-Server an die aktuelle Playbook-Version anpassen und die Dienste wieder starten:

```
ansible-playbook -i inventory/hosts setup.yml --tags=setup-all
ansible-playbook -i inventory/hosts setup.yml --tags=start
```

Außerdem sollten Sie sich die Dokumentation zu Wartungsarbeiten in den Dateien `docs/maintenance-...` ansehen.

Ausblick

Die Möglichkeiten von Matrix und auch des Playbooks gehen noch weit über das hier Beschriebene hinaus. Zum Beispiel kann man weitere Dienste wie die Videokonferenzsoftware Jitsi einbinden. Das Playbook erlaubt auch, sogenannte Bridges zu installieren. Bridges integrieren viele andere Messenger (im weitesten Sinne) in Matrix, etwa WhatsApp, Slack oder Twitter. Dann kann man auch Freunde ohne Matrix-Account via Matrix erreichen. Das ist aber Stoff für einen anderen Artikel.

(sy@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Götz Rieger, Formgebung, Grundlagen zur Automatisierung mit Ansible, c't 7/2021, S. 150
- [2] Peter Siering, Ansible-Strap, Schnellstart ins Konfigurationsmanagement-system Ansible, c't 7/2021, S. 156

Synapse- und Playbook-Dokumentation: ct.de/ynaw

Hoch hinaus...

Wie Cloud-Dienste die Arbeit erleichtern



**Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**

- ▶ Einstieg in Cloud-Konzepte und -Software
- ▶ Hilfreiche Dienste für Cloud-Server
- ▶ Mit Go für fast alle Plattformen programmieren
- ▶ Für Abonnenten portofrei
- ▶ Auch im Set mit Heft + PDF + Buch „Go – Das Praxis-handbuch“

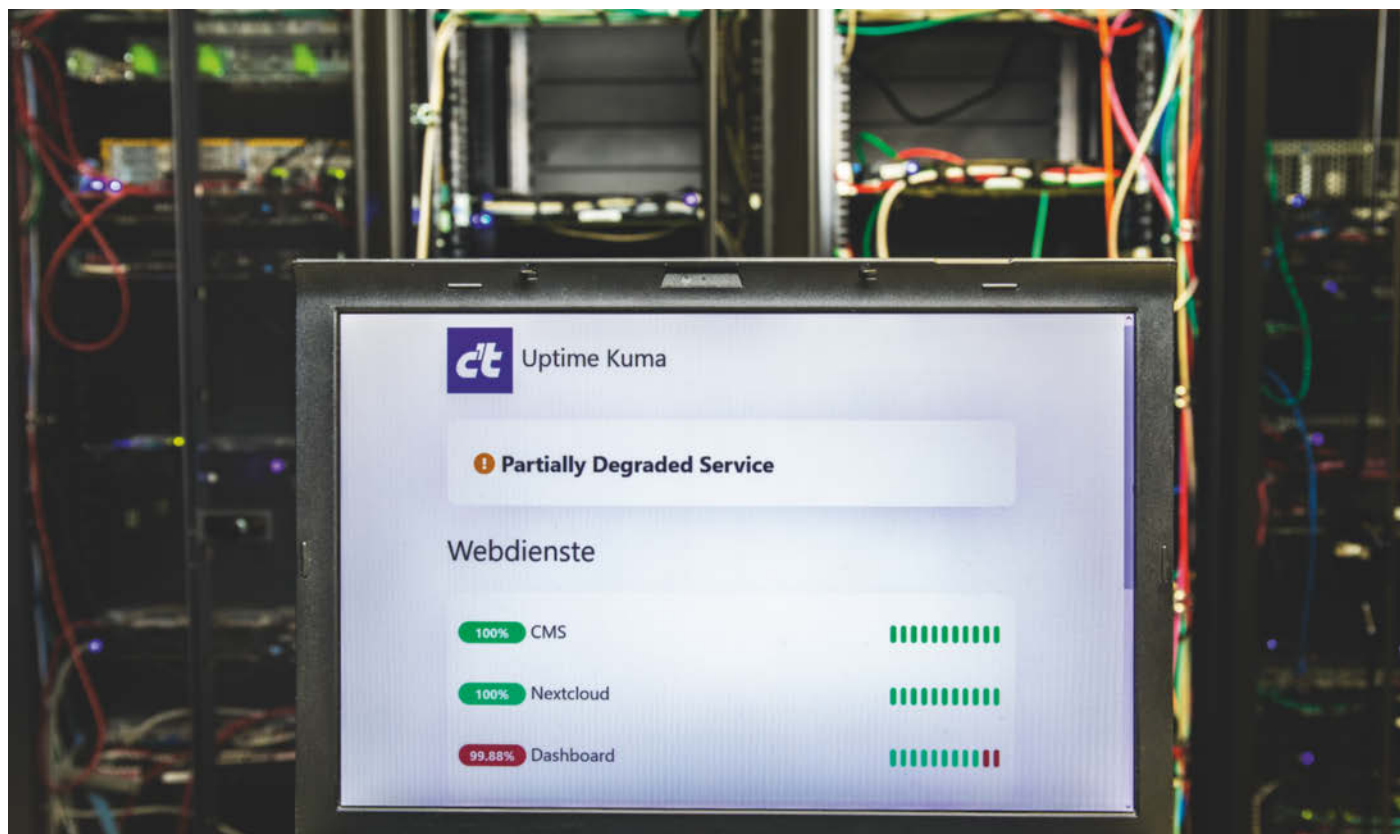
Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 €
Bundle Heft + PDF 19,90 €



shop.heise.de/ct-cloud21

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder
Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem
Einkaufswert von 20 €. Nur solange der Vorrat reicht.
Preisänderungen vorbehalten.

heise Shop



Bist du da?

Webdienste mit Uptime Kuma überwachen

Egal, ob Sie Webdienste professionell im Unternehmen hosten oder als Hobby-Admin für Freunde und Familie bereitstellen: Wenn die Webseite offline ist, gibt es lange Gesichter. Uptime Kuma hilft Ihnen zu reagieren, bevor die erste Beschwerde reinflattert. Verschaffen Sie sich mit unserer Anleitung einen Vorsprung.

Von Niklas Dierking

Uptime Kuma ist ein praktisches und leichtgewichtiges Open-Source-Werkzeug, das Ihre Webserver und darauf laufende Webanwendungen in regelmäßigen Abständen auf Erreichbarkeit prüft. Bei Misserfolg benachrichtigt Sie das Programm über einen der zahlreichen Kanäle wie E-Mail, Telegram, Slack, Discord oder ruft eine konfigurierte Adresse per HTTP auf (Webhook). Nach der Installation von Uptime Kuma müssen Sie keine weiteren Ausflüge auf die Kommandozeile mehr unternehmen, um sich durch Konfigurationsdateien zu wühlen. Sie konfigurieren alles über eine intuitiv bedienbare und schicke Weboberfläche.

Damit alle Nutzer Ihrer Dienste deren Funktionsfähigkeit auf einen Blick erfassen

sen können, generiert Uptime Kuma eine öffentliche Statusseite. Dort können Sie als Administrator Hintergrundinformationen zur Störung bereitstellen, beispielsweise, wann mit der Lösung des Problems zu rechnen ist. Mehr Informationen zu Statusseiten und wie Sie diese mit cState und dem Static-Site-Generator Hugo erstellen, haben wir kürzlich in einem c't-Artikel festgehalten [1]. Neben Uptime-Statistiken stellt die Software noch viele weitere nützliche Informationen bereit und protokolliert etwa die Antwortzeiten der Server sowie den Status von Zertifikaten. Uptime Kuma lässt sich schnell in Betrieb nehmen und ist in Deutsch, Englisch und viele weitere Sprachen übersetzt.

Installation

Weil der Entwickler Uptime Kuma in einen Docker-Container verpackt hat, können Sie die Software auf einem Windows-, macOS- oder Linux-Host mit Docker installieren. In dieser Anleitung kommt Ubuntu 20.04 LTS zum Einsatz.

Bedenken Sie, dass Ihnen auch das beste Monitoring-Werkzeug nichts nützt, wenn das System ausfällt, auf dem Sie es betreiben. Sie sollten Uptime Kuma deswegen

Frisch aus
c't Nerdistan

nicht mit dem gleichen Host in Betrieb nehmen, auf dem die Dienste laufen, die Sie überwachen wollen. Installieren Sie Uptime Kuma stattdessen lieber auf einem System, das vom Rest Ihrer Infrastruktur möglichst unabhängig ist. Je nach Einsatzumgebung kann diese Aufgabe beispielsweise die Minimalausführung eines angemieteten vServers oder ein Raspberry Pi erfüllen.

Der einfachste und schnellste Weg Uptime Kuma zu installieren, führt über Docker und Docker-Compose. Eine einsteigerfreundliche Einführung in die Container-Software lesen Sie in [2]. Legen Sie zunächst in einem Verzeichnis Ihrer Wahl einen Ordner namens `uptime-kuma` an und wechseln Sie dann dorthin:

```
mkdir uptime-kuma
cd uptime-kuma
```

Jetzt erstellen Sie mit einem Texteditor eine YAML-Datei namens `docker-compose.yml`. Darin ist definiert, welches Container-Image zum Einsatz kommt und welcher TCP-Port des Containers dem TCP-Port des Hostsystems entspricht. Über die IP-Adresse des Host und den Port erreichen Sie mit einem Browser nach der Installation die Weboberfläche von Uptime Kuma. Außerdem legen Sie in der Datei ein Verzeichnis fest, das als Volume in den Container gereicht wird. Dort speichert Uptime Kuma seine SQLite-Datenbank. Passen Sie die Werte für `ports` und `volumes` an Ihre eigene Umgebung an:

```
version: '3.3'
services:
  uptime-kuma:
    image: louisislam/uptime-kuma:1
    container_name: uptime-kuma
    volumes:
      - ./uptime-kuma:/app/data
    ports:
      - 3001:3001
```

Mit dieser Konfiguration können Sie Uptime Kuma in einem Netzwerk betreiben, das nicht aus dem Internet erreichbar ist. Wenn Sie das Monitoring-Tool ins Netz hängen wollen, dann sollten Sie es im Verbund mit einem Reverse-Proxy betreiben, der sich bestenfalls auch automatisch um die Beschaffung von TLS-Zertifikaten kümmert. Eine Docker-Compose-Vorlage mit dem vielseitigen Edge-Router Traefik stellen wir in einem GitHub-Repository zur Verfügung, das wir unter `ct.de/y96q`

verlinkt haben. Starten Sie den Container mit dem Befehl `docker-compose up -d`.

Rufen Sie jetzt mit einem Browser die Weboberfläche von Uptime Kuma auf, indem Sie die IP-Adresse des Host und den Port 3001 ansteuern, beispielsweise `192.168.0.82:3001`. Registrieren Sie dann einen Administrator-Account und vergeben Sie ein sicheres Passwort. Um Uptime Kuma besser zu sichern, sollten Sie später in den Einstellungen eine Zwei-Faktor-Authentifizierung mittels TOTP (Time-based One-time Password) konfigurieren.

Fühler ausstrecken

Standardmäßig präsentiert Uptime Kuma Ihnen das Dashboard als Startseite. Der regelmäßige Check eines Servers heißt in Uptime Kuma „Monitor“. Wenn Sie noch keinen Monitor hinzugefügt haben, herrscht im Dashboard gähnende Leere. Weisen Sie Uptime Kuma also an, einen Webserver oder Webdienst zu beobachten, indem Sie über die Schaltfläche „Neuer Monitor“ in der oberen linken Ecke des Fensters einen neuen Monitor hinzufügen. Uptime Kuma hat diverse Arten von Monitoren im Gepäck, um unterschiedliche Anwendungsfälle abzudecken.

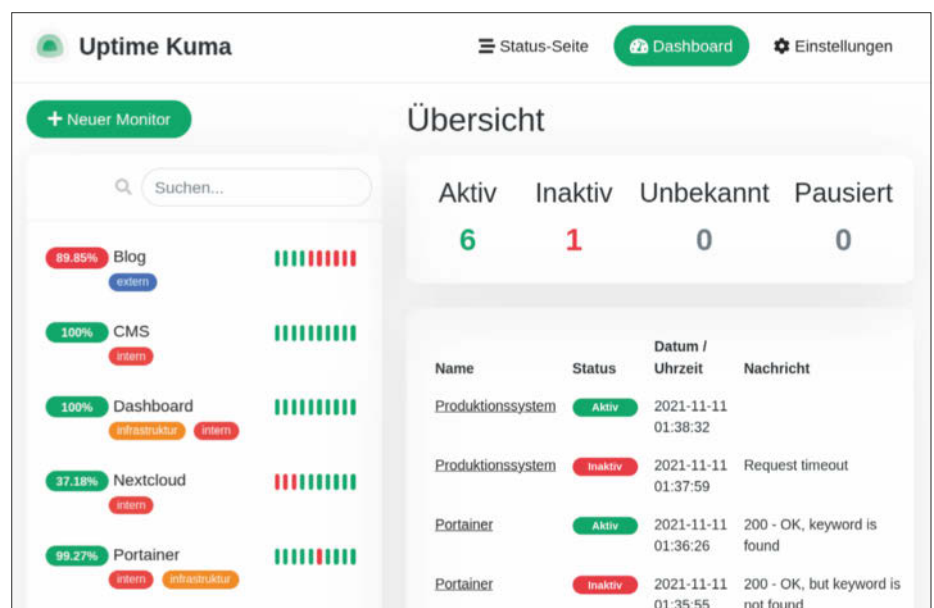
Beim Standard-Monitor handelt es sich um eine gewöhnliche HTTP(S)-Abfrage. Vergeben Sie dafür unter „Anzeigenamen“ einen Namen für den Monitor und tragen Sie die URL des Ziels ein, beispielsweise `https://ct.de`. Im Punkt „Prüfintervall“ bestimmen Sie, in welchen zeitlichen Abständen Uptime Kuma Anfragen sen-

ct kompakt

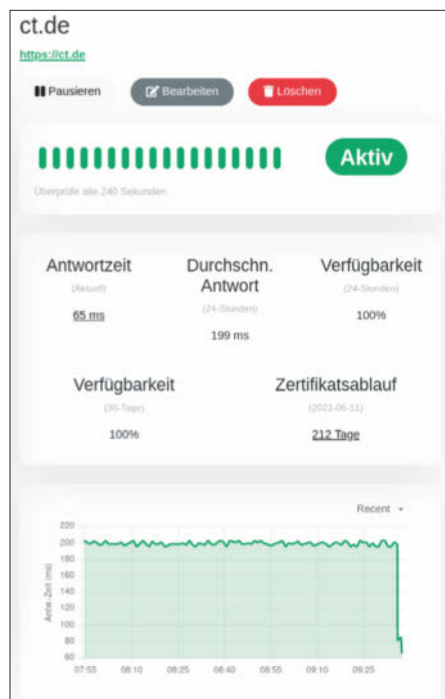
- Uptime Kuma fragt in regelmäßigen Intervallen Server im Netz an und registriert Ausfälle.
- Die Monitoring-Software benachrichtigt Administratoren und Nutzer via E-Mail, Messenger und SMS.
- Eine Statusseite informiert öffentlich, ob alle Server, Webseiten und Web-Apps online sind.

den soll. Voreingestellt ist ein Request alle 60 Sekunden. Jede erfolgreiche Anfrage markiert Uptime Kuma im Dashboard neben den Monitoren durch einen grünen Zapfen. Misserfolge zeigt es als roten Zapfen an. Erfolge und Misserfolge werden gemeinsam in der sogenannten Heartbeat-Leiste visualisiert.

Sie können bei dem Punkt „Wiederholungen“ auch bestimmen, dass Uptime Kuma einen Dienst beispielsweise erst nach drei gescheiterten Anfragen als inaktiv markiert. Die Zeitspanne zwischen diesen Wiederholungsanfragen können Sie unabhängig von den gewöhnlichen Anfragen einstellen. In den erweiterten Monitor-Einstellungen legen Sie fest, ob das Tool einen Check als Erfolg oder Misserfolg wertet, wenn der Server mit Zertifikatsfehlern antwortet. Je nach Umgebung kann es sinnvoll sein, einen Zertifikatsfehler nicht als Miss-



Das Dashboard ist das Herzstück der Weboberfläche von Uptime Kuma. Es zeigt die sogenannte Heartbeat-Leiste aller Monitore und die letzten Ereignismeldungen an.



In den Monitor-Details stellt Uptime Kuma nützliche Zusatzinformationen zu Zertifikaten und Antwortzeiten des Servers bereit.

erfolg zu werten, etwa wenn Sie im Heimnetzwerk mit selbst signierten Zertifikaten arbeiten. Für besondere Fälle taugt der „Invertierte Modus“: Uptime Kuma warnt dann, wenn die Anfrage erfolgreich ist. Das hilft Ihnen, wenn Sie sicherstellen wollen, dass sensible Daten nicht plötzlich durch einen Konfigurationsfehler unbemerkt im Netz landen.

Unter „Erlaubte HTTP-Statuscodes“ legen Sie fest, ob es für einen erfolgreichen Check genügt, wenn der Webserver mit bestimmten HTTP-Statuscodes antwortet. Voreingestellt sind die Statuscodes 200 bis 299, die anzeigen, dass eine Operation erfolgreich war. Wenn Sie Ihre eigene Webseite abfragen, dann könnten Sie dort einen Health-Check-Endpoint wie `example.com/health` konfigurieren, der auf Anfragen ausschließlich mit dem HTTP-Statuscode „200: OK“ antwortet. Tragen Sie den Endpoint in Ihrem Monitor als Ziel ein, um Ressourcen und Bandbreite gegenüber einer vollständigen HTTP(S)-Anfrage zu sparen.

Wenn Sie dagegen beispielsweise prüfen wollen, ob Ihre Webseite auch HTML rendert, dann können Sie den HTTP(S)-Monitor von Uptime Kuma um ein Suchwort erweitern. Das Tool durchsucht dann die HTML- oder JSON-Ausgabe nach dem Wort. Um falschen Alarm zu vermeiden,

sollten Sie ein Suchwort wählen, das stets fester Bestandteil der Webseite ist, etwa „Newsticker“ auf `heise.de`.

Schlussendlich können Sie noch Tags vergeben, um Monitore nach bestimmten Kriterien zu markieren, beispielsweise um interne und externe Dienste zu unterscheiden. So bleibt Ihr Dashboard auch mit vielen Monitoren übersichtlich.

Werkzeugkoffer

Neben der HTTP(S)-Abfrage bringt Uptime Kuma noch weitere Monitore mit, die Sie für spezielle Anwendungszwecke nutzen oder auch kombinieren können, um sich ein umfangreiches Lagebild zu verschaffen. Kontrollieren Sie vom gleichen Ziel neben HTTP(S) auch relevante TCP-Ports und den DNS-Server, beschleunigt das im Falle einer Störung die Fehlersuche.

Mit dem Monitor „TCP-Port“ weisen Sie Uptime Kuma an, einen bestimmten TCP-Port im Auge zu behalten, etwa um zu prüfen, ob Ihr Webserver oder Reverse-Proxy auf Port 80 oder 443 ansprechbar ist, oder weil Ihre Webanwendung auf einem exotischen TCP-Port lauscht. Dazu müssen Sie lediglich Hostname oder IP-Adresse und den gewünschten Port eintragen. Dieser Monitor ist auch nützlich, um sicherzustellen, dass Wartungszugänge zu Servern hinter einer Firewall nicht öffentlich erreichbar sind. Tragen Sie dazu den Hostname oder die IP-Adresse des Servers und den für SSH-Verbindungen üblichen Port 22 ein und setzen Sie das

Benachrichtigung einrichten

Benachrichtigungsdienst

Microsoft Teams

Anzeigename

Teams-Alarm

Webhook URL

`https://example.webhook.office.com/webhookb2/3e3563611-1`

Hier erfährst du, wie eine Webhook-URL erstellt werden kann [hier](#)

☒ Standardmäßig aktiviert

Für jeden neuen Monitor wird diese Benachrichtigung standardmäßig aktiviert. Die Benachrichtigung kann weiterhin für jeden Monitor separat deaktiviert werden.

☒ Auf alle existierenden Monitore anwenden

Test

Speichern

Ein Benachrichtigungsdienst ist schnell eingerichtet. Falls es doch hakt, helfen die Links zu Anleitungen der Anbieter.

Häkchen bei „Invertierter Modus“. Sollte es zu einem Problem mit der Firewall kommen und der Monitor eine Verbindung mit dem TCP-Port 22 herstellen können, schlägt Uptime Kuma direkt Alarm.

Der Monitor „Push“ dreht den Spieß um, indem der zu beobachtende Server sich bei Uptime Kuma meldet und damit seine Anwesenheit bestätigt. Mit diesem Monitor kontrollieren Sie, ob ein Server online ist, der sich etwa in einem geschlossenen Managementsegment eines Netzwerks befindet und von Uptime Kuma nicht kontaktiert werden kann. Damit das Tool die Anfrage des Servers auch dem korrekten Monitor zuordnen kann, generiert es für jeden „Push“-Monitor, den Sie anlegen, eine einzigartige Push-URL, die auf einen Health-Check-Endpoint verweist:

```
https://uptime.example.com/api/push/
DYYTY7gQxx?msg=OK&ping=
```

Wenn Sie mit dem Kommandozeilenwerkzeug `curl` die Daten von der Webseite abschöpfen, quittiert Ihnen Uptime Kuma die erfolgreiche Anfrage und registriert einen Erfolg:

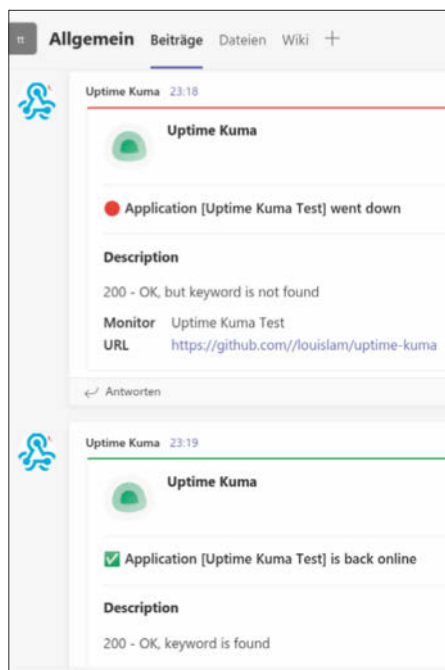
```
curl https://kuma.example.com/api/
push/DYYTY7gQxx?msg=OK&ping=
{"ok":true}
```

Der Push-Monitor erfüllt natürlich nicht seinen Zweck, wenn Sie mit dem Server händisch Meldung bei Uptime Kuma machen. Legen Sie stattdessen lieber einen Cron-Job an, der innerhalb des Prüffintervalls tätig wird, das Sie für den Push-Monitor konfiguriert haben, beispielsweise alle zehn Minuten. Um auf der Festplatte des Servers keinen Datenmüll zu sammeln, können Sie die den Health-Check-Endpoint auch mit `wget` abrufen und nach `/dev/null` umleiten:

```
wget -O /dev/null -o /dev/null
https://uptime.example.com/api/
push/DYYTY7gQxx?msg=OK&ping=
```

Der Monitor „Ping“ sendet genau wie das gleichnamige Kommandozeilenwerkzeug ein kleines Datenpaket und misst die Antwortzeit des Servers. Dafür tragen Sie lediglich den Hostnamen oder die IP-Adresse des Servers ein.

Mit dem Monitor „DNS“ prüft Uptime Kuma die DNS-Einträge von Diensten, die Sie im Auge behalten wollen. Das Tool benötigt dafür den Hostnamen, die IP-



Das konfigurierte Suchwort wird nicht gefunden: Uptime Kuma schlägt Alarm und informiert via Microsoft Teams.

Adresse des auflösenden DNS-Servers und die Art des DNS-Eintrags, in der Regel einen A-Record, der auf eine IPv4-Adresse zeigt. Als Standard ist der Auflösungsserver von Cloudflare mit der IP-Adresse 1.1.1.1 eingetragen. Diesen können Sie durch einen DNS-Server Ihrer Wahl ersetzen. Alternativ können Sie auch nicht-öffentliche Hostnamen und Ihren privaten DNS-Server eintragen, etwa wenn ein Pi-hole in Ihrem Heimnetz die Namensauflösung regelt. Einzige Voraussetzung ist, dass Uptime Kuma diesen Server auch erreichen kann.

Gute schlechte Nachrichten

Beim Ausfall eines kritischen Dienstes ist in der Regel Eile geboten. Konfigurieren Sie deswegen einen der zahlreichen Benachrichtigungsdienste, damit Uptime Kuma Sie informiert, sobald ein Monitor einen Ausfall registriert. Die Schaltfläche „Benachrichtigung einrichten“ finden Sie unter „Einstellungen“ oder im Monitor-Menü. Zur Verfügung stehen E-Mail via SMTP, diverse Chat-Dienste und Instant-Messenger wie Signal, Telegram, Discord, Teams sowie kommerzielle Anbieter von SMS-Benachrichtigungen.

Als Beispiel für Benachrichtigungen via Messenger dient hier die Konfiguration eines Webhooks für Microsoft Teams. Sie brauchen dazu einen Microsoft-Account. Die übrigen Messenger-Benachrichti-

gungsdienste richten Sie ähnlich ein. In der Regel benötigen Sie einen API-Key, eine Chat-ID oder eine Webhook-URL. Praktisch: Uptime Kuma verlinkt Ihnen im Konfigurationsfenster der Benachrichtigungen Hinweise der Anbieter, die erklären, wie Sie den jeweiligen Chat-Bot oder die API-Schnittstelle einrichten.

Steuern Sie in einem Teams-Kanal, in dem Sie die nötigen Rechte besitzen, die Schaltfläche „Connectors“ in den Kanaleinstellungen an. Weil Sie Informationen an Teams senden wollen, wählen Sie anschließend die Option „Incoming Webhook“. Sie müssen dem Webhook lediglich einen Namen geben, der als Sender angezeigt werden soll und „Erstellen“ klicken. Teams generiert dann eine Webhook-URL. Die dient als öffentlicher Endpunkt, an den Uptime Kuma Daten sendet, beispielsweise:

```
https://example.webhook.office.com/wehookb2/3e3563611-143ad-1b8f-9d8hf2
```

Die URL enthält einen langen, zufälligen String, der gleichzeitig als Geheimnis fungiert. Weil theoretisch jeder im Besitz der URL Daten an den Webhook senden kann, sollten Sie die Adresse wie ein Passwort behandeln. Wechseln Sie schlussendlich zu Uptime Kuma und tragen Sie die Webhook-URL für die Benachrichtigung ein. Sie können den Benachrichtigungsdienst jetzt einzelnen Monitoren zuordnen oder standardmäßig aktivieren. Uptime Kuma wird Sie ab sofort via Teams benachrichtigen, wenn der Check eines konfigurierten Monitors misslingt. Ebenso informiert es Sie, sobald der Dienst wieder erreichbar ist. Alternativ können Sie die Benachrich-

tigungsdienste auch nutzen, um nicht nur sich selbst als Administrator, sondern auch die Nutzer Ihrer Dienste auf dem Laufenden zu halten.

Alles auf einen Blick

Um Informationen über die Erreichbarkeit Ihrer Dienste einfach und übersichtlich mit Nutzern zu teilen, stellt Uptime Kuma zusätzlich eine öffentliche Statusseite unter `example.com/status` bereit. Die Statusseite richten Sie über die Weboberfläche ein. Legen Sie nach Bedarf Gruppen von Webanwendungen an und sortieren die Monitore hinein. Im Anschluss können Sie Gruppen und Monitore mittels Drag & Drop arrangieren, ein eigenes Icon hochladen und die Überschrift der Statusseite anpassen. Die Interna der Monitore wie abgefragte URLs, IP-Adressen und TCP-Ports sind auf der Statusseite nicht sichtbar. Wenn Sie Ihren Monitoren Tags zugewiesen haben, sind diese standardmäßig ausgeblendet. Sie können sie optional für Besucher anzeigen lassen.

Registriert Uptime Kuma eine gescheiterte Anfrage, generiert es automatisch eine Benachrichtigungstafel, etwa mit der Botschaft „Teilweise beeinträchtigter Dienst“. Über die Schaltfläche „Create Incident“ pinnen Sie eine eigene Statusmeldung an, um Nutzer über ein aktuelles Problem zu informieren. Abhängig vom Charakter der Meldung können Sie diese mit farblichen Stilen wie „info“, „warning“ und „danger“ unterstreichen.

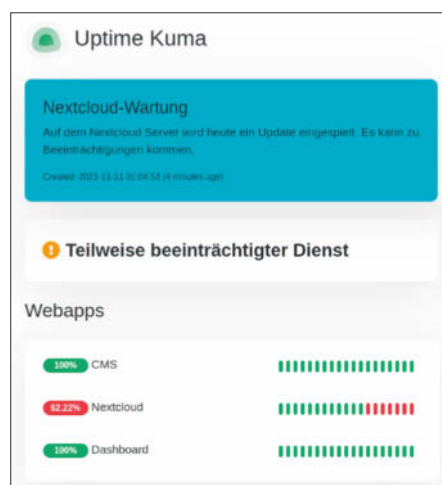
Fazit

Uptime Kuma ist schnell installiert und hat jede Menge Bordmittel, um Webserver und Webanwendungen im Auge zu behalten. Durch die unterschiedlichen Monitor-Typen passen Sie das Monitoring-Werkzeug auch an spezielle Anwendungsfälle an. Dank intuitiv bedienbarer Weboberfläche geht die Konfiguration leicht von der Hand. Sobald ein Monitor einen Ausfall registriert, benachrichtigt die Software Sie zuverlässig, damit Sie Maßnahmen ergreifen können, um Ihre Dienste flott wieder ans Netz zu bekommen. (ndi@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jan Mahn, Schöner Scheitern, Statusseiten für IT-Infrastruktur mit cState generieren, c't 12/2021, S. 156
- [2] Jan Mahn, Zu neuen Ufern, Nach dem Hype: Docker verstehen und loslegen, c't 24/2021, S. 146

GitHub-Repository mit Docker-Compose-Vorlage: [ct.de/y96q](https://github.com/ndi/y96q)



Mit einem Blick auf die Statusseite erfahren die Nutzer den Status wichtiger Webdienste.



Kriegsgewinnler

Call of Duty – Vanguard: Krieg als Abenteuerspielplatz

Kaum eine Ego-Shooter-Serie ist so vernarrt in den Krieg wie Activisions Spieleserie Call of Duty. Fans der Serie dürfen sich auch in Call of Duty: Vanguard vor allem auf die Multiplayer-schlachten freuen.

Von Andreas Müller

Krieg ist schlimm, aber irgendwer muss ihn ja führen – getreu diesem Motto zogen die Soldaten und Soldatinnen in der Call-of-Duty-Reihe ballern von Europa über Afrika bis in die USA. Publisher Activision verdiente daran gut: Laut einem Geschäftsbericht spülten die Spiele bisher rund 27 Milliarden Dollar Einnahmen in die Kasse. In Vanguard kehrt die Reihe zu ihren Anfängen im Zweiten Weltkrieg zurück und inszeniert erneut das erprobte, aber oberflächliche Actionspektakel.

Dreckiges halbes Dutzend

Sie sind die Ausgestoßenen ihrer Armeen: sechs Inglorious Basterds vom unterdrückten Schwarzen bis zur rachsüchtigen Russin

landen als Himmelfahrtskommando mitten im Herz des Dritten Reichs. Ihre Aufgabe: Das geheimnisvolle Nazi-Projekt Phönix stoppen, das den Sieg der Alliierten gefährden könnte. Doch schon zu Beginn geht alles schief und der verwegene Haufen landet im Knast. Während die Truppe auf ihre Hinrichtung wartet, bleibt genug Zeit, Fluchtpläne zu schmieden und sich daran zu erinnern, wie es so weit kommen konnte.

Im Hintergrund schwelt das fiktive Projekt Phönix, doch im Kern ist die knapp sechsstündige Geschichte von Vanguard eine sogenannte Origin-Story, die neue Figuren einführt. In Rückblicken erlebt man die Schlacht von Stalingrad, den japanischen Inselkrieg, die Schlacht um Midway und den Afrikafeldzug. Eine Geschichtsstunde ist das aber nicht, es zählt nur die nächste große Explosion oder die nächste rasante Verfolgungsjagd. Das ernste Thema Weltkrieg verkommt dadurch zu einer unwichtigen, aber zumindest Spektakel bietenden Nebensache.

Das Entwicklungsstudio Sledgehammer hat die Geschichte als schnörkellosen Ego-Shooter inszeniert. Die schlauchartigen Abschnitte bieten wenig Möglichkeiten für Taktik oder strategische Kniffe. Es geht meist schnurstracks bis zum Ende des Abschnitts oder bis alle Gegner erledigt

sind. Diese stellen sich nicht besonders clever an und lassen sich leicht aus dem Hinterhalt meucheln. Manchmal wirkte es im Test unfreiwillig komisch, wenn wir mit unserem Soldaten vor dem Feind standen und dieser der Gefahr kaum Beachtung schenkte und sich leicht ausschalten ließ. Abwechslung vom spielerischen Einheitsbrei bieten nur die unterschiedlichen Szenarien, die mit vielen Explosionen und wuchtigen Soundeffekten die Technik der neuesten Konsolengeneration nutzen.

Spannung kommt bei der vor Klischees nur so strotzenden Geschichte nicht auf. Wo andere Call-of-Duty-Spiele mit Atombombeneinschlägen und brutalen Terrorakten für ein paar Skandale sorgten, gibt sich die Geschichte von Vanguard handzahn und vorhersehbar. Ärgerlich wird es am Ende, wenn der Krieg als notwendiger Reifeprozess gefeiert wird, der die Hauptfiguren der Geschichte ihre Bestimmung finden lässt, egal wie viele Tote ihren Weg pflastern. Die zahlreichen Fans dürfte das nicht stören, sie werden sich trotzdem in ausgedehnte Mehrspielerschlachten stürzen, in denen sie gegeneinander antreten oder große Zombie-Nazi-Horden zurückschlagen müssen. Diese beliebten Spielmodi bieten länger Spielspaß als der Einzelspielermodus und sorgen seit Jahren für volle Server bis weit nach dem Release – inklusive lukrativer Mikrotransaktionen zum Verschönern von Waffen und Ausrüstung, die beim Publisher Activision die Kassen füllen.

Fazit

In Call of Duty: Vanguard bleibt alles beim Alten. Spektakuläre Actionszenen treffen auf ein anspruchsloses Spielkonzept – im Einzelspielermodus sucht man vergeblich nach Spannung oder Herausforderung. Lediglich die umfangreichen Mehrspielermodi bieten beinhalten Fans längere Beschäftigung. Neue Ideen sollten sie aber nicht erwarten: Vanguard ist mehr oder weniger ein Update der letztjährigen Version. Hinter der glitzernden Hülle steckt nur der übliche Fanservice: bieder, risikolos und letztendlich ganz schön langweilig. Aber das sieht wegen moderner Technik besser aus.

(lmd@ct.de) **ct**

Call of Duty: Vanguard

Ego-Shooter	
Vertrieb, URL	Activision, callofduty.com/de/vanguard
Systeme	Windows, Playstation 4/5, Xbox One/Series
USK	ab 18 Jahren
Preis	70 €

Von Hackern lernen!

**Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**



Schützen Sie sich vor Angriffen! Das c't-Sonderheft zeigt Ihnen, wie Sie Netzwerk, PC, Smartphone und Online-Accounts absichern:

- Hacking-Tools als Problemlöser einsetzen
- Daten in Servern und Webanwendungen absichern
- Seriösen und sicheren VPN-Anbieter finden
- Aktuelle Hardware für 2-Faktor-Authentifizierung

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

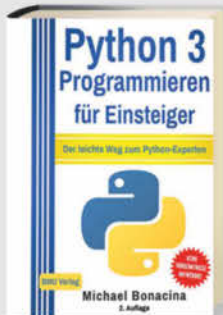


shop.heise.de/ct-securitytipps21

Für Wissenshungrige

Ausgewählte Fachliteratur

shop.heise.de/buecher



Michael Bonacina
Python 3: Programmieren für Einsteiger

Dieses Buch legt besonderen Fokus auf die Objekt-orientierte Programmierung (OOP) und das Erstellen von grafischen Oberflächen. Nach dem Durcharbeiten der Übungsaufgaben des Buches kann der Leser eigene komplexere Python Anwendungen inklusive grafischer Oberfläche programmieren.

ISBN 9783966450072
shop.heise.de/python3-einsteiger **13,90 €** >



Christian Solmecke, Sibel Kocatepe
DSGVO für Website-Betreiber

Ihr Leitfaden für die sichere Umsetzung der EU-Datenschutz-Grundverordnung. Experten erklären Schritt für Schritt, wie Sie Ihren Webauftritt vollständig rechtskonform gestalten – gut verständlich auch für Nichtjuristen.

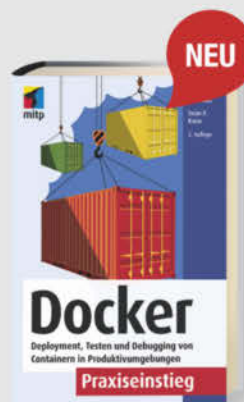
ISBN 9783836267120
shop.heise.de/dsgvo-websites **39,90 €** >



Jörg Frochte
Maschinelles Lernen (2. Aufl.)

Maschinelles Lernen ist ein interdisziplinäres Fach, das die Bereiche Informatik, Mathematik und das jeweilige Anwendungsgebiet zusammenführt. In diesem Buch werden alle drei Teilgebiete gleichermaßen berücksichtigt.

ISBN 9783446459960
shop.heise.de/maschinelles-lernen **38,00 €** >



Karl Matthias, Sean P. Kane
Docker Praxiseinstieg (2. Aufl.)

Lernen Sie, wie Sie Docker-Images Ihrer Anwendungen erstellen, testen und deployen sowie skalieren können, und wie Sie die Container in der Produktivumgebung pflegen und warten. Die Einrichtung und das Testen von Docker-Anwendungen kommen ebenso zur Sprache wie das Debugging eines laufenden Systems.

ISBN 9783958459380
shop.heise.de/docker-praxis2 **25,99 €** >



Stefan Aumüller
LEGO® Hacks

Dieses Buch zeigt, wie aus LEGO und dem Arduino faszinierende Modelle werden. Lernen Sie, Sensoren und Aktoren, mit LEGO-Elementen zu verbinden und daraus viele neue spannende Projekte aufzubauen. Auch Grundlagen der Elektronik werden Ihnen vermittelt.

ISBN 9783864906435
shop.heise.de/buch-legohacks **29,90 €** >



Wolfgang Ertel, Ekkehard Löhmann
Angewandte Kryptographie (6. Aufl.)

Ziel des Buches ist es, Grundwissen über Algorithmen und Protokolle zu vermitteln und kryptographische Anwendungen aufzuzeigen. Mit so wenig Mathematik wie nötig, aber vielen Beispielen, Übungsaufgaben und Musterlösungen.

ISBN 9783446463134
shop.heise.de/kryptographie6 **34,99 €** >



Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck
Raspberry Pi (6. Aufl.)

Das umfassende Handbuch mit über 1.000 Seiten komplettem Raspberry-Wissen, um richtig durchstarten zu können. Randvoll mit Grundlagen und Kniffen zu Linux, Hardware, Elektronik und Programmierung. Aktuell für alle Versionen, inkl. Raspberry Pi 4!

ISBN 9783836269339
shop.heise.de/raspberry-6 **44,90 €** >



Simon Monk
Der Maker-Guide für die Zombie-Apokalypse

Bereiten Sie sich vor: mittels 20 Survival-Projekten mit einfacher Elektronik, Arduino und Raspberry Pi werden Sie Ihren eigenen Strom erzeugen, unverzichtbare Bauteile vor dem Zombie-Zugriff retten und lebensrettende Elektronikschaltungen bauen, um Untote aufzuspüren.

ISBN 9783864903526
shop.heise.de/zombies **24,90 €** >

PORTOFREI
AB 20 €
BESTELLWERT

> Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

und Maker!

Zubehör und Gadgets

shop.heise.de/gadgets

NEU



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.

shop.heise.de/parklite

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.**

shop.heise.de/flirc

23,90 € ➔

NEU



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.

shop.heise.de/musegear

24,90 € ➔



Raspberry Pi-Kameras

Aufsteckbare Kameras, optimiert für verschiedene Raspberry Pi-Modelle mit 5 Megapixel und verschiedenen Aufsätzen wie z. B. Weitwinkel für scharfe Bilder und Videoaufnahmen.

shop.heise.de/raspi-kameras

ab 18,50 € ➔



NEUER PREIS!

ArduiTouch-Set

Setzen Sie den ESP8266 oder ESP32 jetzt ganz einfach im Bereich der Hausautomation, Metering, Überwachung, Steuerung und anderen typischen IoT-Applikationen ein!

shop.heise.de/arduitouch

~~69,90 €~~
36,90 € ➔



NEU

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.

shop.heise.de/pokit

94,90 € ➔



NEUER PREIS!

Komplettset Argon ONE Case mit Raspberry Pi 4

Das Argon One Case ist eines der ergonomischsten und ästhetischsten Gehäuse aus Aluminiumlegierung für den Raspberry Pi. Es lässt den Pi nicht nur cool aussehen, sondern kühlt auch perfekt und ist leicht zu montieren. Praktisch: alle Kabel werden auf der Rückseite gebündelt ausgeführt – kein Kabelsalat!

shop.heise.de/argon-set

~~117,60 €~~
99,90 € ➔



NEU

NVIDIA Jetson Nano B01

Die neue Revision B01! Die Leistung moderner KI für Millionen Geräte. Mit dem Jetson Nano von NVIDIA können Sie als Heimbastler oder Entwickler platzsparend und effizient in die Welt der KI eintauchen. Ideale Voraussetzung für die Programmierung neuronaler Netze dank vier A57-Kerne und einem Grafikprozessor mit 128 Kernen. **Inklusive Netzteil!**

shop.heise.de/jetson

134,90 € ➔



28% RABATT

Make Family + Makey-Paket

Darüber freut sich die ganze Familie: „Make Family“ - das vollgepackte PDF-Magazin mit 21 Anleitungen zum kreativen Basteln mit Kids auf über 200 Seiten. Dazu: der knuffige Makey-Plüschroboter und der Makey-Lötbausatz mit LEDs und Batterie.

shop.heise.de/makey-paket

~~27,70 €~~
19,90 € ➔



„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 alles Signale.

shop.heise.de/no-signal-sleeve

29,90 € ➔

heise Shop

shop.heise.de ➔

➔ Bestellen Sie ganz einfach online unter shop.heise.de oder per E-Mail: service@shop.heise.de

Next Stop E-Privacy

Was sich mit den neuen Cookie-Regelungen ändert

Ein deutsches Datenschutzgesetz soll Unternehmen und Nutzern den Umgang mit Cookies und anderen Tracking-mechanismen erleichtern. Doch es bringt auch neue Rechtsunsicherheit, denn: keine Regeln ohne Ausnahmen.

Von Carlo Piltz und Johannes Zwerschke

Als wäre es im Datenschutzrecht nicht verwirrend genug, sind am 1. Dezember neue nationale Regelungen in Kraft getreten: Das deutsche „Gesetz zur Regelung des Datenschutzes und des Schutzes der Privatsphäre in der Telekommunikation und bei Telemedien“ (TTDSG) soll besonders für Organisationen und Unternehmen mehr Rechtssicherheit bringen, als es bislang die EU-Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) vermochte. Vor allem geht es um den Einsatz von Cookies zu Analyse- und Werbezwecken [1].

Der rechtliche Rahmen für diesen Einsatz von Cookies hat in Deutschland eine komplizierte Geschichte hinter sich: Regelungen zur Speicherung von und zum Zugriff auf bereits in Nutzergeräten – also beispielsweise PCs oder Smartphones – gespeicherte Cookies richteten sich bislang nach den Paragraphen 11 ff. Telemediengesetz (TMG). Diese Regelungen waren wiederum von den Vorgaben der europäischen E-Privacy-Richtlinie (Richtlinie 2002/58/EG, angepasst durch Richtlinie 2009/136/EG) geprägt, die auch für das nunmehr geltende TTDSG maßgeblich ist.

Mit der Änderung in der Richtlinie aus dem Jahr 2009 hatte der europäische Gesetzgeber die bekannte „Cookie-Regelung“ geschaffen, wonach grundsätzlich eine Einwilligung von Endnutzern eingeholt werden muss, wenn man Cookies in ihren Geräten setzen oder auf gesetzte Cookies dort zugreifen möchte. Lange war unklar und in der juristischen Literatur

umstritten, ob der deutsche Gesetzgeber mit Paragraph 15 Absatz 3 TMG diese zentrale Vorschrift der europäischen Richtlinie ordnungsgemäß umgesetzt hat.

Zuletzt bestätigte dies zwar der Bundesgerichtshof (BGH) in der viel diskutierten Planet49-Entscheidung. Danach ist das Setzen von Cookies, um Nutzungsprofile für Werbezwecke oder Marktforschung zu erstellen, nur mit Einwilligung des Nutzers zulässig. Diese Entscheidung erfolgte aber über einen juristischen Kunstgriff: Der BGH verstand den Wortlaut der deutschen Vorgaben im TMG im Grunde anders, als er tatsächlich im Gesetz niedergeschrieben war. Um solche Unklarheiten im TTDSG zu vermeiden, hat sich der deutsche Gesetzgeber bei den neuen Cookie-Regelungen eng am Wortlaut der E-Privacy-Richtlinie orientiert.

Nicht nur Cookies

Die E-Privacy-Richtlinie, die auch die Paragraphen 25 f. TTDSG prägt, spricht insoweit von verschiedenen Techniken wie „Spyware“, „Web-Bugs“ oder „Hidden Identifiers“. Ihnen gemein ist, dass sie ohne das Wissen des Nutzers in dessen Endgerät eindringen, um Zugang zu Informationen zu erlangen oder die Nutzeraktivität zurückzuverfolgen. Der Anspruch der E-Privacy-Richtlinie als auch der Cookie-Regelung des TTDSG ist es, den Nutzer vor all diesen Arten von Geräte-beziehungsweise Nutzeridentifikatoren zu schützen.

Die Regelung greift immer dann, wenn etwa ein Unternehmen auf ein Endgerät zugreifen und dort Informationen abspeichern oder auf solche gespeicherten Daten zugreifen möchte. Wenn also zum Beispiel in Paragraph 25 Absatz 1 Satz 1 TTDSG von „Informationen in der End-einrichtung des Endnutzers“ oder dem „Zugriff auf Informationen, die bereits in der End-einrichtung gespeichert sind“ gesprochen wird, muss dies umfassend und nicht nur für Cookies verstanden werden. Der Anwendungsbereich ist also in der Praxis recht weit. Generell spricht man dennoch von „Cookie-Regelung“, das tun wir auch in diesem Artikel.

Die zentrale Regelung findet sich in Paragraph 25 Absatz 1 Satz 1 TTDSG. Danach ist die Speicherung von Cookies auf dem Gerät des Endnutzers und der Zugriff auf bereits beim Endnutzer gespeicherte Cookies nur zulässig, wenn das Unternehmen vom Endnutzer zuvor eine Einwilligung einholt. Wie diese Einwilligung im Einzelnen ausgestaltet sein muss, ergibt sich gemäß Paragraph 25 Absatz 1 Satz 2 TTDSG aus den Vorgaben der DSGVO. Der Europäische Gerichtshof (EuGH) hat zu den Einwilligungsvorgaben nach der DSGVO bereits mehrfach geurteilt. So ist es unter anderem für die Erteilung einer wirksamen Einwilligung nicht ausreichend, wenn der Nutzer eine bereits vorgekreuzte Checkbox erst wieder abwählen muss. Er muss seine Einwilligung aktiv erteilen.

Die Ausnahme: „unbedingt erforderliche Cookies“

Alte Juristenregel: Von jedem Grundsatz gibt es eine Ausnahme. Die relevante Ausnahme vom grundsätzlichen Einwilligungserfordernis findet sich in Paragraph 25 Absatz 2 Nummer 2 TTDSG. Eine Einwilligung muss nicht eingeholt werden, wenn die Speicherung von oder der Zugriff auf bereits beim Endnutzer gespeicherter Cookies „unbedingt erforderlich ist, damit der Anbieter eines Telemediendienstes einen vom Nutzer ausdrücklich gewünschten Telemediendienst zur Verfügung stellen kann“.

An der Frage, was für einen vom Nutzer ausdrücklich gewünschten Telemediendienst „unbedingt erforderlich“ ist, entzündeten sich derzeit in der juristischen Fachwelt Diskussionen. Mit Spannung wartet man deshalb darauf, welche Ausnahmen die Datenschutzkonferenz (DSK), also das Gremium aller deutschen Datenschutzaufsichtsbehörden, unter die Formulierung in Paragraph 25 Absatz 2 Nummer 2 TTDSG fassen wird. Allerdings handelt es sich bei einer von der DSK veröffentlichten Orientierungshilfe „nur“ um eine behördliche Einschätzung, die noch nicht gerichtsfest ist. Nichtsdestotrotz gibt die DSK damit erste Leitplanken vor, die

dem Rechtsanwender wiederum etwas mehr Rechtssicherheit bringen würden.

Da Paragraph 25 TTDSG eine Umsetzung der europäischen E-Privacy-Richtlinie darstellt, die auch in allen anderen EU-Mitgliedstaaten in nationales Recht umgesetzt werden musste, lohnt sich ein Blick auf die Einschätzungen anderer europäischer Datenschutzaufsichtsbehörden. Und bei diesen haben sich in den vergangenen Jahren bereits teils sehr umfassende Meinungen und Beispiele herausgebildet.

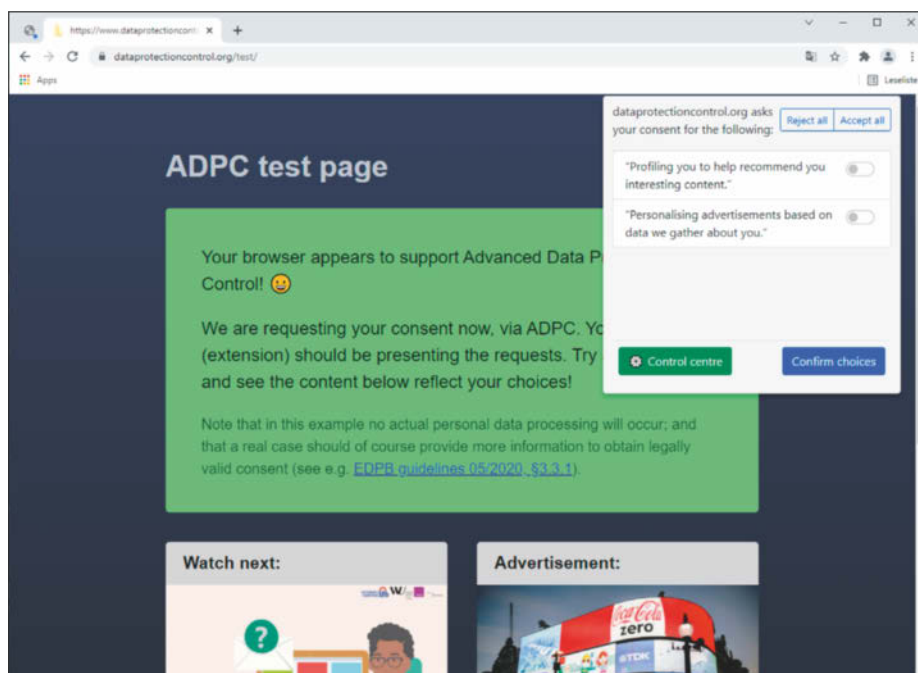
Besonders spannend ist, dass es sowohl die spanische, die französische, die luxemburgische als auch die italienische Datenschutzaufsichtsbehörde unter bestimmten Voraussetzungen als ohne Einwilligung erlaubt ansehen, Cookies für die Messung der Besucherzahlen einer Website (also zur statistischen Analyse) einzusetzen. Da sich diese Ansichten aufgrund der E-Privacy-Richtlinie gebildet haben, ist es denkbar, dass auch in Deutschland unter Geltung des TTDSG keine Einwilligung zum Setzen und Verwenden von Cookies für die Messung der Besucherzahlen erforderlich ist.

Die Frage nach den zulässigen Ausnahmen ist auch deshalb von Bedeutung, weil nach dem TTDSG ein Bußgeld droht, wenn eine Einwilligung nötig ist, aber nicht vorliegt. Bis zu 300.000 Euro kann ein Verstoß gegen die Einwilligungspflicht den Website-Betreiber kosten. Auf den ersten Blick mutet dies wie eine echte Entlastung gegenüber den Vorgaben der DSGVO an, die Bußgelder von bis zu 20 Millionen Euro oder im Fall eines Unternehmens von bis zu vier Prozent seines gesamten weltweit erzielten Vorjahresumsatzes vorsieht.

Der Schein trügt jedoch, da die Bußgeldvorschriften des TTDSG jene der DSGVO nur ergänzen, sie aber nicht ersetzen. Wenn ein Website-Betreiber beispielsweise einerseits entgegen dem TTDSG für das *Setzen* eines Marketing-Cookies vom Website-Besucher keine Einwilligung einholt und dies auch für die danach erfolgende *Verarbeitung* personenbezogener Daten (etwa Bildung eines Nutzerprofils oder Weitergabe der Profile an Dritte) entgegen den Vorgaben der DSGVO versäumt, dann drohen Bußgelder aus beiden Vorschriften.

Cookie-Banner ade?

Eine weitere Neuregelung in Bezug auf Cookies findet sich in Paragraph 26 TTDSG. Nach der Norm können Unternehmen nunmehr externe Dienste zur Verwaltung von nach Paragraph 25 Absatz 1 TTDSG er-



Proof of Concept: Unter dem Namen „Advanced Data Protection Control“ (ADPC) entwickelt die Datenschutzorganisation Noyb ein PIMS, das als Blaupause für die TTDSG-Anforderungen dienen könnte.

teilten Einwilligungen einsetzen. In der Fachwelt wird diese Regelung unter dem Stichwort „Personal Information Management System“ (PIMS) diskutiert: Nutzer sollen mit einem PIMS nicht nur die Erteilung von Einwilligungen verwalten können, sondern auch deren Widerruf. Der Vorteil liegt in der erhöhten Transparenz hinsichtlich erteilter Einwilligungen, insbesondere beim Besuch von Websites, die für unterschiedlichste Marketing-Cookies Einwilligungen verlangen (oder auch nicht). Der Gesetzgeber will so der Flut von Cookie-Bannern auf Websites begegnen.

Die verabschiedete Regelung setzt aber voraus, dass das jeweilige PIMS von einer unabhängigen Stelle anerkannt, das heißt für tauglich im Sinne des TTDSG befunden wird. Noch ist völlig unklar, welche Stelle das sein könnte. Eine Anerkennung ist an die Erfüllung bestimmter Voraussetzungen geknüpft. So muss das PIMS nach dem Willen des TTDSG nutzerfreundlich und wettbewerbskonform sein. Der Anbieter muss ein Sicherheitskonzept vorlegen, das eine Bewertung der Qualität und Zuverlässigkeit des Dienstes ermöglicht.

Die Ausgestaltung der Anforderungen im Einzelnen ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch ungeklärt, ebenso wie die Frage, welche Arten von PIMS überhaupt unter Paragraph 26 TTDSG zu fassen sind. Der Gesetzgeber hat diesbezüglich nur ganz allgemein von sogenannten Single-Sign-On-

Lösungen von in einer Stiftung zusammengeschlossenen Unternehmen gesprochen.

Denkbar wäre auch, dass ein PIMS als selbstständige Software angeboten wird, die sich Nutzer auf ihren Systemen installieren können. Oder dass ein PIMS als Implementierung für bestehende Software, etwa als Browser-Plug-in, auf den Markt kommt. Beide beschriebenen Formen existieren bereits (zum Beispiel wie in der Abbildung oben). Entscheidend wird sein, ob sie den Anforderungen an PIMS nach dem TTDSG genügen.

Fazit

Zwar bringen die Neuregelungen etwas mehr Klarheit, da sie näher an den europäischen Vorgaben orientiert sind. Gleichwohl wird es in der Anfangszeit vermutlich noch einige Unsicherheiten darüber geben, wann für den Einsatz von Cookies und Tracking allgemein Einwilligungen eingeholt werden müssen und wann nicht. Letztlich sollten die vorstehenden Regelungen aber ohnehin nur als Übergangslösung verstanden werden, bis die in Brüssel diskutierte, längst noch nicht beschlossene europäische E-Privacy-Verordnung in Kraft tritt. (hob@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Joerg Heidrich, Zwangsreguliert, Neue Regeln zum Datenschutz für Telekommunikation und Online-Anbieter, c't 14/2021, S. 170



Sie fragen – wir antworten!

Win 10/11-Dualboot

? Ich habe zu meinem Windows 10 auf einer weiteren Partition der SSD testweise Windows 11 installiert. Windows 10 ist die Default-Einstellung im Boot Menü. Beide Systeme laufen einwandfrei. Was mich jedoch irritiert: Wenn ich Windows 10 boote, startet das Betriebssystem ganz normal. Wenn ich Windows 11 auswähle, macht der PC jedoch einen weiteren Neustart. Wieso?

! Weil Windows schummelt: Zu dem Zeitpunkt, an dem es das Boot-Menü anzeigt, hat es in Wahrheit schon das Betriebssystem hinter dem Standard-Menüeintrag fast komplett geladen. Wenn Sie an der Stelle diesen Eintrag auswählen, braucht nur noch der Anmeldedialog angezeigt zu werden und Sie landen ruckzuck auf Ihrem Desktop. Wählen Sie stattdessen einen anderen Eintrag des Boot-Menüs, muss alles, was schon geladen wurde, weggeworfen und das andere Betriebssystem neu geladen werden.

Sie sollten also dafür sorgen, dass der vorausgewählte Menüeintrag auch der ist, den Sie am häufigsten benutzen. Am einfachsten geht das mit dem Programm msconfig, das Sie mit ebendieser Eingabe in den Windows+R-Dialog starten können. Die Optionen des Boot-Menüs befinden sich dort auf der Seite „Start“. (hos@ct.de)

Grafikkarte in PCIe-X1 Slot

? Ich möchte auf meinem Linux-PC eine virtuelle Maschine mit Windows und Grafikkarte über PCI-Passthrough einrichten. Ich habe allerdings nur noch einen PCIe-x1-Slot frei; den PCIe-x16-Slot belegt die Grafikkarte für den Host. Ist es technisch möglich, eine Grafikkarte mit PCIe-x16-Anschluss in einem PCIe-x1-Slot zu betreiben?

! Das ist im Prinzip möglich. Allerdings müssen Sie dabei beachten, dass der ins Auge gefasste PCIe-x1-Slot hinten offen sein muss, damit die x16- oder x4-Grafikkarte physisch hineinpasst.

Man kann hierzu zwar auch die Säge oder ein Multifunktionswerkzeug wie den Dremel ansetzen, läuft dabei aber Gefahr, den Steckplatz oder gleich das ganze Mainboard zu beschädigen.

Wenn das bei Ihrem System ein Hindernis darstellt: Auf verschiedenen Plattformen gibt es Adapter von entweder PCIe-x1- auf -x16-Slots oder von M.2-Slots für SSDs, an die man über ein Kabel und eine extra Stromversorgung auch eine Grafikkarte anschließt. Diese Adapter werden zum Beispiel von Krypto-Minern oft genutzt, um möglichst viele Grafikkarten an einem Host-System zu betreiben. (csp@ct.de)

Word: Die Mitte eines Textes finden

? Ich möchte in einem längeren Dokument die Mitte finden, und zwar gemessen an der gesamten Zeichen- nicht nur an der Seitenzahl. Die Gesamtzahl der Seiten durch zwei zu teilen und auf die entsprechende Seite zu springen, hilft also nicht. Gibt es dafür eine Funktion?

! Die gibt es tatsächlich, zumindest zeilen genau. Öffnen Sie den „Gehe zu“-

Fragen richten Sie bitte an

hotline@ct.de

c't Magazin

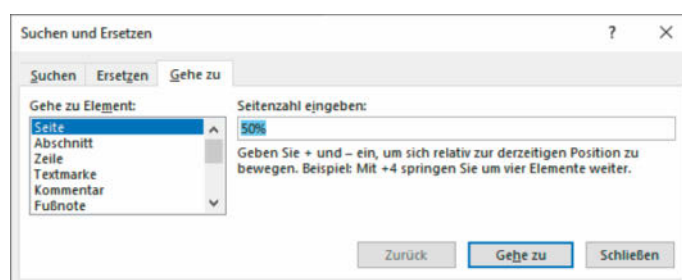
@ctmagazin

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter **www.ct.de/hotline**.

Dialog, das ist das dritte Register des „Suchen und Ersetzen“-Dialogs. Am schnellsten gelangen Sie mit der Tastenkombination Strg+G dorthin.

Unter den Sprungzielen, die Sie aus der linken Liste wählen können (Seite, Abschnitt, Zeile ...) findet sich kein Eintrag wie „Mitte“. Lassen Sie die Auswahl einfach auf „Seite“ stehen und geben in das rechte Feld „50%“ (ohne Anführungszeichen) ein. Der Cursor springt daraufhin (fast) auf die Mitte des Dokuments, genauer: an den Anfang der Zeile, das das Zeichen enthält, das die Hälfte der Textmenge markiert. Präziser geht es leider nicht.

Das funktioniert mit beliebigen Prozentwerten, also zum Beispiel auch 20 Prozent für das erste Fünftel oder 33 Prozent für ein Drittel. (swi@ct.de)



Die Gehe-zu-Funktion von Word erlaubt auch Prozentangaben, etwa um die Mitte eines Textes anzusteuern.

Upload-Fortschritt mit curl anzeigen

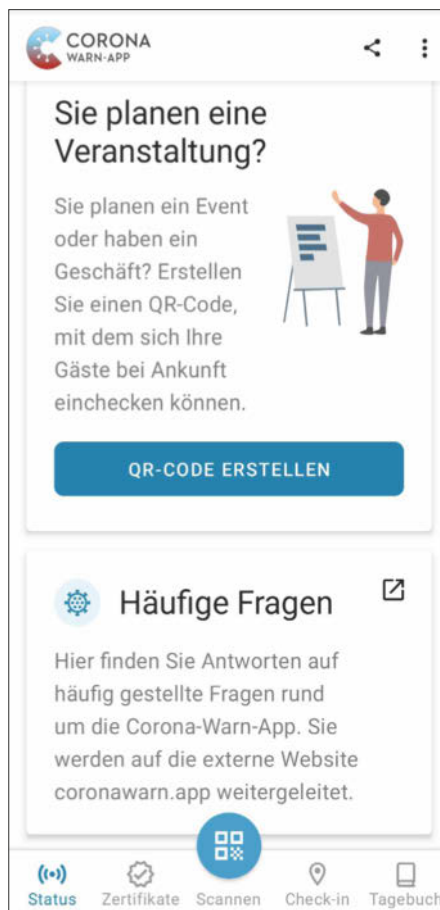
? Ich möchte von der Kommandozeile aus Dateien hochladen und verwende dazu den dokumentierten curl-Befehl `curl -u <user>:<pw> -T <file> https://<server>/remote.php/dav/files/<user>/`. Das funktioniert auch. Allerdings erhalte ich dabei keinerlei Rückmeldung, bis der Upload abgeschlossen ist. Insbesondere bei längeren Uploads hätte ich gerne eine Anzeige des Fortschritts. Die curl-Optionen `-#` bzw. `--progress-bar` habe ich bereits ohne Erfolg ausprobiert.

! Wenn curl eine Antwort des Servers erwartet, gibt es selbst keine Statusanzeige mehr aus, um die beiden nicht zu vermischen. Das führt dazu, dass sich curl in diesem Fall erst nach Abschluss des Uploads wieder meldet. Sie können das umgehen, indem Sie die normale Ausgabe in eine Datei umleiten und dazu `> /dev/null` an das Kommando anhängen. Alternativ liefert `| tee /dev/null` beide Ausgabekanäle. Standardmäßig erhalten Sie die normale Fortschrittsanzeige von curl (Progressmeter); mit `-#` können Sie das auf einen Fortschrittsbalken umschalten. (ju@ct.de)

QR-Code für Corona-Warn-App erstellen

? Wenn mal wieder Treffen in Präsenz möglich sind, möchte ich sicherstellen, dass alle Anwesenden informiert werden, falls sich jemand unter den Gästen später als mit Corona infiziert herausstellt. Kann ich selbst einen QR-Code für die Corona-Warn-App erzeugen?

! Ja, das geht sogar direkt in der Corona-Warn-App. Scrollen Sie auf dem Startbildschirm der App ganz nach unten und rufen Sie über den blauen Button „QR-Code erstellen“ eine Übersichtsseite auf, die einen weiteren blauen Button namens „QR-Code“ enthält. Wenn Sie diesen anklicken, können Sie eintragen, um welche Art Veranstaltung es sich handelt. Wählen Sie für Ihr privates Treffen weiter unten unter „Event“ ein passendes aus und tragen Sie den Anlass (etwa „Neujahrstreffen“), die Örtlichkeit, den Tag und den Zeitraum sowie die maximale Aufenthaltsdauer ein. Nach der eingestellten Dauer werden die Gäste automatisch wie-



Einen ausdrucksbaren QR-Code für Ihre Veranstaltung können Sie direkt aus der Corona-Warn-App heraus erzeugen.

der ausgecheckt, falls sie das nicht selbst erledigen.

Sofort nach dem Speichern erscheint eine Schaltfläche mit dem gerade erstellten QR-Code. Wer häufiger selbst Codes erstellt, sieht an dieser Stelle eine Liste aller bisher erzeugten Codes. Klicken Sie auf das jeweilige Code-Symbol, können Sie sich dort die Druckversion anzeigen lassen, diese zum Drucker schicken oder als PDF speichern.

Einmal angelegte Codes können Sie zudem als Vorlage für neue verwenden und sich in der Übersicht auch selbst zu Ihrer Veranstaltung einchecken. Sollten Sie sich beim Anlegen eines Codes vertippt haben, ist das kein Problem: In der Übersicht können Sie jeden Code über die drei Pünktchen am Code-Symbol einfach wieder löschen.

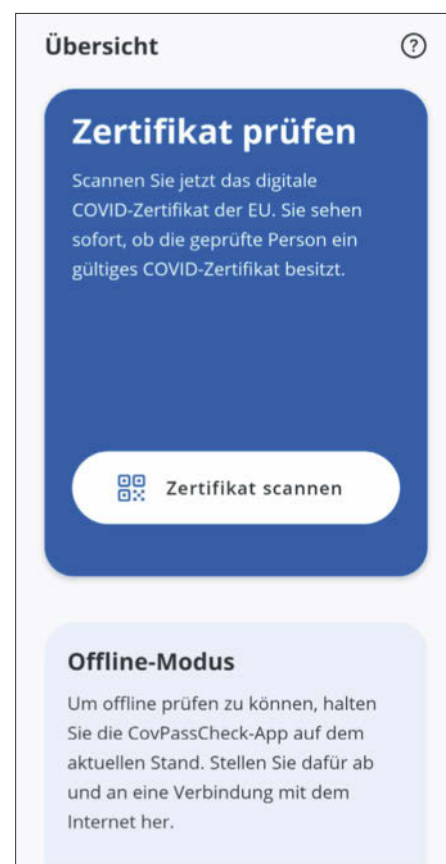
Alternativ können Sie den QR-Code auch am PC erzeugen. Gehen Sie dazu auf die Seite des Open-Source-Projekts www.coronawarn.app/de/eventregistration/ und geben Sie wie oben beschrieben alle Daten

zu Ihrer Veranstaltung ein. Das Code-Fenster füllt sich automatisch nach einem Klick auf „Erstellen“. (uk@ct.de)

Impfstatus per App prüfen

? Wie kann ich den Impfstatus meiner Gäste prüfen, ohne auf deren Handys herumzuwischen?

! Nutzen Sie einfach die kostenlose CovPassCheck-App des Robert Koch-Instituts; Sie finden sie im Play Store für Android-Smartphones und im App Store für iPhones. Richten Sie Ihre Smartphone-Kamera auf den am Gäste-Smartphone angezeigten QR-Code des Covid-Zertifikats und klicken Sie in der CovPassCheck-App auf „Zertifikat scannen“. Bei geimpften oder genesenen Personen mit gültigem Covid-Zertifikat werden Sie anschließend aufgefordert, die Daten mit einem Ausweisdokument abzugleichen. Nur dadurch stellen Sie sicher, dass das Covid-Zertifikat auch zur vorzeigenden Person gehört. (uk@ct.de)



Mit der kostenlosen CovPassCheck-App prüfen Sie den Impfstatus Ihrer Gäste kontaktlos.

Win-11-Installation: Rufus statt MCT

? Auf Seite 25 in dieser Ausgabe steht eine Anleitung zum Erzeugen eines Windows-11-Setup-Sticks mit dem Media Creation Tool (MCT). Ich setze bislang für Installationsmedien die Freeware Rufus ein (ct.de/ynx7). Spricht etwas dagegen, damit auch Windows-11-Sticks zu erstellen?

! An sich geht das. Es ist derzeit jedoch komplexer als mit dem MCT. Der Grund dafür ist Secure Boot, denn dafür ist ein signierter Bootloader erforderlich. Den bringt Windows zwar mit, doch bleibt er je nachdem, wie Sie den Stick mit Rufus konfigurieren, ungenutzt. Die technischen Hintergründe sind komplex; Sie sollten sie kennen, wenn Sie Rufus verwenden wollen. Ansonsten laufen Sie Gefahr, dass ein Stick nicht bootet, ohne dass der Grund erkennbar ist.

Rufus kann einen Stick so einrichten, dass er per Legacy BIOS oder per UEFI bootet. Bei ersterem Verfahren wird der Stick MBR-partitioniert, bei dem zweiten mit GPT. Zudem kennt die Freeware einen „dualen UEFI-/BIOS-Modus“, bei dem es für das Booten vom Stick dann egal ist, wie der PC bootet. Doch das klappt nur aufgrund eines Tricks: Auf dem MBR-parti-

tionierten Stick entstehen zwei Partitionen. Auf der für das Booten per UEFI nötigen FAT-Partition landet aber nicht etwa der Bootloader, sondern im Wesentlichen nur ein Read-Only-NTFS-Treiber. Der sorgt dafür, dass das UEFI-BIOS anschließend den Bootloader von der NTFS-Partition starten kann. Die liegt hinter der FAT-Partition und enthält alles Weitere.

Falls Sie sich fragen, wieso das funktioniert: Erstens spielt die Frage „MBR oder GPT“ nur bei internen Datenträgern eine Rolle, bei Sticks hingegen nicht. Zweitens besagt die UEFI-Spezifikation zwar, dass jedes UEFI-BIOS von einer FAT-formatierten Partition booten können muss (wobei außer FAT32 auch andere FAT-Varianten gemeint sind). Doch das heißt nicht, dass ein UEFI-BIOS nicht auch von anders formatierten Partitionen booten dürfte. Trotzdem läuft es in der Praxis oft auf „geht nur mit FAT“ hinaus. Doch das liegt bloß daran, dass die Mainboard-Firmware in diesen Fällen keinen anderen Dateisystem-Treiber als eben den für FAT enthält. Und an dieser Stelle springt Rufus ein: Die Freeware ergänzt den Stick um einen NTFS-Treiber.

Der Haken daran: Der NTFS-Treiber ist nicht digital signiert. Ein mit Rufus eingerichteter Dual-Modus-Stick bootet daher zwar nicht nur klassisch, sondern auch per UEFI. Letzteres klappt jedoch nur, wenn Secure Boot deaktiviert ist, weil diese Funktion signierte Treiber voraussetzt. Man kann Secure Boot bei vielen PCs zwar vorübergehend deaktivieren, doch das erfordert jedes Mal zusätzliche Handgriffe. Das erweist sich im Alltag schnell als nervig.

Die Alternative für Windows 11 wäre, den Stick von Rufus für GPT einrichten zu lassen. Doch wenn Sie dann versuchen, Windows 11 auf einem per Legacy BIOS bootenden PC zu installieren, wird Ihnen nicht das Windows-Setup deutlich sagen, dass es hier nicht geht. Stattdessen scheitert schon das Booten, und das je nach Firmware womöglich sogar kommentarlos. Dann müssen Sie selbst herausfinden, woran es liegt. Es ist durchaus schon vorgekommen, dass so ein Stick in so einem Moment weggeworfen wurde, weil der Besitzer ihn fälschlicherweise für defekt hielt.

Kurzum: Sie sollten beim Einsatz von Rufus genau überlegen, welche Schalter Sie anklicken. Beim MCT hingegen brauchen Sie sich mit UEFI, Partitionsschema, Secure Boot und so weiter nicht herumzuschlagen: Damit eingerichtete Sticks

booten an jedem Windows-tauglichen x86-PC. (axv@ct.de)

Rufus downloaden: ct.de/ynx7

SSDs im RAID 0

? Ich habe zwei PCIe SSDs und zwei SATA SSDs jeweils mit der Datenträgerverwaltung zu einem größeren Laufwerk vereint. Ist das o.k. so, oder sollte man das nicht machen, da zum Beispiel TRIM nicht geht?

! Die Frage ist, warum Sie das machen: Wenn Sie die sequenzielle Datenübertragungsrate erhöhen möchten, um zum Beispiel Videos schneller wegzuschreiben oder zu lesen, kann das sinnvoll sein. Nach unseren Messungen (siehe c't 3/2020, S. 76) wird der Zugriff auf zufällige Adressen aber durchaus langsamer, auch wenn das in der Praxis – zum Beispiel beim Start von Programmen – eher nicht auffallen dürfte.

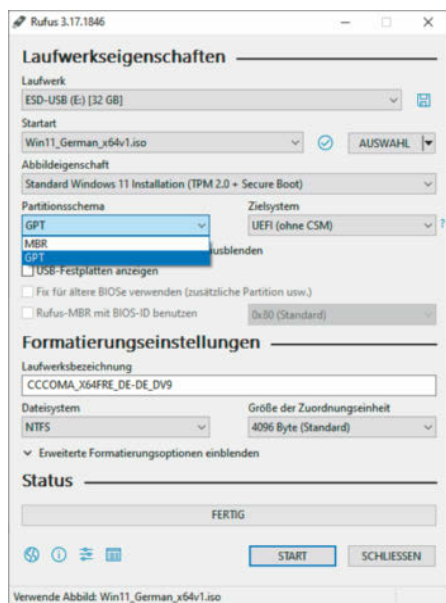
Und ja, TRIM wird wahrscheinlich nicht funktionieren. Sie können das mit einem kleinen Tool ausprobieren; Trim-Check finden Sie bei uns im Softwareverzeichnis: www.heise.de/download/product/trimcheck1.

Dass die Datensicherheit bei einem RAID 0 sinkt, sollte nicht unerwähnt bleiben. Sollte es Ihnen vor allem darum gehen, mehr Platz auf einem einzelnen Laufwerk zu erzeugen, ist eventuell ein JBOD („just a bunch of disks“, ein übergreifendes Laufwerk) die bessere Wahl. Es lohnt sich auch ein Blick auf die Windows Storage Spaces. (ll@ct.de)

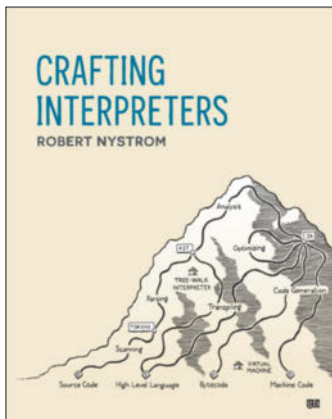
HP-Probook: Nerviges BIOS-Gepiepe deaktivieren

? Für Tests verwende ich ein Probook von HP. Da ich des Öfteren etwas im BIOS umstellen muss, geht mir der dabei ständig ertönende Bestätigungspiepton auf die Nerven. Ich finde aber keine Option im BIOS-Setup, um ihn zu deaktivieren.

! Die Option gibt es, sie ist aber gut versteckt: Sie finden sie im BIOS-Setup unter „Advanced/Boot Options“. Die gesuchte Einstellung heißt „Audio Alerts During Boot“. Entfernen Sie das Häkchen davor und speichern Sie die Änderung. Dann herrscht künftig Ruhe. (axv@ct.de)



Anstelle des Media Creation Tool (MCT) können Sie einen USB-Stick zur Windows-11-Installation auch mit der Freeware Rufus erstellen. Dabei gibt es aber Stolpersteine.



Robert Nystrom

Crafting Interpreters

Genever Benning,
Mahwah, NJ (USA) 2021
ISBN 978-0990582939
640 Seiten, 54 €
(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 34 €)

Codeversther selbstgebaut

Nur wenige Softwareschaffende entwickeln eigene Programmiersprachen. Eine für gegebene Zwecke maßgeschneiderte Sprache kann aber sehr nützlich sein. Vieles von dem, was Nystrom zum Interpreterbau sagt, lässt sich auch gewinnbringend auf andere Anwendungsfelder übertragen.

Robert Nystrom arbeitet bei Google an der Programmiersprache Dart. Die Erkenntnisse, die er dabei gewann, sind während der vergangenen sechs Jahre in sein Buch über die Implementierung von Interpretern eingeflossen.

Dieses widmet sich anders als bekannte Standardliteratur zum Compiler- und Interpreterbau vorwiegend praktischen Problemen. Als Beispiel dient die dynamische Programmiersprache Lox, die Nystrom eigens für sein Buch geschaffen hat. Trotz vieler Vereinfachungen bringt sie Klassen, Closures sowie statische Sichtbarkeitsbereiche mit; insgesamt ist sie ziemlich fortschrittlich gestaltet.

Diese Sprache implementiert der Autor gleich zweimal. Eine erste Interpreterversion schreibt er in Java. Dabei widmet er sich unter anderem dem, was auch bei einem Compiler die wichtigsten Arbeitsphasen bildet: der lexikalischen Analyse und dem Parsing. Die Ausführung der Programme erledigt ein Tree-Walker. Diese elegante Java-Implementierung ist leicht zu verstehen, weil sie viele Eigenschaften der Java-Laufzeitumgebung verwendet. Leider ist sie auch sehr ineffizient und eignet sich nur schlecht für den produktiven Einsatz.

Die letztlich bessere Alternative verwirklicht Nystrom in C. Sie beruht auf einer virtuellen Bytecode-Maschine, die der Autor ebenso von Hand implementiert wie eigene Hash-Maps und eine eigene Garbage-Collection. Diese zweite Version von Lox ist nicht nur ein Interpreter, sondern außerdem ein Compiler – und sie arbeitet rasend schnell.

Die Lektüre setzt neben sicherem Schulenglisch gute Java- und C-Kenntnisse voraus. Sie erspart es den Lesern, sich mit weiteren Hilfsmitteln wie Parser-Generatoren vertraut zu machen: Nystrom erledigt tatsächlich alles selbst und erklärt minutiös die vielen kleinen Entscheidungen, die er während der Programmierung immer wieder treffen musste. Mit streckenweise anspruchsvollen Übungen fordert er seine Leser zu eigenen Experimenten heraus.

„Crafting Interpreters“ ist erfrischend modern, unterhaltsam und pragmatisch ausgefallen. Eine HTML-Version lässt sich kostenlos von der Website zum Buch (craftinginterpreters.com) herunterladen.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

Bürojob 4.0

Mit gewohnter Duden-Gründlichkeit widmet sich dieser Ratgeber der Schreibtischarbeit in Zeiten von New Work. Es geht um Ergonomie und Online-präsentation, Wiedervorlage- und Dateiablage-systeme, Selbst- und Ideenmanagement. Ach so, ja: Um Kommunikation geht es auch.

Dieses Buch ist eine Wundertüte: Außer den im Titel versprochenen Tipps zur Kommunikation in E-Mails, Chats, sozialen Netzwerken und Videokonferenzen gibt es auch Ratschläge, wie man sein Homeoffice einrichten und organisieren sollte. Datenschutz und Datensicherheit sind ebenso Thema, außerdem aktives Zuhören im Videomeeting sowie Spielregeln für die Zusammenarbeit im Team samt Stand-up-Meetings und virtuellen Kaffeetrunden.

Auf den ersten Blick bedient der Ratgeber lediglich die Zielgruppe derjenigen, die bisher klassisch analog gearbeitet haben. Er erklärt ihnen beispielsweise YouTube, Twitter, Facebook, Instagram und Pinterest in jeweils einem Absatz. Tatsächlich können aber auch Digital Natives von der Lektüre profitieren. So hilft eine Checkliste zur E-Mail-Etikette dabei, im beruflichen Umfeld vom Betreff bis zur abschließenden Grußformel angemessen zu formulieren. Vermeintlich banale Tipps wie „Setzen Sie bei Erstkontakten keine Emoticons oder Emojis ein“ bewahren WhatsApp-sozialisierte Leser vor Fettnäpfen.

Apropos Emoticons: Sind die in der beruflichen Kommunikation überhaupt erlaubt? Fragen dieser Art werden mit der für die Marke Duden typischen Autorität geklärt. So lernt der Leser etwa, dass die fröhlichen oder traurigen Gesichtchen sparsam eingesetzt in Ordnung gehen und dass sie hinter dem Satzschlusspunkt einzufügen sind – sofern sie sich auf den gesamten Satz beziehen.

Zu Tweets und Blogposts, Moderation und Präsentation in Online-Meetings sowie rund 20 anderen Themen gibt es übersichtliche Checklisten. Angesichts der Vielfalt wäre ein Register am Ende des Buchs hilfreich gewesen, das leider fehlt. Ansonsten überzeugt die Gestaltung. Jedes Kapitel beginnt beispielsweise mit einer doppelseitigen Infografik, die den Inhalt der folgenden Seiten in einer anschaulichen Bildsprache darstellt.

(dwi@ct.de)

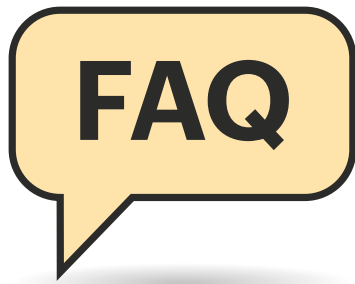


Ingrid Stephan

Digital erfolgreich kommunizieren

Teamarbeit fördern,
effektiv arbeiten, kreativ werden

Dudenverlag, Berlin 2021
ISBN 978-3411740444
224 Seiten, 16 €
(Epub-/Kindle-E-Book: 12 €)



IoT-Netze mit LoRaWAN

Funksensoren für Industrieanlagen und vernetzte Städte müssen keine großen Datenmengen verschicken. Wichtiger sind robuste Datenübertragung und große Reichweiten – beides hat LoRaWAN zu bieten.

Von Andrijan Möcker und Jan Mahn

LoRa- was?

? Was ist LoRaWAN überhaupt, was hat es mit Lo Ra, also großer Reichweite auf sich?

! LoRaWAN ist die Abkürzung für „Long Range Wide Area Network“ (wird alternativ auch mit „Low Radiation“ übersetzt) und sie besteht aus zwei Teilen: Grundlage ist das leitungslose Übertragungsverfahren LoRa, mit dem man kleine Datenpakete (bis zu 256 Byte) über große Entfernungen transportieren kann. Der funktechnische Trick für große Reichweiten: LoRa als physische Schicht besteht aus einem schmalbandigen Träger, der in einem vergleichsweise breiten Kanal auf- oder abbewegt wird. Diese „Chirps“ genannten Übertragungen sind gut im allgemeinen Rauschen erkennbar und somit sehr robust gegenüber Störungen. Der Zweck von LoRa ist also, schmalbandig mit geringer Datenrate, aber hoher Reichweite zu senden statt breitbandig und schnell, wie etwa bei WLAN. LoRa ist damit ideal, um Nutzlasten von wenigen Byte zu übertragen; etwa Stromzählerdaten, Temperaturmesswerte oder GPS-Koordinaten von Trackern.

LoRa spezifiziert jedoch nur die Modulation und deren Parameter. Netzstruktur, Adressierung, Verschlüsselung und Kanalvorgaben kommen mit LoRaWAN dazu: Die Spezifikation legt fest, wie Empfänger (sogenannte Gateways) die eingesammelten Datenpakete an zentrale Server weitergeben, die sie auswerten. Die Gateways sind dafür über IP-Netzwerke (meist das Internet) verbunden. Mehr zu den Grundlagen von LoRa und LoRaWAN lesen Sie in [1].

? Was haben LoRa und LoRaWAN mit Smart Cities zu tun?

! Für vernetzte Städte, Smart Cities, kann man LoRaWAN-Sensoren gut einsetzen. Das prototypische Beispiel: Eine Stadtverwaltung installiert auf allen öffentlichen Parkplätzen Sensoren, die erkennen, ob darauf Autos stehen. Die Geräte funkeln an ein LoRaWAN, die Informationen landen auf einem Server, der die Daten sammelt. Für parkwillige Bürger und Besucher gibt es eine App, die freie Stellplätze anzeigt – so sparen sie sich das Umherkurven.

Eine andere Idee, falls Sie in einer Stadtverwaltung arbeiten und demnächst ein Smart-Cities-Förderprogramm abrufen wollen: öffentliche Mülleimer mit Füllstandssensor, die per LoRaWAN gezielte Leerungen in Auftrag geben. Die Kunst solcher Projekte ist weniger das Funken der Daten, sondern vielmehr die Auswertung.

Lohnt sich LoRaWAN?

? Warum sollte ich LoRaWAN verwenden, wenn ich auch einfach günstige IoT-SIM-Karten kaufen oder WLAN verwenden kann?

! Diese Frage kann man nicht pauschal beantworten: Ob sich LoRaWAN für Sie rechnet, hängt stark von der Anwendung, der Anzahl der Geräte, der benötigten Reichweite und den Standorten ab, die Sie für Gateways nutzen können.

Unabhängig vom Preis kann LoRaWAN selbst für private Smart-Home-Bastler interessant sein: LoRaWAN-Geräte besitzen in der Regel eine ausführliche Dokumentation der Nutzlast und wegen offener Schnittstellen (wie MQTT und HTTP-API) an LoRaWAN-Servern fällt es leicht, Daten in beliebigen offenen Smart-Home-Zentralen zu nutzen – ganz herstellerunabhängig. Indoor-Basisstationen gibt es ab rund 100 Euro [2]; stellt man eine am Fenster im Obergeschoss auf, sind erfahrungsgemäß einige Hundert Meter Nachbarschaft abgedeckt. Zu Buche schlagen nur die Anschaffungs- und Betriebskosten, aber keine monatlichen Verträge wie bei einem Mobilfunkanbieter. Brauchen Sie mehr Reichweite oder müssen Sie größere Bereiche abdecken – etwa um den Regensensor im fünf Kilometer entfernten Kleingarten zu erreichen –, benötigen Sie wahrscheinlich einen hohen Standort und ein teureres Outdoor-Gateway. Mit ande-



Ein Bewegungsmelder als typischer Anwendungsfall für LoRaWAN: Das Gerät muss nur sehr wenig Daten versenden, soll aber möglichst lange mit einer Batterie-ladung auskommen. Breitbandige Funkstandards wie 802.11 (WLAN) sind dafür wenig geeignet.

ren IoT-Interessierten ist das schnell vollbracht, ähnlich wie beim WLAN-Vernetzungsprojekt Freifunk. Wer die Zeit für das Organisieren nicht hat, ist mit einem kommerziellen Mobilfunkanbieter (LTE(-M), NB-IoT, GSM) besser bedient.

Ähnliches gilt für die professionelle Nutzung: Wer in einem geografisch begrenzten Bereich viele Geräte mit seinem Netzwerk verbinden muss und gleichzeitig gute Antennenstandorte hat, für den kann sich ein eigenes LoRaWAN rechnen.

Sigfox versus LoRaWAN

? Was ist der Unterschied zwischen Sigfox und LoRaWAN?

! Sigfox und LoRaWAN nutzen den selben Frequenzbereich (868 MHz) und haben eine ähnliche Aufgabenstellung: kleine Datenpakete (meist von Sensoren) über große Distanzen verschicken. Sigfox ist gleichzeitig ein Funkstandard und ein kommerzieller Netzbetreiber, der aktuell daran arbeitet, allerhand Länder mit Basisstationen auszustatten. Meist positioniert er diese auf Masten neben denen von Mobilfunkanbietern. Die Nutzlast bei der Signalübermittlung darf maximal 12 Byte groß sein, dafür ist der Dienst preislich sehr attraktiv: Zwei Pakete pro Tag kosten 9 Euro im Jahr, 50 rund 11 Euro, 140 etwa 16 Euro. Einige Transportfirmen nutzen Sigfox bereits, um Ware durch ganz Europa zu tracken.

Anders läuft bei LoRaWAN. Da gibt es nicht den einen Netzbetreiber, wohl aber einen Profiteur: Das Unternehmen Semtech hat sich LoRa ausgedacht und fertigt alle HF-Chips. Entweder betreiben Sie Ihr eigenes Netzwerk mit eigenen Servern für das Backend (die Software ist Open Source), wählen einen regionalen Anbieter oder Sie nutzen das The Things Network.

The Things Network

? In Foren und c't-Artikeln wird immer wieder „The Things Network“ (TTN) erwähnt. Warum sollte ich da mitmachen, wenn ich einfach meinen eigenen LoRaWAN-Server aufsetzen kann?

! Das TTN ist ein LoRaWAN, betrieben als nichtkommerzielles Gemeinschaftsprojekt, das aus den Niederlanden



Ein LoRaWAN-Gateway auf einem Berg, wie hier das Lorix One auf dem Steinberg in Goslar, kostet rund 400 Euro (Gateway plus Material) und kann durchaus eine kleinere Stadt komplett abdecken. Dank Ende-zu-Ende-Verschlüsselung auf Geräteebene könnten mehrere Firmen, Behörden und Privatleute das Gateway ohne Sicherheitsrisiko gemeinsam nutzen [4].

stammt und mittlerweile weltweit aktiv ist. Die Idee: Jeder LoRaWAN-Interessierte, der Daten seiner Sensoren bequem über Web-Protokolle über das Internet bekommen möchte, muss nur ein TTN-Gateway in Reichweite haben. Gibt es keines, kann man eins kaufen (ab 100 Euro), betreiben und die Daten der TTN-Server eintragen. Die restliche Infrastruktur, wie die LoRaWAN-Server, betreibt das Unternehmen „The Things Industries“ und die Nutzung ist kostenlos. Zur Anmeldung genügt eine E-Mail-Adresse.

Geld verdienen die Niederländer mit Beratung und privaten LoRaWANs für Unternehmen. Auf der „The Things Conference“, die von Jahr zu Jahr mehr Teilnehmer hat, lässt sich erahnen, dass das Geschäftsmodell aufgeht. Für Bastler, aber auch für Kommunen und sogar Un-

ternehmen ist das kostenlose TTN ein guter Einstieg in IoT-Projekte.

Wie Sie das The Things Network nutzen und LoRaWAN-Geräte in die Entwicklungsumgebung Node Red einbinden, lesen Sie in c't 14/2021 ab Seite 148 [3].

? Eine Forderung, die zum Beispiel Makerspaces an Kommunen richten, die gerade mit einem Smart-City- und LoRaWAN-Projekt anfangen: Bitte verbindet die Gateways auch mit dem kostenfreien TTN, weil dadurch neue Ideen befördert werden. Aber kann man ein Gateway wirklich gefahrlos mit anderen teilen?

! Technisch ist es bei den meisten Gateways möglich, sie mit mehreren LoRaWAN-Servern zu verbinden. Ein Sicherheitsproblem ist das nicht, denn im LoRaWAN erfüllt das Gateway nur eine Weiterleitungsfunktion: Jedes gültige LoRaWAN-Paket wird an die jeweils eingetragenen Server weitergeleitet. Das Gateway hat nichts mit der Authentifizierung der Geräte oder Entschlüsselung der Pakete zu tun – das passiert serverseitig. Pakete, mit denen das Netz nichts anfangen kann, werden dort verworfen.

Da LoRaWAN anwendungsbezogene Ende-zu-Ende-Verschlüsselung nutzt – jedes Gerät und jede Anwendung haben also eigene Schlüssel –, können Sie gefahrlos mehrere Server in ein Gateway eintragen und damit etwa das The Things Network erweitern, aber auch Ihren privaten Server betreiben.

Funk und Zuteilung

? Ich lese immer komplizierte Begriffe: Was hat es mit etwa mit Tastgrad und Sendeleistung auf sich? Was passiert, wenn ich mehr senden würde?

! Der Tastgrad beschreibt, wie lange ein Sender pro Zeiteinheit senden darf. Für den 868-MHz-Bereich etwa gelten auf den meisten Kanälen ein Prozent pro Stunde, also 36 Sekunden pro Stunde. Das soll verhindern, dass Nutzer dauerhaft Daten senden und so das Band für andere Nutzer ewig belegt erscheint.

Den gleichen Zweck erfüllt die Beschränkung der Sendeleistung, also die Energie, mit der die elektromagnetischen Wellen von der Antenne abgestrahlt werden. Ist sie sehr hoch, blockiert das sendende Gerät den Kanal über eine vermut-

Indoor-Gateways, wie das LPS8 von Dragino oder das „The Things Indoor Gateway“, kosten rund 100 Euro und sind somit ideal für erste LoRaWAN-Versuche und die Abdeckung von einigen Hundert Metern um den Standort [2].



lich unnötig große geografische Fläche. Fertige LoRaWAN-Geräte halten die Vorgaben in der Regel selbstständig ein. Wenn Sie selber basteln – beispielsweise mit einem LoRa-Arduino –, müssen Sie indes darauf achten, dass Ihr Programmcode oder die verwendete LoRa-Bibliothek die Regularien erfüllt.

Abgesehen von den technischen Problemen: Erwischt Sie die Bundesnetzagentur (DE), KommAustria (AT) oder das BAKOM (CH) beim nicht konformen Funken, drohen Bußgelder und Beschlagnahme des verwendeten Gerätes.

? Muss ich für LoRaWAN eine Funklizenz oder Ähnliches besitzen?

! Nein. Der verwendete Frequenzbereich um 868 MHz ist in der EU und allen anderen europäischen Ländern lizenzfrei nutzbar. Es gibt allerdings einige Einschränkungen hinsichtlich Sendeleistung und Tastgrad, die eingehalten werden müssen, damit das Band für alle brauchbar bleibt.

? Welche Reichweite können LoRaWAN-Geräte in der Praxis erzielen? Bei welcher typischen Datenrate?

! Welche Reichweite eine Funktechnik erreicht, hängt von vielen Faktoren ab: Sendeleistung, Antenne, Auslastung des

Frequenzbands, Topografie, Wetter und dergleichen. Eine LoRaWAN-Basisstation auf einem Berg [4] kann 50 Kilometer und mehr Freifeldreichweite erzielen. Andererseits kommt ein Stromzähler im Stahlbetonkeller möglicherweise nicht einmal 200 Meter weit. Die tatsächliche Abdeckung muss in der Praxis erprobt werden. Die Datenrate schwankt zwischen 250 und 5400 Bit pro Sekunde.

Es gibt Verfahren, mit denen Sie die Netzabdeckung überprüfen können. Für das The Things Network gibt es beispielsweise den TTN Mapper, der die GPS-Koordinaten von LoRaWAN-Geräten entgegennimmt und zusammen mit der vom Gateway gemessenen Empfangssignalarstärke abspeichert, sodass eine Punktwolke mit Abdeckungsinformationen entsteht. Wie das geht, lesen Sie in [5].

TCP/IP per LoRaWAN

? Kann ich auch eine TCP/IP-Internetverbindung per LoRaWAN herstellen, sodass es als „WLAN mit hoher Reichweite“ fungiert?

! Nein. Es wäre technisch machbar, aber sinnlos. Denn Datenrate und Nutzlastgröße sind bei LoRaWAN so gering, dass aufgrund der nötigen IP-Fragmentierung (Aufteilung) extrem viele

Pakete verschickt werden müssten und die Nutzdatenrate auf IP-Ebene verschwindend gering wäre. Außerdem würden ständige TCP-Handshakes und Kontrollnachrichten schnell zur Überschreitung des Tastgrads und somit zu Zeitüberschreitungen mit Verbindungsabbrüchen führen.

Selbst wenn Sie blankes LoRa ohne die Protokollerweiterung verwenden und illegalerweise die Tastgradeinschränkung ignorieren, werden Sie selbst unter Idealbedingungen nur einige Hundert bis Tausend Bit pro Sekunde erreichen und mit hohen Latenzen leben müssen.

10 Jahre Batterielaufzeit

? Ich habe einen Hersteller gefunden, der behauptet, dass seine LoRaWAN-Sensoren zehn Jahre mit einer Batterie halten. Kann das stimmen?

! Jein. Bei genauerem Studieren des Datenblatts entdeckt man meist, dass Hersteller für diese Batterielaufzeiten sehr rosige Szenarien angeben: hohe Datenrate (und damit kurze Sendezeiten), niedrige Sendeleistung und nur ein Datenpaket pro Tag oder gar pro Woche.

Selbst wenn Sie diese Bedingungen erfüllen, steht in den Sternen, ob die verwendete Batterie ihre geringe Selbstentladung tatsächlich durchhält. Manche Batterietypen sind nicht einmal so lange auf dem Markt, wie sie halten sollen – Prognosen beruhen oft auf beschleunigten Tests und Hochrechnungen. Was aber stimmt: LoRa-Sender können sehr energiesparend konstruiert sein. Sie verbringen mehr als 99,99 Prozent ihrer Betriebszeit im Tiefschlaf und wachen nur selten und kurz zum Messen und Senden auf, beispielsweise zehn Sekunden pro Tag. (amo@ct.de)

Literatur

- [1] Jan Mahn, Langstreckenfunk, IoT-Funk LoRaWAN: für kleine Datenmengen und hohe Reichweiten, c't 10/2019, S. 140
- [2] Andrijan Möcker, Günstige LoRaWAN-Basis, Dragino LPS8: LoRaWAN-Gateway für 110 Euro, c't 3/2021, S. 64
- [3] Andrijan Möcker, Plug & Funk, LoRaWAN für IoT-Projekte: Einfach einsteigen mit TTN und Node-Red, c't 14/2021, S. 148
- [4] Andrijan Möcker, IoT-Horchposten, Lorix One LoRaWAN-Gateway im Langzeittest, c't 12/2021, S. 68
- [5] Andrijan Möcker, IoT-Kartografie, LoRaWAN-Abdeckung mit dem Webdienst TTN Mapper darstellen, c't 12/2021, S. 160

secIT by Heise

Der Treffpunkt für Security-Anwender und -Anbieter

29. – 31.03.2022,
Hannover

SAVE THE DATE

Seien Sie dabei und profitieren Sie als Besucher von neuesten Trends, Produkten und Software-Lösungen in der IT-Security.

Das erwartet Sie:

- Große Ausstellung in zwei Hallen
- Spannende Fachvorträge auf drei Bühnen
- Praxisnahe Workshops mit Security-Experten
- Informative Expert-Talks der wichtigsten Security-Anbieter
- Austausch mit der Community vor Ort

Am **13. und 14. September 2022**
findet zusätzlich eine **digitale secIT** statt.

Veranstalter

 **Heise Medien**

Mehr zu den
Highlights finden Sie hier:

sec-it.heise.de



DAS SELTENE KUNSTSTÜCK DES CHRISTIAN EMPUNKT

VON ARNO ENDLER

Verteilt über rund zwanzig Tische tummelten sich in dem kleinen Internet-Bistro die Gäste. Alle widmeten sich ihren unterschiedlichen Netzzugangsgeräten, nippten gelegentlich an ihren Getränken oder nahmen einige Bissen der Nullachtfünfzehn-Snacks zu sich.

Ich sah mich um, inspizierte Gesicht auf Gesicht. Allerdings konnte ich dabei keines entdecken, das dem Bild meines Kontakts auch nur ähnlich gesehen hätte.

Dann fiel mir ein Mann auf. Er saß ganz abseits an der rückwärtigen Wand an einem leeren Tisch, in seiner rechten Hand eine Tasse. Er nickte mir zu und deutete auf den zweiten Stuhl neben sich.

Ich ignorierte den auffordernden Blick des Bistrobetreibers und spazierte am Tresen vorbei durch den Raum, bis ich bei dem freundlich lächelnden Fremden stehenblieb.

„Schön, Sie zu treffen“, grüßte er mich. „Nehmen Sie Platz.“

„Sie sind Christian Empunkt?“, fragte ich. Als er mit einem Senken des Kopfes bestätigte, ergänzte ich: „Es war ein Fakeprofil, das Sie für den Account verwendet haben.“

„Selbstverständlich, Herr Müller“, entgegnete Empunkt. „Es wäre fahrlässig, mein wahres Aussehen zu posten, glauben Sie nicht auch?“

„Schon.“ Ich dachte an das Profilbild des unansehnlichen Mittfünfzigers mit Halbglatze und teigiger Haut, dessen Augen trübe wirkten und dessen Lächeln Betrachter eher abschreckte als einlud, ihn als Partner in Erwägung zu ziehen. Vor mir saß ein schlanker, sportlicher Mann in den Dreißigern, mit einem ordentlich gepflegten Bart der topaktuellen Mode. So ein Typ, den man in jeder Bachelor-Staffel einsetzen konnte.

Er ertrug meine Musterung, bevor er weitersprach. „Das Profilbild habe ich ganz gezielt so gewählt. Es muss so uninteressant sein, damit ich möglichst wenige Anfragen für ein tatsächliches Date bekomme und ablehnen muss. Der Account auf dem Portal stellt so etwas wie mein Büro dar. Dort nehme ich schließlich meine Aufträge entgegen. Ich möchte mich ja nicht für einen privaten Kontakt bewerben.“

Wenn es um hochspezielle IT-Dienste geht, empfiehlt es sich nicht unbedingt, den Allrounder von nebenan zu beauftragen. Je delikater die Aufgabe, desto abenteuerlichere Wege muss man manchmal gehen, um genau den Richtigen dafür zu finden.

„Ich hätte erwartet, Sie eher im Darknet zu finden“, gab ich zu. „Einen Mann mit Ihren Fähigkeiten sucht man nicht in offen zugänglichen Partnerbörsen.“

„Im Darknet verstecken sich Verbrecher. Ich gehe keiner illegalen Tätigkeit nach. Außerdem erschwert das Darknet die Kontaktaufnahme zwischen mir und meinen potenziellen Auftraggebern. Und es weckt die Aufmerksamkeit der Cyber-

polizisten. Ich vertraue auf Mundpropaganda und die für jedermann auffindbaren Daten. Und siehe da! Sie haben mich gefunden.“ Er lächelte freundlich.

„Kein Darknet, verstanden. Keine illegale Tätigkeit, verstanden. Aber Christian Empunkt ist Ihr richtiger Name?“

„Selbstverständlich. Nennen Sie mich Christian.“

„Gut, wie Sie wünschen.“

Eine Gestalt tauchte neben mir auf, warf einen Schatten auf die Tischplatte. „Was zu trinken?“, murmelte die unfreundliche vernuschelte Stimme des Mannes, der dieses Online-Bistro betrieb.

Ich sah zu ihm hoch. „Ein Wasser, bitte.“

„Mitoderohne?“

„Was? Ach so.“ Ich sortierte die Silben auseinander.

„Stilles Wasser, bitte.“

Kurz darauf waren wir erneut allein. Ich fühlte mich nicht wohl in meiner Haut, wusste nicht, wie ich weiter vorgehen sollte.

Empunkt half mir. „Sie haben das Geld dabei, Müller?“

Ich nickte. „Ihre Mail war eindeutig. Aber es ist wirklich ein ungewohntes Gefühl, so viel Geld dabei zu haben. Ich kann mich kaum mehr daran erinnern, wann ich überhaupt zuletzt Bargeld mit mir herumgetragen habe. Und jetzt gleich fünfundzwanzigtausend Euro.“

„Oho. Ich soll Server lahmlegen und Datenbanken löschen?“

Er kannte seine Tarife auswendig. In der vierten E-Mail hatte er seine Konditionen verraten. Ich sollte den passenden Geldbetrag mitbringen. Über den Auftrag selbst wurde trotz Verschlüsselung nicht geschrieben.

Ich kam mir wie ein Idiot vor, wusste nicht, ob ich einer Sendung mit versteckter Kamera zum Opfer fiel. Was Em-

punkt versprach, klang so unrealistisch, dass ich es kaum glauben konnte. Und doch war er mein einziger Ausweg.

„Es geht um Chem-Tech-Fortress, Christian“, erklärte ich. „Wir stehen in einem direkten Konkurrenzkampf um einen staatlichen Auftrag und ich benötige ...“ Ich brach ab.

Empunkt lächelte wieder. „Ihre Motivation spielt für mich keine Rolle, Herr Müller. Ich gehe davon aus, dass Ihr Konkurrent über einen Vorsprung verfügt, den ich ausgleichen soll.“

Ich ergab mich in mein Schicksal. „Es geht nicht um Leben und Tod – nur, um Sie zu beruhigen. Kein Krebsmittel, das vom Markt genommen werden soll. Es handelt sich um Forschungsergebnisse, die von einer gewissen staatlichen Institution bei Erfolg mit einem hohen Betrag gesponsert werden. Ich denke dabei vor allem an die Mitarbeiter unseres Unternehmens. Ohne diesen Auftrag stehen wir vor dem Aus.“

„Okay, und da komme ich ins Spiel“, soufflierte er weiter.

„Ja.“

„Sie möchten mein seltenes Kunststück erleben.“

„Ich hoffe, dass Sie halten, was Sie versprechen.“

Empunkt lehnte sich zurück, wartete, bis der Chef des Bistros das Wasser vor mir abgestellt hatte und wieder gegangen war. „Ich bin eine BCA, eine biologische Cyber-Attacke, Herr Müller. Niemand ist vor meinen Fähigkeiten sicher. Ich verspreche nicht, ich liefere.“

Ich hob meine Hände entschuldigend. Auf dem Glas, in dem das Wasser vor sich hin sprudelte, prangten fettige Fingerabdrücke.

„Stilles Wasser sieht anders aus, nicht wahr?“, kommentierte Empunkt. „Aber Pierre ist ebenso verschwiegen wie inkompetent. Niemand in diesem Laden legt auf gutes Essen wert. Deshalb bin ich so gerne hier.“

Ich schob das Glas zur Seite. „Wie funktioniert Ihr seltenes Kunststück, Christian?“

„Ich bemerkte es bereits kurz nach der Pubertät, Herr Müller.“ Er stützte sich mit den Ellbogen auf der Tischplatte ab. „Je nachdem, was ich aß oder trank, reagierten elektronische Systeme auf meine Anwesenheit mit Aussetzern oder Totalversagen. Es kostete mich Jahre, einen klaren Überblick zu erhalten und eine Tabelle anzulegen, um zielgenau tätig zu werden.“

„Wie funktioniert das?“, wollte ich wissen.

Er zuckte mit den Schultern. „Ein Magier verrät niemals seine Geheimnisse. Mein Körper tut dies auch nicht. Ich bin ratlos. Aber ich verspreche, es funktioniert.“

„Und wenn nicht?“

Er beehrte nicht auf. Wahrscheinlich hatte er diese Art von Gesprächen schon zu oft geführt. Stattdessen setzte er seinen sympathischsten Gesichtsausdruck auf und zeigte auf meine kleine Tasche. „Ein Tablet oder ein Handy? Sollte nichts allzu Wichtiges drauf sein.“

Ich war vorbereitet, hatte das Vorgängermodell meines derzeitigen Smartphones bei mir. Alle Daten waren schon übertragen, aber der Speicher war voll mit Fotos und Filmsequenzen. Ich reichte Empunkt das Handy.

Er legte es vor sich ab und nestelte in der Brusttasche seines Hemds herum. Zum Vorschein kam ein Müsliriegel. „Ah, ich liebe diese Teile. Energie für ein weiteres Workout und gleichzeitig ein Sweeper für alle Festplatten, die ich in

die Hand nehme.“ Er riss die Verpackung auf und verspeiste den Riegel in Rekordzeit.

„Wollen Sie vorher noch mal kontrollieren?“, fragte er.

Ich schüttelte den Kopf. „Nein, muss ich nicht. Ich kenne den Inhalt.“

„Bin so weit“, verkündete der Mann, der sich selbst als biologische Cyber-Attacke bezeichnet hatte, und tätschelte seinen leichten Bauchansatz. Er beugte sich über das Handy, legte seine Hand darüber und wartete.

Ich hatte bis zehn gezählt, als er die Hand zurückzog.

„Mission accomplished“, flüsterte Empunkt.

Ich zog mein Handy an mich und checkte die gespeicherten Daten.

„Sie sind weg“, murmelte ich im Selbstgespräch. „Aber alles andere funktioniert noch. Nur die Fotos, die Filme und die Kontaktliste sind weg.“

„Wie versprochen. Eine kostenlose Demonstration des seltenen Kunststücks des Christian Empunkt.“

„MISSION ACCOMPLISHED“, FLÜSTERTE EMPUNKT.

Ich packte das Smartphone in die Tasche, aus der ich danach den braunen Umschlag ins Licht zerzte. „Hier.“

Empunkt nahm das Geld ohne Hast entgegen und stopfte es in einen Rucksack, der an den Stuhlbeinen lehnte. „Wie kommen wir in die Nähe der Server und Datenspeicher, Herr Müller? Sie wissen, ich muss mich bis auf zehn Meter nähern.“

„Ich weiß“, erklärte ich. Die Anweisungen in den Mails waren nur allzu deutlich gewesen. „Ich habe eine Führung gebucht. In einer Stunde sind wir Teil einer Gruppe.“

Empunkt runzelte die Stirn. „Ihre Konkurrenz wird nicht stutzig, wenn ein möglicher Spion des Gegners auftaucht?“

Ich schüttelte den Kopf. „Nein, Christian. Ich arbeite im Verborgenen, niemand weiß von meiner Tätigkeit. Und bei beiden Unternehmen werden solche Führungen angeboten. Es generiert Einnahmen und ist, bedingt durch die zukünftige Auftragserteilung der öffentlichen Hand, zwingend vorgeschrieben. Maximale Transparenz nennt man so etwas.“

„Oh, gut!“ Empunkt stand auf, schnallte sich den Rucksack um und nickte mir zu.

Ich hielt nach dem Betreiber des Bistros Ausschau, um mein unangetastetes Wasser zu bezahlen.

„Das geht auf mich“, erklärte Empunkt und geleitete mich hinaus ins Freie. „Wir müssen noch zu einer Dönerbude!“

„Döner?“

„Ja, mit allem. Gibt zwar einen dicken Bauch, aber die Wirkung auf Server und Datenspeicher ist unübertroffen.“ Er grinste.

Auf dem Weg zum Geschäftssitz der Chem-Tech-Fortress machte die menschgewordene Cyber-Attacke außerdem einen kurzen Abstecher zu einer Bankfiliale. Bevor Christian hineinging, fischte er aus seiner Hosentasche einen Schokoladenriegel, den er sehr schnell aufaß. Dann betrat er die Filiale und stellte sich an den Bankomaten. Er winkte mich näher heran und deutete auf den Monitor. „Noch ein seltenes

Kunststück gefällig?“ Er führte seine Bankkarte ein und legte die Hand auf den Tastaturbereich. Auf dem Monitor flimmerte die Anzeige etwas, stabilisierte sich wieder und ich sah, dass Empunkt seinen Kontostand aufrief.

Für einen Freiberufler nicht schlecht, schoss es mir durch den Kopf. Mehr als 41.000 Euro konnte ich dort lesen.

„Lasst die Magie beginnen“, flüsterte Empunkt und tippte auf dem Nummernblock der Tastatur herum. Sanfte Pixelfehler huschten über die Fläche. Als er die Hände hob, lag der Kontostand bei 66.000 Euro.

„Was zum ...“, murmelte ich, während Empunkt den Umschlag aus dem Rucksack nahm und ihn in einen Schlitz für Briefe an die Bank stopfte.

Meine Verblüffung war mir wohl anzusehen.

„Ich sagte schon, dass ich kein Krimineller bin, Herr Müller. Ich gebe der Bank die fünfundzwanzig Riesen und schreibe sie so meinem Konto gut.“

„Was ist, wenn die Bank Nachforschungen anstellt?“, flüsterte ich und sah mich dabei nach Überwachungskameras um.

„Es ist eine Bank, Herr Müller. Ich verfare jetzt schon seit Jahren so – und nie ist etwas geschehen.“

„Was ist mit Kameras?“

Empunkt legte mir die Hand auf die Schulter. „Keine Gedanken daran, Herr Müller. Ein weiteres seltenes Kunst-

stück. Ich erzeuge dauerhaft eine Störung in allen Überwachungskameras, wie eine Wolke, die auch Sie mit einschließt. Eine grundlegende Funktion meiner Aura. Und jetzt kommen Sie. Ich habe Hunger.“

„WAS IST, WENN DIE BANK NACHFORSCHUNGEN ANSTELLT?“, FLÜSTERTE ICH.

Als wir eine halbe Stunde später unsere Besucherausweise entgegennahmen, stank Empunkt nach Knoblauch, Zwiebeln und billigem Hühnerfleisch. Er rülpste mehrfach. „Verzeihung. Ich vertrage die Knoblauchsauce so schlecht.“ Er hielt sich die Hand vor den Mund. „Ist aber essenziell. Mit anderen Soßen klappt es nicht. Geht es bald los?“

„Ja, schon“, mutmaßte ich. „Kann nicht mehr lange dauern. Da vorn, der junge Mann mit der Schirmmütze. Er ist unser Guide.“

„Gott sei Dank! Auf Döner kriege ich immer Durchfall. Und wenn es erst mal läuft, dann ist es auch aus mit der Wirkung.“

Die Führung begann.

Ein Hoch auf Brotkasten und Co.!

NEU

Retro Gamer Spezial Heimcomputer

VC-20, Acorn BBC Micro, Sinclair ZX 81, Commodore 64, Sinclair Spectrum, Apple II, Atari 800 XL, Schneider CPC, Atari ST und Commodore Amiga - die zum Teil vergessenen Stars dieses brandneuen Sonderheftes!

Über 150 Spiele-Klassiker auf den wichtigsten Maschinen der 1980er beleuchtet das neue Retro Gamer-Sonderheft auf fast 200 Seiten: Bard's Tale, Zak McKracken, Defender of the Crown, Another World und viele viele mehr.

shop.heise.de/rg-homecomputer

16,95 € >



> Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise Shop

shop.heise.de/rg-homecomputer >

Über den Autor

Arno Endler hat die c't-Leserschaft in den vergangenen 13 Jahren bereits in viele fantastische, aber auch in sehr alltagsnahe Welten entführt. Seine erste c't-Story war „Gefangen“ in Ausgabe 8/2008. Seit 2006 hat der 1965 geborene Teilzeitschriftsteller aus dem Rhein-Hunsrück-Kreis weit über hundert Kurzgeschichten und Romane veröffentlicht. In seinem aktuellen Science-Fiction-Thriller „Im Visier: Datenlieferung im schwarzen Dreieck“ macht nicht nur der Verfassungsschutz Jagd auf die Kurierin Sofia, die unfreiwillig zur Datendiebin wurde. Das Buch ist Ende Oktober im Polarise-Imprint des dpunkt-Verlags erschienen, der wie c't zu Heise Medien gehört.



Bild: Arno Endler

Auf dem Weg durch einige Korridore erklärte der Guide unserer Gruppe aus zehn Besuchern, was in den Räumen jenseits der Glasfenster so vor sich ging.

Menschen in Kitteln testeten Proben, viele Mitarbeiter jedoch arbeiteten an PCs, deren Monitore für uns nicht einsehbar waren. In meiner Firma sah es ganz ähnlich aus. Daher wusste ich, dass die PCs über keine eigenen Festplatten verfügten. Die Spionagegefahr war zu groß. Alle Geräte waren mit Servern verbunden, deren gesicherter Platz sich im hinteren Bereich des Gebäudes in gekühlten Räumen befand.

Eine Schleuse, die von einem Wachmann und einem elektronischen Zugangscode doppelt geschützt wurde, erwartete uns dort. Ich hielt die Luft an, waren wir doch nun beinahe am Ziel. „Gleich“, flüsterte ich Empunkt zu.

„Wurde auch Zeit“, ächzte er und hielt sich die Hand vor den Mund, aber der Gestank wurde dennoch schlimmer.

Die erste Tür öffnete sich. Heraus trat eine junge, sehr schlanke Frau, die ausgesprochen attraktiv aussah. Das konnte sogar ich in meinem reichlich nervösen Zustand wahrnehmen. Mit einem umwerfenden Lächeln wand sie sich durch die Gruppe, bis sie vor Empunkt stand. Sie schenkte ihm einen Augenaufschlag, der ihn erröten ließ. „Hallo“, grüßte sie.

„Ha ..., hallo.“

Ich registrierte seine veränderte Körperhaltung. Er zog den Bauch ein, warf sich in die Brust und versuchte, seine Stimme tiefer klingen zu lassen.

„Sie sind ein bemerkenswerter Mann, finde ich. Ich bin Sabrina.“

„Christian.“ Seine Stimme endete in einem Krächzen.

Sabrina packte ihn am Arm. Die Augen Empunkts wurden glasig. Wäre er ein Hund gewesen, hätte er vermutlich die Ohren angelegt und auf ein Täschneln des Kopfes gewartet.

Sabrina hielt seinen Arm weiterhin fest. „Christian?“

„Ja?“

„Ich habe immer noch nicht gehört, dass Sie mich zu einem Kaffee eingeladen haben.“

„Wann wäre es Ihnen recht?“

Sie lächelte ihm zu. Er schmolz dahin. Gemeinsam schlenderten sie zurück. Dorthin, wo die Führung begonnen hatte.

Ich sparte mir den Versuch, Empunkt aufzuhalten. Er wollte längst nicht mehr auf dieser Erde. Ich gestand mir ein, gescheitert zu sein.

„Das war Pech, nicht wahr?“, sagte eine Stimme zu meiner rechten Seite.

Ich wandte mich um und erkannte die Leiterin der PR-Abteilung von Chem-Tech-Fortress, die mich hintergründig lächelnd ansah.

„Wer sind Sie?“, versuchte ich, den Ahnungslosen zu spielen.

„Ach, hören Sie doch auf, Herr Müller. Lassen wir die Formalitäten. Sie kennen mich und ich weiß, wer Sie sind. Und dass Sie verloren haben.“

Ich senkte geschlagen meinen Kopf.

Sie klopfte mir gegen die Schulter. „Es war ein kluger Schachzug, die menschengewordene Cyber-Attacke zu beauftragen. Wir hatten auch schon daran gedacht. Sie sind uns vielleicht um einen Tag zuvorgekommen. Als Empunkt uns ablehnte, fanden wir heraus, dass Sie es waren, der ihn uns weggeschnappt hatte.“

„Und diese junge Frau? Sabrina?“, fragte ich.

„Nun, Herr Müller...“ Die PR-Leiterin schenkte mir das breiteste Grinsen, zu dem sie fähig war. „Dort draußen gibt es viele Talente. Das seltene Kunststück des Christian Empunkt ist schon recht speziell. Keine Server, keine Datenbanken sind vor ihm sicher. Aber es gibt ein Gegenmittel.“

„Diese junge Frau.“

„Ja, gut erkannt. Auch sie beherrscht ein seltenes Kunststück. Es sind Pheromone, die sie bewusst aussenden kann. Sabrina lässt sich ihre Macht über Männer recht gut bezahlen. Wenn Empunkt eine biologische Cyber-Attacke ist, dann ist Sabrina die biologische Anti-Cyber-Attacke. Es ist alles eine Frage des Geldes.“

Ich wusste, wann ich verloren hatte.

„Und jetzt würde ich Sie gern hinausbegleiten, Herr Müller. Versuchen Sie es nicht erneut. Die Aufnahmen, die unser Detektiv geliefert hat, seitdem Sie das Bistro betreten hatten, sind bereits eingespeichert. Für Sie und Empunkt gilt ab sofort ein absolutes Hausverbot.“

Draußen atmete ich die kühle Luft des beginnenden Abends. Sabrina und Empunkt saßen auf der Bank einer Bushaltestelle und tauschten Zärtlichkeiten aus. Die umstehenden Menschen schienen sie nicht zu stören. Ich fragte mich, wie Sabrina den anhaltenden Knoblauch-Zwiebel-Mundgeruch wohl ertrug.

Vielleicht war das ein weiteres seltenes Kunststück.

(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).

Es gibt **10** Arten
von Menschen.

iX-Leser
und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:
3 Hefte + Bluetooth-Tastatur
nur **16,50 €**

www.iX.de/testen



 www.iX.de/testen
 leserservice@heise.de
 49 (0)541 800 09 120

Fernstudium IT-Security



Aus- und Weiterbildung zur Fachkraft für IT-Sicherheit.
Vorbereitung auf das **SSCP- und CISSP-Zertifikat**.
Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisge-
rechtes 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

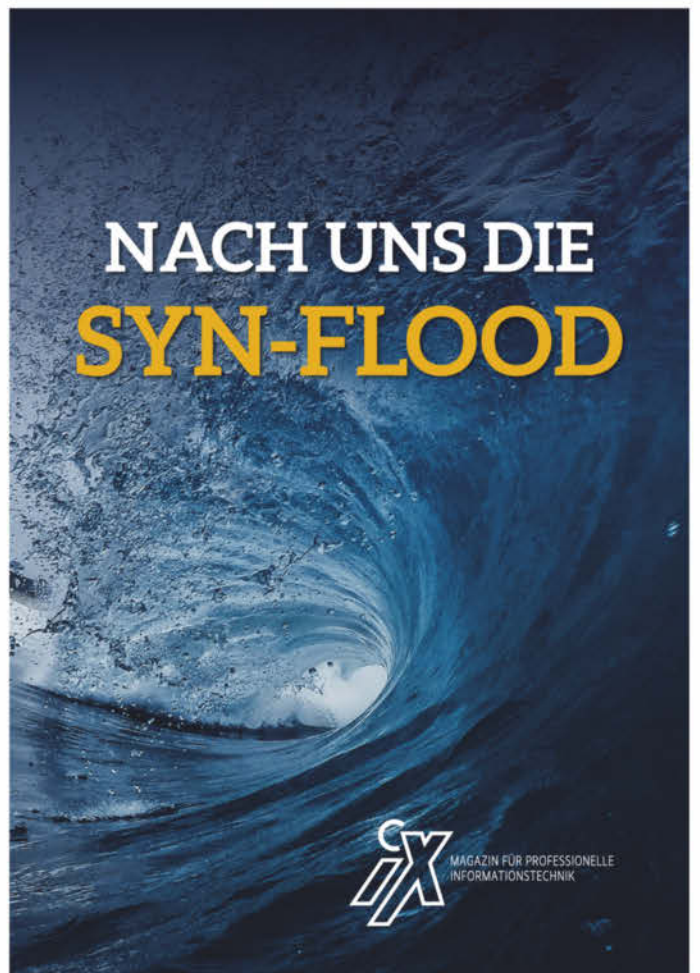


www.fernschule-weber.de

AGB VERSTEHER

c't magazin für
computer
technik

NACH UNS DIE SYN-FLOOD



Kanban Day

Kanban im Unternehmen –
mehr als nur Projektmanagement

Jetzt
anmelden!

22. Februar 2022 ONLINE

Der Kanban Day bietet einen fundierten, praxisorientierten Überblick, wie sich Kanban bei der Implementierung in Organisationen gewinnbringend einsetzen lässt, welche Metriken sinnvoll sind, um Veränderung und kontinuierliche Verbesserung zu verfolgen, und legt einen Schwerpunkt auf die Anwendung von Kanban als Managementmethode.

- ✓ Kanban – das Schweizer Messer zur Unternehmensverbesserung
- ✓ Warum Kanban gerade für Teams wichtig bleibt
- ✓ Flow in der Strategiefindung
- ✓ Kanban und Verantwortung: Leadership auf allen Ebenen
- ✓ Navi für Ihren Change – das Kanban Maturity Model
- ✓ Kanban-Metriken in der Praxis

Veranstalter

@ heise Developer




dpunkt.verlag

in Kooperation mit



kanban.inside-agile.de

ORACLE Feuerwehr www.oraservices.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 

nginx-Webhosting: timmehosting.de 


www.patchkabel.de - LWL und Netzwerk Kabel 


WLL-Breitband Netz Rhein-Main – techni.de 

Lust auf Java? WWW.TQG.DE/KARRIERE 

DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – **Erfolg >99%**
www.datarecovery.eu – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 

xxs-kurze Daten- & Netzkabel: kurze-kabel.de 

EDELSTAHL LED SCHILDER: www.3D-buchstabe.com
HAUSNUMMERN nobel 230V~: www.3D-hausnummer.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 

OTP – die perfekte Verschlüsselung
otp-crypt.com

**Anzeigenschluss
für die nächsten
erreichbaren Ausgaben:**
02/2022: 08.12.2021
03/2022: 20.12.2021
04/2022: 11.01.2022



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.



Das Magazin von Fotografen für Fotografen



Porträtfotograf und c't Fotografie-Autor

Tilo Gockel, Fotografiert u. a. für Spiegel-
Online, Vogue.it, Pablo-Magazin, DIGIT

*„Porträts? Sind hart und stressig...
und damit die interessanteste Art
von Aufnahmen! :-)"*

Tilo Gockel, Fotopraxis.net

© Tilo Gockel

2 x c't Fotografie testen

- 2 Ausgaben kompaktes
Profwissen für 14,30 €
- 35 % Rabatt gegenüber
Einzelheftkauf
- Inkl. Geschenk nach Wahl

c't Fotografie

**Wald
erleben**
Fantastische Motive
zwischen Licht
und Schatten

ZUSATZMATERIAL
Bilder & Texte
Wald und Sonne 192
• **Vollversion**
• **E-Book & Video**
• **Roboter-Aktoren**
• **Portraitlicht** TopShots • **Kalender**



+



Jetzt bestellen:

www.ct-foto.de/miniabo





Sie möchten die digitale Transformation im Bildungsbereich aktiv mitgestalten? Sie freuen sich, Ihre eigenen Ideen einzubringen und mit Ihrer Arbeit gesellschaftlich etwas zu bewegen? Sie wünschen sich ein agiles Arbeitsumfeld mit flachen Hierarchien und kurzen Entscheidungswegen?

Dann werden Sie Teil der Stiftung für Hochschulzulassung!

Als Stiftung öffentlichen Rechts sind wir Dienstleister für Studieninteressierte, Hochschulen und alle 16 Bundesländer. Über unsere Online-Plattform unter www.hochschulstart.de bewerben sich bereits jetzt jährlich rund 400.000 Studieninteressierte um Studienplätze in ganz Deutschland.

Wir treiben die Digitalisierung im deutschen Bildungssektor aktiv voran. Gemeinsam mit unseren über 150 Beschäftigten bauen wir unser Serviceportfolio immer weiter aus. Aktuell entwickeln wir ein modernes, zukunftsorientiertes und noch leistungsfähigeres Online-Zulassungsverfahren für Studienplätze. So fördern wir die Bildungsgerechtigkeit in Deutschland.

Ab dem nächstmöglichen Zeitpunkt suchen wir für unseren Hauptsitz in Dortmund zur Verstärkung unseres Teams Sie als

Leitung IT-Systemtechnik und -betrieb (m/w/d)

(bis EG 14 TV-L)

Wir freuen uns auf Ihre aussagekräftige Online-Bewerbung bis zum 17.01.2022 an: stellenausschreibung@hochschulstart.de


BHT

 Berliner Hochschule
für Technik

Zukunftsorientiert, praxisnah, forschungstark:

Im Herzen der Hauptstadt bietet die Berliner Hochschule für Technik (BHT) das größte ingenieurwissenschaftliche Studienangebot in der Region. Unter dem Motto „Studiere Zukunft“ bilden wir in 72 technischen, natur-, lebens- und wirtschaftswissenschaftlichen Studiengängen mehr als 13.000 Studierende stets am Puls der Zeit aus. Mit 300 Professor*innen, 400 Beschäftigten in Verwaltung und Wissenschaft und unseren Lehrbeauftragten sind wir ein starker Wissenschaftspartner – auch in internationalen Netzwerken.

Im Hochschulrechenzentrum (HRZ) ist zum nächstmöglichen Termin folgende Stelle unbefristet zu besetzen:

Informatiker/in bzw. Systemadministrator/in (m/w/d) E-Learning-Systeme

Kenn-Nr.: 106/21

Entgeltgruppe 11 TV-L Berliner Hochschulen, mit 100 % der regelmäßigen Arbeitszeit

Die Stellenbeschreibung und Bewerbungsfrist finden Sie auf unserer Webseite:

www.bht-berlin.de/3334/article/7966

Studiere Zukunft

JOB GESUCHT?

Ein gutes Team braucht viele verschiedene kluge und kreative Köpfe – und gleichzeitig den Freiraum, diese Potenziale zu entfalten und einzusetzen.

Gestalten Sie mit uns die Zukunft der Medienwelt!

Jetzt informieren und bewerben unter www.heise-gruppe.de/karriere.



 Hochschule
München
University of
Applied Sciences

An der Hochschule München ist an der Fakultät für Informatik und Mathematik ab dem Wintersemester 2022/23 oder später folgende Stelle zu besetzen:

W2-Professur für Internettechnologien und Verteilte Systeme (m/w/d)

Kennziffer: BV 0777

Erfahren Sie mehr in der detaillierten Stellenausschreibung unter: <https://stellen.hm.edu/agfdq>

Bewerben Sie sich über unser Online-Portal bis zum 03.01.2022.

Wir freuen uns darauf, Sie kennenzulernen!



Inserenten*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur	196
1blu AG, Berlin	9
A1 Digital Deutschland GmbH, München	31
AMD International Sales & Service Ltd., USA-Sunnyvale	4, 5
AVM Computersysteme Vertriebs GmbH, Berlin	2
Bundesministerium der Verteidigung, Berlin	45
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen	37
CRONON GmbH, Berlin	41
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	105, 119
DZ BANK AG, Frankfurt	65
eQ-3 AG, Leer	47
ESET Deutschland GmbH, Jena	89
Fernschule Weber, Großenkneten	187
Kentix GmbH, Idar-Oberstein	35
kurze-kabel.de, Tübingen	43
KYOCERA Document Solutions Deutschland GmbH, Meerbusch / Osterath	57
mitp Verlags GmbH & Co. KG, Frechen	53
Platinion GmbH, Köln	195
Pocketbook Readers GmbH, Radebeul	87
Polarise - Imprint der dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	33
SienerSoft AG, Wiesbaden	63

Thomas Krenn.com, Freyung	49
Unzer GmbH, Heidelberg	11
Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal	39

Stellenanzeigen

Beuth Hochschule für Technik, Berlin	191
Hochschule für angewandte Wissenschaften München, München	191
Hochschulstart - Stiftung für Hochschulzulassung, Dortmund	191

Veranstaltungen

enterJS	iX, heise developer, dpunkt.verlag	55
Webinar-Serie		
Microservices in der Praxis	heise academy	59
Webinar-Serie		
Hybrid-Teams	heise academy	85
building IoT	iX, heise developer, dpunkt.verlag	155
secIT by Heise	heise Medien	181
Kanban Day	heise developer, dpunkt.verlag	188

Teile dieser Ausgabe enthalten Beilagen von EWE AG, Oldenburg und Rheinwerk Verlag GmbH, Bonn.

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.



NEU
bei eMedia

Von den alten Römern
bis zur Gegenwart –
All about History!

Tauchen Sie ein in vergangene Zeiten:

All About History beleuchtet alle zwei Monate die großen Epochen und Ereignisse der Weltgeschichte und gräbt alte Schätze aus. Erfahren Sie alles über die verschiedenen Zeitalter von der Antike bis zur Gegenwart, die unsere Welt geprägt haben.



**35%
RABATT**

2 Ausgaben testen:

www.emedia.de/history-mini



(0541) 800 09 126



leserservice@emedia.de



eMedia Leserservice, Postfach 24 69, 49014 Osnabrück

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: „Windows 11: Einstieg, Umstieg, Praxis“:
Axel Vahldiek (*axv@ct.de*), „Geschenke (nicht nur) für Nerds“: Sven Hansen (*sha@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 (*ach@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*), Arne Grävemeyer (*agr@ct.de*),
Ludwig Gundermann (*lgu@ct.de*), Markus Montz (*mon@ct.de*), Peter Schmitz (*ps@ct.de*),
Kim Sartorius (*kim@ct.de*), Dr. Hans-Peter Schüler (*hps@ct.de*), Sylvester Tremmel (*sy@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*),
Alexander Königstein (*ako@ct.de*), Pina Merkert (*pmk@ct.de*),
Dennis Schirmacher (*des@ct.de*), Hajo Schulz (*hos@ct.de*), Jan Schüßler (*jss@ct.de*),
Ingo T. Storm (*it@ct.de*), Keywan Tonekaboni (*ktn@ct.de*), Axel Vahldiek (*axv@ct.de*)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (*ciw@ct.de*), Ulrike Kuhlmann (*uk@ct.de*),
Dušan Živadinović (*dz@ct.de*)
Redaktion: Ernst Ahlers (*ea@ct.de*), Tim Gerber (*tig@ct.de*), Christian Hirsch (*chh@ct.de*),
Benjamin Kraft (*bkr@ct.de*), Lutz Labs (*ll@ct.de*), Andrijan Möcker (*amo@ct.de*),
Florian Müssig (*muc@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 (*sht@ct.de*),
Nico Jurrans (*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 (*Ltg., uk@ct.de*)

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Christian Wölbert (*cwo@ct.de*)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (*mat@ct.de*)

Redaktionsassistentz: Susanne Cölle (*suc@ct.de*), Christopher Tränkmann (*cht@ct.de*)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (*kaw@ct.de*)

Technische Assistenz: Ralf Schneider (*Ltg., rs@ct.de*), Hans-Jürgen Berndt (*hjb@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 Krempel, Ben Schwan (*bsc@ct.de*), Christiane
Schulzki-Haddouti

DTP-Produktion: Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Martin Kreft,
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, Pascal Wissner

Illustrationen

Jan Binkies, 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, Henning Rathjen, Oberursel

Editorial: Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien,
c't-Logo: Gerold Kalter, Rheine

c't-Krypto-Kampagne: Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität
unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: 5C1C1DC5BEEDD33A
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@heise.de>
D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A
Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000
Key-ID: DBD245FCB3B2A12C
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

heise Investigativ: Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.
Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>
via Tor: ayznmmonmewb2tjygf7ym4t2726muprjvwkzx2vhf2hbarbzydm7oad.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. 38 vom 1. Januar 2021.

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, Senefeldersr. 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 5,50 €; Österreich 6,10 €; Schweiz 8,10 CHF; Dänemark 60,00 DKK;
Belgien, Luxemburg, Niederlande 6,50 €; Italien, Spanien 6,90 €

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 130,95 €,
Österreich 140,40 €, Europa 149,85 €, restl. Ausland 176,85 € (Schweiz 186,30 CHF);
ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer
entsprechenden Bescheinigung): Inland 94,50 €, Österreich 95,85 €, Europa 113,40 €,
restl. Ausland 140,40 € (Schweiz 140,40 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff
auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 18,90 €
(Schweiz 22,95 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGÉ,
BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland,
VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 98,55 €, Österreich 98,55 €,
Europa 117,45 €, restl. Ausland 144,45 € (Schweiz 132,30 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 2021 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

Vorschau 1/2022

Ab 18. Dezember im Handel und auf ct.de



Dicke Desktop-Festplatten

Viele Anwender starten das Betriebssystem mittlerweile von SSD, doch für Datenablage und Backup kommt häufig noch eine Magnetfestplatte zum Einsatz – vor allem, wenn der Bedarf bei mehreren Terabyte liegt. Die größten Desktop-Festplatten haben wir getestet.



Open-Source-Hardware

Im Internet gibt es viele tausend Hardware-Projekte zum Nachbauen, vom E-Lastenrad bis zum Notebook ist alles dabei. Vieles davon ist Open-Source-Hardware: nach offenen Standards entwickelt und mit guter Dokumentation. Wir berichten aus der wachsenden Szene und stellen interessante Projekte vor.

Gläserne Autofahrer

Moderne Autos wissen mehr über ihre Besitzer, als diesen lieb sein kann. Kommt nach dem Diesel- der Daten-Skandal? Lesen Sie, welche Daten die Sensoren und Kameras in Fahrzeugen heute liefern, was davon in die Cloud gesendet wird, wer diese Informationen auswerten kann und ob das immer legal ist.

Der gute Rat am Käseregal

Apps mit Barcode-Scanner liefern Zusatzinformationen zu Lebensmitteln und deren Inhaltsstoffen. Sie warnen vor Allergenen und unterstützen den Anwender dabei, ungesunde Gewohnheiten zu erkennen, gesündere Alternativen zu finden oder individuelle Ernährungsziele einzuhalten. Hilft das oder nervt es bloß?

Teleskope für Hobbyastronomen

Teleskope holen Mond, Planeten und Galaxien in greifbare Nähe. Zu Preisen von 80 bis über 10.000 Euro decken sie sehr spezifische Einsatzszenarien ab. Unser Überblick ermöglicht angehenden Hobbyastronomen mit Bedacht zu wählen, damit das neue Teleskop nicht nach einem Abend im Keller landet.

Noch mehr
Heise-Know-how



iX Developer Winter 2021/22
jetzt im Handel und auf
heise-shop.de



c't Fotografie Fototouren
2021/2022 jetzt im Handel
und auf heise-shop.de



Mac & i 6/2021 jetzt
im Handel und auf
heise-shop.de



BCG
PLATINION

TAKE CTRL OF YOUR CAREER

Setze neue Maßstäbe für die digitale Zukunft.

Bei BCG Platinion liegt die Zukunftsfähigkeit globaler Unternehmen in deinen Händen. Als führende IT-Beratung und Teil der Boston Consulting Group arbeiten wir mit unseren Kunden auf höchster Ebene an den geschäftskritischen Herausforderungen der Digitalisierung. Profitiere von den Chancen unseres weltweiten Netzwerks und präge mit uns die Welt von morgen.

Alle Infos auf bcgplatinion.com

1&1 DSL mit Samsung Fernseher für 0,- €!*



UVP 729,- €



1&1 DSL INTERNET & TELEFON

0,- €/Monat*
ab
DSL 50 für 6 Monate,
danach 39,99 €/Monat

6 Freimonate oder Samsung TV

Schnelles Internet, brillante Sprachqualität, beste Verbindungen

Wechseln Sie noch heute zu 1&1 DSL und sichern sich einen Samsung UHD TV 55" im Wert von 729,- €. Oder sparen Sie in den ersten sechs Monaten bis zu 300,- € in bar! 1&1 Kunden profitieren immer von leistungsstarken DSL-Anschlüssen, günstigen Preisen, Top-WLAN Routern und bester Performance.



1&1 Netz, nicht einzelne Angebote

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 Sprachcomputer.



**Funktions-
Garantie**

Im Falle eines Falles: unverzügliche Entstörung oder Gerätetausch.



**Umzugs-
Service**

Sie nennen Ihren aktuellen Anbieter – wir erledigen den Rest.

1&1

1und1.de

02602/96 90



*Auswahl möglich zwischen Tarif ohne TV z.B. 1&1 DSL 50 für 0,- €/Monat für die ersten 6 Monate, danach 39,99 €/Monat oder Tarif mit Samsung TV 55", 138 cm (z.B. Modell UE55AU7172 nach Verfügbarkeit vergleichbare möglich), z.B. ab DSL 50 für dauerhaft 39,99 €/Mon. Beide jeweils mit Telefon-Flat: Rund um die Uhr kostenlos ins dt. Festnetz telefonieren. Anrufe in alle dt. Mobilfunknetze 9,9 ct/Min. Mögliche Hardware: z.B. 1&1 HomeServer 4,99 €/Mon. Der Preis entfällt auf die zusätzlichen monatlichen Tarifleistungen, die zusammen mit der Hardware angeboten werden. Router-Versand: Einmalig 9,90 €. Bereitstellungspreis: Einmalig 69,95 €. Mindestlaufzeit: 24 Mon. Kündigungsfrist: 1 Monat zum Ende der Vertragslaufzeit. 30 Tage testen: Sonderkündigung im ersten Monat. Solange der Vorrat reicht. Abbildungen ähnlich, Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur